



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN IN VITRO DE PRODUCTOS CONVENCIONALES Y ALTERNATIVOS  
PARA EL CONTROL DE *Cylindrocarpon destructans* EN MORA DE CASTILLA  
(*Rubus glaucus*).

AUTOR

Mónica Alejandra Jarrín Cerda

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN IN VITRO DE PRODUCTOS CONVENCIONALES Y ALTERNATIVOS  
PARA EL CONTROL DE *Cylindrocarpon destructans* EN MORA DE CASTILLA  
(*Rubus glaucus*).

Trabajo de Titulación en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el  
título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos.

Profesor guía

PhD. Mauricio Racines

Autora

Mónica Alejandra Jarrín Cerda

Año

2017

## **DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Mauricio Andrés Racines Oliva

PhD in Bioscience Engineering

CI: 1710902162

## **DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Wilson Arturo Vásquez Castillo

PhD Fisiología de plantas

CI: 1001186210

## **DECLARACIÓN DEL ESTUDIANTE**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

---

Mónica Alejandra Jarrín Cerda

CI: 1717993529

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser una guía en mi vida y permitirme finalizar de manera exitosa este proyecto, a mis padres por sus sabios consejos, guía y amor incondicional, por fomentar en mí el respeto, honestidad, esfuerzo y superación. A mis hermanos por haberme brindado el apoyo necesario para seguir luchando por alcanzar este sueño tan anhelado.

A mi abuelita Inesita, por brindarme su amor, apoyo y sabios consejos en los momentos de mayor adversidad.

A Mauricio Racines y Wilson Vásquez por el profesionalismo y colaboración en la elaboración de este proyecto.

A mis amigos que han estado de manera incondicional a mi lado.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a Dios, a mis padres Francisco Jarrín y Mónica Cerda por todo el amor, esfuerzo e incondicional apoyo a lo largo de mi formación académica y personal. A mis hermanos: David, Juan y Samantha por su compañía y comprensión. A mi abuelita Inés Matheu por su apoyo, bendiciones y palabras de aliento a lo largo de mi vida. A mis tíos Margarita Jarrín y Raúl Garcés por haberme brindado su ayuda y confianza y a todos mis amigos por su aprecio y amistad incondicional.

## RESUMEN

La investigación fue elaborada en el laboratorio de fitopatología del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP conjuntamente con la Universidad de las Américas (UDLA), con el fin de evaluar in vitro la eficacia de fungicidas para el control de *Cylindrocarpon destructans*, hongo asociado a la marchitez en mora de castilla

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial 10 x 3 x 2 (fungicidas, dosis y tiempo) para los fungicidas de síntesis química y un diseño completamente al azar en arreglo factorial 5 x 3 x 2 para fungicidas de síntesis orgánica, más un tratamiento testigo, y diez repeticiones. Los fungicidas químicos utilizados fueron Azoxystrobin (Quadris®), Benomil (Benex®), Carbendazim (Carbendazim®), Difeconazol (Score® EC 250), Fosetyl Aluminio (Fosetyl Aluminio®), Tachigaren (Himexazol®), Propiconazol (Tilt®), Penconazol (Topas®), Metalaxil (Metallic®), Thiabendazole (Mertect®), para los cuales se utilizó dosis de 100ppm, 10ppm y 1ppm, y los fungicidas de síntesis orgánica fueron aceite de neem (Neem-x), extracto de mirtáceas (Iridium®), extracto de ajo (Spectrum – G®), sulfato cúprico pentahidratado (Phyton®), extracto de tomillo (Timol®), para los cuales se utilizó dosis de 1000 ppm, 2000 ppm y 3000 ppm. El porcentaje de inhibición de crecimiento micelial evaluado a los 14 días de haber realizado a la siembra demostró que Carbendazim, Azoxystrobin y extracto de mirtáceas fueron los fungicidas que tuvieron un mayor control (100 % de eficacia) del crecimiento de micelio, a diferencia de Propiconazol, Penconazol, Benomil, Difeconazol, Metalaxil, Thiabendazole y extracto de ajo, los cuales se encontraron en los diferentes grupos de significancia. Estos lograron un control óptimo en dosis altas (100 ppm y 3000 ppm), en cambio fungicidas como Fosetyl Aluminio, Himexazol, aceite de neem, sulfato cúprico pentahidratado, extracto de tomillo no tuvieron un resultado positivo ya que estos no inhiben el crecimiento de micelio del hongo en dosis bajas.

Dentro del estudio se determinó que existen tratamientos en los cuales no se observó señales de esporulación del hongo, como por ejemplo en los análisis realizados con Fosetyl Aluminio.

## ABSTRACT

The research was carried out at the phytopathology laboratory of the Plant Protection Department of the Santa Catalina Experimental Station of INIAP in conjunction with Universidad de las Americas (UDLA). In order to evaluate in vitro the efficacy of fungicides for the control of *Cylindrocarpon destructans*. Fungicide associated with castile moraine wilt. A completely randomized design was used in factorial arrangement 10 x 3 x 2 (fungicides, dose and time) for chemical synthesis fungicides and completely randomized desing in factorial arrangement 5 x 3 x 2 for organic synthesis fungicides, plus one control treatment, and ten replicates. The chemical fungicides used were Azoxystrobin (Quadris®), Benazil (Benex®), Carbendazim (Carbendazim®), Difeconazole (Score® EC 250), Fosetyl Aluminum (Fosetyl Aluminum®), Tachigaren (Himexazol®), Propiconazole (Tilt®), Penconazole (Topas®), Metalaxyl (Metaliiicc® ), Thiabendazole (Mertect®), for which doses of 100ppm, 10ppm and 1ppm were used, and the organic synthesis fungicides were neem oil (Neem-x), myrtaceae extract (Iridium®), garlic extract - G®, cupric sulfate pentahydrate (Phyton®), thyme extract (Timol®), for which doses of 1000 ppm, 2000 ppm and 3000 ppm doses were used.

The percentage of mycelial growth inhibition evaluated at 14 days after sowing showed that Carbendazim, Azoxystrobin and myrtaceous extract were the fungicides that had a greater control, (100% effeciency) of mycelial growth, unlike Propiconazole, Penconazole, Benomyl, Difeconazole, Metalaxyl, Thiabendazole, garlic extract, which were found in the different groups of significance. These achieved optimum control at high doses (100 ppm and 3000 ppm), whereas fungicides such as Fosetyl Aluminum, Himexazole, neem oil, cupric sulfate pentahydrate, thyme extract did not have a positive result since they did not inhibit mycelial the growth of mycelium Fungus at low doses.

Within the study, it was determined that there are treatments in which no signs of sporulation of the fungus were observed, as for example in the analyzes carried out with Fosetyl Aluminum in which a positive result was observed in sporulation control.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. Objetivos e hipótesis .....	3
2.1. General.....	3
2.2. Específicos.....	3
2.3. Hipótesis.....	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. Requerimientos del cultivo.....	3
3.1.1. Altitud.....	3
3.1.2. Temperatura y humedad relativa .....	4
3.1.3. Precipitación .....	4
3.1.4. Vientos .....	4
3.1.5. Luminosidad.....	4
3.1.6. Suelos .....	4
3.2. Origen y distribución de la mora de castilla .....	5
3.3. Taxonomía de la mora.....	6
3.3.1. Descripción botánica de mora de castilla ( <i>Rubus glaucus</i> ).....	6
3.3.2. Variedades .....	6
3.4. Descripción de las variedades de mora.....	6
3.4.1. Mora de castilla.....	6
3.4.2. Mora de brazo .....	7
3.4.3. Mora gato .....	7
3.4.4. Mora criolla o silvestre.....	7
3.5. Enfermedades del cultivo de mora.....	7
3.5.1. <i>Cylindrocarpon sp.</i> .....	8
3.5.2. <i>Fusarium sp.</i> .....	8
3.5.3. <i>Verticillium sp.</i> .....	8
3.5.4. <i>Botrytis cinerea</i> (pudrición de fruto). .....	8
3.5.5. <i>Colletotrichum sp.</i> ( <i>Antracnosis</i> ) .....	9
3.5.6. Mildéu polvoso ( <i>Oidium sp.</i> , <i>Sphaeroteca sp.</i> ).....	9
3.5.7. Mildéu veloso ( <i>Peronospora sp.</i> ) .....	9
3.5.8. Roya amarilla.....	9
3.6. Taxonomía y morfología de <i>Cylindrocarpon destructans</i> . .	10

3.6.1.	Ciclo biológico .....	11
3.6.2.	Síntomas.....	11
3.7.	Control de <i>Cylindrocarpon destructans</i> .....	12
3.8.	Control químico “fungicidas” .....	12
3.8.1.	Tipos de fungicida .....	13
3.8.1.1.	Clasificación según sus usos.....	14
3.8.1.2.	Mecanismo de acción .....	14
3.8.1.3.	Resistencia a los fungicidas .....	14
3.9.	Clasificación de fungicidas .....	16
3.9.1.	Fungicidas de síntesis química .....	16
3.9.1.1.	Benzimidazoles .....	16
3.9.1.2.	Etil fosfonato .....	16
3.9.1.3.	Fenilamida .....	17
3.9.1.4.	Methoxyacrylato .....	17
3.9.1.5.	Triazólico.....	17
3.9.1.6.	Isoxazoles.....	18
3.9.2.	Fungicidas de síntesis orgánica.....	18
3.9.2.1.	Monoterpenos monocíclicos.....	18
3.9.2.2.	Organosulfurado .....	19
3.9.2.3.	Azadirachtina .....	19
3.9.2.4.	Cobre y derivados.....	19
3.9.2.5.	Terpenos.....	20
4.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
4.1.	Ubicación del estudio.....	20
4.2.	Materiales y reactivos .....	20
4.2.1.	Material biológico.....	21
4.2.2.	Equipos .....	21
4.3.	Metodología.....	22
4.3.1.	Aislamiento del patógeno .....	22
4.3.2.	Manejo del hongo .....	22
4.3.3.	Manejo del fungicida .....	22
4.3.4.	Diseño experimental .....	23
4.3.5.	Factores en estudio.....	23
4.3.5.1.	Fungicidas .....	23
4.3.5.2.	Dosis .....	23

4.3.6. Tratamientos .....	23
4.3.7. Unidad Experimental.....	24
4.3.7.1. Coeficiente de variación .....	25
4.3.7.2. Pruebas de significancia .....	25
4.3.8. Variables .....	25
4.3.8.1. Crecimiento del micelio (%).....	25
4.3.8.2. Efecto fungistático .....	26
4.3.8.3. Capacidad de esporulación .....	26
4.3.8.4. Concentración efectiva de EC50 .....	26
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
5.1. Fungicidas de síntesis química.....	27
5.1.1. Influencia del tiempo, concentración y fungicida de síntesis química en el porcentaje de crecimiento del hongo patogénico. ....	27
5.1.2. Influencia de la concentración de los fungicida en el porcentaje de crecimiento del hongo. ....	29
5.1.3. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis química en el efecto fungistático. ....	33
5.1.4. Influencia de la concentración de fungicidas de síntesis química en la esporulación.....	37
5.2. Fungicidas de síntesis orgánica.....	40
5.2.1. Influencia del tiempo, concentración y fungicida de síntesis orgánica en el porcentaje de crecimiento del hongo...40	
5.2.2. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis orgánica en el porcentaje de crecimiento del hongo. ....	42
5.2.3. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis orgánica en el efecto fungistático. ....	45
5.2.4. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis orgánica en la esporulación de hongo patógeno. ....	48
5.3. Concentración efectiva de EC50 .....	51
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55

6.1. Conclusiones.....	55
6.2. Recomendaciones.....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS .....	62

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis de fungicidas de síntesis química y orgánica evaluados in vitro para el control de para C. destructans en mora de castilla ( <i>Rubus glaucus</i> ).....	23
Tabla 2. Esquema ANOVA de fungicidas de síntesis química y orgánica respectivamente. ....	24
Tabla 3. Esquema ANOVA de fungicidas de síntesis química y orgánica respectivamente. ....	25
Tabla 4. Análisis de varianza del crecimiento (%) de C. destructans in vitro en función del tiempo, concentración y fungicidas sintéticos, 2016.....	27
Tabla 5. Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de C. destructans in vitro en dos periodos de tiempo (7-14d) bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis química, 2016. ....	28
Tabla 6. Análisis de varianza del crecimiento (%) de C. destructans in vitro en función de la concentración de los fungicidas de síntesis química, 2016. ....	29
Tabla 7. Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de C. destructans in vitro, a los 14 días, bajo el efecto de los fungicidas de síntesis química, 2016.....	30
Tabla 8. Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de C. destructans en tres dosis (100, 10, 1ppm) de fungicidas de síntesis química, 2016.....	30
Tabla 9. Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de C. destructans para la interacción concentración por fungicidas sintéticos, 2016. ....	31
Tabla 10. Análisis de Varianza del efecto fungistático de los fungicidas en función de la concentración de fungicidas de síntesis química, 2016.....	33
Tabla 11. Prueba de Tukey al (5%) del efecto fungistático de los fungicidas de síntesis químicas, 2016. ....	34
Tabla 12. Concentraciones de los fungicidas de síntesis química en las diferentes concentraciones estudiadas, 2016.....	35
Tabla 13. Promedio y pruebas de Tukey (5%) del efecto fungistático frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis química, 2016.....	35

Tabla 14. Análisis de Varianza de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de la concentración los fungicidas de síntesis química, 2016. ....	37
Tabla 15. Prueba de Tukey (5%) de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de la concentración de los productos y fungicidas síntesis química, 2016.....	38
Tabla 16. Promedios de esporas bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis química más un testigo absoluto, 2016.....	38
Tabla 17. Promedios y prueba de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis química, 2016.....	38
Tabla 18. Análisis de Varianza del crecimiento (%) de <i>C. destructans</i> in vitro frente a la influencia del tiempo, concentración y fungicidas de síntesis orgánica, 2016.....	41
Tabla 19. Promedios y prueba de Tukey al (5%) del crecimiento (%) de <i>C. destructans</i> in vitro en dos periodos de tiempo (7-14d) bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica, 2016. ....	41
Tabla 20. Análisis de varianza del crecimiento (%) de <i>C. destructans</i> in vitro en función de la concentración de los fungicidas de síntesis orgánica, 2016. ....	42
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% de la influencia de la concentración del producto y el fungicida de síntesis orgánica en el porcentaje de crecimiento, 2016.....	43
Tabla 22. Concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica en la diferentes dosis estudiadas en porcentaje de crecimiento, más un testigo absoluto, 2016. ....	43
Tabla 23. Promedio y pruebas de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.....	43
Tabla 24. Análisis de varianza de la influencia de la concentración y fungicida de síntesis orgánica en el efecto fungistático, 2016.....	45
Tabla 25. Promedios y prueba de Tukey al 5% de la influencia de la concentración y fungicida de síntesis orgánica en el efecto fungistático, 2016. ....	46

Tabla 26. Concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica en las diferentes concentraciones estudiadas en el efecto fungistático, 2016. ....	46
Tabla 27. Promedio y pruebas de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis orgánica, 2016. ....	47
Tabla 28. Análisis de varianza de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de la concentración de los fungicidas de síntesis orgánica, 2016....	48
Tabla 29. Prueba de Tukey (5%) de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de los productos y fungicidas de síntesis orgánica, 2016. ....	49
Tabla 30. Promedios y prueba de la esporulación del <i>C. destructans</i> bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica, 2016. ....	49
Tabla 31. Promedio y pruebas de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis orgánica, 2016. ....	50
Tabla 32 . Lista de fungicidas de síntesis química para el control de <i>C. destructans</i> ...	1
Tabla 33. Lista de fungicidas de síntesis orgánica para el control de <i>C. destructans</i> . ...	2
Tabla 34. Tratamientos resultantes de la interacción de los factores en estudio para la evaluación de eficacia de fungicidas de síntesis química, 2016.. ....	3
Tabla 35. Tratamientos resultantes de la combinación de los niveles de los factores en evaluación de la eficiencia de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.....	4

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas productoras de mora en Ecuador (SIAGRO, 2010).....	5
Figuras 2. Valor EC50 de Benomil.....	52
Figura 3. Valor EC50 de Difeconazol .....	52
Figura 4. Valor EC50 de Penconazol .....	52
Figura 5. Valor EC50 de Propiconazol .....	53
Figura 6. Valor EC50 de Thiabendazole.....	53
Figura 7. Valor ec50 de Extracto de mirtáceas.....	53
Figura 8. Valor EC50 de Extracto de ajo .....	54
Figura 9. Carbendazim a los 7 días de estudio con su respectivo testigo absoluto .....	5
Figura 10. Carbendazim a los 14 días de estudio con su respectivo testigo absoluto .	5
Figura 11. Azoxystrobin a los 7 días de estudio con su respectivo testigo absoluto ....	5
Figura 12. Azoxystrobin a los 14 días de estudio con su respectivo testigo absoluto ...	5

## 1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador existen varias especies cultivadas de Mora (*Rubus*), sin embargo, la que tiene una mayor importancia de cultivo es la *Rubus glaucus* conocida como mora de castilla (Ferrucci, 1996).

El cultivo de mora requiere de un clima frío-templado, el cual se encuentra en las estribaciones de los Valles del Callejón Interandino en las provincias de Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Tungurahua, Pichincha, Imbabura. El 70% de la producción nacional de mora se encuentra en la provincia de Tungurahua (MAGAP, 2013).

La mora de castilla es un fruto múltiple accesorio conocida como drupa, que tiene alta aceptación nacional e internacionalmente, su consumo es efectuado principalmente por sector agroalimentario, consumo que se diversifica a la elaboración de pulpas, mermeladas, fruta fresca, entre otros productos.

La mora es muy susceptible a plagas y enfermedades, las que ocasionan reducción en su rendimiento. En el año 2014, se identificaron 4 especies de hongos fitopatógenos asociados a la marchitez en mora de Castilla, *F. oxysporum*, *C. destructans*, *V. dahliae* y *V. alboatrum*, los cuales fueron aislados de plantas de mora de la provincia de Bolívar, siendo *C. destructans* el hongo identificado en mayor proporción, por lo cual se lo consideró como el principal agente causal de esta enfermedad (Martínez, 2014). Una enfermedad importante que la afecta es la marchitez asociada al hongo fitopatógeno *Cylindrocarpon destructans*. Este patógeno provoca ausencia de brotes, reducción en el vigor, follaje clorótico, necrosis del tejido vascular, crecimiento irregular del sistema radicular y pudrición del cuello y raíces, pudiendo llegar a causar la muerte de la planta (Leiva, 2011).

