

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Manejo de *Botrytis cinerea* Pers. en Zarcamora *Rubus ulmifolius* Schott *In Situ* en
Saltillo, Coahuila, México.

Por:

ERICK JAIR MOTHE MARTINEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



BIBLIOTECA
DR. EGIDIO G. REBON
U. A. A. A.
SALTILLO

16/05/2024

Manejo de *Botrytis cinerea* Pers. en Zarzamora *Rubus ulmifolius* Schott In Situ en Saltillo, Coahuila, México.

BANCO DE TESIS

Por:

ERICK JAIR MOTHE MARTINEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Asesor Principal

Dr. Epifanio Castro del Ángel
Coasesor

M.C. Abiel Sánchez Arizpe
Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2024

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Erick Jair Mothe Martinez

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por darme la vida y permitirme cumplir una meta más, por estar conmigo en todo momento, por darme salud y fortaleza para salir adelante.

A mi "Alma Terra Mater" con mucha admiración y respeto le doy gracias por acobijarme y brindarme la gran oportunidad de formarme profesionalmente durante estos años.

A la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda Por su apoyo y disponibilidad para poder realizar esta investigación, por las aportaciones y revisiones en todo momento.

Al Dr. Epifanio Castro del Ángel Por su valiosa participación en la revisión, corrección y sugerencias del presente trabajo.

Al M.C. Abiel Sánchez Arizpe por tomarse el tiempo de hacer las revisiones y por sus comentarios al escrito.

A mis maestros del departamento, **Dr. Juan Carlos, Dr. Gallegos, Dr. Landeros, M.C. Abiel, Dr. Cabezas, Dr. Oswaldo, Dra. Miriam, Dr. Melchor, Dra. Yisa, Dr. Cerna, M.C. Cárdenas, Dr. Daniel y Dr. Aguirre**, por su contribución en mi desarrollo universitario y por haber compartido experiencias dentro y fuera de la parasitología agrícola mexicana.

A mis amigos y compañeros de generación. Juan Pablo, Javier, Fanny, Cristian y Omar por su apoyo durante nuestra formación académica y por las experiencias compartidas

A mis amigos. La casa de Úrsula por su apoyo y acompañamiento durante mi estancia en la UAAAN.

DEDICATORIA

A mis padres

Bonifacio Mothe Cortez y Drucila Martinez Cruz

Por haberme dado la vida, por todo el apoyo y consejos que me han brindado día con día para ser mejor persona y lograr mis metas. por ser ciudadanos ejemplares a quienes honro con amor y respeto

A mi hermana

Ana Belén Mothe Martinez gracias por estar en los momentos en los que más los necesité, por su cariño y apoyo incondicional en todo momento durante mi formación.

A mis abuelos

Sr. Bonifacio Mothe Soto (+) y Sra. María Pascuala Cortez, por su apoyo en todo momento, por su amor y cariño.

Sr. Rubén Martinez Silverio y Sra. Evangelina Cruz Catarina (+), gracias por su amor, su confianza, por siempre apoyarme en todo, gracias mama Nani porque, aunque ya no está físicamente, esto es también para usted.

A mi familia

A mis tíos (as), primos (as) que me han apoyado siempre, gracias por el apoyo para lograr mis metas.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	1
Justificación	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen	4
Clasificación Taxonómica	4
Importancia del Cultivo	5
Generalidades de la Zarzamora	5
Raíz	6
Tallo	6
Reproducción	6
Hojas	7
Flores	7
Fruto	7
Variedades	8
Requisitos del Cultivo	9
Clima	9
Suelos	9
Plantación	9
Manejo Agronómico	10
Sistema de soporte	10
Poda	10
Fertilización	11
Riego	12
Plagas y/o problemas fitosanitarios	13
Importancia de <i>Botrytis cinerea</i>	14
Clasificación taxonómica	15

Daños _____	15
Influencia en el ambiente _____	16
Control químico de <i>B. cinerea</i> _____	17
Control cultural de <i>B. cinerea</i> _____	17
Control biológico de <i>B. cinerea</i> _____	18
Resistencia a fungicidas _____	18
<i>Trichoderma harzianum</i> _____	19
Descripción de <i>Trichoderma</i> _____	19
Modos de acción _____	20
Clasificación taxonómica _____	21
<i>Bacillus subtilis</i> _____	21
Descripción de <i>Bacillus subtilis</i> _____	21
Clasificación Taxonómica _____	22
Lixiviado de Lombricomposta _____	22
Nutrición Mineral _____	22
MATERIALES Y MÉTODOS _____	24
Ubicación del Experimento. _____	24
Materiales _____	24
Acondicionamiento y Manejo de Plantas _____	25
Trasplante _____	25
Nutrición para crecimiento _____	26
Control de malezas _____	27
Poda inicial _____	27
Tutoreo _____	28
Fertirriegos _____	28
Incremento de los agentes biológicos _____	29
Descripción del Experimento _____	30
Diseño experimental _____	30
Tratamientos _____	30
Preparación del inóculo _____	32
Inoculación del hongo _____	33
La incidencia y severidad de la enfermedad _____	34
VARIABLES A EVALUAR _____	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	37
Evaluación de Severidad en hojas _____	37
Evaluación de incidencia en frutos _____	38
Peso de fruto _____	39
Altura de planta _____	40
CONCLUSIONES _____	41
BIBLIOGRAFÍA _____	42

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1 SOLUCIÓN NUTRITIVA INICIAL.....	26
CUADRO 2 SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA ETAPA DE FLORACIÓN.....	27
CUADRO 3. TRATAMIENTOS.....	31
CUADRO 4. TABLA PARA DATOS DE INCIDENCIA %	35
CUADRO 5. TABLA PARA TOMA DE DATOS DE PESO	35
CUADRO 6. TABLA PARA DATOS DE ALTURA	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de zarzamora	5
Figura 2. Tamaño de raíz.	6
Figura 3. Tallo de zarzamora.	6
Figura 4. Reproducción por esqueje.	6
Figura 5. Hoja completa.	7
Figura 6. Flores en polinización.	8
Figura 7. Plantación de zarzamora.	9
Figura 8. Soporte o tutoreo.	10
Figura 9. Fruto dañado por <i>B. cinerea</i>	15
Figura 10. Ciclo de la enfermedad de <i>B. cinerea</i>	16
Figura 11. Invernadero donde se realizó el trabajo.	24
Figura 12. Ubicación del invernadero en vista aérea de maps.	24
Figura 13. Peat moss.	24
Figura 14. Vermiculita.	25
Figura 15. Sustrato ya listo para mezclar.	25
Figura 16. Preparación del sustrato.	25
Figura 17. Trasplante ya terminado.	26
Figura 18. Trasplante.	26
Figura 19. Eliminación manual de malezas.	27
Figura 20. Poda inicial.	28
Figura 21. Tutoreo ya listo.	28
Figura 22. Sistema de tutoreo.	28
Figura 23. Preparación de solución nutritiva.	28
Figura 24. Medición de pH y CE.	28
Figura 25. <i>Bacillus subtilis</i>	29
Figura 26. <i>Trichoderma harzianum</i>	29
Figura 27. Lixiviado de lombricomposta.	30
Figura 28. Aislamiento de <i>B. cinerea</i>	30
Figura 29. Aplicación de <i>T. harzianum</i>	31

Figura 30. Aplicación de lixiviado de lombricomposta.....	31
Figura 31. Aplicación del fungicida.....	31
Figura 32. Distribución de los tratamientos.....	32
Figura 33. <i>B. cinerea</i> en medio de cultivo.....	32
Figura 34. Preparación de inóculo.....	32
Figura 35. Concentración de <i>B. cinera</i> en base a la escala de Mc Farland.....	33
Figura 36. Punto de inoculación.....	33
Figura 37. Heridas para inoculación.....	33
Figura 38. Escala de evaluación para severidad en hojas.....	34
Figura 39. Severidad de <i>B. cinerea</i> en hojas UAAAN 2024.....	38
Figura 40. Incidencia de <i>B. cinerea</i> en frutos UAAAN 2024.....	39
Figura 41. Peso de fruto UAAAN 2024.....	39
Figura 42. Altura de planta UAAAN 2024.....	40

RESUMEN

En los cultivos de berries, la proliferación de *Botrytis cinerea* se ha convertido en un problema crítico debido a su impacto directo en la calidad de los frutos. Aunque el uso frecuente de fungicidas químicos ha sido la estrategia principal de control, esto ha conducido al surgimiento de resistencia en el hongo y a efectos adversos en el medio ambiente. En este contexto, el control biológico se presenta como una alternativa prometedora, ya que ofrece eficacia en la supresión de enfermedades sin ocasionar daños ambientales. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes métodos de control contra *Botrytis cinerea* en el cultivo de zarzamora. Se utilizaron fungicidas químicos y biológicos, y un control cultural entre ellos T1-*Trichoderma harzianum*, T3-*Bacillus subtilis* y T2-lixiviado de lombricomposta, se empleó también una solución nutritiva T3, adaptada a las necesidades del cultivo también, se incorporó un control químico T4 mediante el uso del fungicida Propiconazole como ingrediente activo. El experimento se realizó en un invernadero siguiendo un diseño experimental completamente al azar, con 7 repeticiones y un grupo testigo. En laboratorio se evaluaron mediante cámara húmeda. Los resultados obtenidos proporcionaron información valiosa sobre la eficacia de los diferentes métodos de control en la reducción de la enfermedad en el cultivo de zarzamora, lo que contribuirá al desarrollo de estrategias más sostenibles y efectivas en la producción agrícola. Los tratamientos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de los tratamientos mediante una prueba de rango de Tukey al 0.05 de significancia, bajo un diseño experimental completamente al azar mediante el empleo del programa Statistical Analysis System (SAS) 9.0. El tratamiento sobresaliente fue el T4 (químico) pero los tratamientos T1 (*Bacillus*) y T2 (*Trichoderma*) exhibieron una respuesta significativa en la supresión de la enfermedad en comparación con el tratamiento químico.

Palabras clave: Método de control, *Botrytis*, efectividad, biológico, *Trichoderma*, *Bacillus*.

ABSTRACT

In berry crops, the proliferation of *Botrytis cinerea* has become a critical problem due to its direct impact on fruit quality. Although the frequent use of chemical fungicides has been the main control strategy, this has led to the emergence of resistance in the fungus and adverse effects on the environment. In this context, biological control is presented as a promising alternative, since it offers effectiveness in suppressing diseases without causing environmental damage. The objective of this research was to evaluate different control methods against *Botrytis cinerea* in blackberry cultivation. Chemical and biological fungicides were used, and a cultural control including T1-*Trichoderma harzianum*, T3-*Bacillus subtilis* and T2-vermicompost leachate, a T3 nutrient solution was also used, adapted to the needs of the crop, and a chemical control was incorporated. T4 through the use of the fungicide Propiconazole as the active ingredient. The experiment was carried out in a greenhouse following a completely randomized experimental design, with 7 repetitions and a control group. In the laboratory they were evaluated using a humid chamber. The results obtained provided valuable information on the effectiveness of different control methods in reducing the disease in blackberry cultivation, which will contribute to the development of more sustainable and effective strategies in agricultural production. The treatments were evaluated by means of an analysis of variance (ANOVA) and comparison of means of the treatments using a Tukey rank test at 0.05 significance level, under a completely randomized experimental design using the Statistical Analysis System (SAS) 9.0 program. The outstanding treatment was T4 (chemical) but treatments T1 (*Bacillus*) and T2 (*Trichoderma*) exhibited a significant response in suppressing the disease compared to the chemical treatment.

