UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

TEMA: Efecto de productos alternativos para el manejo de la hoja morada en el cultivo de fresa *(Fragaria x ananassa).*

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: Angely Maite Gavilanes Freire

TUTOR: Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes

CEVALLOS, 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

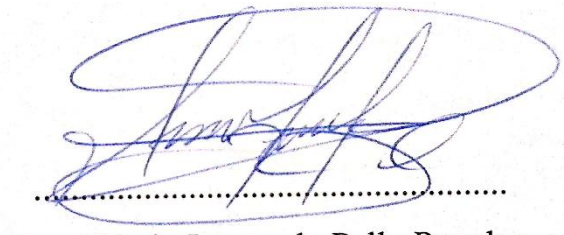
En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

Efecto de productos alternativos para el manejo de la hoja morada en el cultivo de fresa *(Fragaria x ananassa).*

De la alumna Angely Maite Gavilanes Freire, estudiante de la carrera de agronomía, considero 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 designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Cevallos, diciembre 2025



Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes

C.C.: 1803702685

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Angely Maite Gavilanes Freire con cédula de ciudadanía 1805086038, declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, "Efecto de productos alternativos para el manejo de la hoja morada en el cultivo de fresa *(Fragaria x ananassa)",* así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de Titulación

Cevallos, diciembre 2025



.....

Angely Maite Gavilanes Freire

C.C.: 1805086038

AUTOR(A)

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **"Efecto de productos alternativos para el manejo de la hoja morada en el cultivo de fresa *(Fragaria x ananassa)*"** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de

grado de Ingeniero Agrónomo, 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 la publicación de este Informe Final, o de parte de él. Ciudad, mes y año



.....

Angely Maite Gavilanes Freire

C.C.: 1805086038

AUTOR/A

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, **"Efecto de productos alternativos para el manejo de la hoja morada en el cultivo de fresa *(Fragaria x ananassa)*."** de **Gavilanes Freire Angely Maite**, estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad de 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, enero 2026

REVISADO POR

.....

Ing. Mg Edwin Leonardo Pallo Paredes

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACION

Para constancia firman:

.....

Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza PhD.

PRESIDENTE

.....

Ing. Mg. Veloz Naranjo Walter Oswaldo

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

.....

Ing . Mg. Aldas Arias Edgar Patricio

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

Este logro se lo ofrezco a Dios, quien ha sostenido en cada etapa. Cuando sentí que mis fuerzas flaqueaban, su presencia iluminó mis pasos, me brindó paz y claridad.

A mis padres, Maribel Freire y Manuel Gavilanes, gracias desde lo más hondo. Su cariño y su apoyo inquebrantable han sido el refugio al que siempre pude volver. Cada paso que he dado ha estado acompañado por la firmeza con la que sostuvieron mis sueños. Este logro es también suyo.

A mis hermanas, este logro lo comparto con ustedes Daniela y Melissa, les agradezco por el lugar tan especial que ocupan en mi vida. Cada una, con su manera propia de ser, ha llenado mis días de compañía sincera, caminar juntas y compartir con ustedes sueños, aprendizajes y mis logros ha sido un privilegio que atesoro profundamente.

A mi abuelito Francisco Freire, le dedico este logro con todo mi cariño. Su partida dejó un vacío que todavía duele, pero también sembró en mí enseñanzas, recuerdos y valores que llevo siempre presentes. Extraño su bondad y esa sabiduría sencilla con la que iluminaba cualquier conversación. Aunque no esté físicamente, su memoria sigue guiando mis pasos.

Al doctor Juan Pablo Valladares por ser como un segundo padre, este logro también le pertenece, su presencia y orientación fueron fundamentales en este camino. Gracias por sus consejos, su amistad, por ser cómplice y confidente en mis momentos más difíciles. Fue un apoyo inquebrantable, ofreciéndome siempre la guía que necesitaba.

Aunque hoy no estés conmigo, este logro lo comparto contigo porque sigues siendo mi mayor motivo para avanzar. Fuiste mi pilar y quien me inspiró a dar lo mejor de mí, por eso este logro adquiere un significado especial al dedicártelo. Mi Gordito, mi primer hijo perruno, la luz de mis ojos: siempre estás en mis pensamientos. Te extraño, y tu recuerdo el que me impulsa a seguir.

A mi segundo hijo perruno, Clayton gracias por llenar mi vida de amor, alegría y compañía sincera. Tu presencia ilumina mis días y tu cariño siempre me recuerda lo afortunada que soy de tenerte. Este logro también te pertenece.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud profunda a la Universidad Técnica de Ambato, donde forjé mis capacidades, valores y experiencias que perdurarán en mi vida. Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento a los docentes que me guiaron durante mi formación académica; su labor fue fundamental en mi desarrollo profesional y personal.

Manifiesto mi más sincero agradecimiento a mi tutor, el Ing. Edwin Pallo, por el apoyo constante que me brindó durante todo el desarrollo de este trabajo. Sus conocimientos y experiencia aportaron de manera significativa, para fortalecer la calidad de este proyecto.

A quienes caminaron conmigo entre clases, trabajos y desvelos, les agradezco profundamente por su amistad y comprensión. Su apoyo marcó de manera positiva esta etapa.

A mis mejores amigos, Daniel Barreno, Robeth Sánchez e Iván Zuñiga, les agradezco por su amistad basada en la lealtad, por cada momento y anécdota compartida, por escucharme, alentarme y por no soltarme cuando las circunstancias se volvieron difíciles. Su amistad convirtió este camino en una experiencia inolvidable.

Por último, pero no menos importante, deseo expresar mi más profundo agradecimiento por todo lo que significó en este proceso al ingeniero Armando Bastidas, cuya compañía y entrega hicieron que, a lo largo de todo este proceso, el camino nunca se sintiera en soledad. Con su amor, sus palabras de aliento y su inquebrantable apoyo, jamás permitió que me rindiera. Agradezco todas las madrugadas en las que permaneció despierto a mi lado, brindándome su compañía cuando el cansancio parecía ganar terreno. Gracias a ese respaldo sincero, siempre pude mantenerme firme y avanzar. Sé que su presencia fue una pieza esencial para llegar hasta este momento.

Este logro no es únicamente mío, sino también de todas las personas que caminaron conmigo, que me ofrecieron su apoyo y confiaron en mí, incluso en los momentos en que yo misma dudaba. A todos ustedes, gracias por el apoyo que nunca faltó y por contribuir de manera tan significativa en esta etapa.

Angely Maite Gavilanes Freire

ÍNDICE GENERAL

Pag

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **i**

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..... **ii**

DERECHOS DE AUTOR ..... **iii**

ÍNDICE GENERAL ..... **vii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **x**

ÍNDICE FIGURA ..... **xi**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xii**

RESUMEN ..... **xiii**

ABSTRACT ..... **xiv**

CAPITULO I **1**

1.1 Introducción 1

MARCO TEÓRICO **3**

1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 3

1.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES 5

1.3.1 Bio-estimulantes 5

1.3.1.1 Tipos de bio-estimulantes 6

Bio-estimulantes no microbianos 6

1.3.1.2 Dosis recomendadas y forma de aplicación de los bio-estimulación 6

1.3.1.3 Dosis y forma de aplicación para los bio-estimulantes 6

1.3.1.1 Biodyne 401 7

1.3.1.2 Tricho bio WG 8

1.3.1.3 Bio Organic 9

1.3.1.4 Biohealth th bs wsg 9

1.3.2 Hoja morada en fresa 11
1.3.2.1 Síntomas y signos de la hoja morada 11
1.3.2.2 Punta morada y rendimiento de fresa 12
1.4 Objetivos 12
1.4.1 Objetivo General 12
1.4.2 Objetivo Especifico 12
CAPÍTULO II 13
METODOLOGÍA 13
2.1 UBICACIÓN DE ESTUDIO 13
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR 13
2.2.1 Clima 13
2.2.2 Características edafoclimáticas 13
2.3 EQUIPOS Y MATERIALES 14
2.3.1 Materiales de estudio 14
2.3.2 Equipos 14
2.3.3 Herramientas 14
2.3.4 Bio-estilulantes 14
2.3.5 Materiales complementarios 14
2.4 FACTORES DE ESTUDIO 15
2.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO 15
2.5.1 Aplicación foliar 15
2.6 Variables respuestas 15
2.6.1 Porcentaje de Incidencia por planta (%) 15
2.6.2 Porcentaje de severidad (%) 16
2.6.3 Altura de planta (cm) 16
2.6.4 Número de flores por planta (U) 16

