

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES



**“CONTROL DE *Sclerotinia sclerotiorum* MEDIANTE
MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN
FRESA (*Fragaria ananassa*) Y TOMATE (*Solanum lycopersicum*) var.
cerasiforme”**

Presentada por:

ANDREA GRACIELA DELGADO LAZO

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIE EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Lima – Perú

2023

Tesis

por Andrea Delgado

Fecha de entrega: 15-jul-2023 10:01p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2131673686

Nombre del archivo: tesis-Delgado_Andrea_15-07-23.docx (568.6K)

Total de palabras: 20666

Total de caracteres: 102846

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 2% |
| 2 | colposdigital.colpos.mx:8080 Fuente de Internet | 1% |
| 3 | Submitted to University of Lancaster Trabajo del estudiante | 1% |
| 4 | helvia.uco.es Fuente de Internet | <1% |
| 5 | repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet | <1% |
| 6 | repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 7 | cgspace.cgiar.org Fuente de Internet | <1% |
| 8 | ouci.dntb.gov.ua Fuente de Internet | <1% |
| 9 | academicjournals.org Fuente de Internet | <1% |

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**“CONTROL DE *Sclerotinia sclerotiorum* MEDIANTE
MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN
FRESA (*Fragaria ananassa*) Y TOMATE (*Solanum lycopersicum*) var.
cerasiforme”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

ANDREA GRACIELA DELGADO LAZO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Marta Williams León de Castro
PRESIDENTE

Dra. Doris Zúñiga Dávila
ASESOR

Dra. Marcia Toro García
CO-ASESOR

Mg.Sc. Katty Ogata Gutiérrez
MIEMBRO

Mg.Sc. Juan Carlos Palma
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis papás Ayde y Angel por siempre apoyarme en mis estudios y brindarme su amor incondicional. A mi bebé Ignacio por ser la fuerza para seguir adelante . A mi hermano por su respaldo aún estando lejos.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora Dra. Doris Zúñiga por el apoyo y confianza en la realización de este trabajo.

A mi co-asesora Dra. Marcia Toro por la orientación, enseñanza y motivación en la ejecución de la parte experimental de la tesis.

A mis compañeros y amigos de laboratorio especialmente a Rocio, Liz, Mariale y Sr. Wilson que con sus consejos, apoyo y ánimos hicieron que el ambiente de trabajo sea más agradable.

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|-------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 | FRESA | 4 |
| 2.1.1 | Taxonomía..... | 4 |
| 2.1.2 | Importancia economica..... | 4 |
| 2.1.3 | Enfermedades | 5 |
| 2.2 | TOMATE..... | 5 |
| 2.3 | CARACTERÍSTICAS..... | 6 |
| 2.3.1 | Tallo | 6 |
| 2.3.2 | Hoja..... | 6 |
| 2.3.3 | Flor..... | 6 |
| 2.3.4 | Fruto | 6 |
| 2.3.5 | Sistema radicular | 7 |
| 2.3.6 | Importancia económica..... | 7 |
| 2.4 | TOMATE CHERRY (<i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>)..... | 7 |
| 2.4.1 | Características | 7 |
| 2.5 | PRINCIPALES ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DEL TOMATE | 8 |
| 2.5.1 | Enfermedades causadas por hongos | 8 |
| 2.5.2 | Enfermedades causadas por bacterias..... | 13 |
| 2.5.3 | Enfermedades causadas por virus | 14 |
| 2.6 | RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO..... | 15 |
| 2.6.1 | Características | 16 |
| 2.7 | MICORRIZAS | 17 |
| 2.7.1 | Tipos..... | 17 |
| 2.7.2 | Funciones..... | 18 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| 3.1 | PREPARACIÓN DEL INÓCULO BACTERIANO | 21 |
| 3.2 | OBTENCIÓN DE BIOMASA - METABOLITO CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA | 22 |
| 3.3 | OBTENCIÓN DE INÓCULO DE MICORRIZAS Y CUANTIFICACIÓN MICORRÍCICA..... | 22 |
| 3.4 | PREPARACIÓN DEL HONGO PATÓGENO <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>..... | 22 |
| 3.5 | ENSAYOS EN PLANTA A NIVEL INVERNADERO..... | 23 |
| 3.5.1 | Cultivo de fresas | 23 |
| 3.5.2 | Desinfección de las semillas de tomate var. cerasiforme (Cherry)..... | 23 |
| 3.5.3 | Preparación de sustrato en maceta | 23 |
| 3.5.4 | Inoculación de plántulas | 23 |
| 3.6 | EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD | 24 |
| 3.6.1 | Severidad de la enfermedad | 24 |
| 3.6.2 | Incidencia de la enfermedad..... | 24 |
| 3.6.3 | Área bajo la curva | 24 |
| 3.6.4 | Evaluación de parámetros agronómicos | 25 |
| 3.7 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 25 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 28 |
| 4.1 | EVALUACIÓN DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS EN PLANTAS DE TOMATE CHERRY | 30 |
| 4.1.1 | Peso seco aéreo | 31 |
| 4.1.2 | Peso seco raiz..... | 32 |
| 4.1.3 | Área total..... | 34 |
| 4.1.4 | Altura de la planta: | 36 |
| 4.1.5 | Niveles de clorofila..... | 38 |
| 4.1.6 | Porcentaje de micorrización..... | 40 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.2 | EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD EN PLANTAS DE TOMATE | |
| | CHERRY | 42 |
| 4.2.1 | Incidencia de la enfermedad | 42 |
| 4.2.2 | Área bajo la curva | 43 |
| V. | CONCLUSIONES | 44 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 46 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 47 |
| VIII. | ANEXOS | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Taxonomía de la fresa | 4 |
| Tabla 2: Taxonomía del tomate | 7 |
| Tabla 3: Taxonomía del hongo patógeno <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 11 |
| Tabla 4: Características cepa <i>Bacillus TrujBac2.32</i> | 21 |
| Tabla 5: Tratamientos utilizados con plantas de tomate Cherry | 26 |
| Tabla 6: Tratamientos utilizados con plantas de tomate Cherry | 26 |
| Tabla 7: Peso seco aéreo y peso de raíz de plantas de fresa inoculadas con microorganismos | 28 |
| Tabla 8: Severidad de la enfermedad y área bajo la curva causada por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en plantas de fresa durante seis semanas de evaluación | 29 |
| Tabla 9: Colonización micorrízica arbuscular (Porcentaje) en plantas de fresa inoculadas con <i>S. sclerotiorum</i>, bacterias promotoras del crecimiento y sus metabolitos | 29 |
| Tabla 10: Efecto de la inoculación de microorganismos en diferentes parámetros agronómicos en plantas de tomate en ausencia del hongo patógeno | 30 |
| Tabla 11: Efecto de la inoculación de microorganismos en diferentes parámetros agronómicos en plantas de tomate en presencia del hongo patógeno | 30 |
| Tabla 12: Evaluación de la enfermedad en plantas de tomate Cherry en el periodo de siete semanas de infección del hongo patógeno | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: Peso seco aéreo de tomate Cherry en ausencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 31 |
| Figura 2: Peso seco aéreo de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 32 |
| Figura 3: Peso seco radicular de tomate Cherry en ausencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 33 |
| Figura 4: Peso seco radicular de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 33 |
| Figura 5: Área total de las plantas de tomate Cherry en ausencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 35 |
| Figura 6: Área total de las plantas de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 36 |
| Figura 7: Área total de las plantas de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 37 |
| Figura 8: Altura de plantas de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 38 |
| Figura 9: Concentración de clorofila de tomate Cherry en ausencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 39 |
| Figura 10: Concentración de clorofila de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 40 |
| Figura 11: Porcentaje de micorrización en plantas de tomate Cherry en ausencia del hongo <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 41 |
| Figura 12: Porcentaje de micorrización en plantas de tomate Cherry en presencia del hongo <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 41 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----------|
| Anexo 1: Análisis del sustrato utilizado en el ensayo de tomate Cherry y fresa..... | 54 |
| Anexo 2: Análisis estadístico del peso seco aéreo de plantas de fresa en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 54 |
| Anexo 3: Análisis estadístico del peso seco de raíz de plantas de fresa en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 55 |
| Anexo 4: Análisis estadístico de porcentaje de micorrización de las plantas de fresa | 55 |
| Anexo 5: Análisis estadístico del peso seco aéreo de plantas de tomate Cherry en ausencia del patógeno..... | 55 |
| Anexo 6: Análisis estadístico del peso seco aéreo de plantas de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 57 |
| Anexo 7: Análisis estadístico del peso seco de raíz de plantas de tomate Cherry en ausencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>..... | 58 |
| Anexo 8: Análisis estadístico del peso seco de raíz de plantas de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 60 |
| Anexo 9: Área total de plantas de tomate Cherry en ausencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 62 |
| Anexo 10: Análisis estadístico del área total de las plantas de tomate Cherry en presencia <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 63 |
| Anexo 11: Análisis estadístico de altura de plantas de tomate Cherry en ausencia del patógeno..... | 65 |
| Anexo 12: Análisis estadístico de altura de plantas de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 67 |
| Anexo 13: Análisis estadístico de clorofila en plantas de tomate Cherry en ausencia del patógeno | 68 |
| Anexo 14: Análisis estadístico de clorofila de plantas de tomate Cherry en presencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | 70 |
| Anexo 15: Análisis estadístico de porcentaje de micorrización de las plantas de tomate Cherry..... | 72 |
| Anexo 16: Severidad de la infección por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en plantas de fresa | 73 |

| | |
|---|-----------|
| Anexo 17: Severidad de la infección por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en plantas de tomate Cherry..... | 75 |
|---|-----------|

RESUMEN

El control químico de plagas y enfermedades cuenta con ventajas como la disponibilidad, acción rápida y facilidad de aplicación, sin embargo, la desventaja más importante es la contaminación por residuos de pesticidas en el suelo, aire y agua, provocando impacto ambiental y problemas de salud en animales y humanos. El control biológico por su lado ofrece utilizar depredadores, parásitos, microorganismos y extractos naturales que pueden utilizarse para mejorar la salud y crecimiento de las plantas. En el estudio realizado se analizó el efecto de microorganismos promotores de crecimiento y sus metabolitos en fresa y tomate Cherry para control del hongo patógeno *Sclerotinia sclerotiorum*, que ataca diversas especies entre plantas ornamentales y hortícolas provocando deficiencia en la densidad y rendimiento. Por tal motivo el uso de microorganismos que promuevan crecimiento vegetal y que sirvan como biocontroladores de enfermedades, resulta ser una alternativa valiosa debido a que evitan la contaminación provocada por agroquímicos y por lo tanto el riesgo a la salud. Tanto en el ensayo en fresa como en tomate Cherry, se utilizó tratamientos con *Bacillus* Trujbac02.32, la biomasa-metabolito de *Bacillus* Icbac2.1 y *Rhizophagus intraradices* tanto en inoculación simple como en coinoculación, en comparación con los fungicidas químicos utilizados, obteniendo que para el caso de fresa *Rhizophagus intraradices* y *Bacillus* frente al hongo patógeno obtuvieron mejores resultados (2.93g y 2.86g respectivamente) en cuanto a peso seco total de planta comparado con el fungicida químico (0.91g) y relacionado a la evaluación de la enfermedad, se obtuvo como mejor tratamiento a *R. intraradices*; para el caso de tomate la interacción *Bacillus* y biomasa-metabolito (5.10g) obtuvo mejor resultado comparado con el agente químico (3.17g) y en cuanto a la evaluación de la enfermedad sobresalió la interacción *R. intraradices*, biomasa-metabolito y *Bacillus*. En ambos cultivos se demostró el efecto biocontrolador eficiente ante el hongo patógeno.

Palabras clave: fresa, tomate Cherry, *Rhizophagus intraradices*, *Bacillus*, *Sclerotinia sclerotiorum*

ABSTRACT

The chemical control of pests and diseases has advantages such as availability, rapid action and ease of application, however, the most important disadvantage is the contamination by pesticide residues in the soil, air and water, causing environmental impact and health problems. in animals and humans. Biological control, on the other hand, offers to use predators, parasites, microorganisms and natural extracts that can be used to improve the health and growth of plants. In the study carried out, the effect of growth-promoting microorganisms and their metabolites in strawberry and cherry tomato was analyzed to control the pathogenic fungus *Sclerotinia sclerotiorum*, which attacks various species including ornamental and horticultural plants, causing deficiency in density and yield. For this reason, the use of microorganisms that promote plant growth and that serve as disease biocontrollers turns out to be a valuable alternative because they avoid contamination caused by agrochemicals and therefore the risk to health. Both in the strawberry and Cherry tomato trials, treatments with *Bacillus* Trujbac02.32, the biomass-metabolite of *Bacillus* Icbac2.1 and *Rhizophagus intraradices* were used, both in simple inoculation and in coinoculation, in comparison with the chemical fungicides used, obtaining that in the case of strawberries, obtained better results *Rhizophagus intraradices* and *Bacillus* against the pathogenic fungus (2.93g and 2.86g respectively) in terms of total dry weight of the plant compared to the chemical fungicide (0.91g) and related to the evaluation of the disease obtained *R. intraradices* as the best treatment; In the case of tomato, the *Bacillus* and biomass-metabolite interaction (5.10g) obtained a better result compared to the chemical agent (3.17g) and in terms of disease evaluation, the *R. intraradices*, biomass-metabolite and *Bacillus* interaction stood out. In both crops, the efficient biocontrol effect against the pathogenic fungus was demonstrated.

Keywords: Strawberry, Cherry tomato, *Rhizophagus intraradices*, *Bacillus*, *Sclerotinia sclerotiorum*.

I. INTRODUCCIÓN

Los agroquímicos se pueden definir como la sustancia o mezcla de sustancias que sirven como fuente de nutrición y para prevenir, eliminar o controlar plagas agrícolas y malezas (EPA 2022). A estas sustancias se las conoce como plaguicidas o pesticidas, cuyo uso es controlado por tres autoridades como SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria), DIGESA (Dirección General de Salud) y DGAAA (Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios) y aquellas sustancias que buscan incentivar el crecimiento de las plantas, conocidas como fertilizantes (Villalobos 2021). Sin embargo, en los últimos años las proyecciones de crecimiento de los biopesticidas a nivel mundial han ido de \$20.000 millones en el año 2020, siendo casi un 42 por ciento del mercado, debido al crecimiento poblacional, las nuevas normativas y el interés por conservar los recursos naturales (RedAgricola 2017).

Por tal motivo en el presente estudio se trabajó con microorganismos que funcionan como controladores biológicos de plagas en plantas como la fresa (*Fragaria annanasa* variedad Aromas) que es una especie que constituye uno de los principales frutos consumidos en países de Europa, Asia, Norteamérica y Sudamérica según Hortoinfo (2020) y en Perú, su cultivo ha ido en aumento debido a las condiciones climáticas y el suelo favorable para su establecimiento. Actualmente, RedAgricola (2020) indicó que la importancia económica de este cultivo se basa en parte en la creciente exportación de fruta congelada en los últimos años, generando ganancias de 28.8 millones de dólares para 2019, siendo Estados Unidos y Canadá los principales mercados.

Por otro lado el tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) es un cultivo considerado como el antecesor del tomate comúnmente cultivado, es originario de la costa occidental y áreas montañosas de Perú y posteriormente migró a Mesoamérica y a México, señalan Medina y Lobo (2001).

En el Perú, se produce principalmente en la región de Ica y en presentación de pasta de tomate alcanzando 20516 toneladas durante el año 2019, con un incremento de 9.3 por ciento, utilizando 115141 toneladas de tomate fresco de las variedades de Cherry y Heinz (Agencia Agraria de Noticias 2020). Respecto a exportaciones de pasta de tomate de la región, la Dirección Regional de Agricultura de Ica señaló que en 2019 alcanzaron las 16748 toneladas, dirigidas a nueve mercados, siendo estos Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Jamaica, México, Nicaragua, Uruguay y Venezuela. En cuanto a tomate fresco la producción de Ica en 2019 ascendió las 831 toneladas, un incremento de 27 por ciento respecto a lo alcanzado el año anterior (Agencia Agraria de Noticias 2020). Según la FAO (2013) esta variedad de tomate tiene un alto valor nutricional debido a que tiene concentraciones elevadas de vitaminas, flavonoides, ácido ascórbico, α -tocoferol y β -caroteno, lo que hace del tomate Cherry sea un cultivo atractivo para el país.

Tanto el cultivo de la fresa como el tomate son vulnerables a varios hongos patógenos, como el hongo *Sclerotinia sclerotiorum* que ataca el cuello de la planta causando marchitez y podredumbre. El hongo forma micelios fúngicos algodonosos blancos (Smolińska y Kowalska 2018) causando anualmente cuantiosas pérdidas a nivel mundial. Por ejemplo, en cuanto al cultivo de fresa, según Xia *et al.* (2020), en los Estados Unidos, las pérdidas anuales causadas por este patógeno han superado los \$ 200 millones, en el caso del cultivo de tomate Cherry, INTAGRI (2016) indica que debido a la presencia de diferentes enfermedades causadas por hongos, bacterias e insectos, la producción del tomate Cherry se ve perjudicada y por lo tanto se utiliza como alternativa frecuente el uso de agroquímicos, los que pueden provocar que al aplicarse de manera prolongada y excesiva generen problemas como contaminación ambiental, efectos nocivos en la seguridad humana y resistencia de las plagas. Por tal motivo se ha considerado utilizar tratamientos bióticos ya que no generan residuos sintéticos. Según Moreno (2018), los hongos micorrícicos y las bacterias promotoras de crecimiento vegetal cuentan con características que promueven tanto el crecimiento de la planta como resistencia ante el ataque de los patógenos del suelo ya que se demostró que producen compuestos antimicrobianos, además que estimulan los mecanismos de defensa de manera sistémica.

La podredumbre blanca causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum* es una de las principales enfermedades que ataca al tomate y a la fresa por lo tanto el uso de PGPB y micorrizas arbusculares resulta ser una alternativa atractiva y eficiente para el control de esta enfermedad ya que reemplaza el uso de productos químicos por una opción ecoamigable.

El objetivo general de esta investigación es analizar el efecto de microorganismos promotores de crecimiento y sus metabolitos en el control del hongo *Sclerotinia sclerotiorum* en dos cultivos diferentes tanto fresa como tomate Cherry.

Los objetivos específicos son: (1) Comprobar la capacidad de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal con potencial controlador del patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* con el cultivo de fresa.(2) Determinar la capacidad de la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal, biomasa- metabolito y micorriza arbuscular en los siguientes parámetros: altura, peso seco foliar y radicular, área foliar y contenido de clorofila en el cultivo de tomate Cherry, a nivel invernadero, infectadas con *Sclerotinia sclerotiorum*. (3) Relacionar la colonización micorrizica y su interacción con las bacterias con el control de la enfermedad causada por *Sclerotinia sclerotiorum* en plantas de fresa y tomate (4) Determinar la severidad de la enfermedad en el cultivo de fresa y tomate Cherry a nivel invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 FRESA

La fresa pertenece al género *Fragaria* y a la familia Rosaceae, planta herbácea, perenne, de tallos cortos, hojas dentadas y divididas en tres partes iguales, que presenta raíces primarias y secundarias que pueden medir alrededor de 30 cm de profundidad, además cuenta con flores blancas de 5 pétalos redondeados. La planta puede formar estolones de hasta 15 cm de largo, lo que puede facilitar su reproducción (Proain tecnología agrícola 2020). Servindi (2018) indica que en Perú se cultivan principalmente tres variedades de fresa: Chandler, Holandesa y Aromas, sin embargo en el año 2021 se están realizando ensayos con nuevas variedades que se adaptan a diferentes condiciones edafoclimáticas como Primoris, Nieva, Rociera, Marisol, Amiga, Brilliance, Fortuna, Beauty, Festival.

2.1.1 Taxonomía

Tabla 1: Taxonomía de la fresa

| | |
|---------------------|---|
| Familia | Rosaceae |
| Género | <i>Fragaria</i> |
| Especie | <i>F. vesca</i> <i>F. chiloensis</i> <i>F. virginiana</i> <i>F. moschata</i> <i>F. indica</i> |
| Nombre común | Fresa, Fresón, Frutilla |

Fuente: InfoAgro (2020)

2.1.2 Importancia económica

En 2022 el Perú exportó fresas por un valor de \$824000, demostrando un incremento del 102 por ciento comparado con el año 2020 que se obtuvo \$408000, siendo el principal mercado internacional España, luego Francia, Estados Unidos, Países Bajos y Canadá (Agencia Agraria de Noticias 2022)

2.1.3 Enfermedades

InfoAgro(2020), destaca las siguientes enfermedades presentes en el cultivo de la fresa.

- **Hongos en el suelo:** Los hongos de suelo que producen mayor daño en el cultivo de fresa y que afectan las raíces y corteza de la planta ocasionando podredumbre son: *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. y *Sclerotinia* sp.
- **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*):** El hongo que provoca esta enfermedad se desarrolla a temperatura entre 15-20°C y con 95 por ciento de humedad relativa. Los daños, expresados en manchas de color pardo, se pueden localizar en cualquier parte de la planta principalmente en el cáliz y fruto.
- **Oidio (*Sphaerotheca macularis* f. sp. fragariae):** El hongo que causa esta enfermedad se desarrolla a temperatura entre 15-27°C y con más del 90 por ciento de humedad relativa, produciendo micelio blanco y decoloración en las hojas y fruto.
- **Bacterias (*Xanthomonas fragariae*):** Esta enfermedad se presenta a temperaturas alrededor de los 20°C y humedad relativa elevada. Los síntomas son manchas blancas, que se pueden tornar a una coloración necrótica en hojas.
- **Antracnosis (*Colletotrichum* sp.):** Se expresa a temperatura entre 20-30°C y humedad relativa alta. El síntoma más característico de esta enfermedad es la marchitez, las manchas oscuras en tallos y estolones y frutos con esporas rosadas en las manchas pardas.

2.2 TOMATE

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una planta herbácea, perenne que se cultiva de forma anual, puede desarrollarse de forma recta, semirecta o rastrera. López (2016) precisó que es el segundo cultivo más consumido en el mercado global después de la papa, ya que juega un papel notable en la salud humana debido a la variedad de vitaminas, carotenoides y minerales. Se originó en el área de Perú y Ecuador y se extendió hacia el norte en tiempos pre colombinos, específicamente a México donde fue domesticado. Exploradores españoles llevaron las plantas al sur de Europa donde fueron consumidas por primera vez, para luego llevar el cultivo al norte de Europa y Estados Unidos.

Según Castañeda *et al.* (2020), el Perú tuvo una producción de aproximadamente 13796 toneladas en 2018, en un área de 6000 ha. Plantae Garden (2019) indica que el cultivo tiene una gran cantidad de variedades entre las cuales destacan: Beef, Marmande, Vermone, Cocktail y Cherry.

MINAM (2020) indicó que la diversidad del tomate abarca tres secciones *Lycopersicon*, *Juglandifolia* y *Lycopersicoides* que constan de 17 especies, una cultivada y 16 parientes silvestres. En el Perú crecen naturalmente 13 de las 16 especies silvestres mencionadas.

2.3 CARACTERISTICAS

INFOAGRO (2019) detalló ciertas características como:

2.3.1 Tallo

Es pubescente, verde, eje de 2-4 cm de grosor en su base y más delgado en la parte inferior sobre el que se desarrollan tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares.

2.3.2 Hoja

Compuesta y pinnada con bordes dentados, recubiertos de pelos glandulares, con foliolos peciolados y se encuentran de forma alternada sobre el tallo.