*C. destructans* es un hongo que produce grandes pérdidas en cultivos, ya que es el principal responsable de la pudrición radicular y es una de las principales causas de replantación a largo plazo (Ferro, 2008).

A nivel experimental, se han evaluado diferentes alternativas de control químico, (Rego, 2006) en Portugal se realizaron ensayos con los fungicidas: Benomilo, Tebuconazol, Carbendazim, Flusilazol y Cuprodinil + Fludioxinil, los cuales permitieron disminuir la incidencia de *C. liriodendri*. En estudios realizados en Sudáfrica (Fourie y Hallen, 2006) los fungicidas Benomilo e Imazalil, redujeron la incidencia de plantas afectadas por *C. destructans*; los resultados de estos estudios han identificado a estos fungicidas como alternativas para el control de este fitopatógeno de suelo (Ferro, 2008).

Esta enfermedad tiene una alta incidencia en la muerte de las plantas de mora (Hallen, 2006) bajando la productividad de las mismas, lo que conduce a buscar la solución a través del uso de fungicidas de síntesis química y orgánica.

En Ecuador, esta enfermedad es de enorme preocupación para los productos porque está mermando considerablemente la producción de mora (MAGAP, 2013); sin embargo, no se han realizado estudios de manejo de la enfermedad, constituyendo el uso de fungicidas una alternativa para minimizar las pérdidas de la producción de mora de castilla.

En la presente propuesta de investigación se plantea evaluar en condiciones controladas la eficacia de fungicidas químicos y orgánicos existentes en el mercado, recomendados para el control de patógenos de suelo. Se pretende seleccionar aquellos fungicidas que presenten los mejores resultados y puedan ser probados posteriormente en condiciones de campo y de esta manera aportar en la búsqueda de estrategias de manejo de la marchitez y así reducir pérdidas económicas que están afectando a los agricultores de este cultivo.

El presente estudio es parte del proyecto “Biocontrol for Sustainable Farming Systems Ecuador”; con financiamiento del gobierno de Nueva Zelanda y el apoyo técnico de Agresearch, que lo lidera el INIAP en Ecuador con la participación de la carrera Ingeniería Agroindustrial y Alimentos de la Universidad de las Américas – UDLA.

## **2. Objetivos e hipótesis**

### **2.1. General**

Evaluar in vitro la eficacia de fungicidas para el control de *Cylindrocarpon destructans*, hongo asociado a la marchitez en mora de castilla.

### **2.2. Específicos**

Evaluar la sensibilidad in vitro de diez fungicidas convencionales y cinco alternativos en tres diferentes concentraciones.

Determinar la eficacia in vitro de fungicidas de síntesis química y orgánica para el control de *Cylindrocarpon destructans* aislado de mora de castilla con síntomas de marchitez.

### **2.3. Hipótesis**

**Ha:** Al menos un fungicida químico u orgánico es eficaz para el control de *Cylindrocarpon destructans in vitro*.

## **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **3.1. Requerimientos del cultivo**

La mora de castilla es una planta que se adapta a climas templado frío, el cual se encuentra en el bosque seco y húmedo montano bajo; bosque seco y húmedo pre montano. A continuación se detallan los requerimientos climáticos y edafológicos del cultivo (Franco y Girarlo, 1999; Bonnet, 1994; Bejarano, 1992).

#### **3.1.1. Altitud**

La planta de mora tiene un mejor desarrollo cuando se encuentra entre 1800 y 3000 m.s.n.m.; en alturas superiores existe la posibilidad de ser afectada por heladas, en cambio a alturas menores se presenta grandes problemas sanitarios para el cultivo.

### **3.1.2. Temperatura y humedad relativa**

La mora es una planta que se caracteriza por crecer en temperaturas que van de los 8 a 22°C, pero para que exista mayor producción debe encontrarse a una temperatura de 12 a 14°C. A temperaturas menores, la planta presenta un mayor crecimiento vegetativo, lo cual exige que exista una poda continua, es importante que la humedad ambiental en la que se encuentre el cultivo entre los 70 y 80%.

### **3.1.3. Precipitación**

El cultivo de mora requiere precipitaciones continuas anuales que oscilen entre los 1200 a 2500 mm.

### **3.1.4. Vientos**

Al ser un cultivo frágil requiere de zonas libres de vientos fuertes, en el caso de existir este inconveniente se debe incluir barreras rompe vientos.

### **3.1.5. Luminosidad**

El cultivo de mora requiere una heliofanía de 1200 a 1600 horas de sol anualmente.

### **3.1.6. Suelos**

El crecimiento del cultivo de mora se genera en suelos que tengan gran profundidad, que sean sueltos y con alto contenido de materia orgánica, disponibilidad de humedad y con buen drenaje, la textura del suelo debe ser franca arenosa y arenosa arcillosa, ya que los suelos arenosos tienen facilidad de trabajo pero son carentes de nutrientes, este cultivo soporta la acidez, pero en pH de 5,5 a 7,0 se ha observado que la planta tiene un mejor comportamiento, la superficie del suelo debe ser suelto y el nivel freático debe estar por debajo de 1m.



### **3.3. Taxonomía de la mora**

La mora de castilla es perteneciente al reino vegetal, corresponde al género *Rubus*, especie *glaucus* perteneciente a la familia Rosaceae, orden Rosales, subclase Dicotyledonae (MAGAP, 2013).

#### **3.3.1. Descripción botánica de mora de castilla (*Rubus glaucus*).**

Planta perenne, semi-erecta, se encuentra conformada por un tallo de un diámetro de 1-2 cm pudiendo llegar a una altura de 3m, sus hojas constan de tres folíolos ovoides de 3 a 5 cm de largo y espinas ganchudas, la corona se encuentra en la base de planta en donde se forma el tallo. Esta planta cuenta con un sistema radicular profundo, llegando a medir más de 1m (Martínez, 2007).

El fruto es una infrutescencia tipo sorosis, de forma elipsoidal y de un tamaño variable, pudiendo alcanzar entre 1,5 y 2,5 cm en su diámetro; compuesta por frutos simples en forma de bayas adheridas al receptáculo. En la fruta madura el receptáculo es de color blanco y carnoso, los frutos se forman a manera de racimos grandes al final del tallo y de las ramas secundarias (Saltos, 2001).

#### **3.3.2. Variedades**

Alrededor del mundo existe gran variedad de tipos de mora, sin embargo en Ecuador existen cuatro: castillas, brazo, gato y criolla. Todas las variedades tienen una adaptación a climas templados es decir resisten a temperaturas que oscilan de los 14 a 19°C y a 1800 msnm. La mora es un cultivo que tarda entre ocho meses a un año para realizar la cosecha inicial. Las plantas viven alrededor de ocho años (MAGAP, 2013).

### **3.4. Descripción de las variedades de mora**

#### **3.4.1. Mora de castilla**

Es cultivada en regiones con clima frío – templado; esta variedad tiene mayor aceptación y es más duradera. Se caracteriza por poseer tallos redondeados y

espinosos, sus hojas son trifoliadas con bordes aserrados de coloración verde (MAGAP, 2013).

### **3.4.2. Mora de brazo**

Tiene una tonalidad oscura que se asemeja al color negro, es conocida como una especie consistente, no se adapta a todos los climas a diferencia de la de castilla. La mayor superficie de esta variedad se encuentra en el cantón azuayo Oña, donde la temperatura se encuentra alrededor de unos 9°C, y su infrutescencia puede llegar a medir entre uno a seis centímetros (MAGAP, 2013).

### **3.4.3. Mora gato**

Esta variedad lleva ese nombre ya que la forma que tiene se asemeja a la cabeza de un gato, se caracteriza por ser de tamaño pequeño y por su coloración morada, esta variedad no es muy cultivada en Ecuador ya que no soporta heladas y fríos prolongados (MAGAP, 2013).

### **3.4.4. Mora criolla o silvestre**

Es una variedad que se propaga de manera natural en cerramientos en zonas rurales del Ecuador; no requiere de muchos cuidados, abono, ni riego. Esta variedad no es apetecida para el consumo, repostería ni gastronomía, ya que es pequeña y su sabor es amargo (MAGAP, 2013).

## **3.5. Enfermedades del cultivo de mora**

Los cambios bruscos de temperatura han sido uno de los grandes desafíos para los productores de mora, ya que a consecuencia de esto se han ido incrementando los problemas fitosanitarios, en especial los que se encuentran fuertemente relacionados con la incidencia y la gran severidad de enfermedades. Actualmente se ha observado que una de las enfermedades que está afectando a este cultivo es la marchitez causada por hongos fitopatógenos (Martínez et al., 2007).

A continuación se detalla cada una de las enfermedades que tienen relación con la marchitez en mora de castilla causada por hongos fitopatógenos.

### **3.5.1. *Cylindrocarpon sp.***

Las colonias de este fitopatógenos presentan distintas coloraciones como blancas, beige, naranjas y marrones; además las texturas del micelio pueden ser ralos o algodonosos. Los síntomas son: raíces y tallos lesionados con una coloración oscura y manchas necróticas (Alanís, 2008).

### **3.5.2. *Fusarium sp.***

Esta enfermedad produce síntomas de podredumbre de raíz y cuello. La enfermedad es causada por heridas producidas por corte y se va extendiendo por todo el sistema vascular, puede ir generando otro tipo de infecciones. Las plantas presentan amarillamiento, muerte progresiva y finalmente se produce una marchitez (Smith et al., 1989).

### **3.5.3. *Verticillium sp.***

Se caracteriza por encontrarse en suelos o campos agrícolas y forestales, puede ser causado por fenómenos naturales o actividades humanas ya que esto involucra transporte de partículas en el suelo. Una vez que el hongo ha caído en el cultivo es difícil erradicarlo ya que tiene un alto rango de hospedaje. Las plantas que han sido afectadas presentan coloración marrón en los bordes y entre las venas de los foliolos (Baraona, 1992).

### **3.5.4. *Botrytis cinerea* (pudrición de fruto).**

Hongo parásito facultativo el cual tiene una gran cantidad de hospederos. Los síntomas son manifestados principalmente en las estructuras reproductivas de la planta. Esto puede provocar una gran pérdida en el cultivo. Las flores al encontrarse en presencia de esta enfermedad presentan una coloración parda en los pétalos y los tallos tienden a necrosarse (Gómez, 2001).

### **3.5.5. *Colletotrichum sp. (Antracnosis)***

Provoca de manera progresiva descendiente la muerte de los brotes y ramas de la planta dando como resultado frutos muertos. Se presenta primeramente en los tallos y las ramas, en donde se puede observar la aparición de manchas ovaladas de un color morado que los va cubriendo totalmente. Al pasar un tiempo las lesiones provocadas van tornándose de un color negro y tienden a secarse: en el interior del tallo se observa una muerte evidente de tejidos. El hongo normalmente penetra por los bordes tiernos de la rama, lo cual provoca un ennegrecimiento y las hojas que se encuentran en formación se marchitan, amarillan y mueren (Tamayo, 2003).

### **3.5.6. *Mildéu polvoso (Oidium sp., Sphaeroteca sp.)***

Ataca de manera directa las yemas y frutos de la planta, en especial afecta principalmente las hojas. Su ataque se evidencia cuando se produce un arrugamiento en el haz de la hoja, luego aparecen manchas clorótica en el mismo sitio y en el envés se genera un polvo blanco. Si existen ataques mayores puede provocar deformaciones en el fruto (Martínez et al., 2007).

### **3.5.7. *Mildéu veloso (Peronospora sp.)***

Especialmente ataca a las hojas, tallo, pedúnculos y frutos. En los tallos se pueden observar lesiones con una coloración blanquecina sobre las cuales se generan vellosidades. El pedúnculo se seca de arriba hacia abajo, las flores se tornan de un color amarillento hasta que finalmente se caen, los frutos presentan desarrollo irregular, mala maduración y tienen una gran pérdida de turgencia y de brillo (Corpoica, 2008).

### **3.5.8. *Roya amarilla***

Patógeno que se distingue por la producción de manchas de color naranja o a su vez amarilla que van a partir del tallo, frutos y en el envés de las hojas, en cuya superficie se puede observar una serie de lesiones rodeadas de una coloración violáceo (Corpoica, 2008).

### 3.6. Taxonomía y morfología de *Cylindrocarpon destructans*.

La taxonomía que comprende el complejo de anamorfos *Cylindrocarpon* ha ido evolucionando al pasar de los años, subdividiéndose en subespecies, en las cuales se ha descrito a *Ilyonectria* spp., especie que se encuentra comúnmente en el suelo y la rizósfera, los cuales son considerados como los principales causantes del pie negro en gran variedad de cultivos (Booth, 1996).

*C. destructans* es perteneciente a los Mitospóricos, corresponde al género *Neonectria*, que se ubica en la familia Nectriaceae, orden Hypocreales, clase Ascomycetes. De manera morfológica el género *Cylindrocarpon*, es caracterizado por la presencia de fiálidas largas, conidios hialinos, originados a partir de fiálidas en forma basipeta sin llegar formar cadenas. Los macronidios son rectos o ligeramente curvados, cilíndricos, con extremos redondeados y con 1 a 10 septos. Puede o no formar clamidosporas (Andrade, 2012).

*C. destructans* se caracteriza por la presencia de peritecios globosos de coloración marrón rojizo, con una longitud de 0,17 a 0,35 x 0,15 a 0,35 micrómetros. Sus fructificaciones tienen ascas con 8 ascosporas ovaladas, hialinas y septadas que pueden llegar a medir 10 a 13 x 3 a 3,5 micrómetros. Su formación anamorfa se caracteriza principalmente por tener un micelio con una coloración marrón anaranjado que va produciendo conidióforos cilíndricos, erectos o ligeramente curvados, con un apéndice y en su base unos 2,5 micrómetros. Este tipo de hongos presenta dos tipos de conidias como la macroconidias abundantes, hialinas, cilíndricas con una curva ligera con cada uno de sus extremos redondos, con una cicatriz basal, septadas y microconidios elípticos a ovalados (Garrido, 2004).

El crecimiento de las colonias de este hongo es entre 30 a 70 mm., después de diez días de haber sido incubado, el aspecto del micelio debe ser de color anaranjado y fialides que presenten microconidias y macroconidias (Samuels y Bradford, 1990).

### **3.6.1. Ciclo biológico**

Este hongo fitopatógeno tiene la capacidad de colonizar los horizontes más superficiales hasta varios centímetros de profundidad en el suelo. Adicionalmente tiene la capacidad de crecer a bajas concentraciones de oxígeno, considerando a este como un patógeno de las raíces jóvenes por su capacidad de germinación de esporas y por su crecimiento micelial rápido. Una de sus principales características fisiológicas es que puede utilizar el nitrógeno orgánico e inorgánico. Estos hongos fitopatógenos pueden ir trasladándose por efectos del drenaje superficial que es provocado por lluvias o a su vez por el riego superficial (Garrido, 2004).

*C. destructans* infecta a la planta por medio de las raíces, las cuales ingresan en su sistema de manera directa o por medio de heridas. Una vez que este ha ingresado a la raíz de la planta el micelio del hongo se va expandiendo hacia los vasos xilemáticos donde se va formando el macro y microconidias, de tal manera que el micelio y las esporas tienden a ascender por la corriente transpiratoria (Latorre, 2004).

### **3.6.2. Síntomas**

En las épocas de verano van apareciendo los síntomas ocasionados por este hongo fitopatógeno como son el oscurecimiento de la región de injerto, reducción de vigor, desecamiento de la parte aérea de la planta, declinamiento y muerte. En las partes subterráneas que se observan de la planta suelen presentarse las siguientes condiciones: raíces normales repartidas de manera uniforme y por lo general de poca profundidad, con un crecimiento paralelo en la superficie del suelo y con raíces con signos de necrosis con coloración gris oscuro, y que a su vez presenta ennegrecimiento del tejido vascular. Cuando se realiza un levantamiento de la corteza del portainjerto se puede apreciar que existe una franja de color marrón que va desde la raíz hasta el portainjerto (Latorre, 2004).

### **3.7. Control de *Cylindrocarpon destructans*.**

Las medidas que se han tomado para combatir la marchitez de la planta de mora de castilla producida por *C. destructans* incluyen: manejo químico y orgánico con la ayuda de 10 fungicidas de síntesis química y 5 fungicidas de síntesis orgánica.

### **3.8. Control químico “fungicidas”**

La termino fungicida viene derivada de las palabras latinas “fungus” y que en castellano significa hongo y “caedo” que significa matar. Un fungicida es conocido como un agente que tiene la habilidad de eliminar organismos fungosos. En la naturaleza se pueden observar agentes físicos fúngicos como son los ácidos, calor y la luz ultravioleta. El término conocido como fungicida es referente a productos químicos que son utilizados como prevención y algunas situaciones como erradicación o curación de enfermedades que son producto de la presencia de hongos fitopatógenos. Cuando se piensa en la utilización de este tipo de productos es preciso tener de manera clara la diferencia que existe entre la acción fungicida y la acción fungistática, ya que la primera se refiere a la sustancia química produce una acción irreversible, y el segundo término se refiere a que es una actividad reversible y que a su vez produce un efecto inhibitorio temporal durante la germinación de las esporas del hongo (Ochoa, 2004).

Actualmente en el mercado se ha observado que existe una amplia cantidad de compuestos fungicidas, estos pueden ser fácilmente adaptables a diferentes formulaciones que tenga la capacidad de satisfacer necesidades y que a su vez puede ser aplicada en pequeñas parcelas y/o en miles de hectáreas (Ochoa, 2004).

Para que un fungicida sea deseable debe cumplir con tres aspectos importantes como son:

- **Biológico:** en el cual se debe observar que este ofrezca un control eficaz y consistente de la enfermedad, no sea tóxico en las concentraciones

recomendadas y que no afecte de manera adversa a otras partes del cultivo.

- Toxicológico: en el caso de que llegase a existir algún tipo de residuo este no debe ser problema para el consumidor.
- Formulación: el producto químico o fungicida debe ser seguro tanto al momento de su almacén y transporte, la formulación que se elabore debe tener la capacidad de aumentar la eficiencia del fungicida y esta debe ser de fácil aplicación (Ochoa, 2004).

