

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Evaluación de Extractos Botánicos Para el Control de Hongos Fitopatógenos
en el Cultivo de Aguacate (*Persea americana* Mill)

Por

FÉLIX ALEJANDRO DÍAZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación de Extractos Botánicos Para el Control de Hongos Fitopatógenos
en el Cultivo de Aguacate (*Persea americana* Mill)

Por:


FÉLIX ALEJANDRO DÍAZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para la obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobado por el Comité de Asesoría:


Dr. Ernesto Cerna Chávez

Asesor Principal


Dra. Jazmín J. Velázquez Guerrero

Coasesor


Dra. Yisa María Ochoa Fuentes

Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todas y cada una de las bendiciones que me ha dado en la vida y a la vida de cada uno de los que me rodean, por permitirme día con día disfrutar de las cosas maravillosas de esta vida. Gracias por todo lo que soy y cuanto tengo.

A mi ALMA MATER, mi amada **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**, mi eterno agradecimiento por la gran oportunidad que me ha brindado al abrirme las puertas, por acogerme en estos años, por darme la oportunidad de aprender y permitirme culminar una etapa de éxito profesional, que ahora no solo será la base para mi entendimiento del campo en el que me he visto inmerso, sino también a lo que concierne a la vida y mi futuro.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez, por dejarme ser parte de esta investigación y por el apoyo brindado en la realización de la misma.

A la Dra. Jazmín J. Velázquez Guerrero, por brindarme todo el apoyo incondicional día a día, el tiempo, sus consejos, dedicación, pero sobre todo, por la paciencia con la que supo orientarme durante la realización de este proyecto de tesis.

A la Dra. Yisa María Ochoa Fuentes por su disposición en la formación de mi comité de asesoría en este trabajo de tesis.

A mis amigos Dulce, Cynthia, Abner, Wilson, Nehemias, Eleazar, Uzias, Albino, Pedro y junior, por los grandes momentos que vivimos juntos, las risas, los juegos, las pláticas que hicieron más placentera mi estancia, por hacerme sentirme en familia durante estos años siendo personas que marcan con recuerdos que jamás se olvidan.

A todos y cada uno de los **catedráticos** de mi Alma Mater que contribuyeron en mi desarrollo profesional y por compartir sus experiencias del conocimiento.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Pedro Díaz Díaz y Rosa Pérez Hernández

Ustedes que son el motor y la razón de mi vida, con profundo respeto, por todo el apoyo incondicionado que me han brindado desde que me trajeron al mundo, por sus desvelos, preocupaciones, porque siempre creyeron y confiaron en mí pese a todo, sé que su esfuerzo fue mucho más grande que el mío y eso nunca lo voy a olvidar. Dios los bendiga siempre.

A mis hermanos:

Nena, Beto, Lupita, Pablo, Rosita, Pao y Candi

Porque como hermanos son únicos, les agradezco de todo corazón por ayudarme a encontrar el lado dulce y no amargo de la vida, fueron mi gran motivación para concluir con éxito este proyecto.

A mis tíos

Loli, José, Nacho y Pancho

Por ayudarme a cruzar con firmeza el camino de la superación, porque con su apoyo y aliento hoy he logrado la culminación de mi carrera profesional, con amor y agradecimiento infinito.

Lleno de regocijo, amor y esperanza dedico este proyecto a cada uno de ustedes quienes suponen los cimientos de mi desarrollo, MI FAMILIA quienes han destinado tiempo para apoyarme y enseñarme nuevas cosas brindándome aportes invaluable que me servirán para toda la vida, les agradezco con creces, los amo.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	3
Objetivo Específico.....	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Aspectos Generales del Cultivo	5
Historia y origen.....	5
Clasificación taxonómica del cultivo	5
Producción.....	6
Producción mundial	6
Producción nacional	7
Importancia económica.....	8
Principales Enfermedades.....	9
<i>Colletotrichum</i> spp. (Antracnosis en el aguacate)	9
Características morfológicas	9
Clasificación taxonómica	10
Ciclo biológico	10
Sintomatología.....	11
Estrategias de control.....	12
<i>Fusarium</i> spp. (El cáncer del tronco).....	12
Características morfológicas	13
Clasificación taxonómica	13
Ciclo biológico	14

Sintomatología.....	14
Estrategias de control.....	15
<i>Monilinia</i> spp. (La podredumbre parda).....	16
Características morfológicas	16
Clasificación taxonómica	16
Ciclo biológico	16
Sintomatología.....	18
Estrategias de control.....	18
Extractos Botánicos	19
Extracto de canela.....	20
Extracto de higuera.....	20
Extracto de naranja	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Ubicación del Experimento.....	22
Obtención de Fitopatógenos	22
Extractos Botánicos.....	22
Diseño Experimental	23
Evaluación de la Efectividad Biológica	23
Conteo de Esporas.....	24
Análisis Estadístico	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Inhibición del Crecimiento Micelial	26
Inhibición de la Producción de Conidias.....	32
CONCLUSIÓN.....	37
LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales municipios productores de <i>P. americana</i> Mil., en el estado de Michoacán.....	8
Cuadro 2. Concentración letal, límites fiduciales y ecuación de predicción de los extractos de canela, cítrico e higuera contra el hongo <i>Colletotrichum</i> sp.	28
Cuadro 3. Concentración letal, límites fiduciales y ecuación de predicción de los extractos de canela y cítrico contra el hongo <i>Fusarium</i> sp.....	30
Cuadro 4. Concentración letal, límites fiduciales y ecuación de predicción de los extractos de canela, cítrico e higuera contra el hongo <i>Monilinia</i> sp.	31
Cuadro 5. Comparación de medias del efecto de los extractos de canela, cítrico e higuera sobre el número de conidias ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) producidas por <i>Colletotrichum</i> sp.	33
Cuadro 6. Comparación de medias del efecto de los extractos de canela, cítrico e higuera sobre el número de conidias ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) producidas por <i>Fusarium</i> sp.	34
Cuadro 7. Comparación de medias del efecto de los extractos de canela, cítrico e higuera sobre el número de conidias ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) producidas por <i>Monilinia</i> sp.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de <i>Persea americana</i> Mill., SADER (2019).....	6
Figura 2. Ciclo de vida de la enfermedad causada por <i>Colletotrichum gloesporioide</i> (AGRIOS, 2002).	11
Figura 3. Ciclo patológico de <i>Fusarium oxysporum</i> (AGRIOS, 2005).	14
Figura 4. Ciclo bioecológico de <i>Monilinia fructicola</i> , agente responsable de la podredumbre morena de los frutales de carozo. (AGRIOS, 2005).	17
Figura 5. Inhibición de conidias de <i>Colletotrichum</i> sp por los extractos de canela, cítrico e higuera.	33
Figura 6. Inhibición de conidias de <i>Fusarium</i> sp por los extractos de canela, cítrico e higuera.	35
Figura 7. Inhibición de conidias de <i>Monilinia</i> sp por los extractos de canela, cítrico e higuera.	36

RESUMEN

Hoy en día se sabe que el uso inmoderado de productos químicos en cultivos intensivos para el control de los fitopatógenos, trae graves consecuencias en la salud pública y en la desestabilización de los sistemas de producción agrícola, como es el caso del aguacate que es uno de los productos de mayor exportación de México, por tales motivos en los últimos años se ha buscado nuevas alternativas en el control para reemplazar a los fungicidas sintéticos con productos biorracionales, así que con la finalidad de evaluar el efecto antifúngico de los extractos de canela, higuierilla y cítrico (cáscara), contra *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. y *Monilinia* sp., en condiciones *In vitro*, con la técnica del medio envenenado en cajas petri, utilizando medio de cultivo PDA se hicieron las diluciones en concentraciones de 1.50, 2.00, 2.50 y 3.00% (v/v) más un testigo absoluto, contando con cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos, para el estudio se tomaron en cuenta dos variables; el crecimiento micelial y esporulación, donde se tomó en cuenta el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial teniendo un testigo como referencia. Los resultados muestran que el extracto vegetal con mejores resultados para el control de los tres fitopatógenos fue el de canela, para las cepas de *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp. el mayor control se encontró con la concentración del 3.00%, teniendo un porcentaje de inhibición de 63.80% y 42.73% respectivamente, en cambio para *Monilinia* sp. el mayor porcentaje de inhibición fue con canela al 2.50% inhibiendo un 50.51%, en el caso del extracto de cítrico solo mostro una inhibición considerable en el tratamiento del 3.00% con *Colletotrichum* sp. teniendo un 60.94% de inhibición. Por su parte, el extracto de higuierilla solo mostro inhibir a *Colletotrichum* sp. con un 10.44% este estando a una concentración de 2.5%.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill) es un árbol perenne de la familia Lauraceae, cultivado por sus frutos los cuales son altamente valorados en sus regiones de origen, donde constituye un componente esencial de la dieta diaria debido a su alto contenido de aceites y como fuente balanceada de proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas (Ben-Ya'acov *et al.* 1995; Knight, 2002; Chanderbali *et al.*, 2008; Márquez-Martín *et al.*, 2012), de su materia grasa pueden extraerse aceites que una vez procesados, son utilizados en la industria cosmética y farmacéutica (SIAP, 2017). Su nombre proviene del náhuatl *ahuacatl*, que significa “testículos de árbol”, México es uno de los países con amplia diversidad de tipos de aguacate y existen en el país al menos 20 diferentes especies relacionadas con este (Barrientos-Prieto y Lopez, 2000), su origen tuvo lugar en las partes altas del centro y este de México y partes altas de Guatemala en lo que hoy se le conoce como Mesoamérica. En la época colonial los españoles introdujeron el aguacate a otros países americanos y a Europa, en las décadas de los 50, 60 y 70's comienza el cultivo de las variedades Hass, Fuerte, Bacon, Rincón, Zutano y Criollos raza mexicana (Colín *et al.*, 2001).

La producción mundial de aguacate alcanzó 4.7 millones de toneladas (t), siendo México el que ocupa el primer lugar de su producción con 1,467,837 toneladas anuales, además es el principal proveedor del mercado internacional con una aportación de 45.95% del valor de las exportaciones mundiales y cabe mencionar que en los últimos 5 años las exportaciones se han incrementado 60%, al pasar de 747 miles de t en 2014 a 1,198 miles de t en 2018 (SADER, 2019). Los principales destinos de exportación de este producto son Estados Unidos con el 76.85%, Japón, 7%; Canadá, 6.7%; España, 1.7%; Francia, 1.7%, y Países Bajos, 1.6% (SADER, 2018).

En México las cinco principales entidades productoras hasta noviembre de 2018, según datos de SADER, son Michoacán, con un volumen de 1,668,356 t; Jalisco, 202,180 t, Estado de México, 105,208 t, Nayarit, 57,563 t y Morelos, 46,022 t

(SADER, 2019). El estado de Michoacán produce cerca del 76%, pero su rendimiento por hectárea es apenas superior al promedio nacional, seguida de Jalisco (9%) y Edo de México (5%) siendo los dos primeros los únicos productores con municipios certificados para exportar a Estados Unidos. Los índices de empleo que ocupa esta actividad en Michoacán han incrementado 106 por ciento durante la última década, el cultivo de aguacate michoacano genera 310 mil empleos directos y 78 mil indirectos y se estima que cada mil toneladas cosechadas generan 160 empleos, el sector primario destaca por su crecimiento aportando 4% del producto interno bruto (PIB) (SENASICA, 2020).

La productividad del cultivo depende de un conjunto de factores bióticos y abióticos los cuales son limitantes para obtener buenos rendimientos y calidad de fruto esperado (Anguiano-Contreras *et al.*, 2003), de los factores bióticos que han afectado el cultivo son las diferentes enfermedades como es el caso de antracnosis y cancro, el primero es producido por *Colletotrichum gloesporioides*, esta enfermedad es de mayor importancia ya que ocasiona pérdidas económicas cercanas al 20% de la producción (Rodríguez-López *et al.*, 2009) y se caracteriza por presentar lesiones circulares, oscuras y hundidas con grandes cantidades de esporas formando masas compactas de color salmón, naranja o rosada, haciendo que este merme su calidad (Cano *et al.*, 2004), con respecto al cancro se dice que la enfermedad se localiza en todas las zonas productoras de aguacate del Edo. de Michoacán con incidencia del 5 al 20% (Coria, 1985), este ha sido estudiado por varios investigadores en Michoacán, quienes han detectado a *Fusarium* sp. como uno de los patógenos causales (Martínez, 1974; Jiménez, 1997), es importante por la rapidez con que se desarrolla y por el daño que causa alrededor del tronco, sin importar la edad del mismo, reduciendo su vigor, ocasionando que el árbol produzca frutos pequeños y de mala calidad, además de que en menos de un año puede llegar a matarlo (Tapia y Amaro, 2014). En el caso de *Monilinia* sp. no se ha encontrado reportes en el cultivo del aguacate, pero cabe mencionar que es una de las enfermedades más importantes que afectan a los frutales de hueso en general y al melocotón en particular, la podredumbre y momificado del melocotonero se encuentra presente

en todas las zonas de cultivo del huésped (Hernández-Crespo, 2006), pudiendo llegar a ocasionar pérdidas de hasta el 80% de la cosecha en años con condiciones climatológicas favorables para el desarrollo de la enfermedad, sobre todo en huertos de cultivares tardíos (Gell *et al.*, 2008).

