

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Estado del Arte del Efecto Antifúngico de Extractos Vegetales para el Control de
Fusarium oxysporum

Por:

LEONID ROBINSON GUTIÉRREZ PÉREZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Estado del Arte del Efecto Antifúngico de Extractos Vegetales para el Control de
Fusarium oxysporum

Por:

LEONID ROBINSON GUTIÉRREZ PÉREZ


MONOGRAFÍA

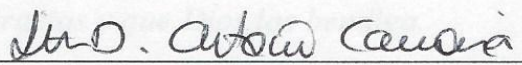
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA


Aprobada


Dr. Silvia Yudith Martínez Amador
Asesor Principal


M.C. María Teresa Ruíz De León
Coasesor


M.C. Iveth Dalila Antonio Carmona
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2015

AGRADECIMIENTO

A DIOS por permitir alcanzar una de mis metas y por darme una linda familia que me han impulsado a seguir adelante, por estar siempre a mí lado y guiarme en los momentos más difíciles que se presentan en mi vida, gracias señor.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, mi ALMA TERRA MATER Por haberme cobijado y permitir ser parte de ella y por formarme como profesionista.

Dra. Silvia Yudith Martínez Amador, por su disposición a ser el asesor principal de este trabajo; por el tiempo brindado para la revisión y realización del mismo. Por la transmisión de conocimientos, primordial en mi formación profesional. Gracias.

M.C. María Teresa Ruíz De León, por el apoyo incondicional brindado, así como por su amable atención en la revisión de este trabajo. Pero sobre todo por la paciencia con la que supo orientarme durante mi formación personal y profesional. Gracias.

M.C. Iveth Dalila Antonio Carmona, por su apoyo incondicional y disposición en la formación del comité de asesoría, y por su valiosa aportación de conocimientos y revisión del presente trabajo. Gracias.

A cada una de las personas que han intervenido en mi formación personal y profesional durante mi estancia en esta Universidad....A todos Gracias y que Dios los bendiga.

DEDICATORIA

CON TODO MI AMOR Y CARIÑO PARA MIS PADRES

Sr. GENARO GUTIÉRREZ AGUILAR

Sra. FILOMENA PÉREZ GODÍNEZ

A ti papá con todo mi amor y por ser el mejor padre, por apoyarme en mis decisiones, por el cariño que me ha brindado, por preocuparte por el bienestar de nosotros y nuestro futuro y por darnos siempre lo mejor, gracias por tus sacrificios, por tu apoyo moral y económico, siempre estarás en mi mente y corazón. Te extraño.

A ti mamá con amor y cariño, por haberme dado la vida y tu inagotable lucha y esfuerzo realizado para brindarme la oportunidad para superarme y que a pesar de la distancia siempre estas cerca de mí, gracias mamita querida. Ya que no hay mejor herencia de lo que hoy me han dado, por toda la confianza que depositaron en mí y por su gran apoyo incondicional.

GRACIAS MAMA.

GRACIAS PAPÁ.

A MI HIJO:

Alonso Fabián Gutiérrez González, el regalo más hermoso que dios me ha prestado te amo hijo.

A MIS HERMANOS:

Beltrán, Ogner, Wilder, Juanito, Pablo, Marcos, Keni, Juanita, Adriana y Rudi.

Con quienes he compartido su cariño en todos los momentos y por sus sabios consejos, que me ayudaron a culminar una etapa más de mi vida.

A MIS PRIMOS (AS).

Por el gran apoyo y cariño que siempre me brindaron. Quienes siempre tuvieron una palabra de aliento y un momento de consuelo para alentarme en cumplir mis objetivos. GRACIAS.

A MI ESPOSA.

Kari. Gracias mi vida por estar conmigo en los buenos momentos, así como en las adversidades, por el amor, ayuda, paciencia y comprensión que siempre me has brindado. GRACIAS.

A MIS CUÑADOS (AS).

Yuli y Norvin. Por sus amistades, respeto y aprecio. GRACIAS.