2.6.5 Coloración hojas 16
2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL 16
2.7.1 Tratamientos 16
2.7.2 Características del ensayo 17
2.7.3 Esquema del ensayo 18
2.7.1 Procesamiento de datos 18
CAPITULO III 19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 19
3.1 Porcentaje de incidencia 19
3.2 Porcentaje de severidad 19
3.3. Número de Flores 20
3.4. Altura de la planta 21
3.5. Color de las hojas 21
3.6. Efecto de los bio-estimulantes sobre fresa var. Monterrey 22
3.7. Análisis ex - post a la aplicación de cuatro bio-estimulantes en fresa var. Monterrey para el manejo de hoja morada. 24
CAPÍTULO IV 26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 26
4.3. CONCLUSIONES 26
4.4. RECOMENDACIONES 26
Bibliografía 27
ANEXOS 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos a utilizar en el manejo de hoja morada en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa)..... 17

Tabla 2 Porcentaje de incidencia y severidad por tratamiento 20

Tabla 3 Porcentaje número de flores y altura de planta por tratamiento 21

Tabla 4 Color de las hojas. 22

Tabla 5 Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Incidencia) 24

Tabla 6 Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Severidad) 25

ÍNDICE FIGURA

Figura 1 Dosis recomendadas de los bio-estimulantes en fresa..... 7

Figura 2. Datos informativos del producto BioHealth TH BS WSG. 10

Figura 3 Factores de estudio 15

Figura 4. Estructura del estudio. 18

Figura 5 Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Incidencia)..... 25

Figura 6 Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Severidad) 25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianzas y pruebas de Tukey para los datos obtenidos. 31

Anexo 2. Memoria fotográfica del ensayo..... 35

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en la Granja Experimental Docente Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato con la finalidad de evaluar el efecto de cuatro bio-estimulantes (Biodyne 401, Tricho Bio WG, Bio Organic y BioHealth TH BS WSG) en el manejo de la hoja morada en el cultivo de fresa, variedad Monterrey. Se aplico los productos de forma foliar cada diez días durante un mes y se analizó su influencia en variables de crecimiento, incidencia y severidad del daño foliar. Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en la altura de planta, ni en la incidencia después de la aplicación de los productos en la hoja morada; sin embargo, sí se observaron efectos notables en la severidad del daño y en la emisión de flores. Tricho Bio WG logró el mayor número de flores, mientras que Biodyne 401, Bio Organic y BioHealth TH BS WSG redujeron la severidad, a diferencia del testigo, que presentó el porcentaje más alto nivel de daño. Las plantas tratadas mostraron al finalizar el ensayo tonalidades de verde más intensas, reflejando una mejora fisiológica asociada a los productos aplicados. De forma general, los bio-estimulantes demostraron contribuir al fortalecimiento del cultivo y representan una alternativa eficiente para el manejo de la hoja morada en fresa.

Palabras clave: Bio-estimulantes, Biohealth TH BS WSG, Bio Organic, Biodyne 401, Hoja morada, Severidad, Fresa, Tricho Bio WG

ABSTRACT

The present study was carried out at the Querochaca Teaching Experimental Farm of the Technical University of Ambato, with the aim of evaluating the effect of four biostimulants (Biodyne 401, Tricho Bio WG, Bio Organic, and BioHealth TH BS WSG) on the management of purple leaf in strawberry cultivation, Monterrey variety. The products were applied foliarly every ten days for one month, and their influence on growth variables, as well as the incidence and severity of foliar damage, was analyzed. The results showed that there were no significant differences in plant height or in disease incidence after the application of the products for purple leaf; however, notable effects were observed on damage severity and flower emission. Tricho Bio WG achieved the highest number of flowers, while Biodyne 401, Bio Organic, and BioHealth TH BS WSG drastically reduced severity compared to the control, which showed the highest percentage of damage. At the end of the trial, treated plants exhibited more intense green coloration, reflecting a physiological improvement associated with the applied products. Overall, biostimulants were shown to contribute to crop strengthening and represent an efficient alternative for the management of purple leaf in strawberry.

Keywords: Biostimulants, Biohealth TH BS WSG, Bio Organic, Biodyne 401, Purple leaf, Severity, Strawberry, Tricho Bio WG

CAPITULO I

1.1 Introducción

El cultivo de fresa *(Fragaria × ananassa)* tiene relevancia económica y nutricional a nivel mundial y, en países como Ecuador, ha presentado un crecimiento importante en los últimos años, constituyéndose como fuente de ingresos para pequeños y medianos productores. No obstante, su rendimiento y calidad pueden verse afectados por factores ambientales que influyen en la fisiología de las hojas y en la absorción de nutrientes. Uno de los problemas frecuentes es la aparición de la "hoja morada" o enrojecimiento foliar, que ocurre por la acumulación de antocianinas y se relaciona con deficiencias de fósforo o nitrógeno, estrés hídrico, bajas temperaturas o desequilibrios nutricionales. Este síntoma funciona como indicador visual de alteraciones fisiológicas y puede reducir la fotosíntesis, limitar el crecimiento vegetativo y afectar la cantidad y calidad del fruto. Por ello, resulta importante evaluar el uso de bio-estimulantes para controlar la hoja morada, ya que estos productos ayudan a reducir el estrés de la planta y a favorecer su desarrollo (Ali et al., 2021).

La aparición de hojas moradas en el cultivo de fresa constituye un indicador de estrés fisiológico que refleja alteraciones en la función metabólica de la planta, disminuyendo la eficiencia fotosintética y reduciendo la energía disponible para el crecimiento vegetativo y el desarrollo de los frutos, lo que puede afectar el rendimiento del cultivo. Este síntoma se relaciona con deficiencias de nutrientes esenciales, de fósforo y nitrógeno, así como con factores ambientales desfavorables como sequía, bajas temperaturas y desequilibrios en la fertilidad del suelo. En este contexto, los bio-estimulantes representan una herramienta eficiente y sostenible para enfrentar este tipo de estrés, ya que sus formulaciones, basadas en extractos de algas, aminoácidos, sustancias húmicas y microorganismos beneficiosos, promueven procesos fisiológicos que fortalecen el desarrollo de las raíces, mejoran la absorción de nutrientes y aumentan la actividad enzimática antioxidante de la planta. La aplicación de estos productos contribuye a mantener un equilibrio nutricional correcto, optimizar la calidad del suelo y activar defensas naturales, lo que permite a la planta superar condiciones desfavorables con mayor eficacia. Así, los bio-estimulantes favorecen la recuperación de las plantas afectadas por la hoja morada, incrementan la resiliencia general del cultivo, garantizan un crecimiento vegetativo equitativo y aseguran una producción de frutos más uniforme y de calidad, constituyéndose en un componente clave dentro de los

programas de manejo integral de la fresa para mejorar la productividad y la sostenibilidad del sistema productivo frente a factores ambientales y nutricionales (Intagri, 2021).

Hardigan et al., (2021) señala que la fresa *(Fragaria × ananassa)* tiene su origen en Europa durante el siglo XVIII como resultado de la hibridación entre *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana,* dos especies octoploides procedentes de América. Este evento marcó el inicio de su domesticación, de su condición silvestre, emerge como un cultivo con relevancia en la agricultura. A lo largo de los últimos tres siglos, los procesos de mejoramiento genético y selección obtienen variedades capaces de adaptarse a diferentes climas, fotoperíodos y sistemas de producción. En la Actualidad, la fresa se distingue por su amplia diversidad de cultivares y su papel relevante en la fruticultura mundial, aportando de manera significativa a la economía del sector agrícola.

En un estudio realizado por (Huachi, 2019) sobre bio-estimulantes, como los ácidos húmicos y los extractos de algas marinas, se comprobó que estos productos resultan eficaces y útiles para favorecer el crecimiento y la calidad de las plantas, incluso en aquellas con síntomas de hoja morada. Los bio-estimulantes ejercen influencia sobre procesos fisiológicos esenciales, como la fotosíntesis y la producción de antioxidantes, lo que aumenta la capacidad de la planta para resistir el estrés ambiental y permite que se desarrolle de forma saludable y vigorosa. La aplicación de estos productos mejora la expansión foliar y el crecimiento de los brotes, contribuye reducir el enrojecimiento de las hojas y eleva los niveles de compuestos funcionales, como flavonoides y fenoles, que protegen a la planta frente a factores de estrés. Además, fortalecen la absorción de nutrientes esenciales y facilitan la regulación del agua en los tejidos, lo que optimiza la eficiencia metabólica y mantiene un equilibrio fisiológico constante. Su uso también mejora la calidad de los frutos y hojas, otorgando mayor resistencia frente a plagas y condiciones adversas, y contribuye a la estabilidad de los procesos internos que determinan el rendimiento final del cultivo.