Desde hace años, el control de las enfermedades fúngicas ha dependido en gran medida de los tratamientos con agroquímicos, sin embargo, su uso representa un severo riesgo para la salud humana y contribuye al aumento de la contaminación medioambiental, además ha dado lugar a la aparición de microorganismos con mayor tolerancia y agresividad (Abdel *et al.*, 2011), como respuesta a esta problemática, se ha producido un creciente interés en la investigación de la utilización de extractos de plantas como fungicidas naturales, que no sean perjudiciales para el medio ambiente (Benites *et al.*, 2009; Bajpai y Kang, 2010). Actualmente ya se han realizado estudios donde se revelan la actividad biológica de algunos metabolitos encontrados en las plantas, que pueden ofrecer una alternativa prometedora para el control de plagas y enfermedades (Villa-Martínez *et al.*, 2015).

Objetivo General

Evaluar el efecto inhibitorio *in vitro* de extractos vegetales Higuera (*Ricinus communis*), Canela (*Cinnamomum zeylanicum* L) y Naranja, (*Citrus sinensis*) sobre el desarrollo de hongos fitopatógenos *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., y *Monilia* sp.

Objetivo Específico

Determinar la concentración letal media (CL₅₀) inhibitoria de los extractos de Higuera, Canela y Naranja (*R. communis*, *C zeylanicum* L. y *C. sinensis*) en cada uno de los diferentes fitopatógenos *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., y *Monilia* sp.

Hipótesis

Al menos uno de los extractos vegetales Higuera (*Ricinus communis*), Canela (*Cinnamomum zeylanicum* L) y Naranja, (*Citrus sinensis*) inhibirán el crecimiento y desarrollo de *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., y *Monilia* sp.

REVISIÓN DE LITERATURA

Aspectos Generales del Cultivo

Historia y origen

El aguacate es una fruta tropical originaria de Mesoamérica, específicamente de la región alta del centro de México y Guatemala (Galindo-Tovar *et al.*, 2008), se desarrolló en el Neotrópico desde tiempos antiguos y es posible que su domesticación en Mesoamérica iniciara antes que otras plantas anuales hace 5,000 años A.C. (Smith, 1969; Galindo-Tovar *et al.*, 2008), se dispersó hacia Norteamérica por México hasta el Sudeste de los Estados Unidos (Moreno-Limón *et al.*, 2010) y hacia Sudamérica por las culturas que habitaron en Mesoamérica en la época prehispánica (Galindo-Tovar *et al.*, 2008), este además se diseminó a otros lugares del mundo después de la conquista, los españoles llevaron el aguacate a España en 1600, al Caribe en 1630, África entre 1750 y 1904, a Israel en 1908, Australia en 1850, 1910 en Nueva Zelanda, Singapur en 1830 y la India en 1892 (Téliz y Mora, 2007).

Clasificación taxonómica del cultivo

Fersini (1975), describe al aguacate dentro de la siguiente clasificación.

Clase: Dicotiledoneas

Subclase: Diapétales

Orden: Ranales

Familia: Lauraceae

Género: *Perse*

Especie: *P. americana* mil

Producción

Producción mundial: La mayor producción de aguacate se concentra en los países del continente Americano, esta distribución de la producción mundial es resultado de las condiciones climatológicas y edafológicas que prevalecen en este continente, ya que son las ideales para que este fruto pueda alcanzar su madurez y óptimo desarrollo (SAGARPA, 2018).

En el 2017, la producción de aguacate fue de 5.9 millones de toneladas en el cual México fue el principal productor mundial de aguacate, participó con 34% de la producción mundial, el segundo lugar lo ocupó República Dominicana produciendo 10.8%, Perú tercero con 7.11%, (SADER,2019). La producción en millones de toneladas de los principales países se muestra en la figura 1.

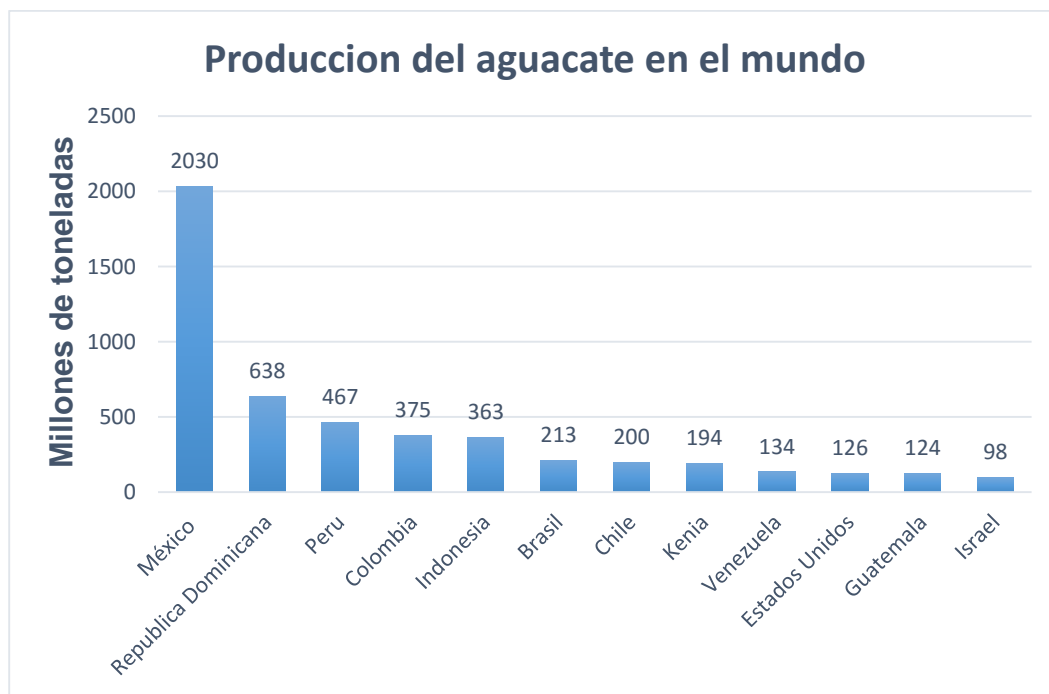


Figura 1. Producción mundial de *Persea americana* Mill., SADER (2019).

Producción nacional: En la última década la producción nacional del aguacate tuvo un comportamiento positivo, creciendo a una tasa promedio anual de 6.5%. La producción en 2018, fue 6% superior a la del año previo y la mayor registrada en la última década, la superficie sembrada promedio de aguacate nacional fue de 174,484 hectáreas, con una producción promedio de 1.56 millones de toneladas (SADER, 2019), en México este cultivo se localiza en casi todo el territorio (SENASICA, 2018) siendo el estado de Michoacán el líder nacional en producción y exportación; produce cerca del 76%, pero su rendimiento por hectárea es apenas superior al promedio nacional, seguida de Jalisco (9%) y Edo de México (5%). El 37% de la producción se concentra en los meses de septiembre a diciembre, además en los últimos 5 años las exportaciones se han incrementado 60%, al pasar de 747 miles de toneladas en 2014 a 1,198 miles de toneladas en 2018 (SADER, 2019). Siendo el sector primario que destaca por su crecimiento, aportando el 4% del PIB nacional (SENASICA, 2020).

El aguacate se cultivó en 566 municipios de 28 entidades del país; 57 de estos municipios se ubican en Michoacán, 75 en Jalisco y 29 en el Estado de México. El 52.8 por ciento de la producción nacional de este fruto se obtuvo en los 6 principales municipios productores, ubicados en Michoacán (SADER, 2019). En el cuadro 1 podemos ver los principales municipios.

Cuadro 1. Principales municipios productores de *P. americana* Mil., en el estado de Michoacán.

Municipio	Producción (toneladas)	Valor de la producción (Miles de pesos)	Participación de la Producción (%)
Tancítaro	224,142	4,346,782	11.9%
Tacámbaro	168,161	2,736,588	8.9%
Salvador Escalante	156,462	2,611,689	8.3%
Uruapan	154,496	2,664,891	8.2%
Peribán	149,413	2,586,244	7.9%
Ario	143,842	2,339,701	7.6%
Total	996,516	17,285,895	52.8%

Fuente: SIAP-SAGARPA 2017.

Importancia económica

Durante 2016, el aguacate fue el producto más importante en el valor de las exportaciones agropecuarias mexicanas, con una participación de 14.3 por ciento, al ubicarse en 2,103 millones de dólares y en un máximo histórico de 1.02 millones de toneladas. El volumen exportado entre 2006 y 2016 creció a una tasa promedio anual de 17.2 por ciento y en 2016 fue equivalente a 54.1 por ciento de la producción nacional de este frutal (FIRA, 2017).

México es el principal productor y exportador de aguacate en el mundo. En diciembre 2018, ocupó el primer lugar dentro de los productos agrícolas exportados, participó con 44% del volumen mundial exportable, que dejó mayores ingresos al país, seguido de tomate rojo y pimiento (SADER, 2019). Estados Unidos es el principal consumidor de aguacate que con 900.2 mil toneladas, que en la última década las importaciones de este país han mostrado una tasa de

crecimiento del 12%, los culés son abastecidos principalmente por México y Chile.

En 2018, el aguacate dejó una derrama económica de más de 2,700 millones de dólares, 19% mayor al promedio de los últimos 5 años. El precio implícito de exportación para el aguacate ha registrado los mayores precios en los meses de marzo a septiembre, asociado en parte, a un factor estacional. (SADER, 2019).

Principales Enfermedades

***Colletotrichum* spp. (Antracnosis en el aguacate)**

Es uno de los principales patógenos del aguacate, que se caracteriza por presentar lesiones circulares, oscuras y hundidas con grandes cantidades de esporas formando masas compactas de color salmón, naranja o rosada, haciendo que este merme su calidad y disminuya el valor del producto e impidiendo su posible exportación (Ávila *et al.*, 2007; Coria, 2009).

Características morfológicas. El hongo posee hifas septadas (Roca *et al.*, 2000) y produce apresorios clavados, ovalados, algunas veces lobulados, melanizados de color café (Téliz y Mora, 2007). Los conidios son hialinos, variables en tamaño, de forma cilíndrica y obtusos en el ápice, con medidas de 9 a 24 μm de largo y 3 a 4.5 μm de ancho (Cano *et al.*, 2004).

Clasificación taxonómica. De acuerdo con el Centro Nacional de Información Biotecnológica de los Estados Unidos de América (NCBI, 2007), *Colletotrichum* Spp. Pertenece a:

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Sordariomycetes

Orden: Phyllachorales

Familia: Phyllachoraceae

Género: *Glomerella*

Especie: *Colletotrichum* spp.

Ciclo biológico. El hongo inverna en los restos de plantas infectadas, así como en las semillas (Anaya y Romero, 1999), produce infecciones leves del follaje y tallos jóvenes que pueden pasar inadvertidas, pero que permiten al hongo sobrevivir y reproducirse hasta que el fruto empieza a madurar y se hace susceptible a la infección (AGRIOS, 2002). Generalmente la infección ocurre durante días cálidos con alta humedad relativa (80%) y una temperatura de (27°C) (Than *et al.*, 2008), su dispersión puede ser por aire o salpicaduras de lluvia (Téliz y Mora, 2007) o el salpique de agua de riego desde tejidos enfermos a hojas y frutos sanos, además pueden ser transportados por el viento o al entrar en contacto con los insectos, u otros animales, herramientas, etc. Los frutos enfermos actúan como fuente principal de inóculo permitiendo la diseminación de la enfermedad de planta a planta dentro del campo. (Than *et al.*, 2008). El ciclo se puede apreciar en la figura 2.