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Efecto del extracto de romero, sobre la inhibición micelial de <i>Fusarium oxysporum</i>	20
Cuadro 2. Porcentaje de inhibición de seis extractos acuosos en concentraciones de 5 y 10 %, sobre el crecimiento micelial de <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> y <i>Verticillium dahliae</i> , después de un período de incubación de 72 h.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Efecto del extracto de eucalipto, en etanol sobre la inhibición micelial de <i>Fusarium oxysporum</i>	18
Figura 2. Efecto del extracto de damiana, en etanol sobre la inhibición micelial de <i>Fusarium oxysporum</i>	23

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Agradecimientos.....	i
Dedicatoria.....	ii-iii
Índice de cuadros.....	iv
Índice de figuras	v
I. INTRODUCCIÓN.....	2-3
Objetivo.....	4
Justificación	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Características generales de <i>Fusarium oxysporum</i>	5
2.1.1. <i>Fusarium oxysporum</i>	5
2.1.2. Importancia.....	5
2.1.3. Características morfológicas.....	5
2.1.4 Epidemiología.....	6
2.1.5. Sintomatología.....	6
2.1.6 Ciclo de vida del hongo <i>F. oxysporum</i>	6-7
2.2. Métodos de control de <i>Fusarium oxysporum</i>	7
2.2.1 Control cultural.....	7

2.2.2. Control químico.....	8
2.2.3. Control biológico.....	8-9
2.2.4. Resistencia genética a fungicidas.....	9-10
2.3. Extractos vegetales.....	10
2.3.1. Extractos vegetales en el control de fitopatógenos.....	10
2.3.2. Metabolito secundario.....	10
2.3.3. Moléculas activas de los extractos vegetales.....	11
2.3.4. Fenoles.....	11
2.3.5. Alcaloides.....	11
2.3.6. Terpenoides.....	12
2.3.7. Quinonas.....	12
2.3.8. Taninos.....	12
2.3.9. Saponinas.....	13
2.3.10 Esteroides y triterpenos.....	13
2.4. Métodos de extracción.....	13-14
2.4.1. Consistencia de los extractos.....	14-15
2.5. Eucalipto (<i>Eucalyptus sp.</i>).....	15
2.5.1. Descripción botánica.....	15-16
2.5.2. Distribución geográfica.....	16
2.5.3. Metabolitos secundarios.....	17

2.5.4. Efecto antifúngico del extracto de eucalipto.....	17-18
2.6. Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....	18
2.6.1. Descripción botánica.....	18
2.6.2. Distribución geográfica.....	19
2.6.3. Metabolitos secundarios.....	19
2.6.4. Efecto antifúngico del extracto de romero.....	19-20
2.7. Damiana (<i>Turnera diffusa wild</i>).....	21
2.7.1. Descripción botánica.....	21
2.7.2. Distribución geográfica.....	21-22
2.7.3. Metabolitos secundarios.....	22
2.7.4. Efecto antifúngico del extracto de damiana.....	22
2.8. Hojasen (<i>Fluorensia cernua</i>).....	23
2.8.1. Descripción botánica.....	23
2.8.2. Distribución geográfica.....	24
2.8.3. Metabolitos secundarios.....	24
2.8.4. Efecto antifúngico del extracto de hojasen.....	24-26
III. CONCLUSIONES.....	27
IV. LITERATURA CITADA.....	28-39

I.INTRODUCCIÓN

Las plagas y enfermedades son un factor que disminuye la cantidad y calidad de la producción agrícola. Entre los principales agentes causantes de enfermedades se encuentran los hongos patógenos, los cuales presentan una gran variación morfológica, patogénica y de adaptación a diversas condiciones climáticas por lo que tienen la capacidad de atacar a los cultivos en sus diferentes etapas de desarrollo (Agrios, 1985).