2.3.3 Flor

Regular, hipógina y perfecta con 5 o más sépalos e igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal. El ovario tiene dos o más segmentos, las flores se agrupan en inflorescencias en forma de racimo.

2.3.4 Fruto

Baya bilocular o plurilocular que puede tener un peso de pocos miligramos y 600 g aproximadamente, constituida por pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es de color verde y rojo cuando madura. Existen también cultivares de tomate con frutos de color amarillo, rosado, morado, naranja y verde, entre otros (INFOAGRO 2019).

2.3.5 Sistema radicular

Formado por una raíz principal y numerosas raíces secundarias que no superan los 30 cm de profundidad. La epidermis que está constituida por pelos que absorben los nutrientes y agua, el córtex y el cilindro transporta los nutrientes.

Importancia económica

La producción mundial de tomate es 186821 millones de kilos, siendo China el mayor productor mundial con 64768 millones de kilos con 34.7 por ciento del total mundial (Agencia Agraria de Noticias 2022)

2.4 TOMATE CHERRY (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*)

2.4.1 Características

Medina y Lobo (2001) precisaron que el tomate Cherry (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) es considerado como el antecesor del tomate comúnmente cultivado. Cuenta con frutos de 1.5 a 3 cm de diámetro y es originario de la costa occidental y áreas montañosas de Perú, migró a Mesoamérica y a México donde fue domesticado por las comunidades aborígenes y posteriormente por las comunidades locales. En la actualidad se encuentran ampliamente difundidos en áreas tropicales y templadas. Se cultivan en regiones áridas hasta zonas húmedas de la parte este de los Andes a alturas que van desde los 0 hasta los 2400 msnm, prefiere suelos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. Según López (2016) la temperatura óptima que necesita oscila entre los 20 y 30 °C durante el día y entre 10 y 17 °C durante la noche, con una humedad relativa óptima entre 60 por ciento y 80 por ciento.

2.4.2 Taxonomía

Tabla 2: Taxonomía del tomate

| | |
|------------|---------------------|
| Reino | Plantae |
| Clase | Magnoliopsida |
| Familia | Solanaceae |
| Género | <i>Solanum</i> |
| Especie | <i>Lycopersicum</i> |
| Subespecie | <i>Cerasiforme</i> |

Fuente: López (2016)

Martinez *et al.* (2018) indicaron que existen gran cantidad de genotipos semidomesticados de esta variedad, los cuales tienen diferentes características en cuanto a su forma, color, tamaño y sabor, además existe evidencia que el tomate cherry presenta altas concentraciones de compuestos bioactivos como licopeno, luteína, β -caroteno, flavonoides, ácido ascórbico, α -tocoferol y vitaminas, lo que indica su alto valor nutricional.

La Agencia Agraria de Noticias (2020) reportó respecto a exportaciones en el año 2019 enfatizando la Dirección Regional de Agricultura de Ica la cual indicó que solo la ciudad de Ica, principal exportador del tomate Cherry en el Perú, alcanzó 16748 toneladas de pasta tomate de las variedades Heinz y Cherry y 393 toneladas de tomate congelado para Alemania, España, Estados Unidos y Canadá. En cuanto a tomate fresco, 831 toneladas se dirigen a supermercados limeños.

2.5 PRINCIPALES ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DEL TOMATE

2.5.1 Enfermedades causadas por hongos

Moho gris

- **Agente causal:** *Botrytis cinerea*
- **Orden:** *Erysiphales*

a. Síntomas

Escobar y Lee (2009) describieron diversos síntomas y alternativas de control de enfermedades en tomate.

Hongo saprófito oportunista que daña muchas partes de la planta como flores, tallos, hojas, botones y frutos, en condiciones de alta humedad se manifiesta en hojas a través de lesiones de color marrón con presencia de micelio gris oscuro. Los frutos también se ven afectados debido a la “mancha fantasma” que se caracteriza por formar halos o círculos blancos lo que afecta en el valor comercial del fruto

FAO (2013) indicó que la propagación se produce mediante conidios y utilizan como vehículo las corrientes de aire y el agua de riego.

b. Control

Sosa (2013) describió como principales prácticas de prevención el control de la humedad, poda de tejido dañado, ventilación dentro del invernadero, encalar los suelos ácidos para incrementar el contenido de calcio y reducir la susceptibilidad a la enfermedad y uso de fungicidas como Azoxistrobina y Cyprodynil + Fludioxonil.

Mildeo polvoso

- **Agente causal:** *Erysiphe* sp. - *Oidium neolycopersici*
- **Orden:** Erysiphales

a. Síntomas

Hongos ectoparásitos comunes en climas secos y cálidos y en menor proporción en zonas húmedas, es una enfermedad foliar que se dispersa rápidamente, ataca a las hojas manifestándose con manchas polvosas y blancas que se diseminan fácilmente por el viento y lluvia. Este patógeno utiliza los nutrientes de la planta y reduce los rendimientos de la planta en un 40 por ciento.

b. Control

Para el manejo de la enfermedad se debe desinfectar el invernadero antes del inicio de nuevos ciclos de cultivos, eliminar malezas y uso de fungicidas como Azoxistrobina + Isopyrazam.

Tizón tardío

- **Agente causal:** *Phytophthora infestans*
- **Orden:** Peronosporales

a. Síntomas

Hongo oomiceto presente en zonas de clima medio y frío, ataca todos los órganos de la planta incluyendo hojas, pecíolos, frutos y tallos. Los niveles de infestación dependerán de las condiciones de humedad adecuadas para la presencia de esporangios del patógeno, se manifiesta a través de manchas grandes que se desarrollan en el envés de las hojas provocando que el follaje se torne de una coloración castaña que se seca y muere.

Las lesiones de frutos aparecen como manchas oscuras las cuales crecen hasta que el fruto entero es invadido.

b. Control

Es muy importante realizar monitoreos de la humedad relativa en el invernadero, ventilar el ambiente, prevenir la presencia de cultivos hospederos como la papa ya que es altamente susceptible a esta enfermedad, realizar podas sanitarias y utilizar fungicidas pueden contribuir al manejo y control.

Tizón temprano

- **Agente causal:** *Alternaria solani*, *Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*
- **Orden:** Deuteromycetes

a. Síntomas

Hongo que sobrevive en el suelo en restos vegetales y se diseminan con el viento y la lluvia a través de sus esporas. La humedad relativa alta y la temperatura entre 18-25°C benefician su desarrollo. Se caracteriza por la formación de pequeñas lesiones de color marrón o negro en hojas con halo amarillo alrededor de la mancha. Las lesiones en los tallos, oscuras y con anillos concéntricos. Los frutos también presentan anillos concéntricos, se pudren y caen.

b. Control

Los síntomas causados por esta enfermedad son relativamente fáciles de identificar por lo tanto se pueden realizar monitoreos tempranos y periodicos en el cultivo. Entre las estrategias de control esta el buen manejo de la humedad relativa dentro del invernadero, eliminar restos de cultivo, ventilar el invernadero y aplicación de fungicidas como Tebuconazole + Trifloxistrobin.

Pudrición de corona

- **Agente causal:** *Rhizoctonia solani*
- **Orden:** Basidiomycetes

a. Síntomas

Hongo que se encuentra en casi todas las hortalizas, forma basidios que pueden germinar e infectar al hospedante. En cultivos de tomate forma lesiones de color marrón o negro en el cuello de la planta o en las raíces y la enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos con temperaturas entre 15 y 18° C.

b. Control

Como medidas preventivas se utiliza semillas certificadas o tratadas, se debe realizar la desinfección del suelo con compuestos químicos o mediante solarización. Cuando está presente la enfermedad se utiliza fungicidas, se hace buen manejo del drenaje y del riego y se elimina las plantas infectadas. Se utiliza el hongo *Trichoderma* como controlador biológico.

Podredumbre húmeda del tallo-moho blanco

- **Agente causal:** *Sclerotinia sclerotiorum*

Hongo fitopatógeno que se trabajó en la presente investigación.

a. Taxonomía

Tabla 3: Taxonomía del hongo patógeno *Sclerotinia sclerotiorum*

| | |
|-----------------|--|
| Reino | Fungi phylum Ascomycota |
| División | Eumycota |
| Clase | Ascomycetes |
| Subclase | Discomycetes |
| Orden | Helioteliales |
| Familia | Sclerotiniaceae |
| Género | Sclerotinia |
| Especie | <i>S. sclerotiorum</i> |

Fuente: FAO (2013)

b. Síntomas

Ouhaibi *et al.* (2016), describieron a *Sclerotinia sclerotiorum* como un hongo ascomiceto que afecta plántulas, plantas en desarrollo y productos cosechados.

Las enfermedades causadas por *Sclerotinia* son de alta incidencia en todo el mundo atacando aproximadamente 600 especies entre plantas ornamentales y hortícolas, incluidas de importancia económica como el tomate provocando deficiencia en la densidad de plantas y en el rendimiento. Los síntomas comienzan con lesiones en tejidos corticales hasta alcanzar los canales medulares, los cuales se ablandan, se destiñen y se tornan de color castaño claro a grises, en condiciones de alta humedad el micelio es blanco algodonoso y dentro de los tallos aparecen esclerocios que son de color negro. Los frutos infectados se tornan grises y desarrollan podredumbre acuosa. FAO (2013) indicó que mediante los esclerocios la enfermedad puede persistir en el suelo y para la dispersión el patógeno utiliza agua de riego y el suelo como vehículos.

c. Control

- **Métodos de control**

- **Métodos físicos**

Según Escobar y Lee (2009) los métodos de control comúnmente utilizados son los siguientes:

La solarización como método de desinfección puede ayudar a controlar el patógeno, es necesario el manejo del drenaje y eliminación de las malezas. Se recomienda el uso de semillas certificadas y la rotación de cultivos que no sean susceptibles cuando la incidencia de la enfermedad es alta

- **Métodos químicos**

El uso de fungicidas químicos para el control de la enfermedad se ha dirigido para inhibir el desarrollo del micelio y evitar la formación de esclerocios. Una práctica frecuente es el uso de Benomil, Dicloram o Metil tiofanato para el control, sin embargo, la presencia de esclerocios puede provocar resistencia. En el caso de solanáceas se ha demostrado que utilizando tiofanato metílico, fluazinam y boscalid hubo una menor incidencia de *Sclerotinia* spp.

Por otro lado se han empleado los desinfectantes del suelo tales como el bromuro de metilo o el uso del metam sodio como sustituto del mismo.

– Métodos biológicos

Kamal *et al.* (2015) indicaron que debido a los riesgos residuales provocados por el uso de químicos bajo control, las investigaciones sobre las posibilidades de control biológico se hicieron populares en los últimos años. Las principales funciones de los agentes biocontroladores se basan en la competición por nutrientes, espacio, antibiosis, inducción de resistencia de las plantas huésped, reducción de factores de patogenicidad y micoparasitismo.

Smolińska y Kowalska (2018) demostraron que dos aplicaciones de *B. cereus* reducen significativamente la incidencia de la enfermedad en el cultivo de colza (6.5-9.3 por ciento), comparado con el control (20.0-29.8 por ciento). Otro tipo de microorganismo como el hongo *Coniothyrium minitans* se ha utilizado para el control de *Sclerotinia sclerotiorum*, el cual produce metabolitos secundarios como macrosfelida A, benzo furanonas y cromanos que incrementan la colonización y degradación de los esclerotes, además existe una amplia gama de enzimas que degradan la pared celular como quitinasa y glucano. Los hongos *Trichoderma* son altamente competitivos debido a su rápido crecimiento y abundante producción de esporas, en el caso de *Sclerotinia sclerotiorum* las propiedades de micoparasitismo cumplen un rol importante para el control del patógeno.

En un estudio se compararon formulas comerciales de preparados biológicos utilizando *Trichoderma harzianum*, *Gliocladium virens*, *Coniothyrium minitans* y *Bacillus subtilis* con un fungicida químico Iprodione para el control de *Sclerotinia sclerotiorum* y *S. minor* siendo los formulados biológicos más efectivos comparados con el tratamiento químico.

2.5.2 Enfermedades causadas por bacterias

Marchitamiento bacteriano

- **Agente causal:** *Ralstonia solanacearum*
- **Familia:** *Pseudomonadaceae*

a. Síntomas

Según FAO (2013), esta enfermedad es común en las diferentes especies de solanaceas y se presenta en climas cálidos entre 25-35°C, penetra en la raíz debido a heridas provocadas por laboreo, insectos o nematodos provocando marchitamientos repentinos de planta, si se realiza un corte longitudinal del tallo se observa oscurecimiento del xilema. Si la enfermedad persiste se pueden presentar síntomas visibles como lesiones oscuras acuosas. Como medio de diseminación utiliza agua de riego y contaminación de ropa de operario y puede sobrevivir en el suelo durante largos períodos sin plantas huéspedes.

Cancro bacteriano

- **Agente causal:** *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*
- **Clase:** Thallobacterias

a. Síntomas

Enfermedad también llamada cáncer bacterial, enfermedad esporádica en cultivos de tomate pero que puede ser devastadora. En las hojas aparecen manchas, doblamiento y necrosis marginal de los folíolos, en los tallos se forman canchros de color amarillo o pardo y en los frutos aparecen pequeñas manchas claras que se tornan de color marrón y rodeado de un halo blanquecino.

b. Control

Existen diversas estrategias para la prevención de la enfermedad como siembra de semillas certificadas, desinfección de las herramientas de poda. Una vez infestado el cultivo se deben retirar las plantas enfermas y vecinas.

2.5.3 Enfermedades causadas por virus

Peste negra

- a. Agente causal:** Los virus que intervienen en la peste negra son Tospovirus, el *Tomato spotted wilt virus (TSWV)*, el *Tomato chlorotic spot virus (TCSV)*, el *Groundnut ring spot virus (GRSV)* y el *Impatiens necrotic spot virus (INSV)*.

b. Síntomas

Es la enfermedad más importante de origen viral que ataca tomates de campo y en invernadero causando cuantiosas pérdidas económicas debido a que afecta el rendimiento y calidad de los frutos.

Según la FAO (2013), la sintomatología se manifiesta mediante el crecimiento detenido de las plantas afectadas, los brotes se tornan violáceos, en las flores y frutos se producen manchas necróticas. Si la enfermedad ocurre a temprana edad las plantas quedan enanas y probablemente no produzcan frutos.

c. Control

Para el manejo de la enfermedad se debe eliminar malezas, retirar plantas con síntomas y realizar monitoreos para la detección temprana.

2.6 RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO

La rizosfera es una zona rica en nutrientes debido a la acumulación de exudados de las plantas como aminoácidos y azúcares que proveen de energía y nutrientes a las bacterias. Según Hayat *et al.* (2012) las rizobacterias se pueden clasificar en beneficiosas, perjudiciales y neutras relacionadas al efecto en el crecimiento de las plantas. Las bacterias que viven libremente en el suelo y que provocan el crecimiento de las plantas son las conocidas como bacterias promotoras de crecimiento (PGPR, por sus siglas en inglés). Bukhat *et al.* (2020) indicaron que estas bacterias son en su mayoría microorganismos no patógenos que brindan beneficios directos a las plantas, sin embargo, también existen PGPR que ayudan indirectamente a la planta mejorando el estrés biótico y abiótico o inducen la respuesta de defensa en la planta. Estos efectos directos e indirectos son regulados por un sistema de comunicación altamente especializado en múltiples niveles de interacción ya sea entre especies o entre reinos. La activación del huésped ante la infección bacteriana requiere programación precisa de la expresión génica, comunicación entre huéspedes, en donde intervienen la señalización de receptores de reconocimiento de patrones del huésped (PRR), el receptor tipo NOD, proteínas efectoras microbianas y reguladores de la reprogramación de la expresión génica.

2.6.1 Características

- **Fijación de nutrientes**

Los microorganismos que intervienen en la adquisición de nutrientes conocidos como biofertilizantes actúan mediante fijación de nitrógeno, solubilización de fosfatos, producción de sideróforos y producción de ácido cianhídrico.

Backer *et al.* (2018) describieron que la fijación de nitrógeno por parte de las bacterias es una de las relaciones más estudiadas entre planta-bacteria en donde las leguminosas proveen a los rizobios de carbono reducido y un ambiente anaeróbico necesario para actividad nitrogenasa, mientras los rizobios proveen a las leguminosas de nitrógeno biológicamente disponible.

- **Producción de hormonas**

Las fitohormonas son la clave para la regulación del crecimiento y desarrollo de la planta. Las bacterias de la rizosfera excretan hormonas para la absorción de la raíz o manipulan el equilibrio hormonal en las plantas para estimular el crecimiento y respuesta al estrés.

Muchas PGPB pueden producir auxinas y tienen efectos en el crecimiento de raíces y su arquitectura. El ácido indol acético es la auxina más conocida producida por PGPB, también están las citoquininas y giberelinas sin embargo aún no están completamente estudiadas, se conoce que mejoran la producción de exudados de la planta y el crecimiento de esta.

El etileno es una hormona gaseosa que se encuentra en bajas concentraciones, pero interviene en el estrés abiótico y biótico de las plantas ya que incrementa la tolerancia de las plantas ante el estrés.

- **Biocontrol y resistencia ante patógenos**

Según Kumar y Meenu (2015) las PGPB funcionan como agentes de biocontrol debido a que mejoran la respuesta de defensa de las plantas ante patógenos ya sean hongos, virus o bacterias.

Las PGPB como *Bacillus amyloliquefaciens* modulan la señal de las fitohormonas y aumenta la producción de metabolitos secundarios ante *Rhizoctonia solani*.

La colonización con PGPB mejora el tejido infectado y la fisiología de las plantas, ayuda también en la producción de flores y frutos. Además, las PGPB activan los genes de defensa mediante vías de señalización de las fitohormonas y la defensa de proteínas regulatorias contra el ataque futuro de patógenos.

Backer *et al.* (2018) brindan ejemplos de rizobacterias como agentes de biocontrol son: *Peanibacillus lentimorbus*, *Serratia liquefaciens*, *Enterobacter asburiae*, *Bacillus amyloliquefaciens* entre otros.

2.7 MICORRIZAS

Micorriza significa hongo-raíz, término acuñado por el micólogo alemán AB Frank en 1885, quien describió la asociación entre las raíces de las plantas y una gran variedad de hongos. La evidencia fósil de 400 millones de años demuestra el establecimiento exitoso en plantas primitivas. Actualmente más del 85 por ciento de plantas tienen asociaciones con micorrizas, obteniendo beneficios de ambas partes ya que el hongo crece dentro de las raíces y provee minerales a la planta y la planta suministra de azúcares que impulsan el crecimiento de las hifas en una red llamada micelio (Andrade Torres 2010)

2.7.1 Tipos

Según Zhang *et al.* (2014) la simbiosis micorrícica se divide en endomicorrizas y ectomicorrizas basadas en la relación hongo-raíz. En las endomicorrizas las células de la raíz acomodan estructuras fúngicas microscópicas en forma de árbol llamados arbusculos, donde el fósforo se transfiere del hongo a la planta, lo que hace que este tipo de micorriza se denomine micorriza arbuscular (MA), las cuales son las más extendidas en la naturaleza, formadas por los hongos del phylum Glomeromycota. Las ectomicorrizas producen una densa red de filamentos fúngicos de los hongos Basidiomictes y Ascomycetes, entre las células de la raíz. Estas se presentan en plantas del género *Fagus*, *Carpinus*, *Alnus*, *Eucalyptus* entre otros.

Solo una pequeña cantidad de plantas no cuentan con micorrizas como la familia de *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae* y *Amaranthaceae*.

2.7.2 Funciones

Bitterlich *et al.* (2018) indicaron que la aplicación de las MA se ha convertido en una atractiva herramienta que contribuye a la adquisición de nutrientes, resistencia ante patógenos y tolerancia al estrés abiótico.

- **Adquisición de nutrientes**

Castañeda *et al.* (2020) señalaron que las micorrizas promueven la nutrición y crecimiento de las plantas debido al micelio de los hongos Glomeromycota distribuido al exterior de las raíces de las plantas que colonizan simbióticamente. Además promueven o mejoran la calidad del fruto fomentando la producción de compuestos bioactivos y por lo tanto su valor nutricional. De acuerdo a Bitterlich *et al.* (2018), la característica más importante sobre la simbiosis de las micorrizas arbusculares es el suministro de fósforo a las plantas, el cual es absorbido por las hifas y transportado hacia la raíz y entregado a la planta a través de los órganos intracelulares llamados arbusculos. Los hongos reciben carbono de la fotosíntesis de las plantas, con la proliferación de hifas el carbono se redistribuye a hifas más allá de las áreas de la raíz ó rizósfera y en el suelo.

Las PGPR que son solubilizadores de fosfato y fijadoras de nitrógeno, liberan fosfato unido y pueden actuar como ayudantes a las micorrizas y funcionar como biofertilizantes (Kuila *et al.* 2020)

- **Resistencia ante patógenos**

Según Alarcón *et al.* (2013) las MA protegen contra enfermedades transmitidas por el suelo reduciendo la incidencia y/o nivel de pudrición o marchitez de la raíz causada por hongos como *Rhizoctonia*, *Fusarium* o *Verticillium* además de pudrición de raíz causada por oomicetos incluyendo *Phytophthora*, *Pythium* y *Aphanomyces* debido a que la colonización por MA tiene un efecto protector denominado resistencia inducida por micorrizas (RIM) que proporciona protección sistémica contra diferentes tipos de atacantes y comparte características con la resistencia sistémica adquirida (RSA) después de la infección por patógenos y la resistencia sistémica inducida (RSI) después de la colonización de raíces por rizobacterias no patógenas.

Cameron *et al.* (2013) mencionados por Diagne *et al.* (2020) demostraron que las MA aumentan la producción de enzimas antioxidantes en plantas que pueden actuar como defensa contra patógenos u otro tipo de estrés.

Las MA además reducen el efecto causado por nemátodos como *Pratylenchus* y *Meloidogyne*, mejoran la susceptibilidad a los virus y protegen a las plantas contra insectos mejorando las respuestas indirectas de defensa.

- **Estrés abiótico**

Begum *et al.* (2019) indicaron que la sequía afecta a la vida vegetal de diferentes maneras como la escasez de agua a las raíces reduciendo la tasa de transpiración, así como induce estrés oxidativo, además que tiene efectos nocivos en el crecimiento de la planta al afectar la actividad enzimática, la absorción de iones y la asimilación de nutrientes. Sin embargo, existe evidencia que indica que las micorrizas arbusculares alivian el estrés por sequía en diferentes cultivos como trigo, cebada, maíz, soja, fresa, cebolla, esto puede deberse debido al gran volumen de suelo explorado por las raíces y las hifas extra radicales de los hongos, capaces de suministrar la cantidad de agua necesaria a la planta para superar el estrés hídrico. Esta asociación simbiótica regula una variedad de procesos bioquímicos como el ajuste osmótico, control del metabolismo de ABA mejorando la acumulación de prolina.

Entre los estreses abióticos Begum *et al.* (2019) señalaron que la salinidad es un problema ambiental que representa una grave amenaza para la seguridad alimentaria. El estrés por salinidad suprime el crecimiento de las plantas al afectar el desarrollo vegetativo. Estudios recientes informan los efectos benéficos de micorrizas arbusculares ante el estrés salino ya que mejoran la tasa fotosintética de las plantas, el intercambio de gases, el contenido de clorofila y el uso eficiente del agua en *Ocimum basilicum L.* en condiciones salinas. Otro ejemplo es en plantas de *Allium sativum* inoculadas con micorriza arbuscular que mostró características de crecimientos mejoradas como el índice de área foliar, biomasa fresca y seca en condiciones salinas. Otro tipo de problema es la presencia de los metales pesados, que se pueden acumular en diferentes cultivos como frutas y verduras y suelos causando peligros contra la salud. La asociación de micorrizas arbusculares en plantas de trigo por ejemplo incrementa la absorción de nutrientes ante la presencia de aluminio.