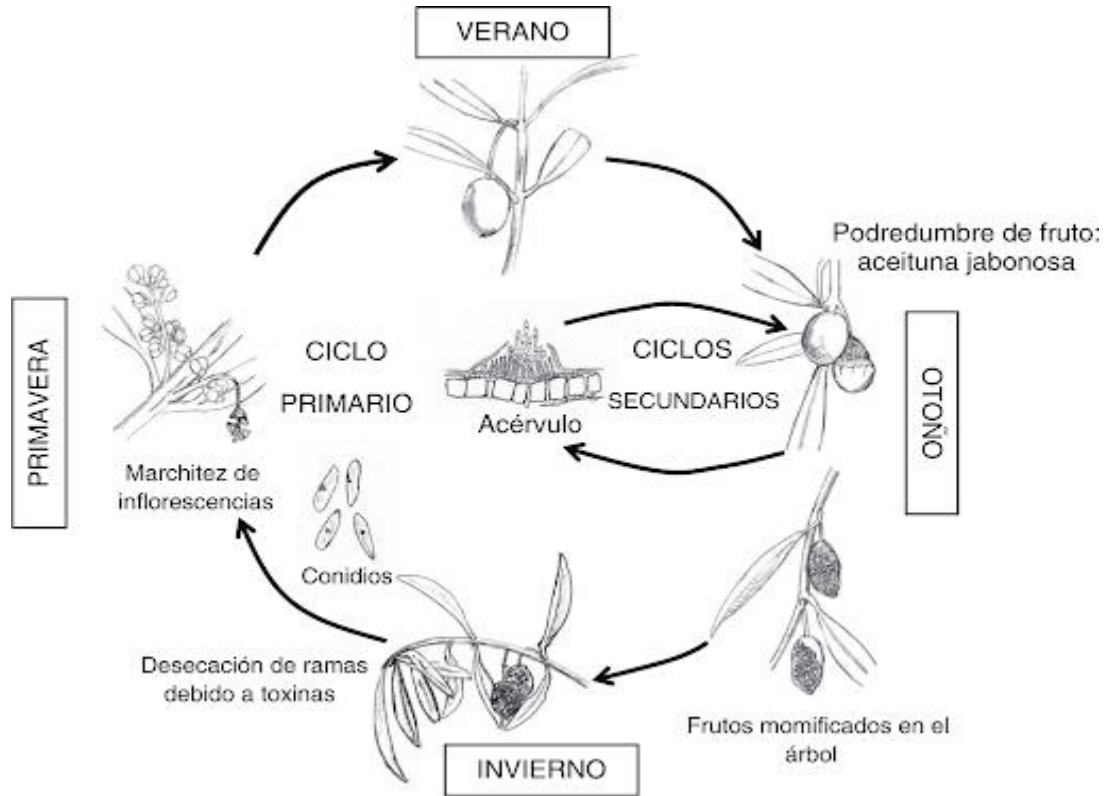


Figura 2. Ciclo de vida de la enfermedad causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (AGRIOS, 2002).

Sintomatología: *Colletotrichum* spp. se manifiesta en diversas partes del árbol como ramas, flores y frutos, (Morales y Ángel, 2007), aunque los daños son más apreciables en los frutos las cuales son lesiones que se presentan de manera redonda de distintos tamaños, inicialmente son de color café claro o marrón tornándose después de color negro, levemente deprimidas y sin bordes definidos, además de que al centro de las lesiones aparecen pequeños granos color anaranjado-rojizo, las cuales posteriormente se vuelven más grandes y hundidas uniéndose con otras llegando a cubrir la superficie del fruto (Tamayo, 2007). El hongo puede también llegar a penetrar la epidermis del mismo y permanecer latente hasta su maduración, o en correspondencia de lesiones puede llegar a producir una pudrición interna en la pulpa del fruto de color café claro el cual

avanza hasta colonizar la pepa, lo que causan su prematura caída del árbol (Morales y Ángel, 2007). Cuando esta enfermedad afecta brotes tiernos produce la muerte descendente de la copa, las ramas presentan coloración café oscura a negra, en condiciones de humedad relativa alta, provoca marchitez, muerte de hojas, el tallo se cubre de masas de color salmón que son los conidios del hongo que causa la enfermedad y que genera lesiones alargadas (Nelson, 2008).

Estrategias de control. El manejo de esta enfermedad incluye una serie de prácticas y procedimientos que comprenden desde la planeación del cultivo hasta su manejo poscosecha y comercialización (Morales-Garcia, 2017), dichas prácticas son selección del sitio de cultivo, selección del cultivar, limpieza del terreno, manejo del drenaje, densidad de siembra, sanidad del cultivo, poda de clareo que permitan mayor aireación del cultivo, aplicación de fungicidas. Entre los fungicidas utilizados para su control está el oxiclورو de cobre e hidróxido de cobre, cosecha y poscosecha, además se deben minimizar los daños mecánicos del fruto para evitar heridas en la cutícula durante y después de la cosecha (Téliz y Mora, 2007), del mismo modo se debe procurar que los tallos de la planta permanezcan adheridos a las frutas, se recomienda utilizar herramientas de recolección, limpias y desinfectadas con cloro o sales cuaternarias (INTAGRI. 2017).

***Fusarium* spp. (El cáncer del tronco)**

Es una enfermedad que se presenta en huertos sombreados y con exceso de humedad, llegando a alcanzar una alta incidencia, la enfermedad reviste una importancia secundaria, pero en casos extremos puede incluso ocasionar la muerte del árbol, este género es un grupo de hongos filamentosos ampliamente distribuidos en el suelo hasta tres años y se puede hospedar en residuos de

cultivo o plantas vivas enfermas, sus esporas no se dispersan en el aire, se considera un hongo oportunista. (Tapia y Amaro, 2014).

Características morfológicas. Este presenta numerosas estructuras llamadas esporodocios donde se agrupan las esporas, existen dos tipos de conidios, los macroconidios que son hialinos, tabicados, generalmente con tres tabiques y microconidios más pequeños hialinos, unicelulares (Tapia y Amaro, 2014). La colonia crece con moderada rapidez la cual produce una cantidad variable de micelio aéreo, inicialmente es blanco, que cambia a color durazno, salmón, gris, vino a púrpura o violeta, el micelio se desarrolla de forma ramificada, las masas de esporas son de color blanco cremoso (CIMMYT, 2003), además, posee células de paredes engrosadas que actúan como estructuras de resistencias denominadas clamidosporas estos pueden ser terminales o intercalares (González, 2006) son esféricas, con paredes lisas o rugosas; se forman individuales o en pares a intervalos a lo largo de la hifa o en ramificaciones laterales cortas. La presencia de clamidosporas y los microconidios producidos en conidióforos cortos y ramificados son las características más distintivas de *Fusarium oxysporum* (CIMMYT, 2003).

Clasificación taxonómica. Organización sistemática de *Fusarium* por Groenewald (2006) y Díaz de Castro *et al.* (2007).

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Deuteromycete

Orden: Hypocreales

Género: *Fusarium*

Especies: *Fusarium oxysporum*

Ciclo biológico. *Fusarium* sp forma clamidosporas formadas a partir de la condensación del contenido de las hifas y de las conidias, de paredes gruesas (Nelson *et al.*, 1981), gracias a ellas el hongo sobrevive en condiciones ambientales desfavorables y en el suelo como saprófito de vida libre en ausencia de plantas hospedantes (Garret, 1977). Al acompañar una temperatura ideal con una alta humedad relativa y con días cortos de baja intensidad lumínica se favorece el desarrollo de la enfermedad (Tapia y Amaro, 2014). La supervivencia también es posible en semillas, estructuras de invernadero, herramientas y máquinas (KOPPERT, 2018). El ciclo se puede apreciar en la figura 3.

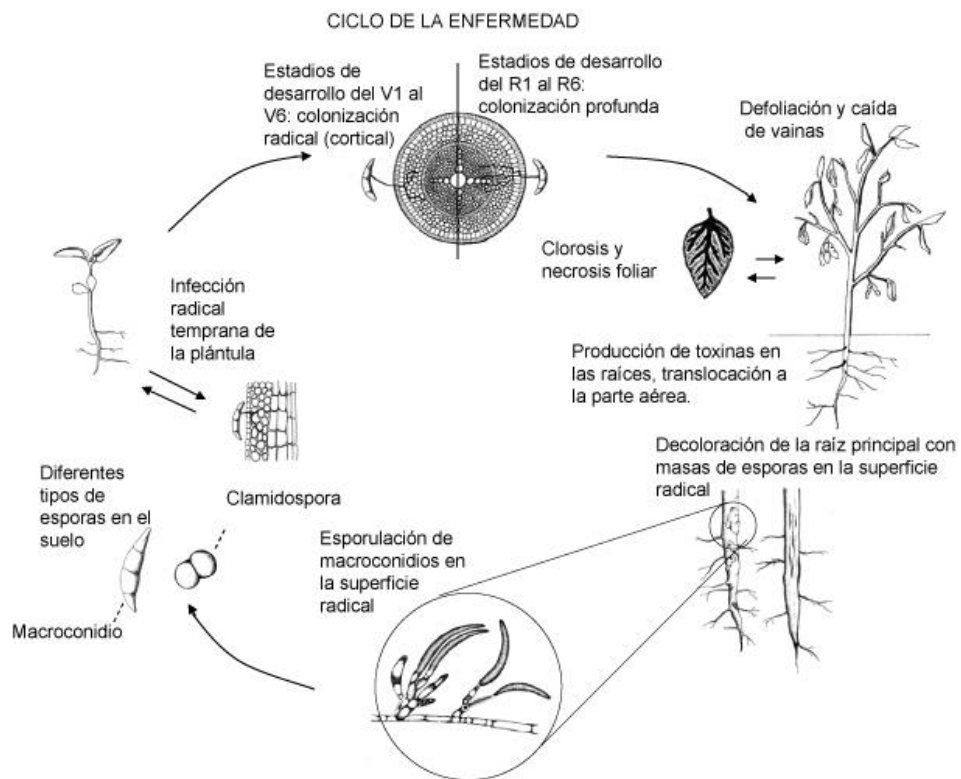


Figura 3. Ciclo patológico de *Fusarium oxysporum* (AGRIOS, 2005).

Sintomatología. La enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas oscuras, pardas o negras, principalmente en la base del tronco, o a lo largo del mismo a diferentes alturas, también se puede encontrar en las ramas leñosas,

sobre las que aparece un polvo granuloso blanco que se torna anaranjado, en un inicio se nota una ligera cuarteadura de la corteza, la cual posteriormente aumenta de tamaño, llegando a abrirse, y por donde segrega un líquido cristalino de consistencia viscosa (Ceja *et al.* 2000), el tamaño de las lesiones es variable, pudiendo alcanzar varios centímetros de longitud; puede profundizar llegando a invadir todo el tronco, reflejando una clorosis en el follaje, mientras que, en el interior, las manchas del tronco muestran una pudrición color negro y café rojizo, la cual se extiende bajo la corteza dos veces su tamaño en el exterior, además en las ramas se observa también el color café rojizo en el tejido afectado, el cual se extiende a ambos lados, las ramas se pueden quebrar en los sitios afectados (Téliz, 2000).

Estrategias de control. Existen acciones que los productores deben realizar para evitar una alta incidencia de esta enfermedad: Evitar aplicaciones excesivas de agua en los riegos, evitar la sobrepoblación de árboles, también se pueden hacer aplicaciones de sulfato de cobre más cal al tronco de los árboles, previo a los períodos de lluvia (Tapia y Amaro, 2014).

En estudios realizados con extractos fenólicos de chiltepín (*Capsicum annum* var. *labriusculum*) a una concentración de 100 mg mL⁻¹ con la intención de medir el crecimiento micelial y la germinación de conidios de *F. oxysporum*, el crecimiento micelial no tuvo cambios significativos, mientras que el número de conidios germinados representó una disminución del 85% en relación al control (Rodríguez-Maturino *et al.*, 2015).

***Monilinia* spp. (La podredumbre parda)**

Es una de las enfermedades más importantes que afectan a los frutales de hueso en general y al melocotonero en particular, está causada por los hongos pertenecientes al género *Monilinia* spp. La podredumbre y momificado del melocotonero se encuentra presente en todas las zonas de cultivo del huésped (Hernández-Crespo, 2006).