Actualmente, el control de los patógenos que causan las enfermedades de las plantas se realiza con productos químicos, que se aplican al follaje, a la semilla y suelo. En la mayoría de los casos, los fungicidas son efectivos (Wilson, 1997; Oh y Lee, 2000), sin embargo, su uso trae como consecuencia efectos nocivos sobre el ambiente debido a su residualidad (Batra, 1982; O keeffe y Farell, 2000), lo que ocasiona que se acumule en cuerpos de agua, suelo, plantas y animales, además de que generan resistencia por parte de los fitopatógenos (Ho, 2000; Falloon *et al.*, 2000; Elad, 2000), sin olvidar el detrimento que causa en la salud humana (Kookana y Simpson, 2000; Paoletti y Pimentel, 2000). Por esta razón los científicos trabajan en el desarrollo de alternativas de control ecológico (Zavaleta, 2000). Una tendencia actual para el control de enfermedades de plantas es el uso de productos derivados de las plantas, como aceites esenciales: terpenos, lignanos, alcaloides, azúcares, esteroides, entre otros (Dixon, 2001).

El uso de extractos vegetales en el control de patógenos de plantas, es un hecho demostrado en condiciones de laboratorio (Gamboa *et al.*, 2003). Entre los extractos vegetales que han demostrado efectos en el control de enfermedades y plagas agrícolas están: *Azadirachta indica*, los cuales son utilizados para el control de artrópodos (Mordue y Nisbet,

2000); Los extractos vegetales de *Phyllanthus niruri*, han demostrado ser efectivos contra *Bipolaris maydis* y *Rhizoctonia solani* (Rodríguez y Sanabria, 2005); los de *Lippia organoides* Kunth, *Verbenaceae*, contra *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Henríquez *et al.*, 2005) y *F. oxysporum f. sp. Cúbense* (Araujo *et al.*, 2008).

El uso de extractos vegetales para el control de hongos es una alternativa que no amenaza la ecología ni la producción de los cultivos, debido a la factibilidad de la degradación de sus residuos. Dado los inconvenientes y limitaciones del uso del control químico de las enfermedades, y ante las presiones sociales de grupos ambientalistas que demandan el empleo de productos que promuevan una agricultura sustentable, es necesario que se busquen nuevas estrategias en el control de enfermedades. Entre estas alternativas se encuentran los extractos de plantas como un método de control que permite mejorar los procesos de producción de los cultivos. Debido a lo antes mencionado, y a la tendencia mundial por encontrar productos alternativos para el control de plagas y enfermedades en los cultivos, es necesario detectar y estudiar aquellas plantas que tengan un potencial de uso como agroquímicos naturales vegetales, debido a los metabolitos secundarios que biosintetizan y que tienen un efecto fungicida contra hongos fitopatógenos.

Palabras claves: Extractos vegetales, *Fusarium oxysporum*, Actividad antifúngica.

Correo electrónico: comalapa_leonid@hotmail.com

OBJETIVO

Conocer el efecto antifúngico de extractos vegetales en el control del hongo *Fusarium oxysporum*.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el gran desafío para los países ricos en biodiversidad es poder convertir y vincular el conocimiento proveniente de los recursos biológicos en procesos, métodos, compuestos, herramientas o productos útiles, como parte del aprovechamiento y la explotación sostenible de la diversidad biológica en beneficio de la sociedad y la agricultura.

II. REVISION DE LITERATURA

Características generales de *Fusarium oxysporum*.

Fusarium oxysporum.

Es la especie del género *Fusarium* más ampliamente distribuida y perjudicial a la agricultura. El jitomate, la papa, el chile, la cebolla, el tabaco, la col, el plátano, la sandía, el café, el clavel y el algodón son solo algunos de los numerosos cultivos susceptibles a este hongo (Romero, 1994).

Importancia

Varias especies de *Fusarium* de formas especiales, producen un gran número de enfermedades tales como: marchitez vascular, pudrición de la semilla y plántula (ahogamiento), pudrición de raíz, tallos inferiores, corona, tubérculos, etc., afectando a muchas plantas que pertenecen a familias muy poco emparentadas (Agrios, 2001).