Keywords: Control method, *Botrytis*, effectiveness, biological, *Trichoderma*, *Bacillus*.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día los consumidores buscan alimentos que además de su valor nutritivo puedan aportar otros atributos, como beneficios a la salud, siendo una de las tendencias a nivel mundial aumentar el consumo de fibra dietética y agentes antioxidantes, presentes ambos en grandes cantidades en frutas tipo berries. La palabra Berry se refiere a un conjunto de frutos, y que también se les llama frutos del bosque, frutos rojos o bayas silvestres, y biológicamente se definen como aquellas frutas que se producen a partir del ovario de una flor, en la que el pericarpio del ovario se convierte en una porción carnosa comestible. Se incluyen dentro de este grupo a la fresa, el arándano, la zarzamora, y la frambuesa, entre otras. De manera común estas frutas son redondas y jugosas con colores vivos y que pueden ser dulces o agrias, y sin hueso, pero pueden tener semillas. (AgroNoticias, 2017)

En los últimos años la producción de zarzamora en México ha crecido de forma progresiva, a tal nivel que México es actualmente el primer productor de esta fruta a nivel mundial. El país alcanza dicha categoría con un total de producción de 215.923 toneladas. La zarzamora se cultiva en doce estados de México, entre los cuales Michoacán se destaca como el principal productor, con el 97 % del total de la producción de esta frutilla. (SADER, 2021)

La zarzamora, también conocida como mora, es una fruta que se cultiva en diversas regiones de México, desde los campos de Jalisco hasta los valles de Michoacán. Su color oscuro y sabor dulce la convierten en un manjar irresistible para muchos, pero hay mucho más que descubrir sobre esta pequeña joya. Los climas cálidos y templados de algunas regiones mexicanas proporcionan el entorno perfecto para el cultivo de esta fruta. Jalisco, Michoacán y Baja California son especialmente conocidos por sus extensos campos de zarzamoros, donde se lleva a cabo una producción masiva. La zarzamora no es una simple fruta, es una parte fundamental de la identidad agrícola y cultural de México, en el país se cree que este cultivo se hace presente desde la época prehispánica. (Zamora y Rodiles, 2023)

Entre las principales enfermedades que afectan al cultivo de zarzamora se han reportado el moho gris (*Botrytis cinerea*), la roya anaranjada (*Arthuriomyces*

peckianus), la mancha de la hoja (*Cercospora* sp.), la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), el mildiú (*Peronospora sparsa*), y la pudrición de la raíz (*Fusarium* sp.). Sin embargo, las condiciones edafo-climáticas cambiantes, como consecuencia de las prácticas agrícolas intensivas y el cambio climático, han inducido la aparición de diversos fitopatógenos emergentes con impactos negativos en la producción de cultivos agrícolas de interés económico, social y cultural. Por lo tanto, la correcta identificación y caracterización de dichos fitopatógenos emergentes es importante para proponer estrategias de control eficientes. (Contreras, 2019)

El género *Botrytis* integra un conjunto de especies de hongos que incluyen a los conocidos como mohos grises, son organismos saprófitos, que gustan de alimentarse de materia orgánica en descomposición. Las variedades de plantas de bayas en campo han mostrado poca resistencia genética al moho gris, por lo que las infecciones se han tratado con fungicidas y es todo un reto el prolongar la vida postcosecha de los frutos, de tal manera que estos puedan permanecer sanos por tiempos prolongados de hasta 45 días con fines de exportación a lugares distantes (Garay-Serrano *et al.*, 2023).

Justificación

Con base a la importancia de este cultivo, se necesita un conocimiento para el control sostenible de *Botrytis*, ya que el control químico resulta ser toxico al humano además de presentar resistencia.

Objetivo General

Evaluar la incidencia y severidad de moho gris en zarzamora con fungicidas químicos, biológicos y nutrientes inorgánicos.

Objetivos Específicos

Evaluar la efectividad del control del moho gris con fungicidas químicos

Evaluar la efectividad del control del moho gris con productos biológicos.

Evaluar la efectividad del control del moho gris con nutrición inorgánica.

Hipótesis

Se espera tener al menos un método con una diferencia significativa en control, superior al 80% en el control de *Botrytis cinerea*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

La zarzamora es una planta conocida desde muy antiguo. Se considera originaria de Europa y Asia, aunque existen numerosas especies de otros orígenes. La especie común, *Rubus ulmifolius*, es natural del oeste y centro de Europa y del norte de África. Dentro de la familia Rosaceae, *Rubus* es uno de los géneros de plantas más complejos a nivel taxonómico debido, entre otros factores, a la diversidad en los niveles de poliploidía, la presencia de apomixis y la hibridación entre especies, e incluso entre subgéneros, lo cual genera confusión sobre los límites entre una especie y otra (FAO, 2000).

Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de la zarzamora de acuerdo con GBIF Backbone Taxonomy. (GBIF, 2021)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Superphylum: Tracheophyta

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Género: *Rubus*

Especie: *ulmifolius* Schott

Importancia del Cultivo

México genera 30% del volumen de exportación global. No solo cuenta con las condiciones climáticas y de cultivo ideales para generar oferta de calidad de octubre a mayo, sino que también se están generando variedades nuevas y únicas con perfiles de sabor que transformarán la oferta de la zarzamora. (AgroNoticias, 2017) En los últimos años la producción de zarzamora en México ha crecido de forma progresiva, a tal nivel que México es actualmente el primer productor de esta fruta a nivel mundial. El país alcanza dicha categoría con un total de producción de 215.923 toneladas. La zarzamora se cultiva en doce estados de México, entre los cuales Michoacán se destaca como el principal productor, con el 97 % del total de la producción de esta frutilla. (SADER, 2022)

Generalidades de la Zarzamora

Planta arbustiva que pertenece a la familia de las rosáceas, con tallos de 3 a 4 m de largo. Crecen erectos al principio, aunque se van tumbando y al final quedan sobre el suelo. Son angulosos y con fuertes espinas. Las flores son rosadas o blancas con 5 pétalos. Tiene largas raíces que crecen a poca profundidad y de la que surgen nuevos brotes con facilidad. Estos se pueden aislar y plantar por separado para obtener nuevas plantas. (SAGARPA, 2010)



Figura 1. Planta de zarzamora

Raíz

Es filiforme, muy extendida, nudosa y superficial; más profunda que la del frambueso y con tallos subterráneos llamados rizomas. Los tallos emergen concentrados de la base de la planta y son aristados, provistos de agudas espinas; hay variedades con tallos erectos y otras con tallos rastreros. (Rivas Cancino, 2016)



Figura 2. Tamaño de raíz.

Tallo



Figura 3. Tallo de zarzamora.

Al ser plantas tan vigorosas, los tallos de zarzamora pueden superar fácilmente los 2 metros de longitud, por lo que un sistema de tutorado será necesario, para sujetar los tallos y que no se caigan al suelo, en especial, cuando sea la época de cosecha y la fruta se pueda dañar si se caen contra el suelo. Principalmente se usan 2 tipos de tutorados con alambres, la doble T o postes paralelos. (Garcia-Villar, 2021)

Reproducción

Los métodos de propagación difieren según variedades y finalidad. Las variedades de tipo erecto se pueden propagar por rebrotes o por estaquillado de raíz, dado que éstas tienen facilidad para emitir yemas adventicias. (MAPA, 2014)

La mora se puede propagar sexual o asexualmente, pero el método recomendado



Figura 4. Reproducción por esqueje.

comercialmente es el asexual por ser más económico y de mejores resultados. La reproducción sexual no se emplea sino solo experimentalmente porque las semillas tienen un bajo poder germinativo. Las plántulas que logran emerger y crecer lo hacen en forma muy lenta. La estaca y el Acodo, se recomienda utilizar las ramas hembras de las plantas, sin embargo, en la práctica, los productores emplean las ramas macho por

ser más vigorosas y para no reducir la producción de fruta de la plantación existente. El suelo debe estar suelto y libre de malezas. (Casaca, 2019)

Hojas

Tiene hojas imparipinnadas, compuestas por 3 o 5 folíolos peciolados, de forma elíptica ovada u obovada, con borde dentado o aserrado, de color verde oscuro por el haz y blanco-tomentoso por el envés. (Baraona-Cockrell y Sancho-Barrantes, 1998)



Figura 5. Hoja completa.

Flores

Rivas-Cancino, (2016) también menciona que las flores son hermafroditas y auto fértiles, por lo que el cultivo no requiere fauna auxiliar para la polinización. El cáliz es persistente, y tiene 5 sépalos. En la corola de cada flor, sobre un receptáculo ensanchado, hay 5 pétalos blancos o rosados que en ocasiones presentan manchas rojizas. Las flores están agrupadas en racimos simples laterales y terminales o compuestos en ocasiones. Cada flor tiene numerosos estambres y carpelos, los cuales contienen un óvulo fértil que dará origen a cada una de las drupas que forman el fruto compuesto clasificado como una polidrupa. Cada uno de estos frutos al principio son duros y verdes, gradualmente se volverán rojos y luego se intensificará su color hasta adquirir una tonalidad purpúrea, brillante y uniforme al momento de haber alcanzado su madurez.

Fruto

La zarzamora es una planta generalmente silvestre de la que se aprovechan sus frutos, unas bayas pequeñas de color negro muy aromáticas y algo ácidas. Se consumen crudas, aunque también se emplean en la elaboración de compotas, macedonias, tartas, etc. Son ricas en vitaminas y minerales. Además, aportan fibra y contienen pocas calorías. La zarzamora aporta mucha fibra y pocas calorías, al ser pobre en proteínas y grasas. Es destacable su riqueza en vitaminas, sobre todo A y C, y su alto contenido en potasio, lo que la hace diurética. También aporta diversas sustancias que tienen efectos anticancerígenos. (Hortalizas, 2023)



Figura 6. Flores en polinización.

Variedades

La primera variedad introducida en México fue “Brazos”, que es bastante rústica y actualmente se sigue cultivando. Sin embargo, paulatinamente se fueron generando nuevas variedades con menor requerimiento de horas frío, lo que permite extender el cultivo y la época de producción. Una de estas variedades es la brasileña “tupy”, que por sus características de la planta y del fruto es la que se cultiva en la mayor superficie mexicana y a nivel mundial; es una zarzamora de hábito semierecto, resultante de una cruce entre Comanche y una selección nativa de Uruguay, vigorosa, de espinas prominentes y productora de frutos grandes. Existen otras variedades que actualmente tienen menor importancia como Choctaw, Shawnee, Kiowa, Comanche, Cheyenne y Cherokee, por mencionar algunas. Generalmente la zarzamora se multiplica por medio de estacas de raíz, lo cual debe realizarse en invierno, cuando la planta esté en reposo. Actualmente se realiza a nivel experimental propagación de clones de zarzamora in vitro, con algunas ventajas como menor riesgo de contaminación con enfermedades. (Rivas Cancino, 2016)

Requisitos del Cultivo

Clima

Requiere clima relativamente fresco y soleado con temperaturas que oscilan entre los 16 a 25 °C. Requiere entre 1,500 y 2,500 mm de precipitación anual, y humedad relativa de 80 a 90%. Para un óptimo desarrollo se debe cultivar entre los 1,200 y 2,000 msnm, pero puede tolerar un amplio rango de altitudes. (SAGARPA, 2017)

Suelos

Se desarrolla mejor en suelos franco-arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica y pH entre 5.2 y 6.7, siendo 5.7 el óptimo. (SAGARPA, 2010)

Plantación

El sistema de plantación es en hilera, el espacio entre plantas es de normalmente de 30 a 50 cm. para formar mayor seto, y la distancia entre hileras en Michoacán normalmente es de 2.20 a 2.40 metros para facilitar un buen manejo, teniendo una densidad de plantación de 8,000 a 13,000 plantas por hectárea. (Rivas Cancino, 2016)



Figura 7. Plantación de zarzamora.