Características morfológicas. El estado anamorfo de las especies que atacan al melocotonero se denomina *Monilia*. El micelio en cultivo es hialino al principio, desarrollando una costra estromática oscura e irregular al envejecer que corresponde al estroma que se encuentra en las momias. Las macroconidias se producen en cadenas moniliformes simples o dicotómicamente ramificadas y agrupadas en esporodoquios (Byrde y Willetts, 1977).

Clasificación taxonómica. Fulton y Bron (1997) ha caracterizado a *Monilinia* spp., de la siguiente forma:

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Leotiomycetes

Orden: Helotiales

Familia: Sclerotiniaceae

Género: *Monilinia* spp.

Ciclo biológico. Durante el invierno el patógeno sobrevive en frutos momificados, pedúnculos infectados y canchales formados en infecciones de años anteriores y, luego de iniciada la floración, se encuentra en pedúnculos, anteras, flores y brotes muertos, en primavera el aumento de la temperatura, elevada

humedad relativa o lluvias y el hospedante receptivo, favorecen el inicio del proceso de infección, se forman los conidios, los cuales son dispersados por la lluvia y el viento, alcanzan a las flores y tras invadir ovario y pedúnculo, la infección avanza sobre el brote (Mitidieri, 2012), los frutos pueden ser infectados inmediatamente después del cuajado, manifestándose la enfermedad antes o después de la cosecha, además la infección del fruto se puede producir directamente a través de la cutícula, en la base de los tricomas o a través de rajaduras y heridas que pueden ser causadas por insectos (May de Mio *et al.*, 2004). La dispersión secundaria se debe a una nueva producción de conidias, que puede ocurrir de 5 a 7 días después de la infección, un fruto infectado puede pudrirse en pocos días y bien cae al suelo o permanece unido al árbol el cual se seca, se arrugan y se convierten en las momias características de la enfermedad (Den Breeÿen, 1993). Este ciclo se puede apreciar en la Figura 4.

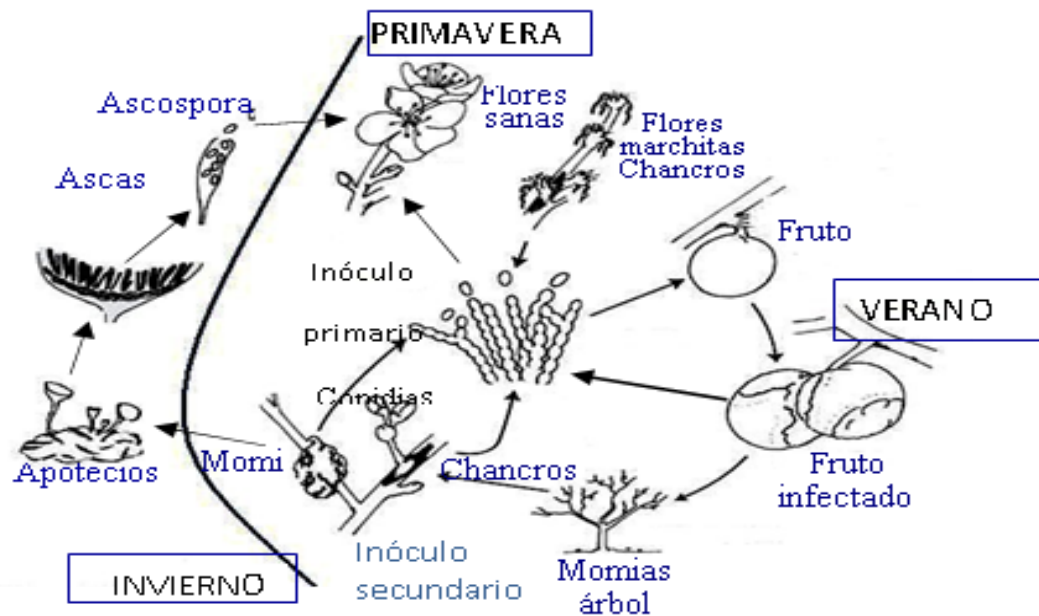


Figura 4. Ciclo biológico de *Monilinia fructicola*, agente responsable de la podredumbre morena de los frutales de carozo. (AGRIOS, 2005).

Sintomatología. Los síntomas de la enfermedad son marchitez de yemas y brotes, canchales en ramas y podredumbre de frutos (De Cal y Melgarejo, 2000), los primeros síntomas aparecen en las flores y en el tallo, en las flores se observa un marchitamiento o atizonamiento, pueden ser afectados los estambres, pistilos, pétalos o sépalos, donde se presentan pequeñas manchas marrones que pueden expandirse por toda la flor y tornarse atizonada. Además, producen canchales que son de color oscuro y en condiciones de alta humedad se observa una secreción gomosa sobre las ramas que después de su infección le produce la muerte (Mondino, 2002). La susceptibilidad que presenta el fruto hacia esta enfermedad se ve asociada con el contenido de azúcar en su madurez, presentando manchas circulares de color canela-marrón, en condiciones de humedad los conidios se desarrollan en estas lesiones, si la infección se presenta durante la etapa de maduración del fruto con humedades relativas de 70 a 80% y temperaturas que oscilen los 28°C se puede perder toda la cosecha ya que cuando todo el fruto está infectado, este se comienza a secar, se arruga y se forman momificaciones del fruto (Román, 2017).

Estrategias de control. El saneamiento ayudará a prevenir los primeros ataques, se logra retirando los frutos no cosechados y evitando dejar frutos momificados sobre la planta. Las podas oportunas y el quemado de ramas enfermas, también contribuye a eliminar restos del patógeno (Mitidieri, 2012), además se sabe que los cultivos son más propensos a ser infectados por *Monilinia* sp. en los periodos de floración y maduración. Además se debe hacer un control de insectos ya que esto reducirá las pequeñas lesiones que se pueden encontrar en los frutos maduros, al igual se debe hacer un control nutricional porque si al cultivo le falta nitrógeno y potasio esto va a favorecerá la aparición de la enfermedad (Mitidieri, 2006).

Los tratamientos fúngicos preventivos proporcionan el mejor control contra la marchitez de la flor y de la podredumbre de la fruta, ya que sin tratamientos postcosecha la fruta no se puede almacenar porque la temperatura de la bodega

puede incidir para que la enfermedad se presente, el uso adecuado de fungicidas con cierta actividad sistémica protege a las flores y al fruto, reduciendo la cantidad de esporulación formada sobre el tejido infectado y disminuyendo los sitios donde puede encontrarse el inóculo (Mondino, 2002). Los fungicidas más utilizados y disponibles para el control de *Monilinia* son los dicarboximidias (iprodiona y vinclozolina), benzimidazoles (benomil y tiafonato metilo), triforina, clortalonil, miclobutanil, fenbuconazol y propiconazol. Otros fungicidas utilizados son compuestos de cobre, azufre y captan (Ogawa, 2000).

Extractos Botánicos

Los métodos alternativos para el control de enfermedades se han estudiado con énfasis en nuevos compuestos derivados de fuentes vegetales, como aceites esenciales y extractos, ya que son más seguros para los consumidores y el medioambiente, además de su uso eficaz contra patógenos resistentes a los plaguicidas. Numerosos estudios alrededor del mundo han contado sobre la eficacia de las plantas en el control de enfermedades causadas por los hongos, de estos se conoce que sintetizan una gran variedad de metabolitos secundarios (alcaloides, esteroides, flavonoides, terpenoides, quinonas, entre otros), los cuales están implicados en los mecanismos de defensa hacia distintos factores de estrés biótico y abiótico (Wilson *et al.*, 1999; Hernández-Lauzardo *et al.*, 2007), estos metabolitos pueden sintetizarse en un tipo de órgano, tejido o célula específico, o en todos los tejidos de la planta, sin embargo pueden ser almacenados en órganos o tejidos diferentes a los de su síntesis, cabe mencionar que la síntesis depende de la etapa de desarrollo de la planta y sus niveles constitutivos se pueden incrementar como parte de la respuesta al estrés abiótico y biótico (Sepúlveda *et al.*, 2003). Las mezclas de compuestos con propiedad antifúngica encontrados en las plantas pueden afectar a patógenos

diferencialmente, ya sea de manera individual o por las mezclas en determinadas concentraciones y proporciones (Hanaa *et al.*, 2011).

Extracto de canela

Cinnamomum es uno de los generos de plantas más investigados en el control biológico para hongos, y se distribuye por Asia y Australia, las especies de mayor interés por sus aceites son: *C. zeylanicum*, *C. cassia* y *C. camphora* (Ooi *et al.*, 2006), de las tres especies mencionadas *C. zeylanicum* es el más utilizado como antifúngico. El aceite esencial de canela está constituido fundamentalmente por 65-75% de cinemaldehído y de 5-10% de eugenol (Narváez *et al.* 2006), el grupo carbonilo presente en el cinemaldehído se une a las proteínas celulares y evita la acción de las enzimas aminoácido-descarboxilasas, mientras que eugenol inhibe la producción de amilasa y proteasas, provocando el deterioro de la pared celular y ruptura celular, en tanto el grupo hidroxilo se une a las proteínas bloqueando la acción enzimática (Gómez-Sánchez y López-Malo 2009).

La acción antifúngica del aceite de canela involucra granulación del citoplasma, ruptura de la membrana citoplasmática o inactivación y/o inhibición de enzimas celulares. Estos eventos biológicos podrían tomar lugar separadamente o concomitantemente culminando con la inhibición de la germinación micelial (Cowan, 1999).

Extracto de higuera

La Higuera (*Ricinus Communis* L.) es una euforbiáceas que puede contener muchos beneficios para su uso en la agricultura, sus compuestos químicos más importantes son ricina, ricinina, lipasa, ricinoleína, proteínas, estearina, palmitina, ácido ricinoleico, ácido isorricinoleico, ácido toxiesteárico, quimasas (Chiej,

1984). La ricina, es una fitotoxina que afecta a animales, nematodos, insectos, entre otros (FAGRO, 2018), esta se encuentra en todas las partes de la planta, pero se concentra particularmente en las semillas, la toxina purificada se puede encontrar en forma cristalina, como polvo liofilizado seco, o disuelto en líquido, actúa al inhibir la síntesis de la proteína y además tiene propiedades de lectina, es decir, capaz de unirse a hidratos de carbono (Pita, *et al.* 2004). La ricina y la ricinusaglutinina, ambas con capacidad para adherirse fuertemente a los anfidios de los nemátodos fitoparásitos como los formadores de nudos o agallas en el sistema radical y modificar así su comportamiento quimiotáctico (Curimilma, 2015).

Extracto de naranja

El aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) presenta un alto contenido de monoterpenos cuyo componente mayoritario es el limoneno (90%-96%), y otros monoterpenos oxigenados como linalol (1%-2%) y cineol (1%), que se encuentran en menor proporción, todos estos componentes han demostrado actividad inhibitoria de crecimiento en diferentes hongos postcosecha como: *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium verrucosum*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium digitatum* y *Penicillium italicum* (Guédez *et al.*, 2014). Su efecto antifúngico está basado en su habilidad para dañar las biomembranas (Lucini *et al.*, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila, México.

Obtención de Fitopatógenos

Las cepas de *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., y *Monilinia* sp., fueron proporcionadas por la Dra. Mariana Beltrán Beache, las cuales fueron obtenidos de un fruto de aguacate de la variedad Hass. Con la ayuda de un sacabocados y una aguja de disección estéril se procedió a colocar un explante de 5 mm de diámetro en el centro de cajas Petri de 8.5 cm de diámetro en un medio de cultivo PDA – Bioxon® (Papa – Dextrosa – Agar) para así, posteriormente ser incubado a una temperatura de 27 ± 2 °C.

Extractos Botánicos

Se evaluaron tres extractos de origen vegetal, higuera (*R. communis*), Cinnax® (*C. zeylanicum*) proporcionados por la empresa Culta S. A de C. V. y Naranja (*C. sinensis* L.), esta última se obtuvo en el Laboratorio Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola de la UAAAN, donde con 50 g de material seco molido de naranja (cascara) y 200 ml de alcohol se llevó a cabo la extracción de los aceites esenciales mediante el método de Soxhlet.

Diseño Experimental

Se llevó a cabo un diseño completamente al azar en donde se evaluaron cuatro concentraciones 1.50, 2.00, 2.50 y 3.00% (v/v) para cada diferente extracto: canela, cítrico e higuierilla, además se contó con un testigo absoluto (únicamente con PDA), el testigo y los diferentes tratamientos estuvieron conformados por cuatro repeticiones.