Características morfológicas

F. oxysporum se caracteriza por que presenta un micelio extenso y algodonoso, frecuentemente con algunos matices rosa, púrpura o amarillos. Presenta macroconidias hialinas, fusiformes, a veces pediceladas, con una a siete sepas, conidios ramificados, en ocasiones agrupados formando esporodoquios, microconidias presentes o ausentes, clamidiosporas terminales o intercalares; produce esclerocios (Mendoza y Pinto, 1983).

Epidemiología

En cuanto a las condiciones de temperatura que el hongo requiere, este prospera óptimamente a temperaturas de 25 – 28 °C, puede crecer en un rango de temperatura que van desde 5 – 32 °C fuera de ese rango el hongo inhibe su crecimiento (Agrios, 1988; De la Garza, 1996).

Sintomatología

F. oxysporum y sus formas especiales se han caracterizado por causar síntomas como marchitez vascular, amarillamiento, pudrición de la corona y pudrición radical, el más importante de estos síntomas es la marchitez vascular (Agrios, 1988). Las nervaduras de las hojas más jóvenes se aclaran, cuando las plantas son más pequeñas y se infectan, estas se marchitan y mueren en pocos días. Las plantas mayores a veces mueren rápidamente, pero usualmente se aclaran las nervaduras, hay amarillamiento, marchitamiento de las hojas y los tallos más jóvenes se achaparran, se defolian y muere la planta (Garza, 1996).

Ciclo de vida del hongo *F. oxysporum*

Agrios (2001), cita que el patógeno inverna en el suelo en forma de micelio y en cualquiera de sus formas de esporas, pero lo hace con mayor frecuencia en forma de clamidospora. Se propaga a cortas distancias a través del agua y el equipo agrícola contaminado, y a grandes distancias principalmente por los trasplantes infectados. Es frecuente que una vez que un área haya sido infectada por *Fusarium* se mantenga así por tiempo indefinido.

Cuando las plantas sanas se desarrollan en un suelo contaminado, los tubos germinales de las esporas o el micelio penetran directamente en las puntas de las raíces o entran en estas últimas a través de heridas a nivel de la zona donde se forman las raíces laterales. El hongo se propaga intercelularmente a través de la corteza de la raíz y cuando llega a los vasos xilemáticos, entra en ellos a través de punteaduras, se mantiene entonces exclusivamente en los vasos y viaja a través de ellos, principalmente en sentido ascendente hacia el tallo y la corona de la planta. Cuando se encuentra en los vasos dicho micelio se ramifica y produce microconidios en el siguiente vaso. El micelio del hongo avanza también lateralmente en los vasos adyacentes, en los que penetra a través de punteaduras (Agrios, 2001).

Métodos de control de *Fusarium oxysporum*

Control cultural

En algunos casos, ha sido posible disminuir la enfermedad causada por *Fusarium* al incorporar suficiente cal al suelo para mantener valores de pH entre 6.5 – 7.0. Además, se ha evaluado que una fertilización nitrogenada en forma de nitratos (90 %) y amoniacal (10 %) permite un mejor control de la enfermedad (Woltz y Magie, 1975).

Mendoza y Pinto (1983), recomiendan que el método óptimo para la prevención de este hongo es tratar la semilla con agua caliente por 20 minutos a 50 °C, con lo que según ellos se elimina el patógeno y recomiendan, además, fertilizar adecuadamente y aplicar riegos para tener buena humedad en el suelo sin llegar al exceso; usar semilla sana, rotación de cultivos por tres a cuatro años, esterilización del suelo y tratar las plántulas antes del trasplante.

Control químico

Es el principal método de control que se emplea contra los microorganismos causantes de las enfermedades de las plantas cultivadas. Los productos químicos, aunque actúan rápidamente, por lo general son caros y constituyen un grupo de sustancias altamente tóxicas cuya persistencia en el medio ambiente genera graves problemas ecológicos como la contaminación de agua subterránea y la entrada en la cadena alimenticia, la cual comprende gran cantidad de los organismos, incluyendo en último término a los humanos (Cook y Backer, 1993).