Los efectos positivos de las micorrizas arbusculares sobre la acumulación de metales pesados en plantas son: inmovilización de los metales en las hifas de origen interno y externo, que tienen la capacidad de fijar los metales pesados a la pared celular y almacenarlos en la vacuola o quelar con alguna otra sustancia en el citoplasma, lo que reduce la toxicidad del metal en las plantas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología (LEMyB), Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina, departamento de Lima.

Para probar la capacidad de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal en dos cultivos diferentes y con el objetivo de analizar si su efectividad es generalizable, se realizó un ensayo previo con el cultivo de fresa para posteriormente trabajar con el cultivo de tomate Cherry.

3.1 PREPARACIÓN DEL INÓCULO BACTERIANO

La cepa de *Bacillus* TrujBac2.32, se obtuvo del banco de cepas del laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, aislada de la rizósfera de cultivos de frijol, que cuenta con características PGPB y actividad antagonista (Tabla 4). La cepa seleccionada se reactivó en agar tripticasa de soya (TSA) y se incubó a 28 °C por 24 horas, posteriormente se cultivó en 100 ml de Caldo Triptona de Soya (TSB) a una temperatura de 28°C y en agitación constante a 150 rpm por un periodo de 24 horas. Al término de la incubación se realizó una dilución 1:1 de la biomasa con caldo TSB estéril, hasta obtener una densidad óptica de 0.789 equivalente a 10⁸ UFC/ml.

Tabla 4: Características cepa *Bacillus* TrujBac2.32

| Cepa | Origen | AIA (µg/ml) | Capacidad solubilizadora de fosfato | Antagonismo patógenos |
|---------------------------------|----------|----------------|--|--------------------------|
| Bacillus TrujBac2.32 | Trujillo | 32.6 | Fosfato bi y tricalcico | + |

Fuente: Memenza y Zúñiga (2019)

3.2 OBTENCIÓN DE BIOMASA - METABOLITO CON ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

Se utilizó la cepa de *Bacillus* IcBac2.1 que se obtuvo del banco de cepas del laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se reactivó la cepa en agar tripticasa de soya (TSA), luego el inóculo se cultivó en 20 ml de Caldo Triptona de Soya (TSB) y se incubó a 28°C en agitación constante a 150 rpm por un periodo de 24 horas. Al término de la incubación se realizó una dilución 1:1 de la biomasa con caldo TSB estéril, hasta obtener una densidad óptica de 0.797 equivalente a 10⁸ UFC/ml.

La biomasa obtenida se utilizó para inocular 200 ml de medio mínimo mineral a pH 7. Se incubó a 28°C y en agitación constante a 150 rpm durante 72 horas, obteniendo biomasa enriquecida con metabolitos con actividad antagonista contra hongos patógenos (Memenza y Zúñiga 2019).

3.3 OBTENCIÓN DE INÓCULO DE MICORRIZAS Y CUANTIFICACIÓN MICORRÍCICA

El hongo *Rhizophagus intraradices* se obtuvo de macetas trampa con la planta *Brachiaria decumbens*, en las que se reprodujeron las esporas en 2 ciclos de 4 meses cada uno. Se tomaron 100 g de suelo rizosférico de la maceta trampa, y se extrajeron las esporas mediante tamizado húmedo y decantación según Marques *et al.* (2014). Se realizó la cuantificación de la colonización micorrícica (Giovanetti y Mosse 1980), y colocaron 3 ml del filtrado, con una riqueza de 2050 esporas/ml, al momento de transplantadas las plántulas del germinador a la maceta para permitir el establecimiento de la micorriza en las raíces.

Luego de cosechadas las plantas se separaron las raicillas para obtener el porcentaje de micorrización utilizando la tinción con azul de tripán (Phillips y Hayman 1987).

3.4 PREPARACIÓN DEL HONGO PATÓGENO *Sclerotinia sclerotiorum*

El hongo patógeno aislado de plantas de frijol con síntomas de pudrición se infectó a plantas de fresa y tomate Cherry previamente cultivadas para la obtención del inóculo del patógeno.

El hongo *S. sclerotiorum* se cultivó en medio Agar Papa Dextrosa (PDA) a 25°C y en oscuridad por un período de cinco días. Para la infección de plantas de tomate se utilizaron semillas de trigo como sustrato para el crecimiento del hongo patógeno. Las semillas de trigo fueron hidratadas colocándolas dentro de un vaso de precipitados con agua destilada, las semillas fueron precocidas en microondas por cinco minutos, luego de esto se decantó el agua y se procedió a realizar el secado de las mismas en una bandeja estéril. Posteriormente, se esterilizaron en pequeñas porciones en bolsas de polietileno por 15 minutos a 121°C durante dos periodos sucesivos de 24 horas. En las bolsas con el trigo estéril se sembraron 15 discos de PDA con el hongo previamente colonizado y se incubaron a 25°C durante 5 días.

3.5 ENSAYOS EN PLANTA A NIVEL INVERNADERO

3.5.1 Cultivo de fresas

Se utilizaron plántulas de fresa (variedad Aromas), previamente cultivadas en invernadero durante 40 días en una mezcla estéril de cáscara de arroz, turba y arena, para luego ser transplantados en las macetas de 800 g con sustrato estéril.

3.5.2 Desinfección de las semillas de tomate var. cerasiforme (Cherry)

Se desinfectaron las semillas de tomate var. cerasiforme, con alcohol al 70 por ciento por 3 min, luego con hipoclorito de sodio al 3 por ciento por 3 min, finalmente se eliminaron los restos de los desinfectantes realizando 5 lavados con agua estéril. Se colocaron las semillas desinfectadas en bandejas de germinación, las cuales contienen sustrato con turba y arena estéril en proporción 1:1 (v/v).

3.5.3 Preparación de sustrato en maceta

Se empleó una mezcla de tierra agrícola, turba y arena en una proporción de 2:1:1 (v/v) (Anexo 1). Se colocó en bolsas de tela y se esterilizó utilizando la autoclave por 1 hora a 121°C con descanso de 24 horas durante tres días continuos. En cada maceta de 800 g se colocó una plántula de tomate después de 10 días de germinación.

3.5.4 Inoculación de plántulas

Las plántulas se inocularon en el cuello de planta, con un 1ml del caldo bacteriano (TrujBac 2.32 y biomasa-metabolito IcBac2.1) y con 3 ml de inóculo de micorrizas (10 días antes que los caldos bacterianos).

Luego de 15 días las plántulas se re-inocularon con 1ml de los caldos bacterianos, al día siguiente se colocarán 4 semillas de trigo cubiertas con el micelio del hongo patógeno próximas al cuello de la planta. En cuanto al fungicida, se utilizó quitosano al 0.1 por ciento en el caso de las plantas de fresa y Benomilo al 0.1 por ciento para las plantas de tomate Cherry, estos se aplicaron por aspersión en el cuello de la planta según sea el tratamiento.

3.6 EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD

3.6.1 Severidad de la enfermedad

La aparición de los síntomas de enfermedad por *S. sclerotiorum* en las plantas de tomate en la mayoría de los tratamientos fue luego de los 10 días de infección. La evaluación de la enfermedad se realizó 6 veces durante 6 semanas para el caso de las plantas de fresa y 7 veces durante 7 semanas para el caso de las plantas de tomate Cherry.

La severidad de enfermedad causada por *S. sclerotiorum* fue evaluada según Ouhaibi *et al.* (2016) utilizando la escala de 0-5 donde: 0=no síntomas, 1=1-25 oscurecimiento del tallo 2=26-50 por ciento daño en los tejidos de la planta, 3=51-75 ciento daño en los tejidos de la planta, 4=76-100 por ciento daño en los tejidos de la planta y 5= planta muerta

3.6.2 Incidencia de la enfermedad

La incidencia de la enfermedad causada por *S. sclerotiorum* fue evaluada según Ouhaibi *et al.* (2016)

$$\text{Incidencia de la enfermedad (\%)} = \frac{\text{Número de plantas infectadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas}} \times 100$$

3.6.3 Área bajo la curva

El área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) es una técnica utilizada en la cual se calcula el progreso de la enfermedad utilizando los registros de severidad, la formula fue propuesta por Shaner y Finney (1977).

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{X_{i+1} + X_i}{2} \right] (t_{i+1} - t_i)$$

xi = Porcentaje de tejido afectado

t = Tiempo (días)

n = número de evaluaciones

3.6.4 Evaluación de parámetros agronómicos

- **Peso seco de biomasa radicular y aéreo (g):** se registró después de secar las plantas a 60° C durante 2 días.
- **Altura de la planta (cm):** se realizó la medición desde el cuello de la planta hasta el ápice.
- **Área total de la planta (cm²):** se registró la medición mediante el uso de la unidad móvil de fenotipificación Acinterlab con *software* WPS que utiliza sensores y algoritmos con los que obtenemos imágenes RGB del espectro de luz visible en base a la configuración de colores según el tipo de plantas utilizadas en el ensayo.
- **Niveles de clorofila (SPAD):** se utilizó el equipo SPAD-502Plus con el cual se realizaron tres mediciones en diferentes hojas de la misma planta para luego sacar un promedio con el objetivo de analizar las condiciones de crecimiento y realizar comparaciones entre tratamientos.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo con plantas de fresa se instaló a nivel de invernadero utilizando un diseño completamente al azar con 8 repeticiones por cada tratamiento y 1 planta por maceta realizando un análisis de varianza (ANOVA) $p < 0.05$ y la prueba DMS Fisher, utilizando el *software* R v3.5 y el ensayo con plantas de tomate Cherry se instaló a nivel de invernadero utilizando un diseño completamente al azar con 5 repeticiones por cada tratamiento y 1 planta por maceta realizando un análisis de varianza (ANOVA) $p < 0.05$ seguido de la prueba DMS Fisher, utilizando el *software* R v3.

Los tratamientos fueron los siguientes (Tabla 5 y 6):

Tabla 5: Tratamientos utilizados con plantas de tomate Cherry

| | Con <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | Sin <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> |
|---|--|--|
| Control + | X | |
| Control - | | X |
| <i>Bacillus</i> Trujbac2.32 (B) | X | |
| Biomasa-metabolito <i>Bacillus</i> IcBac2.1 (M) | X | |
| <i>Rhizophagus intraradices</i> (MIC) | X | X |
| <i>Rhizophagus intraradices</i> + <i>Bacillus</i> Trujbac2.32 (MIC + B) | X | |
| <i>Rhizophagus intraradices</i> + Biomasa-metabolito <i>Bacillus</i> IcBac2.1 (MIC + M) | X | |
| Quitosano al 0,1 por ciento (F) | X | |

Tabla 6: Tratamientos utilizados con plantas de tomate Cherry

| | Con <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | Sin <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> |
|---|--|--|
| Control + | X | |
| Control - | | X |
| <i>Bacillus</i> Trujbac2.32 (B) | X | X |
| Biomasa-metabolito <i>Bacillus</i> IcBac2.1 (M) | X | X |
| Biomasa-metabolito <i>Bacillus</i> IcBac2.1 + <i>Bacillus</i> TrujBac2.32 (M + B) | X | X |
| <i>Rhizophagus intraradices</i> (MIC) | X | X |
| <i>Rhizophagus intraradices</i> + <i>Bacillus</i> Trujbac2.32 (MIC + B) | X | X |

<<continuación>>

| | | |
|--|---|---|
| <i>Rhizophagus intraradices</i> + Biomasa-metabolito Bacillus IcBac2.1 (MIC + M) | X | X |
| <i>Rhizophagus intraradices</i> + Biomasa-metabolito Bacillus IcBac2.1 + <i>Bacillus</i> TrujBac2.32 (MIC + M + B) | X | X |
| Benomilo al 0,1 por ciento (F) | X | |

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo previo se trabajó con plantas de fresas durante 6 semanas inoculadas con *Sclerotinia sclerotiorum*, microorganismos promotores de crecimiento vegetal y sus metabolitos, comparados con el fungicida quitosano 0.1 por ciento (Tabla 7) (Anexos 2 y 3). Los resultados mostraron que la inoculación de los microorganismos beneficiosos incrementó el peso seco de la planta sobresaliendo la micorriza arbuscular y la bacteria *Bacillus* TrujBac2.32, los tratamientos que controlaron la enfermedad con respecto al peso seco de la planta fueron M, B y MIC + B ya que redujeron el daño en las plantas (2.93, 2.86 y 2.56 respectivamente).

Tabla 7: Peso seco aéreo y peso de raíz de plantas de fresa inoculadas con microorganismos

| Tratamientos | Sin <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | | | Con <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> | | |
|------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| | Peso seco aéreo (g) | Peso seco raíz (g) | Peso seco total de la planta (g) | Peso seco aéreo (g) | Peso seco raíz (g) | Peso seco total de la planta (g) |
| Control + | - | - | - | 0.65ab | 1.6ab | 2.25abc |
| MIC | 1.94b | 1.35b | 3.29c | 1.63b | 1.30b | 2.93c |
| B | - | - | - | 1.62b | 1.24ab | 2.86bc |
| M | - | - | - | 1.01ab | 0.56a | 1.57ab |
| F | - | - | - | 0.49ab | 0.42ab | 0.91abc |
| MIC + M | - | - | - | 0.64a | 0.63ab | 1.27a |
| MIC + B | - | - | - | 1.23ab | 1.33ab | 2.56abc |
| Control - | 1.31ab | 1.46ab | 2.77abc | - | - | - |

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al ANOVA ($p < 0.05$).

Tabla 8: Severidad de la enfermedad y área bajo la curva causada por *Sclerotinia sclerotiorum* en plantas de fresa durante seis semanas de evaluación

| Tratamientos | Severidad | Área bajo la curva |
|--------------|-----------|--------------------|
| Control + | 95.38 | 475.13a |
| MIC | 59.50 | 76.13d |
| B | 72.13 | 347.00abc |
| M | 61.25 | 250.00c |
| F | 95.38 | 449.50ab |
| MIC + M | 65.88 | 305.50bc |
| MIC + B | 84.50 | 360.38abc |

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al ANOVA ($p < 0.05$).

En cuanto al menor grado de severidad y área bajo la curva de la enfermedad, el tratamiento obtenido después de seis semanas fue con el tratamiento MIC (Tabla 8)

Porcentaje de micorrización

La Tabla 9 (Anexo 4) muestra que las plantas tratadas con MIC + M en presencia del hongo patógeno tuvieron un mayor porcentaje de colonización de raíces MA (20.46 por ciento), seguido de MIC + B (12.02 por ciento). La presencia de la bacteria estimuló significativamente la colonización de raíces micorrícicas de la planta (MIC + B), en comparación con aquella planta que solo está inoculada con las micorrizas (MIC).

Tabla 9: Colonización micorrízica arbuscular (Porcentaje) en plantas de fresa inoculadas con *S. sclerotiorum*, bacterias promotoras del crecimiento y sus metabolitos

| Tratamiento | Porcentaje de micorrización |
|---------------|-----------------------------|
| MIC + M + Scl | 20.46c |
| MIC + Scl | 8.94 a |
| MIC + B + Scl | 12.02b |
| MIC | 17.49bc |

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al ANOVA ($p < 0.05$).

Los resultados del ensayo con fresa pudieron constatar que los tratamientos inoculados tienen efecto biocontrolador contra *Sclerotinia sclerotiorum* y por lo tanto es posible realizar pruebas con otro tipo de cultivo como el tomate Cherry.

4.1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS EN PLANTAS DE TOMATE CHERRY

Se realizó la evaluación de 5 parámetros agronómicos tanto en presencia como ausencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en plantas de tomate Cherry (Tabla 10 y 11).

Tabla 10: Efecto de la inoculación de microorganismos en diferentes parámetros agronómicos en plantas de tomate en ausencia del hongo patógeno

| Tratamiento | Peso seco raiz (g) | Peso seco aereo (g) | Altura (cm) | Área de la planta (cm ²) | Clorofila (SPAD) |
|-------------|--------------------|---------------------|-------------|--------------------------------------|------------------|
| Control - | 0.84b | 4.43bc | 54.60ab | 807.18a | 27.09 a |
| MIC + M | 1.85 a | 5.25a | 57.40ab | 955.27a | 27.17 a |
| B | 1.18ab | 5.24ab | 59.20a | 882.81a | 26.71 a |
| MIC + M + B | 0.84b | 5.47a | 60.00a | 907.22a | 25.31 a |
| MIC + B | 1.23ab | 4.74abc | 55.60ab | 877.45a | 24.04 a |
| MIC | 1.18ab | 4.36b | 51.00b | 803.06a | 27.27 a |
| M + B | 1.85 a | 4.70abc | 55.60ab | 874.26a | 26.56 a |
| M | 1.11ab | 4.81abc | 61.89a | 935.60a | 24.46 a |

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al ANOVA ($p < 0.05$) seguido de la prueba LSD-Fisher)

Tabla 11: Efecto de la inoculación de microorganismos en diferentes parámetros agronómicos en plantas de tomate en presencia del hongo patógeno

| Tratamiento | Peso seco raiz (g) | Peso seco aereo (g) | Altura (cm) | Área (cm ²) | Clorofila (SPAD) |
|-------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------------------|--------------------|
| Control - | 0.84 a | 4.43a | 54.60a | 807.18a | 27.09 ^a |
| Control + | 0.34bc | 2.76bc | 43.60ab | 410.24abc | 18.20b |
| MIC + M | 0.66ab | 2.53bc | 40.20ab | 381.21bc | 9.31c |
| B | 0.29bc | 2.89bc | 47.00ab | 491.85abc | 13.96bc |
| MIC + M + B | 0.40abc | 3.28ab | 46.80ab | 571.68abc | 16.18bc |
| MIC + B | 0.47abc | 3.76ab | 53.00a | 534.43abc | 19.10ab |
| MIC | 0.12c | 1.51c | 31.60b | 215.22c | 16.60bc |
| M + B | 0.62ab | 4.48a | 54.60a | 776.48ab | 16.40bc |
| M | 0.49abc | 3.25ab | 44.80ab | 525.18abc | 16.63bc |
| F | 0.33bc | 2.84bc | 43.60ab | 421.91abc | 14.40bc |

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo al ANOVA ($p < 0.05$) seguido de la prueba LSD-Fisher)

4.1.1 Peso seco aéreo

En el caso del peso seco aéreo sin patógeno se obtuvo que los tratamientos con mejores resultados y que son significativamente diferentes (Figura 1) (Anexo 5) con respecto al control - fueron MIC + M + B y MIC + M (5.47 g y 5.25 g respectivamente).

El tratamiento que obtuvo mayor peso seco aéreo en presencia del patógeno fue M + B y es significativamente diferente con respecto al control + (4.48 g) comparado con el tratamiento químico Benomilo al 0.1 por ciento que obtuvo 2.84 g (Figura 2) (Anexo 6).

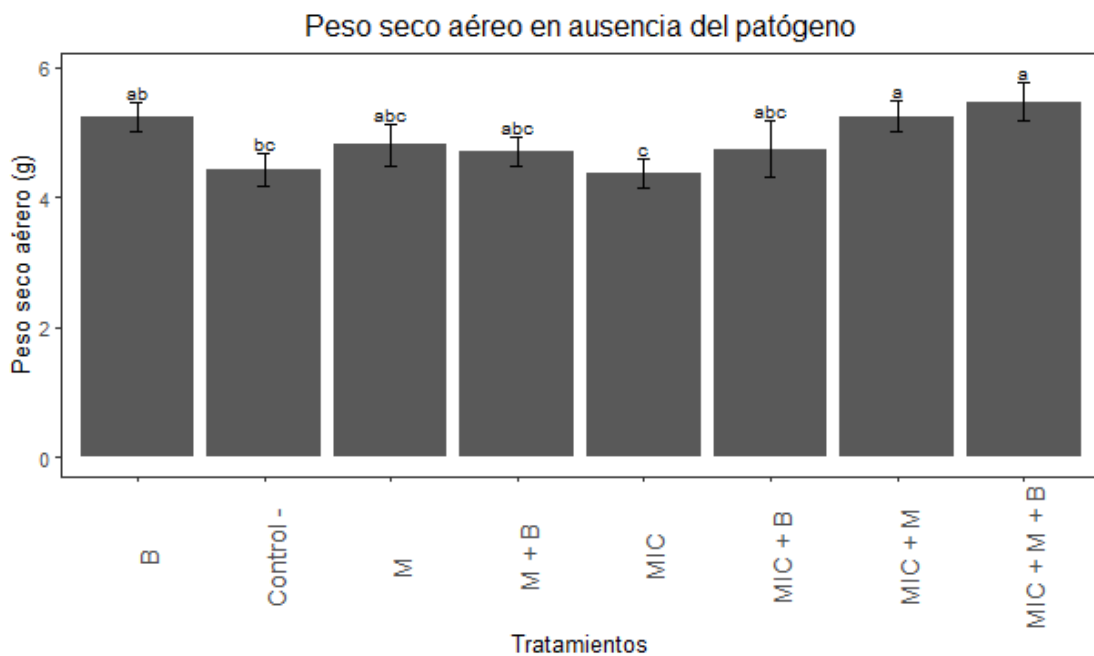


Figura 1: Peso seco aéreo de tomate Cherry en ausencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

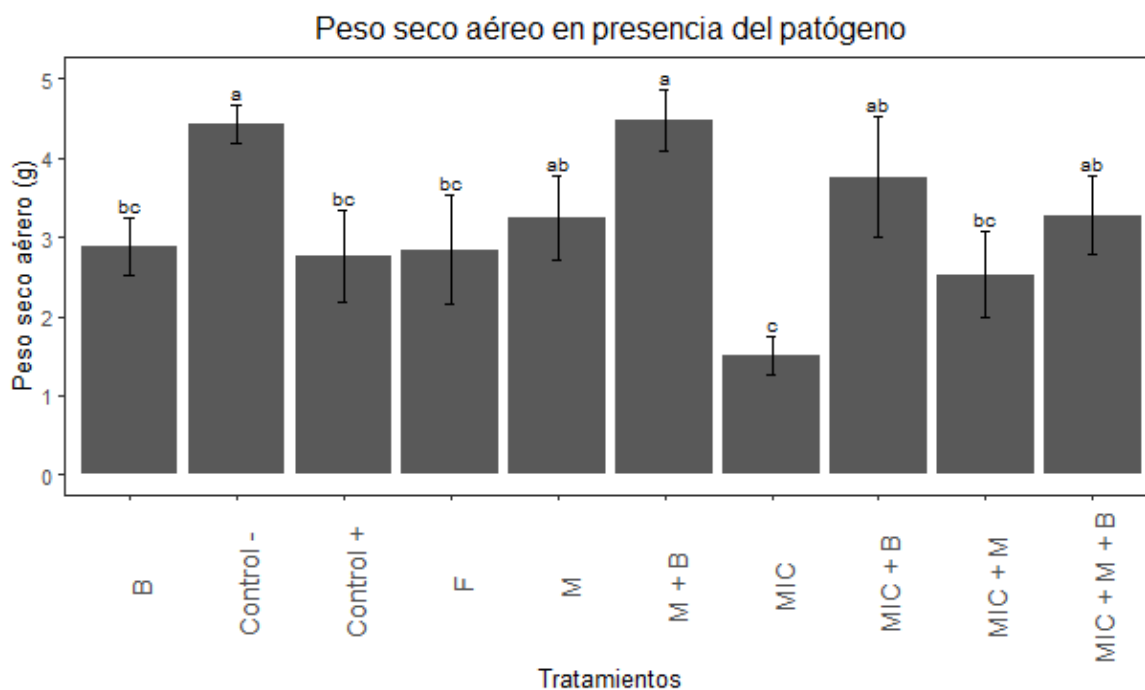


Figura 2: Peso seco aéreo de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

4.1.2 Peso seco raíz

En ausencia del patógeno los tratamientos que obtuvieron el mejor resultado (Figura 3) (Anexo 7) y que son significativamente diferentes con respecto al control - fueron MIC + M y M + B (ambos 1.85 g).