### 3.8.1. Tipos de fungicida

(Patiño et al., 2001) realiza una clasificación según la toxicidad de los fungicidas en tres categorías.

Según su toxicidad

- **Categoría I: toxicidad alta**

Compuesto en el cual el DL50 (dosis letal media) va de 0,50mg de ingrediente activo por kilogramo de peso: es decir estos productos son altamente peligrosos, y solo pueden ser manejados con la supervisión de normas estrictas de seguridad.

- **Categoría II: toxicidad media**

Compuesto en el cual el DL50 (dosis letal media) va de 50 a 500mg de ingrediente activo por kilogramo de peso: es decir son productos medianamente tóxicos y peligrosos y solo pueden ser manejados bajo normas de seguridad.

- **Categoría III: toxicidad baja**

Compuestos en el cual el DL50 (dosis letal media) es superior a los 500mg de ingrediente activo por kilogramo de peso.

### **3.8.1.1. Clasificación según sus usos**

Los productos pueden ser clasificados de acuerdo a su efecto sobre las plantas.

Contacto: tienen la capacidad de actuar en sitios múltiples, ya que van interfiriendo dentro de los procesos metabólicos centrales del hongo, afectan la producción de ATP, por medio de la inhibición de la respiración.

Sistémicos: interrumpen el desarrollo de cada uno de los agentes causales de enfermedades después de haberse iniciado la infección. Se los utiliza con el fin de tener una protección sistémica, en donde las sustancias químicas van introduciéndose dentro del sistema circulatorio de la planta actuando como un tipo de vacuna (Patiño et al., 2001).

### **3.8.1.2. Mecanismo de acción**

La acción fungicida normalmente se encuentra expresada por efectos físicos que se encuentran visibles como es la inhibición del crecimiento micelial. Gran cantidad de fungicidas tienen la capacidad de prevenir germinación o a su vez pueden matar la espora cuando se ha iniciado el proceso. Algunos de estos fungicidas pueden detener el desarrollo del hongo después de que se ha observado el desarrollo del estado de infección (Tabares, 2002).

Es importante tener en cuenta que todos los fungicidas tienen la capacidad de bloquear procesos metabólicos vitales en la célula del patógeno como interferir con la división celular, inhibición de las enzimas que se encuentran involucradas con el metabolismo celular, interferencia con la síntesis y función de la pared celular del hongo (Tabares, 2002).

### **3.8.1.3. Resistencia a los fungicidas**

La resistencia en hongos es un fenómeno no percibido en ciertas clases de hongo que normalmente son susceptibles a ciertos químicos o fungicidas. Dicha resistencia se va manifestar por medio de reducciones de sensibilidad hacia dichos productos, con la pérdida de eficacia (Guzmán, 1997).

Cuando existe resistencia a fungicidas existe una menor permeabilidad de las membranas celulares en donde los individuos escapan fácilmente de la acción fungicidas ya que las membranas celulares que lo forman no permiten que el producto ingrese al sistema; pueden existir rutas metabólicas alternas, en donde el tóxico simplemente toma diferentes rutas dentro del individuo que presenta resistencia, por lo cual este esquivo todos los sitios de acción de los patógenos. A su vez puede producirse una detoxificación del fungicida, en donde el patógeno puede metabolizar el producto. Puede existir una falta de activación del fungicida por el patógeno, por último puede ocurrir una alteración del sitio reactivo, es decir que el fungicida de acción específica va actuar en un solo sitio específico del patógeno, lo cual puede producir una falta de acoplamiento entre el patógeno y el fungicida, lo cual puede resultar en una resistencia (Guzmán, 1997).

En la actualidad se conoce que existe un amplio espectro de compuestos fungicidas, los cuales tiene la capacidad de adaptarse a cada una de las formulaciones. De acuerdo a Ochoa (2014), un fungicida debe ofrecer un control de enfermedades consistente y a la vez eficaz, no debe ser tóxico en concentraciones recomendadas.

En la búsqueda para combatir *C. destructans* (Rego et al. 2006) realizó una evaluación in vitro de catorce fungicidas de diferentes grupos químicos, para el control de otra especie de este hongo. Durante la aplicación de fungicidas se determinó que Procloraz, Benomilo, Difeconazol brindaron mejores resultados en la inhibición del crecimiento miceliar. Posteriormente, (Hallen et al. 2007) desarrollo otra investigación, en la cual se ensayó el efecto in vitro que tuvieron trece fungicidas en la inhibición del crecimiento miceliar, en donde Benomilo, Flusilazol, Imazalil y Procloraz tuvieron una mayor efectividad. En otro trabajo realizado en Sudáfrica, (Fourie y Halleen, 2006) realizaron evaluaciones en viveros mediante la aplicación de Benomilo, Captan y Didecildimetil cloruro amónico, los cuales tuvieron mayor consistencia en reducir la incidencia de los patógenos.

### **3.9. Clasificación de fungicidas**

A continuación se detallará tanto los fungicidas de síntesis química como los de síntesis orgánica según el grupo químico al cual pertenecen.

#### **3.9.1. Fungicidas de síntesis química**

Compuestos de sustancias tóxicas empleadas para inhibir o eliminar el crecimiento de hongos perjudiciales que se encuentran en la planta de mora de castilla, por tal motivo a continuación se describe a los fungicidas que se utilizaron dentro del estudio de sensibilidad in vitro.

##### **3.9.1.1. Benzimidazoles**

Su efectividad se encuentra relacionada con el uso de bajas dosis para lograr la inhibición de crecimiento de hongos. Son efectivos en diferentes tipos de enfermedades que son ocasionados por una gran variedad de hongos. Este tipo de fungicidas son convertidos en la superficie de la planta en metil benzimidazol carbonato el cual se encarga de interferir con la división nuclear de los hongos. También pueden formularse como polvos mojables o a su vez como dispersables en aceites. Pueden ser mezclados con otros fungicidas con excepción de aquellos que tiene en su composición sustancias alcalinas o ácidas.

Actúan sobre la tubulina de las células del patógeno lo cual va a impedir la síntesis de microtúbulos del uso acromático en la profase y en la metafase. Durante la mitosis, es fungitoxico (Viera, 2002), como ejemplos se encuentran: Benomil (Benex®), Carbendazim (Carbendazim®), Thiabendazole (Mertect).

##### **3.9.1.2. Etil fosfonato**

Tiene principal afección en varias rutas del hongo de una manera directa, es decir en el metabolismo energético y de transporte. Además de lo antes mencionado estimula las respuestas de defensa de la planta; tiene actuación directa en contra del micelio del hongo. Puede llegar a impedir la germinación de las esporas, impide formación de zoosporangios y la liberación de las

mismas por el bloqueo de esporulación que se produce, por último las respuestas de defensa que son inducidas tienden a frenar el desarrollo del micelio del hongo (Nufarm, 2012).

#### **3.9.1.3. Fenilamida**

Penetra fácil y rápidamente la planta, se transporta a través del xilema de manera ascendente sin acumularse en los puntos terminales, es decir se va repartiendo por toda la planta. Tiene la función de inhibir severamente a la esporulación y el desarrollo micelial. Las fenilamidas interfieren en la síntesis de ARN, es decir inhiben a la enzima de ARN polimerasa. Este tipo de fungicidas tiene una mayor persistencia en plantas jóvenes y en el crecimiento activo de la misma (Bruck et al., 1980), como ejemplo de Fenilamida se puede listar: Metalaxil (Metalic®).

#### **3.9.1.4. Methoxyacrylato**

Producen una inhibición mitocondrial durante la respiración celular al ejercer un bloqueo en el transporte de electrones en el complejo citocromo b-ci (Viera, 2002). Como ejemplo de Methoxyacrylato se encuentra: Azoxystrobin (Quadris®).

#### **3.9.1.5. Triazólico**

Tienen actividad curativa y protectora ante un amplio espectro de enfermedades foliares de plántulas y raíces; es uno de los grupos más prometedores que se presentan en concentraciones emulsionables que pueden ser mezclados con la gran mayoría de plaguicidas. Estos son ligeramente tóxicos.

Inhiben la biosíntesis del ergosterol sobre la enzima "Citocromo P-450 mono oxigenosa" que actúa sobre el grupo metil del lanosterol, afectando la síntesis de la membrana celular y crecimiento del hongo (Viera, 2002). Como ejemplo de Triazólico se puede mencionar a los fungicidas llamados: Difeconazole (Score 250 EC®), Propiconazol (Tilt®), Penconazol (Topas®).

### **3.9.1.6. Isoxazoles**

Es herbicida selectivo de pre emergencia, que tiene acción de traslocación, el modo de acción de este tipo de fungicidas es la inhibición de la biosíntesis de pigmentos carotenoides, que se encargan de la protección de la clorofila contra la luz del sol. Resulta efectivo para la prevenir ataques de hongos del suelo (Bruck et al., 1980), como ejemplo de Isoxazol se puede mencionar a: Himexazol (Tachigaren LT®).

### **3.9.2. Fungicidas de síntesis orgánica**

Para el control orgánico se utilizan nuevos fungicidas no sintéticos, en el mercado se conocen los de contacto, traslaminares y sistémicos. Tienen amplio espectro, y adicionalmente estos tienen la capacidad de ser preventivos, curativos y erradicativos. Este tipo de fungicidas son obtenidos por medio de moléculas que han sido químicamente modificadas, de extractos vegetales y que además no tienen acción fitotóxica.

Un fungicida orgánico o ecológico se caracteriza porque tiene diferentes mecanismos de acción. Uno de ellos es que afecta la síntesis de ARN y respiración celular, tiene la capacidad de inhibir la producción de energía, germinación de esporas y sustancias que se producen en la pared celular para lograr un bloqueo enzimático, por la precipitación de proteínas del hongo. Como ejemplo de fungicidas orgánicos se encuentra: extracto de mirtáceas, extracto de ajo, extracto de tomillo, sulfato cúprico pentahidratado y aceite de neem (Viera, 2002).

#### **3.9.2.1. Monoterpenos monocíclicos**

Fungicida natural que permite la inhibición de desarrollo de germinación de las esporas. Inhibe el crecimiento del micelio y de la lesión expansiva; tiene la capacidad de inhibir la producción de esporangios, mediante erradicaciones y supresiones de colonias de los hongos patógenos que se encuentran presentes en las hojas y los frutos. Los fungicidas de este grupo químico poseen amplio

espectro de acción y se utilizan como preventivos y curativos (Syngenta, 2014), como ejemplo se puede mencionar: extracto de mirtáceas (Iridium®).

### **3.9.2.2. Organosulfurado**

Inhiben la producción de energía, interfiriendo en la respiración celular mediante el bloqueo enzimático y mediante las precipitaciones que se producen en las proteínas propias del hongo. Es ligeramente tóxico y con bajísimo poder residual. Este producto es utilizado principalmente para tratar enfermedades endófitas y bactericidas. No puede ser mezclado con pesticidas oxidantes (Tapia, 1999). Un ejemplo de fungicida Organosulfurado es el extracto de ajo (Spectrum – G®).

### **3.9.2.3. Azadirachtina**

Producto ecológico con acción nematocida con efecto de regulador de crecimiento. Es de origen botánico y es apropiado para el manejo integral de plagas. El principal mecanismo de acción es la penetración en el cuerpo del insecto o plaga y el bloqueo de la biosíntesis de la hormona conocida como ecdysona, la cual es conocida como la hormona que se encarga de controlar cada uno de los cambios fisiológicos de la plaga. La plaga muere por que se realiza una interrupción en su ciclo de vida. Adicionalmente posee efectos de repelencia (Esparza, 2013). Como ejemplo se puede listar al Aceite de neem (Neem – x®).

### **3.9.2.4. Cobre y derivados**

Fungicidas utilizados en diferentes tipos de cultivo, en los cuales el ion cobre es altamente tóxico sobre las células de las plantas cuando es utilizado en dosis altas o indiscriminadas. Este tipo de compuestos son fácilmente lavados por el agua de lluvia. Tiene la capacidad de brindar una protección extensa contra enfermedades. El principal mecanismo de acción que tiene este tipo de componente es la desnaturiza proteína no específica. Es insoluble en agua, tiene alta compatibilidad con otros productos y es ligeramente toxico al ser un fungicida orgánico (Tapia, 1999). Como ejemplo se puede citar a Sulfato cúprico pentahidratado (Phyton®).

### **3.9.2.5. Terpenos**

El principal ingrediente activo de un terpeno extracto de tomillo, el cual se considera como un elemento de gran importancia en algunos preparados antifúngicos. Es caracterizado por tener una acción preventiva y curativa en cultivos que han sido afectados por plagas o enfermedades producidas por hongos y bacterias. Prolonga la vida útil de los frutos y los vegetales lo cual permite la reducción de la carga fúngica y bactericida que se encuentra en la planta. El extracto de tomillo penetra la pared celular de cada uno de los microorganismos y a la vez los va destruyendo sin destruir ningún tejido de la planta o sus estructuras (Ecotenda, 2010). Como ejemplo de este tipo de producto se tiene al Extracto de tomillo (Timol®).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

En el punto 4.1 se describen las características de lugar en donde se realizó el experimento.

### **4.1. Ubicación del estudio**

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la provincia de Pichincha, en el cantón Quito, parroquia Cutuglahua, a una longitud de 78° 33' O, latitud 00° 22' S, altitud de 3058 m.s.n.m.

### **4.2. Materiales y reactivos**

A continuación se enlistan los materiales y reactivos utilizados en el experimento.

- Medio PDA
- Ácido láctico
- Alcohol potable

- Alcohol antiséptico
- Agua destilada
- Cajas Petri
- Pinzas
- Bisturí
- Hojas de bisturí
- Mechero
- Papel toalla
- Papel filtro
- Papel parafilm
- Guantes Mascarilla
- Fungicidas

#### **4.2.1. Material biológico**

Aislamiento de *Cylindrocarpon destructans* obtenido a partir de plantas de mora con síntomas de marchitez, provenientes de la provincia de Tungurahua.

#### **4.2.2. Equipos**

- Cámara de flujo
- Balanza
- Estufa
- Incubadora
- Autoclave
- Microscopio

Esta investigación se llevó a cabo en dos etapas: la primera etapa, consistió en la evaluación in vitro de 10 fungicidas de síntesis química y 5 fungicidas de síntesis orgánica, por medio de diluciones de 100, 10 y 1ppm para químicos y 3000, 2000 y 1000ppm para orgánicos. La segunda etapa, consistió en identificar la mejor concentración, con el fin de obtener información de los fungicidas con mayor eficacia para el control de *C. destructans*.

### **4.3. Metodología**

A continuación se detallan los métodos usados en esta investigación.

#### **4.3.1. Aislamiento del patógeno**

Se procedió a tomar una muestra del hongo de aproximadamente 0,5 cm<sup>2</sup> de tejido semi-afectado por el patógeno, se desinfectó las muestras tomadas con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, por un tiempo de dos minutos, se lavó con agua destilada esterilizada (ADE) tres veces, se depositó cinco pedazos de manera equidistante en cajas Petri con medio de cultivo PDA, para luego llevar al patógeno a incubar a una temperatura de 21°C por un tiempo de 7 días, y luego se procedió a purificarlo (Cedeño, 2004).

#### **4.3.2. Manejo del hongo**

Se utilizó un cultivo puro de *C. destructans* proveniente de un cultivo monospórico, del cual se realizó sub-cultivos del micelio de forma radial, con la ayuda de un sacabocados se tomaron discos de micelio de 5 mm de diámetro, los cuales se depositaron sobre la parte central de la caja Petri contenida el medio de cultivo con el fungicida; la cepa del hongo se conservó en Silicagel (Viera, 2002).

#### **4.3.3. Manejo del fungicida**

Para cada fungicida se preparó una solución madre a 1000 ppm, en agua destilada esterilizada, utilizando la cantidad de fungicida dependiendo de la concentración del ingrediente activo, a partir de esta, se realizaron las diferentes diluciones; para la dilución final se tomaron 10 ml de cada solución de fungicida y se mezclaron con 90 mL del medio de cultivo PDA, a una temperatura de 45 °C. De ser necesario, según las especificaciones de cada fungicida, se realizaron ajustes al pH de las soluciones. Finalmente, se dispensó el medio de cultivo a las concentraciones de fungicida en las cajas Petri, proceso integral que se realizó de una manera aséptica en una cámara de flujo laminar (Viera, 2002)

#### 4.3.4. Diseño experimental

Los datos obtenidos fueron analizados en un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial,  $10 \times 3 + 1$  y  $5 \times 3 + 1$ , para los fungicidas de síntesis química y orgánica respectivamente; además, se realizaron diez observaciones para cada tipo de fungicidas.

#### 4.3.5. Factores en estudio

##### 4.3.5.1. Fungicidas

Se realizó la evaluación de 15 fungicidas, de los cuales, diez fueron productos convencionales de síntesis química (C) y cinco alternativos de síntesis orgánica (A), los cuales se presentan en las tablas 32 y 33 (Anexo 1).

##### 4.3.5.2. Dosis

Se evaluaron in vitro tres dosis (D) de los fungicidas para las pruebas de sensibilidad de *Cylindrocarpon destructans* descritas en la Tabla 1.

##### **Tabla 1.**

Dosis de fungicidas de síntesis química y orgánica evaluados in vitro para el control de *C. destructans* en mora de castilla (*Rubus glaucus*).

Dosis (d)	Tipo de fungicida	
	Químicos (ppm)	Orgánicos (ppm)
d1	1	1000
d2	100	2000
d3	100	3000

**Tomado de:** Rondón, Sanabria de Albarracín, y Rondón, 2006.

#### 4.3.6. Tratamientos

Se manejó individualmente los fungicidas de síntesis química y orgánica; para la evaluación de los fungicidas químicos, resultan 31 tratamientos de la

interacción de los factores fungicidas convencionales por dosis, más un testigo absoluto, CxD+1; mientras que, para los fungicidas orgánicos, serán 16 tratamientos provenientes de la interacción fungicidas alternativos por dosis, más un testigo absoluto, AxD+1, los cuales se presentan en las tablas 34 y 35 (Anexo 2).

#### 4.3.7. Unidad Experimental

Una caja Petri de 9 cm de diámetro conteniendo medio de cultivo PDA a una concentración determinada de un fungicida y sembrado en el centro un disco de 5 mm de diámetro de *C. destructans*, con arreglo factorial A x B + 1.