MARCO TEÓRICO

1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según Cespedes (2023) quien realizo la investigación "Efecto de bio-estimulantes en el desarrollo vegetativo, radicular y productivo de la fresa (*Fragaria vesca L.)* var. Monterrey", realizada en el distrito de Marías, provincia Dos de Mayo, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de bio-estimulantes comerciales (Rumba, Stimplex y Orgabiol) bajo condiciones de siembra con cobertura plástica y riego por goteo; el estudio se desarrolló mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, evaluándose variables vegetativas, radiculares y productivas; los resultados evidenciaron que el tratamiento T3 (Stimplex) alcanzó el mayor número de hojas por planta y el mayor rendimiento de fruto, que se expresó en peso, número de frutos y toneladas por hectárea, mientras que T2 (Rumba) destacó en el número de hijuelos por planta y T4 (Orgabiol) presentó los mejores valores en peso y volumen de raíz, así como en diámetro de fruto; en conclusión, aunque ningún bioestimulante mejoró todas las variables evaluadas, Stimplex y Orgabiol se recomiendan como las mejores alternativas para optimizar el desarrollo y la productividad del cultivo de fresa bajo las condiciones del ensayo.

Según los hallazgos del estudio de Hernández (2024) que se titula "Efecto de bio-estimulantes y la limitación de nutrientes en el rendimiento y la calidad de fresa *(Fragaria × ananassa)* var. San Andreas en invernadero" se desarrolló en San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, con el objetivo de evaluar la influencia de distintos bio-estimulantes sobre la producción y calidad del fruto; el ensayo se realizó en condiciones de invernadero utilizando plantas de dos años de edad, uniformes y con correcto estado sanitario, bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones; los resultados indicaron que el tratamiento con Biozyme presentó el mayor rendimiento total de fruto por planta (113,11 g) y el mayor número de frutos, además de alcanzar el valor más alto de sólidos solubles totales (8,79 °Brix), considerado óptimo para la calidad de la fresa, mientras que Giberplex destacó por registrar el mayor peso promedio de fruto (10,28 g); en conclusión, la aplicación foliar de Biozyme mejoró el rendimiento y las características físicas y químicas del fruto, constituyéndose en una estrategia eficaz para optimizar la producción y calidad del cultivo de fresa bajo condiciones de invernadero.

Con base en una investigación realizada por Romero, (2024) que se titula "Efecto de bio-estimulantes comerciales en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de fresa *(Fragaria × ananassa Duch.)* en el distrito de Huaura" tuvo como objetivo evaluar la respuesta del cultivo ante la aplicación de cinco bio-estimulantes comerciales (Alger, Atonik, Ergostim, Master Down y Orgabiol); el ensayo se estableció en el distrito de Huaura bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar, con seis tratamientos y tres repeticiones, aplicándose los bio-estimulantes por aspersión a los 45, 60 y 75 días después del trasplante; los resultados evidenciaron que Ergostim, con un contenido de 6,7 % de aminoácidos, presentó los mejores valores en diámetro ecuatorial del fruto, peso promedio por fruto y rendimiento total, además de registrar la mayor rentabilidad económica con una relación beneficio/costo de 10,16, mientras que variables como número de frutos por planta, diámetro polar y grados Brix no mostraron diferencias significativas entre tratamientos; en conclusión, los resultados demuestran que la aplicación de Ergostim contribuye de manera favorable al desarrollo agronómico y a la productividad del cultivo de fresa bajo las condiciones evaluadas.

Según la investigación de Kirschbaum et al., (2019) que se titula "Efectos de aplicaciones de bio-estimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla o fresa *(Fragaria × ananassa)*" se desarrolló en Famaillá, Tucumán, con el objetivo de evaluar el efecto de una enmienda orgánica líquida rica en ácidos húmicos (MO.14), aplicada sola o en combinación con un activador biológico (Biomix), sobre el comportamiento agronómico y el rendimiento del cultivo; el ensayo se condujo bajo un Diseño Completamente al Azar, con tres repeticiones por tratamiento, y se evaluaron los cultivares Benicia, Camino Real, Merced y San Andreas; los resultados mostraron que los tratamientos con MO.14, como un compuesto con Biomix, incrementaron el rendimiento total de frutos y el número de frutos por planta en comparación con el testigo, mientras que el peso medio del fruto y el porcentaje de frutos podridos no presentaron diferencias significativas; en conclusión, la aplicación de MO.14 favoreció el rendimiento y la productividad del cultivo de frutilla, deja constancia de la eficacia de las enmiendas orgánicas, asociadas a compuestos como flavonoides y antocianinas, lo que se traduce en plantas más sanas y en cultivos con mayor rendimiento y calidad.

Conforme al estudio elaborado por Ciriello et al., (2025), que se titula **"**Effects of Non-Microbial Biostimulants on Photosynthesis, Mineral Profile and Yield of Organic Strawberry" tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres bio-estimulantes no microbianos

un extracto de algas, un hidrolizado de proteínas vegetales y un extracto vegetal aplicados vía foliar en plantas de fresa cultivadas bajo manejo orgánico; el estudio se desarrolló mediante un diseño experimental comparativo, se analizó variables fisiológicas, productivas y de calidad; los resultados evidenciaron que todos los tratamientos mejoraron el rendimiento fotosintético del cultivo, destacándose el producto hidrolítico de proteínas vegetales, el cual incrementó la tasa de asimilación de CO_2 en un 34,5 % y el rendimiento de fruto en un 13,5 %, además de mejorar de manera notable el perfil mineral del fruto, con aumentos en nitratos (49,4 %) y magnesio (33,0 %), mientras que el extracto de algas favoreció el incremento de la actividad antioxidante de los frutos en un 17,4 %; en conclusión, los diferentes tipos de bio-estimulantes inducen respuestas específicas en el cultivo de fresa, constituyéndose en herramientas eficaces para los sistemas de producción orgánica, al permitir mejorar la productividad y la calidad de las cosechas.

Según manifiestan Duan et al., (2025) que se titula "Regulation of Anthocyanin Biosynthesis in Strawberry *(Fragaria × ananassa)* under Abiotic Stress Conditions" tuvo como objetivo explicar los mecanismos genéticos y fisiológicos que regulan la síntesis de antocianinas en fresa y su relación con la aparición de la denominada "hoja morada"; el estudio se basó en el análisis de la expresión de genes estructurales y reguladores involucrados en el metabolismo secundario y particular bajo condiciones de estrés abiótico como deficiencia de nutrientes y exposición a bajas temperaturas; los resultados evidenciaron que dichos factores de estrés activan la vía defensa vegetal promoviendo la acumulación de antocianinas como un mecanismo de defensa antioxidante, lo que se manifiesta de manera visual en la coloración purpura de las hojas; en este contexto, se destaca el papel de los bio-estimulantes o productos alternativos, los cuales modulan la expresión génica se vincula al metabolismo secundario y contribuyen a mejorar la homeostasis redox de la planta; en conclusión, la aplicación de bio-estimulantes podría atenuar la síntesis excesiva de antocianinas inducida por estrés, constituyéndose en una estrategia fisiológica viable para el manejo de la hoja purpura en fresa, sin afectar de manera negativa la calidad ni el rendimiento del cultivo.

1.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

1.3.1 Bio-estimulantes

Son compuestos a con base de microorganismos que se aplican de forma directa a las plantas o al suelo con el fin de mejorar sus procesos fisiológicos, como la eficiencia en el uso de

nutrientes, la tolerancia al estrés ambiental y la calidad del cultivo, sin depender de la aplicación tradicional de fertilizantes. Su utilización en la agricultura ha aumentado debido a su capacidad para potenciar la productividad y la resiliencia de los cultivos a través de mecanismos bioquímicos y microbianos específicos(Sible et al., 2021).

1.3.1.1 Tipos de bio-estimulantes

Bio-estimulantes no microbianos

- Extractos de algas
- Ácidos húmicos y fúlvicos
- Aminoácidos y péptidos
- Sales inorgánicas (p. ej. fosfito)
- Derivados de quitosano
- Extractos y compuestos botánicos (Wonder Corporation, 2024)

Biostimulantes microbianos

- Bacterias promotoras de crecimiento
- Hongos beneficiosos (p. ej., micorrizas) (Roche et al., 2024)

1.3.1.2 Dosis recomendadas y forma de aplicación de los bio-estimulación

1.3.1.3 Dosis y forma de aplicación para los bio-estimulantes

Figura 1

Dosis recomendadas de los bio-estimulantes en fresa

Tipo de bioestimulante	Dosis Recomendada	Aplicación	Fuente
Algas	1.0–1.25 ml L^{-1}	Foliar (pre-floración / cuajado)	(Kapur et al., 2024)
Ácido salicílico	0.125 µM L^{-1}	Foliar/quincenal	(Javalera et al., 2024)
Ácido glutámico	5 g L^{-1}	Foliar/quincenal	(Javalera et al., 2024)
Cisteína	50 mg L^{-1}	Foliar/quincenal	(Javalera et al., 2024)

1.3.1.1 Biodyne 401

Funciona gracias a la acción de un conjunto de microorganismos que se establecen alrededor de las raíces y mejoran la actividad biológica del suelo. Estas cepas microbianas actúan a favorecer la liberación del fósforo retenido en el suelo, transformándolo en formas más accesibles para la planta. Al mismo tiempo, contribuyen a la incorporación natural de nitrógeno, enriqueciendo el suelo sin necesidad de requerir grandes cantidades fertilizantes químicos y mejorando así la nutrición vegetal. En consecuencia, favorecen una relación más activa entre la raíz y el suelo, lo que impulsa el desarrollo de un sistema radicular más sano y eficiente para absorber agua y nutrientes. Como resultado, el cultivo tiende a crecer con mayor vigor, aprovecha mejor los recursos del suelo y mantiene un funcionamiento fisiológico más equilibrado (Pallares, s. f. 2020).