A pesar de esto, los fungicidas benzimidazol, tiabendazol, metil-tiofanato y etilenbis de manganeso son los que más se emplean para el control de *Fusarium*, aunque empleándolos, los resultados son variables. También se ha observado que cuando se esteriliza el suelo, se reduce la eficacia del metil-tiofanato y etilenbis de manganeso, mientras que los resultados con el benzimidazol y tiabendazole son irregulares (Dixon, 1981).

Lo anterior es considerado un grave problema en el tratamiento de muchas enfermedades, ocasionando un incremento en la dosis de fungicida y uso de compuestos menos específicos que resultan dañinos a microorganismos benéficos para las plantas como son las micorrizas (Wilson *et al.*, 1991).

Control biológico

Es un método alternativo al uso de control químico, que se basa en el empleo de organismos o productos, con capacidad para reducir la población del agente causante de la enfermedad o evitar sus efectos (Hjeljord y Tronsom, 1998). El control biológico de las

enfermedades de las plantas puede definirse como la reducción de la densidad del inoculo o las actividades de un patógeno que causa una enfermedad, por uno o más organismos en forma natural o a través de la introducción de uno o más antagonistas (Cook y Baker, 1989).

La principal ventaja que poseen los agentes de control biológico frente a los químicos es que debido a su complejo modo de acción, resulta improbable la aparición de cepas resistentes del patógeno. El biocontrol actualmente ocupa un lugar importante en las prácticas de manejo de las enfermedades de las plantas causadas por patógenos del suelo, principalmente *Fusarium* (Herrera y Carsolio, 1998). Diferentes estudios utilizando a *Trichoderma* bajo condiciones de laboratorio muestran distintos grados de inhibición en *F. oxysporum f. sp. cucumerinum* y *F. oxysporum f. sp.* (Borda y Arbeláez, 1993; Elías *et al.*, 1993).

Resistencia genética a fungicidas

La resistencia genética que manifiestan los organismos a los productos químicos, es un efecto genético que deriva de la naturaleza intrínseca del veneno por parte de individuos de dicha población. La resistencia no se adquiere solo a algunas sustancias activas sino a todos los plaguicidas, se han reportado casos de resistencia a quimioesterilizantes, antibióticos, toxinas de bacterias, fungicidas, herbicidas, anticoagulantes y otros agentes. La resistencia a los plaguicidas es actualmente el problema principal en la producción agrícola en el ámbito mundial. Así en 1990 se había reportado 80 casos de plantas resistentes a los herbicidas y 70 casos de hongos resistentes a fungicidas entre otros casos (Bernal y Armario, 2002).

El resultado a la utilización masiva e indiscriminada de estos productos, ha incrementado la población de organismos fitopatógenos (Guerrero *et al.*, 2007). Por lo que se

debe evitar utilizar los mismos ingredientes activos para el control de las plagas y enfermedades (Alonso, 2002).

Extractos vegetales

Los extractos vegetales se han definido como un concentrado obtenido por tratamiento de productos vegetales con solventes apropiados, tales como agua, etanol o éter, de elementos solubles, constituidos por una mezcla de principios activos y sustancias inertes que se producen de la totalidad o de partes de una planta fresca o seca (Ruiz y Susunaga, 2000).

Extractos vegetales en el control de fitopatógenos

Los extractos de plantas proporcionan una fuente excelente de propiedades naturales biológicamente activos (Benner, 1943). Estos compuestos pueden eliminar varios efectos adversos causados por el uso de compuestos sintéticos debido a la rápida biodegradabilidad de los metabolitos orgánicos, ya que estos desaparecen con facilidad del medio ambiente aéreo y del suelo después de su utilización en el campo (Tanaka y Andomuro, 1993). Otra de las características de los extractos es que pueden presentar varios efectos, ya que el ingrediente activo puede tener un efecto sobre una plaga y sobre un hongo, a lo mismo que sobre una bacteria (Chávez, 2008).