En las tablas 2 y 3 se evidencian los esquemas ANOVA de los fungicidas de síntesis química y orgánica utilizados en la evaluación in vitro de *C. destructans*.

#### **Tabla 2.**

Esquema ANOVA de fungicidas de síntesis química y orgánica respectivamente.

F de V	gl	
	Síntesis química	Síntesis orgánica
Total	619	319
Tiempo	1	1
Fungicida	10	5
Concentración	3	2
Tiempo x Fungicida	10	5
Tiempo x Concentración	3	2
Fungicida x Concentración	18	8
Tiempo x Fungicida x Concentración	19	8
Error Experimental	555	288

CV. Nota: F de V: Fuente de variación, gl: grados de libertad.

**Tabla 3.**

Esquema ANOVA de fungicidas de síntesis química y orgánica respectivamente.

F de V	GI	GI
	Síntesis química	Síntesis orgánica
Total	309	159
Fungicida	10	5
Concentración	2	2
Fungicida*Concentración	20	10
Error Experimental	272	144

Los análisis estadísticos se realizaron luego de revisar la normalidad de los residuos, se asume que las desviaciones de comportamiento se debieron a la presencia del testigo en donde no existió control alguno.

#### 4.3.7.1. Coeficiente de variación

En cada análisis estadístico realizado se calculó el coeficiente de variación, el cual fue expresado en porcentaje.

#### 4.3.7.2. Pruebas de significancia

Para cada análisis realizado se realizó la prueba de Tukey al 5% para fungicida, dosis e interacción, para la obtención de estos datos se realizó el análisis estadístico en el programa Infostat.

#### 4.3.8. Variables

En los puntos que se encuentran a continuación se realizó una descripción de cada variable utilizada dentro del experimento.

##### 4.3.8.1. Crecimiento del micelio (%)

Se sembró un disco de 5 mm de PDA con micelio del hongo, en el centro de una caja Petri con los diferentes tratamientos, los cuales se incubaron a 21°C por 7 y 11 días: Después se midieron dos diámetros de crecimiento de la colonia, se promediaron y se expresaron en cm (Cedeño, 2004).

#### 4.3.8.2. Efecto fungistático

Es la capacidad que tienen un fungicida para inhibir la germinación de esporas o a su vez el desarrollo inicial del hongo (Achicanoy, 1981).

Para determinar el efecto fungistático se utilizó el método descrito por Vincent (1947), para lo cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$I = \frac{(C-T)}{C} * 100$$


**I** = Porcentaje de inhibición  
**C** = Crecimiento radial del el control (cm)  
**T** = Crecimiento radial del tratamiento (cm)

#### 4.3.8.3. Capacidad de esporulación

Se midió 14 días después de haber realizado la siembra de *C. destructans* en los diferentes tratamientos, ya que en este tiempo la esporulación es normal. Para lo cual se extrajo de cada caja Petri, dos discos de agar de 5 mm de diámetro de zonas opuestas del margen de crecimiento de la colonia, introduciéndolos en tubos Eppendorf de 2 ml, con 1ml de agua destilada esterilizada, se agitó los tubos durante 5 segundos con la ayuda de un agitador vórtex e inmediatamente se contabilizó el número de conidias utilizando un hematocitómetro (Viera, 2002).

#### 4.3.8.4. Concentración efectiva de EC50

La EC50, es la concentración de fungicida que inhibe el crecimiento del patógeno en un 50%, la cual se calculó para cada fungicida en estudio. La EC50 se definió mediante análisis Probit entre el porcentaje de crecimiento del micelio (usando como referencia el crecimiento del testigo absoluto) y las concentraciones del fungicida (Viera, 2002).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para realizar el análisis de la varianza se elaboró un análisis factorial, cuyos resultados evidencian la incidencia de los factores que intervienen en el proceso. El análisis de la varianza permitió identificar los elementos que causan un mayor efecto al momento de utilizar fungicidas químicos y orgánicos en la inhibición del hongo. Cuando se obtuvieron los resultados se determinó que la hipótesis alternativa (Ha), fue aceptada, es decir existió al menos un fungicida de síntesis química y orgánica que presentó eficacia *in vitro* para el control de *Cylindrocarpon destructans* en la variable analizada.

### 5.1. Fungicidas de síntesis química

En los siguientes puntos se explicaran los resultados obtenidos de los ANOVAS resultantes de las variables estudiadas.

#### 5.1.1. Influencia del tiempo, concentración y fungicida de síntesis química en el porcentaje de crecimiento del hongo patogénico.

Dentro del análisis de varianza del experimento con fungicidas de síntesis química, el crecimiento del hongo y la concentración, así como las interacciones de primero y segundo orden presentan diferencias estadísticas altamente significativas (1%). Mientras que el coeficiente de variación es de 12,49%. Estos datos se presentan en la tabla 4.

El análisis de la varianza reflejó que el crecimiento del patógeno está relacionado con el tiempo, la concentración, y el tipo de fungicida sintético y las interacciones. Los resultados obtenidos se ajustaron en un 99% al modelo. Por lo cual se realizó un análisis funcional utilizando la prueba de separación de medias a través de Tukey (5%) para todas las fuentes de variación donde existieron diferencias estadísticas.

**Tabla 4.**

Análisis de varianza del crecimiento (%) de *C. destructans in vitro* en función del tiempo, concentración y fungicidas sintéticos, 2016.

F.V.	gl	SC	CM
Total	619	701947,46	
Tiempo	1	5232,78	5232,78**
Fungicida	10	423622,08	42362,21**
Concentración	2	149409,24	74704,62**
Tiempo*Fungicida	10	8504,18	850,42**
Tiempo*Concentración	2	1124,96	562,48**
Fungicida*Concentración	18	98804,76	5489,15**
Tiempo*Fungicida*Concentración	18	5551	308,39**
Error	558	9698,46	17,38

CV: 12,49%; Nota: \*\*: Diferencias significativas al 1%.

F.V.: fuente de variabilidad, gl: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios.

Según los promedios presentados en la tabla 5, se determinó que el porcentaje de crecimiento del micelio del hongo patógeno fue influenciado por el tiempo, presentando a los 14 días un menor porcentaje de crecimiento (30,55), al ser comparado con los resultados a los 7 días (36,36).

**Tabla 5.**

Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de *C. destructans in vitro* en dos periodos de tiempo (7-14d) bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis química, 2016.

Tiempo (d)	Crecimiento (%)	± D.E.	
14	30,55	± 3,011	a
7	36,36	± 2,329	b

Nota: n: 130; D.E.: Desviación Estándar. Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Ferro (2008) determinó que el crecimiento micelial del hongo, está influenciado por el tiempo de incubación en el desarrollo micelial del hongo, al igual que los resultados obtenidos en la presente investigación. En estudios anteriormente realizados por Rego (2006) y Halleen (2007), se demostró que el uso de fungicidas de síntesis química, tienen un efecto eficaz para el control del patógeno *Cylindrocarpon* spp, en donde se pudo observar que el tiempo es uno de los factores de vital importancia para lograr dicho control. En esta investigación se determinó que los fungicidas que tienen un efecto sobre el crecimiento micelial Siendo el Carbendazim, Procloraz, Tebuconazol, entre

otros los más efectivos. En una investigación similar realizada por Hallen (2007) quien evaluó fungicidas de la misma composición obtuvieron valores similares a la presente investigación.

Con estos resultados, los siguientes análisis estadísticos se realizaron considerando únicamente la información obtenida a los 14 días, ya que se asumió que en este tiempo los resultados fueron más evidentes y representativos considerando el efecto de la concentración de los fungicidas de origen sintético en el crecimiento del hongo.

### 5.1.2. Influencia de la concentración de los fungicida en el porcentaje de crecimiento del hongo.

En la tabla 6, se presenta el análisis de varianza del porcentaje crecimiento de *C. destructans* frente al efecto que tiene la concentración de los distintos fungicidas sobre el hongo.

**Tabla 6.**

Análisis de varianza del crecimiento (%) de *C. destructans in vitro* en función de la concentración de los fungicidas de síntesis química, 2016.

F.V.	gl	SC	CM
Total	309	398868,75	
Fungicida	10	244770,38	24477,04**
Concentración	2	88199,8	44099,9**
Fungicida*Concentración	18	60468,66	3359,37**
Error Experimental	279	5429,92	19,46

CV: 12,13%. \*\*: Diferencias significativas.

El análisis de la varianza presentado en la tabla10, reflejó que existieron diferencias altamente significativas entre los fungicidas, la concentración y para la interacción entre estos dos factores. Se observó que el modelo se ajustó en un 99% en los resultados.

En la tabla 7 se presentan los resultados de la prueba de Tukey (5%), en la cual se observa los promedios del crecimiento del hongo patogénico en función de los fungicidas sintéticos, siendo los fungicidas que tuvieron mayor inhibición en el crecimiento del micelio de *C. destructans*, el Carbendazim y Azoxystrobin que están en el grupo a obtenidos de la prueba de Tukey, con una media de 0, a diferencia de Himexazol y Fosetyl Aluminio que no controlaron de manera efectiva al hongo (59,15 y 89,90 respectivamente). Estos datos son muy claros

cuando se compara con el testigo (no aplicación de fungicida) ya que se obtuvo un 100 de crecimiento del hongo.

**Tabla 7.**

Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de *C. destructans* *in vitro*, a los 14 días, bajo el efecto de los fungicidas de síntesis química, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Crecimiento (%) ± D.E.</b>	
Carbendazim	0,00 ± 0,00	a
Axozystrobin	0,00 ± 0,00	a
Propiconazole	14,75 ± 6,2	b
Difeconazole	22,64 ± 2,43	c
Penconazol	26,24 ± 2,16	c
Benomil	36,89 ± 2,13	d
Thiabendazol	39,99 ± 6,46	d
Metalaxyl	56,85 ± 4,9	e
Himexazol	59,15 ± 3,4	e
Fosetyl Aluminio	85,90 ± 6,36	f
Testigo	100,00 ± 0,00	g

Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

La tabla 8 presenta los promedios y la prueba de Tukey (5%) del crecimiento de *C. destructans* en tres dosis (100, 10, 1ppm). Siendo la dosis más alta (100ppm) la que inhibió en mayor porcentaje el crecimiento del hongo (11,69), conforme se disminuye la concentración el efecto fue disminuyendo.

De acuerdo al estudio realizado por Benalcázar (2011) se demostró que existe porcentaje de inhibición del micelio de *Sphaeroteca pannosa* en los días de evaluación, donde los fungicidas que tuvieron mayor acción fueron Carbendazim más Tebuconazol, con un 100% de efectividad. En concordancia con la presente investigación, el fungicida que tuvo mayor acción fue Carbendazim con un 100% de inhibición de crecimiento micelial con una media de 0 en las pruebas de Tukey.

**Tabla 8.**

Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de *C. destructans* en tres dosis (100, 10, 1ppm) de fungicidas de síntesis química, 2016.

<b>Concentración ppm</b>	<b>Crecimiento (%) ± D.E.</b>	
100	11,69 ± 0,88	a
10	37,80 ± 4,31	b
1	53,23 ± 4,13	c
0	100 ± 0	d

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Tabla 9.**

Promedios y prueba de Tukey (5%) del crecimiento (%) de *C. destructans* para la interacción concentración por fungicidas sintéticos, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Concentración</b>	<b>Crec. (%) ± D.E.</b>
Difeconazole	100	0,00 ± 0,00 a
Azoxystrobin	100	0,00 ± 0,00 a
Thiabendazole	100	0,00 ± 0,00 a
Penconazol	100	0,00 ± 0,00 a
Benomil	100	0,00 ± 0,00 a
Carbendazim	100	0,00 ± 0,00 a
Azoxystrobin	1	0,00 ± 0,00 a
Propiconazole	100	0,00 ± 0,00 a
Carbendazim	1	0,00 ± 0,00 a
Carbendazim	10	0,00 ± 0,00 a
Azoxystrobin	10	0,00 ± 0,00 a
Metalaxyl	100	1,90 ± 0,00 b
Propiconazole	10	16,43 ± 3,93 b
Difeconazole	10	25,58 ± 2,65 c
Propiconazole	1	27,81 ± 4,93 c
Penconazol	10	31,72 ± 3,49 c d
Benomil	10	31,72 ± 3,49 c d
Himexazol	100	32,48 ± 1,98 c d
Thiabendazol	10	36,01 ± 10,82 d e
Difeconazol	1	42,34 ± 4,73 e f
Penconazol	1	47,00 ± 3,15 f
Himexazol	10	65,85 ± 4,40 g
Benomil	1	78,94 ± 3,07 h
Himexazol	1	79,12 ± 3,94 h
Fosetyl Aluminio	100	82,49 ± 6,87 h i
Metalaxyl	1	83,39 ± 4,58 h i
Thiabendazol	1	83,97 ± 8,63 h i
Metalaxyl	10	85,25 ± 10,30 h i
Fosetyl Aluminio	10	85,48 ± 4,09 h i
Fosetyl Aluminio	1	89,74 ± 8,32 i
Testigo	0	100 ± 0,00 j

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Mediante el análisis de Tukey se determinó que los resultados obtenidos del porcentaje de crecimiento del hongo patógeno en la dosis de 100ppm, se distribuyeron en distintos grupos de significancia. Donde se pudo observar que los fungicidas que tuvieron un control óptimo fueron Carbendazim, Benomil, Thiabendazol, Propiconazol, Penconazol, Difeconazol, Azoxystrobin ubicados en el grupo (a) con una media de 0% de crecimiento del hongo. Esto quiere

decir que hubo inhibición completa del hongo patogénico. Por su parte, los fungicidas que no tuvieron un control óptimo en esta dosis fueron Himexazol grupo (cd), Metalaxyl grupo (b) y Fosetyl Aluminio con una media de inhibición del hongo del 32,48 %, 1,90% y 82,49% respectivamente, mientras que el testigo no tuvo ningún control.

Yossen y Conles (2014), concluyen que los fungicidas con ingrediente activo Tebuconazol y Carbendazim son mucho más efectivos en dosis altas para controlar en condiciones in vitro, el crecimiento de hongo fitopatógeno. Gaviria, Patino y Saldarriaga (2013), aseguraron que las variables de inhibición porcentual en cuanto al crecimiento micelial, las dosis de 50, 100 y 150 ppm del fungicida Score EC® con su compuesto químico Difeconazole tiene la capacidad de inhibir el 100% del crecimiento micelial in vitro del patógeno.

En dosis de 10ppm se determinó que existieron 7 grupos de significancia determinándose que Azoxystrobin y Carbendazim lograron inhibir el crecimiento del patógeno encontrándose en primer rango (a) con una media de 0, los fungicidas que no tuvieron un control óptimo en el porcentaje de crecimiento fueron Metalaxyl y Fosetyl Aluminio grupo (hi) con una media de 85,25% y 85,48%, estos dos últimos fungicidas tuvieron congruencias con el testigo, ya que su crecimiento fue muy parejo en la dosis estudiada.

Dentro del análisis de los fungicidas se pudo determinar que Benomil (Benex®) tuvo un efecto positivo en concentración de 10ppm. En este sentido Rondón y Sanabria de Albarracín (2006), determinaron que el componente antes mencionado en concentraciones de 10 ppm mostró efectividad, ya que tuvo inhibición en el crecimiento del hongo superior al 90%. En la investigación realizada por Benalcazar (2011) se observó que a dosis altas de fungicidas de 0,037 cm<sup>3</sup>/l se obtuvo una efectividad del 96,5%, mientras que dosis medias 0,023 cm<sup>3</sup>/l presentaron una menor efectividad con 93,9% en lo que respecta al crecimiento micelial. De igual manera sucedió con la presente investigación, ya que en esta se pudo observar que en dosis altas de 100 ppm y medias de 10 ppm existió una alta inhibición de crecimiento micelial y al transcurso de los días esta no presentó ningún cambio en el crecimiento del micelio, Benalcazar

(2011) asegura que en el transcurso de los 14 días de estudio se detectó un 100% de inhibición del crecimiento.

En dosis de 1ppm se observó que existieron diferencias altamente significativas entre fungicidas, en donde Carbendazim y Azoxystrobin grupo (a) con una media de 0%, el fungicida que presentó menor control en el porcentaje de crecimiento fue Fosetyl Aluminio grupo (i) con una media de 89,74%, el cual se consideró como el que tiene menor control en el crecimiento del micelio del patógeno. En el estudio realizado por Tapia (1999), se observó que existe una interacción entre los fungicidas y las dosis utilizadas, en donde dosis bajas de 1ppm tuvieron un porcentaje promedio de crecimiento del micelio de cero, en donde se sostuvo que la mejor acción contra hongos fitopatógenos se encuentra en las interacciones con fungicidas de síntesis química. En estudios realizados por Benalcazar (2011), el fungicida Carbendazim fue uno de los fungicidas que tuvieron mayor acción en lo que respecta a la inhibición del crecimiento micelial. En concordancia con este hallazgo, los resultados presentes en la tabla 9 ratifican que Carbendazim se encuentra entre los fungicidas que impidieron de mejor forma el crecimiento de *C. destructans*.

### 5.1.3. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis química en el efecto fungistático.

#### **Tabla 10.**

Análisis de Varianza del efecto fungistático de los fungicidas en función de la concentración de fungicidas de síntesis química, 2016.

F.V.	GI	SC	CM
Total	299	35,09	
Fungicida	9	19,93	2,21**
Concentración	2	8,97	4,48**
Fungicida*Concentración	18	6,19	0,34**
Error Experimental	270	0,75	2,8E-03

CV: 8,02%. Nota: \*\*: Diferencias significativas

El análisis de la varianza presentada en la tabla 10, reflejó que existieron diferencias altamente significativas al 1% entre los fungicidas y las concentraciones. El análisis realizado permitió obtener un ajuste del modelo de un 99% en los resultados y se obtuvo un coeficiente de variación de 8.02%.

En la tabla 11 se presentan los resultados de la prueba de Tukey (5%), en la cual se observa los promedios del efecto fungistático de los fungicidas de síntesis química, siendo los que tuvieron mayor efecto Azoxystrobin y Carbendazim del grupo (f). con una media de 1, a diferencia de Himexazol y Fosetyl Aluminio que no tuvieron un efecto fungistático sobre el hongo fitopatógeno con una media de 0,41 y 0,15 respectivamente, es importante señalar que los tratamientos se encuentran con los promedios ordenados de manera ascendente.