Composición	
Azospirillum brasilense	1×10^6 UFC/ml
Bacillus licheniformis	1×10^8 UFC/ml
Saccharomyces cerevisiae	1×10^6 UFC/ml
pH	6,5 – 7,0
Densidad a 20° C	0,988 g/ml

(Pallares, s. f. 2020).

1.3.1.2 Tricho bio WG

Es un formulado granulado dispersable a base de conidios de *Trichoderma yunnanense*, fue diseñado para actuar de manera simultánea como bio fungicida y bio estimulante radicular. En su ficha técnica menciona, este es un hongo benéfico que se establece en el suelo y despliega varios mecanismos de control: además compite con los patógenos por espacio y nutrientes, ejerce mico parasitismo al invadir sus estructuras y secretar enzimas que degradan sus paredes celulares, además de producir metabolitos con efecto antibiótico. De este modo, se disminuye la presencia de hongos que provocan enfermedades en las raíces y se mejora la salud del sistema radicular. Al mismo tiempo, promueve la formación de pelos absorbentes, facilita la movilización de nutrientes y participa en la descomposición de materia orgánica, lo que en conjunto favorece un crecimiento vegetal más saludable y vigoroso. Esta combinación lo convierte en una herramienta beneficiosa tanto para el control de patógenos del suelo como para el fortalecimiento del desarrollo radicular (Bioamec S.A., 2023).

Componente / Ingrediente garantizada	**Concentración mínima**
Hongo activo: Trichoderma yunnanense (conidias)	$5,5 \times 10^7$ UFC por gramo de producto
Clamidosporas de Trichoderma yunnanense (diluyente) + conservantes + estabilizadores biológicos	c.s.p. (cantidad suficiente para completar formulado)

Fuente: (Bioamec S.A., 2023)

1.3.1.3 Bio Organic

Corresponden a un insumo biológico líquido formulado para ayudarle a mejorar la nutrición vegetal y fortalecer la salud del suelo mediante mecanismos naturales: que actúan como fertilizantes orgánicos foliares y edáficos que aportan nutrientes de manera equilibrada, además incrementan la disponibilidad de elementos esenciales y favorecen el desarrollo de un microbiota beneficioso que mejora la estructura y actividad del suelo. Según su ficha técnica, estos insumos contienen extractos orgánicos estabilizados, aminoácidos, compuestos húmicos y sustancias bioactivas derivadas de fuentes naturales que proporcionan una fácil absorción de nutrientes, estimulando los procesos metabólicos de la planta y potenciando la tolerancia frente a condiciones de estrés, al final, describe que su modo de acción se basa en optimizar el metabolismo vegetal, promover un crecimiento más vigoroso y sostener la fertilidad del suelo sin recurrir a insumos sintéticos, recomendando integrarlos dentro de programas de manejo sostenible y ajustar dosis y momentos de aplicación según el cultivo y el estado fenológico (Agrícola H&A SPR de RL de CV, 2009)

Datos informativos del producto Bio Organic.

Microorganismos benéficos: Bacillus subtilis, Nitrobacter sp

Micronutrientes / elementos esenciales añadidos: Calcio (Ca), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Boro (B), Magnesio (Mg), Cobalto (Co), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Cobre (Cu), Azufre (S), Cloro (Cl)

Fuente: (Agrícola H&A SPR de RL de CV, 2009).

1.3.1.4 Biohealth th bs wsg

Es un fertilizante orgánico soluble formulado a partir de humato de potasio, extracto de algas *Ascophyllum nodosum* y microorganismos benéficos del género *Bacillus* y *Trichoderma*, esta combinación le otorga un efecto simultáneo sobre el suelo y la planta. Esta formulación actúa de manera que mejora la estructura del suelo, incrementando la actividad microbiana de la rizosfera y movilizando nutrientes poco disponibles, mientras que los compuestos bioactivos de las algas estimulan los procesos fisiológicos como el desarrollo radicular y la tolerancia frente a factores de estrés. De este modo, BioHealth TH BS WSG favorece la recuperación de suelos degradados, potencia la absorción de nutrientes y fortalece el vigor general de los

cultivos, integrando en un solo producto la acción húmica, algal y microbiológica (Humintech, 2025).

Figura 2.

Datos informativos del producto BioHealth TH BS WSG.

Componente / característica	Valor típico / porcentaje
Extracto de algas (Ascophyllum nodosum)	~ 10 %
Humato de potasio	70 – 75 %
Ácidos húmicos totales	65 – 66 % (según análisis HPTA/ISO 19822)
Ácido húmico específico (según método 1)	47 – 49 %
Ácido húmico específico (según método 2)	62 – 63 %
Ácidos fúlvicos	2 – 3 %
Potasio (K_2O)	10 – 12 %
Materia seca	83 – 85 %
Sustancia orgánica	65 – 69 %
pH del producto (en forma comercial)	9.5 – 10.5
Densidad aparente (bulk density)	~ 0.55 – 0.65 g/cm³
Carga microbiana (Trichoderma + Bacillus)	Cepas de Trichoderma y Bacillus presentes; por ejemplo, en algunos lotes: ~10^6 cfu/g para Trichoderma, ~10^7 cfu/g para Bacillus.

Fuente: (Humintech, 2025)

1.3.2 Hoja morada en fresa

1.3.2.1 Síntomas y signos de la hoja morada

Los síntomas característicos de la hoja morada incluyen la aparición de manchas pequeñas, circulares y bien delimitadas, comienza de color rojo oscuro o púrpura, localizadas principal en la superficie superior de las hojas. A medida que la enfermedad progresa, el centro de las lesiones se vuelve grisáceo o blanquecino, mientras los bordes mantienen una coloración morada intensa; la coalescencia (forman lesiones más grandes e irregulares) de estas manchas conduce a necrosis del tejido foliar, amarillamiento, deshidratación prematura y caída de hojas. En fases avanzadas, los signos del patógeno pueden observarse como estructuras fúngicas microscópicas asociadas a las lesiones, responsables de la producción y diseminación de esporas. Estas características permiten diferenciar la hoja morada de otros desórdenes fisiológicos o enfermedades foliares en fresa (UC IPM, 2024)

La Neopestalotiopsis (clasificada dentro del género *Pestalotiopsis*) es una enfermedad fúngica emergente de alto impacto económico que afecta al cultivo de fresa (*Fragaria* × *ananassa*), causando desde manchas foliares hasta la muerte súbita de la planta por pudrición de la corona y raíz. El patógeno, en particular la especie *N. rosae*, se caracteriza por inducir una necrosis de color marrón rojizo en los tejidos internos de la corona, lo que bloquea el sistema vascular y provoca el colapso hídrico de la planta. Su dispersión es eficiente a través de salpicaduras de agua (lluvia o riego por aspersión) y el uso de material de propagación infectado proveniente de viveros, siendo favorecido por condiciones de alta humedad y temperaturas entre 25°C y 30°C. Debido a que el hongo puede sobrevivir en restos vegetales muertos por más de un año, su control requiere un manejo compuesto que combine la eliminación de inóculo, desinfección de herramientas y la aplicación de fungicidas específicos como el Captan o mezclas de Cyprodinil + Fludioxonil, ya que presenta una resistencia creciente a otros tratamientos convencionales (Grupo Fragaria, 2025).

La pestalotiopsis se relaciona con la hoja morada en fresa porque el daño que ocasiona el hongo en el tejido foliar altera de manera directa la fisiología de la hoja, favoreciendo la aparición de coloraciones anormales asociadas a estrés. Cuando *Pestalotiopsis/Neopestalotiopsis* infecta las hojas, provoca necrosis, deterioro de las células y reducción de la actividad fotosintética; como respuesta, la planta incrementa la acumulación de antocianinas, pigmentos responsables de las tonalidades moradas o

púrpuras. Esta coloración no es un síntoma exclusivo de la enfermedad, sino una reacción fisiológica de defensa frente al estrés biótico causado por el patógeno. Además, la pérdida de tejido funcional limita la absorción y translocación de nutrientes, en especial el fósforo y magnesio, lo que intensifica la expresión de la hoja morada. En infecciones avanzadas, el daño foliar continuo debilita la planta y reduce su capacidad de recuperación, haciendo que la coloración morada sea más persistente y visible. Por lo tanto, la hoja morada puede interpretarse como un indicador indirecto del estrés provocado por la pestalotiopsis, en especial cuando se presenta junto con manchas necróticas y un deterioro general del follaje (Ávila-Hernández et al., 2025)

1.3.2.2 Punta morada y rendimiento de fresa

La punta morada o *tip burn* en fresa es un desorden fisiológico que afecta principalmente los bordes y extremos de las hojas, y en ciertos casos el cáliz del fruto. Este trastorno está asociado a una deficiencia funcional de calcio en los tejidos jóvenes, se origina no por bajos niveles del nutriente en el suelo, sino por restricciones en su transporte interno bajo condiciones ambientales que limitan el flujo de la xilema. Como consecuencia, se produce necrosis marginal y decoloración foliar, lo que reduce el área fotosintéticamente activa y puede afectar el rendimiento y la calidad del fruto cuando el daño es severo, lo que condiciona su valor comercial (Mattson & Levine, 2021)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de productos alternativos en el manejo de la hoja morada en el cultivo de fresa *(Fragaria x ananassa)*.