Los resultados obtenidos en presencia del patógeno no mostraron diferencias significativas, sin embargo, se observó la tendencia a que en todos mejoró el peso seco de raíz en comparación con el control + y Benomilo 0.1 por ciento (Figura 4) (Anexo 8).

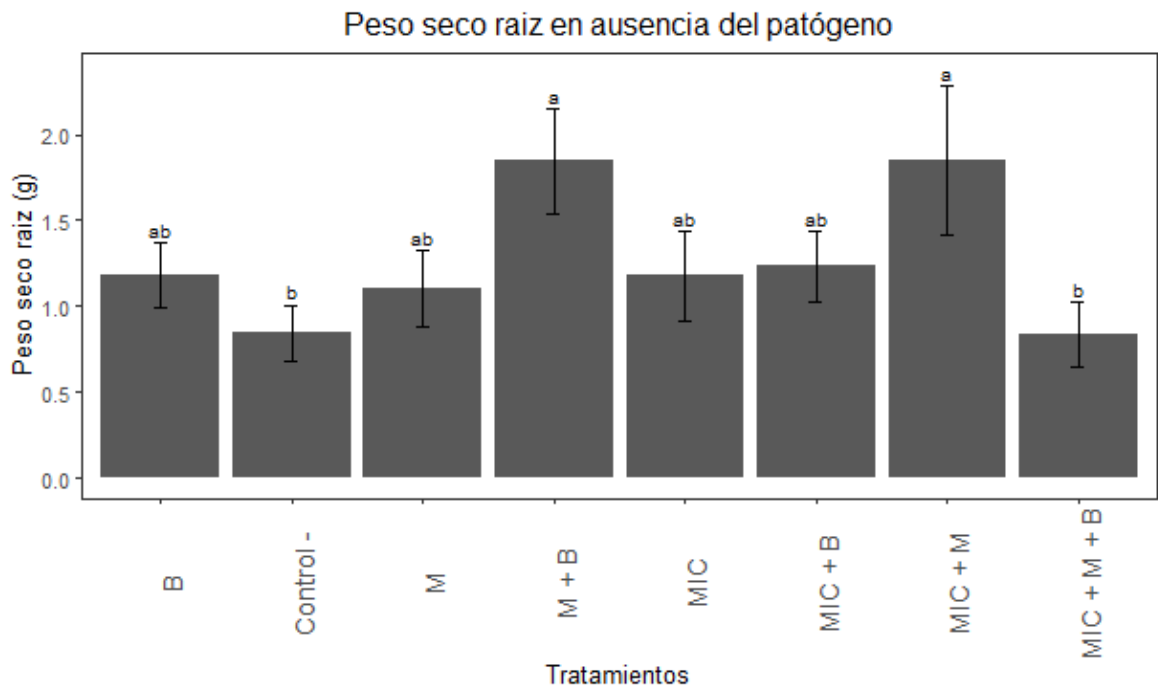


Figura 3: Peso seco radicular de tomate Cherry en ausencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

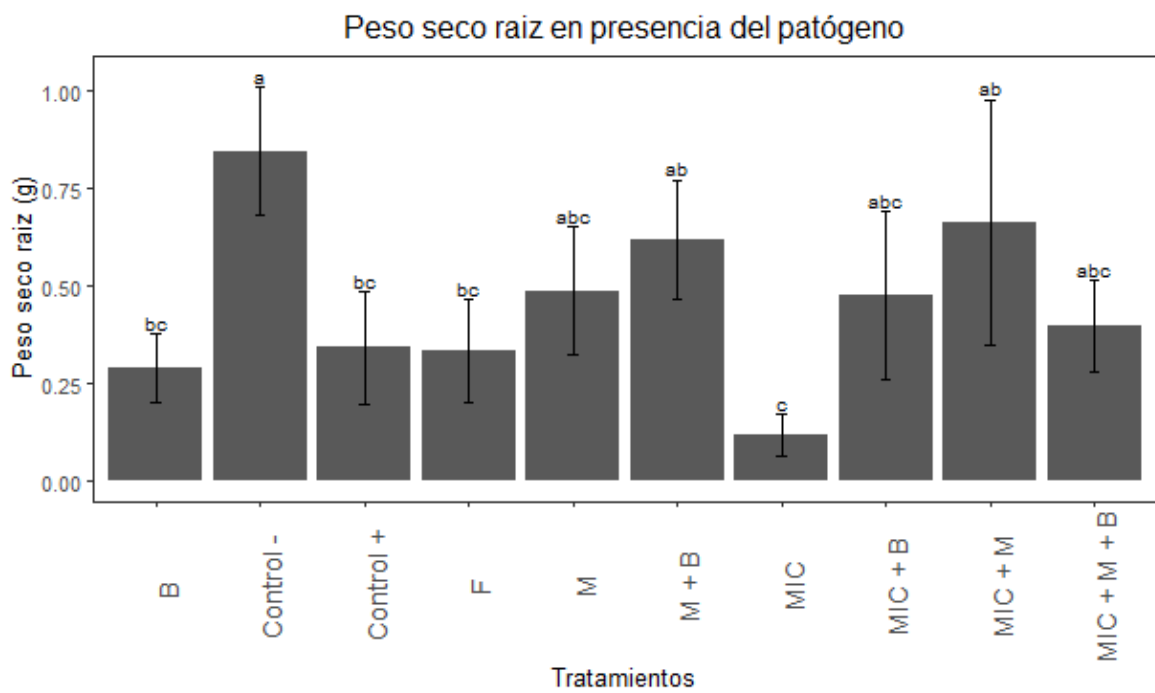


Figura 4: Peso seco radicular de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

Basado en los resultados obtenidos se puede decir que la interacción de los microorganismos mejora la producción foliar y radicular tal como diversos estudios que se realizaron sobre los beneficios de la doble inoculación realizado por Akkopru y Demir (2005), que compararon tanto la inoculación simple como doble, usando como biocontroladores a *P. fluorescens*, *E. cloacae*, *P. putida* con *G.intraradices* y contra *Fusarium oxysporum* f. sp. Lycopersici (FOL) teniendo como resultados un incremento del peso seco radicular (107 por ciento) comparando con el control negativo. Asimismo, Liu *et al.* (2019) realizaron dos experimentos a nivel invernadero para el control de patógenos fúngicos *Rhizoctonia solani* y *Pythium ultimum* en tomate, donde uno de los experimentos fue con cepas PGPB individuales *Bacillus altitudinis*, *B. velezensis* y otro con la interacción de las mismas, obteniendo como resultados que tanto las cepas individuales como la interacción de las mismas controlaron los patógenos, sin embargo los niveles de crecimiento, peso seco foliar y radicular fueron mejores con la coinoculación debido a mecanismos usados por los microorganismos como la producción de fitohormonas, supresión de patógenos, fijación de nitrógeno y solubilización de minerales, de acuerdo a Mahmood *et al.* (2014).

4.1.3 Área total

En correlación con los resultados obtenidos en peso seco aéreo en ausencia del patógeno los tratamientos que obtuvieron mejores resultados fueron MIC + M y MIC + M + B (955.27 cm² y 907.22 cm² respectivamente) comparado con el control – con 807.18 cm² (Figura 5)(Anexo 9). Por otro lado, respecto al tratamiento en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*, la interacción con el M y B tuvo el resultado más alto con 776.48 cm². no siendo significativamente diferentes comparados con el control + y Benomilo 0.1 por ciento pero con valores que demuestran la interacción positiva entre microorganismos (Figura 6)(Anexo 10), resultados similares a los obtenidos por Pérez *et al.* (2015) que analizaron el efecto de la inoculación simple y combinada de hongos formadores de micorriza y rizobacterias de crecimiento vegetal dando como resultado que las plántulas de mora ecotipo Castilla con la inoculación de *Glomus* sp (77.07 cm²) y la interacción de *Glomus* sp y *P. migulae* (73.87 cm²) tuvieron los valores más altos en cuanto a área foliar comparados con el fertilizante químico (68.30 cm²).

El-Sawah *et al.* (2021) trabajaron con plantas de guar durante dos años consecutivos y utilizaron como biofertilizantes *Bradyrhizobium* sp, *B. subtilis* y micorriza dando como resultado que la combinación de las bacterias con la micorriza tuvo la máxima área foliar tanto en el año 2018 (53,6 cm²) como en el 2019 (55,0 cm²), manifestándose el efecto nutricional de los microorganismos que favorece la producción de biomasa.

En el caso del efecto de las rizobacterias y micorrizas en respuesta al ataque con patógenos Serret *et al.* (2016) indicaron que las plantas de fresa en presencia de *Phytophthora capsici* e inoculadas con rizobacterias más *R. intraradices* mostraron mayor área foliar (239.95 cm²) comparadas con el testigo positivo que tuvo 93.77 cm² esto debido a que el uso de simbiontes mutualistas ayuda en el crecimiento y producción de las plantas ante algún tipo de estrés.

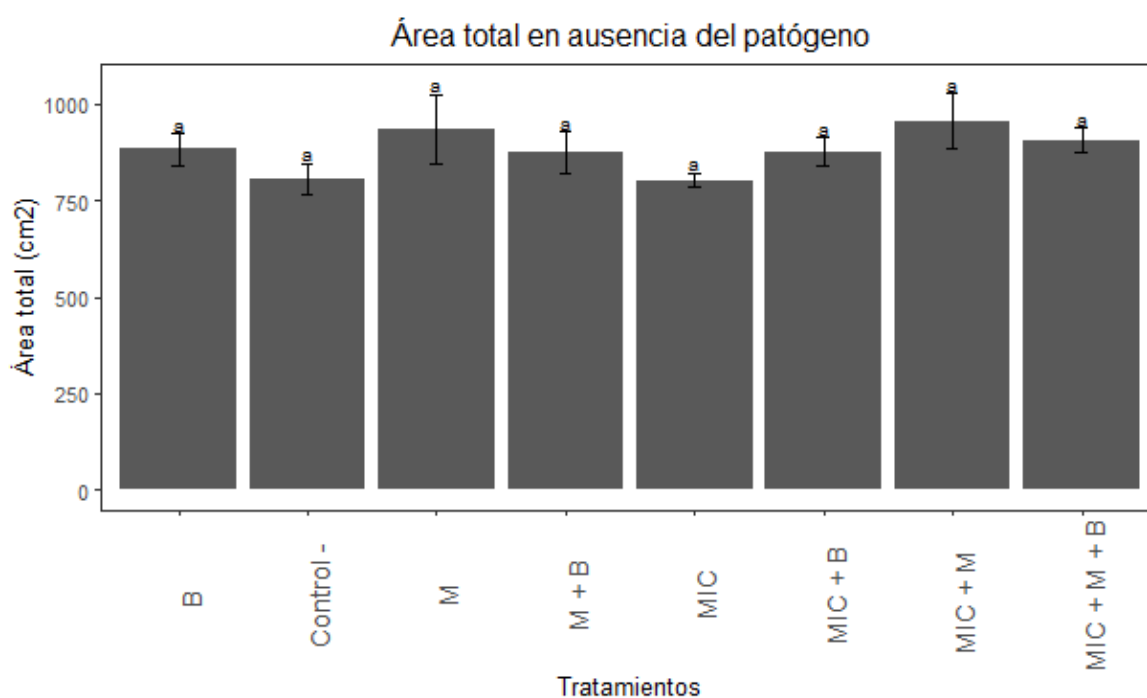


Figura 5: Área total de las plantas de tomate Cherry en ausencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

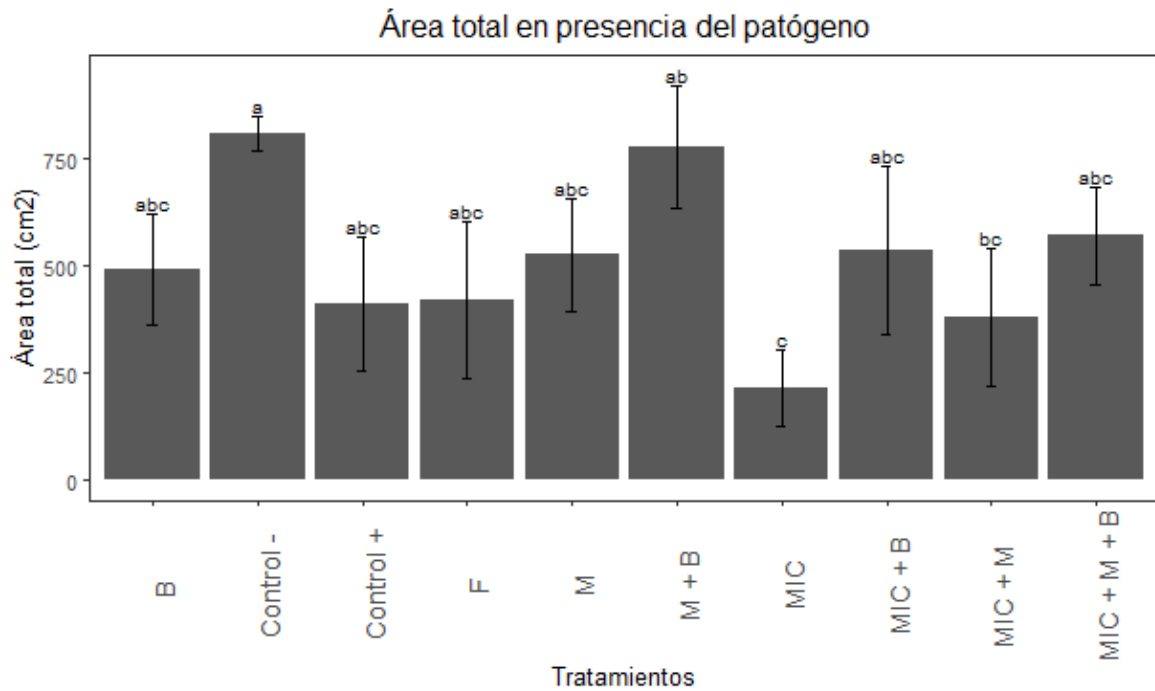


Figura 6: Área total de las plantas de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

4.1.4 Altura de la planta:

La altura de las plantas inoculadas con MIC + M + B y M (60.00 cm y 61.89 cm respectivamente) obtuvieron los valores más altos y son significativamente diferentes con respecto al control - en ausencia del hongo patógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. Los resultados del tratamiento MIC + M + B están correlacionados con los obtenidos en el peso seco aéreo y área total. (Figura 7) (Anexo 11). Por otro lado, en presencia del hongo patógeno los tratamientos M + B y MIC + B (54.60 cm y 53.00 cm respectivamente) (Figura 8) (Anexo 12) son significativamente diferentes al control + y al tratamiento químico, estas diferencias en cuanto a la altura se debe a que muchas especies de *Bacillus* promueven el crecimiento de las plantas mediante la solubilización de fosfatos y producción de fitohormonas, tanto especies de *Bacillus* spp., como los hongos micorrícicos arbusculares participan también en la protección contra el estrés abiótico respondiendo diferente a sequías, inundaciones, temperaturas extremas, salinidad y metales pesados.

Los estudios llevados a cabo demostraron que las comunidades de MA cambian en composición dependiendo del estrés abiótico específico variando sus beneficios con respecto a las plantas asociadas (Diagne *et al* 2020) y en cuanto al estrés biótico de las plantas, en donde el ácido salicílico (AC) coordina los mecanismos de defensa que son generalmente efectivos contra patógenos mientras que el ácido jasmonico (AJ) regula las respuestas a heridas y resistencia contra necrótrofos

Nanjundappa *et al.* (2019) indican que la interacción de ambos microorganismos promueve la mayor absorción de nutrientes y protección contra patógenos vegetales y alivio de estreses como salinidad o presencia de metales pesados. Del mismo modo Yusran *et al.* (2009) midieron la eficacia de *Pseudomonas* sp. y *Bacillus amyloliquefaciens* para mejorar el nivel de nutrientes y el crecimiento de plantas de tomate afectadas con *Fusarium oxysporum*.

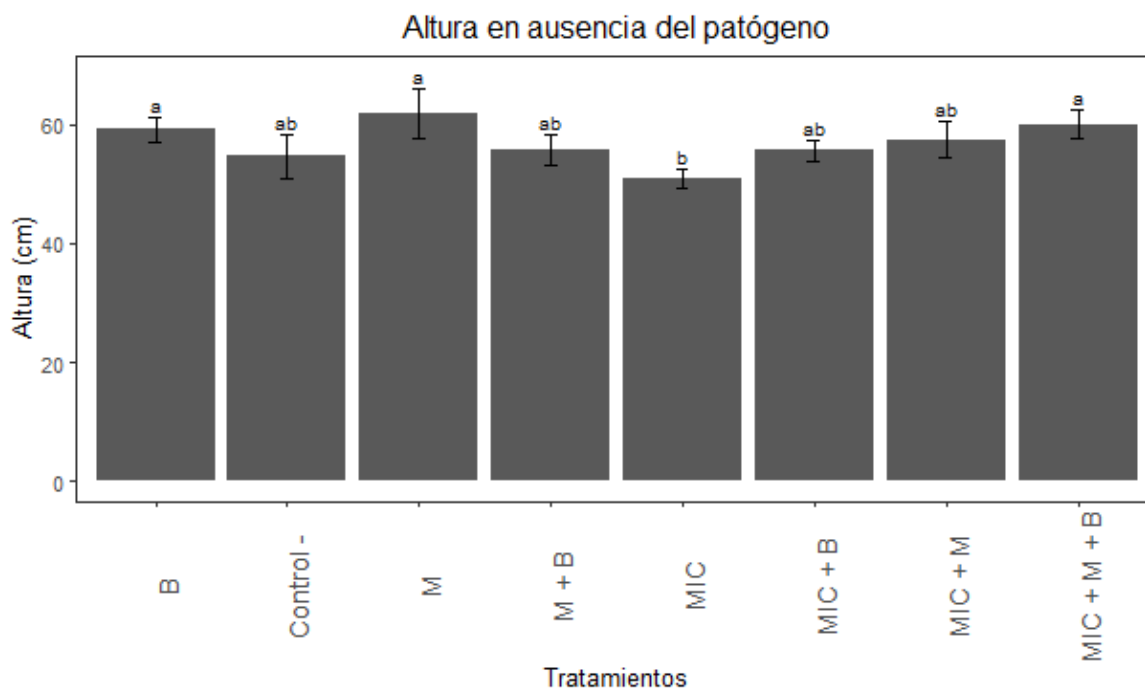


Figura 7: Área total de las plantas de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

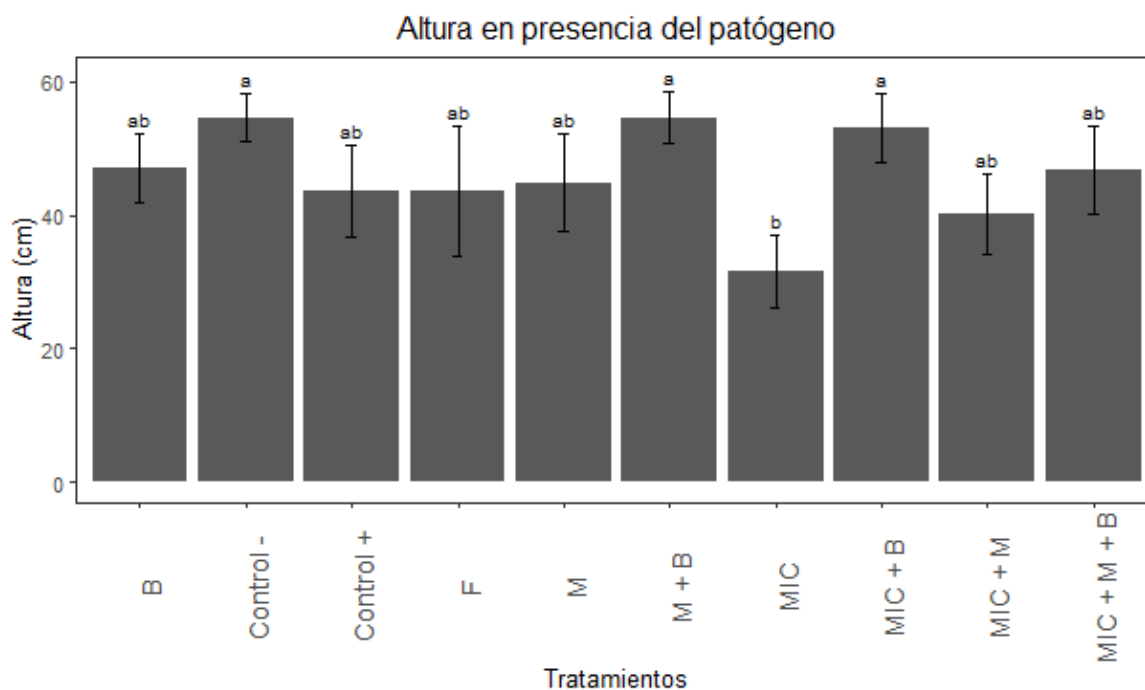


Figura 8: Altura de plantas de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

4.1.5 Niveles de clorofila

El tratamiento MIC + M obtuvo la mayor concentración de clorofila con 27.27 SPAD (Figura 9)(Anexo 13) en ausencia del hongo patógeno, en el caso del tratamiento que obtuvo mejores resultados en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum* fue MIC + B con 19.10 SPAD (Figura 10) (Anexo 14),sin embargo no fue significativamente diferente al control + y al fungicida químico.

Los resultados obtenidos demostraron que la micorrización mejora los niveles de clorofila en las plantas tal como Prem y Prabina (2019) que indican que la micorriza mejora el desempeño fotosintético en plantas de pantano lo que se refleja en una mayor concentración de clorofila debido a la biomasa vegetal mejorada. Vafadar *et al.* (2013) compararon los efectos de la inoculación simple y la coinoculación en plantas de *Stevia rebaudiana*

Los resultados obtenidos que la simbiosis dual entre *A. chroococcum* + *G. intraradices*, *B. polymixa* + *G. intraradices* y *A. chroococcum* + *P. putida* obtuvieron el máximo nivel de clorofila total, a causa de la mayor concentración de carbono provocada por los simbiontes y a la mejor nutrición de las plantas hospedantes, comparado con la inoculación simple de *A. chroococcum* que obtuvo menores niveles, por otro lado la triple inoculación tuvo buenos resultados pero no mejor que la doble inoculación probablemente provocado por la competencia entre microorganismos lo que disminuye su eficacia. La mejor nutrición también incide en la mejora del contenido de Mg, estructuralmente relacionado con la clorofila.