Evaluación de la Efectividad Biológica

La actividad antifúngica de los extractos botánicos se evaluaron realizando la técnica de dilución en agar (Guerrero *et al.*, 2007), para ello en matraces Erlenmeyer se vertió agua destilada y se adicionaron las cantidades de PDA siguiendo la recomendación del fabricante Bioxon®, los matraces se taparon con papel aluminio y se agitaron suavemente para disolver, enseguida fueron esterilizados, en una olla de presión a 121 °C y a una presión de 15 PSI (lb/plg-2) durante 15 minutos después se dejó enfriar hasta alcanzar una temperatura aproximada de 45 °C. posteriormente se incorporó la cantidad de extracto requerida para obtener las concentraciones deseadas (1.50, 2.00, 2.50 y 3.00%) (v/v), se prepararon placas en cajas petri de 8.5 cm de diámetro, después de 24 horas ya que estas se solidificaran se colocó un explante de 5 mm de diámetro de cada una de las cepas (*Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. y *Monilinia* sp.).

Para evaluar la inhibición se utilizó un vernier digital milimétrico de la marca STEREN®, con la metodología empleada por Bautista *et al.* (2002), se tomaron dos lecturas radiales cruzadas cada 24 horas a partir del segundo día de la siembra hasta que el testigo cubrió completamente el diámetro de la caja con crecimiento micelial, el promedio de las medidas se reportó en milímetros (mm). El porcentaje de inhibición correspondió a los valores finales, y se calculó con la fórmula de Bautista *et al.* (2002).

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{dc - d}{dc} \times 100$$

Donde “dc” es el diámetro promedio en milímetro del crecimiento micelial del control y “d” es el diámetro del crecimiento micelial con los diferentes extractos (Kishore *et al.*, 1996).

Conteo de Esporas

Días después de terminar las mediciones se dio paso a realizar los conteos de esporas en cada una de las unidades experimentales. Con ayuda de un sacabocados de 5 mm de diámetro se tomaron cinco explantes que fueron colocados en un tubo Eppendorf®, posteriormente con una pipeta se agregaron 10 mL de agua destilada estéril, cada uno de los tubos fueron etiquetados y se agitaron con ayuda de un vórtex con la finalidad de desprender las esporas y homogenizar la suspensión, y enseguida se tomaron 100 microlitros (µl) de la suspensión de esporas las cuales se vertieron en una cámara de Neubauer y se procedió a contar las esporas de cada uno de los tratamientos, con ayuda de un microscopio en el ocular de 40X.

Análisis Estadístico

Con los datos obtenidos en el porcentaje de inhibición de micelial se hizo un análisis PROBIT en SAS (*Statistical Analysis Software*) versión 9.0 para determinar la concentración letal media (CI₅₀) y la concentración letal 95 (CI₉₅) para cada uno de los fitopatógenos por cada uno de los extractos.

Además, para el análisis del porcentaje de inhibición sobre la producción de esporas se realizó un análisis de varianza para cada una de las fitopatógenos; se

encontró que las medias presentaron diferencias, por ello se prosiguió a realizar una comparación de medias con la prueba de Tukey con una probabilidad del 95% en el programa R Studio (*Statistical Software*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inhibición del Crecimiento Micelial

El crecimiento micelial de los testigos de *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. y *Monilinia* sp. se consideraron como el 100%, respecto de los cual se calcularon el porcentaje de inhibición de cada uno de los tratamientos y se determinaron el CL₅₀ y CL₉₅ de cada uno de los extractos.

Para el hongo *Colletotrichum* sp. se observó que el extracto de canela fue el que mostro mayor porcentaje de inhibición, ya que a una concentración del 1.5% mostro una inhibición promedio del 21% siendo este el tratamiento con la menor concentración; las concentraciones que mostraron mayor control de inhibición fueron los de 2.5 y 3% teniendo un porcentaje de inhibición de 51.4 y 63.8% respectivamente, estos datos se asemejan con lo reportado por Ramírez y colaboradores (2016) quienes reportaron que el aceite de canela en una concentración del 3% inhibió el crecimiento micelial del patógeno un 68%, sin embargo estos resultados difieren con los resultados obtenidos por Chávez-Magdaleno y colaboradores en el 2019 reportaron que el crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* fue inhibido en un 50 % mediante la aplicación de aceite esencial de canela al 2%.

En el caso del extracto de cítricos se observó que a una concentración del 1.5% este inhibía al fitopatógeno un 35.2%, la concentración que llego a presentar un mayor porcentaje de inhibición fue el tratamiento del 3%, disminuyendo el crecimiento micelial en un promedio de 60.9%, seguido de la concentración del 2% teniendo un promedio de inhibición del 48.6%, estos resultados obtenidos difieren con lo reportado por Guédez y colaboradores (2014) la cual menciona que crecimiento micelial de hongos postcosecha (*Colletotrichum gloeosporioides*,

Penicillium indicum y *Aspergillus flavus*) *in vitro*, se inhibió en un 100% cuando se utilizaron las concentraciones de 2,5% y 5%.

Con respecto al extracto de higuera mostro porcentajes de inhibición muy bajas siendo el mayor alcanzado con la concentración del 2.5% inhibiendo un promedio del 10.4%, la concentración que mostro menor inhibición fue la de 1.5%, el cual redujo el crecimiento micelial en un promedio de 6.3%. En el caso de este extracto no se encontró reportes anteriores de estudios realizados para ver el efecto contra fitopatógenos, pero cabe mencionar que este es extracto utilizado para el control de diferentes organismos, como nematodos e insectos, ya que su principal componente es la ricina que es una proteína potencialmente tóxica que se encuentra en las semillas.

En base a todos los datos obtenidos sobre *Colletotrichum* sp. se calcularon la CL₅₀ y CL₉₅ de cada uno de los diferentes extractos utilizados, la cual se muestra en el cuadro 2, en donde podemos observar que las CL₅₀ fueron de 2,354, 2,367 y 6,4526 ppm para los extractos de canela, cítrico e higuera respectivamente, con esto podemos deducir que el patógeno es más susceptible al extracto de canela ya que es la que muestra el CL₅₀ más bajo con una concentración de 2,354 ppm, estos datos difieren a lo reportado por Aranda-Ventura y colaboradores (2019) quienes reportaron que el extracto de canela muestra una CL₅₀ de 1,000 ppm.

Cuadro 2. Concentración letal, límites fiduciales y ecuación de predicción de los extractos de canela, cítrico e higuierilla contra el hongo *Colletotrichum* sp.

Extracto	n	(ppm)			Ecuación de Predicción
		CI ₅₀	Límites Fiduciales	CI ₉₅	
Canela	20	2354	2176 - 2596	6711	$y = -1.3507 + 3.6229 (x)$
Cítrico	20	2367	2011 - 3056	18595	$y = -0.6878 + 1.8376 (x)$
Higuierilla	20	64526	56020 - 76077	354000	$y = -1.7110 + 0.9454 (x)$

Respecto a las evaluaciones realizadas para el control de *Fusarium* sp. el extracto de higuierilla no mostro actividad antifúngica contra este patógeno, ya que contrario a inhibir el crecimiento micelial, este acelero el crecimiento radial.

Contrario a lo anterior el extracto de canela fue el que mostro mayor control de inhibición, de los cuales el tratamiento al 1.5% mostro un promedio de inhibición del 11.5% siendo este la concentración que mostro menos inhibición, los tratamientos posteriores de 2, 2.5 y 3% mostraron promedios de inhibición de 16.2, 27.5 y 42.7% respectivamente, muy contrario a lo reportado en los trabajos de investigación realizados en Egipto por los investigadores Abd-Alla y colaboradores (2014), donde en ensayos *in vitro* mostraron que los aceites esenciales de canela y almendras amargas aplicados a una concentración de 1.25%, redujeron significativamente el desarrollo de *Fusarium semitectum* en un 63% y 44% respectivamente, de igual manera Romero (2018) observo que el extracto de canela al 2% inhibía a este fitopatógeno en un promedio del 27%.

De igual forma el extracto de cítricos mostro tener efectos antifúngico, aunque esta fue mucho menor en comparación a la anterior, la concentración que mostro

mayor control fue la del 3% llegando a tener una media de inhibición del 28.6%, los porcentajes correspondientes de los tratamientos restantes del 1.5, 2 y 2.5% mostraron promedios respectivos del 7.8, 9.8 y 19.7%, estos son resultados similares a los de Daquilema (2016) quien reporto que la actividad antifúngica del aceite esencial de corteza de naranja presenta un porcentaje de inhibición del crecimiento radial de 0%, 10,48% y 23,21% en concentraciones del 1,5 %, 2,5 %, y 3,5 % respectivamente, también Álzate y colaboradores en el 2009 mencionan que el extracto de la cascara de cítricos a una concentración 12,000 ppm no presento ningún efecto sobre *Fusarium oxysporum*, también Gimferrer en (2008) observo que *Fusarium semitectum* tratado con el extracto a una concentración al 8% mostraba un nulo crecimiento micelial, muy contrario a lo que observo Guédez y colaboradores (2014) quien encontró que el extracto de canela a una concentración al 2.5% llegaba a producir una inhibición de hasta el 100% sobre *Fusarium solani* y que a una concentración del 1% inhibió el crecimiento micelial de hongo entre el 80,9% y 83,5%.

Con los datos anteriores sobre el hongo *Fusarium* sp. se calcularon la CL₅₀ y CL₉₅ respectivamente para cada extracto, las cuales se muestran en el cuadro 3, donde se observar que el fitopatógeno es más susceptible al extracto de canela, ya que para la concentración letal media fue de 3,557 ppm siendo menor a la presentada para el extracto de cítrico con una concentración letal media de 4,715 ppm, respecto a este último, cabe mencionar que los datos obtenidos por García (2018) son diferentes, reportando que *Fusarium oxysporum* requirió en un rango de las concentraciones van de 940 a 4,040 ppm para su CL₅₀.

Cuadro 3. Concentración letal, límites fiduciales y ecuación de predicción de los extractos de canela y cítrico contra el hongo *Fusarium* sp.

Extracto	n	(ppm)			Ecuación de Predicción
		CI ₅₀	Límites Fiduciales	CI ₉₅	
Canela	20	3557	3084 – 4724	10540	$y = -1.9213 + 3.4646(x)$
Cítrico	20	4715	3698 – 8894	16168	$y = -2.0703 + 3.0737(x)$

Con respecto al fitopatógeno *Monilinia* sp. al igual que *Fusarium* sp., no mostro inhibición contra los tratamientos de extractos de higuera, siendo igual que en el caso anterior, este aceleró el crecimiento radial del micelio.

En el caso del extracto de canela contra *Monilinia* sp., como en los casos anteriores este fue el que mostro mayor porcentaje de inhibición micelial, siendo que el menor de estas fue del 37.6% correspondiente al tratamiento en una concentración del 1.5% de extracto, en cambio el menor crecimiento micelial se vio en el tratamiento de 2.5% mostrando un promedio de inhibición del 50.5%, seguido de los tratamientos al 3 y 2% con promedios de inhibición del 49.8 y 47.3% respectivamente, estudios semejantes de Fathi y colaboradores (2012) reportó que los fitopatógenos *Monilinia frutícola* y *Botrytis cinérea* tratados con el extracto de canela a una concentración de 400 ppm. mostraba un porcentaje de inhibición de hasta el 100%, al igual, Liberal (2016) encontró que el extracto de canela a una concentración de 3000 ppm inhibió a *Botrytis* sp. un 23.26%.

El extracto de cítricos también mostro inhibir el crecimiento micelial contra *Monilinia* sp. aunque este no fue tan considerable, siendo que los tratamientos del 2.5 y 3% fueron los que alcanzaron mayor inhibición, las cuales corresponden al 21.6 y 20.7% respectivamente, estudios realizados con este mismo extracto

contra *Botrytis cinérea* encontraron que a una concentración de 150 ppm mostro un efecto de inhibición de hasta el 38%. Cabe mencionar que estudios realizados por Lozada y colaboradores en el 2012 en donde se evaluaron extractos de Salverreal (*Lippia alba*) y Cedrón (*Lippia citriodora*) los cuales tienen una concentración de limoneno de 18.2 y 28%, en los resultados que obtuvieron describen que *Lippia citriodora* a una concentración de 800 y 1000 ppm, lograron inhibir al 100%, y en el caso de *Lippia alba* a las mismas concentración solo mostro un 53 y 76% de inhibición.