1.4.2 Objetivo Especifico

- Comparar el efecto de productos alternativos en el cultivo de fresa *(Fragaria x ananassa).*
- Determinar la incidencia y severidad de la hoja morada antes y después de la aplicación de los productos alternativos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 UBICACIÓN DE ESTUDIO

El estudio experimental se desarrolló en la provincia Tungurahua, cantón Cevallos, en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, en los predios de la Granja Experimental Docente Querochaca, el cual se encuentra a una altitud entre 2.860 m s. n. m.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

2.2.1 Clima

Querochaca presenta un clima templado frío andino, caracterizado por una temperatura media aproximada de 10 °C, condición típica de los valles interandinos de la región. De acuerdo con los registros de la estación meteorológica del INAMHI ubicada en la Granja Experimental Querochaca, la precipitación media anual alcanza alrededor de 632 mm, valor estimado a partir de un período de cinco años de observaciones continuas. El sitio de monitoreo climático se localiza en las coordenadas 01° 22′ 02″ de latitud sur y 78° 36′ 20″ de longitud oeste, las cuales permiten la georreferenciación precisa de los estudios agroclimáticos y de cultivos desarrollados en la zona. Asimismo, los datos promedio indican una humedad relativa anual de 76,1 %, lo que evidencia condiciones de humedad moderada propias de un ambiente templado frío del sector andino (INAMHI, 2025)

2.2.2 Características edafoclimáticas

Los suelos de Querochaca presentan características favorables para la actividad agrícola, predominando suelos de origen volcánico con textura franco a franco-arenosa, lo que facilita una adecuada aireación y desarrollo radicular. El pH se encuentra en general en un rango ligero ácido a neutro, condición que favorece la disponibilidad de la mayoría de nutrientes esenciales para los cultivos. Asimismo, estos suelos se caracterizan por una alta porosidad, propia de los andisoles, lo que permite buena infiltración, drenaje eficiente y adecuada retención de humedad, aunque también exige un manejo cuidadoso del riego y la fertilización para evitar pérdidas por lixiviación. Estas propiedades edáficas hacen de Querochaca un sitio

apto para la investigación y producción agrícola en condiciones de la región andina (Wonder Corporation, 2024).

2.3 EQUIPOS Y MATERIALES

2.3.1 Materiales de estudio

- Cultivo de fresa establecido var. Monterrey
- Bio-estimulantes

2.3.2 Equipos

- Bomba de fumigar
- Mascarilla
- Gafas de seguridad cerradas
- Guantes
- Botas

2.3.3 Herramientas

- Aperos Agrícolas

2.3.4 Bio-estilulantes

- Biodyne 401
- Tricho bio wg
- Bio Organic
- Biohealth th bs wsg

2.3.5 Materiales complementarios

- Estacas
- Etiquetas
- Carteles
- Cinta masking
- Materiales de escritorio

2.4 FACTORES DE ESTUDIO

Figura 3

Factores de estudio

Factores	Descripción	Nivel
1	Bio-estimulantes	Biodyne 401
		Tricho bio wg
		Bio Organic
		Biohealth th bs wsg

2.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.5.1 Aplicación foliar

La aplicación se llevó a cabo durante el período de floración y fructificación del cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa*). En el presente estudio se consideró realizar tres aplicaciones principales con el fin de monitorear cuál es la respuesta de la planta durante los días posteriores. Para que los productos se distribuyan de manera eficiente, exacta y homogénea en las plantas, se utilizó una bomba de mochila durante las aplicaciones.

2.6 Variables respuestas

2.6.1 Porcentaje de Incidencia por planta (%)

La incidencia se determinó evaluando 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, registrando cuántas presentaban hojas moradas y cuántas se encontraban sanas en relación con el total de plantas analizadas. Los resultados se expresaron en porcentaje, aplicando la fórmula propuesta por (Nelson et al. 1999).

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\#\ plantas\ afectadas}{\#\ total\ de\ plantas}\ x\ 100$$

2.6.2 Porcentaje de severidad (%)

Se seleccionaron al azar 10 hojas por cada tratamiento, y mediante el uso del programa Imagen j se cuantificó el nivel de daño o afectación, expresando los resultados en porcentaje.

2.6.3 Altura de planta (cm)

Se registro la altura de la planta tomando 10 plantas al azar por cada repetición, medida obtenida desde la base del tallo antes de aplicar los tratamientos, y después empleando una regla milimétrica, los datos se registraron en centímetros.

2.6.4 Número de flores por planta (U)

Se contabilizó el número de flores antes de los tratamientos y al finalizar el ensayo, tomando 10 plantas al azar de cada tratamiento

2.6.5 Coloración hojas

Se procedió a registrar mediante la aplicación Physics Toolbox Suite, al inicio y al finalizar el ensayo tomando 10 hojas al azar de cada tratamiento.

2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente estudio se llevó a cabo en un cultivo establecido, se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 tratamientos + 1 testigo con 3 repeticiones, conformando un total 15 unidades experimentales. La distribución de tratamientos y el testigo se realizó de manera aleatoria para evitar sesgos experimentales.

2.7.1 Tratamientos

El tratamiento consistió en la aplicación de bio-estimulantes con una misma dosificación.

Tabla 1
Tratamientos a utilizar en el manejo de hoja morada en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa).

Número	Tratamientos	Descripción
1	T1	Biodyne 401
2	T2	Tricho bio wg
3	T3	Bio Organic
4	T4	Biohealth th bs wsg
5	TESTIGO	Manejo del agricultor

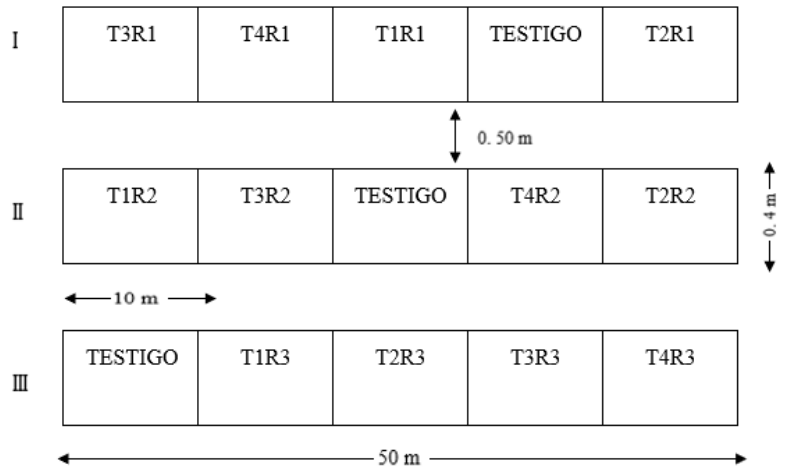
2.7.2 Características del ensayo

Unidades experimentales	15
Área de la unidad experimental	4 m2
Área experimental	60
Área total de investigación	110m2
# planta por unidad experimental	85
# plantas totales	1275
# de camas	3
Ancho de cama	0.4 m
Ancho de camino	0.50 m

2.7.3 Esquema del ensayo

Figura 4.

Estructura del estudio.



2.7.1 Procesamiento de datos

Una vez recolectados los datos se organizó con ayuda de Microsoft Excel 2021, para luego analizar en el software estadístico InfoStat 2008 versión estudiantil de acceso libre, en el que se aplicó pruebas para determinar la normalidad de los datos y permitió seleccionar la prueba paramétrica de ANOVA para las hipótesis de las variables a evaluar, de las cuales al determinar que existe diferencias significativas se procedió a aplicar una prueba Tukey al 5% para identificar el comportamiento de cada tratamiento para las variables evaluadas.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al aplicar la prueba paramétrica de ANOVA para las variables evaluadas, se determinó que existen diferencias altamente significativas en la incidencia, severidad y altura de planta ya que el p-valor respectivo para cada una es menor a 0.01; mientras que, para la variable número de flores no se mostraron diferencias significativas considerando que el p-valor es mayor que 0.05.