Manejo Agronómico

Sistema de soporte

Debido al hábito de crecimiento de las variedades de zarzamora, que puede ser erecto o semi-erecto, se hace recomendable o no, un sistema de conducción y soporte para las plantas. Sin embargo, aun en variedades consideradas de crecimiento erecto, supuestamente autosostenibles, un sistema de soporte es necesario para mantener el seto de plantas manejable.



Figura 8. Soporte o tutoreo.

El método más usado es un sistema vertical compuesto de varios alambres, uno sobre otro, de aproximadamente 1.7 a 1.8 m de altura; se usan desde 3 hasta 5 alambres en cada línea de seto separados a distancias iguales entre ellos a partir del segundo; el primer alambre casi siempre se coloca a 40-50 cm del suelo. Los alambres son sostenidos por postes metálicos (cada 7 m) principalmente, aunque se pueden encontrar también de concreto y de madera. Como el crecimiento es muy vigoroso, las cañas prácticamente se deben enrollar sobre el sistema de soporte. (Correa & Bassols, 2006)

Poda

La planta de zarzamora en lugares subtropicales en condiciones de buen manejo por disponibilidad de agua y nutrientes tiene un crecimiento vegetativo muy agresivo en el que las cañas llegan a presentar longitudes hasta de varios metros, por ello se hace necesario el uso de sistemas de conducción y soporte. Por lo mismo, la práctica de poda se hace también necesaria. Hay básicamente dos tipos de poda que se practican en este sistema de manejo del cultivo de la zarzamora: los despuntes y la poda total al final de la producción. (Correa & Bassols, 2006)

Los despuntes de las cañas se hacen para eliminar los ápices de las cañas buscando controlar (detener) el crecimiento excesivo, y con ello promover también la madurez de las yemas laterales. El nivel del despunte dependerá del vigor de las plantas. La intensidad de los despuntes depende del criterio de quien maneje la plantación; con experiencia, es posible saber cuándo las yemas laterales ya pueden generar una lateral fructificante en lugar de una lateral vegetativa. De esta forma, la poda de despunte se puede hacer antes o después de la defoliación.

En cuanto a la poda total después de la cosecha, ésta se lleva a cabo en el momento en el que se decida iniciar el crecimiento de las cañas para el siguiente ciclo; es decir, en el momento en que se programe de acuerdo con la época deseada para cosechar. Esta poda consiste simple y básicamente en la eliminación total, a nivel del suelo, de la parte aérea que ya produjo y con ello se espera la rebrotación de las nuevas cañas para iniciar el nuevo ciclo de producción. (Correa & Bassols, 2006)

Fertilización

Los análisis de suelo y hoja junto con el monitoreo del huerto en diferentes estados fenológicos (floración, fruto cuajado, crecimiento de brotes, cosecha), deben realizarse como parte de una metodología integrada para un programa de fertilización eficiente y sustentable en el cultivo. En este sentido es fundamental comprender que al final de la temporada, cuando las temperaturas comienzan a descender, los nutrientes móviles vuelven a los tejidos de almacenamiento para ser utilizados en el crecimiento de la siguiente temporada. La planta tiene alta demanda nutricional, por lo que se necesita una fertilización fuerte al momento de establecer la plantación, incluyendo alto contenido de materia orgánica y otra de conservación cada dos años. (Sanchez *et al.*, 1991).

Requerimiento de nutrientes:

Nitrógeno: El requerimiento de N por el cultivo es de 12 t/ha; es decir, 12 kg de N son necesarios aportar al suelo. Para poder determinar con exactitud la dosis de N a incorporar al suelo, es indispensable contar con resultados de análisis de suelo del predio donde se establecerá o está sembrada la zarzamora, pues hay que tomar en consideración el N que está acumulado en el suelo (en forma de NO^3 y lo que se

mineraliza en la MO). Normalmente se toma una deficiencia de uso de nitrógeno que va del 50% al 90% (Sánchez *et al.*, 2023).

Fosforo. FETILIBAB, (2023) también menciona que para determinar la dosis de fertilización con fosforo, el primer paso es conocer la concentración de este elemento en el suelo. Una vez obtenido este dato se confronta con la meta de rendimiento estimado a obtener y se calcula con mejor precisión la cantidad que se tiene que incorporar de fosforo al suelo. En el caso de este cultivo, las cantidades utilizadas para fertilizar a la zarzamora van de los 40 a los 160 Kilos de $P^{2}O^{5}$ dependiendo de la suficiencia o deficiencia de fosforo en el terreno.

Potasio. Es necesario conocer la ppm de K en el suelo. Con ello y confrontándolo con la meta de rendimiento estimado del cultivo se podrá calcular mejor la dosis de Fertilización con Potasio. Para el caso de este nutriente, las cantidades aportadas al suelo van de los 50 Kg a los 200 kg de $K^{2}O$. Que se puede poner con sulfato de potasio o nitrato de potasio.

Magnesio: los requerimientos de este nutriente están en función de la meta de rendimiento y la concentración en ppm que contenga el suelo. Hay aplicaciones que van de los 5 a los 20 Kg/ha de Mg, reiterando que primero debemos determinar la ppm de Mg contenidas en el suelo.

Micronutrientes. Normalmente los micronutrientes son aplicados en las siguientes cantidades: Fe, de 0.5 a 15 Kg/ha. Mn, de 2 a 15 Kg/ha. Zinc, de 0.5 a 10 Kg/ha. Cobre, de 0.5 a 5 Kg/ha. Boro, de 0.5 Kg a 2 Kg/ha. Mo hasta 0.5 Kg/ha. Para determinar con exactitud la cantidad por incorporar al suelo, la clave está en el resultado del análisis de suelo (Sánchez *et al.*, 2023).

Riego

En su hábitat nativo es capaz de resistir largos periodos de sequía, sin embargo, una repentina interrupción en el abastecimiento de agua puede reducir considerablemente el rendimiento y tamaño de la fruta. En época de activamiento requiere aproximadamente 25.4 mm de agua por semana, el riego por goteo y riego por aspersión son los más usados, es importante la regularidad en el riego,

especialmente durante el crecimiento del fruto, esto da como resultado mayor grosor de cañas, mayor tamaño de fruto y en consecuencia mayor producción.

No existen reglas generales para determinar las necesidades de riego, debido a que dependen fundamentalmente de la capacidad de retención de agua que posee cada suelo, de las condiciones climáticas y del estado fenológico de la planta. (Muratalla, 2013).

Plagas y/o problemas fitosanitarios

Ácaros: Los daños ocasionados por ácaros fitófagos es uno de los principales problemas fitosanitarios con los que se enfrenta el cultivo de la zarzamora, se han reportado 39 especies alrededor del mundo, algunas de las especies fitófagas de mayor importancia son *Acalitus esigii* Hassan, 1928, *Phyllocoptes gracilis* Nalepa, 1890 (Acari: Eriophyidae), *Brevipalpus phoenicis* Geikskes, 1939 (Acari: Tenuipalpidae) y *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) (Ayala Ortega *et al.*, 2019).

Trips: Los daños directos los producen las larvas y adultos al picar y succionar el contenido de los tejidos en hojas, flores y frutos, lo que provoca manchas en pétalos, caída de flores y frutos, necrosis y/o distorsión de frutos por daño en ovarios, anteras, estigmas y receptáculos florales; lo que disminuye la producción y resta calidad para su venta en el mercado. Las especies de trips asociadas a zarzamora *Frankliniella occidentalis*, *Frankliniella bruneri*, *Frankliniella minuta*, *Scirtothrips dorsalis*, *Neohydatothrips gracilipes*, *Plesiothrips ayarsi*. (Sampson & Kirk, 2016)

Mosca y Gusano de la fruta: *Drosophila suzukii* ataca a la fruta madura, la larva se alimenta del fruto dejándolo inservible. Podemos colocar trampas para que se sientan atraídas y caigan dentro. (Huertina, 2018)

Barrenador del tallo o de la caña: Huertina, (2018) también menciona que *Diatraea saccharalis* entra por el tallo de la planta construyendo galerías en su interior. Sus síntomas son tallos huecos, clorosis de las hojas, necrosis y muerte. Es difícil controlar en ecológico, pero se pueden hacer tratamientos preventivos con aceite de neem mediante pulverizado y por riego.

Mosca Blanca, *Bemisia tabaci*: Los daños que causan las moscas blancas en el cultivo son el resultado de la succión de la savia de las hojas, así como de la segregación de melaza. Esto puede tener las siguientes consecuencias: Si la población es muy grande, el consumo de savia puede afectar a la fisiología de la planta y ralentizar el crecimiento. (Koppert, 2020)

Pulgones, *Chaetosiphon fragaefolii*: El pulgón en berries se alimenta de la planta, produciendo pérdida de vigor. Además, desciende la calidad de la fruta, perdiendo valor, ya que pueden producir hasta deformidades. (AgroGM, 2023)

Antracnosis del fruto, *Colletotrichum gloeosporioides*: La presencia de la enfermedad es favorecida por la humedad relativa alta y la abundancia de malezas. La antracnosis afecta los frutos de mora y provoca su pudrición. El hongo se presenta en los tallos y en las ramas, lo que ocasiona la enfermedad conocida con el nombre de muerte descendente o secadera de la mora. Al igual que el moho gris, la incidencia y severidad de la antracnosis depende de la localidad y varía con los años. (Gomez, 1992)

Mildeo veloso, *Peronospora sparsa*: El agente causal del mildew veloso ataca hojas, tallos, pedúnculos y frutos. Los tallos presentan lesiones irregulares de color blanco, sobre las cuales crece una vellosoidad de color grisáceo que corresponde a esporangios del patógeno. El pedúnculo se va secando de arriba hacia abajo. Las flores presentan un amarillamiento o secamiento de los pétalos y luego se caen. Los daños por mildew veloso se observan también en los sépalos, donde causa una lesión de color café clara a negra, la cual avanza del exterior hacia adentro.

Importancia de *Botrytis cinerea*

Este cultivo es atacado por fitopatógenos y uno de los principales es el género *Botrytis*, agente causal de la enfermedad conocida como moho gris. Este género incluye cerca de 30 especies descritas (Elad *et al.*, 2014)

Afecta hojas, tallos, flores y frutos en una amplia gama de cultivos, incluyendo frutas y frutillas como zarzamora, arándano, grosella, frambuesas, fresa y uvas. La infección por el hongo ocurre en campo y permanece quiescente, durante la postcosecha la infección se activa y se desarrolla la enfermedad durante el almacenamiento, transporte o incluso en el mercado, ocasionando graves pérdidas (Crisosto *et al.*, 2002).