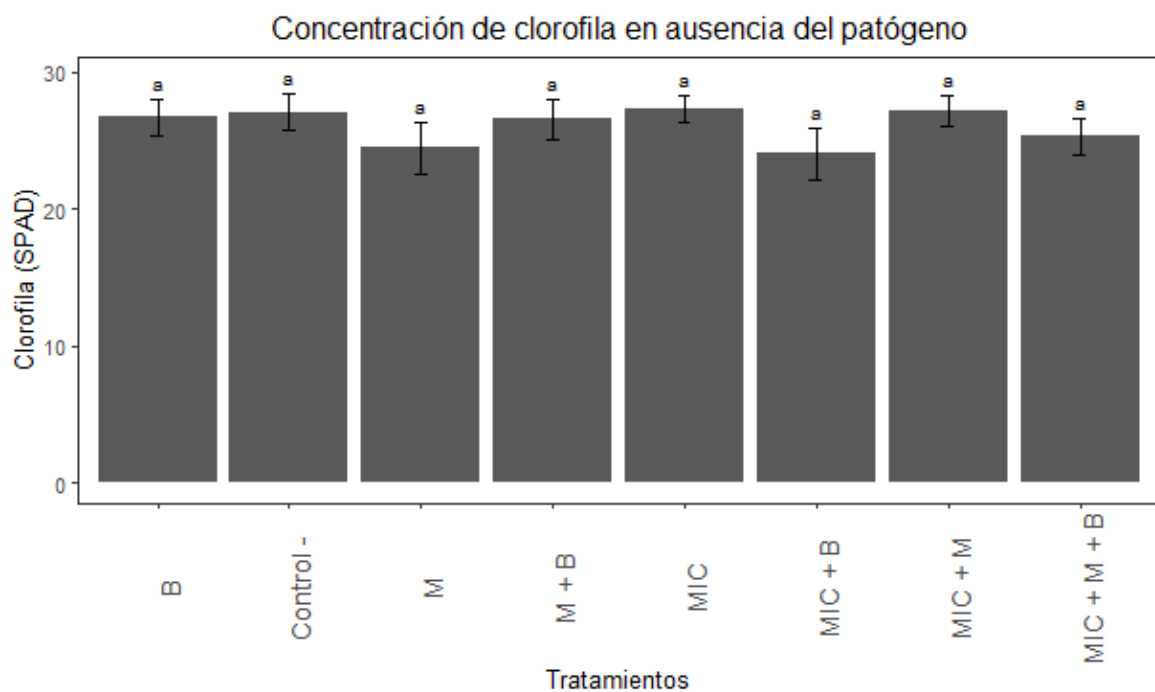


Figura 9: Concentración de clorofila de tomate Cherry en ausencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

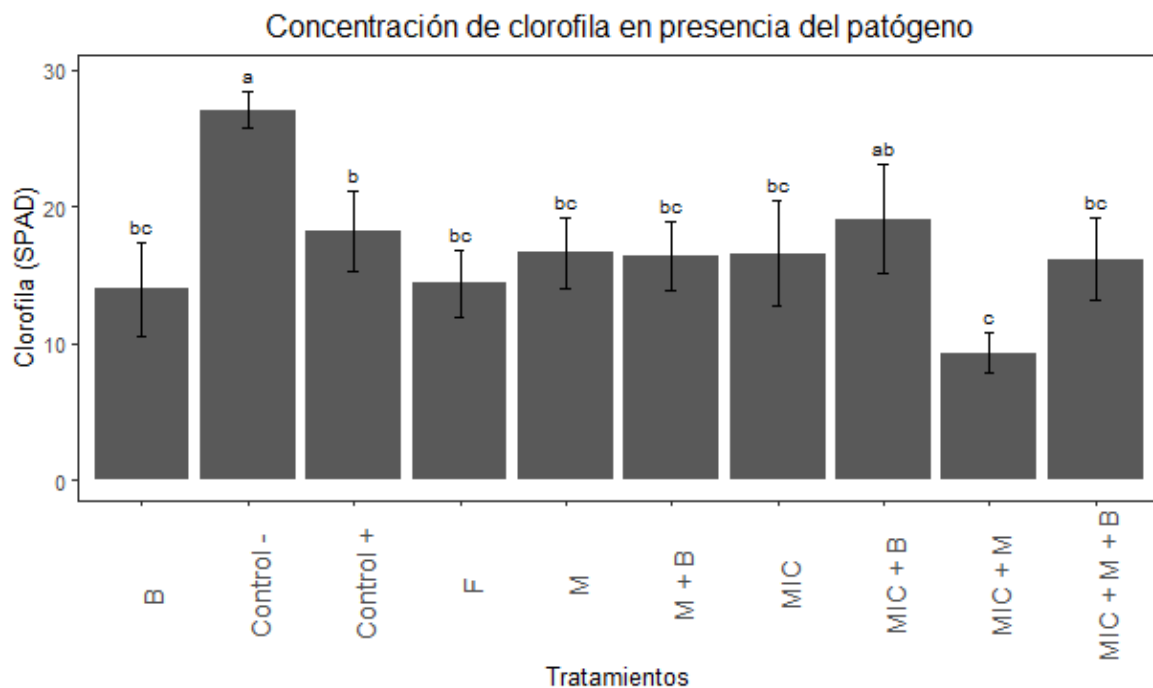


Figura 10: Concentración de clorofila de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

4.1.6 Porcentaje de micorrización

El mayor porcentaje de micorrización en ausencia del hongo patógeno fue el tratamiento MIC con 23 por ciento y el tratamiento con mayor promedio en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum* fue MIC + M + B con 11 por ciento (Figura 11 y 12) comparando con el tratamiento de MIC que solo obtuvo 6 por ciento de micorrización (Anexo 15). De acuerdo a Jaizme-Vega y Rodríguez-Romero (2004) la interacción entre micorriza y bacterias PGPB promueven el porcentaje de micorrización frente al patógeno debido a que estas bacterias mejoran la germinación de esporas de hongos, la elongación de los tubos germinativos e incrementan la densidad de hifas micorrizicas. Al igual que la presente investigación Jaizme-Vega y Rodríguez-Romero (2004) obtuvieron niveles de micorrización relativamente bajos entre 15 y 31 por ciento en plantas de papayo infectadas con *Meloidogyne incognita* sin embargo la interacción entre *Bacillus* spp y *G. Mosseae* demostró un efecto tolerante contra el patógeno.

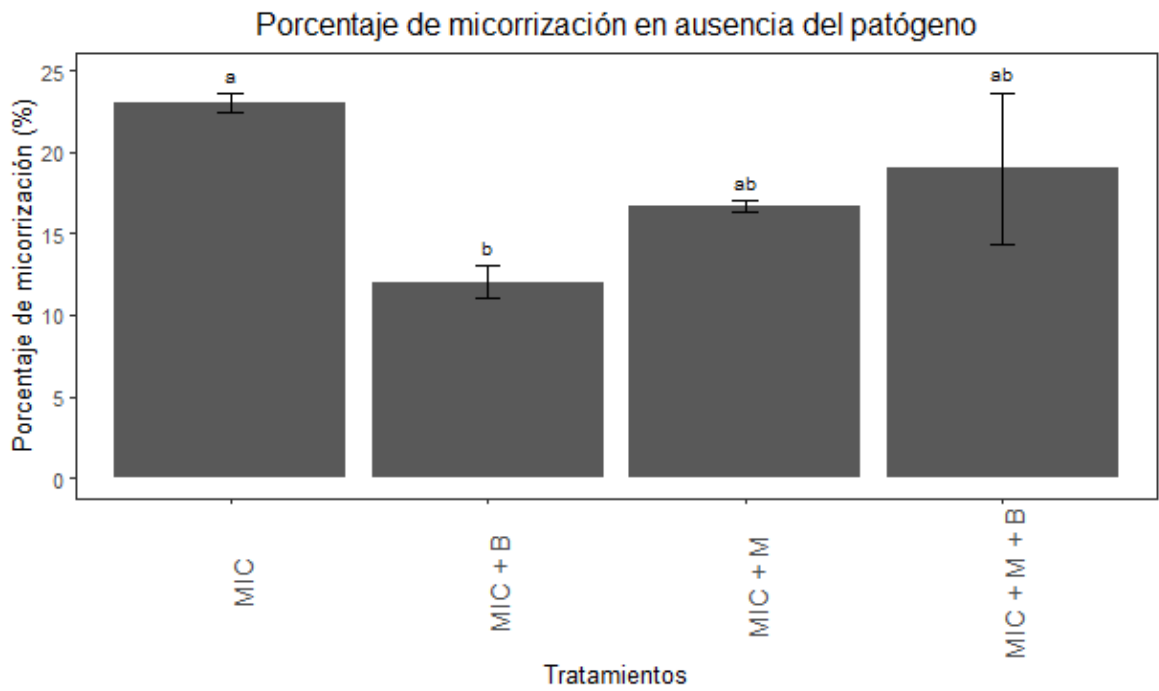


Figura 11: Porcentaje de micorrización en plantas de tomate Cherry en ausencia del hongo *Sclerotinia sclerotiorum*

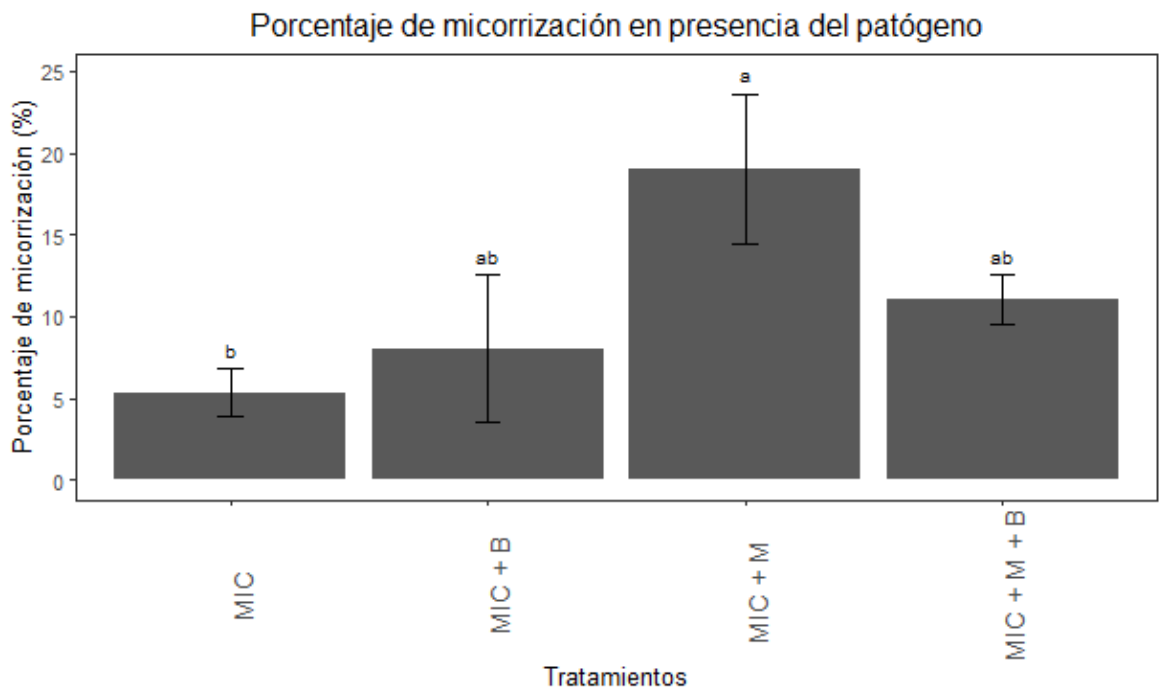


Figura 12: Porcentaje de micorrización en plantas de tomate Cherry en presencia del hongo *Sclerotinia sclerotiorum*

4.2 EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD EN PLANTAS DE TOMATE CHERRY

4.2.1 Incidencia de la enfermedad

El análisis de incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* se realizó 7 veces durante 7 semanas, obteniendo que el tratamiento MIC + B + M obtuvo 20 por ciento de incidencia de la enfermedad en el último análisis comparando con el fungicida químico que obtuvo 60 por ciento (Tabla 12). Los resultados demostraron que los plaguicidas pueden tener una baja eficiencia debido a la resistencia de las plagas ante los químicos, por tal motivo el uso de microorganismos y la interacción de los mismos como en el caso de MIC + B + M puede ser una alternativa de control ya que según lo que indicaron Chandra *et al.* (2019) estos microorganismos sobreviven a condiciones desfavorables, cuentan con alta eficiencia en el uso de nutrientes y agresividad contra patógenos ya que inducen al desarrollo de los mecanismos de defensa de la planta.

Cai *et al.* (2021) utilizaron a *Funneliformis mosseae*, *Rhizophagus intraradices*, *Trichoderma virens*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* y la interacción de los mismos como biocontroladores contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* en tomate, obteniendo como resultados que la co-inoculación de *Rhizophagus intraradices* + *Pseudomonas fluorescens* + *Trichoderma harzianum* tuvieron los mejores resultados, debido a que estos microorganismos colonizaron la rizosfera formando una simbiosis mutua. Además que se observó que *Trichoderma* spp. coloniza las raíces junto con las micorrizas arbusculares formando simbioses complejas, obteniendo sinergia entre ellos, al mismo tiempo que existe un efecto de colaboración biológicamente eficaz entre micorriza y PGPB. Los microorganismos simbióticos funcionan debido a la síntesis directa de metabolitos secundarios como fitohormonas y antibióticos, debido a que según Alejandro *et al.* (2017) en la primera fase de crecimiento de las plantas la raíz exuda estrigolactonas que facilitan la mayor colonización de las micorrizas arbusculares. El sistema inmunológico de la planta responde localmente a las primeras etapas de colonización de las MA que implican la activación transitoria de las defensas dependientes del ácido salicílico y que ayudan a preparar los tejidos vegetales sistémicos para este tipo de defensa.

Sin embargo para que la MA forme una simbiosis estable el hongo debe suprimir localmente estas defensas de las plantas a través de efectores hasta el momento desconocidos, reprogramando las defensas de la planta con la inducción de ácido abscísico dando como resultado cambios en los exudados radiculares y posiblemente en el sistema de defensas. Durante la última fase la micorrizosfera ha reclutado rizobacterias y pueden producir ácido jasmónico y etileno. De esta manera el cebado inmunológico o primado aparece como un proceso más complejo que implica una interacción espacio-temporal de diferentes organismos de la rizósfera como las micorrizas arbusculares y rizobacterias y las correspondientes reacciones del huésped.

4.2.2 Área bajo la curva

Este método determina la severidad de la enfermedad acumulada durante el tiempo del estudio. los valores promedio obtenidos demostraron que los tratamientos con mejores resultados fueron M y MIC + M + B (15.21 y 20.21 respectivamente) en presencia del patógeno (Tabla 4), indicando que los microorganismos en interacción tienen tendencia a funcionar como biocontroladores del patógeno durante las 7 semanas que se realizó el estudio (Figura 13) (Anexo 17)

Tabla 12: Evaluación de la enfermedad en plantas de tomate Cherry en el periodo de siete semanas de infección del hongo patógeno

| Tratamiento | Incidencia de la enfermedad (Porcentaje) | Severidad de la enfermedad (Porcentaje) | Área bajo la curva |
|-------------------|--|---|--------------------|
| Control + | 60 | 45.40 | 171.25 |
| B + Scl | 40 | 40.40 | 122.31 |
| MIC + M + B + Scl | 20 | 20.21 | 6.02 |
| MIC + B + Scl | 40 | 30.40 | 119.64 |
| MIC + Scl | 60 | 47.80 | 164.8 |
| M + B + Scl | 20 | 22.80 | 9.15 |
| M + Scl | 20 | 15.21 | 22.20 |
| MIC+ M + Scl | 60 | 40.40 | 109.34 |
| F | 60 | 48.00 | 163.72 |

V. CONCLUSIONES

Ensayo con fresa

- Los resultados del ensayo con fresa pudieron comprobar que los tratamientos inoculados tienen efecto biocontrolador contra *Sclerotinia sclerotiorum* ya que el peso seco total de las plantas en presencia de M, B y MIC + B (2.93 g, 2.86 g y 2.56 g respectivamente) fue mayor en comparación al control +, en cuanto a la severidad de la enfermedad los tratamientos en presencia de MIC y M mostraron resultados menores con respecto al control +, de igual manera en el caso del porcentaje de micorrización la interacción entre MIC + M tuvo resultados positivos (20.46 por ciento) comparado con el control –

Ensayo con tomate Cherry

- En el caso del cultivo de tomate Cherry, los parámetros agronómicos analizados ya sea altura, peso seco radicular y foliar, área y clorofila demostraron que los simbiontes mutualistas de PGPB y micorriza arbuscular funcionan debido a que la interacción de ambos microorganismos promueven la mayor absorción de nutrientes, crecimiento y protección contra patógenos vegetales.
- El tratamiento M + B en presencia del patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* obtuvo los datos más altos en cuanto peso seco aéreo, radicular y el área comparados con el Benomilo 0.1 por ciento.
- La interacción de MIC + M + B dio como resultado un 11 por ciento de micorrización en presencia del hongo patógeno demostrando un efecto controlador contra *Sclerotinia sclerotiorum*.

- En cuanto a la evaluación de la enfermedad el tratamiento MIC + M + B tuvo como resultados en cuanto a incidencia de la enfermedad (20 por ciento), severidad en la séptima semana de infección (20.21 por ciento) y el ABCPE (6.01), datos que indican la sinergia de los microorganismos y la colaboración de los mismos contra el patógeno, comparado con el tratamiento químico benomilo 0.1 por ciento.
- Los hallazgos encontrados podrían orientar a realizar mayores investigaciones sobre el uso de microorganismos como tecnología verde de control de enfermedades en plantas y promover la sostenibilidad agrícola, desarrollo económico y el cuidado a la salud humana y animal

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos a nivel de campo de los mejores tratamientos obtenidos tanto en fresa con en tomate Cherry
- Realizar ensayos utilizando las cepas seleccionadas y la interacción de las mismas para el control de fitopatógenos y con otro tipo de planta.
- Utilizar el tratamiento MIC + B o MIC + M como fertilizantes biológicos debido que mejora el crecimiento y producción de la planta comparado con el control negativo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ouhaibi, Ben; Vallance, Jessica; Gerbore,Jonathan; Rey, Patrice; Daami,Mejda. 2016. Bio-suppression of *Sclerotinia* Stem Rot of Tomato and Biostimulation of Plant Growth Using Tomato-associated Rhizobacteria. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 1-11.
- Agencia Agraria de Noticias. 19 de Febrero de 2020. Obtenido de Agencia Agraria de Noticias: <https://agraria.pe/noticias/produccion-de-pasta-de-tomate-en-ica-crecio-9-3-en-2019-20885>
- Akkopru, A., & Demir, S. 2005. Biological Control of Fusarium Wilt in Tomato Caused by *Fusarium oxysporum* sp. lycopersici by AMF *Glomus intraradices* and some Rhizobacteria. *J. Phytopathology*, 544-550.
- Alarcón, Alejandro; Boicet, Tony; Godefoy, Maria; Jiménez, Macario; Ceiro, Wilson; Bazán, Yurdanys. 2013. Efecto de las micorrizas arbusculares y *Meloidogyne* spp. en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Protección Vegetal*, 219-223.
- Alejandro, P.-d.-L., Tille, S., Johnson, I., Pascual-Pardo, D., Ton, J., & Cameron, D. D. 2017. The interactive effects of arbuscular mycorrhiza and plant growth-promoting rhizobacteria synergistically enhance host plant defences against pathogens. *Nature-Scientific reports*, 1-2.
- Ministerio del Ambiente. 2020. *Linea de base de la diversidad del tomate peruano con fines de bioseguridad*. Lima.
- Andrade Torres, A. 2010. MICORRIZAS: antigua interacción entre plantas y hongos. Ciencia.
- Backer, Rachel; Rokem, Stefan; Ilangumaran, Gayathri; Lamont, John; Praslickova, Dana; Ricci, Emily; Subramanian, Sowmyalakshmi; Smith, Donald. 2018. Plant Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to

Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 1-17.

Begum, Naheeda; Qin, Chen; Abass, Muhammad; Raza, Sajjad; Muhammad Ishfaq Khan 3, Ashraf, Muhammad; Ahmed, Nadeem; Zhang, Lixin. 2019. Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation: Implications in Abiotic Stress Tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 6-10.

Beneduzi, A., Ambrosini, A., & Passaglia, L. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*, 1044-1051.

Bitterlich, Michael; Roupheal, Youssef; Graefe, Jan; Franken, Philipp. 2018. Arbuscular Mycorrhizas: A Promising Component of Plant Production Systems Provided Favorable Conditions for Their Growth. *Frontiers in Plant Science*, 2-6.

Bukhat, S., Imram, A., Javaid, S., Muhammand, S., Majeed, Afshan, & Naqqasha, T. 2020. Communication of plants with microbial world: Exploring the regulatory networks for PGPR mediated defense signaling. *Microbiological Research*, 2-4.

Cai, X., Zhao, H., Liang, C., Li, M., & Liu, R. 2021. Effects and Mechanisms of Symbiotic Microbial Combination Agents to Control Tomato Fusarium Crown and Root Rot Disease. *Frontiers in microbiology*, 1-14.

Cameron, D., Neal, A., Wees, V., & Ton, J. 2013. Mycorrhiza-induced resistance: More than the sum of its parts. *Trends Plant*, 539-545.

Castañeda, W., Toro, M. S., & Zúñiga-Dávila, D. 2020. Production and Nutritional Quality of Tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) Are Improved in the Presence of Biochar and Inoculation with Arbuscular Mycorrhizae. *American Journal of Plant Sciences*, 426-436.

Chandra, B., Sharma, R., Tewari, R., Kumar, A., Pratap, R., & Kumar, K. 2019. Field efficacy of different combinations of *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*

, and arbuscular mycorrhiza fungus against the major diseases of tomato in Uttarakhand (India). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 1-10.

Diagne, N., Ngom, M., Ibrahima, P., Fall, D., Hoher, V., & Svistoonoff, S. 2020. Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Plant Growth and Performance: Importance in Biotic and Abiotic Stressed Regulation. *Diversity*, 10-12.

El-Sawah, Ahmed,; Keblawy, Ali; Ismail, Dina; Ibrahim, Heba; El-Sheikh, Mohamed; Sharma, Anket; Alhaj, Yousef; Shaghaleh, Hiba; Brestic, Marian; Skalicky, Milan; Xiong, You-Cai; Sheteiwy, Mohammed. 2021. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Enhance Soil Key Enzymes, Plant Growth, Seed Yield, and Qualitative Attributes of Guar. *Agriculture*, 3-15.

EPA. 12 de Febrero de 2022. EPA. Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pesticidas>

Escobar, H., & Lee, R. 2009. *Manual de producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

FAO. 2013. *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Paraguay.

Giovannetti, M., & Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, 489-500.

Hayat, R., Iftikhar, A., & Rizwan, A. 2012. An Overview of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) for Sustainable. En *Chapter 22* (págs. 558-571). Pakistan.