3.1 Porcentaje de incidencia

La aplicación de los cuatro bio-estimulantes detuvo la incidencia de hoja morada en fresa, mientras que en el testigo se incrementó la enfermedad; como se observa en la Tabla 2, el T4 presentó la mejor respuesta para el manejo de hoja morada en fresa var. Monterrey en Querochaca, que redujo hasta el 35% su incidencia destacando como el tratamiento más robusto por la máxima eficiencia presentada en relación a su capacidad para proteger a las plantas sanas.

3.2 Porcentaje de severidad

La severidad del daño de hoja morada en fresa disminuyó con la aplicación de bio-estimulantes al detener y evitar la proliferación de la enfermedad en todos los tratamientos evaluados respecto al testigo y al estado inicial, mientras que en el testigo se incrementó. En este caso, se presentó una significancia estadística importante (p-valor de 0.0008) lo cual evidencia que las reducciones presentadas fueron por efecto directo de la aplicación de los bio-estimulantes y no por azar, destacando el tratamiento T4 (Biohealth th bs wsg) al ser el más eficiente logrando reducir hasta 18% la severidad del daño.

Tabla 2
Porcentaje de incidencia y severidad por tratamiento

Tratamientos	Incidencia	Severidad
T4	35 a	18,09 a
T3	36 ab	31,75 ab
T1	38 ab	40,19 abc
T2	42 ab	49,57 abc
Inicial	52 bc	64,57 bc
TESTIGO	64 c	70,51 c

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

3.3.Número de Flores

En relación al número de flores no presenta una significancia estadística ya que no se reportaron diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05) a partir del análisis de varianza realizado; no obstante, existe una tendencia productiva evidente que resulta en una relevancia agronómica positiva que responde a la aplicación de los bio-estimulantes asociada a una mejora del estado nutricional y metabólico de la planta, desde este punto de vista agronómico, la tendencia es relevante, ya que un mayor número de flores se traduce en un mayor potencial productivo del cultivo (Tabla 2).

En el caso del T4 (Biohealth th bs wsg) y el T1 (Biodyne 401) se reportó el mayor incremento alcanzando hasta un 195% y 176% en relación al testigo y 50% y 40% en relación al estado inicial respectivamente; mientras que el T2 (Tricho Bio WG) y el T3 (Bio Organic) a pesar de que alcanzaron incrementos de 87% y 72% respecto al testigo, los valores respecto al estado inicial son negativos en -5% y -12%, no obstante, logró sostenerse y la pérdida fue menor relativa a la reportada por el testigo que fue de 49%.

Estas respuestas sugieren que los bio-estimulantes ejercen un efecto indirecto sobre la floración al mejorar el metabolismo vegetal, la absorción de nutrientes y la actividad microbiana del suelo; sin embargo, la inducción floral está condicionada por el estado fenológico y las variables ambientales, lo que podría haber limitado la expresión de diferencias significativas durante el período analizado.

3.4.Altura de la planta

En el presente estudio, el crecimiento en altura de la planta fue limitado debido a la edad del cultivo, no obstante, se observaron incrementos con significancia estadística contundente ($p<0.0001$) en los tratamientos T1 (Biodyne 401) y T3 (Bio Organic) que alcanzaron hasta un +60% y +59% respectivamente demostrando un salto de crecimiento importante que mediante el desarrollo natural de la planta no sería posible.

Tabla 3

Porcentaje número de flores y altura de planta por tratamiento

Tratamientos	N° de flores	Altura de plantas
T4	2,57 a	17,29 b
T3	1,50 a	18,45 b
T1	2,40 a	18,40 b
T2	1,63 a	16,33 b
Inicial	1,71 a	11,71 a
TESTIGO	0,87 a	14,39 ab

3.5.Color de las hojas

Los tonos en el que termino las plantas del ensayo demuestran cierta evolución natural del cultivo, los cambios no fueron tan consistentes ni tan intensos como en el testigo como en los tratamientos que sí se ocupó los bio-estimulantes. Esto sugiere que el desarrollo del testigo depende de las condiciones ambientales y del manejo básico, sin un estímulo adicional que mejore la coloración.

Tabla 4

Color de las hojas.

Tratamiento	Color inicial	Frecuencia	Color inicial	Frecuencia
Tratamiento 1	Light Goldenrod	6	Pale Green	16
Tratamiento 2	Light Salmon	11	Deep Green	27
Tratamiento 3	Rosy Brown	4	Forest Green	8
Tratamiento 4	Light Goldenrod	6	Yellow Green	4
Testigo	Light Salmon	11	Light Green	4

3.6.Efecto de los bio-estimulantes sobre fresa var. Monterrey

El efecto de la aplicación de bio-estimulantes sobre fresa var. Monterrey para el manejo de hoja morada, reduce la incidencia y demuestra que los tratamientos más eficientes fueron el T4 (Biohealth th bs wsg) y el T3 (Bio Organic) al presentar los mejores resultados con una reducción de 29% y 28% respecto al testigo y de 17% y 16% frente a la incidencia inicial, evidenciando una sinergia de bio-estimulación no sólo para detener el avance de la enfermedad combinando sustancias clave para atacar al patógeno, sino para reducir el porcentaje de plantas afectadas respecto al momento inicial porque se mejoran los recursos energéticos de defensa.

Por su parte, las disminuciones del T1 (Biodyne 401) y el T2 (Tricho Bio WG), fueron tanto de 26% y 22% en relación al testigo como de 14% y 10% respecto al estado inicial; a pesar de presentar menor efecto relativo en incidencia su efecto directo es en la inducción de resistencia sistémica atribuida a su formulación basada en microorganismos benéficos y compuestos bioactivos.

En cuanto a la severidad del daño en la muestra de fresa var. Monterrey el efecto de la aplicación de los bio-estimulantes es irrefutable; en este particular, el T4 (Biohealth th bs

wsg) se presentó nuevamente como el tratamiento con mejor resultado al lograr una reducción de 52% respecto al testigo y 46% frente al estado inicial, seguido del T3 (Bio Organic) que alcanzó reducir en un 39% y 33% respectivamente lo cual le ubica como el segundo tratamiento cuyos valores presentan mayor efectividad tanto en reducción de incidencia como severidad, es decir, que en ambos casos estos bio-estimulantes tienen la capacidad de evitar que la planta enferme frenan el avance en los casos en que ya se presente.

En menor medida, se ubica la severidad en los tratamientos T1 (Biodyne 401) y T2 (Tricho Bio WG) con reducciones de 31% y 21% en relación al testigo, así como la disminución de 25% y 15% frente al estado inicial respectivamente. Los resultados evidencian que hubo reducción de severidad de la enfermedad en todos los tratamientos, sugiriendo que, mediante estos productos alternativos, se frena el avance del patógeno, ya que, a diferencia del testigo donde se presentó una evidente proliferación de la enfermedad, los bio-estimulantes actuaron como moduladores fisiológicos.

Este comportamiento se atribuye al fortalecimiento mecánico que los componentes de los tratamientos ofrecen, a la acción de microorganismos benéficos y compuestos bioactivos porque mejoran el vigor vegetal e inducen resistencia sistémica, limitando el avance del patógeno sin lograr su erradicación total (Lombardi et al., 2020) y a la sinergia nutricional si se combinan tratamientos con microorganismos benéficos con extractos húmicos y compuestos orgánicos (Garza-Alonso et al., 2022; Martínez-Flores et al., 2024).

La aplicación de productos alternativos generó un efecto significativo sobre la altura de la planta, se determinó un incremento idéntico en el caso del T3 (Bio Organic) y el T1 (Biodyne 401) que alcanzó el 50% respecto al estado inicial y un 29% en relación al testigo; mientras que, en el caso del T4 (Biohealth th bs wsg) y el T2 (Tricho Bio WG) sí hubo diferencia, ya que mientras en el primer caso el incremento fue de 41% (en relación al estado inicial) y 21% (en relación al testigo), en el segundo caso fue de 33% (en relación al estado inicial) y 14% (en relación al testigo).

Estas respuestas se atribuyen de acuerdo a la literatura a la acción de compuestos orgánicos y reguladores del crecimiento presentes en los bio-estimulantes; no obstante, la respuesta general fue moderada, lo cual se explica por la madurez del cultivo, ya que en plantas establecidas el crecimiento vegetativo es menos sensible a este tipo de estímulos. De acuerdo con, Taiz et al., (2015), la altura de las plantas está relacionada con las prácticas de manejo

aplicadas al cultivo; sin embargo, en cultivos establecidos, el crecimiento vegetativo suele ser limitado.

En este sentido, estudios sobre la diversidad fenotípica en germoplasma de fresa indican que, aunque la altura de planta puede variar entre cultivares, esta se mantiene dentro de rangos estrechos cuando las condiciones de manejo y ambiente son homogéneas, lo que coincide con lo reportado (Muñoz et al., 2024). Por lo tanto, la escasa variación observada en la altura de las plantas durante el presente estudio puede atribuirse a que el cultivo ya se encontraba establecido, lo que restringe una respuesta vegetativa marcada frente a la aplicación de bio-estimulantes.