**Tabla 11.**

Prueba de Tukey al (5%) del efecto fungistático de los fungicidas de síntesis químicas, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>(E.F.) ± D.E.</b>	
Fosetyl Aluminio	0,15 ± 0,007	a
Himexazol	0,41 ± 0,005	b
Metalaxyl	0,44 ± 0,005	b
Thiabendazol	0,59 ± 0,006	c
Benomil	0,63 ± 0,002	c
Penconazol	0,73 ± 0,001	d
Difeconazole	0,77 ± 0,001	d
Propiconazol	0,84 ± 0,0008	e
Axozystrobin	1 ± 0,00	f
Carbendazim	1 ± 0,00	f

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

En el estudio del control químico se observó que el agente causal de la marchitez vascular en babaco realizado por Tapia (1999), Carbendazim y Benomil presentaron acciones fungistáticas, es decir el hongo en estudio no presento ningún tipo de crecimiento micelial por el alto efecto de los fungicidas, mientras que Penconazol y Propiconazol si tuvieron una baja capacidad fungistática debido a que el hongo presentó un alto crecimiento micelial.

La tabla 12 presenta los promedios y la prueba de Tukey (5%) del efecto fungistático de fungicidas de síntesis química en tres dosis (100,10 1ppm). Siendo la dosis más alta (100ppm) la que tuvo un mayor efecto fungistático sobre el hongo fitopatógeno (0,89), conforme se fue disminuyendo la concentración el efecto fue disminuyendo.

**Tabla 12.**

Concentraciones de los fungicidas de síntesis química en las diferentes concentraciones estudiadas, 2016.

Concentración	E.F ± D.E.
100	0,89 ± 0,88 a
10	0,62 ± 4,31 b
1	0,47 ± 4,13 c

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Tabla 13.**

Promedio y pruebas de Tukey (5%) del efecto fungistático frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis química, 2016.

Fungicida	Concentración	E.F. ± D.E.
Fosetyl Aluminio	1	0,10 ± 0,09 a
Metalaxyl	10	0,14 ± 0,10 a b
Thiabendazole	1	0,15 ± 0,10 a b
Fosetyl Aluminio	10	0,16 ± 0,05 a b
Metalaxyl	1	0,17 ± 0,07 a b
Fosetyl Aluminio	100	0,18 ± 0,09 a b
Benomil	1	0,21 ± 0,06 b
Himexazol	1	0,22 ± 0,04 b
Himexazol	10	0,34 ± 0,05 c
Penconazol	1	0,53 ± 0,05 d
Difeconazole	1	0,58 ± 0,04 d e
Thiabendazol	10	0,63 ± 0,13 d e
Benomil	10	0,67 ± 0,05 d e f
Penconazol	10	0,67 ± 0,05 e f g
Himexazol	100	0,67 ± 0,05 e f g
Propiconazole	1	0,71 ± 0,03 e f g
Difeconazole	10	0,74 ± 0,04 f g
Propiconazole	10	0,82 ± 0,04 g h
Carbendazim	10	1,00 ± 0,00 h
Azoxystrobin	10	1,00 ± 0,00 i
Azoxystrobin	1	1,00 ± 0,00 i
Carbendazim	1	1,00 ± 0,00 i
Azoxystrobin	100	1,00 ± 0,00 i
Carbendazim	100	1,00 ± 0,00 i
Difeconazole	100	1,00 ± 0,00 i
Penconazol	100	1,00 ± 0,00 i
Propiconazole	100	1,00 ± 0,00 i
Benomil	100	1,00 ± 0,00 i
Thiabendazol	100	1,00 ± 0,00 i
Metalaxyl	100	1,00 ± 0,00 i

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Mediante el análisis de Tukey al 5% se determinó que los resultados obtenidos del efecto fungistático en dosis de 100ppm, tuvieron diferentes grupos de significancia, en donde se pudo observar que en esta dosis los fungicidas que presentaron mayor efecto fungistático fueron los que se encuentran en el grupo (i), ya que estos tienen una media de 1, y el fungicida que tuvo menor efecto fungistático fue Fosetyl Aluminio, ya que este tiene un valor cercano a 0.

Con respecto al efecto del fungicida sobre el porcentaje de crecimiento del hongo, se determinó que los fungicidas sistémicos tienen un mayor control en dosis altas de 100ppm. Este resultado tuvo concordancia con lo mencionado en la investigación realizada por Viera (2002), en la cual señala que los fungicidas sistémicos tuvieron un mayor control en dosis altas. Sobresalen fungicidas del grupo de los triazoles (Difeconazole), en donde se pudo tener una buena apreciación del efecto fungistático que tiene sobre el hongo patógeno.

Santos, Blume, Jungles, y Rego (2013), mencionaron que Difeconazole mostró elevada acción fungistática. El fungicida Difenconazole mostró una elevada acción, como la más baja concentración usada en más del 50% del crecimiento del hongo, al realizar una comparación con la presente investigación se pudo observar que Difeconazole sí tiene efecto fungistático sobre el hongo fitopatógeno *C. destructans*.

Los resultados obtenidos del efecto fungistático en dosis de 10 ppm, se distribuyen en distintos grupos de significancia, los cuales se observan en la tabla 13, en donde se pudo determinar que los mejores fungicidas en efecto fungistático fueron Carbendazim y Azoxytrobin que se ubicaron en el grupo (h) (i). De la misma manera se pudo observar que el fungicida menos efectivo en poseer efecto fungistático es Metalaxyl en el grupo (ab). En los resultados obtenidos del efecto fungistático en dosis de 1ppm, los mejores tratamientos fueron Carbendazim y Azoxytrobin en el grupo (i), ya que estos tienen una media de 1 y el fungicida que tiene menor media aritmética en efecto fungistático fue Fosetyl Aluminio grupo (a), ya que la media se encontró más cercana a 0.

#### 5.1.4. Influencia de la concentración de fungicidas de síntesis química en la esporulación.

En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de varianza en cuanto a esporulación del hongo patogénico frente a los tratamientos.

**Tabla 14.**

Análisis de Varianza de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de la concentración los fungicidas de síntesis química, 2016.

<b>F.V.</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Total	154	9,3407E+12	
Fungicida	10	9,16624E+12	916624468387,10**
Concentración	2	35568693333	17784346666,67**
Fungicida*Concentración	18	77477706667	4304317037,04**
Error	124	61405600000	495206451,61

CV: 30,98%. Nota: \*\*: Diferencias Significativas.

El análisis de la varianza reflejó que la esporulación del patógeno está relacionada con la concentración, el tipo de fungicida de síntesis química y las interacciones. Los resultados obtenidos se ajustaron en un 99% al modelo. Se obtuvo un coeficiente de variación de 30.9%

En un estudio similar realizado por Ferro (2008), concluyó que la medición de la esporulación de los tratamientos estudiados mostró gran variabilidad, obteniéndose valores de 13 conidios por mililitro y 2.217.500 conidios por mililitro. Tomando en cuenta estos resultados se puede observar en las tablas en el anexo 5 del presente trabajo que los valores obtenidos muestran gran variabilidad.

En la tabla 15 se presentan los resultados de la prueba de Tukey (5%), en el cual se observa los promedios la esporulación del hongo patogénico en función de los fungicidas de síntesis química. Los fungicidas que tuvieron mayor control en la esporulación fueron Carbendazim, Axozystrobin y Fosetyl Aluminio del grupo (a) de Tukey, con una media de 4,40E-11, 4,40E-11 y 7,30E-11 respectivamente, a diferencia de Metalaxyl e Himexazol que no tuvieron un control óptimo en cuanto a la esporulación, con una media de 41733,33 y 127866,7 respectivamente.

**Tabla 15.**

Prueba de Tukey (5%) de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de la concentración de los productos y fungicidas síntesis química, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Esporulación ± D.E.</b>	
Azoxystrobin	4,40E-11 ± 0,00	a
Carbendazim	4,40E-11 ± 0,00	a
Fosetyl Aluminio	7,30E-11 ± 0,00	a
Propiconazol	7000 ± 2708,01	a b
Thiabendazol	12866,67 ± 730,29	a b c
Benomil	21666,67 ± 4558,26	a b c d
Penconazol	34333,33 ± 13850,39	b c d
Difeconazol	35866,67 ± 0,00	c d
Metalaxyl	41733,33 ± 3353,22	d
Himexazol	127866,7 ± 19227,9	e
Testigo	1389400 ± 0,00	f

Nota: D.E.: desviación estándar.

Viera (2002), concuerda con los resultados presentados en la presente investigación, ya que existen algunos fungicidas de síntesis química que resultan ser ineficientes a la hora de controlar el crecimiento de las esporas del hongo in vitro, es decir algunos de los productos escogidos tienen incapacidad de detener el crecimiento del hongo.

En la tabla 16, se presentan los promedios y la prueba de Tukey (5%) de la esporulación de *C. destructans* en tres dosis (100, 10, 1 ppm), siendo la dosis más alta (100ppm) la que inhibió en mayor porcentaje la esporulación del hongo (13440 UFC), conforme se disminuye la concentración el efecto fue disminuyendo.

**Tabla 16.**

Promedios de esporas bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis química más un testigo absoluto, 2016.

<b>Concentración</b>	<b>Esporulación ± D.E.</b>	
100	13440,00 ± 4705,847	a
10	21560,00 ± 14548,22	a
1	49400,00 ± 15770,74	b
0	1389400,00 ± 95972,91	c

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

**Tabla 17.**

Promedios y prueba de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis química, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Concentración</b>	<b>E.F. ± D.E.</b>	
Penconazol	10	0,00 ± 0,00	a
Benomil	10	0,00 ± 0,00	a
Axozystrobin	10	0,00 ± 0,00	a
Difeconazole	10	0,00 ± 0,00	a
Carbendazim	10	0,00 ± 0,00	a
Propiconazole	10	0,00 ± 0,00	a
Carbendazim	100	0,00 ± 0,00	a
Carbendazim	1	0,00 ± 0,00	a
Axozystrobin	1	0,00 ± 0,00	a
Metalaxyl	1	0,00 ± 0,00	a
Thiabendazol	10	0,00 ± 0,00	a
Axozystrobin	100	0,00 ± 0,00	a
Fosetyl Aluminio	100	0,00 ± 0,00	a
Fosetyl Aluminio	10	0,00 ± 0,00	a
Fosetyl Aluminio	1	0,00 ± 0,00	a
Propiconazole	1	21000,00 ± 8124,04	a
Benomil	1	65000,00 ± 13674,79	a
Difeconazole	1	107600,00 ± 42618,07	a
Penconazol	1	103000,00 ± 41551,17	a
Thiabendazol	1	38600,00 ± 2190,89	a
Propiconazole	100	0,00 ± 0,00	a b
Thiabendazol	100	0,00 ± 0,00	a b c
Metalaxyl	100	40800,00 ± 2489,98	a b c
Benomil	100	0,00 ± 0,00	b c d
Metalaxyl	10	84400,00 ± 7569,68	c d e
Penconazol	100	103000,00,00 ± 41551,17	d e
Difeconazole	100	107600,00 ± 42618,07	d e
Himexazol	100	11800,00 ± 47058,47	d e
Himexazol	10	131200,00 ± 6978,54	e
Himexazol	1	134400,00 ± 3646,92	e
Testigo	0	38600,00 ± 2190,89	f

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Según la tabla 17 los productos Penconazol, Benomil, Axozystrobin, Difeconazole, Carbendazim, Propiconazol y Thiabendazol son los fungicidas de síntesis química que en 10 ppm inhiben completamente la esporulación de *C. destructans*, mientras que Carbendazim, Axozystrobin y Metalaxil también controlaron al hongo patogénico con 1 ppm, además Carbendazim y Axozystrobin también controlan completamente al hongo patogénico con 100 ppm, mientras que el testigo absoluto e Himexazol tanto al 1, 10 y 100 ppm no llegan a controlar al hongo patogénico en condiciones in vitro.

La esporulación en una de las especies de *Cylindrocarpon* sp., en cuanto a los testigos, y en las diferentes concentraciones del componente químico y combinado con agua destilada estéril, evidenció que el hongo esporuló de igual manera en todos los tratamientos estudiados, lo cual asignaría que no existen diferencias significativas, entre el testigo y los tratamientos realizados (Rondón y Sanabria de Albarracín 2006). AL realizar una comparación con la presente investigación se pudo demostrar que existieron tratamientos en los cuales se observaron diferencias, en donde la esporulación difirió con el testigo como en los tratamientos.

En estudios realizados para determinar la efectividad que tiene el fungicida sobre la esporulación realizados por Rondón y Sanabria de Albarracín (2006), se denota que los efectos de los tratamientos que tienen sobre la esporulación del hongo tomando en cuenta la cantidad promedio de conidios para cada una de las dosis utilizadas (1000, 100, 10 y 1 ppm), en donde se determinó que los fungicidas utilizados en el estudio no tienen inhibición en la esporulación, en donde se encontraron casos en los cuales se observó un comportamiento parecido al testigo, sin embargo existió un fungicida que logro inhibir la esporulación del hongo en un 90% como es el caso de Benomil en dosis de 1000ppm, en el presente estudio se observó un comportamiento similar, ya que el fungicida Benomil logro inhibir la esporulación del hongo en 100% en dosis de 10n y 100 ppm.

## **5.2. Fungicidas de síntesis orgánica**

En los siguientes puntos se explicaran los resultados obtenidos de los ANOVA resultantes de las variables estudiadas.

### **5.2.1. Influencia del tiempo, concentración y fungicida de síntesis orgánica en el porcentaje de crecimiento del hongo.**

Dentro del análisis de varianza del experimento con fungicidas de síntesis orgánica, el crecimiento del hongo y la concentración, así como las interacciones de primer y segundo orden presentan diferencias estadísticas

altamente significativas (1%). Mientras que el coeficiente de variación fue de 7,45%. Estos datos se presentan en la tabla 18.

**Tabla 18.**

Análisis de Varianza del crecimiento (%) de *C. destructans in vitro* frente a la influencia del tiempo, concentración y fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

F.V.	gl	SC	CM
Total	319	405679,28	
Tiempo	1	16,29	16,29*
Fungicida	5	308617,13	61723,43**
Concentración	2	30959,47	15479,74**
Tiempo*Fungicida	5	5474,61	1094,92**
Tiempo*Concentración	2	13,2	6,60*
Fungicida*Concentración	8	54968,25	6871,03**
Tiempo*Fungicida*Concentración	8	1535,42	191,93**
Error	288	4094,91	14,22

CV: 7,45%. Nota: \*\*: Diferencias significativamente iguales. \*: No existen diferencias estadísticamente iguales.

El análisis de la varianza reflejó que el porcentaje de crecimiento está relacionado con el tiempo, la concentración y el tipo de fungicida de síntesis orgánica y las interacciones, los resultados obtenidos se ajustaron en un 99% al modelo. Por lo cual se realizó un análisis funcional utilizando la prueba de separación de medias a través de Tukey (5%) para todas las fuentes de variación donde existieron diferencias significativas.

**Tabla 19.**

Promedios y prueba de Tukey al (5%) del crecimiento (%) de *C. destructans in vitro* en dos periodos de tiempo (7-14d) bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

Tiempo (d)	Crecimiento(%) ± D.E.	
14	50,40 ± 3,09	a
7	50,85 ± 2,30	a

Nota: n: 160; Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey (P≤0,05)

Según los promedios presentados en la tabla 19 se determinó que el porcentaje de crecimiento del micelio del hongo patógeno fue influenciado por el tiempo, presentado a los 14 días un menor porcentaje de crecimiento (50,40), al ser comparado con los resultados a los 7 días (50,85).

Ferro (2008) mencionó que la acción del extracto vegetal permanece de manera constante durante los días de estudio, ya que el poder de inhibición que observó la autora va disminuyendo en un 2% durante esos dos días de estudio, en comparación con los extractos estudiados en la presente investigación, ya que algunos de estos lograron tener porcentajes mayores de inhibición de crecimiento de micelio.

Con estos resultados obtenidos, los siguientes análisis estadísticos se realizaron considerando únicamente la información obtenida a los 14 días, ya que se asumió que en ese tiempo los resultados fueron más evidentes y representativos considerando el efecto de la concentración de los fungicidas de síntesis orgánica en el crecimiento del micelio.

### 5.2.2. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis orgánica en el porcentaje de crecimiento del hongo.

En la tabla 20 presenta el análisis de varianza del porcentaje de crecimiento de *C. destructans* frente al efecto que tiene la concentración de los productos y distintos fungicidas sobre los tratamientos.

#### **Tabla 20.**

Análisis de varianza del crecimiento (%) de *C. destructans in vitro* en función de la concentración de los fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

<b>F.V.</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Total	159	198418,92	
Fungicida	5	145984,82	29196,96**
Concentración	2	15741,64	7078,82**
Fungicida*Concentración	8	35646,31	4455,79**
Error Experimental	144	1046,15	7,26

CV: 5,30%. Nota: \*\*: Diferencias significativas.

El análisis de varianza presentado en la tabla 24, reflejó que existieron diferencias altamente significativas entre los fungicidas, la concentración y para la interacción entre estos dos factores. Se observó que el modelo se ajustó en un 99% y obtuvo un coeficiente de variación de 5,30%.

En la tabla 21 se presentan los resultados de la prueba de Tukey (5%), en la cual se observa los promedios del crecimiento del hongo patogénico en función

de los fungicidas de síntesis orgánica, siendo los fungicidas que tuvieron mayor inhibición en el crecimiento del micelio de *C. destructans*, extracto de mirtáceas del grupo (a) con una media de 10,77%, a diferencia del extracto de tomillo con una media de 84,02%. Estos datos son muy claros cuando se compara con el testigo (no aplicación de fungicida) ya que se obtuvo un 100% de crecimiento del hongo.

**Tabla 21.**

Prueba de Tukey al 5% de la influencia de la concentración del producto y el fungicida de síntesis orgánica en el porcentaje de crecimiento, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Crecimiento (%) ± D.E.</b>	
Extracto de mirtáceas	10,77 ± 1,04	a
Sulfato cúprico pentahidratado	18,55 ± 2,82	b
Extracto de ajo	57,23 ± 2,05	c
Aceite de Neem	67,29 ± 2,38	d
Extracto de tomillo	84,02 ± 3,97	e
Testigo	100,00 ± 0,00	f

Nota: D.E.: desviación estándar

La tabla 22 muestra los resultados de los análisis de varianza de los tratamientos del porcentaje de crecimiento del hongo en dosis de 1000, 2000 y 3000 ppm de fungicidas.