HortoInfo. 2020. *Producción de fresa por metro cuadrado*. Obtenido de <http://www.hortoinfo.es/index.php/9281-produccion-mundial-fresa-180520>

INFOAGRO. 2019. *InfoAgro*. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp

InfoAgro. 2020. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp

Intagri. 2016. *Intagri*. Obtenido de Mecanismos de acción de microorganismos para el control de enfermedades en el suelo: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/mecanismos-de-accion-de-microorganismos-para-el-control-de-enfermedades-en-el-suelo>

- Jaizme-Vega, M., & Rodríguez-Romero, A. 2005. Effect of the combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on papaya (*Carica papaya* L.) infected with the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *EDP sciences*, 155-159.
- Kamal, M; Lindbeck,K; Savocchia,S; Ash, G. 2015. Biological control of *Sclerotinia* stem rot of canola using antagonistic bacteria. *Plant Pathology*, 1375–1384.
- Kuila, D., Mal, B., Mondal, S., Ghosh, S., & Biswas, G. 2020. Effect of an indigenous AM and PGPR combination on chilli growth and productivity in lateritic soil. *Biotechnología Vegetal*, 177-188.
- Kumar, C., & Meenu, S. 2015. Plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR): a review. *Journal of Agricultural Research and Development*, 108-119.
- Liu, K., McInroy, A., Hu, C., & Kloepper, J. 2018. Mixtures of plant-growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple plant diseases and plant-growth promotion in the presence of pathogens. *Plant disease*, 67-72.
- López, L. 2016. *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Mahmood, S., Ahmad, M., Ahmad, Z., Javaid, A., & Ashraf, M. 2014. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances*, 439-440.
- Marquez, G., Tampakaki, A., & Alsina, I. 2014. Working with microbial symbioses of legumes: handbook of protocols. *Eurolegume*.
- Martinez, M., Rodriguez, J., Cruz, O., & Colinas, M. 2018. Rendimiento y calidad fisicoquímica en líneas experimentales de *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme cultivada con diferentes niveles de conductividad eléctrica. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 152-164.
- Medina, Clara; Lobo, Mario. 2001. Variabilidad morfológica en el tomate pajarito (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme), precursor del tomate cultivado. *Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 39-42.
- Memenza, M., & Zúñiga, D. 2019. Isolation and characterization of antifungal secondary metabolites produced by rhizobacteria from common bean. *Springer*.

- Memenza, Miriam; Zúñiga, Doris. 2019. Isolation and Characterization of Antifungal Secondary Metabolites Produced by Rhizobacteria from Common Bean. En D. D. Zúñiga, A. González, & E. Ormeño-Orrillo, *Microbial Probiotics for Agricultural Systems* (págs. 141-153). Springer.
- Moreno, Alejandro; García, Verónica; Reyes, José; Vásquez, Jesús; Cano, Pedro. 2018. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana Biotecnología*, 68-83.
- Mwangi, M., Monda, E., Okoth, S., & Jefwa, J. 2011. Inoculation of tomato seedlings with *Trichoderma Harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi and their effect on growth and control of wilt in tomato seedlings. *Brazilian Journal of Microbiology*, 508-513.
- Mwangi, Margaret; Monda, Ethel; Okoth, Sheila; Jefwa, Joyce. 2011. Inoculation of tomato seedlings with *Trichoderma harzianum* and arbuscular mycorrhizal fungi and their effect on growth and control of wilt in tomato seedlings. *Brazilian Journal of Microbiology*, 508-513.
- Nanjundappa, A., Bagyaraj, D., Kumar, A., Kumar, M., & Chakdar, H. 2019. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Bacillus* spp. in soil enhancing growth. *Fungal Biology and Biotechnology*, 1-3.
- Pérez, U., Ramírez, M., Zapata, Y., & Córdoba, J. 2015. Efecto de la inoculación simple y combinada con Hongos Formadores de Micorriza Arbuscular (HFMA) y Rizobacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal (BPCV) en plántulas micropropagadas de mora (*Rubus glaucus* L.). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.
- Phillips, J., & D, H. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection . *Transactions of the British Mycological Society* , 158-161.
- Plantae Garden*. 15 de Julio de 2019. Obtenido de <https://plantae.garden/el-cultivo-del-tomate-en-murcia/>
- Prem, M., & Prabina, J. 2019. Protection of Tomato, *Lycopersicon esculentum* from Wilt Pathogen, *Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici by Arbuscular Mycorrhizal Fungi, *Glomus* sp. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 1368-1378.

PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA. 7 de Octubre de 2020. Obtenido de <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/produccion-de-fresa-requerimientos-de-clima-y-suelo>

RedAgricola. 2020. *Las exportaciones de fresa congelada le dan una segunda vida a este cultivo*. Obtenido de <https://www.redagricola.com/pe/las-exportaciones-fresa-congelada-le>

Serret, M., Espinosa, D., Gómez, O., & Delgadillo, J. 2016. Tolerancia de plantas de fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) premicorrizadas con *Rhizophagus intraradices* e inoculadas con PGPR's A *Phytophthora capsici*. *Agrociencia*.

Servindi. 2018. Obtenido de <http://www.servindi.org/cache/target-capalaba-klq/119c6c-variedades-de-fresa-en-el-per%C3%BA>

Smolińska, U., & Kowalska. 2018. Biological control of the soil-borne fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. *J Plant Pathology*, 1-12.

Smolińska, U., & Kowalska, B. 2018. Biological control of the soil-borne fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* — a review. *Journal of Plant Pathology*, 1-12.

Sosa, M. 2013. *Guia para el reconomiento de enfermedades en el cultivo de tomate*. Colorado: Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria.

Thilagar, G., Bagyaraj, D., Rao, A., & Rao, P. 2016. *Bacillus sonorensis*, a Novel Plant Growth Promoting Rhizobacterium in Improving Growth, Nutrition and Yield of Chilly (*Capsicum annum* L.). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 813-818.

Troxier, S. 2018. *Fresas*. North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Food and Drug Protection Division, 1-2.

Vafadar, F., Amooaghaie, R., & Otroshy, M. 2013. Effects of plant-growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungus on plant growth, stevioside, NPK, and chlorophyll content of *Stevia rebaudiana*. *Journal of Plant Interactions*, 128-136.

Xia, S., Xu, Y., Hoy, R., Zhang, J., Qin, L., & Li, X. 2020. "The Notorious Soilborne Pathogenic Fungus *Sclerotinia sclerotiorum*: An Update on Genes Studied with Mutant Analysis. *Pathogens*, 27.

Yusran, Y., Roemheld, V., & Mueller, T. 2009. Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Rhizobium on Mycorrhizal Development and Growth of Paraserialthes

falcataria (L.) Nielsen Seedlings in Two Types of Soils with Contrasting levels of pH. *The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium*.

Zhang, Qian; Sun, Qixiang; Koide, Roger; Peng, Zhenhua; Zhou, Jinxing; Gu, Xungang; Gao, Weidong; Yu, Meng. 2014. Arbuscular Mycorrhizal Fungal Mediation of Plant-Plant Interactions in a Marshland Plant Community. *The Scientific World Journal- Hindawi*, 1-5.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Análisis del sustrato utilizado en el ensayo de tomate Cherry y fresa

| Muestra | C.E. | Análisis mecánico | | | | pH 1:1 | CaCO ₃ % | M.O. % | P ppm | K ppm |
|----------|-------------|-------------------|-----------|--------------|---------|-----------|------------------------|-----------|----------|----------|
| | dS/m 1:1 | Arena % | Limo % | Arcilla % | Textura | | | | | |
| Sustrato | 1.29 | 68 | 16 | 16 | Fr.A | 7 | 0.4 | 5.13 | 6.1 | 146 |

| Cationes cambiabes meq/100 g | | | | | |
|------------------------------|------------------|------------------|------|------|----------------------|
| CIC | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K | Na | Al ⁺³ + H |
| 14.40 | 7.77 | 6.22 | 0.30 | 0.11 | 0 |

Anexo 2: Análisis estadístico del peso seco aéreo de plantas de fresa en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

Pruebas de Múltiple Rangos para PS AEREO.F por TRATAMIENTO

Método: 95.0 % LSD

| TRATAMIENTO | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|---------------|-------|---------|-------------------|
| F+ Scl | 5 | 0.49 | XX |
| MIC + M + Scl | 5 | 0.6425 | X |
| Control + | 5 | 0.65 | XX |
| M+Scl | 5 | 1.09 | XX |
| M+B+Scl | 5 | 1.225 | XX |
| Control - | 5 | 1.31 | XX |
| B+Scl | 5 | 1.62 | X |
| MIC+Scl | 5 | 1.62857 | X |
| MIC | 5 | 1.9375 | X |

Anexo 3: Análisis estadístico del peso seco de raíz de plantas de fresa en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

| TRATAMIENTO | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|---------------|-------|-------|-------------------|
| F+ Scl | 5 | 0.42 | XX |
| MIC + M + Scl | 5 | 0.63 | XX |
| Control + | 5 | 1.60 | XX |
| M+Scl | 5 | 0.56 | X |
| M+B+Scñ | 5 | 1.33 | XX |
| Control - | 5 | 1.46 | XX |
| B+Scl | 5 | 1.24 | X |
| MIC+Scl | 5 | 1.30 | X |
| MIC | 5 | 1.35 | X |

Anexo 4: Análisis estadístico de porcentaje de micorrización de las plantas de fresa

| Tratamientos | Casos | Media | Grupos Homogéneos |
|---------------|-------|---------|-------------------|
| MIC + Scl | 7 | 8.94429 | X |
| MIC + B + Scl | 2 | 14.96 | X |
| MIC | 4 | 17.49 | XX |
| MIC + M + Scl | 4 | 20.4625 | X |

Anexo 5: Análisis estadístico del peso seco aéreo de plantas de tomate Cherry en ausencia del patógeno

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO g |
|--------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| B | 55.200 | 43.800 | 55.400 | 54.700 | 53.100 | 52.440 |
| Met | 49.000 | 55.600 | 44.900 | 53.400 | 37.500 | 48.080 |
| Met + B | 51.800 | 43.100 | 41.900 | 52.300 | 45.900 | 47.000 |
| R.intra | 36.200 | 44.200 | 45.700 | 50.000 | 41.900 | 43.600 |
| R.intra + B | 41.700 | 62.000 | 44.000 | 51.900 | 37.300 | 47.380 |
| R.intra + met | 45.500 | 50.100 | 53.500 | 60.100 | 53.200 | 52.480 |
| R.intra + met + B | 50.400 | 60.300 | 63.200 | 50.400 | 49.000 | 54.660 |
| Control - | 37.400 | 40.000 | 47.400 | 51.200 | 45.300 | 44.260 |

```
> summary(PSR)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  7  5.726  0.8180   2.026 0.0822 .
Residuals    32 12.921  0.4038
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> LSD.test(PSR,"TRATAMIENTO".console =T)
```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Peso.seco.aereo

Mean Square Error: 0.4037875

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| | Peso.seco.aereo | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|-------------------|-----------------|-----------|------------|----------|------|------|
| B | 5.244 | 0.4913553 | 5 4.665147 | 5.822853 | 4.38 | 5.54 |
| Control - | 4.426 | 0.5574765 | 5 3.847147 | 5.004853 | 3.74 | 5.12 |
| Met | 4.808 | 0.7206733 | 5 4.229147 | 5.386853 | 3.75 | 5.56 |
| Met + B | 4.700 | 0.4836321 | 5 4.121147 | 5.278853 | 4.19 | 5.23 |
| R. intra + B | 4.738 | 0.9739969 | 5 4.159147 | 5.316853 | 3.73 | 6.20 |
| R.intra | 4.360 | 0.5083798 | 5 3.781147 | 4.938853 | 3.62 | 5.00 |
| R.intra + met | 5.248 | 0.5338726 | 5 4.669147 | 5.826853 | 4.55 | 6.01 |
| R.intra + met + B | 5.466 | 0.6577842 | 5 4.887147 | 6.044853 | 4.90 | 6.32 |

Alpha: 0.05 ; DF Error: 32
Critical Value of t: 2.036933

Least Significant Difference: 0.8186217

Treatments with the same letter are not significantly different.

| | Peso.seco.aereo | groups |
|-------------------|-----------------|--------|
| R.intra + met + B | 5.466 | a |
| R.intra + met | 5.248 | a |
| B | 5.244 | ab |
| Met | 4.808 | abc |
| R. intra + B | 4.738 | abc |
| Met + B | 4.700 | abc |
| Control - | 4.426 | bc |
| R.intra | 4.360 | c |

> plot(LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T))

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Peso.seco.aereo

Mean Square Error: 0.4037875

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| | Peso.seco.aereo | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|-------------------|-----------------|-----------|------------|----------|------|------|
| B | 5.244 | 0.4913553 | 5 4.665147 | 5.822853 | 4.38 | 5.54 |
| Control - | 4.426 | 0.5574765 | 5 3.847147 | 5.004853 | 3.74 | 5.12 |
| Met | 4.808 | 0.7206733 | 5 4.229147 | 5.386853 | 3.75 | 5.56 |
| Met + B | 4.700 | 0.4836321 | 5 4.121147 | 5.278853 | 4.19 | 5.23 |
| R. intra + B | 4.738 | 0.9739969 | 5 4.159147 | 5.316853 | 3.73 | 6.20 |
| R.intra | 4.360 | 0.5083798 | 5 3.781147 | 4.938853 | 3.62 | 5.00 |
| R.intra + met | 5.248 | 0.5338726 | 5 4.669147 | 5.826853 | 4.55 | 6.01 |
| R.intra + met + B | 5.466 | 0.6577842 | 5 4.887147 | 6.044853 | 4.90 | 6.32 |

> cv.model(PSR)
[1] 13.03807

> resumen

A tibble: 8 x 5

| TRATAMIENTO | promedio | desviacion | longitud | error |
|-----------------------|----------|------------|----------|-------|
| <chr> | <dbl> | <dbl> | <int> | <dbl> |
| 1 "B" | 5.24 | 0.491 | 5 | 0.220 |
| 2 "Control -" | 4.43 | 0.557 | 5 | 0.249 |
| 3 "Met " | 4.81 | 0.721 | 5 | 0.322 |
| 4 "Met + B" | 4.7 | 0.484 | 5 | 0.216 |
| 5 "R. intra + B" | 4.74 | 0.974 | 5 | 0.436 |
| 6 "R.intra" | 4.36 | 0.508 | 5 | 0.227 |
| 7 "R.intra + met" | 5.25 | 0.534 | 5 | 0.239 |
| 8 "R.intra + met + B" | 5.47 | 0.658 | 5 | 0.294 |

Anexo 6: Análisis estadístico del peso seco aereo de plantas de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO |
|-------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | g |
| B + Sc1 | 36.700 | 19.200 | 29.900 | 36.700 | 22.100 | 28.920 |
| Control - | 37.400 | 40.000 | 47.400 | 51.200 | 45.300 | 44.260 |
| Control + | 41.600 | 0.9900 | 33.000 | 34.900 | 18.500 | 27.580 |
| F | 14.700 | 32.800 | 52.600 | 26.000 | 16.000 | 28.420 |
| Met + B + Sc1 | 48.500 | 52.900 | 46.600 | 45.700 | 30.300 | 44.800 |
| Met + Sc1 | 38.900 | 47.300 | 19.700 | 20.500 | 35.900 | 32.460 |
| R.intra + B + Sc1 | 39.300 | 24.800 | 30.400 | 66.100 | 27.600 | 37.640 |
| R.intra + met + B + Sc1 | 24.500 | 49.600 | 22.400 | 37.800 | 29.500 | 32.760 |
| R.intra + met + Sc1 | 14.300 | 30.000 | 15.100 | 43.300 | 23.800 | 25.300 |
| R.intra + Sc1 | 22.000 | 19.500 | 12.400 | 0.8800 | 12.600 | 15.060 |

Datos

summary(PSR)

```

          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  9  35.98   3.998   3.072 0.00682 **
Residuals    4    0.00   0.000   1.302

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Peso.seco.aereo

Mean Square Error: 1.301656

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| | Peso.seco.aereo | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|--------------------------|-----------------|-----------|-------------|----------|------|------|
| B + Sc1 | 2.892 | 0.8108761 | 5 1.8607935 | 3.923206 | 1.92 | 3.67 |
| Benomilo 0.1% | 2.842 | 1.5428934 | 5 1.8107935 | 3.873206 | 1.47 | 5.26 |
| Control - | 4.426 | 0.5574765 | 5 3.3947935 | 5.457206 | 3.74 | 5.12 |
| Control + | 2.758 | 1.2986031 | 5 1.7267935 | 3.789206 | 0.99 | 4.16 |
| Met + B + Sc1 | 4.480 | 0.8567380 | 5 3.4487935 | 5.511206 | 3.03 | 5.29 |
| Met + Sc1 | 3.246 | 1.2035281 | 5 2.2147935 | 4.277206 | 1.97 | 4.73 |
| R. intra + B + Sc1 | 3.764 | 1.6813774 | 5 2.7327935 | 4.795206 | 2.48 | 6.61 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 3.276 | 1.1126230 | 5 2.2447935 | 4.307206 | 2.24 | 4.96 |
| R. intra + met + Sc1 | 2.530 | 1.1972677 | 5 1.4987935 | 3.561206 | 1.43 | 4.33 |
| R.intra + Sc1 | 1.506 | 0.5481606 | 5 0.4747935 | 2.537206 | 0.88 | 2.20 |

Alpha: 0.05 ; DF Error: 40
Critical Value of t: 2.021075

Least Significant Difference: 1.458346

Treatments with the same letter are not significantly different.

| | Peso.seco.aereo | groups |
|--------------------------|-----------------|--------|
| Met + B + Sc1 | 4.480 | a |
| Control - | 4.426 | a |
| R. intra + B + Sc1 | 3.764 | ab |
| R. intra + met + B + Sc1 | 3.276 | ab |
| Met + Sc1 | 3.246 | ab |
| B + Sc1 | 2.892 | bc |


```

Benomilo 0.1%                2.842    bc
Control +                    2.758    bc
R. intra + met + Sc1        2.530    bc
R.intra + Sc1                1.506    c
> plot(LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T))

```

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"
LSD t Test for Peso.seco.aereo

```

Mean Square Error: 1.301656

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| | Peso.seco.aereo | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|--------------------------|-----------------|-----------|-------------|----------|------|------|
| B + Sc1 | 2.892 | 0.8108761 | 5 1.8607935 | 3.923206 | 1.92 | 3.67 |
| Benomilo 0.1% | 2.842 | 1.5428934 | 5 1.8107935 | 3.873206 | 1.47 | 5.26 |
| Control - | 4.426 | 0.5574765 | 5 3.3947935 | 5.457206 | 3.74 | 5.12 |
| Control + | 2.758 | 1.2986031 | 5 1.7267935 | 3.789206 | 0.99 | 4.16 |
| Met + B + Sc1 | 4.480 | 0.8567380 | 5 3.4487935 | 5.511206 | 3.03 | 5.29 |
| Met + Sc1 | 3.246 | 1.2035281 | 5 2.2147935 | 4.277206 | 1.97 | 4.73 |
| R. intra + B + Sc1 | 3.764 | 1.6813774 | 5 2.7327935 | 4.795206 | 2.48 | 6.61 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 3.276 | 1.1126230 | 5 2.2447935 | 4.307206 | 2.24 | 4.96 |
| R. intra + met + Sc1 | 2.530 | 1.1972677 | 5 1.4987935 | 3.561206 | 1.43 | 4.33 |
| R.intra + Sc1 | 1.506 | 0.5481606 | 5 0.4747935 | 2.537206 | 0.88 | 2.20 |

```
> cv.modelo(PSR)
```

```
[1] 35.96789
```

```
> resumen
```

```
# A tibble: 10 x 5
```

| TRATAMIENTO | promedio | desviacion | longitud | error |
|----------------------------|----------|------------|----------|-------|
| <chr> | <dbl> | <dbl> | <int> | <dbl> |
| 1 B + Sc1 | 2.89 | 0.811 | 5 | 0.363 |
| 2 Benomilo 0.1% | 2.84 | 1.54 | 5 | 0.690 |
| 3 Control - | 4.43 | 0.557 | 5 | 0.249 |
| 4 Control + | 2.76 | 1.30 | 5 | 0.581 |
| 5 Met + B + Sc1 | 4.48 | 0.857 | 5 | 0.383 |
| 6 Met + Sc1 | 3.25 | 1.20 | 5 | 0.538 |
| 7 R. intra + B + Sc1 | 3.76 | 1.68 | 5 | 0.752 |
| 8 R. intra + met + B + Sc1 | 3.28 | 1.11 | 5 | 0.498 |
| 9 R. intra + met + Sc1 | 2.53 | 1.20 | 5 | 0.535 |
| 10 R.intra + Sc1 | 1.51 | 0.548 | 5 | 0.245 |

Anexo 7: Análisis estadístico del peso seco de raíz de plantas de tomate Cherry en ausencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO |
|--------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| B | 13.200 | 11.400 | 10.300 | 0.6400 | 17.900 | 11.840 |
| Control - | 14.800 | 0.6600 | 0.8200 | 0.7000 | 0.5600 | 0.8440 |
| Met | 10.000 | 0.6900 | 18.600 | 13.000 | 0.6800 | 11.060 |
| Met + B | 0.7700 | 20.800 | 26.400 | 19.400 | 18.100 | 18.480 |
| R.intra | 18.400 | 0.7500 | 15.300 | 13.500 | 0.4200 | 11.780 |
| R.intra + B | 0.8100 | 10.000 | 10.700 | 20.000 | 12.900 | 12.340 |
| R.intra + met | 31.000 | 11.200 | 26.600 | 0.9700 | 13.900 | 18.480 |
| R.intra + met + B | 10.000 | 0.8300 | 11.200 | 11.200 | 0.1100 | 0.8360 |

```

> summary(PSR)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  7  5.406  0.7723   2.304 0.0508 .
Residuals   32 10.726  0.3352
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Peso.seco.raiz

Mean Square Error:  0.335195

TRATAMIENTO.  means and individual ( 95 %) CI

              Peso.seco.raiz          std
r      LCL      UCL  Min  Max
B              1.184 0.4205116 5 0.6565994 1.711401 0.64 1.79
Control -      0.844 0.3675323 5 0.3165994 1.371401 0.56 1.48
Met            1.106 0.4929300 5 0.5785994 1.633401 0.68 1.86
Met + B        1.848 0.6806394 5 1.3205994 2.375401 0.77 2.64
R. intra       1.178 0.5808356 5 0.6505994 1.705401 0.42 1.84
R. intra + B   1.234 0.4613350 5 0.7065994 1.761401 0.81 2.00
R. intra + met 1.848 0.9666282 5 1.3205994 2.375401 0.97 3.10
R. intra + met + B 0.836 0.4228830 5 0.3085994 1.363401 0.11 1.12

Alpha: 0.05 ; DF Error: 32
Critical Value of t: 2.036933

Least Significant Difference: 0.745857

Treatments with the same letter are not significantly different.

              Peso.seco.raiz groups
Met + B              1.848      a
R. intra + met       1.848      a
R. intra + B         1.234     ab
B                    1.184     ab
R. intra             1.178     ab
Met                  1.106     ab
Control -            0.844      b
R. intra + met + B   0.836      b
> plot(LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T))

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Peso.seco.raiz

Mean Square Error:  0.335195

TRATAMIENTO.  means and individual ( 95 %) CI

              Peso.seco.raiz          std r      LCL      UCL  Min  Max
B              1.184 0.4205116 5 0.6565994 1.711401 0.64 1.79
Control -      0.844 0.3675323 5 0.3165994 1.371401 0.56 1.48
Met            1.106 0.4929300 5 0.5785994 1.633401 0.68 1.86
Met + B        1.848 0.6806394 5 1.3205994 2.375401 0.77 2.64
R. intra       1.178 0.5808356 5 0.6505994 1.705401 0.42 1.84
R. intra + B   1.234 0.4613350 5 0.7065994 1.761401 0.81 2.00
R. intra + met 1.848 0.9666282 5 1.3205994 2.375401 0.97 3.10
R. intra + met + B 0.836 0.4228830 5 0.3085994 1.363401 0.11 1.12

> cv.model(PSR)
[1] 45.95835
summarise() `ungrouping output (override with `groups` argument)
> resumen
# A tibble: 8 x 5