Metabolito secundario

Son moléculas generadas por diversas especies vegetales. Los metabolitos son moléculas que no son necesarias para el crecimiento y la reproducción de las plantas, pero cumplen con funciones muy importantes en el reino vegetal, pueden ser una ventaja competitiva considerable sobre otros organismos (Torres, 2004).

Moléculas activas de los extractos vegetales

No todos los componentes químicos elaborados por la planta, presentan el mismo uso dentro de la fitoquímica. Los principios activos son frecuentemente alcaloides o heterosidos. Otros grupos, como los glúcidos, grasas y proteínas, tienen importancia dietética y muchos como los almidones y las gomas, se emplean en técnica farmacéutica, aunque carecen de señalada acción farmacológica. Otras sustancias como el oxalato cálcico, sílice, lignina y materiales colorantes, pueden ser materias primas coadyuvantes en diferentes procesos en la industria (Torres, 2004).

Fenoles

Son los compuestos más simples y consisten en un anillo fenólico sustituido. Algunos ejemplos los constituyen el catecol, el pirogalol y los ácidos cinámicos y cafeico. Plantas productoras de compuestos de estas características son el tomillo y la manzanilla, cuyo principio activo, la arbutina, ha sido utilizada a lo largo de los años en el tratamiento de la infección urinaria. El mecanismo parece estar relacionado con la inhibición enzimática por los compuestos oxidados, posiblemente mediante reacciones de grupos sulfhidrilo o por interacciones no específicas con proteínas (Domingo, 2003).

Alcaloides

Reciben esta denominación los compuestos nitrogenados heterocíclicos. Pertenecen a este grupo, entre otras sustancias como la morfina, la heroína y la cocaína. El mecanismo de acción de los alcaloides parece ser mediante intercalación entre la pared celular y el ADN del microorganismo (Domingo, 2003).

Terpenoides

Muchas de las plantas, deben a sus compuestos terpénicos de las esencias, sus propiedades aromáticas. Pero estas sustancias, poseen también propiedades farmacodinámicas muy variadas en relación con las diferentes funciones ligadas a su esqueleto terpénico. Algunos, son irritantes de la piel y de la mucosa. El geraniol, cineol y linalol tienen propiedades antisépticas. El ascaridol, tiene propiedades vermífugas (Torres, 2004).

Quinonas

Son anillos aromáticos con dos funciones: se ubican en la naturaleza y son causantes del color marrón que se produce en las frutas cuando son dañadas. Poseen una alta reactividad, formando complejo con los aminoácidos hidrofílicos de las proteínas, las mayorías de las veces inactivando la proteína y anulando su función. Debido a esto, el potencial antimicrobiano de este grupo es amplio (Domingo, 2003).

Taninos

Son sustancias de origen vegetal, no nitrogenadas de estructura polifenólica, solubles en agua, alcohol y acetona. Estas sustancias son de sabor astringente y tiene la propiedad común de curtir la piel, haciéndola imputrescible e impermeable al fijarse sobre sus proteínas. Constituyen un grupo de sustancias fenólicas poliméricas y se pueden dividir en hidrolizables y condensados, en función de que puedan o no ser hidrolizados. Se han descrito más de 30 taninos que pueden inhibir hongos y bacterias. (Domingo, 2003).

Saponinas

Son los componentes principales de varios extractos de plantas, tienen actividad antiprotozoaria. Las saponinas se unen al colesterol y otros esteroides de la membrana celular de los protozoos causando su inestabilidad, lisis y muerte celular (Calsamiglia, 2005).

Esteroides y triterpenos

Los compuestos esteroidales pueden interferir determinados procesos de síntesis vitales en la célula bacteriana y los triterpenos, por su parte, pueden actuar siguiendo diversos mecanismos en dependencia de su naturaleza química: los de naturaleza hidrocarbúrica, por ejemplo, tienen generalmente acción depresora sobre la tensión superficial lo cual, cuando tiene lugar en el entorno de la célula bacteriana, altera la selectividad de la membrana citoplasmática para el intercambio de sustancias. Los triterpenos de naturaleza alcohólica pueden alterar la naturaleza coloidal del protoplasma de la célula provocando su muerte (Pelczar *et al.*, 1992).