Clasificación taxonómica

Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2023)

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Subdivisión: Pezizomycotina

Clase: Leotiomycetes

Orden: Helotiales

Familia: Sclerotiniaceae

Género: *Botrytis*

Especie: *cinerea*

Daños

En frutos de zarzamora se observaron síntomas de pudrición blanda de color marrón



Figura 9. Fruto dañado por *B. cinerea*.

a negra, sobre las cuales creció abundante micelio, conidióforos y conidios que en conjunto forman el moho gris. Las lesiones se localizan en las hojas, los tallos, los frutos y las flores. En las flores suelen aparecer primero unas manchas pequeñas y redondas que pueden evolucionar a grandes lesiones de color gris-marrón. Los síntomas en frutos, flores y en varias partes de plantas en maceta suelen observarse solo durante su almacenamiento en frío o después del mismo.

(Koopert, 2020).

Influencia en el ambiente

Botrytis cinerea se encuentra a veces en semillas. Es capaz de mantenerse en el suelo sobre los restos vegetales más diversos, esto en varias formas: conidios, micelios y esclerocios. Este último se forma en las ramas y, a veces, en las bayas momificadas. Agreguemos que los esclerocios también pueden persistir en el suelo durante varios años. Además, el potencial saprofítico de *Botrytis*

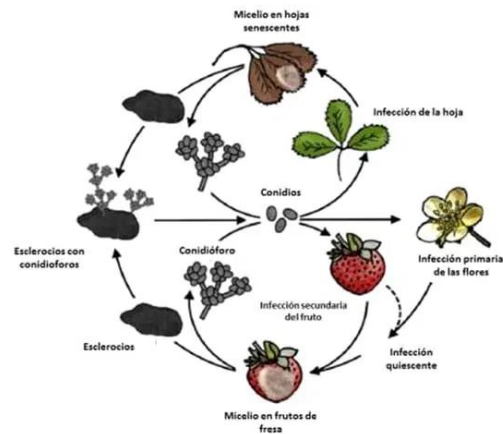


Figura 10. Ciclo de la enfermedad de *B. cinerea*, imagen tomada de Revista Fragaria.

cinerea permite su fácil conservación sobre materia orgánica. También es probable que este hongo polífago ataque y colonice varios cientos de plantas o malezas cultivadas que contribuyen a su conservación y constituyen fuentes potenciales de inóculo.

El clima: como muchos hongos aéreos, *Botrytis cinerea* es particularmente aficionado a los ambientes húmedos. Una humedad relativa de alrededor de 90 a 95% y temperaturas entre 17 y 23 ° C son condiciones muy favorables para sus ataques. A una temperatura de 15-20 ° C, se considera que son necesarias de 15 a 20 horas de alta humedad para que la infección se produzca en condiciones ideales (Tosi *et al.*, 2024).

Las flores son infectadas en sus estigmas, a partir de ahí el hongo penetra y desarrolla su micelio al interior de los tejidos. En ocasiones la infección no provoca síntomas hasta 2-4 semanas más tarde dependiente de las condiciones ambientales. Una vez infectadas las flores o frutos por completos, éstos se recubren de esporas tomando un color gris intenso, de ahí el nombre de la enfermedad. Estos órganos infectados llenos de conidias ahora se constituyen como la fuente de inoculación secundaria para la reproducción del hongo en nuestras frutillas. (Fragaria, 2021)

Control químico de *B. cinerea*

Es el método más utilizado para el control del moho gris en los sistemas de producción convencionales. Para el uso de esta estrategia se recomienda el monitoreo de los campos de cultivo y de las condiciones ambientales, mismas que permitirán decisiones acertadas para las aplicaciones preventivas de fungicidas. Un fungicida protector previene la germinación de las esporas cuando se presentan condiciones ideales para el desarrollo de la enfermedad. Un buen programa de aplicaciones de fungicidas es aquel que es diseñado con aplicaciones preventivas y curativas a lo largo del ciclo del cultivo, donde se incluyan rotaciones y mezclas de productos con distintos modos de acción. Se recomienda el uso de ingredientes activos con actividad multi-sitio contra varias vías metabólicas del patógeno y evitar en la medida de lo posible, la utilización de fungicidas con modos de acción de sitio-único, puesto que son más susceptibles al desarrollo de resistencia de parte del hongo. Algunos ingredientes activos que se usan son Tebuconazole, Azoxystrobin, Carbendazim, Iprodione, Pyrimetanil, Pyraclostrobin Y Boscalid (IPM, 2015).

Control cultural de *B. cinerea*

Es muy importante mantener los materiales de trabajo y envases de cosecha limpios, desinfectados idealmente para evitar que éstos nos sirvan como fuentes de diseminación de las esporas del hongo. Otro aspecto importante que vigilar son las densidades de plantación. Las densidades de plantación van en directa relación con tu sistema de plantación y la variedad. Evita densidades que promuevan el emboscamiento, ya que la falta de luz y ventilación son ambientes propicios para el desarrollo de la enfermedad. Si realizas deshoje o podas, asegúrate de quitar todo ese material de tu campo. Es muy común esta mala práctica, ver desechos de poda en la entre hilera de los huertos, lo que garantiza que mantendrás ahí una serie de hongos que están hibernando a la espera para salir a reproducirse apenas tengan las condiciones. Para evitar o minimizar infecciones por *Botrytis* deshazte de ese material y disponlo lejos de tu huerto. Otra mala práctica cultural es la de cosechar los frutos podridos o que no califican bien en la cosecha y botarlos en la entre hilera,

generando un verdadero caldo de cultivo para *Botrytis* y sus estructuras reproductivas que luego al pisar los cosecheros o la maquinaria terminan por diseminar fácilmente las esporas a las plantas sanas. Esta fruta debe idealmente disponerse en un contenedor durante la cosecha en la hilera y debe sacarse del sistema por ser un potencial hospedero de inóculo de *Botrytis* y otros patógenos. Se deben cosechar todos los frutos que estén con madurez de cosecha, aun cuando no están sanos, deben salir de la planta. (Fragaria, 2021)

Control biológico de *B. cinerea*

Con respecto al control biológico, se ha encontrado que muchos hongos, levaduras y bacterias son efectivos para controlar las enfermedades causadas por *Botrytis* debido a las enzimas y los antibióticos que producen (Vagelas *et al.*, 2009).

Sutton y Peng (1993) aplicaron tratamientos contra *B. cinerea* en hojas de fresa usando los agentes antagónicos *Gliocladium roseum*, *Penicillium sp.* y *Trichoderma viride* logrando una eliminación del 97-100% de los conidios del hongo patógeno y disminuyendo la incidencia de producción de esporas en un 58, 64 y 48% respectivamente. Merchan Gaitan *et al.* (2014) aplicaron *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma lignorum* en el fruto de la fresa infectado con *B. cinerea* en dosis de 1×10^8 de conidios/g en una suspensión de 5 g/ L de agua y 2×10^7 de conidios/g en una suspensión de 25 g/L de agua respectivamente, logrando una protección superior a la que brinda el fungicida Iprodione, y disminuyendo un 32% el desarrollo del patógeno en la planta de fresa. Por otro lado, el tratamiento con *T. lignorum* mostró frutos de fresa más grandes, y con mayor tonalidad roja y firmeza.

Resistencia a fungicidas

De acuerdo con Gepp *et al.* 2012 *Botrytis cinerea* alta capacidad para hacerse resistente a fungicidas. Para conocer la situación en Uruguay se evaluó la sensibilidad a fungicidas de 169 aislamientos provenientes de seis cultivos monospóricos provenientes de arándano, tomate, frutilla, viña, rosál y eucalipto de diferentes zonas. Se determinó la concentración inhibitoria mínima (CIM) de Carbendazim (Carbendazim, 50,0% i.a.), Iprodione (Rovral, 50,0% i.a.), Pyrimetanil

(Mythos, 30,0% i.a) y Pyraclostrobin + Boscalid (Bellis, 12,80% y 25,20% i.a., respectivamente). Se evaluó crecimiento a las 48 horas en placas con agar papa dextrosa (gelatina–glucosa para Pyrimetanil) con diferentes concentraciones de fungicida. Se encontraron poblaciones con diferente comportamiento. La resistencia a Carbendazim (CIM>128 mg/l) predominó en todos los cultivos muestreados, menos en arándano. Para Iprodione las CIM se distribuyeron por todos los valores desde <1 a > 16 mg/l y para pirimetanil 30% presentaron CIM ³ 8 mg/l. La mayoría de los aislamientos presentaron CIM £ 4 mg/l de Boscalid + 1 mg/l de Pyraclostrobin, pero 7% presentaron CIM >32 mg/l + > 16 mg/l. El efecto hospedero fue altamente significativo sobre la sensibilidad a los fungicidas. Los aislamientos provenientes de arándano y eucalipto fueron los más sensibles, salvo cuando los de eucalipto fueron testeados con Carbendazim. Los aislamientos de tomate y rosa fueron los más resistentes, y los de frutilla intermedios.

Trichoderma harzianum

El éxito de las cepas de *Trichoderma* como agentes de control biológico se debe a su alta capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para modificar la rizosfera, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promoción del crecimiento en plantas e inducción de mecanismos de defensa. Las diferentes especies se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido y una abundante producción de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo. (Lopez, 2011)

Descripción de *Trichoderma*

Los aislados presentaron la forma típica de las colonias de *Trichoderma* sp. con formación de anillos concéntricos de color verde en los sitios de esporulación, en la morfología a nivel microscópico se observaron hifas hialinas segmentadas, conidióforos y conidios redondos. (Druzhinina, Kopchinskiy, & Kubicek, 2006)

Modos de acción

Son tres los mecanismos involucrados en la biorregulación de organismos patógenos por parte de *Trichoderma*. **1.Micoparasitismo.** Es considerado el mecanismo de acción más importante, ya que es un proceso complejo donde está involucrada la producción de enzimas líticas tales como quitinasas, glucanasas, celulasas, xylanases, laminarinasas, esterases, glucosidasas, lipasas y proteasas. En el micoparasitismo la hifa de *Trichoderma* entra en contacto con la hifa del hongo patógeno e inicia un crecimiento alrededor de la hifa, y por acción enzimática comienza la degradación de la hifa del patógeno; posteriormente, ocurre penetración por parte del hongo antagonista, causando degradación celular, rompimiento hifal y destrucción total de la hifa del patógeno. **2.Antibiosis.** *Trichoderma* tiene la capacidad de producir compuestos orgánicos volátiles, como 2-propanona, 2-metil-1-butanol, heptanal, octanal, nonanal y decanal. La actividad antibiótica como tal, se refiere a los compuestos no volátiles, dentro de los cuales existe un gran número de compuestos de importancia en la actividad biorreguladora de patógenos, algunos de ellos son harzianolida, alameticina, tricolina, viridina, gliovirina, gliotoxina, 6-pentil- α -pirona, isonitrina, trichodermina, suzucacilina y trichorzianina. Estos compuestos juegan un papel importante inhibiendo el crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos. La combinación de enzimas líticas y antibióticos resulta con un alto nivel de antagonismo frente a organismos patógenos. **3.Competencia.** La competencia por espacio o por nutrientes ha sido considerada uno de los mecanismos clásicos de biocontrol de *Trichoderma*. Este hongo tiene una rápida tasa de desarrollo, lo que hace que sea un fuerte competidor por espacio, a la hora de colonizar la rizosfera. Por otra parte, *Trichoderma* tiene una capacidad superior de movilizarse y tomar los nutrientes del suelo, siendo muy versátil para utilizar sustratos como fuente de carbono y nitrógeno, lo que le permite colonizar un medio rápidamente, evitando la proliferación de otros microorganismos en el mismo hábitat. (Castro-Toro & Rivillas-Osorio, 2012)

Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Subdivisión: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Género: *Trichoderma*

Especie: *harzianum* (Rifai, 1969)

Bacillus subtilis

Bacillus subtilis presenta un efecto directo mediante la producción de fitohormonas, solubilización de fósforo, retención de hierro por sideróforos y fijación de nitrógeno. El efecto indirecto consiste en la movilización de nutrientes solubles, seguido por el mejoramiento de la absorción de plantas y la producción de antibióticos para hongos y bacterias. Esta especie presenta tres principales modos de acción: competencia, antibiosis y la inducción de la resistencia sistémica en plantas. Saravanakumar *et al.* (2006)

Descripción de *Bacillus subtilis*

Colonias, de 2 a 4 mm de diámetro, beta-hemolíticas con hemólisis completa, que pueden ser de aspecto liso, mucoso o rugoso; los bordes pueden ser ondulados o extendidos en el medio y ocasionalmente dan la apariencia de cultivos mixtos.