De todos los datos obtenidos de cada extracto, se calcularon las dosis letales medias, las cuales se muestran en el cuadro 4, donde podemos observar que el fitopatógeno es mucho más susceptible al extracto de canela, ya que es el que muestra un CL₅₀ de menor cantidad la cual fue de 2,664 ppm, mientras que el extracto de cítrico mostro un requerimiento de 3,773 ppm para el mismo efecto.

Cuadro 4. Concentración letal, limites fiduciales y ecuación de predicción de los extractos de canela, cítrico e higuierilla contra el hongo *Monilinia* sp.

Extracto	N	(ppm)			Ecuación de Predicción
		Cl ₅₀	Limites Fiduciales	Cl ₉₅	
Canela	20	2664	2346 – 3081	94327	y= -0.4520+1.0619 (x)
Cítrico	20	3773	3687 – 3862	6097	y= -3.6119+6.2630 (x)

Inhibición de la Producción de Conidias

De acuerdo con los resultados obtenidos *Colletotrichum* sp. mostro diferencias significativas contra los extractos de canela y cítrico (Cuadro 5). El testigo mostro una media de producción de conidias de $1.025 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$, el extracto de higuierilla en las diferentes concentraciones y el extracto de cítrico al 1.5% fueron los que mostraron menos inhibición contra el fitopatógeno, ya que estadísticamente son similares al testigo, la diferencia significativa se puede observar con el extracto de canela al 1.5, 2, 2.5, 3% y con el extracto de cítricos a partir de la concentración del 2%, la mayor inhibición se observó con el extracto de canela al 3% con una producción media de 1.50×10^3 conidias/mL, en comparación de este, Chávez-Magdaleno y colaboradores (2019) reporto que al aplicar aceite esencial de canela al 2% a *Colletotrichum acutatum* disminuyó la producción de conidias obteniendo 9.50×10^6 esporas/mL, en comparación con el control sin tratamiento 4.11×10^7 esporas/mL y para *Colletotrichum gloeosporioides* de 9.50×10^3 esporas/mL comparado con el control sin tratamiento 2.65×10^5 esporas/mL. en el caso del extracto de cítrico la mayor inhibición se pudo notar al aplicar una concentración del 3% teniendo una media de esporulación de 2.50×10^3 siendo este a un equivalente del 75.6% de inhibición, estos resultados son similares con lo descrito por Narváez (2017) quien al aplicar aceite esencial de cítrico a una concentración del 4% obtuvo un porcentaje de inhibición de formación de conidias de hasta el 96.4%.

Cuadro 5. Comparación de medias del efecto de los extractos de canela, cítrico e higuierilla sobre el número de conidias ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) producidas por *Colletotrichum* sp.

Tratamiento	Media \pm SD
Testigo	1.025 \pm 0.850 a
Higuierilla 2.0%	0.750 \pm 0.850 ab
Higuierilla 1.5%	0.625 \pm 0.170 ab
Higuierilla 3.0%	0.600 \pm 0.081 ab
Naranja 1.5%	0.475 \pm 0.095 ab
Higuierilla 2.5%	0.450 \pm 0.173 ab
Naranja 2.0%	0.350 \pm 0.129 b
Canela 2.0%	0.350 \pm 0.057 b
Canela 1.5%	0.325 \pm 0.206 b
Naranja 2.5%	0.275 \pm 0.050 b
Naranja 3.0%	0.250 \pm 0.129 b
Canela 2.5%	0.225 \pm 0.125 b
Canela 3.0%	0.150 \pm 0.057 b

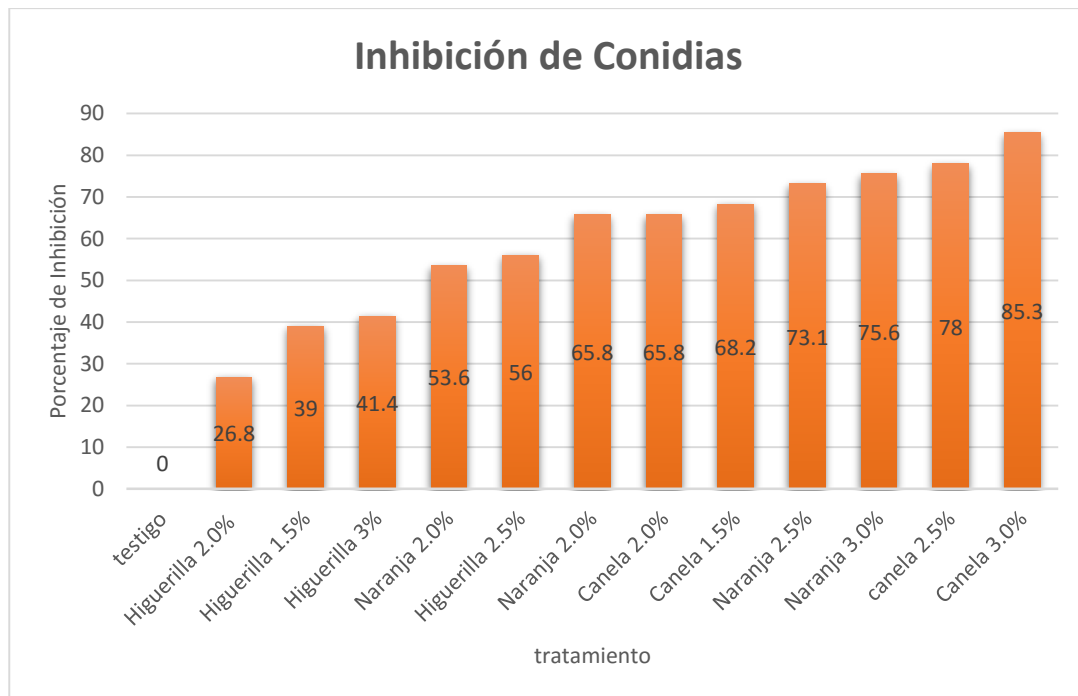


Figura 5. Inhibición de conidias de *Colletotrichum* sp. por los extractos de canela, cítrico e higuierilla.

En el caso de *Fusarium* sp. el extracto de higuera no mostro efecto de inhibición, en cambio en el tratamiento de este al 2 y 3% mostraron mayor producción de conidias, en la evaluación el testigo mostro una media de producción de conidias de $3.175 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$, respecto a los extractos de canela y cítrico mostraron diferencia significativa contra el testigo sin embargo estos no muestran diferencia significativa entre los dos extractos y sus respectivas concentraciones, el mayor efecto se encontró con el extracto de canela a una concentración del 3% teniendo una promedio de producción de conidias de $1.050 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$, resultados diferentes son los que reporto por Ramírez (2016) quien encontró que al aplicar Canela hidrolizado por destilación al 30% encontró un promedio de producción de esporas de $12.42 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$, y en el caso del extracto de cítrico el mayor control se observó con la concentración de 2.5% con un promedio de conidias producidas de 1.375×10^4 siendo este un 56.7%, estos resultados son diferentes a lo reportado por Daquilema (2016) quien encontró que el aceite esencial de corteza de naranja a una concentración del 2.5% logro inhibir a *Fusarium* sp. hasta un 79.80%.

Cuadro 6. Comparación de medias del efecto de los extractos de canela, cítrico e higuera sobre el número de conidias ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) producidas por *Fusarium* sp.

Tratamiento	Media \pm SD
Higuera 3.0%	4.275 \pm 0.880 a
Higuera 2.0%	3.350 \pm 0.251 ab
Testigo	3.175 \pm 0.095 b
Higuera 1.5%	3.050 \pm 0.420 b
Higuera 2.5%	2.825 \pm 0.525 bc
Canela 1.5%	1.900 \pm 0.374 cd
Naranja 2.0%	1.900 \pm 0.182 cd
Naranja 1.5%	1.750 \pm 0.465 cd
Naranja 3.0%	1.400 \pm 0.559 d
Naranja 2.5%	1.375 \pm 0.298 d
Canela 2.5%	1.250 \pm 0.519 d
Canela 3.0%	1.125 \pm 0.170 d
Canela 2.0%	1.050 \pm 0.238 d

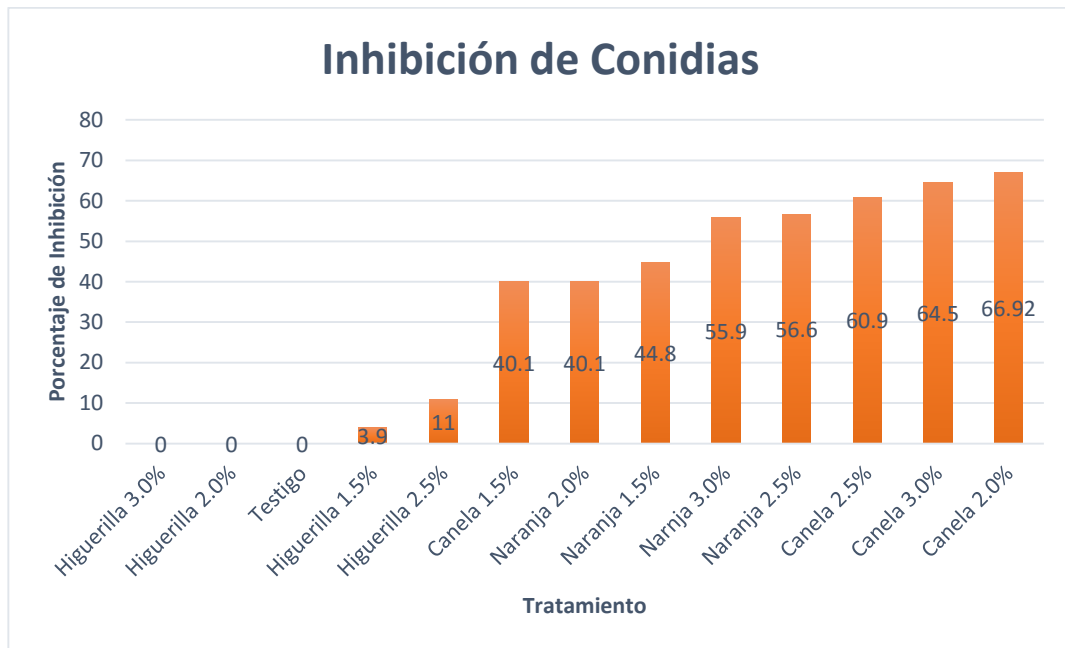


Figura 6. Inhibición de conidias de *Fusarium* sp por los extractos de canela, cítrico e higuierilla.

Respecto a *Monilinia* sp. el tratamiento testigo mostro un promedio de producción de conidias de $2.05 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ donde en comparación con los otros tratamientos se observó que en los tratamientos con extracto de higuierilla no mostraron gran diferencia con respecto al testigo ya que estadísticamente son parecidos, los extractos de canela y cítrico si mostraron diferencia significativa en concentraciones del 2, 2.5 y 3% siendo el extracto de canela el que mostro mayor porcentaje de inhibición llegando a tener una media de producción de conidias de $1 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ siendo este un porcentaje del 51.2%, estos resultados son muy diferentes a lo reportado por Carović-Stanko (2013) donde observo que el extracto de orégano (*Origanum vulgare*) a una concentración de 1,000 ppm logro inhibir al 100% la producción de esporas del fitopatógeno.

Cuadro 7. Comparación de medias del efecto de los extractos de canela, cítrico e higuierilla sobre el número de conidias ($\times 10^4$ mL⁻¹) producidas por *Monilinia* sp.