```

| TRATAMIENTO <chr> | promedio <dbl> | desviacion <dbl> | longitud <int> | error <dbl> |
|------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| 1 "B" | 1.18 | 0.421 | 5 | 0.188 |
| 2 "Control -" | 0.844 | 0.368 | 5 | 0.164 |
| 3 "Met " | 1.11 | 0.493 | 5 | 0.220 |
| 4 "Met + B" | 1.85 | 0.681 | 5 | 0.304 |
| 5 "R. intra " | 1.18 | 0.581 | 5 | 0.260 |
| 6 "R. intra + B" | 1.23 | 0.461 | 5 | 0.206 |
| 7 "R. intra + met " | 1.85 | 0.967 | 5 | 0.432 |
| 8 "R. intra + met + B" | 0.836 | 0.423 | 5 | 0.189 |

Anexo 8: Análisis estadístico del peso seco de raíz de plantas de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO g |
|-------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| B + Scl | 0.2700 | 0.0900 | 0.4100 | 0.5500 | 0.1300 | 0.2900 |
| Control - | 14.800 | 0.6600 | 0.8200 | 0.7000 | 0.5600 | 0.8440 |
| Control + | 0.5900 | 0.1100 | 0.1500 | 0.7800 | 0.0800 | 0.3420 |
| F | 0.0700 | 0.6800 | 0.6200 | 0.1800 | 0.1200 | 0.3340 |
| Met + B + Scl | 0.6500 | 0.5000 | 0.7700 | 10.500 | 0.1300 | 0.6200 |
| Met + Scl | 0.6900 | 0.8800 | 0.1000 | 0.1000 | 0.6700 | 0.4880 |
| R.intra + B + Scl | 0.7200 | 0.1100 | 0.1800 | 12.100 | 0.1500 | 0.4740 |
| R.intra + met + B + Scl | 0.3000 | 0.4400 | 0.0800 | 0.8000 | 0.3700 | 0.3980 |
| R.intra + met + Scl | 0.0800 | 0.4500 | 0.0700 | 0.9700 | 17.400 | 0.6620 |
| R.intra + Scl | 0.3100 | 0.1500 | 0.0300 | 0.0500 | 0.0500 | 0.1180 |

```
> summary(PSR)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO   9  1.971   0.219   1.542  0.167
Residuals    40  5.680   0.142
> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)
```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Peso.seco.raiz

Mean Square Error: 0.142004

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| r | LCL | UCL | Min | Peso.seco.raiz | std |
|--------------------------|-----|-----|-------|----------------|-------------------------------|
| B + Scl | | | 0.290 | 0.1923538 | 5 -0.050602476 0.6306025 0.09 |
| Benomilo 0.1% | | | 0.334 | 0.2918561 | 5 -0.006602476 0.6746025 0.07 |
| Control - | | | 0.844 | 0.3675323 | 5 0.503397524 1.1846025 0.56 |
| Control + | | | 0.342 | 0.3212009 | 5 0.001397524 0.6826025 0.08 |
| Met + B + Scl | | | 0.620 | 0.3401470 | 5 0.279397524 0.9606025 0.13 |
| Met + Scl | | | 0.488 | 0.3635519 | 5 0.147397524 0.8286025 0.10 |
| R. intra + B + Scl | | | 0.474 | 0.4811756 | 5 0.133397524 0.8146025 0.11 |
| R. intra + met + B + Scl | | | 0.398 | 0.2621450 | 5 0.057397524 0.7386025 0.08 |
| R. intra + met + Scl | | | 0.662 | 0.7055282 | 5 0.321397524 1.0026025 0.07 |
| R.intra + Scl | | | 0.118 | 0.1171324 | 5 -0.222602476 0.4586025 0.03 |

Alpha: 0.05 ; DF Error: 40
 Critical Value of t: 2.021075

Least Significant Difference: 0.4816846

Treatments with the same letter are not significantly different.

```

                                Peso.seco.raiz groups
Control -                        0.844      a
R. intra + met + Sc1            0.662      ab
Met + B + Sc1                   0.620      ab
Met + Sc1                       0.488      abc
R. intra + B + Sc1              0.474      abc
R. intra + met + B + Sc1        0.398      abc
Control +                       0.342      bc
Benomilo 0.1%                   0.334      bc
B + Sc1                         0.290      bc
R.intra + Sc1                   0.118      c
> plot(LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T))

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Peso.seco.raiz

Mean Square Error: 0.142004

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| | Peso.seco.raiz | std r | LCL | UCL | Min |
|--------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|------|
| B + Sc1 | 0.290 | 0.1923538 | 5 -0.050602476 | 0.6306025 | 0.09 |
| Benomilo 0.1% | 0.334 | 0.2918561 | 5 -0.006602476 | 0.6746025 | 0.07 |
| Control - | 0.844 | 0.3675323 | 5 0.503397524 | 1.1846025 | 0.56 |
| Control + | 0.342 | 0.3212009 | 5 0.001397524 | 0.6826025 | 0.08 |
| Met + B + Sc1 | 0.620 | 0.3401470 | 5 0.279397524 | 0.9606025 | 0.13 |
| Met + Sc1 | 0.488 | 0.3635519 | 5 0.147397524 | 0.8286025 | 0.10 |
| R. intra + B + Sc1 | 0.474 | 0.4811756 | 5 0.133397524 | 0.8146025 | 0.11 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 0.398 | 0.2621450 | 5 0.057397524 | 0.7386025 | 0.08 |
| R. intra + met + Sc1 | 0.662 | 0.7055282 | 5 0.321397524 | 1.0026025 | 0.07 |
| R.intra + Sc1 | 0.118 | 0.1171324 | 5 -0.222602476 | 0.4586025 | 0.03 |

> cv.model(PSR)

[1] 82.45825

> resumen

A tibble: 10 x 5

| TRATAMIENTO | promedio | desviacion | longitud | error |
|----------------------------|----------|------------|----------|--------|
| <chr> | <dbl> | <dbl> | <int> | <dbl> |
| 1 B + Sc1 | 0.29 | 0.192 | 5 | 0.0860 |
| 2 Benomilo 0.1% | 0.334 | 0.292 | 5 | 0.131 |
| 3 Control - | 0.844 | 0.368 | 5 | 0.164 |
| 4 Control + | 0.342 | 0.321 | 5 | 0.144 |
| 5 Met + B + Sc1 | 0.62 | 0.340 | 5 | 0.152 |
| 6 Met + Sc1 | 0.488 | 0.364 | 5 | 0.163 |
| 7 R. intra + B + Sc1 | 0.474 | 0.481 | 5 | 0.215 |
| 8 R. intra + met + B + Sc1 | 0.398 | 0.262 | 5 | 0.117 |
| 9 R. intra + met + Sc1 | 0.662 | 0.706 | 5 | 0.316 |
| 10 R.intra + Sc1 | 0.118 | 0.117 | 5 | 0.0524 |

Anexo 9: Área total de plantas de tomate Cherry en ausencia de *Sclerotinia sclerotium*

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | Promedio |
|--------------------|--------------|---------|--------|---------|---------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | cm ² |
| B | 1041.62 | 804.80 | 881.65 | 808.65 | 877.30 | 882.81 |
| Met | 773.65 | 1227.30 | 968.54 | 991.31 | 717.22 | 935.60 |
| Met + B | 817.50 | 743.44 | 803.14 | 967.25 | 1039.95 | 874.26 |
| R. intra + B | 799.93 | 945.12 | 859.43 | 973.93 | 808.82 | 877.45 |
| R. intra + met + B | 890.08 | 890.08 | 999.71 | 954.91 | 801.33 | 907.22 |
| R.intra | 783.13 | 871.64 | 769.11 | 818.46 | 772.98 | 803.06 |
| R.intra + met | 749.66 | 1052.38 | 915.62 | 1168.34 | 890.36 | 955.27 |
| Control - | 934.69 | 805.72 | 679.38 | 803.75 | 812.37 | 807.18 |

```
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento 7 103833 14833 1.05 0.417
Residuals 32 452005 14125
> LSD.test(PSR."Tratamiento".console =T)
```

Study: PSR ~ "Tratamiento"

LSD t Test for Area.total

Mean Square Error: 14125.16

Tratamiento. means and individual (95 %) CI

| | Area.total | std r | LCL | UCL | Min |
|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|--------|
| B | 882.804 | 95.96560 | 5 774.5389 | 991.0691 | 804.80 |
| Control - | 807.182 | 90.32230 | 5 698.9169 | 915.4471 | 679.38 |
| Met | 935.604 | 201.98711 | 5 827.3389 | 1043.8691 | 717.22 |
| Met + B | 874.256 | 123.98986 | 5 765.9909 | 982.5211 | 743.44 |
| R. intra + B | 877.446 | 78.94898 | 5 769.1809 | 985.7111 | 799.93 |
| R. intra + met + B | 907.222 | 75.21467 | 5 798.9569 | 1015.4871 | 801.33 |
| R.intra | 803.064 | 42.99706 | 5 694.7989 | 911.3291 | 769.11 |
| R.intra + met | 955.272 | 160.38242 | 5 847.0069 | 1063.5371 | 749.66 |
| | Max | | | | |
| B | 1041.62 | | | | |
| Control - | 934.69 | | | | |
| Met | 1227.30 | | | | |
| Met + B | 1039.95 | | | | |
| R. intra + B | 973.93 | | | | |
| R. intra + met + B | 999.71 | | | | |
| R.intra | 871.64 | | | | |
| R.intra + met | 1168.34 | | | | |

Alpha: 0.05 ; DF Error: 32
Critical Value of t: 2.036933

Least Significant Difference: 153.11

Treatments with the same letter are not significantly different.

| | Area.total | groups |
|--------------------|------------|--------|
| R.intra + met | 955.272 | a |
| Met | 935.604 | a |
| R. intra + met + B | 907.222 | a |
| B | 882.804 | a |

```

R. intra + B          877.446      a
Met + B              874.256      a
Control -           807.182      a
R.intra             803.064      a
> plot(LSD.test(PSR."Tratamiento".console =T))

Study: PSR ~ "Tratamiento"

LSD t Test for Area.total

Mean Square Error: 14125.16

Tratamiento. means and individual ( 95 %) CI

              Area.total      std r      LCL      UCL      Min
B              882.804  95.96560  5 774.5389  991.0691  804.80
Control -      807.182  90.32230  5 698.9169  915.4471  679.38
Met            935.604 201.98711  5 827.3389 1043.8691  717.22
Met + B        874.256 123.98986  5 765.9909  982.5211  743.44
R. intra + B   877.446  78.94898  5 769.1809  985.7111  799.93
R. intra + met + B 907.222 75.21467  5 798.9569 1015.4871  801.33
R.intra        803.064  42.99706  5 694.7989  911.3291  769.11
R.intra + met  955.272 160.38242  5 847.0069 1063.5371  749.66
              Max
B              1041.62
Control -      934.69
Met            1227.30
Met + B        1039.95
R. intra + B   973.93
R. intra + met + B 999.71
R.intra        871.64
R.intra + met  1168.34

> cv.model(PSR)
[1] 13.50014
> resumen
# A tibble: 8 x 5
  Tratamiento      promedio desviacion longitud error
  <chr>          <dbl>      <dbl>      <int> <dbl>
1 "B "           883.      96.0         5  42.9
2 "Control -"    807.      90.3         5  40.4
3 "Met "         936.     202.         5  90.3
4 "Met + B "     874.     124.         5  55.4
5 "R. intra + B" 877.      78.9         5  35.3
6 "R. intra + met + B " 907.      75.2         5  33.6
7 "R.intra "     803.      43.0         5  19.2
8 "R.intra + met " 955.     160.         5  71.7

```

Anexo 10: Análisis estadístico del área total de las plantas de tomate Cherry en presencia *Sclerotinia sclerotiorum*

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | Promedio cm ² |
|----------------------|--------------|---------|--------|--------|--------|-----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| B + Scl | 712.59 | 128.98 | 619.38 | 759.85 | 238.44 | 491.85 |
| Benomilo 0.1% | 101.47 | 797.35 | 924.34 | 230.74 | 55.66 | 421.91 |
| Control - | 934.69 | 805.72 | 679.38 | 803.75 | 812.37 | 807.18 |
| Control + | 718.40 | 64.50 | 294.96 | 842.06 | 131.28 | 410.24 |
| Met + B + Scl | 961.67 | 1029.44 | 881.12 | 781.66 | 228.54 | 776.48 |
| Met + Scl | 691.03 | 793.63 | 191.27 | 211.47 | 738.49 | 525.18 |

«continuación»

| | | | | | | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| R. intra + B + Sc1 | 903.36 | 173.41 | 213.86 | 1112.84 | 268.71 | 534.43 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 525.09 | 838.24 | 168.47 | 719.48 | 607.14 | 571.68 |
| R.intra + met + Sc1 | 107.60 | 672.16 | 90.93 | 863.79 | 171.57 | 381.21 |
| R.intra + Sc1 | 448.83 | 418.16 | 62.74 | 68.95 | 77.41 | 215.22 |

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento  9 1426817 158535  1.585 0.153
Residuals   40 4001937 100048
> LSD.test(PSR."Tratamiento".console =T)

```

Study: PSR ~ "Tratamiento"

LSD t Test for Area.total

Mean Square Error: 100048.4

Tratamiento. means and individual (95 %) CI

| | Area.total | std r | LCL | UCL | Min |
|--------------------------|------------|----------|-------------|-----------|--------|
| B + Sc1 | 491.848 | 288.4031 | 5 205.95557 | 777.7404 | 128.98 |
| Benomilo 0.1% | 421.912 | 408.2762 | 5 136.01957 | 707.8044 | 55.66 |
| Control - | 807.182 | 90.3223 | 5 521.28957 | 1093.0744 | 679.38 |
| Control + | 410.240 | 350.7404 | 5 124.34757 | 696.1324 | 64.50 |
| Met + B + Sc1 | 776.486 | 319.9604 | 5 490.59357 | 1062.3784 | 228.54 |
| Met + Sc1 | 525.178 | 297.9021 | 5 239.28557 | 811.0704 | 191.27 |
| R. intra + B + Sc1 | 534.436 | 439.9929 | 5 248.54357 | 820.3284 | 173.41 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 571.684 | 254.4137 | 5 285.79157 | 857.5764 | 168.47 |
| R.intra + met + Sc1 | 381.210 | 360.7663 | 5 95.31757 | 667.1024 | 90.93 |
| R.intra + Sc1 | 215.218 | 199.6215 | 5 -70.67443 | 501.1104 | 62.74 |
| | Max | | | | |
| B + Sc1 | 759.85 | | | | |
| Benomilo 0.1% | 924.34 | | | | |
| Control - | 934.69 | | | | |
| Control + | 842.06 | | | | |
| Met + B + Sc1 | 1029.44 | | | | |
| Met + Sc1 | 793.63 | | | | |
| R. intra + B + Sc1 | 1112.84 | | | | |
| R. intra + met + B + Sc1 | 838.24 | | | | |
| R.intra + met + Sc1 | 863.79 | | | | |
| R.intra + Sc1 | 448.83 | | | | |

Alpha: 0.05 ; DF Error: 40
Critical Value of t: 2.021075

least Significant Difference: 404.3129

Treatments with the same letter are not significantly different.

| | Area.total | groups |
|--------------------------|------------|--------|
| Control - | 807.182 | a |
| Met + B + Sc1 | 776.486 | ab |
| R. intra + met + B + Sc1 | 571.684 | abc |
| R. intra + B + Sc1 | 534.436 | abc |
| Met + Sc1 | 525.178 | abc |
| B + Sc1 | 491.848 | abc |
| Benomilo 0.1% | 421.912 | abc |
| Control + | 410.240 | abc |
| R.intra + met + Sc1 | 381.210 | bc |
| R.intra + Sc1 | 215.218 | c |

```

> plot(LSD.test(PSR."Tratamiento".console =T))

```

Study: PSR ~ "Tratamiento"

LSD t Test for Area.total

Mean Square Error: 100048.4

Tratamiento. means and individual (95 %) CI

| Area.total | std | r | LCL | UCL | Min |
|--------------------------|---------|----------|-------------|-----------|--------|
| B + Sc1 | 491.848 | 288.4031 | 5 205.95557 | 777.7404 | 128.98 |
| Benomilo 0.1% | 421.912 | 408.2762 | 5 136.01957 | 707.8044 | 55.66 |
| Control - | 807.182 | 90.3223 | 5 521.28957 | 1093.0744 | 679.38 |
| Control + | 410.240 | 350.7404 | 5 124.34757 | 696.1324 | 64.50 |
| Met + B + Sc1 | 776.486 | 319.9604 | 5 490.59357 | 1062.3784 | 228.54 |
| Met + Sc1 | 525.178 | 297.9021 | 5 239.28557 | 811.0704 | 191.27 |
| R. intra + B + Sc1 | 534.436 | 439.9929 | 5 248.54357 | 820.3284 | 173.41 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 571.684 | 254.4137 | 5 285.79157 | 857.5764 | 168.47 |
| R.intra + met + Sc1 | 381.210 | 360.7663 | 5 95.31757 | 667.1024 | 90.93 |
| R.intra + Sc1 | 215.218 | 199.6215 | 5 -70.67443 | 501.1104 | 62.74 |
| | Max | | | | |
| B + Sc1 | 759.85 | | | | |
| Benomilo 0.1% | 924.34 | | | | |
| Control - | 934.69 | | | | |
| Control + | 842.06 | | | | |
| Met + B + Sc1 | 1029.44 | | | | |
| Met + Sc1 | 793.63 | | | | |
| R. intra + B + Sc1 | 1112.84 | | | | |
| R. intra + met + B + Sc1 | 838.24 | | | | |
| R.intra + met + Sc1 | 863.79 | | | | |
| R.intra + Sc1 | 448.83 | | | | |

> cv.modelo(PSR)

[1] 61.593

> resumen

A tibble: 10 x 5

| Tratamiento | promedio | desviacion | longitud | error |
|----------------------------|----------|------------|----------|-------|
| <chr> | <dbl> | <dbl> | <int> | <dbl> |
| 1 B + Sc1 | 492. | 288. | 5 | 129. |
| 2 Benomilo 0.1% | 422. | 408. | 5 | 183. |
| 3 Control - | 807. | 90.3 | 5 | 40.4 |
| 4 Control + | 410. | 351. | 5 | 157. |
| 5 Met + B + Sc1 | 776. | 320. | 5 | 143. |
| 6 Met + Sc1 | 525. | 298. | 5 | 133. |
| 7 R. intra + B + Sc1 | 534. | 440. | 5 | 197. |
| 8 R. intra + met + B + Sc1 | 572. | 254. | 5 | 114. |
| 9 R.intra + met + Sc1 | 381. | 361. | 5 | 161. |
| 10 R.intra + Sc1 | 215. | 200. | 5 | 89.3 |

Anexo 11: Análisis estadístico de altura de plantas de tomate Cherry en ausencia del patógeno

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | cm |
| B | 63.00 | 54.00 | 57.00 | 65.00 | 57.00 | 59.20 |
| Control - | 52.00 | 43.00 | 61.00 | 64.00 | 53.00 | 54.60 |
| Met | 52.00 | 72.00 | 65.00 | 68.00 | 52.00 | 61.80 |
| Met + B | 61.00 | 59.00 | 46.00 | 55.00 | 57.00 | 55.60 |
| R.intra | 46.00 | 56.00 | 52.00 | 51.00 | 50.00 | 51.00 |
| R.intra + B | 50.00 | 59.00 | 55.00 | 60.00 | 54.00 | 55.60 |
| R.intra + met | 48.00 | 62.00 | 58.00 | 65.00 | 54.00 | 57.40 |
| R.intra + met + B | 55.00 | 67.00 | 64.00 | 57.00 | 57.00 | 60.00 |


```
summary(PSR)
```

```
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO 7  413.2   59.03  1.52  0.196
Residuals  32 1242.4   38.82
> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)
```

```
Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"
```

```
LSD t Test for Altura
```

```
Mean Square Error: 38.825
```

```
TRATAMIENTO. means and individual ( 95 %) CI
```

| | Altura | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|-------------------|--------|----------|------------|----------|-----|-----|
| B | 59.2 | 4.604346 | 5 53.52393 | 64.87607 | 54 | 65 |
| Control - | 54.6 | 8.264381 | 5 48.92393 | 60.27607 | 43 | 64 |
| Met | 61.8 | 9.284396 | 5 56.12393 | 67.47607 | 52 | 72 |
| Met + B | 55.6 | 5.813777 | 5 49.92393 | 61.27607 | 46 | 61 |
| R. intra + B | 55.6 | 4.037326 | 5 49.92393 | 61.27607 | 50 | 60 |
| R.intra | 51.0 | 3.605551 | 5 45.32393 | 56.67607 | 46 | 56 |
| R.intra + met | 57.4 | 6.693280 | 5 51.72393 | 63.07607 | 48 | 65 |
| R.intra + met + B | 60.0 | 5.196152 | 5 54.32393 | 65.67607 | 55 | 67 |

```
Alpha: 0.05 ; DF Error: 32
Critical Value of t: 2.036933
least Significant Difference: 8.027172
```

```
Treatments with the same letter are not significantly different.
```

| | Altura | groups |
|-------------------|--------|--------|
| Met | 61.8 | a |
| R.intra + met + B | 60.0 | a |
| B | 59.2 | a |
| R.intra + met | 57.4 | ab |
| Met + B | 55.6 | ab |
| R. intra + B | 55.6 | ab |
| Control - | 54.6 | ab |
| R.intra | 51.0 | b |

```
Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"
```

```
LSD t Test for Altura
```

```
Mean Square Error: 38.825
```

```
TRATAMIENTO. means and individual ( 95 %) CI
```

| | Altura | std r | LCL | UCL | | |
|-------------------|--------|----------|------------|----------|----|----|
| Min Max | | | | | | |
| B | 59.2 | 4.604346 | 5 53.52393 | 64.87607 | 54 | 65 |
| Control - | 54.6 | 8.264381 | 5 48.92393 | 60.27607 | 43 | 64 |
| Met | 61.8 | 9.284396 | 5 56.12393 | 67.47607 | 52 | 72 |
| Met + B | 55.6 | 5.813777 | 5 49.92393 | 61.27607 | 46 | 61 |
| R. intra + B | 55.6 | 4.037326 | 5 49.92393 | 61.27607 | 50 | 60 |
| R.intra | 51.0 | 3.605551 | 5 45.32393 | 56.67607 | 46 | 56 |
| R.intra + met | 57.4 | 6.693280 | 5 51.72393 | 63.07607 | 48 | 65 |
| R.intra + met + B | 60.0 | 5.196152 | 5 54.32393 | 65.67607 | 55 | 67 |

```
> cv.model(PSR)
[1] 10.95074
```

```
> # A tibble: 8 x 5
  TRATAMIENTO promedio desviación longitud error
  <chr>         <dbl>         <dbl>         <int> <dbl>
1 "B"          59.2          4.60          5     2.06
```

| | | | | | |
|---|---------------------|------|------|---|------|
| 2 | "Control -" | 54.6 | 8.26 | 5 | 3.70 |
| 3 | "Met " | 61.8 | 9.28 | 5 | 4.15 |
| 4 | "Met + B" | 55.6 | 5.81 | 5 | 2.60 |
| 5 | "R. intra + B" | 55.6 | 4.04 | 5 | 1.81 |
| 6 | "R.intra" | 51 | 3.61 | 5 | 1.61 |
| 7 | "R.intra + met" | 57.4 | 6.69 | 5 | 2.99 |
| 8 | "R.intra + met + B" | 60 | 5.20 | 5 | 2.32 |