Bacilos Gram positivos de 0,8 mm de diámetro por 2 a 3 mm de largo con bordes redondeados. Presentan esporas esféricas y centrales que no deforman el bacilo. Realpe *et al.* (2002)

Clasificación Taxonómica

Dominio: Bacteria

Filo: Firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: *Bacillus*

Especie: *subtilis* (Skerman, McGowan, & Sneath, 1980)

Lixiviado de Lombricomposta

El humus líquido mejor conocido como lixiviado de lombriz es una concentración líquida de nutrientes que se obtiene durante el proceso de descomposición que llevan a cabo las lombrices para descomponer la materia orgánica la cual es transformada en composta. Este tipo de lixiviado se caracteriza por presentar una coloración café intensa y un aroma frutal. Es importante mencionar que el uso de este fertilizante aporta una gran cantidad de beneficios a la hora de cultivar, ya que ayuda a mejorar la estructura del suelo, debido a que permite aumentar la retención de líquidos y la aireación, además aporta una gran cantidad de nutrientes y favorece su asimilación, por lo tanto, enriquece al medio de cultivo con microorganismos benéficos que permiten obtener un mayor rendimiento en la producción, plantas más fuertes y frutos con mayor uniformidad. (Pérez y Montoya, 2018)

Dentro de los lixiviados de lombricomposta se ha descubierto la presencia de bacterias del orden Bacillales, a las cuales se les ha reconocido como productoras de antibióticos, enzimas líticas, con capacidad de solubilización de fosfatos y de fijación biológica de nitrógeno (Chen *et al.*, 2005).

Nutrición Mineral

El manejo nutrimental a través de la fertilización es un control cultural importante en las enfermedades de las plantas y un componente integral de la producción agrícola.

Las plantas que reciben una nutrición mineral balanceada son más tolerantes a las enfermedades; es decir, tienen mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y de limitar las ya existentes, que cuando uno o más nutrimentos son abastecidos en cantidades excesivas o deficiente. Los nutrimentos pueden, además, incrementar o disminuir la resistencia o tolerancia de los cultivos a los patógenos. La resistencia es la habilidad del huésped para limitar la penetración, el desarrollo y/o reproducción del patógeno invasor, así como limitar la alimentación de las plagas. La tolerancia es la capacidad del huésped para mantener su crecimiento, no obstante, la presencia de infección o ataque de plagas. (Velasco, 1999)

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento.

El invernadero está ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila con coordenadas 101°01'38.3"W.25°21'10.3"N



Figura 11. Invernadero donde se realizó el trabajo.

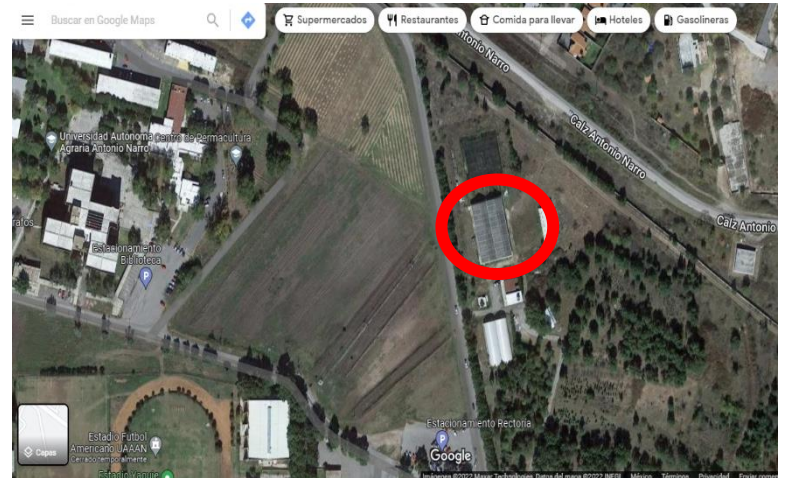


Figura 12. Ubicación del invernadero en vista aérea de Maps.

Materiales

Los materiales con los que se trabaja son los siguientes:

➤ Peat moss

El peat moss es un ingrediente muy común en la formulación de mezclas para la producción orgánica ya que está disponible en una gran variedad, es relativamente económico, tiene las características físicas deseadas, se descompone lentamente y retiene una gran cantidad de retención de agua y aireación. El peat moss es un ingrediente muy común en la formulación de mezclas para la producción orgánica ya que está disponible en una gran variedad, es relativamente económico, tiene las características físicas deseadas, se descompone lentamente y retiene una gran cantidad de retención de agua y aireación.



Figura 13. Peat moss.

➤ Vermiculita

La vermiculita no es otra cosa que un mineral del grupo de las micas que está formado por silicatos de hierro o magnesio. Se trata de un material con una alta capacidad de retención de agua, que además tiende a contener potasio, magnesio, calcio y amonio, todos ellos elementos necesarios para las plantas.



Figura 14. Vermiculita.

➤ Bolsas

➤ Contenedor de 100L para solución nutritiva.

Acondicionamiento y Manejo de Plantas

Trasplante

Para la preparación se usaron bolsas negras de polietileno de una capacidad de 12 litros, preparando el sustrato a una proporción de 60 % peat moss, y 40 % vermiculita, humedeciéndolo hasta alcanzar capacidad de campo y se mezcló para homogenizar los sustratos.



Figura 16. Preparación del sustrato.



Figura 15. Sustrato ya listo para mezclar.

El trasplante de las plántulas de zarzamora se realizó el día 31 de marzo de 2023 en las bolsas de polietileno, colocando una plántula de zarzamora por maceta.



Figura 18. Trasplante.



Figura 17. Trasplante ya terminado.

Nutrición para crecimiento

Para esto se hizo una receta de nutrición para promover crecimiento de la planta. Fueron dos soluciones nutritivas que se le dieron a las plantas, la primera fue para desarrollo de la planta y la segunda ya para cuando entra en etapa de floración. Dentro de este trabajo se manejó un pH de 5.5 a 6.5 y una CE de 1.2.

Solución nutritiva "Etapa Inicial"		
Formula	Formula	gr/L
NH ₄ NO ₃	Nitrato de amonio	0.056/L
NHO ₃	Nitrato de potasio	0
Ca (NO ₃) ₂	Nitrato de calcio	0.073/L
KH ₂ PO ₄	Fosfato mono potásico	0.083/L
K ₂ SO ₄	Sulfato de potasio	0.238/L
MgSO ₄	Sulfato de magnesio	0.006/L
HNO ₃	Ácido nítrico	0.416/L
Micros	Microelementos	0.06/L

Cuadro 1 Solución nutritiva inicial

Solución nutritiva "Etapa para producción"		
Formula	Formula	gr/L
NH ₄ NO ₃	Nitrato de amonio	0
NHO ₃	Nitrato de potasio	0.142/L
Ca (NO ₃) ₂	Nitrato de calcio	0.183/L
KH ₂ PO ₄	Fosfato mono potásico	0.191/L
K ₂ SO ₄	Sulfato de potasio	0
MgSO ₄	Sulfato de magnesio	0.252/L
HNO ₃	Ácido nítrico	0.4/L
Micros	Microelementos	0.06/L

Cuadro 2 Solución nutritiva para etapa de floración

Control de malezas

Debido a que las malezas compiten principalmente por luz, agua, nutrientes y espacio en el cultivo, se realizó un control de manera manual para evitar competencia entre ellos.



Figura 19. Eliminación manual de malezas.

Poda inicial

Se realizó la poda en el cultivo debido a que las plantas habían sido tratadas un ciclo anteriormente, esto con la finalidad de reacomodar las plantas a una altura

uniforme de manera que cambiara la fisiología de la planta, indujeran a desarrollo vegetativo y posteriormente entraran en producción.



Figura 20. Poda inicial.

Tutoreo

Con motivo del reacomodo de las plantas se realizó el tutoreo utilizando 3 alambres espaciados entre sí a 40 cm de altura cada uno y sujetos de una base de carrizo para sostener el peso tanto del alambre como de las plantas.



Figura 22. Sistema de tutoreo.



Figura 21. Tutoreo ya listo.

Fertirriegos

Se realizaron riegos cada 3 días, con una solución nutritiva preparada previamente en un contenedor de 100L. La dosis de aplicación fue de 1L por maceta.



Figura 24. Preparación de solución nutritiva.



Figura 23. Medición de pH y CE.

Incremento de los agentes biológicos



Figura 25. *Bacillus subtilis*.

Bacillus subtilis

Para incrementar la población de *Bacillus subtilis*, se llevó a cabo la preparación de un caldo nutritivo en el laboratorio como medio de cultivo, al que se agregó 10 mL de la concentración de *Bacillus subtilis* en frascos de 500 mL, proporcionados por la Dra. Galindo, previamente caracterizados molecularmente.

Trichoderma harzianum

En este caso, se llevó a cabo un proceso similar para aumentar la población del hongo. Sin embargo, en este método se utilizó arroz estéril a temperatura ambiente como sustrato. Se tomó una pequeña cantidad de la cepa proporcionada por la Dra. y se colocó en el arroz estéril, todo ello dentro de una cámara de flujo laminar para prevenir cualquier tipo de contaminación externa. Para determinar la concentración requerida para inoculación en 500 mL de agua destilada se agregaron 12 gr para alcanzar la concentración e 1×10^7 UFC en base a la escala de MC Farland.



Figura 26.
Trichoderma harzianum.

Lixiviado de Lombricomposta

El lixiviado de lombricomposta utilizado en el estudio fue suministrado por el M.P. Víctor Villanueva. Este lixiviado se obtiene como resultado del proceso de descomposición de los desechos orgánicos, el cual se ve considerablemente favorecido por el proceso digestivo de las lombrices.



Figura 27. Lixiviado de lombricomposta.