Tratamiento	Media \pm SD
Higuierilla 1.5%	2.175 \pm 0.221 a
Higuierilla 2.0%	2.075 \pm 0.095 ab
Testigo	2.050 \pm 0.129 ab
Naranja 1.5%	1.900 \pm 0.535 abc
Higuierilla 3.0%	1.700 \pm 0.316 abcd
Higuierilla 2.5 %	1.600 \pm 0.258 abcd
Canela 1.5%	1.550 \pm 0.465 abcd
Naranja 2.5%	1.400 \pm 0.244 bcd
Naranja 2.0%	1.300 \pm 0.141 cd
Canela 2.0%	1.250 \pm 0.129 cd
Canela 2.5%	1.225 \pm 0.287 cd
Naranja 3.0%	1.050 \pm 0.264 d
Canela 3.0%	1.000 \pm 0.182 d

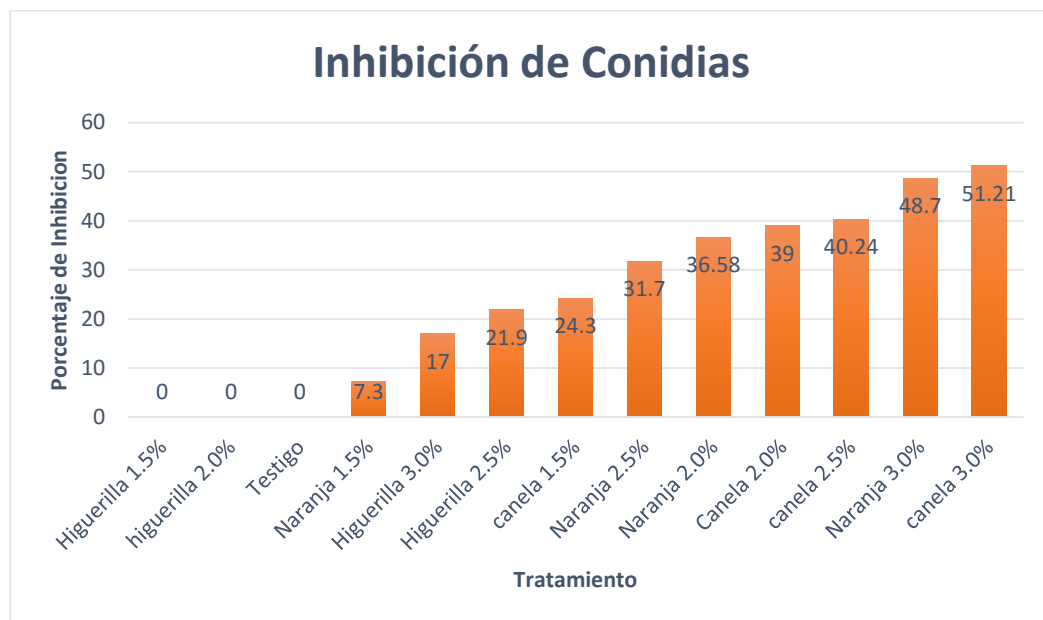


Figura 7. Inhibición de conidias de *Monilinia* sp por los extractos de canela, cítrico e higuierilla.

CONCLUSIÓN

Con base a todos los resultados observados podemos decir que el extracto de Higuierilla no es un producto apto para el control de estos fitopatógenos, pese a que este solo mostro un efecto de inhibición en el crecimiento radial de *Colletotrichum* sp y no mostro diferencias en la producción de conidias.

El extracto de cítricos se le podría mencionar como una alternativa para el control del fitopatógeno *Colletotrichum* sp. ya que mostro tener efecto tanto en el crecimiento radial del micelio como en la producción de esporas superiores al 50%.

En el caso del extracto de canela, este fue el que mostro mayor control sobre los diferentes patógenos, pero estos fueron más considerables con *Colletotrichum* sp. y *Monilinia* sp. ya que en ellos mostro inhibir más del 50% tanto en el crecimiento del micelio como en la producción de Conidias, con lo que corresponde a *Fusarium* sp. este solo mostro inhibir del 50% en la producción de conidias, en definitiva podemos decir que este extracto solo sería una alternativa para el control de *Colletotrichum* sp. y *Monilinia* sp.

LITERATURA CITADA

- Abd-Alla, M. A., El-Gamal, N. G., El-Mougy, N. S., & Abdel-Kader, M. M. (2014). Post-harvest treatments for controlling crown rot disease of Williams banana fruits (*Musa acuminata* L.) in Egypt. *Plant Pathology and Quarantine*, 4(1), 1-12 pp.
- Abdel, M. F.; Abo, E. K. A. M.; y Morsy, K. M. 2011. Effectiveness of plant extracts on suppression of damping-off and wilt diseases of lupine (*Lupinus termis* Forsik). *Crop protection*, 30(2), 185-191 pp.
- AGRIOS G N. 2002. Fitopatología. 7a reimpresión de la 2a edición. Ed. Limusa, S.A. de C.V. 838 p.
- AGRIOS, G.N. 2005. Plant pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press. 922 p. ISBN 0-12-044565-4
- Álzate, N.; V. López, H. Marín y A. Murillo. 2009. Evaluación preliminar de la actividad fungicida de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*, *Myrtaceae*) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*, *Rutaceae*) sobre algunos hongos Filamentoso. *Revista Tumbaga* 4: 59- 71 p.
- Anaya, R.S. y Romero, N. J. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Ed. Trillas. 544 p.
- Anguiano-Contreras, J.; Alcántar-Rocillo, J. J.; Toledo-Bustos, R.; Tapia-Vargas, L. M.; Ruiz-Corral, J. A. y Rodríguez-Cardoso, Y. 2006. Caracterización edafo-climática del área productora de aguacate de Michoacán. Prometeo Editores S. A. de C. V. Libro técnico. Núm. 4. Michoacán, México. 214 p.
- Aranda-Ventura, J., Villacrés-Vallejo, J., Núñez-Tuesta, L., Marín-Sisley, P., Nonato-Ramírez, L., y González-Aspajo, G. 2019. Evaluación de la bioactividad de plantas medicinales cultivadas en el Perú usando la prueba de letalidad de *Artemia salina*. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 3(3), 132-137 p.

- Ávila, Q. G.; Silva, R. H., Téliz, O. D. 2007. First report of the anamorph of *Glomerella acutata* causing anthracnose on avocado fruits in Mexico. *Plant Dis.* 91(9):1200-1213 pp.
- Bajpai, V. K. and Kang. S. C. 2010. Antifungal activity of leaf essential oil and extracts of *Metasequoia glyptostroboides*. *Miki ex Hu. J. Am. Oil Chem.* vol. 87. 327-336 pp.
- Barrientos-Priego, A. F., López-López, L. 2000. Historia y genética del aguacate. El aguacate y su manejo integrado. Mundi-Prensa, Distrito Federal, México, pp. 19-31 pp.
- Bautista, B. S.; Hernández, L. M.; Díaz, P. J. C.; Cano, O. C. F. 2002. Evaluation of the fungicidal properties of plant extracts to reduce *Rhizopus stolonifer* of 'ciruela' fruit (*Spondias purpurea* L.) during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 20(1), 99-106 pp.
- Benites, N. P., Meléndez, E. y Stashenco, E. E. 2009. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de hojas de *Piper lanceaefolium*, planta usada tradicionalmente en Colombia, *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromática.* 8(4):301-304 pp.
- Ben-Ya'acov, A., A. Solis, E. Peri. 1995. Progress of the study of avocado genetic resources in Costa Rica. Program and Book of abstracts of the World Avocado Congress III. October 22-27. Tel Aviv, Israel. 109 p.
- Byrde, R. J. W., and H. J. Willetts. 1977. *The Brown Rot Fungi of Fruit. Their Biology and Control.* Pergamon Press. Oxford. 171 p.
- Cano, J., Guarro, J., and Gené, J. 2004. Molecular and morphological identification of *Colletotrichum* species of clinical interest. *Journal of Clinical Microbiology* 42: 2450–2454 pp.

- Carović-Stanko, K., Fruk, Zlatko G., Satovic, D. I., Politeo, Zdravka O., Sever, M. Grdiša, Frane S. Tomislav J. 2013. Effects of *Ocimum* spp. essential oil on *Monilinia laxa* *in vitro*. Journal of Essential Oil Research 25:2, 143-148 pp.
- Ceja Torres L. F., Téliz Ortiz, D., Osada Kawasoe, Seiji. 2000. Distribución e Incidencia del Cancro del Aguacate *Persea americana* Mill. México Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 18, núm. 2. 79- 86 pp.
- Chanderbali, A. S., Albert, V. A., Ashworth, V. E., Clegg, M. T., Litz, R. E., Soltis, D. E., Soltis, P. S. 2008. *Persea americana* (avocado): bringing ancient flowers to fruit in the genomics era. BioEssays, 30: 386-389 pp.
- Chávez-Magdaleno, M. E., Gutiérrez-Martínez, P., Montaña-Leyva B, 2019. *In vitro* assessment of chitosan and essential oils for the control of two pathogen species of *Colletotrichum* isolated from avocado (*Persea americana* Mill). TIP Rev Esp Cienc Quim Biol. 22(1):1-8 pp.
- Chiej, R. 1984. "Encyclopedia of Medicinal plants". London: MacDonald. 1–5 pp.
- CIMMYT. 2003. Manual para la identificación de Hongos en granos almacenados. Lisboa 27, Apdo. Mexico, D.F. 40-42 pp.
- Colín, S. S., Oviedo, P. M., López-López, L., & Barrientos-Priego, A. F. 2001 . HISTORIA DEL AGUACATE EN MÉXICO. http://www.avocadosource.com/journals/cictamex/cictamex_1998-2001/cictamex_1998-2001_pg_171-187.pdf. (01 Diciembre 2020)
- Coria, A. V. M. 2009. Tecnología para la producción de aguacate en México. 2da. (Ed.). Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Uruapan, Michoacán, México. 222 p.
- Coria, A.V.M. 1985. Distribución y etiología del cáncer en aguacate *Persea americana* Miller en la región de Uruapan, Michoacán. Tesis profesional.

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Uruapan, Michoacán. 18 p.
- Cowan M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiol. Rev.* 12: 564-582 pp.
- Curimilma, S. 2015. Control de nemátodos de las raíces del tomate de mesa. Tesis de licenciatura. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador. 10 p.
- Daquilema Rea, J. A. 2016. Evaluación de las concentraciones de aceites esenciales de *citrus sinensis* (naranja) en la inhibición de hongos patógenos en *phaseolus vulgaris l.* (frijol canario) almacenados en las bodegas del Cantón Quevedo 2016. Tesis de licenciatura. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. 43-46 pp.
- De Cal, A. y Melgarejo, P. 2000. Momificado de los frutales de hueso. Monografía de la Sociedad Española de Fitopatología. Ed. Mundi-Prensa. 69 p.
- Den Breeÿen, A. 1993. *Histopathology of Monilinia laxa on plum fruits. Phytopathology*, 76(2), 136-139.
- Díaz de Castro, F. J.; Restrepo, M. A.; Rojas, W. 2007. Microbiología de las infecciones en plantas. Primera edición. Corporación para las investigaciones Biológicas. Medellín Colombia. 102 p.
- FAGRO. 2018. Uso y beneficios del extracto de Higuierilla. <https://fagro.mx/producto/biotika-ricinus-mexico/>. 02 Diciembre 2020.
- Fathi, Z., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Meshkatalasadat, M. H. 2012. The potential of thyme, clove, *cinnamon* and ajowan essential oils in inhibiting the growth of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructicola*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15(1), 38-47 pp.
- Fersini, A., 1975. El cultivo del aguacate. Ed. Diana. México. 74 p.

- FIRA. 2017. Panorama agroalimentario, aguacate 2017. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 21 p.
<https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=68377>
- Fulton, C.E.; Bron, A.E. 1997 Use of SSU rDNA group-I intro to distinguish *Monilinia frutícola* from *Monilinia laxa* and *Monilinia fructigena*. FEMS Microbiology letters.157p
- Galindo-Tovar M. E., N. Ogata-Aguilar, A. M. Arzate-Fernández. 2008. Some aspects of avocado (*Persea americana* Mill.) diversity and domestication in Mesoamerica. Genet Resour Crop Evol, 55, 441-450 pp.
- García Vázquez U. 2018. Evaluación de Principios Activos de Origen Botánico para el Control de Hongos y Algas de Importancia Agrícola. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 28 p.
- GARRET, S. D. 1977. Pathogenic root- infecting fungi. Cambridge press. 294p.
- Gell, I., De Cal, A., Torres, R., Usall, J., y Melgarejo, P. 2008. Relationship between the incidence of latent infections caused by *Monilinia* spp. and the incidence of brown rot of peach fruit: Factors affecting latent infection. European Journal of Plant Pathology 121:487-498 pp.
- Gimferrer N. 2008. El poder antifúngico de los aceites esenciales de cítricos. www.consumer.es/seguridadalimentaria/sociedadconsumo/2008/05/14/176888. Php
- Gómez-Sanchez I, López-Malo A. 2009. Potencial Antimicrobiano de los aceites esenciales de orégano (*origanum vulgare*) y canela (*Cinnamomum zeylanicum*). Temas selectivos de ingeniería de Alimentos. noviembre; 3(1). 33 p.
- González P. 2006. Enfermedades Del Tomate; Marchitamiento vascular del tomate. Universidad de la Republica Uruguay. Cátedra de Fitopatología.