Anexo 12: Análisis estadístico de altura de plantas de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | cm |
| B | 63.00 | 54.00 | 57.00 | 65.00 | 57.00 | 59.20 |
| Control - | 52.00 | 43.00 | 61.00 | 64.00 | 53.00 | 54.60 |
| Met | 52.00 | 72.00 | 65.00 | 68.00 | 52.00 | 61.80 |
| Met + B | 61.00 | 59.00 | 46.00 | 55.00 | 57.00 | 55.60 |
| R.intra | 46.00 | 56.00 | 52.00 | 51.00 | 50.00 | 51.00 |
| R.intra + B | 50.00 | 59.00 | 55.00 | 60.00 | 54.00 | 55.60 |
| R.intra + met | 48.00 | 62.00 | 58.00 | 65.00 | 54.00 | 57.40 |
| R.intra + met + B | 55.00 | 67.00 | 64.00 | 57.00 | 57.00 | 60.00 |

```

          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  9  2263   251.4   1.301  0.267
Residuals   40   7730   193.3
> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Altura

Mean Square Error: 193.26

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| Altura | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|--------------------------|-------|-----------|------------|----------|-------|
| B + Sc1 | 47.0 | 11.618950 | 5 34.43483 | 59.56517 | 35 62 |
| Benomilo 0.1% | 43.6 | 21.766947 | 5 31.03483 | 56.16517 | 23 74 |
| Control - | 54.6 | 8.264381 | 5 42.03483 | 67.16517 | 43 64 |
| Control + | 43.6 | 15.533834 | 5 31.03483 | 56.16517 | 24 64 |
| Met + B + Sc1 | 54.6 | 8.619745 | 5 42.03483 | 67.16517 | 45 67 |
| Met + Sc1 | 44.8 | 16.284962 | 5 32.23483 | 57.36517 | 27 66 |
| R. intra + B + Sc1 | 53.0 | 11.554220 | 5 40.43483 | 65.56517 | 41 66 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 46.8 | 14.652645 | 5 34.23483 | 59.36517 | 28 69 |
| R. intra + met + Sc1 | 40.2 | 13.535139 | 5 27.63483 | 52.76517 | 26 55 |
| R.intra + Sc1 | 1.6 | 11.970798 | 5 19.03483 | 44.16517 | 22 47 |

Alpha: 0.05 ; DF Error: 40
Critical Value of t: 2.021075

Least Significant Difference: 17.76984

Treatments with the same letter are not significantly different.

Altura groups
Control - 54.6 a

| | | |
|--------------------------|------|----|
| Met + B + Sc1 | 54.6 | a |
| R. intra + B + Sc1 | 53.0 | a |
| B + Sc1 | 47.0 | ab |
| R. intra + met + B + Sc1 | 46.8 | ab |
| Met + Sc1 | 44.8 | ab |
| Benomilo 0.1% | 43.6 | ab |
| Control + | 43.6 | ab |
| R. intra + met + Sc1 | 40.2 | ab |
| R.intra + Sc1 | 31.6 | b |

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Altura

Mean Square Error: 193.26

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| | Altura | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|--------------------------|--------|-----------|------------|----------|-----|-----|
| B + Sc1 | 47.0 | 11.618950 | 5 34.43483 | 59.56517 | 35 | 62 |
| Benomilo 0.1% | 43.6 | 21.766947 | 5 31.03483 | 56.16517 | 23 | 74 |
| Control - | 54.6 | 8.264381 | 5 42.03483 | 67.16517 | 43 | 64 |
| Control + | 43.6 | 15.533834 | 5 31.03483 | 56.16517 | 24 | 64 |
| Met + B + Sc1 | 54.6 | 8.619745 | 5 42.03483 | 67.16517 | 45 | 67 |
| Met + Sc1 | 44.8 | 16.284962 | 5 32.23483 | 57.36517 | 27 | 66 |
| R. intra + B + Sc1 | 53.0 | 11.554220 | 5 40.43483 | 65.56517 | 41 | 66 |
| R. intra + met + B + Sc1 | 46.8 | 14.652645 | 5 34.23483 | 59.36517 | 28 | 69 |
| R. intra + met + Sc1 | 40.2 | 13.535139 | 5 27.63483 | 52.76517 | 26 | 55 |
| R.intra + Sc1 | 31.6 | 11.970798 | 5 19.03483 | 44.16517 | 22 | 47 |

> cv.model(PSR)

[1] 30.23445

> resumen

A tibble: 10 x 5

| TRATAMIENTO | promedio | desviacion | longitud | error |
|----------------------------|----------|------------|----------|-------|
| 1 B + Sc1 | 47 | 11.6 | 5 | 5.20 |
| 2 Benomilo 0.1% | 43.6 | 21.8 | 5 | 9.73 |
| 3 Control - | 54.6 | 8.26 | 5 | 3.70 |
| 4 Control + | 43.6 | 15.5 | 5 | 6.95 |
| 5 Met + B + Sc1 | 54.6 | 8.62 | 5 | 3.85 |
| 6 Met + Sc1 | 44.8 | 16.3 | 5 | 7.28 |
| 7 R. intra + B + Sc1 | 53 | 11.6 | 5 | 5.17 |
| 8 R. intra + met + B + Sc1 | 46.8 | 14.7 | 5 | 6.55 |
| 9 R. intra + met + Sc1 | 40.2 | 13.5 | 5 | 6.05 |
| 10 R.intra + Sc1 | 31.6 | 12.0 | 5 | 5.35 |

Anexo 13: Análisis estadístico de clorofila en plantas de tomate Cherry en ausencia del patógeno

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO |
|--------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | SPAD |
| B | 243.667 | 272.000 | 230.333 | 304.000 | 285.667 | 267.133 |
| Met | 248.333 | 249.667 | 267.333 | 173.333 | 284.333 | 244.600 |
| Met + B | 271.667 | 315.667 | 241.000 | 267.333 | 232.333 | 265.600 |
| R.intra | 264.333 | 272.333 | 249.000 | 269.000 | 308.667 | 272.667 |
| R.intra + B | 245.000 | 188.333 | 237.000 | 228.667 | 303.000 | 240.400 |

«continuación»

| | | | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R.intra + met | 241.333 | 251.667 | 295.667 | 295.000 | 274.667 | 271.667 |
| R.intra + met + B | 221.000 | 261.000 | 244.000 | 239.000 | 300.667 | 253.133 |

> summary(PSR)

```

              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  7   58.1   8.296   0.794  0.598
Residuals    3    2   334.5  10.453
> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Clorofila

Mean Square Error: 10.45338

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

```

              Clorofila      std
r      LCL      UCL      Min      Max
B      26.714 3.013873 5 23.76876 29.65924 23.03 30.40
Control -      27.086 2.958628 5 24.14076 30.03124 24.10 31.90
Met      24.458 4.246990 5 21.51276 27.40324 17.33 28.43
Met + B      26.560 3.265027 5 23.61476 29.50524 23.23 31.57
R. intra + B      24.040 4.123948 5 21.09476 26.98524 18.83 30.30
R.intra      27.266 2.203459 5 24.32076 30.21124 24.90 30.87
R.intra + met      27.168 2.475908 5 24.22276 30.11324 24.13 29.57
R.intra + met + B      25.314 3.016700 5 22.36876 28.25924 22.10 30.07

```

Alpha: 0.05 ; DF Error: 32
Critical Value of t: 2.036933

Least Significant Difference: 4.165193

Treatments with the same letter are not significantly different.

```

              Clorofila groups
R.intra      27.266      a
R.intra + met      27.168      a
Control -      27.086      a
B      26.714      a
Met + B      26.560      a
R.intra + met + B      25.314      a
Met      24.458      a
R. intra + B      24.040      a
> plot(LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T))

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Clorofila

Mean Square Error: 10.45338

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

```

              Clorofila      std r      LCL      UCL
Min      Max
B      26.714 3.013873 5 23.76876 29.65924 23.03
30.40
Control -      27.086 2.958628 5 24.14076 30.03124 24.10 31.90
Met      24.458 4.246990 5 21.51276 27.40324 17.33 28.43
Met + B      26.560 3.265027 5 23.61476 29.50524 23.23 31.57
R. intra + B      24.040 4.123948 5 21.09476 26.98524 18.83 30.30
R.intra      27.266 2.203459 5 24.32076 30.21124 24.90 30.87
R.intra + met      27.168 2.475908 5 24.22276 30.11324 24.13 29.57
R.intra + met + B      25.314 3.016700 5 22.36876 28.25924 22.10 30.07

```

```

> cv.model(PSR)
[1] 12.39914
> resumen
# A tibble: 8 x 5
  TRATAMIENTO      promedio desviacion longitud error
  <chr>              <dbl>      <dbl>      <int> <dbl>
1 "B"                26.7        3.01        5 1.35
2 "Control -"       27.1        2.96        5 1.32
3 "Met"             24.5        4.25        5 1.90
4 "Met + B"        26.6        3.27        5 1.46
5 "R. intra + B"   24.0        4.12        5 1.84
6 "R.intra"        27.3        2.20        5 0.985
7 "R.intra + met"  27.2        2.48        5 1.11
8 "R.intra + met + B" 25.3        3.02        5 1.35

```

Anexo 14: Análisis estadístico de clorofila de plantas de tomate Cherry en presencia de *Sclerotinia sclerotiorum*

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | PROMEDIO |
|-------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | SPAD |
| B + Scl | 228.667 | 63.667 | 176.000 | 172.000 | 57.667 | 139.600 |
| Control - | 241.000 | 319.000 | 265.333 | 255.000 | 274.000 | 270.867 |
| Control + | 247.000 | 169.333 | 76.000 | 225.333 | 192.333 | 182.000 |
| F | 118.333 | 175.333 | 142.333 | 70.667 | 213.333 | 144.000 |
| Met + B + Scl | 106.667 | 199.000 | 197.333 | 215.333 | 101.667 | 164.000 |
| Met + Scl | 233.000 | 186.667 | 83.000 | 139.000 | 189.667 | 166.267 |
| R.intra + B + Scl | 130.000 | 253.300 | 81.300 | 302.000 | 188.300 | 190.980 |
| R.intra + met + B + Scl | 88.000 | 210.000 | 121.667 | 136.333 | 253.000 | 161.800 |
| R.intra + met + Scl | 133.667 | 117.000 | 60.667 | 94.000 | 60.000 | 93.067 |
| R.intra + Scl | 299.667 | 171.333 | 141.667 | 153.333 | 64.000 | 166.000 |

```

> summary(PSR)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO    9    918  102.00   2.478 0.0237 *
Residuals    40   1647   41.17
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Clorofila

Mean Square Error: 41.16684

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

| | Clorofila | std r | LCL | UCL | Min | Max |
|---------------|-----------|----------|-------------|----------|-------|-------|
| B + Scl | 13.962 | 7.546845 | 5 8.162757 | 19.76124 | 5.77 | 22.87 |
| Benomilo 0.1% | 14.398 | 5.435634 | 5 8.598757 | 20.19724 | 7.07 | 21.33 |
| Control - | 27.086 | 2.958628 | 5 21.286757 | 32.88524 | 24.10 | 31.90 |
| Control + | 18.198 | 6.633865 | 5 12.398757 | 23.99724 | 7.60 | 24.70 |

```

Met + B + Sc1      16.400 5.506850 5 10.600757 22.19924 10.17 21.53
Met + Sc1          16.628 5.722060 5 10.828757 22.42724  8.30 23.30
R. intra + B + Sc1 19.098 8.939333 5 13.298757 24.89724  8.13 30.20
R. intra + met + B + Sc1 16.180 6.772256 5 10.380757 21.97924  8.80
25.30
R. intra + met + Sc1  9.308 3.303690 5  3.508757 15.10724  6.00 13.37
R.intra + Sc1      16.600 8.523432 5 10.800757 22.39924  6.40 29.97

```

Alpha: 0.05 ; DF Error: 40
Critical Value of t: 2.021075

least Significant Difference: 8.201368

Treatments with the same letter are not significantly different.

```

                                Clorofila groups
Control -                        27.086          a
R. intra + B + Sc1              19.098          ab
Control +                        18.198          b
Met + Sc1                       16.628          bc
R.intra + Sc1                   16.600          bc
Met + B + Sc1                   16.400          bc
R. intra + met + B + Sc1        16.180          bc
Benomilo 0.1%                   14.398          bc
B + Sc1                          13.962          bc
R. intra + met + Sc1            9.308          c
> plot(LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T))

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Clorofila

Mean Square Error: 41.16684

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

```

                                Clorofila      std r      LCL      UCL      Min      Max
B + Sc1                        13.962 7.546845 5  8.162757 19.76124  5.77 22.87
Benomilo 0.1%                  14.398 5.435634 5  8.598757 20.19724  7.07 21.33
Control -                       27.086 2.958628 5 21.286757 32.88524 24.10 31.90
Control +                       18.198 6.633865 5 12.398757 23.99724  7.60 24.70
Met + B + Sc1                   16.400 5.506850 5 10.600757 22.19924 10.17 21.53
Met + Sc1                       16.628 5.722060 5 10.828757 22.42724  8.30 23.30
R. intra + B + Sc1              19.098 8.939333 5 13.298757 24.89724  8.13 30.20
R. intra + met + B + Sc1        16.180 6.772256 5 10.380757 21.97924  8.80
25.30
R. intra + met + Sc1            9.308 3.303690 5  3.508757 15.10724  6.00 13.37
R.intra + Sc1                   16.600 8.523432 5 10.800757 22.39924  6.40 29.97

```

```
> cv.model(PSR)
```

```
[1] 38.22361
```

```
> resumen
```

```
# A tibble: 10 x 5
```

```

  TRATAMIENTO      promedio desviacion longitud error
  <chr>           <dbl>         <dbl>      <int> <dbl>
1 B + Sc1         14.0           7.55         5  3.38
2 Benomilo 0.1%  14.4           5.44         5  2.43
3 Control -       27.1           2.96         5  1.32
4 Control +       18.2           6.63         5  2.97
5 Met + B + Sc1   16.4           5.51         5  2.46
6 Met + Sc1       16.6           5.72         5  2.56
7 R. intra + B + Sc1 19.1           8.94         5  4.00
8 R. intra + met + B + Sc1 16.2           6.77         5  3.03
9 R. intra + met + Sc1  9.31           3.30         5  1.48
10 R.intra + Sc1   16.6           8.52         5  3.81

```

Anexo 15: Análisis estadístico de porcentaje de micorrización de las plantas de tomate Cherry

Datos

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | PROMEDIO % de micorrización |
|-------------------------|--------------|------|------|--------------------------------|
| | | | | |
| R.intra | 23.0 | 22.0 | 24.0 | 23 |
| R.intra + B | 11.0 | 14.0 | 11.0 | 12 |
| R.intra + B + Sc1 | 4.0 | 17.0 | 3.0 | 8 |
| R.intra + met | 17.0 | 16.0 | 17.0 | 17 |
| R.intra + met + B | 19.0 | 11.0 | 27.0 | 19 |
| R.intra + met + B + Sc1 | 14.0 | 10.0 | 9.0 | 11 |
| R.intra + met + Sc1 | 13.0 | 16.0 | 28.0 | 19 |
| R.intra + Sc1 | 8.0 | 3.0 | 5.0 | 5 |

summary(PSR)

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO 3  315.0  105.00   3.058 0.0916 .
Residuals  8   274.7   34.33

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T)

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Porcentaje.de.micorrización

Mean Square Error: 34.33333

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

```

      Porcentaje.de.micorrización      std r      LCL
R.intra + B + Sc1      8.000000 7.810250
3  0.1988714
R.intra + met + B + Sc1      11.000000 2.645751
3  3.1988714
R.intra + met + Sc1      19.000000 7.937254 3
11.1988714
R.intra + Sc1      5.333333 2.516611 3 -
2.4677953
      UCL Min Max
R.intra + B + Sc1      15.80113 3 17
R.intra + met + B + Sc1      18.80113 9 14
R.intra + met + Sc1      26.80113 13 28
R.intra + Sc1      13.13446 3 8

```

Alpha: 0.05 ; DF Error: 8
Critical value of t: 2.306004

Least Significant Difference: 11.03246

Treatments with the same letter are not significantly different.

```

      Porcentaje.de.micorrización groups
R.intra + met + Sc1      19.000000      a

```

```

R.intra + met + B + Sc1      11.000000    ab
R.intra + B + Sc1           8.000000    ab
R.intra + Sc1                5.333333    b
> plot(LSD.test(PSR."TRATAMIENTO".console =T))

```

Study: PSR ~ "TRATAMIENTO"

LSD t Test for Porcentaje.de.micorrizacion

Mean Square Error: 34.33333

TRATAMIENTO. means and individual (95 %) CI

```

          Porcentaje.de.micorrizacion      std r      LCL
R.intra + B + Sc1      8.000000 7.810250 3  0.1988714
R.intra + met + B + Sc1 11.000000 2.645751 3  3.1988714
R.intra + met + Sc1    19.000000 7.937254 3 11.1988714
R.intra + Sc1          5.333333 2.516611 3 -2.4677953
          UCL Min Max
R.intra + B + Sc1    15.80113   3  17
R.intra + met + B + Sc1 18.80113   9  14
R.intra + met + Sc1   26.80113  13  28
R.intra + Sc1        13.13446   3   8

```

```
> cv.model(PSR)
```

```
[1] 54.08737
```

```
> resumen
```

```
# A tibble: 4 x 5
```

```

  TRATAMIENTO      promedio desviacion longitud error
  <chr>            <dbl>      <dbl>    <int> <dbl>
1 R.intra + B + Sc1      8          7.81         3  4.51
2 R.intra + met + B + Sc1 11          2.65         3  1.53
3 R.intra + met + Sc1    19          7.94         3  4.58
4 R.intra + Sc1          5.33        2.52         3  1.45

```

Anexo 16: Severidad de la infección por *Sclerotinia sclerotiorum* en plantas de fresa

Datos severidad

1era semana

| Tratamiento | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Control + | 6 | 3 | 6 | 6 | 2 | 4 | 2 | 1 |
| MIC | 1 | 6 | 6 | 6 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Scl + MIC | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Scl + B | 6 | 6 | 2 | 3 | 1 | 4 | 6 | 2 |
| Scl+ M | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| Scl + F | 2 | 3 | 3 | 4 | 6 | 2 | 6 | 3 |
| Scl + M + MIC | 2 | 2 | 6 | 6 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| Scl + B + MIC | 2 | 5 | 2 | 3 | 6 | 5 | 6 | 4 |
| Control - | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 6 | 1 |

2da semana

| Tratamiento | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 6 | 3 | 6 | 6 | 3 | 6 | 2 | 2 |
| MIC | 1 | 6 | 6 | 6 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| Sclerotinia + MIC | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Sclerotinia + B | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 | 4 | 6 | 2 |
| Sclerotinia + M | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Sclerotinia + F | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 4 | 6 | 4 |
| Sclerotinia + M + MIC | 2 | 2 | 6 | 6 | 1 | 3 | 2 | 6 |
| Sclerotinia + B + MIC | 2 | 6 | 2 | 4 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| Control - | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 | 6 | 1 |

3ra semana

| Tratamiento | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 6 | 3 | 6 | 6 | 5 | 6 | 4 | 3 |
| MIC | 1 | 6 | 6 | 6 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| Sclerotinia + MIC | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| Sclerotinia + B | 6 | 6 | 2 | 3 | 3 | 5 | 6 | 3 |
| Sclerotinia + M | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 8 |
| Sclerotinia + F | 3 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 |
| Sclerotinia + M + MIC | 2 | 2 | 6 | 6 | 2 | 5 | 3 | 6 |
| Sclerotinia + B + MIC | 2 | 6 | 2 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Control - | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 | 6 | 2 |

4ta semana

| Tratamiento | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 6 |
| MIC | 1 | 6 | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 | 6 |
| Sclerotinia + MIC | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| Sclerotinia + B | 6 | 6 | 2 | 3 | 3 | 6 | 6 | 3 |
| Sclerotinia + M | 3 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 6 |
| Sclerotinia + F | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| Sclerotinia + M + MIC | 2 | 2 | 6 | 6 | 2 | 5 | 4 | 6 |
| Sclerotinia + B + MIC | 3 | 6 | 3 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Control - | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 | 6 | 2 |

5ta semana

| Tratamiento | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Control + | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 6 |
| MIC | 2 | 6 | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 | 6 |
| Sclerotinia + MIC | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Sclerotinia + B | 6 | 6 | 2 | 4 | 3 | 6 | 6 | 4 |
| Sclerotinia + M | 3 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 6 |
| Sclerotinia + F | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| Sclerotinia + M + MIC | 2 | 2 | 6 | 6 | 2 | 6 | 4 | 6 |
| Sclerotinia + B + MIC | 3 | 6 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Control - | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 6 | 2 |

6ta semana

| Tratamiento | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Control + | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 6 |
| MIC | 2 | 6 | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 | 6 |
| Sclerotinia + MIC | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Sclerotinia + B | 6 | 6 | 2 | 4 | 3 | 6 | 6 | 4 |
| Sclerotinia + M | 3 | 6 | 6 | 4 | 3 | 2 | 3 | 6 |
| Sclerotinia + F | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| Sclerotinia + M + MIC | 2 | 2 | 6 | 6 | 2 | 6 | 5 | 6 |
| Sclerotinia + B + MIC | 3 | 6 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Control - | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 6 | 2 |

Anexo 17: Severidad de la infección por *Sclerotinia sclerotiorum* en plantas de tomate Cherry

Datos severidad

1rasemana

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|
| Control + | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| B + Scl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R. intra + met + B + Scl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R. intra + B + Scl | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R.intra + Scl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Met + B + Scl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Met + Scl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R.intra + met + Scl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Benomilo 0.1% | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

2 da semana

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 3 | 1 | 2 | 4 | 2 |
| B + Scl | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| R. intra + met + B + Scl | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| R. intra + B + Scl | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| R.intra + Scl | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| Met + B + Scl | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Met + Scl | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| R.intra + met + Scl | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Benomilo 0.1% | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 |

3ra semana

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 3 | 1 | 2 | 4 | 2 |
| B + Scl | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| R. intra + met + B + Scl | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| R. intra + B + Scl | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| R.intra + Scl | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| Met + B + Scl | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Met + Scl | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| R.intra + met + Scl | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Benomilo 0.1% | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 |

4ta semana

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 3 | 1 | 2 | 4 | 2 |
| B + Scl | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R. intra + met + B + Scl | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| R. intra + B + Scl | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| R.intra + Scl | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| Met + B + Scl | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| Met + Scl | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| R.intra + met + Scl | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 |
| Benomilo 0.1% | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 |

5ta semana

| R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|

| | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|
| Control + | 3 | 1 | 2 | 5 | 2 |
| B + Scl | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R. intra + met + B + Scl | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| R. intra + B + Scl | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| R.intra + Scl | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| Met + B + Scl | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| Met + Scl | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R.intra + met + Scl | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 |
| Benomilo 0.1% | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 |

6ta semana

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 4 | 2 | 3 | 5 | 2 |
| B + Scl | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R. intra + met + B + Scl | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| R. intra + B + Scl | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 |
| R.intra + Scl | 5 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| Met + B + Scl | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| Met + Scl | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| R.intra + met + Scl | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 |
| Benomilo 0.1% | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 |

7ma semana

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Control + | 4 | 2 | 3 | 6 | 2 |
| B + Scl | 5 | 2 | 2 | 5 | 1 |
| R. intra + met + B + Scl | 1 | 1 | 5 | 1 | 2 |
| R. intra + B + Scl | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 |
| R.intra + Scl | 5 | 4 | 5 | 1 | 1 |
| Met + B + Scl | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| Met + Scl | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| R.intra + met + Scl | 4 | 1 | 5 | 2 | 3 |
| Benomilo 0.1% | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 |