Aislamiento e incremento de patógeno (*Botrytis cinerea*)

El aislamiento de este hongo se hace para tener más inóculo, lo que hizo fue sacar con el sacabocados un explante de la caja Petri que nos proporcionaron y ponerlo en una caja Petri con el medio PDA, esto haciéndolo en la Cámara de flujo laminar.



Figura 28. Aislamiento de *B. cinerea*.

Descripción del Experimento

Diseño experimental

La distribución de los tratamientos se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en cinco modalidades diferentes, cada una con siete repeticiones, junto con su correspondiente grupo testigo. Para el tratamiento inicial con *Trichoderma*, se administró una dosis de una cucharada y media, equivalente a 12 gramos por planta. La aplicación del lixiviado de lombricomposta se realizó con una dosis de 100 mL por planta, según la recomendación de la Dra. Ma. Elizabeth.

Respecto al tratamiento con *Bacillus*, se aplicó una dosis de 10 mL por planta. En lo referente al tratamiento químico, se usó la dosis comercial más baja de acuerdo con la etiqueta del producto, dando una dosis 2.4 ml por litro de agua. Esta solución se preparó en un contenedor de 200 litros, utilizando una solución nutritiva.



Figura 31. Aplicación del fungicida.



Figura 29. Aplicación de *T. harzianum*.



Figura 30. Aplicación de lixiviado de lombricomposta.

Este experimento fue establecido completamente al azar, comprendido por 7 plantas cada uno (siendo un total de 40 plantas). El acomodo de cada tratamiento fue en base a como se mencionó anteriormente en la descripción de cada uno.

Cuadro 3. Tratamientos

No.	Descripción del Tratamiento	Dosis de aplicación
T1	<i>Trichoderma</i> + Patógeno	12 gr
T2	Lixiviado + Patógeno	100 ml
T3	<i>Bacillus</i> + Patógeno	10 ml
T4	Fungicida + Patógeno	2,4 ml
T5	Solución nutritiva + Patógeno	500 ml
T6	Testigo sin patógeno	

Aplicación de tratamientos:

Se hicieron dos aplicaciones, la primera fue 22/Junio/2023 y la segunda aplicación fue el 02/Julio/2023.

Distribución de los tratamientos.



Figura 32. Distribución de los tratamientos.

Preparación del inóculo

Se prepara el inóculo en una escala de 1×10^7 UFC-ml en la escala de McFarlan para inocularse.



Figura 33. *B. cinerea* en medio de cultivo.



Figura 34. Preparación de inóculo.

Para la preparación del inóculo se seleccionaron 3 cajas petri con el mayor crecimiento de *Botrytis* y después se pasó a la licuadora con una porción de 100ml de agua destilada estéril.

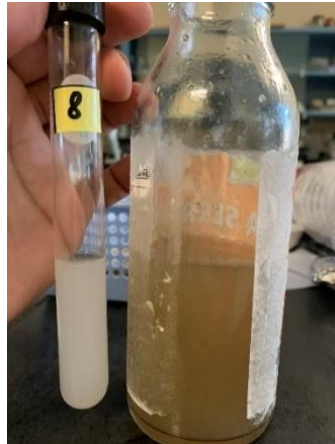


Figura 35. Concentración de *B. cinera* en base a la escala de Mc Farland.

Con base a la escala de Mc Farland, viendo la turbidez, se seleccionó la 1×10^7 .

Inoculación del hongo

La inoculación se hizo el día 08 de julio de 2023 con la suspensión de 1×10^7 UFC mL⁻¹ de agua estéril preparada y el método de Inoculación fue por medio de un raspado en las hojas y después se asperjaba con el inóculo. Para que se pudiera ver el avance rápido del inóculo se regaba el suelo para tener una humedad relativa arriba de 50%.



Figura 37. Heridas para inoculación.



Figura 36. Punto de inoculación.

La incidencia y severidad de la enfermedad

Se hace un chequeo cada 3 días para ver el avance del hongo que fue inoculado.

Variables a Evaluar

Severidad

Para esta variable se tomaron apuntes sobre la severidad que se presentaba en las hojas, determinamos con ayuda de la asesora los parametros de incidencia, que fue de 5-10% que esto nos decia que la planta aun no presentaba un problema tan grande de la enfermedad y 15-25% esto nos indica que la planta ya presenta un problema con este patogeno.

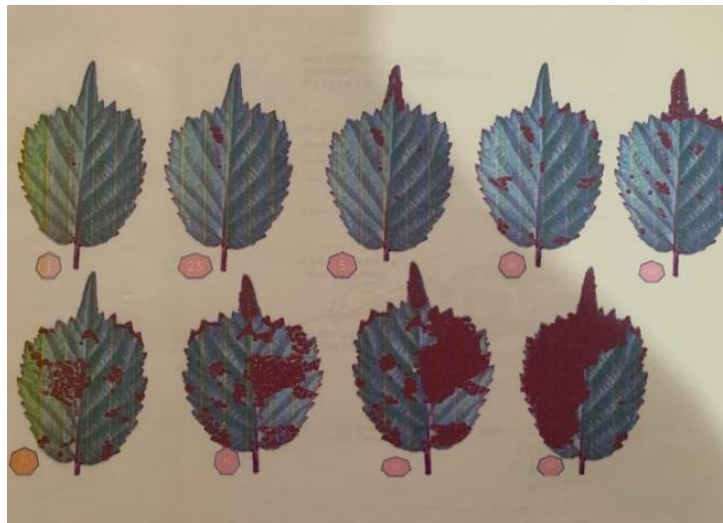


Figura 38. Escala de evaluación para severidad en hojas.

Incidencia

Aquí se vio que tanta incidencia se presentaba en los frutos, de cada tratamiento se tomaron 30 frutos y despues se observaba cuantos frutos tenian precencia de *Botrytis* y asi sacar el porcentaje, por decir de 30 frutos en total, 20 manifestaban *Botrytis* lo que haciendo calculos nos da que 66.6% de los frutos estaba presente la enfermedad.

Cuadro 4. Tabla para datos de incidencia %

Tratamientos	Total de Frutos Infectados	Incidencia de Frutos (%)
T1R1.....		
“”		
“”		
“”		
“”		
T6		

Peso de fruto

De los 5 frutos que se recolectaron de cada tratamiento se hizo el pesaje, y se fueron apuntando para posterior sacar los datos, los frutos se fueron recolectando maduros y no maduros, ya que en algunos presentaron *Botrytis* y se fueron desprendiendo de la planta.

Cuadro 5. Tabla para toma de datos de peso

Tratamientos	Peso de fruto en gr
T1R1	
T2R2	
T3R3	
T4R4	
T5R5	
T6R5	

Altura de planta

Para esta variable solo se hizo medición de la planta, esto con la finalidad de ver como afecto cada uno de los tratamientos, ya que en algunos como lo fue la solución nutritiva y el lixiviado son ricos en nutrientes pero también se tenía *Trichoderma* ya que este microorganismo también ayuda con la promoción del crecimiento de las plantas. Para determinar la altura, se midió con ayuda de una cinta métrica, se checo la altura por repetición de cada uno de los siete tratamientos, y al final se fue haciendo la media por tratamiento.

Cuadro 6. Tabla para datos de altura

Tratamientos	Altura de planta
T1R1	
T2R2	
T3R3	
T4R4	
T5R5	
T6R5	

Análisis Estadístico

Los tratamientos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de los tratamientos mediante una prueba de rango de Tukey a 0.05 de significancia, bajo un diseño experimental Completamente al Azar mediante el empleo del programa Statistical Analysis System (SAS) 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de la realización de este trabajo, se llevaron a cabo una serie de actividades destinadas a optimizar las condiciones de cultivo con el objetivo de dar las condiciones adecuadas como la aplicación de insecticidas como mosca blanca y escamas, deshierbe manual, podas de formación. Durante el proceso de inoculación de *B. cinerea*, se esperaba observar síntomas del patógeno en los primeros días, dado que se mantenía una humedad relativa en torno al 90-95%, condiciones consideradas ideales para el crecimiento de este hongo, la temperatura que se presentó en el invernadero alcanzó en algunos días una máxima de 50°C, por lo que impedía que se notara la sintomatología del patógeno. Ante esta situación, se procedió a la toma de muestras de cada tratamiento para trasladarlas a una cámara húmeda, esto para dar las condiciones adecuadas al patógeno, cabe resaltar que si estaba presente pero se llevó a cámaras húmedas para que tuviera un mejor desarrollo. Durante el análisis de varianza realizado, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento que más inhibió sobre *Botrytis cinerea* fue el T4(Químico), para el T1(*Trichoderma*) y T3 (*Bacillus*) mostraron un buen control sobre Botrytis solo en la variable severidad y no en la incidencia.

Evaluación de Severidad en hojas

El efecto de control de *Botrytis cinerea* en las hojas se comprobó en una cámara húmeda debido a que en invernadero no se observaron síntomas por las condiciones no favorables, las cuales alcanzaban aproximadamente los 50°C. La figura 39 muestra la severidad de *B. cinerea* en las hojas, destacando que el T4 (control químico con i.a. Propiconazole) exhibió el menor nivel de severidad, con un 96.67%. El tratamiento que le siguió fue el T3 (*Bacillus subtilis*) con un 7.778%. En cuanto a *Bacillus subtilis* como control biológico fue el que arrojó resultados favorables de control de *B. cinerea*, así mismo Thi Thu Hang *et al.* (2004) menciona que *Bacillus subtilis* mostró una eficacia de control del 85 al 89 % de las incidencias de moho gris en las frutas de fresa en macetas.

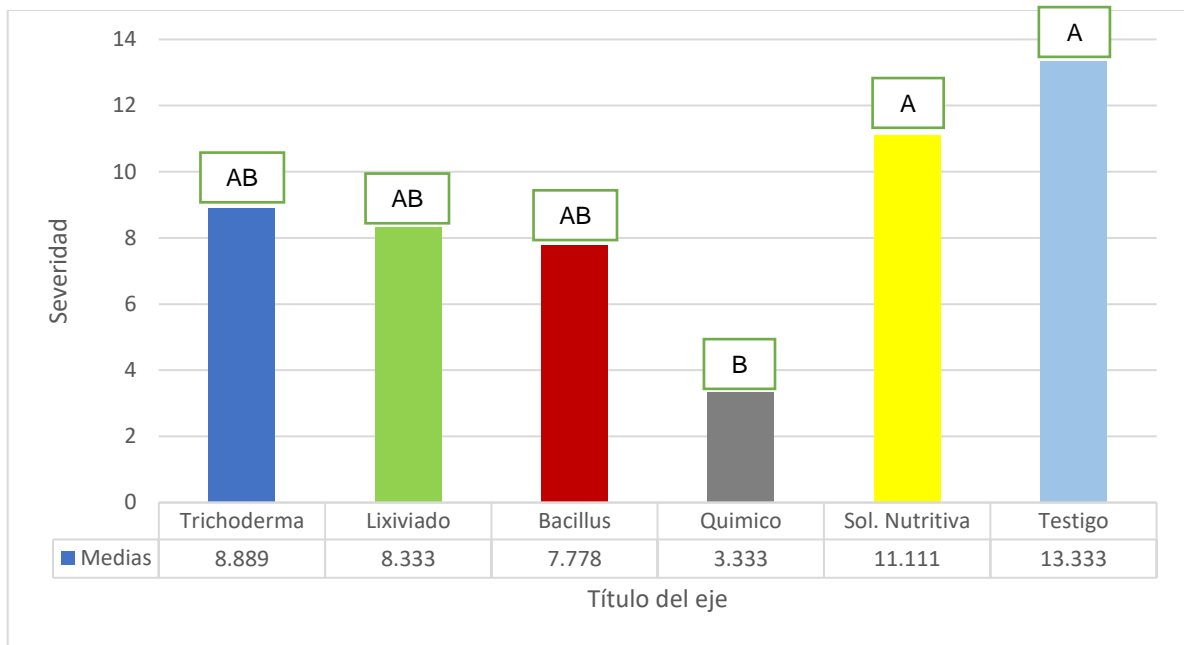


Figura 39. Severidad de *B. cinerea* en hojas UAAAN 2024.