**Tabla 22.**

Concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica en la diferentes dosis estudiadas en porcentaje de crecimiento, más un testigo absoluto, 2016.

<b>Concentración ppm</b>	<b>Esporulación ± D.E.</b>	
3000	33,10 ± 1,65	a
2000	54,19 ± 2,60	b
1000	55,43 ± 3,09	b
0	100,00 ± 0,00	c

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Tabla 23.**

Promedio y pruebas de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Concentración ppm</b>	<b>Esporulación. ± D.E.</b>	
Extracto de ajo	3000	0,00 ± 0,00	a
Extracto de mirtáceas	3000	0,00 ± 0,00	a
Extracto de mirtáceas	2000	12,34 ± 0,98	b
Sulfato cúprico pentahidratado	3000	15,63 ± 2,56	b

Sulfato cúprico pentahidratado	1000	19,43 ± 4,14	c
Extracto de mirtáceas	1000	19,98 ± 2,16	c
Sulfato cúprico pentahidratado	2000	21,09 ± 1,77	d
Aceite de Neem	3000	66,04 ± 2,01	d
Aceite de Neem	1000	67,53 ± 2,45	d
Aceite de Neem	2000	68,30 ± 2,67	f
Extracto de tomillo	2000	83,76 ± 4,45	f
Extracto de tomillo	1000	83,96 ± 3,73	f
Extracto de tomillo	3000	84,35 ± 3,72	f
Extracto de ajo	2000	85,47 ± 3,16	f
Extracto de ajo	1000	86,23 ± 3,01	f
Testigo	0	100,00 ± 0,00	g

Nota: Valores con las mismas letras de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Mediante el análisis de Tukey se determinó que los resultados obtenidos del porcentaje de crecimiento del hongo patogénico en dosis de 3000 ppm, se distribuyeron en diferentes grupos de significancia. Donde se pudo observar que los fungicidas que tuvieron un control óptimo fueron extracto de ajo y extracto de mirtáceas del grupo (a) de significancia con una media de 0% de crecimiento del hongo, esto quiere decir que hubo inhibición completa de hongo patogénico. Por su parte, el fungicida que no tuvo un control óptimo en esta dosis fue el extracto de tomillo con una media de 84,35%, el cual se encontró cercano al 100% de concentración, como es el caso del testigo, ya que este no contenía ninguna dosis de fungicida.

En dosis de 2000 ppm se observó que existieron diferencias altamente significativas entre fungicidas, en donde el mejor fungicida en controlar el crecimiento del hongo patogénico fue el extracto de mirtáceas con una media de 12,34%, y los fungicidas que controlaron en menor medida el crecimiento del hongo fitopatógeno fueron el extracto de tomillo y el extracto de ajo con una media de 83,76 y 85,47 % respectivamente.

En dosis de 1000 ppm se observó que existieron diferencias altamente significativas entre los fungicidas de síntesis orgánica, en donde el mejor fungicida en controlar el crecimiento del hongo patogénico fue el extracto de mirtáceas con una media de 19,98%, y los fungicidas que controlaron en menor

medida el crecimiento del hongo fitopatógeno fue el extracto de ajo con una media de 86,23% respectivamente.

En investigaciones realizadas anteriormente en el comportamiento de hongos que atacan el suelo se encontró que el extracto de tomillo (Timol) inhiben el crecimiento de hongos como *Botrytis cinerea*, *Alternaria arborescens* *Rhizopus stolonifer* Hernández (2007) y Plotto (2003). A su vez Muller (1995) demostró que el timol pudo inhibir de manera completa el crecimiento de *Phytophthora capsici* en altas concentraciones, con lo cual se puede decir que este tipo de actividad ocurrió por los daños que ocasionan las células fúngicas, la cual tiene la capacidad de alterar la parte reproductiva y germinativa de hongos fitopatógenos.

### 5.2.3. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis orgánica en el efecto fungistático.

El análisis de varianza del experimento con fungicidas de síntesis orgánica, el efecto fungistático y la concentración, así como las interacciones de primero y segundo orden presentan diferencias estadísticamente significativas (1%). Mientras que el coeficiente de variación fue de 8,15%.

El análisis de la varianza presentado en la tabla 24, reflejó que existieron diferencias altamente significativas al 1% entre los fungicidas, las concentraciones de los productos y para la interacción de estos. El análisis realizado permitió obtener un ajuste en modelo de un 100% en los resultados.

#### **Tabla 24.**

Análisis de varianza de la influencia de la concentración y fungicida de síntesis orgánica en el efecto fungistático, 2016.

F.V.	gl	SC	CM
Total	149	17,68	
Fungicida	4	12,28	3,07**
Concentración	2	1,56	0,78**
Fungicida*Concentración	8	3,59	0,45**
Error experimental	135	0,25	1,9E-03

CV: 8,15%. Nota: \*\*: Diferencias significativas.

En la tabla 25 se presentan los resultados de la prueba de Tukey (5%), en el cual se observa los promedios del efecto fungistático de los fungicidas de síntesis orgánica, siendo el que tuvo mayor efecto extracto de mirtáceas del grupo (e), con una media de 0,90%, a diferencia de extracto de tomillo que no tuvo un efecto fungistático sobre el hongo fitopatógeno con una media de 0,16% respectivamente, es importante señalar que los datos se encuentran ordenados de manera ascendente.

**Tabla 25.**

Promedios y prueba de Tukey al 5% de la influencia de la concentración y fungicida de síntesis orgánica en el efecto fungistático, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>E.F ± D.E.</b>	
Extracto de tomillo	0,16 ± 0,05	a
Aceite de Neem	0,33 ± 0,04	b
Extracto de ajo	0,43 ± 0,03	c
Sulfato cúprico pentahidratado	0,82 ± 0,03	d
extracto de mirtáceas	0,9 ± 0,00	e

Nota: Valores con las mismas letras de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

La tabla 26 presenta los promedios y la prueba de Tukey 5 del efecto fungistático de fungicidas de síntesis orgánica en tres dosis (3000, 2000, 1000ppm). Siendo la dosis más alta (3000 y 2000 ppm) la que tuvo mayor efecto fungistático sobre el hongo fitopatógeno (0,67 y 0.46 respectivamente), conforme se fue disminuyendo la concentración el efecto fue disminuyendo.

**Tabla 26.**

Concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica en las diferentes concentraciones estudiadas en el efecto fungistático, 2016.

<b>Concentración ppm</b>	<b>Esporulación (%) ± D.E.</b>	
3000	0,67 ± 1,65	a
2000	0,46 ± 2,60	a
1000	0,45 ± 3,09	b

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Tabla 27.**

Promedio y pruebas de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Concentración</b>	<b>E.F. ± D.E.</b>	
Extracto de ajo	1000	0,14 ± 0,05	a
Extracto de ajo	2000	0,14 ± 0,05	a
Extracto de tomillo	1000	0,15 ± 0,05	a
Extracto de tomillo	2000	0,17 ± 0,07	a
Extracto de tomillo	3000	0,17 ± 0,07	a
Aceite de Neem	2000	0,31 ± 0,03	b
Aceite de Neem	1000	0,33 ± 0,05	b
Aceite de Neem	3000	0,34 ± 0,05	b
Extracto de mirtáceas	1000	0,80 ± 0,00	c
Sulfato cúprico pentahidratado	2000	0,80 ± 0,00	c
Sulfato cúprico pentahidratado	1000	0,82 ± 0,04	c
Sulfato cúprico pentahidratado	3000	0,85 ± 0,05	cd
Extracto de mirtáceas	2000	0,90 ± 0,00	d
Extracto de mirtáceas	3000	1,00 ± 0,00	e
Extracto de ajo	3000	1,00 ± 0,00	e

Nota: Valores con las mismas letras de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

En la tabla 27 se presentan los promedios y prueba de Tukey (5%). En el análisis de 3000 ppm se observó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, en donde el efecto fungistático se produce en mayor cantidad en el extracto de ajo y extracto de mirtáceas en el grupo (e) de significancia, con una media de 1%, es importante señalar que los datos se encuentran arreglados de manera ascendente.

En dosis de 2000 ppm se observó que el extracto de mirtáceas y el sulfato cúprico pentahidratado son los que tienen mayor efecto fungistático ubicados en el grupo (c y d) de los análisis de significancia, con una media de 0,8 y 0,9% respectivamente, y los fungicidas con menor efecto fungistático fueron el extracto de ajo y el extracto de tomillo con una media de 0,14 y 0,17% respectivamente.

En dosis de 1000 ppm existen dos fungicidas orgánicos que producen cambios significativos en el efecto fungistático, estos son el Extracto de mirtáceas y el sulfato cúprico pentahidratado, ya que estos fueron los que se acercaron más

al valor de 1, dichos fungicidas, pertenecieron al grupo (c) de significancia con una media de 0,82 respectivamente.

Según Camele (2012) en su estudio realizado noto que existió actividad fungistática extracto de tomillo (Timol) contra hongos como *P. italicum*. Otra de las observaciones importantes que realiza la autora, es que el timol tiene la capacidad de inhibir el crecimiento del micelio de hongos fitopatógenos, para lo cual añade que los resultados obtenidos representan un importante propósito en el uso de aceites esenciales como estrategias de control de plagas.

#### 5.2.4. Influencia de la concentración de productos y fungicidas de síntesis orgánica en la esporulación de hongo patógeno.

En la tabla 28 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de varianza en cuanto a esporulación de tratamientos.

##### **Tabla 28.**

Análisis de varianza de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de la concentración de los fungicidas de síntesis orgánica, 2016

<b>F.V.</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>
Total	79	9155996800000	
Fungicida	5	8623176933333,33	1724635386666,67**
Concentración	2	114571760000	57285880000**
Fungicida*Concentración	8	379010906666,67	473763333,33**
Error experimental	64	39237200000	613081250

CV: 11,92%. Nota: \*\*: Diferencias significativas.

El análisis de la varianza reflejó que la esporulación del patógeno está relacionado con la concentración, el tipo de fungicida de síntesis orgánica y las interacciones. Los resultados obtenidos se ajustaron en un 100% y presenta un CV de 11.9%.

En la tabla 29 se presentan los resultados de la prueba de Tukey (5%), en el cual se observan los promedios de la esporulación del hongo patogénico en función de los fungicidas de síntesis orgánica, siendo los fungicidas que tuvieron mayor control en la esporulación extracto de mirtáceas y extracto de ajo con medias de 8,7E-11 y 26200% respectivamente, ubicados en el grupo

(a) y el que controló en menor medida esta variable fue el sulfato cúprico pentahidratado con una media de 299600% respectivamente.

**Tabla 29.**

Prueba de Tukey (5%) de la esporulación de los tratamientos frente a la influencia de los productos y fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>UFC ± D.E.</b>	
Extracto de mirtáceas	8,7E-11 ± 0,00	a
Extracto de ajo	26200 ± 970,0	a
Aceite de Neem	58866,67 ± 10595,45	b
Extracto de tomillo	259933,3 ± 7239,59	c
Sulfato cúprico pentahidratado	299600 ± 4313,5	d
Testigo	1389499 ± 95972,91	e

Nota: Valores con medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ).

En la tabla 30 se presentan los promedios y la prueba de Tukey (5%) de la esporulación de *C. destructans* en tres dosis (3000, 2000, 1000 ppm), siendo la dosis más alta (3000 ppm) la que inhibió en mayor porcentaje la esporulación del hongo (85480 UFC), conforme se disminuye la concentración el efecto fue disminuyendo.

**Tabla 30.**

Promedios y prueba de la esporulación del *C. destructans* bajo diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

<b>Concentración</b>	<b>Esporulación ± D.E.</b>	
3000	85480 ± 1,65	a
2000	121040 ± 2,60	b
1000	180240 ± 3,09	c
0	1389400 ± 3,09	d

Nota: Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Mediante el análisis de varianza de Tukey (5%) presentado en la tabla 31 se determinó que los resultados obtenidos de la esporulación del hongo patogénico en dosis de 3000 ppm se distribuyeron en distintos grupos de significancia. Donde se pudo observar que los fungicidas que tuvieron un control óptimo en cuanto a la esporulación extracto de ajo y extracto de mirtáceas con una media de 0%, esto quiere decir que existió un control en la esporulación del hongo fitopatógeno. Por su parte, los fungicidas que no tuvieron un control sobre la esporulación fue el sulfato cúprico pentahidratado con una media de 300000UFC respectivamente

**Tabla 31.**

Promedio y pruebas de Tukey (5%) de la esporulación frente a la influencia de la concentración de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

<b>Fungicida</b>	<b>Concentración</b>	<b>E.F. ± D.E.</b>	
Extracto de mirtáceas	2000	0,00 ± 0,00	a
Extracto de ajo	3000	0,00 ± 0,00	a
Extracto de mirtáceas	1000	0,00 ± 0,00	a
Extracto de mirtáceas	3000	0,00 ± 0,00	a
Extracto de ajo	2000	39200 ± 836,66	ab
Extracto de ajo	1000	39400 ± 2073,64	ab
Aceite de Neem	3000	57600 ± 10945,32	b
Aceite de Neem	2000	58200 ± 10084,64	b
Aceite de Neem	1000	60800 ± 10756,39	b
Extracto de tomillo	3000	69800 ± 2387,47	b
Extracto de tomillo	2000	207600 ± 8876,94	c
Sulfato cúprico pentahidratado	1000	298600 ± 6228,96	d
Sulfato cúprico pentahidratado	3000	300000 ± 4123,11	d
Sulfato cúprico pentahidratado	2000	300200 ± 2588,44	d
Extracto de tomillo	1000	502400 ± 10454,66	e
Testigo	0	1389400 ± 0,00	f

Valores con las mismas letras de la columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

El análisis de significancia de Tukey al 5% permite observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, en donde extracto de mirtáceas, el extracto de ajo y aceite de Neem en dosis de 2000 ppm son los que tienen mayor control en la esporulación del tratamiento, con una media de  $1,20E-10$ ,  $3,92E$  y  $58200\%$  respectivamente.

El análisis de significancia de Tukey al 5% permitió observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, en donde extracto de mirtáceas y el extracto de ajo y aceite de Neem en dosis de 1000 ppm son los que tienen mayor control en la esporulación del tratamiento, con una media de  $-5,80E-11$ ,  $3,49E+04$  y  $60800$  respectivamente.

En un estudio realizado por Vázquez, Álvarez, Tamayo Carvalho (2014) El porcentaje de inhibición de la esporulación de hongos fitopatógenos no presentó diferencias significativas dentro de los tratamientos y las concentraciones utilizadas, en donde se alcanzó a tener valores de inhibición entre el 99 % y 100% en los tratamientos, en el mismo estudio la autora resalta que en dosis de 40ppm el porcentaje de inhibición no alcanza la concentración,

es decir no superó el 50% de esporulación en los tratamientos Vázquez, Álvarez, Tamayo Carvalho (2014), en comparación con la investigación actual se determina que en concentraciones altas como 3000ppm existe una inhibición de esporas de un 100%, pero en concentraciones de 1000 y 2000ppm se tiene un 50% en inhibición en el crecimiento de las esporas.

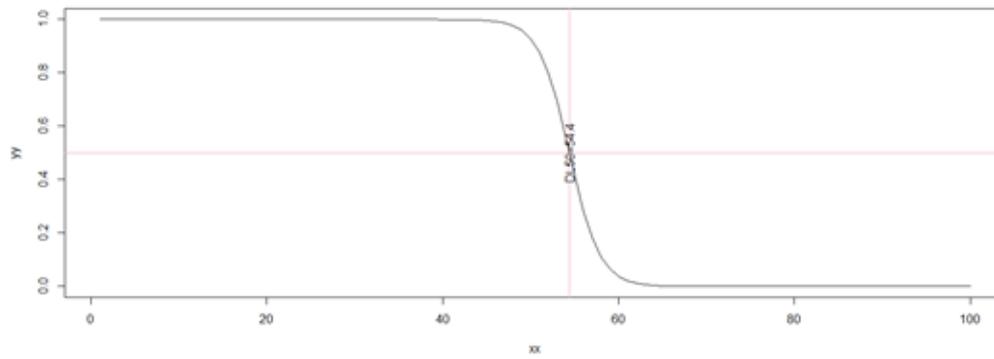
En otros trabajo realizados se puede evidenciar que los fungicidas Difeconazol y Propiconazol tienen un control de enfermedades fungosas, tomando el tiempo de evaluación en el cual se trabaja Richardson (1990) y Reis (1997), en el caso del presente estudio se evaluó a los 14 días para determinar la efectividad que tienen las composiciones de los fungicidas para controlar al hongo.

### **5.3. Concentración efectiva de EC50**

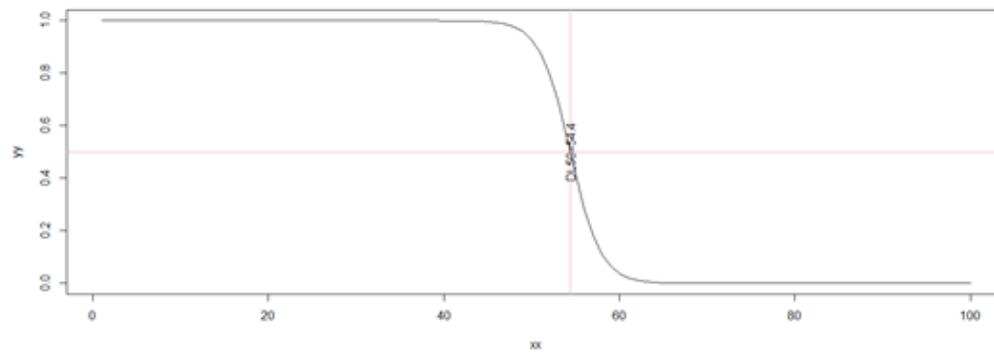
El cálculo de EC50 se realizó en 7 fungicidas de síntesis química y orgánica, ya que en los 8 restantes no se logró obtener un valor de EC50 definido, porque sus medias y desviaciones estándar tenían valor de 0. Por lo cual se procedió a realizar el análisis de EC50 solo con los fungicidas que tenían valores de medias y desviaciones estándar de porcentaje de crecimiento del hongo patogénico diferentes de 0. En las siguientes figuras se observa el valor de EC50 luego de haber realizado la regresión lineal correspondiente.