3.7. Análisis ex - post a la aplicación de cuatro bio-estimulantes en fresa var. Monterrey para el manejo de hoja morada.

En este caso, los resultados evidencian que el manejo de la hoja morada mediante estos productos alternativos (bioestimuladores) dependen del tiempo de aplicación debido a que no existe un efecto inmediato, sin embargo, a los 30 días se nota la evolución en cada uno de los tratamientos. En consecuencia, los saltos que se evidencian tato en la incidencia (Figura 8) como en la severidad (Figura 9) son progresivos; no obstante, en el caso de la severidad hubo mayor diferenciación en la velocidad de respuesta entre los tratamientos, lo cual muestra mayor agresividad generando así mayor sinergia.

Esto evidencia un efecto más contundente que conduce al reconocimiento de un mejor desempeño de los bio-estimulantes como mitigadores del daño al frenar el patógeno que como protectores al evitar que éste llegue a la planta.

Tabla 5

Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Incidencia)

	Tratamiento			
Aplicación (días)	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
10	51	57	49	47
20	46	51	44	45
30	38	42	36	35

Figura 5

Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Incidencia)

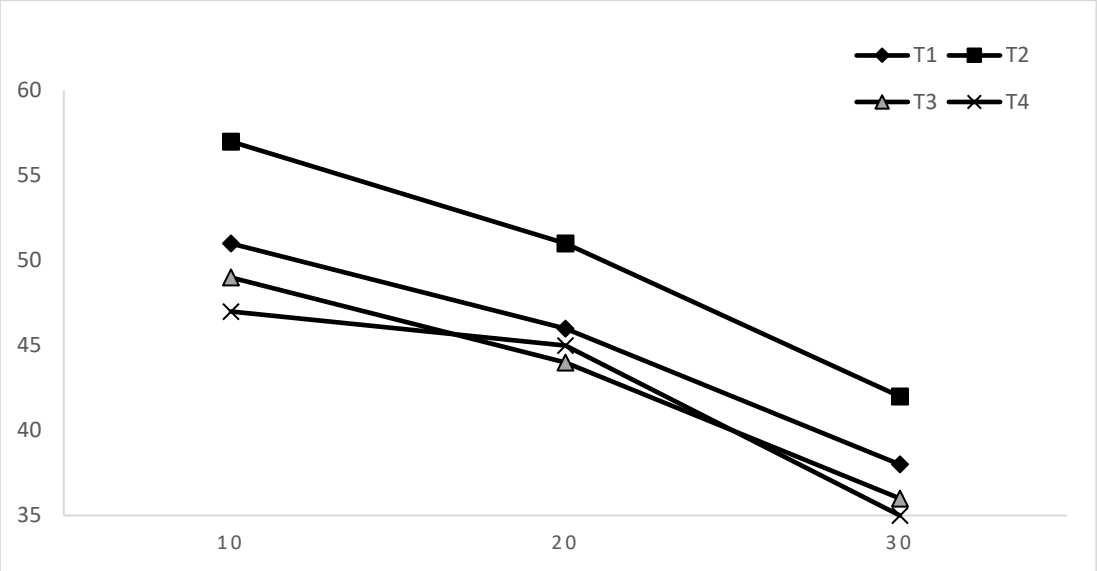


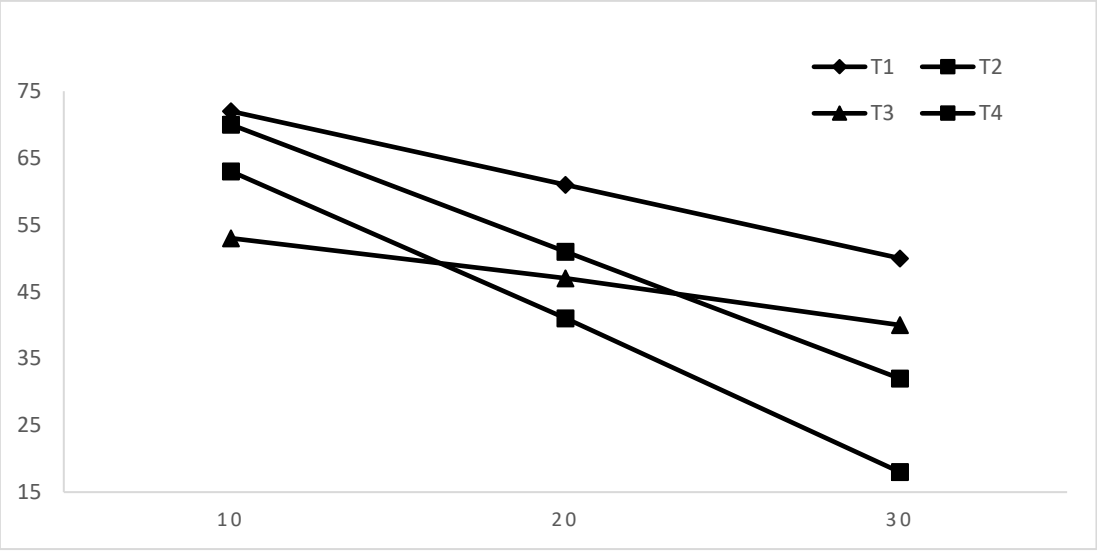
Tabla 6

Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Severidad)

		Tratamiento			
Aplicación (días)		**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
	10	72	70	53	63
	20	61	51	47	41
	30	50	32	40	18

Figura 6

Análisis ex - post a la aplicación por tratamiento (Severidad)



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.3.CONCLUSIONES

l análisis comparativo evidenció que el tratamiento T4 presentó el mejor desempeño integral, al reducir de manera significativa la incidencia y severidad de la enfermedad. La combinación de microorganismos y sustancias húmicas resultó clave para limitar el avance del patógeno, destacando reducciones de severidad del 18% en T4 y 32% en T2.

Los resultados demuestran que los bio-estimulantes pueden integrarse al manejo fitosanitario como una estrategia de apoyo para mejorar la sanidad del cultivo. El aumento en la altura de la planta, junto con la recuperación del color foliar y la floración, evidencian una mejora en la capacidad fotosintética. Esta respuesta se asocia a la reducción de la severidad de la enfermedad y al fortalecimiento del vigor vegetal.

4.4.RECOMENDACIONES

Se recomienda que futuras investigaciones evalúen la aplicación prolongada de bio-estimulantes en el cultivo de fresa. Esto permitirá determinar su efecto sostenido sobre la sanidad y el vigor de la planta, así como optimizar esquemas de manejo a largo plazo.

La efectividad de los bio-estimulantes está estrechamente relacionada con la correcta selección de la dosis y la frecuencia de aplicación, por lo que esquemas de manejo diferentes a los utilizados en el presente estudio podrían generar respuestas más marcadas y consistentes en la reducción de la severidad de la enfermedad.

Bibliografía

Agrícola H&A SPR de RL de CV. (2009). *Bio-Organik Bio-fertilizante 1 L*. Bio-Organik. http://www.bio-organik.com.mx/shop/1010001-bio-organik-bio-fertilizante-1-l-620

Ali, O., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2021, marzo). Propiedades bioestimulantes de los extractos de algas marinas en plantas: Implicaciones para la producción sostenible de cultivos. *Plants*, *10*(3), 531.

Ávila-Hernández, J. G., León-Ramírez, C. G., Abraham-Juárez, M. del R., Tlapal-Bolaños, B., Olalde-Portugal, V., Délano-Frier, J. P., Martínez-Antonio, A., Aguilar-Zárate, P., Ávila-Hernández, J. G., León-Ramírez, C. G., Abraham-Juárez, M. del R., Tlapal-Bolaños, B., Olalde-Portugal, V., Délano-Frier, J. P., Martínez-Antonio, A., & Aguilar-Zárate, P. (2025). Neopestalotiopsis spp.: A Threat to Strawberry Production and Management. *Horticulturae*, *11*(3). https://doi.org/10.3390/horticulturae11030288

Bioamec S.A. (2023). *Ficha Técnica y Hoja de Seguridad – TRICHO BIO WG*. Bioamec S.A. https://bioamecsa.com/wp-content/uploads/2023/12/TRICHO-BIO-WG-FICHA-TECNICA-Y-SEGURIDAD.pdf

Cespedes, 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*. https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/6f704ccb-c504-414a-b6f8-eadda5274344/content

Ciriello, M., Pannico, A., Rouphael, Y., & Basile, B. (2025). Enhancing Yield, Physiological, and Quality Traits of Strawberry Cultivated Under Organic Management by Applying Different Non-Microbial Biostimulants. *Plants*, *14*(5), 712. https://doi.org/10.3390/plants14050712

Duan, X., Wang, K., Tang, R., Liu, J., Cheng, K., Gao, G., Wang, Y., & Qin, G. (2025). Recent advances in biosynthesis and regulation of strawberry anthocyanins. *Horticulture Research*, *12*(8), uhaf135. https://doi.org/10.1093/hr/uhaf135