Evaluación de incidencia en frutos

En la figura 40 se presenta la incidencia de *B. cinerea* en los frutos. Se observa una menor incidencia en los tratamientos con T1 (*Trichoderma harzianum*) y en el T2 (control químico con Propiconazole). Por otro lado, se presentó una mayor incidencia en el tratamiento T5, relacionado con la nutrición. De acuerdo con Quinatoa, (2015) la aplicación de *Trichoderma* sobre *B. cinerea* dio resultados favorables, ya que los tratamientos que lo recibieron mostraron los porcentajes más bajos de incidencia y severidad del ataque de *Botrytis*. Se observó un menor porcentaje de incidencia en las infrutescencias a los 60 días (5.11%), un menor porcentaje de severidad en los frutos tanto a los 60 días (4.75%) como a los 90 días (3.33%). Quinatoa, (2015) también menciona que obtuvieron mejores resultados en

cuanto a rendimiento, alcanzando 5.25 toneladas por hectárea.

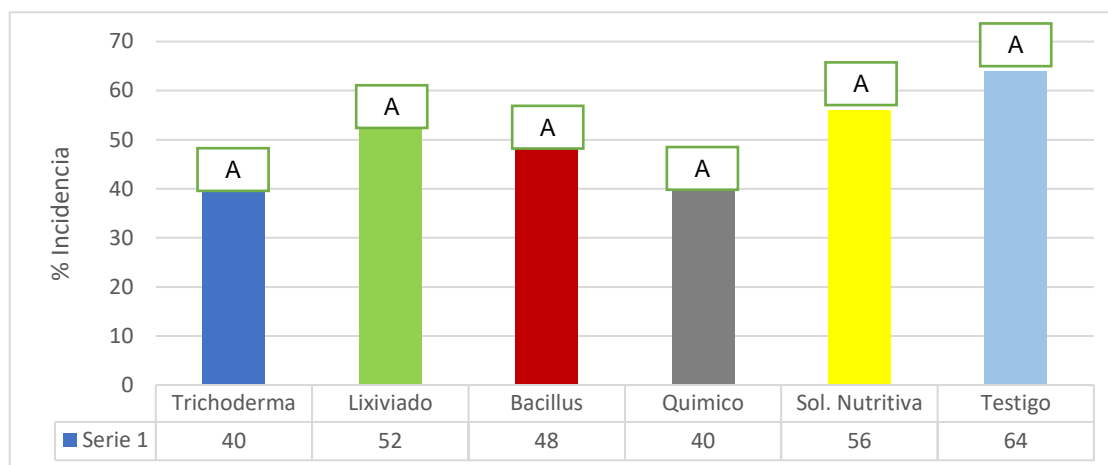


Figura 40. Incidencia de *B. cinerea* en frutos UAAAN 2024.

Peso de fruto

En la figura 41 se presenta el peso de los frutos para cada tratamiento. Cabe destacar que el tratamiento con lixiviado de lombricomposta mostró un peso de fruto notable, seguido muy de cerca por el tratamiento con *Bacillus subtilis*. Los tratamientos 1 y 4 arrojaron resultados muy similares, mientras que el grupo testigo mostró el menor peso de fruto, lo cual puede atribuirse al hecho de que solo se utilizó agua como ayuda, sin la adición de ningún agente activo. Rodríguez Fernández, (2017) menciona que la aplicación de lixiviado de humus de lombriz tuvo un efecto positivo sobre los indicadores del crecimiento y productividad evaluados para el cultivo de la habichuela, así como en el rendimiento agrícola, en comparación con el testigo sin aplicación del bioproducto.

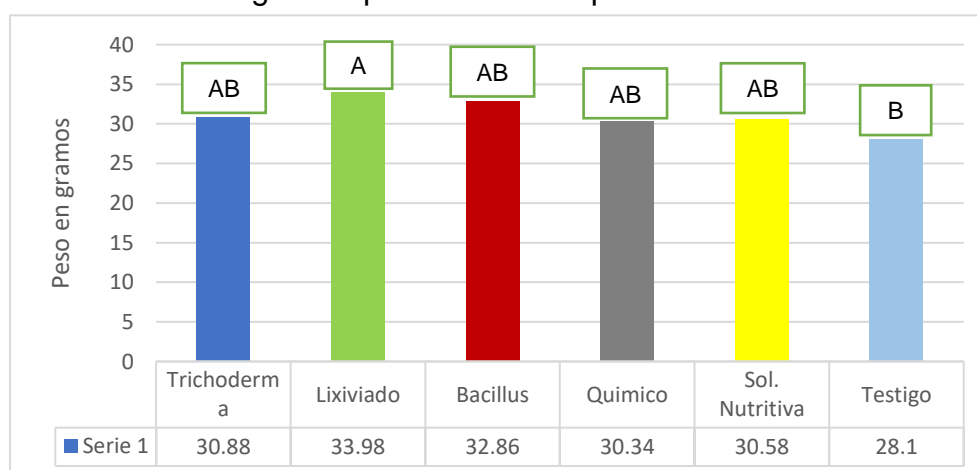


Figura 41. Peso de fruto UAAAN 2024.

Altura de planta

Podemos observar en la figura 42 que el tratamiento que mejor desarrollo de altura tuvo pese a las condiciones ya con el patógeno fue el T2 (lixiviado) con una media de 1.68 metros, seguido del T1 (*Trichoderma*) con una media de 1.63, mientras que el tratamiento que menor altura presentó fue el T3 (*Bacillus*) con una media de 1.40 metros. Pereira & Zezzi Arruda, (2015) mencionan que la vermicomposta favorece la germinación de las semillas y desarrollo de las plantas, por su parte Pajarito Ravelero, (2012) menciona que los productos que contienen microorganismos que se aplican a la semilla o al suelo y se asocian con la raíz de la planta, favorecen el desarrollo de la misma.

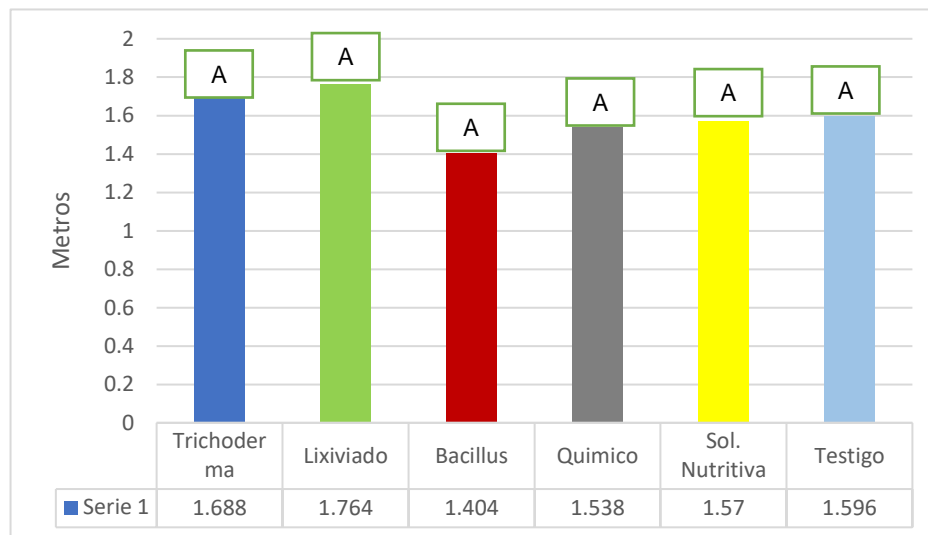


Figura 42. Altura de planta UAAAN 2024.

CONCLUSIONES

El T4 (fungicida químico) fue mas eficiente en el control de *Botrytis* y presento la menor incidencia y severidad de la enfermedad.

El mejor tratamiento biologico fue *Bacillus*, que presento la menor severidad.

Para peso de fruto y la altura, se destacó el T2 (lixiviado de lombricomposta) por lo que es recomendable la aplicación de lixiviado de lombricomposta para aumentar el rendimiento y el desarrollo de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

- AgroGM. 2023. La plaga de pulgón en berries: combátela naturalmente. Disponible en: <https://www.agrogm.com/agro-gm/la-plaga-de-pulgón-en-berries-combatela-naturalmente/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20da%C3%B1o%20causan%20los%20pulgones,que%20pueden%20producir%20hasta%20deformidades> (Fecha de consulta: 18 de abril de 2023).
- AgroNoticias. 2017. Agronoticias alimentamos tu interes por el campo. Disponible en: <https://agronoticias.com.mx/2017/07/17/mexico-productor-mundial-de-zarzamora-y-principal-exportador-de-fresa/> (Fecha de consulta: 31 de julio de 2023).
- Ayala, O.J., Martínez, C.A., Pineda, G.S., Figueroa de la Rosa, J., Acuña, S.J., Ramos, L.M. y Vargas, S.M. 2019. Ácaros asociados a la zarzamora (*Rubus* sp. cv. Tupy) en dos localidades del estado de Michoacán, México. *Revista Colombiana de Entomología*. 45(2).
- Baraona, C.M. y Sancho, B.E. 1998. Manzana, melocotón, fresa y mora. Universidad Estatal a Distancia. San José Costa Rica: *Fruticultura Especial*. 2(6), pp. 97-108.
- Barnett, H. L. y Hunter, B. B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 4ª ed. *A.P.S.Press, St. Paul Minnesota*. pp. 218.
- Casaca, D. 2019. El cultivo de la mora. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora_parte_i.asp (Fecha de consulta: 31 de enero de 2024).
- Castro, T.A. y Rivillas, O.C. 2012. *Trichoderma* spp. Modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café. *Colombia. Boletín Técnico Cenicafe*, pp. 1-31.
- Chen, Y., Rekha, P., Arum, A., Shen, F., Lai, W. y Young, C. 2005. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology*. 34(1), pp. 33-41.
- Contreras, P.M., Santoyo, P.G., Santos, V.S.D.L., Gutiérrez, G.M.A., Orozco, M.M. D.C. y Rocha, G.M.D.C. 2019. Primer reporte de *Lasiodiplodia* en plantas de zarzamora (*Rubus* subgénero Eubatus) en el estado de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 37(3), pp. 479-485.
- Correa, L. y Bassols, M. 2006. Producción forzada de zarzamora en México. Simposio nacional do morango. *Palestras*, 1 ed, pp. 67-73. Disponible en: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/745872/1/documento171.pdf#page=67> (Fecha de consulta: 27 de octubre de 2023).
- Crisosto, C.H., Garner, D. y Crisosto, G. 2002. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from *Botrytis* but accelerate rachis browning of 'Redglobe' table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 26(2), pp. 181-189.