Métodos de extracción

Se deben de realizar de acuerdo a la naturaleza química de las sustancias, presentes en la planta y al propósito de la investigación. En el caso de búsqueda de sustancias para la comprobación de actividad biológica, la extracción del material vegetal debe hacerse en agua o con solución disotónica (0.9 % NaCl). Frecuentemente se usa la extracción con solventes orgánicos de bajo punto de ebullición (alcohol, acetato de etilo) y de baja reactividad. Algunas veces es conveniente desengrasar el material vegetal con éter de petróleo (extracto etéreo) o hexano. El alcohol es generalmente más eficaz para recuperar la mayoría de los metabolitos

secundarios. Los extractos son evaporados bajo presión reducida o liofilizados, en el caso de extracción con agua (Arévalo *et al.*, 1996).

Los métodos de extracción se basan en las diferentes solubilidades de los diversos compuestos encontrados en el material vegetal, así, para sustancias de baja polaridad (lípidos) se utilizan como solventes el éter de petróleo y cloroformo; para sustancias de mediana y alta polaridad el acetato de etilo, el etanol y la cetona. Las extracciones pueden hacerse por “extracción continua en Soxhlet”, en la actualidad el material seco se sitúa en una cámara central y el solvente se hace evaporar en caliente, en un recipiente inferior, el vapor del solvente asciende al condensador y gotea sobre el material vegetal. Por reflujo, el material vegetal y el solvente se colocan en un balón el cual tiene acoplado un refrigerante, se calienta el solvente se evapora y se condensa y vuelve a mezclarse con el material vegetal. Y por maceración en frío el material se mezcla con el solvente triturado continuamente en frío (Arévalo *et al.*, 1996).

Consistencia de los extractos

De acuerdo con este aspecto comúnmente los extractos se clasifican en cuatro grupos: blandos, firmes, secos y fluidos (Barreto, 1997).

Los extractos blandos tienen la consistencia de la miel espesa; algunas veces, debido a la absorción de la humedad atmosférica, presentan una consistencia menos densa. Los extractos firmes o consistente como su nombre lo indica deben tener una estrecha semejanza con la masa con la cual se fabrican o manufacturan las pildoras; deben tener la característica especial de no adherirse a los dedos. Los extractos fluidos son preparados en una forma tal que el peso del extracto corresponde exactamente al peso de la sustancia empleada, desecada al

aire y pulverizada. Los extractos secos anteriormente se les conocía con la denominación de sales esenciales. Son los extractos en los cuales el disolvente ha sido casi completamente eliminado, contiene tan solo del 5 al 8 % de agua, se reducen fácilmente a polvo y facilitan su manipulación y dosificación (Barreto, 1997).

Eucalipto (*Eucalyptus sp.*)

Descripción botánica

Los especímenes del género *Eucalyptus* se caracterizan por presentar una enorme variabilidad en tamaño, desde los pequeños arbustos llamados “mallees” o “marlocks”, hasta los grandes árboles (Penfold y Willis, 1961).

La planta presentan hojas simples, generalmente opuestas (algunas veces alternas), persistentes, coriáceas y enteras, sin estípulas y con punteaduras diáfanas, las cuales son debidas a la presencia de glándulas subepidérmicas, también encontradas sobre los tallos jóvenes, piezas florales y frutos que segregan aceites esenciales (Heywood, 1985).