Grupo Fragaria. (2025, marzo 10). *Elimina la Neopestalotiopsis en Frutilla: Guía de Control 2025*. https://grupofragaria.com/articulos/neopestalotiopsis-en-frutilla/

Hardigan, M. A., Lorant, A., Pincot, D. D. A., Feldmann, M. J., Famula, R. A., Acharya, C. B., Lee, S., Verma, S., Whitaker, V. M., Bassil, N., Zurn, J., Cole, G. S., Bird, K., Edger, P. P., & Knapp, S. J. (2021). Unraveling the Complex Hybrid Ancestry and Domestication History of Cultivated Strawberry. *Molecular Biology and Evolution*, *38*(6), 2285-2305. https://doi.org/10.1093/molbev/msab024

Hernández, A. (2024). *Aplicaciones foliares de bioestimulantes en plantas de fresa cultivadas bajo limitación de nutrientes* [Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/9e1d5742-37e0-4782-8235-ce2c4c84340b/content

Huachi, D. (2019). *"EVALUACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO DE FRESA (Fragaria annanasa) VARIEDAD ALBIÓN CALIFORNIANA"* [UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO]. https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a7372eec-7306-4a0a-bcb9-f07af09c28ee/content

Humintech, G. (2025). *BioHealth TH BS WSG — Soil Conditioner and Biostimulant (o BioHealth TH/BS WSG fichate técnica / brochure)*. https://www.humintech.com/fileadmin/content_images/agriculture/products/bioHealth_th_bs_wsg/BioHealth_TH_BS_WSG_ENG_produktblatt.pdf?utm_source

INAMHI. (2025, diciembre). *Querochaca promedios | Red Hidrometeorologica de Tungurahua*. https://rrnn.tungurahua.gob.ec/red/estaciones/estacion/530b84ed74daaf23bce53ced

Intagri. (2021). *Síntomas Visuales de Deficiencia de Fósforo en los Cultivos | Intagri S.C.* https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/sintomas-visuales-de-deficiencia-de-fosforo-en-los-cultivos

Javalera, L., Gonzalez, J., Benavides, A., Robledo, A., Lara, E., & Morelos, Á. (2024). *Efecto de Bioestimulantes en Producción y Calidad de Fresa (Fragaria ananassa cv. Albión) Bajo Estrés Hídrico*. https://agris.fao.org/search/en/providers/124881/records/68517aacaab9439e79fce007?utm_source=chatgpt.com

Kapur, B., Karaca, C., Sarıdaş, M. A., Ağçam, E., Çeliktopuz, E., & Kargı, S. P. (2024). Enhancing secondary compounds in strawberry fruit through optimized irrigation and seaweed application. *Scientia Horticulturae*, *324*, 112609. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112609

Kirschbaum, D., Heredia, A., Funes, C., & Quiroga, R. (2019, marzo 21). *Efectos de aplicaciones de bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del cultivo de frutilla o fresa*. https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/efectos-de-aplicaciones-de-bioestimulantes-en-el-rendimiento-y-la-calidad-del-cultivo-de-frutilla-o-fresa.html?utm_source

Lombardi, N., Caira, S., Troise, A. D., Scaloni, A., Vitaglione, P., Vinale, F., Marra, R., Salzano, A. M., Lorito, M., & Woo, S. L. (2020). Trichoderma Applications on Strawberry Plants Modulate the Physiological Processes Positively Affecting Fruit Production and Quality. *Frontiers in Microbiology*, *11*, 1364. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01364

Mattson, N., & Levine, C. (2021, enero 21). *Managing Leaf/Calyx Tipburn in Greenhouse Strawberries*. https://www.e-gro.org/pdf/E601.pdf?utm_source

Muñoz, P., Roldán-Guerra, F. J., Verma, S., Ruiz-Velázquez, M., Torreblanca, R., Oiza, N., Castillejo, C., Sánchez-Sevilla, J. F., & Amaya, I. (2024). Genome-wide association studies in a diverse strawberry collection unveil loci controlling agronomic and fruit quality traits. *The Plant Genome*, *17*(4), e20509. https://doi.org/10.1002/tpg2.20509

Pallares, J. (s. f.). *Mejorador de Suelo Agrícola | PDF | Microorganismo | Nutrientes*. Scribd. Recuperado 5 de diciembre de 2025, de https://es.scribd.com/document/465708016/01-BIODYNE-ENVIRONOC-401

Roche, D., Rickson, J., & Pawlett, M. (2024). *Hacia una comprensión mecanicista de los impactos de los bioestimulantes en las propiedades y procesos del suelo: Una revisión semisistemática* [Universidad de Cranfield, Bedford, Reino Unido]. https://www.frontiersin.org/journals/agronomy/articles/10.3389/fagro.2024.1271672/full?utm_source

Romero, M. (2024). *Evaluación de aplicación de cinco bioestimulantes en el rendimiento en el cultivo de fresa (Fragaria x ananassa Duch.) en el Valle de Huaura* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias

Alimentarias y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica]. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/9403/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sible, C. N., Seebauer, J. R., & Below, F. E. (2021). Plant Biostimulants: A Categorical Review, Their Implications for Row Crop Production, and Relation to Soil Health Indicators. *Agronomy*, *11*(7), 1297. https://doi.org/10.3390/agronomy11071297

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*. https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65ddfa136eef00c2ce9f0311?utm_source

UC IPM. (2024). *Manejo de plagas en jardines: Frutas: Enfermedades: Identificación: Mancha foliar—UC IPM*. https://ipm.ucanr.edu/PMG/GARDEN/FRUIT/DISEASE/ID/idleafspot.html?utm_source=chatgpt.com

Wonder Corporation. (2024, octubre 25). Biostimulants and smart agriculture. *English - Wonder Corporation*. https://wonder-corporation.com/en/biostimulants-and-smart-agriculture/

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianzas y pruebas de Tukey para los datos obtenidos.

Nueva tabla_1 : 7/1/2026 - 6:53:17 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

% Incidencia

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Incidencia	30	0,79	0,72	14,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,38	7	0,05	11,63	<0,0001
Tratamiento	0,23	5	0,05	9,99	<0,0001
Repeticiones	0,15	2	0,07	15,74	0,0001
Error	0,10	22	4,7E-03		
Total	0,48	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16178

Error: 0,0047 gl: 22

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4	0,35	3	0,04	A		
T3	0,36	3	0,04	A	B	
T1	0,38	3	0,04	A	B	
T2	0,42	3	0,04	A	B	
Inicial	0,52	15	0,02		B	C
TESTIGO	0,64	3	0,04			C

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

% Severidad

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
% Severidad	30	0,61	0,49	30,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9091,00	7	1298,71	4,93	0,0018
Tratamiento	8465,76	5	1693,15	6,42	0,0008
Repeticiones	625,24	2	312,62	1,19	0,3242
Error	5798,08	22	263,55		
Total	14889,08	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=38,44044

Error: 263,5491 gl: 22

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T4	18,09	3	9,37	A		
T2	31,75	3	9,37	A	B	
T3	40,19	3	9,37	A	B	C
T1	49,57	3	9,37	A	B	C
Inicial	64,57	15	4,19		B	C
TESTIGO	70,51	3	9,37			C

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

Número flores

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Número flores	30	0,29	0,07	48,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,62	7	0,95	1,31	0,2904
Tratamiento	5,86	5	1,17	1,63	0,1944
Repeticiones	0,76	2	0,38	0,53	0,5969
Error	15,84	22	0,72		
Total	22,45	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,00899

Error: 0,7198 gl: 22

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	0,87	3	0,49	A
T3	1,50	3	0,49	A
T2	1,63	3	0,49	A
Inicial	1,71	15	0,22	A
T1	2,40	3	0,49	A
T4	2,57	3	0,49	A

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

Altura de plantas

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Altura de plantas	30	0,86	0,81	9,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	263,07	7	37,58	18,65	<0,0001
Tratamiento	254,67	5	50,93	25,28	<0,0001
Repeticiones	8,39	2	4,20	2,08	0,1484
Error	44,33	22	2,01		
Total	307,40	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,36108

Error: 2,0148 gl: 22

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	19,56	3	0,82	A
T3	18,45	3	0,82	A
T4	17,29	3	0,82	A
TESTIGO	16,38	3	0,82	A
T2	16,33	3	0,82	A
Inicial	12,05	15	0,37	B

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

Anexo 2. Memoria fotográfica del ensayo

Colocación de carteles y delimitación de camas



Monitoreo y toma de datos del cultivo.



Preparación y dosificación adecuada de cada tratamiento según lo establecido.



Aplicación de los productos alternativos en cada tratamiento con una misma dosificación y registro de datos iniciales







Tercera aplicación de productos alternativos en los diferentes tratamientos y registro de datos finales