- Druzhinina, I.S, Kopchinskiy, A.G. y Kubicek, C.P. 2006. The first 100 *Trichoderma* species characterized by molecular data. *Mycoscience*. 47(2), pp. 55-64.
- Elad, Y., Usher, R., Dinor, A., Levy, E., Skotelsky, Y., Spiegel, S. y Keslo, M. 2014. Lists of plant pathogens and plant diseases in Israel. Disponible en: <https://phytopathology.org.il/%D7%9E%D7%97%D7%9C%D7%95%D7%AA-%D7%A6%D7%9E%D7%97%D7%99%D7%9D/> (Fecha de consulta: 18 de octubre de 2023).
- FERTILAB. 2023. Manejo de la nutrición y concentración de nutrientes en el tejido foliar del cultivo de zarzamora. Disponible en: https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_nota/Manejo_de_la_nutricion_y_Concentracion_de_nutrientes_en_el_tejido_foliar_del_cultivo_d.pdf (Fecha de consulta: 26 de enero de 2023).
- Fragaria, G. 2021. Serie Fitosanitaria: Pudrición Gris provocada por *Botrytis cinerea* en frutilla/fresa. 4 estrategias para controlar la enfermedad. Disponible en: <https://grupofragaria.com/articulos/botrytis-cinerea-en-frutilla-fresa/> (Fecha de consulta: 27 de junio de 2023).
- Garay, S.E., Cruz, E.S., y Cortez, M.J. 2023. *Botrytis* en bayas. *Instituto de Ecología A.C.* Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1235-botrytis-en-bayas> (Fecha de consulta: 28 de octubre de 2023).
- García, V.A. 2021. ¿Qué son las zarzamoras? *Arándanos el cierron viveros del fruto del bosque*. Disponible en: <https://www.arandanoselcierron.com/que-son-zarzamoras> (Fecha de consulta: 31 de enero de 2024).
- GBIF. 2021. GBIF Backbone Taxonomy. Disponible de: <https://www.gbif.org/es/especies/2996929> (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2023).
- Gepp, V., Vero, S., Cassanello, M.E., Romero, G., Silvera, E., Gonzalez, P., Rebellato, J., Ferreira, Y. y Bentancur, O. 2012. Resistencia a fungicidas en *Botrytis cinerea* en el Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 16, pp. 97-107.
- Gómez, J.E. 1992. Secamiento de ramas de mora de Castilla (*Rubus* sp.) causado por *Gloeosporium* sp. *ASCOLFI Informa*, 18(2), p. 17.
- Huertina, L. 2018. Plagas y enfermedades del cultivo de la mora o zarzamora. Disponible en: <https://www.lahuertinadetoni.es/plagas-y-enfermedades-del-cultivo-de-la-mora-o-zarzamora/> (Fecha de consulta: 05 de febrero de 2024).

- IPM. 2015. *Botrytis* Fruit Rot. Integrated Pest Management. University of California Agriculture and Natural Resources. Disponible en: <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/strawberry/botrytis-fruit-rot/#:~:text=The%20fungus%20that%20causes%20Botrytis,become%20dormant%20in%20floral%20tissues> (Fecha de consulta: 4 de mayo de 2023).
- ITIS. 2023. Integrated Taxonomic Information System. Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=181693#null (Fecha de consulta: 22 de febrero de 2023).
- Koopert. 2020. Moho gris, síntomas y daños. Disponible en: <https://www.koopert.mx/enfermedades-de-las-plantas/moho-gris/> (Fecha de consulta: 4 de marzo de 2023).
- Koopert. 2020. Mosca Blanca. Disponible en: <https://www.koopert.mx/plagas-en-plantas/moscas-blancas/mosca-blanca/#:~:text=Los%20da%C3%B1os%20que%20causan%20las,planta%20y%20Oralentizar%20el%20crecimiento> (Fecha de consulta: 4 de marzo de 2023).
- Koopert. 2023. Redberry mite. Disponible en: <https://www.koopert.mx/plagas-en-plantas/aranas-rojas-y-otras-aranas/redberry-mite/> (Fecha de consulta: 11 de marzo de 2024)
- Lopez, M.R. 2011. Detección y cuantificación de *Trichoderma harzianum*, y evaluación de su actividad biocontrol frente a la Fusariosis vascular del melón mediante la aplicación de herramientas moleculares. *Tesis doctoral. Universidad de Alicante*. pp. 147.
- Merchan, G.J., Ferrucho, R., y Álvarez, H.J. 2014. Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 8(1), pp. 44-56.
- MAPA. 2014. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Zarcamora. Madrid, España. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/app/materialvegetal/fichamaterialvegetal.aspx?idficha=1172#:~:text=Las%20variedades%20de%20tipo%20erecto,facilidad%20para%20emitir%20yemas%20adventicias> (Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2023).
- Muratalla, L.A. 2013. La producción de frambuesa y zarzamora en México. *Agro Productividad*, 6(5). pp. 1-10.
- Pajarito, R.A. 2012. Uso de los biofertilizantes en la producción de frijol en el estado de Durango. *Libro Técnico. Campo Experimental Valle del Guadiana: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México*. 6. pp. 98.
- Pereira, M., y Zezzi, A.M. 2003. Vermicompost as a natural adsorbent material: characterization and potentialities for cadmium adsorption. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 14, pp. 39-47.

- Pérez, H.V J. y Montoya, B.J.G. 2018. Efecto de biofertilizante foliar con lixiviado de lombriz en la producción y calidad de Chiltoma (*Capssicum annum* L), Santa Adelaida, Estelí. *Tesis Doctoral, Universidad Católica del Trópico Seco*. pp. 40-45.
- Quinatoa, N. 2015. Evaluación del control de *Botrytis* (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) mediante el uso de *Trichoderma* y EMAS en la comunidad de Misquillí de la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua. *Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ambato Ecuador*. pp. 30-53.
- Realpe, M.E., Hernández, C.A. y Agudelo, C.I. 2002. Especies del género *Bacillus*: morfología macroscópica y microscópica. *Biomédica*, 22(2), pp. 106-109.
- Rivas, C.G. 2016. Manejo y Producción Forzada del Cultivo de Zarzamora. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/manejo-y-produccion-forzada-del-cultivo-de-zarzamora#:~:text=La%20ra%C3%ADz%20de%20zarzamora%20es,y%20otras%20con%20tallos%20rastreros> (Fecha de consulta: 15 de enero de 2024).
- Rodríguez, F.P. 2017. Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. Ciencia de su PC*. 2, pp. 44-58.
- SADER. 2021. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Zarzamora, la frutilla número uno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/zarzamora-la-frutilla-numero-uno-de-mexico> (Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2023).
- SADER. 2022. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Zarzamora, la frutilla número uno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/zarzamora-la-frutilla-numero-uno-de-mexico> (Fecha de consulta: 31 de enero de 2024).
- SAGARPA. 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Zarzamora. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832812/zarzamora.pdf> (Fecha de consulta: 31 de enero de 2024).
- SAGARPA. 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Frutas del bosque, arándano, frambuesa y zarzamora. pp. 3-4. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/Potencial-Frutas del Bosque.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/Potencial-Frutas_del_Bosque.pdf) (Fecha de consulta: 07 de enero de 2024).
- Sampson, C. y Kirk, W. 2016. Predatory mites double the economic injury level of *Frankliniella occidentalis* in strawberry. *BioControl Springer*, pp. 661-669.

- Sanchez, E.E., Righetti, T. L., Sugar, D. y Lombard, P.B. 1991. Recycling of nitrogen in field-grown 'Cornice' pears. *Journal of Horticultural Science*, 66(4), pp. 479-486.
- Sánchez, P., Couto, W. y Buol, S. 2009. Nutrición de zarzamora. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
- Saravanakumar, D., Vijayakumar, C., Kumar, N. y Samiyappan, R. 2007. PGPR-induced defense responses in the tea plant against blister blight disease. *Crop protection Elsevier*, 26(4), pp. 556-565.
- Schaad, N.W. 1998. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. 2ª ed. *A.P.S.Press*. pp. 373.
- Skerman, V.B.D., McGowan, V. y Sneath, P.H.A. 1980. Approved lists of bacterial names. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 30, 225-420.
- Sutton, J. y Peng, G. 1993. Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *In Disease Control and Pest Management. Ontario, Canadá*. 83, pp. 615-621.
- Thi, T., Hang, N., Oh, S.O., Gyoung, H., Jae-Seoun, H. y Young, J.K. 2004. *Bacillus subtilis* S1-0210 as a biocontrol agent against *botrytis cinerea* in strawberries. *Department of Plant Medicine and Department of Environment Education, Sunchon National University, Korea: The Plant Pathology Journal*. 21(1), pp. 59-63.
- Tosi, L., Zazzerini, A. y Pirani, V. 1988. *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. del girasole in Italia. *Informatore Fitopatologico*, 38(5), pp. 23-28.
- Vagelas, I., Papachatzis, A. y Kalorizou, H. 2009. Biological control of *Botrytis* fruit rot (gray mold) on strawberry and red pepper fruits by olive oil mill wastewater. *Biotechnology y Biotechnological Equipment*, 23(4), pp. 1489-1491.
- Velasco, V.A.V. 1999. Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. *Terra Latinoamericana*, 17(3), pp. 193-200.
- Zamora, R. y Rodiles, J. 2023. Berries. *Tecnoagro Michoacán México*. 161. Disponible en: <https://tecnoagro.com.mx/no.-161/berries> (Fecha de consulta: 28 de mayo de 2023).

ANEXOS

ANEXO 1. Severidad en frutos

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Resultado

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	266.0493827	53.2098765	7.04	0.0027
Tratamiento	5	266.0493827	53.2098765	7.04	0.0027
Error	12	90.7407408	7.5617284		
Total correcto	17	356.7901234			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Resultado Media
0.745675	29.69848	2.749860	9.259259

ANEXO 2. Incidencia

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Resultado

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	2200.00000	440.00000	1.10	0.3862
Tratamiento	5	2200.00000	440.00000	1.10	0.3862
Error	24	9600.00000	400.00000		
Total correcto	29	11800.00000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Resultado Media
0.186441	40.00000	20.00000	50.00000

ANEXO 3. Peso de fruto

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Resultado

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	106.4256667	21.2851333	2.86	0.0365
Tratamiento	5	106.4256667	21.2851333	2.86	0.0365
Error	24	178.5080000	7.4378333		
Total correcto	29	284.9336667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Resultado Media
0.373510	8.762683	2.727239	31.12333

ANEXO 4. Altura

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Resultado

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	0.38774667	0.07754933	3.04	0.0289
Tratamiento	5	0.38774667	0.07754933	3.04	0.0289
Error	24	0.61212000	0.02550500		
Total correcto	29	0.99986667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Resultado Media
0.387798	10.02319	0.159703	1.593333

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Tabla 1 Calendario de actividades

ACTIVIDADES	ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	
Elección del tema												
Revisión de literatura												
Preparación												
Siembra												
Trasplante												
Fertilización												
Poda												
Inoculación hongo												
Aplicación de Fungicidas												
Evaluación												
Elaboración de artículo												
Presentación de tesis												Mayo 2024