Facultad de Agronomía. Montevideo, URUGUAY. http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/Fusarium_tom.html

- Groenewald, S. 2006. Biology, pathogenicity and diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Tesis doctoral, Universidad de Pretoria, Gauteng, Sudáfrica. 158 p.
- Guédez, C., Cañizalez, L., Avendaño, L., Scorza, J., Castillo, C., Olivar, R., Méndez, Y. y Sánchez, L. 2014. Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.). Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, 34(2), 81-87 pp.
- Guerrero, R. E.; Solís, G. S.; Hernández, C. F. D.; Flores, O. A.; Sandoval, L. V.; Jasso, C. D. 2007. Actividad Biológica in vitro de Extractos de *Flourensia cernua* D.C. en Patógenos de Postcosecha: *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. y *Penicillium digitatum* (Pers: Fr.) Sacc. Revista mexicana de fitopatología, 25(1), 48-53 p.
- Hanaa, R. F.; Abdou, Z. A.; Salama, D. A.; Ibrahim, M. A., y Srour, H. A. M. 2011. Effect of neem and willow aqueous extracts on Fusarium wilt disease in tomato seedlings: Induction of antioxidant defensive enzymes. Annals of Agricultural Sciences, 56(1), 1-7 p.
- Hernández-Crespo, J.C. 2006. SIMIL, Sistema de Información Micológica Ibérica en Línea. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Proyecto Flora Micológica Ibérica. Bol. Micol. FAMCAL 9: 99-122 pp.
- Hernández-Lauzardo, A. N., Bautista-Baños, S., Velázquez-del Valle, M. G., y Hernández-Rodríguez, A. 2007. Uso de microorganismos antagonistas en el control de enfermedades postcosecha en frutos. Revista mexicana de fitopatología, 25(1), 66-74 pp.

- INTAGRI. 2017. Antracnosis en el Cultivo de Aguacate. Serie Fitosanidad. Núm. 81. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- Jiménez, Jr V. R. 1997. Manual práctico para el cultivo del aguacatero en Cuba. ISBN 959-246-172 - 4 de http://www.avocadosource.com/international/cuba_papers/JimenezRafael.pdf. Cuba. La Habana.
- Kishore, N.; Chansouria, J.; Dubey, N. 1996. "Antidermatophytic action of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* and an ointment prepared from it". *Phytotherapy Research*, 10: 453-455 pp.
- Knight, R. J. Jr. 2002. History, distribution and uses. En: Wiley, A. W., B. Schaffer, B. N. Wolstenholme (eds.). *The avocado: botany, production and uses*. CABI, Wallingford, 1-14 pp.
- KOPPERT. 2018. Marchitez vascular: *Fusarium oxysporum*. Koppert Biological Systems. <https://www.koppert.mx/retos/control-de-enfermedades/marchitez-vascular/>
- Liberal A. D. 2016. tesis de licenciatura. Evaluación del potencial antifúngico de los aceites esenciales comerciales de Canela (*Cinnamomum verum* J. Presl) y Laurel (*Laurus nobilis* L.) En el control de *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, *Epicoccum nigrum* Link, *Curvularia hawaiiensis* Manamgoda, L. Cai, K.D. Hyde y *Aspergillus niger* van Tieghem. Universitat Politècnica De València. Valencia, España. 34 p.
- Lozada, B. S., Herrera, L. V., Perea, J. A., Stashenko, E., & Escobar, P. 2012. Efecto in vitro de aceites esenciales de tres especies de *Lippia* sobre *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans et al., agente causante de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Acta Agronómica*, 61(2), 102-110 pp.
- Lucini, E.J., Zunino, M. P., López, M.L., y Zygodlo, J.A. 2006. Effect of monoterpenes on lipid composition and sclerotial development of *Sclerotium cepivorum* Berk. *Journal of phytopathology*. 154: 441 p.

- Márquez-Martín, B.; Barceló-Muñoz, A.; Pliego-Alfaro, F. and Sánchez-Romero, C. 2012. Somatic embryogenesis and plant regeneration in avocado (*Persea americana* Mill.): influence of embryogenic culture type. *J. Plant Biochem. Biotechnol.* 21(2): 180-188 pp.
- Martínez, B.R. 1974. Compendio de enfermedades del aguacatero en la región de Uruapan, Michoacán y áreas adyacentes. Pfizer. Uruapan, Michoacán, México. 10- 11 pp.
- May de Mio, I.I. Garrido L, y Bueno, 2004. Uma visão ecológica. UFPR. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Cap. 10 169-178 pp.
- Mitidieri, M. 2006 Control de podredumbre morena en duraznero. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/prv/mm_010.htm. (consulta: 02 diciembre 2020)
- Mitidieri, M. 2012. Generación y desarrollo de tecnología para la prevención de enfermedades emergentes, cuarentenarias y limitantes en frutales. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-plan_tecnologico_regional_2009-2011_centro_regional_mi.pdf. (consulta: 02 diciembre 2020)
- Mondino, P. 2002. Manejo de la podredumbre morena del duraznero bajo producción orgánica en Uruguay. En: Producción Orgánica en Uruguay. Montevideo. 179 – 185 p.
- Morales y Ángel. P.M. E. 2007. Hongos Fitopatógenos de Importancia Agrícola. Editorial Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez” de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, México. 265 p.
- Morales-García, J. L. 2017. Enfermedades Económicas en el Cultivo del Aguacate. Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate. 04 - 07 de septiembre 2017. Intagri. Gto., México. 117 p.

- Moreno-Limón, S., A. Rocha-Estrada, M. A. Alvarado-Vázquez, M. Salgado-Mora, E.P. Pinson-Rincón. 2010. Aguacate. Variedades, cultivo y producción en Nuevo León. 1° edición. Universidad Autónoma de Nuevo León, 1-148 pp.
- Narváez Baque, F. J., Barzola Miranda, S. E., Fon-Fay Vásquez, F. M., Martínez Chávez, M. J., Neira Mosquera, J. A., & Sánchez Llaguno, S. N. 2017. Potencial antifúngico de *Citrus sinensis* y *Citrus nobilis* sobre el crecimiento de *Rhizopus stolonifer* y *Colletotrichum gloeosporioides* en papaya. Ciencia y Tecnología, UTEQ, 10(1). Sangolquí, Ecuador. 43,44 pp.
- Narváez Guerrero, S. A., y Domínguez, W. 2006. Evaluación del efecto antifúngico *in vitro* del aceite esencial de hoja de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) puro y microencapsulado. Tesis de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 18 p.
- NCBI. 2007. Identification and Characterization of *Colletotrichum* Species Associated with Bitter Rot Disease of Apple in South Korea. The National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6305169/>
- Nelson PE, Plattner RD, Shackelford DD, Desjardins AE. 1981. Production of fumonisins by *Fusarium moniliforme* strains from various substrates and geographic areas. Appl Environ Microbiol. Aug; 57(8): 2410–2412 pp.
- Nelson S. 2008. Anthracnose of Avocado. Department of Plant and Environmental Protection Sciences, University of Hawai'i at Manoa. Hawaii, E.E.U.U. 6 p
- Ogawa, Joshep M. 2000 «Plagas y enfermedades de los frutales de hueso.» Madrid: Mundi- Prensa. 8-9 pp.
- Ooi, L.; Li, Y.; Kam, S.; Wang, H.; Wong, E.; Ooi, V. 2006. Antimicrobial Activities of *Cinnamon* Oil and Cinnamaldehyde from the Chinese Medicinal Herb

- Cinnamomum cassia* Blume. The American Journal of Chinese Medicine. 34(3): 511–522 pp.
- Pita, R, Anadón, A, Martínez, L. M. 2004. Ricina: una fitotoxina de uso potencial como arma. Revista de Toxicología. Quarantine pests for Europe. CAB International Oxford, U.K. 1 p.
- Ramírez González, S. I., López Báez, O., Espinosa Zaragoza, S., Wong Villarreal, A. 2016. Actividad antifúngica de hidrodestilados y aceites sobre *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 7(8), 1879-1891 pp.
- Roca, M.M.G., Ongarelli, M.G., Davide, L.C., and Mendes, C.M.C. 2000. Ultrastructural aspects in perithecia hyphae septal pores of *Glomerella cingulata* f. sp. phaseoli. Brazilian Journal of Microbiology 31:223–225 pp.
- Rodríguez-López, E.S., González-Prieto, Juan Manuel, & Mayek-Pérez, Netzahualcoyotl. 2009. La Infección de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. en Aguacatero (*Persea americana* Mill.): Aspectos Bioquímicos y Genéticos. *Revista mexicana de fitopatología*, 27(1), 53-63 pp.
- Rodríguez-Maturino, A., Troncoso-Rojas, R., Sánchez-Estrada, A., González-Mendoza, D., Ruiz-Sanchez, E., Zamora-Bustillos, R., Aviles-Marin, M. 2015. Efecto antifúngico de extractos fenólicos y de carotenoides de chiltepín (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) en *Alternaria alternata* y *Fusarium oxysporum*. *Revista argentina de microbiología*, 47(1), 72-77 pp.
- Román Campos, J. A. 2017. Persistencia de *Monilinia fructicola* (Winter) Honey en estructuras vegetales de durazno después de la aplicación de productos fungistáticos. Tesis de licenciatura. Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrícolas Carrera De Ingeniería Agronómica. Quito, Ecuador. 3 p.
- Romero Villanueva, B. 2018. Evaluación de Extractos Vegetales en el Control de

- Hongos Fitopatógenos en el Cultivo de Jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 37 p.
- SADER. 2018. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Aguacate mexicano 2018 3 p.
- SADER. 2019. Reporte Del Mercado De Aguacate. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 13 p.
- SAGARPA. 2018. Aguacate sano para el mundo. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/aguacate-sano-para-el-mundo?idiom=es> (consulta: 02 diciembre 2020)
- SENASICA. 2018. Aguacate michoacano igual a empleo y bienestar. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/aguacate-michoacano-igual-a-empleo-y-bienestar?idiom=es>
- SENASICA. 2020. Aguacate michoacano igual a empleo y bienestar. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria <https://www.gob.mx/senasica/articulos/aguacate-michoacano-igual-a-empleo-y-bienestar?idiom=es> (consulta: 02 diciembre 2020)
- Sepúlveda S., Echeverri, R. y Rodriguez, A. 2003. *Desarrollo Rural Proyeao Pais: politicas publicas, institucionalidad e inversiones*. Ponencia presentada en el I Foro Nacional Politicas de Estado para el Desarrollo Rural. Latacunga, Ecuador. 15 p.
- SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. El aguacate de México, fruta y verdura a la vez. <https://www.gob.mx/firco/articulos/el-aguacate-de-mexico-fruta-y-verdura-a-la-vez?idiom=es> (consulta: 02 diciembre 2020)
- SIAP-SAGARPA. 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017 - 2030. Producción de aguacate. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257067/Potencial-Aguacate.pdf>

- Smith, C. E. Jr. 1969. Additional notes on Pre-Conquest avocados in Mexico. *Economic Botany*. 135-140 pp.
- Tamayo M., P. J. 2007. Enfermedades del Aguacate. Ponencia presentada en el marco del Encuentro Nacional de la Cadena Productiva del Aguacate. *Politécnica No. 4*. Medellín, Colombia. 20 p.
- Tapia, C.; Amaro, J. 2014. Género *Fusarium*. Programa de Microbiología y Micología Instituto de Ciencias Biomédicas Facultad de Medicina, Universidad de Chile, 31(1), 85-86 pp.
- Téliz O., D. 2000. El Aguacate y su Manejo Integrado. Mundi-Prensa. D. F., México. 219 p.
- Téliz, D. y Mora. 2007. El Aguacate y su Manejo Integrado. Segunda Edición. Grupo Mundial-Prensa. México, D.F. 321 p.
- Than, P.P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P.W.J., Hyde, K.D. 2008. Chili anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. *Journal of Zhejiang university Science B*. 9(10): 764-778 pp.
- Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M., Martínez-Escudero, E. 2015. Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Agronomy and crop Science*. vol 64. Num. 2195 p.
- Wilson, C. L.; El glaouth, A., Wisniewski M. E. 1999. "Prospecting in nature's store house for biopesticides. *Rev. Mex. Fitopatol.* 17: 49-53 pp.