A continuación se presentan los gráficos del EC50 de los productos de síntesis química y orgánica. El eje de las "X" representa las concentraciones de los productos, mientras que en el eje de las "Y" representa los porcentajes de crecimiento del hongo patogénico. El EC50 de cada producto es la intersección entre las líneas del eje de las "X" (concentración) y del eje de las "Y" (% de crecimiento del patógeno).

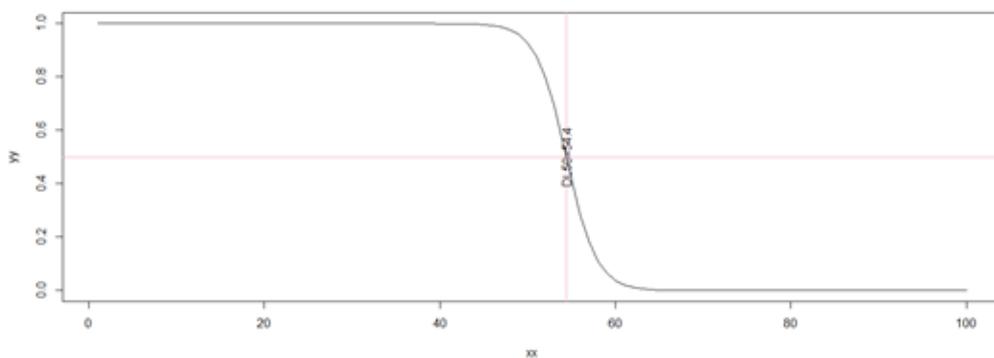
Figuras del valor de EC50 de fungicidas de síntesis química.



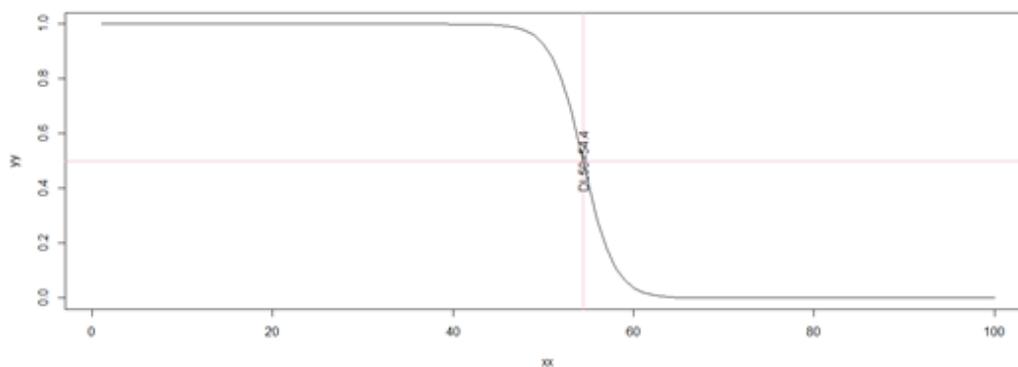
**Figuras 2.** Valor EC50 de Benomil



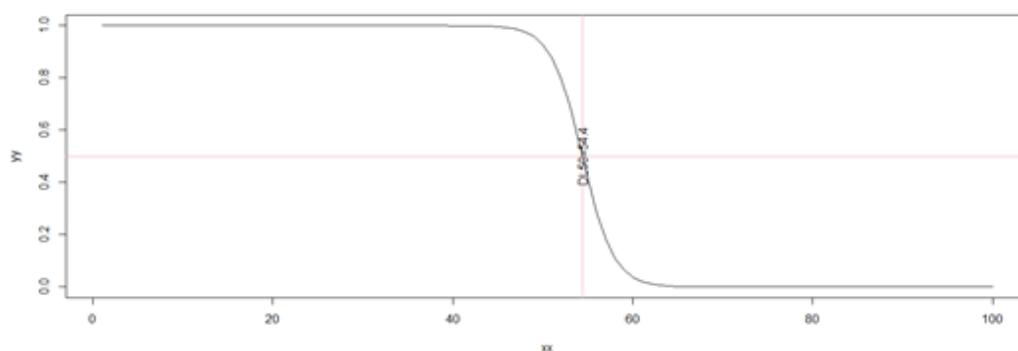
**Figura 3.** Valor EC50 de Difeconazol



**Figura 4.** Valor EC50 de Penconazol



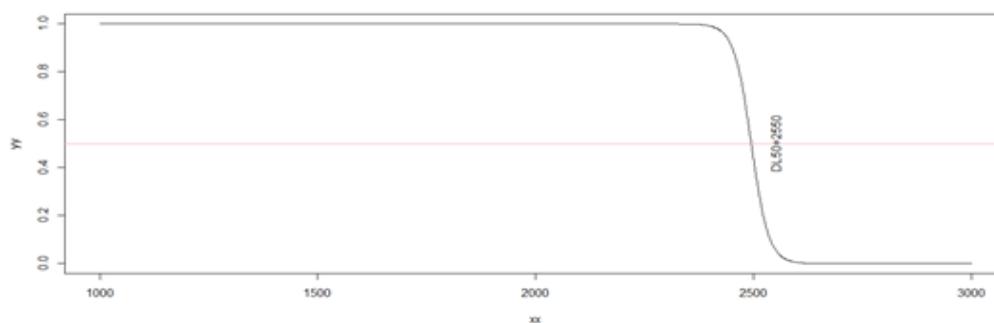
**Figura 5.** Valor EC50 de Propiconazol



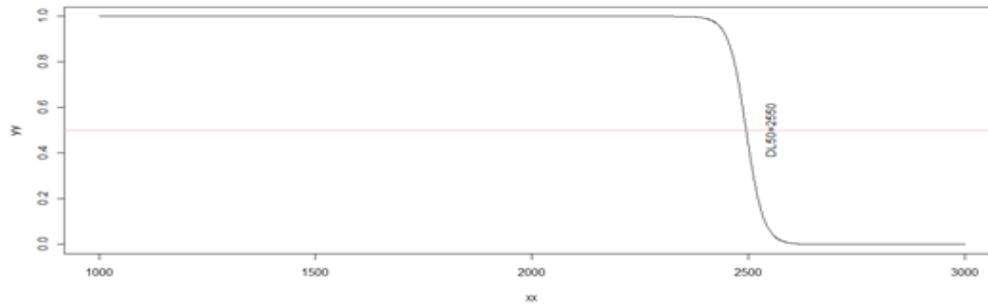
**Figura 6.** Valor EC50 de Thiabendazole

En el caso de Benomil (figura 2), Difeconazol (figura 3), Penconazol (Figura 4) Propiconazol (Figura 5), Thiabendazol (figura 6) presentan un valor de EC50 en una concentración aproximadamente de 55 ppm, con un control de crecimiento del 0,5%.

Gráficas EC50 de fungicidas de síntesis orgánica.



**Figura 7.** Valor ec50 de Extracto de mirtáceas



**Figura 8.** Valor EC50 de Extracto de ajo

En el caso del extracto de mirtáceas (figura 7) y extracto de ajo (figura 8) el valor de EC50 se encuentra con una concentración aproximadamente de 2500 ppm, con un control de crecimiento del 0,5%

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Cuando se comparó el tiempo de esporulación a los 7 y 14 días, se determinó que el tiempo óptimo para hacer las evaluaciones es a los 14 días, ya que permitió evaluar de mejor manera el efecto del fungicida.

Cuando se realizaron los estudios de inhibición de *C. destructans* utilizando fungicidas de síntesis química y orgánica se determinó en general que los fungicidas de síntesis química son más efectivos que los de síntesis orgánica.

Las concentraciones de 100 ppm en los fungicidas de síntesis química y 3000 ppm en fungicidas de síntesis orgánica tuvieron un mayor efecto en el control del crecimiento del hongo y a su vez tuvieron mayor efecto fungistático.

Carbendazim y Azoxystrobin fueron los fungicidas de síntesis química que controlaron el 100% del crecimiento del hongo, mientras que los fungicidas de síntesis orgánica producto de extractos de mirtáceas en dosis de 3000 ppm tuvieron un 100% del control del crecimiento del hongo.

Respecto a la esporulación del hongo patogénico los fungicidas de síntesis orgánica (extracto de mirtáceas y extracto de ajo en dosis de 3000, 2000 y 1000 ppm), tuvieron un mejor control que los de síntesis química.

### 6.2. Recomendaciones

Realizar estudios de campo con los fungicidas Azoxystrobin, Carbendazim, Extracto de ajo y Extracto de mirtáceas, ya que estos fueron los más eficientes para el control de *C. destructans* de acuerdo a los resultados obtenidos durante la evaluación de laboratorio.

Realizar pruebas intermedias entre las dosis evaluados para obtener el valor intermedio correcto del DL50 de cada fungicida utilizado dentro del estudio realizado *in vitro*.

## REFERENCIAS

- Achicanoy, H. (1981). Evaluación *in vitro* de fungicidas para el control de *Crinipellis pernicioso* (Stehel) Singer y *Monilophthora roreri* (Cif &Por). Tesis Magister. Facultad de ciencias orgánicas. Universidad Nacional de Colombia.
- Andrade, C. (2012). Evaluación del efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de marchitez en mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en el cantón Pillaro, provincia de Tungurahua, recuperado el 26 de junio de 2016 de: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2207/1/13T0752%20ANDRADE%20CLAUDIA.pdf>
- Baraona, M., 1992. Fruticultura especial (Fruticultura II) Manzana, melocotón, fresa y mora. Fascículo N° 6. Primera Edición. Editorial Universidad estatal a distancia San José Costa Rica.
- Bejarano, W., (1992). Manual de mora (*Rubus glaucus Benth*). Quito, Ecuador: Proexant.
- Benalcazar, V., (2011). Evaluación *in vitro* en laboratorio de seis fungicidas con diferentes mecanismos de acción, como alternativa para el control de oídio (*Sphaeroteca pannosa*) en el cultivo aislado de rosas en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura, recuperado 2 de diciembre del 2016 de: [dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/166/1/T72594.pdf](http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/166/1/T72594.pdf)
- Booth, C. (1996). *The genus Cylindrocarpon. Mycological Papers*, 104, 1-56.
- Cedeño, L.; Carrero, C.; Quintero, K.; Pino, H. & Espinoza, W. 2004. *Cylindrocarpon destructans* var. *destructans* and *Neonectria discophora* var. *rubí* associated with black foot rot on blackberry (*Rubus glaucus Benth.*). *Interciencia*.
- Bruck, R. I., Fry, W. E. (1980). Effect of metalaxyl, an acylanine fungicide on developmental stages of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology*.

- Camele I, Altieri L, De Martino L, De Feo V, Mancini E, Rana GL. 2012. In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oil components. *International Journal of Molecular Science*.
- Cedeño, L., Carrero, C., Quintero, K., Pino, H., Espinoza, W. (2004). *Cylindrocarpon destructans* and *Neoneotrina discophora* var. Rubi associated with black foot rot on blackberry (*Rubus glaucus Benth*), 455-460.
- Corpoica, 2008., Estación Experimental La Suiza. Compilación: Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado. Rionegro-Santander-Colombia.
- De la cadena, J., Orellana, A. (1984). El cultivo de mora, Manual del capacitador. Unidad de capacitación de Fruticultura. Instituto Nacional de Capacitación Campesina. Ministerio de Agricultura y Ganadera. Quito.
- Ecotenda. (2010). Manual de insecticidas, fungicidas y fortificantes ecológicos, agricultura y jardinería ecológica, recuperado el 16 de septiembre del 2016 de:  
[http://caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BIBLIOTECA/manual\\_insecticidas.pdf](http://caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BIBLIOTECA/manual_insecticidas.pdf)
- Esparza, E. (2013). Evaluación bioagronómica de ocho cultivares de lechuga iceberg (*Lactuca sativa* L.), con abonos orgánicos y químicos en el cantón Chambo-provincia de Chimborazo. Universidad técnica estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
- Farag, K. (1989). Enhancing ethephon effectiveness by modifying cuticular transport for stimulating ethylene production in cranberry fruit. Ph. D. Thesis. University of Wisconsin – Madison.
- Ferro, Sandra., (2008). Caracterización de *Cylindrocarpon* spp., agente causal del pie negro de la vid. 181 pág.

- Ferrucci, F. (1996). Estudios de mercado de frutas y hortalizas seleccionadas. SICA, 31-42, recuperado el 24 de mayo de 2016, de: [www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20%para%invertir/frutas/mora/generalidades\\_mora.html](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20%para%invertir/frutas/mora/generalidades_mora.html)
- Fourie PH, and Halleen F. 2006. Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens. *European Journal of Plant Pathology* 116: 255-265.
- Garrido, LG., Sonogo, O. R. y Urben, A. F. (2004). *Cylindrocarpon destructans* Causador do Pre Preto da Videira no Rio do Soul. *Fitopatología Brasileira* 29: 548 – 550.
- Gaviria, Viviana; Patino, L y Saldarriaga, (2013) Evaluación in vitro de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum* spp., en mora de castilla. *Corpoica cienc. tecnol. agropecu.* Vol.14, n.1, pp.67-75. ISSN 0122-8706.
- Gómez, E., 2008. Caracterización de cepas toxigénicas del género *Fusarium* mediante técnicas de biología molecular. Universidad Politécnica de Valencia-Departamento de Biotecnología. Valencia-España.
- Guzmán, M., Alarcón, R. (1997). Establecimientos de metodología de evaluación de fungicidas in vitro y screening de 23 fungicidas promisorios para el control de la mancha marrón del arroz. Trabajo de grado para optar por el título de Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias Básicas. Bogotá.
- Halleen, F., Fourie PH., y Crous PW. (2007) Control of black foot disease in grapenive nurseries. *Plant Pathology* 56: 637-645.
- Hernández AN, Bautista S, Velázquez MG. 2007. Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades poscosecha Hortofrutícolas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30 (2): 119 - 123.
- ICA. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de mora (*Rubis glaucus* benth), recuperado el 04 de mayo de 2016, de: <http://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-la-mora.aspx>

- Latorre, B. (2004). Enfermedades de las plantas cultivadas en Chile. 6ª ed. Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Leiva, L. (2011). Manejo fitosanitario de la mora. Bogota, Colombia: Produmedios.
- MAGAP. (2013). La mora de castilla. Características de la mora de castilla, 5-18.
- Marcano, Alcalá, Vargas, N, y Pire, A. (2005). Efecto de extractos vegetales y fungicidas sintéticos sobre el crecimiento micelial in vitro de *Sclerotium rolfsii* y *Thielaviopsis basicola*. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22(4), 315-324, recuperado en 09 de diciembre de 2016, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182005000400001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182005000400001&lng=es&tlng=es).
- Martinez, A. (2014). Identificación de hongos fitopatógenos relacionados con la marchitez de mora de castilla (*Rubus galucus beth*) en la provincia de Tunguragua mediante microscopia óptica y PCR. Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Martinez, D. (2014). Identificación de hongos fitopatógenos relacionados con la marchitez de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en la provincia de Tungurahua mediante la microscopia óptica y PCR (Tesis Pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Muller MF, Berger B, Yegen O. 1995. Chemical composition and fungitoxic properties of phytopathogenic fungi of essential oils selected aromatic plants growing wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43 (8): 2262-2266.
- Nufarm. (2012). Descripción mecanismo de acción de los etilfosfonatos para el control de hongos fitopatógenos que atacan el suelo, recuperado el 16 de septiembre del 2016 de: <http://www.nufarm.com/assets/27884/1/FTFOSETYLAGROGEN800WP.pdf>

- Nychas, G. (1995). Natural antimicrobials from plants. En *New Methods of Food Preservation*. Gloud G W. (Ed.), Champman & Hall. London, UK. Chap. 4: 59-89.
- Ochoa, D. (2004). Determinación de los niveles de sensibilidad en aislamientos colombianos de *Phytophthora infestans* hacia tres fungicidas comúnmente utilizados en su control. Trabajo de grado para optar por el título de Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias Básicas.
- Patiño, L., Rodríguez, M. (2001). Aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos y evaluación de fungicidas frente a los hongos más relevantes en vid (*Vitis vinífera*), variedad chardonnay en el viñedo san Martín en el municipio de Sagamoso, departamento Boyacá. Trabajo de grado para optar por el título de Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias Básicas.
- Plotto AD, Roberts D, Roberts RG. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Horticulturae* 628: 737-745.
- Rego, C., Farropas, L., Nascimento T., Cabral, A., y Oliveira, H. (2006). Black foot of grapevine: sensivity of *Cylindrocarpon destructans* to fungicides. *Phytopathologia Mediterranea* 45: S93-S100.
- Richardson MJ, An Annotated. (1990). List of Seed-borne Diseases. 4th ed. Zurich, Switzerland: International Seed Testing Association.
- Reis EM, R Casa Trezzi, MA Carmona, DE Barreto, (1997). Sensibilidad de Drechslera tres fungicidas triadimenol usado en tratamiento de cevada. *Fitopatol Brasil*.
- Rondón, Olivier, Sanabría de Albarracín, Nelly, & Rondón, Amado. (2006). Respuesta in vitro a la acción de fungicidas para el control de antracnosis, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, en frutos de mango. *Agronomía Tropical*, 56(2), 219-235, recuperado en 31 de agosto de 2016, de:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2006000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200005&lng=es&tlng=es).

- Saltos, A. (2001). Investigación y Desarrollo de Tecnologías Aplicadas a la conservación de frutas- mora de castilla (*Rubus galucus* Benth), UTA-BID-FUNDACYT, Ambato, Ecuador.
- Samuels, G. J., y Bradford, D. (1990). Variation in *Nectria redicola* and its Anamorph *Cylindrocarpon destructans*. *Mycol. Res.* 94: 433 – 442.
- Syngenta. (2014). Ficha tecnica de extracto de maluleuca (Timorex Gold), recuperado el 16 de septiembre del 2016 de: <http://www3.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/TimorexGold.pdf>
- Tapia, D. (1999). Control químico de agente causal de marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*) en babaco (*Carica pentágona*), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Velázquez, M., Álvarez, R.; Tamayo, J., y Carvalho, P. (2014). Evaluación in vitro de la actividad fungistática del aceite esencial de mandarina sobre el crecimiento de *Penicillium* sp. *Corpoica cienc. tecnol. agropecu.* vol.15, n.1, pp.7-14. ISSN 0122-8706.
- Viera, W. (2002). Evaluación de fungicidas in vitro y pruebas de resistencia de cinco variedades de tomates de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) para antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*). Cutuglagua, Pichincha.
- Vincent, J. (1947). Distortion of fungal hyphae in the presence of certain inhibitors. *Nature*, 159:850.
- Yossen, V., Conles, M. (2014). Eficacia de fungicidas in vitro para el control de *Fusarium oxysporum* y *F. proliferatum*, agentes causales de marchitamiento en el cultivo de orégano en la Argentina\* \*Trabajo subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba. Tomo 91 (1): 19-25.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.**

**Tabla 32 .**

Lista de fungicidas de síntesis química para el control de C. destructans

<b>Fungicidas químicos</b>	
<b>Nombre comercial</b>	<b>Ingrediente activo</b>
Benex 500PM	Benomil
Carbendazim	Carbendazim
Fosetyl AL 80 PM	Fosetyl Aluminio
Metallic	Metalaxyl
Mertect	Thiabendazole
Quadris	Axozystrobin
Score 250 EC	Difeconazole
Tachigaren LT	Himexazol
Tilt	Propiconazol
Topas	Penconazol

**Tabla 33.**

Lista de fungicidas de síntesis orgánica para el control de *C. destructans*.

<b>Fungicidas orgánicos</b>	
<b>Nombre comercial</b>	<b>Ingrediente activo</b>
Iridium	Extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i>
Neem – x	Aceite de neem
Phyton	Sulfato Cúprico Pentahidratado
Spectrum - G	Extracto de ajo
Timol	Extracto de tomillo

## Anexo 2.

### **Tabla 34.**

Tratamientos resultantes de la interacción de los factores en estudio para la evaluación de eficacia de fungicidas de síntesis química, 2016.

No. Trat.	Nomenclatura	Fungicidas	Dosis (ppm)
1	c1d1	Benex 500PM 50%	1
2	c1d2	Benex 500PM 50%	10
3	c1d3	Benex 500PM 50%	100
4	c2d1	Carbendazim 50%	1
5	c2d2	Carbendazim 50%	10
6	c2d3	Carbendazim 50%	100
7	c3d1	Fosetyl Aluminio 80%	1
8	c3d2	Fosetyl Aluminio 80%	10
9	c3d3	Fosetyl Aluminio 80%	100
10	c4d1	Metallic 25%	1
11	c4d2	Metallic 25%	10
12	c4d3	Metallic 25%	100
13	c5d1	Mertect 50%	1
14	c5d2	Mertect 50%	10
15	c5d3	Mertect 50%	100
16	c6d1	Score 24%	1
17	c6d2	Score 24%	10
18	c6d3	Score 24%	100
19	c7d1	Tachigaren 36%	1
20	c7d2	Tachigaren 36%	10
21	c7d3	Tachigaren 36%	100
22	c8d1	Tilt 25%	1
23	c8d2	Tilt 25%	10
24	c8d3	Tilt 25%	100
25	c9d1	Topas 10%	1
26	c9d2	Topas 10%	10
27	c9d3	Topas 10%	100
28	c10d1	Quadris 50%	1
29	c10d2	Quadris 50%	10
30	c10d3	Quadris 50%	100
31		Testigo absoluto (no contiene fungicidas)	

**Tabla 35.**

Tratamientos resultantes de la combinación de los niveles de los factores en evaluación de la eficiencia de fungicidas de síntesis orgánica, 2016.

No. Trat.	Nomenclatura	Fungicidas	Dosis (ppm)
1	a1d1	Iridium 20%	1000
2	a1d2	Iridium 20%	2000
3	a1d3	Iridium 20%	3000
4	a2d1	Neem - x 50%	1000
5	a2d2	Neem - x 50%	2000
6	a2d3	Neem - x 50%	3000
7	a3d1	Phyton 23%	1000
8	a3d2	Phyton 23%	2000
9	a3d3	Phyton 23%	3000
10	a4d1	Spectrum - G 55%	1000
11	a4d2	Spectrum - G 55%	2000
12	a4d3	Spectrum - G 55%	3000
13	a5d1	Timol 60%	1000
14	a5d2	Timol 60%	2000
15	a5d3	Timol 60%	3000
16		Testigo absoluto (no contiene fungicidas)	

### Anexo 3.

Nombre común, comercial, ingrediente activo y tipo de fungicida de síntesis química (convencionales).

Código	Ingrediente activo	N. comercial	Grupo químico	% i. a.	Mecanismo de acción
c1	Benex 500PM	Benomil	Benzimidazoles	50%	Interfieren la mitosis de los hongos, actuando sobre los microtúbulos, inhibiendo su formación al impedir acoplamiento de tubulinas.
c2	Carbendazim	Carbendazim	Benzimidazoles	50%	Interfieren la mitosis de los hongos, actuando sobre los microtúbulos, inhibiendo su formación al impedir acoplamiento de tubulinas.
c3	Fosetyl AL 80 PM	Fosetyl Aluminio	Etil fosfonato	80%	Inhibe la producción de esporas y bloques el desarrollo micelial.
c4	Metallic	Metalaxil	Fenilamida	25%	Provoca una disminución en la síntesis de proteína. Interfieren en el metabolismo de bases nitrogenadas.
c5	Mertect	Thiabendazole	Benzimidazoles	50%	Interfieren la mitosis de los hongos, actuando sobre los microtúbulos, inhibiendo su formación al impedir acoplamiento de tubulinas.
C6	Score 250 EC	Difeconazole	Triazólico	25%	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol.
C7	Tachigaren LT	Himexazol	Isoxazoles	36%	Interferir con la síntesis de ácidos nucleicos, en el ADN. y ARN
C8	Tilt	Propiconazol	Triazólico	25%	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol.
C9	Topas	Penconazol	Triazólico	10%	Inhibición de la biosíntesis del ergosterol.
C10	Quadris	Azoxystrobin	Methoxyacrylate	50%	Inhibe la germinación de esporas y crecimiento micelial, además muestra una actividad antiesporulante.

Nombre común, comercial, ingrediente activo y tipo de fungicida de síntesis orgánico (alternativo).

Código	Ingrediente activo	N. comercial	Grupo químico	% i. a.	Mecanismo de acción
a1	Extracto de <i>Melaleuca alternifolia</i>	Iridium	Monoterpenos monocíclicos.	20%	Inhibición del desarrollo de la germinación de esporas, crecimiento del micelio y lesión expansiva; producción de esporangios, mediante supresión y erradicación de colonias de los patógenos
a2	Aceite de Neem	Neem – x	Azadirachtina	40%	Bloquea la biosíntesis de la hormona ecdysona.
a3	Sulfato Cúprico Pentahidratado	Phyton	Cobre y derivados	24%	Inhibe germinación del estado vegetativo de los hongos y destruye la pared celular.
a4	Extracto de ajo	Spectrum - G	Organosulfurado	55%	Altera el sistema enzimático y provoca cambios en la transpiración de los jugos intracelulares.
a5	Extracto de tomillo	Timol	Terpenos	60%	Potencia la actividad antifúngica de la anfotericina B.

#### Anexo 4

Datos de campo del diámetro de crecimiento (cm) del hongo a los 7 días, en evaluación *in vitro* de fungicidas de síntesis química para el control de *C. destructans* en mora de castilla (*Rubus glaucus*).

No trat.	Trat.	Repeticiones									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	f0d0	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.4	3.4
2	f1d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	f1d2	1	1,2	1	1,3	1,5	1	1	1	1	1
4	f1d3	2.5	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
5	f2d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	f2d2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	f2d3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	f3d1	1.7	1.7	1.6	1.8	1.7	1.8	1.9	1.9	1.6	2
9	f3d2	1.9	1.9	2	2	2.1	2	2	1.9	1.8	1.8
10	f3d3	2	2	1.9	1.9	1.9	2	2	2	1.7	2.1
11	f4d1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12	f4d2	1.4	1.4	1.6	1.5	1.5	0.7	1	1.5	1.5	1.5
13	f4d3	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.5
14	f5d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	f5d2	0.9	1.2	1	1.2	0.9	0.9	0.8	0.7	0.9	0.9
16	f5d3	1.6	1.6	1.7	1.7	2	1.8	1.8	1.7	1.6	1.8
17	f6d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	f6d2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	f6d3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	f7d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	f7d2	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6
22	f7d3	0.7	0.8	0.6	0.8	0.9	0.8	1	0.7	0.8	0.8
23	f8d1	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7
24	f8d2	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5
25	f8d3	1.8	1.8	1.8	2	1.9	1.9	1.7	1.7	1.9	1.8
26	f9d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	f9d2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
28	f9d3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
29	f10d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	f10d2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
31	f10d3	1	1.5	1.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1

Datos de campo del diámetro de crecimiento (cm) del hongo a los 7 días, en evaluación in vitro de fungicidas de síntesis orgánica para el control de *C. destructans* en mora de castilla (*Rubus glaucus*).

No trat.	Trat.	Repeticiones									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	f0d0	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.4	3.4
2	f1d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	f1d2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4	f1d3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
5	f2d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	f2d2	2	2	1.8	1.8	2.1	1.9	2	1.6	1.5	1.5
7	f2d3	1.7	1.6	1.9	1.9	2	2	2	2.1	2.1	2.1
8	f3d1	1.9	2.2	2	2.1	1.6	1.7	1.9	2	2	2.2
9	f3d2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.3	2.4	2.3	2.5	1.6
10	f3d3	2.6	2.3	2.5	2.3	2.3	2.4	2.5	2.2	2.4	2.4
11	f4d1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
12	f4d2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
13	f4d3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
14	f5d1	2	2.1	2.3	2.1	2.1	2.3	2.2	2.2	2.3	2.2
15	f5d2	2	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3	2.1	2.4	2.1	2.4
16	f5d3	2	2	2.2	2.3	2.1	2.2	2.1	2.1	2	2.3

Datos de campo del diámetro de crecimiento (cm) del hongo a los 14 días, en evaluación in vitro de fungicidas de síntesis química para el control de *C. destructans* en mora de castilla (*Rubus glaucus*).

No trat.	Trat.	Repeticiones									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	f0d0	5.5	5.2	5.5	5	5.4	5.5	5.5	5.5	5	5.5
2	f1d1	1.5	1.7	1.6	1.6	1.9	2	1.5	1.5	1.9	1.8
3	f1d2	4.5	4.2	4.3	4.5	4.2	4.1	4.2	4.2	4	4.1
4	f1d3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	f2d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	f2d2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	f2d3	4.5	4.5	4.4	4.5	4.4	4.4	4.5	3.5	4.5	5
8	f3d1	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	5.2
9	f3d2	4.6	5	4	4.4	5.1	4.8	5.3	5.2	4.4	5.3
10	f3d3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11	f4d1	5.4	4.3	3.7	3.7	4.6	5.1	4.9	4.8	4.5	4.7
12	f4d2	4.4	4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.4	4.6	4.7	4.7
13	f4d3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	f5d1	1.7	3.1	2.2	2.8	1.5	1.8	1.6	1.5	1.5	1.6
15	f5d2	3.4	4.5	4.9	4.3	4.8	4.2	5	4.5	4.7	4.7
16	f5d3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	f6d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	f6d2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	f6d3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	f7d1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.6	1.4	1.4	1.6	1.3	1.2
21	f7d2	2.1	2.2	2.2	2.1	2.8	2.6	2.4	2.2	2.1	2
22	f7d3	1.6	1.8	1.6	1.8	1.9	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6
23	f8d1	3.9	3.2	3.3	3.7	3.4	3.7	3.7	3.7	3.4	3.3
24	f8d2	4.3	4.4	4.5	3.9	4.4	4.3	4.4	3.9	4.2	4.1
25	f8d3	1.8	1.8	1.8	2	1.9	1.9	1.7	1.7	1.9	1.8
26	f9d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	f9d2	1.2	0.8	1	0.5	1	0.6	1	1	0.8	0.9
28	f9d3	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.8	1.8	0.9	1.3	1.7
29	f10d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	f10d2	1.5	1.7	1.6	1.6	1.9	2	1.5	1.5	1.9	1.8
31	f10d3	2.7	2.5	2.5	2.5	2.4	2.2	2.4	2.8	2.6	2.6

Datos de campo del diámetro de crecimiento (cm) del hongo a los 14 días, en evaluación in vitro de fungicidas de síntesis orgánica para el control de *C. destructans* en mora de castilla (*Rubus glaucus*).

No trat.	Trat.	Repeticiones									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	f0d0	5.5	5.2	5.5	5	5.4	5.5	5.5	5.5	5	5.5
2	f1d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	f1d2	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
4	f1d3	1.2	1	1	1	1.1	1.1	1.3	1	0.9	1.1
5	f2d1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	f2d2	4.8	4.8	4.5	4.5	4.6	4.6	4.8	4.4	4.4	4.4
7	f2d3	4.8	4.5	4.5	4.5	4.8	4.5	4.5	4.5	4.7	4.9
8	f3d1	3.7	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.7	3.5	3.4	3.4
9	f3d2	3.7	3.6	3.9	3.7	3.6	3.6	3.9	3.6	3.5	3.5
10	f3d3	3.8	3.5	3.8	3.5	3.5	3.5	3.7	3.5	3.7	3.7
11	f4d1	0.6	0.7	0.8	0.8	1	0.9	1	0.9	0.7	0.7
12	f4d2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1	1	1.1	1.2	1.3
13	f4d3	1.2	1.3	1.1	1.2	1	0.9	1	0.7	0.7	1.3
14	f5d1	4.1	4.4	4.7	4.7	4.4	4.6	4.5	4.5	4.5	4.8
15	f5d2	4	4.3	4.6	4.6	4.7	4.6	4.4	4.6	4.3	4.8
16	f5d3	4.4	4.4	4.7	4.7	4.7	4.7	4.3	4.2	4.3	4.6



















## Anexo 5.

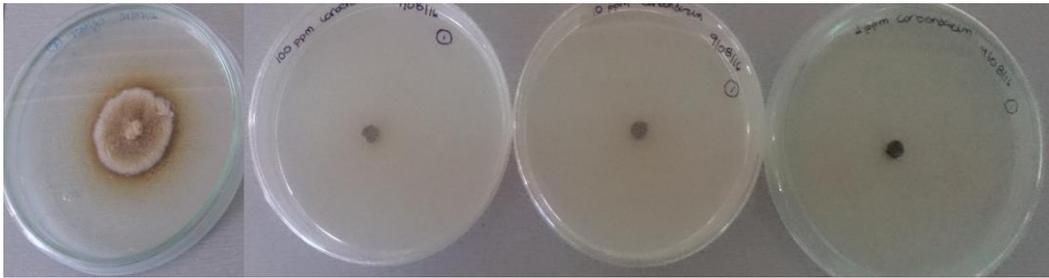
Esporulación de *Cylindrocarpon destructans* a diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis química en estudio a las 14 días.

Fungicidas	Concentraciones			
	Testigo	100 ppm	10 ppm	1 ppm
Benomil	$1,3 \times 10^5$	0	0	$6,5 \times 10^3$
Carbendazim	$1,3 \times 10^5$	0	0	0
Fosetyl Aluminio	$1,3 \times 10^5$	0	0	0
Metalaxil	$1,3 \times 10^5$	0	$8,4 \times 10^3$	$4 \times 10^4$
Thiabendazole	$1,3 \times 10^5$	0	0	$3,8 \times 10^3$
Difeconazole	$1,3 \times 10^5$	0	0	$1 \times 10^5$
Himexazol	$1,3 \times 10^5$	$1,1 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$
Propiconazol	$1,3 \times 10^5$	0	0	$2,1 \times 10^3$
Penconazol	$1,3 \times 10^5$	0	0	$1 \times 10^5$
Azoxystrobin	$1,3 \times 10^5$	0	0	0

Esporulación de *Cylindrocarpon destructans* a diferentes concentraciones de fungicidas de síntesis orgánica en estudio a las 14 días.

Fungicidas	Concentraciones			
	Testigo	3000 ppm	2000 ppm	1000 ppm
Extracto de mirtáceas	$1,3 \times 10^5$	0	0	0
Extracto de ajo	$1,3 \times 10^5$	0	$3,9 \times 10^3$	$3,9 \times 10^3$
Aceite de neem	$1,3 \times 10^5$	$5,7 \times 10^3$	$5,8 \times 10^3$	$6 \times 10^3$
Sulfato cúprico pentahidratado	$1,3 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$2,9 \times 10^4$
Extracto de tomillo	$1,3 \times 10^5$	$6,9 \times 10^3$	$2 \times 10^5$	$5 \times 10^5$

**Anexo 6.**



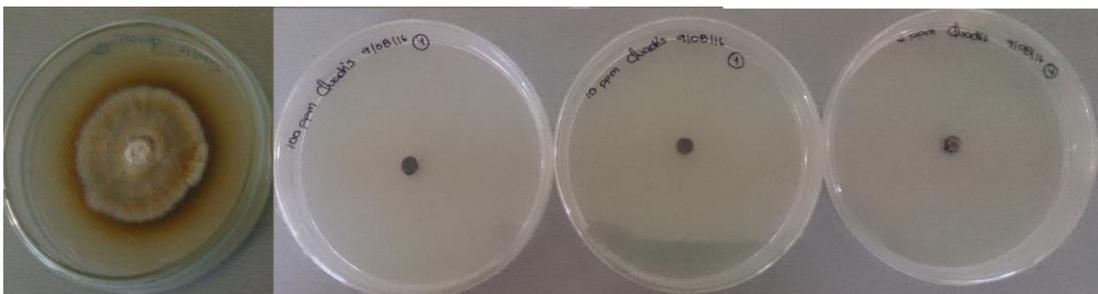
**Figura 9.** Carbendazim a los 7 días de estudio con su respectivo testigo absoluto



**Figura 10.** Carbendazim a los 14 días de estudio con su respectivo testigo absoluto



**Figura 11.** Azoxystrobin a los 7 días de estudio con su respectivo testigo absoluto



**Figura 12.** Azoxystrobin a los 14 días de estudio con su respectivo testigo absoluto