Sus flores son bisexuales, regulares y suelen presentarse en inflorescencias, con frecuencia cimosas unas pocas veces racimosas y también, aunque rara vez, pueden ser solitarias. Tienen, por lo general, cuatro o cinco sépalos casi siempre libres, o a veces más o menos soldados formando una caperuza que se desprende al abrirse la flor; en todo caso, suelen ser muy reducidos o, incluso, virtualmente ausentes. Los pétalos, en número de cuatro o cinco, son libres, pequeños y redondos; los estambres son numerosos (rara vez se presentan en pequeño número) y libres u ocasionalmente dispuestos en manojos opuestos a los pétalos y con anteras versátiles; el ovario es, por lo general, ínfero con múltiples cavidades (a menudo

dos-cinco), cada una con dos o más óvulos asentados sobre placentas axilares (rara vez parietales); el estilo es largo y simple y el estigma capitado, el fruto es, generalmente, una baya carnosa, una cápsula o una nuez y las semillas presentan muy poco o nada de endospermo (Heywood, 1985; Polunin, 1977).

Distribución geográfica

Su habitat natural es el centro y las costas del Norte de Australia. Pero fue introducido y se encuentra ampliamente distribuida en África, Brasil, México, California, Hawái, India y Portugal (Duke, 1983). Hay más de 500 especies del género *Eucalyptus* que se encuentran distribuidas en bosques nativos en el Pacífico sur desde los 7° N del Ecuador en Papúa Nueva Guinea, y en Indonesia, hasta los 43° S en Tasmania, Australia (Hall *et al.*, 1975).

Actualmente el eucalipto está presente en más de 90 países, la mayoría en zonas tropicales y subtropicales, aunque existen plantaciones de gran productividad en zonas templadas de Nueva Zelanda, Chile, Argentina, Brasil, Uruguay, Sudáfrica, la Península Ibérica y Estados Unidos. La razón de esta dispersión es el gran número de especies y, por tanto, de adaptación a condiciones ecológicas diferentes (Duke, 1983).

Hoy en día, las principales especies de eucaliptos cultivadas en plantaciones son: *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. viminalis*; otras son de cultivo limitado como: *E. botryoides*, *E. cinerea*, *E. citriodora*, *E. robusta*, y *E. sideroxylon* (Golfari, 1985). Una razón del notable éxito del eucalipto como especie exótica es la adaptabilidad de sus especies a una amplia variedad de climas, desde los semidesérticos a los templados fríos (Metro, 1955).

Metabolitos secundarios

Conde *et al.* (1995) mencionan que los resultados de un estudio realizado utilizando madera de *E. globulus* para determinar polifenoles de bajo peso molecular, muestran que el contenido de fenoles es más alto en la corteza que en la madera, debiéndose esto probablemente a la alta concentración de polifenoles poliméricos como los taninos. La fracción de polifenoles contiene frecuentemente flavonoides polimerizados, también ácidogálico, ácido hexahidroxidifenico y sus derivados, según reporta Hillis (1984), quien también menciona que en *E. saligna* smith, *E. diversicolor*, *E. grandis* y *E. camaldulensis* se encuentran grandes porciones de flavonoides, con significativas cantidades de ácido elágico, metil elágico, ácido gálico y elagitaninos (Stafford Y Pazoles, 1997).

Efecto antifúngico del extracto de eucalipto.

Resultados obtenidos por Barrera y García (2008) quienes han demostrado que a concentraciones de 100, 150, 200, 250 y 300 µg/ml de extractos de eucalipto presentaron baja actividad antifúngica permitiendo un crecimiento micelial de 43, 45, 47, 48 y 47 mm siendo la mejor concentración de 100 µg/ml del extracto superando al testigo en un 14 %. Ramírez y Rodríguez (1995) dichos autores obtuvieron una inhibición del 63.8, 66.9, 68.6, 70.5 y 79.5 % empleando concentraciones de 5, 10, 15, 20 y 100 %. Murillo *et al.* (2011) demostraron que los aceites de citronelal y citronelol extraídos del eucalipto presentaron un efecto fungicida a una concentración de 3 g/l inhibiendo en un 100 % el crecimiento de *Fusarium*. Estos resultados difieren de los obtenidos por Clemente (2010) quien reporta que las concentraciones de 100, 150, 200, 250 y 300 ppm del extracto de eucalipto no tuvieron ningún efecto en la inhibición del crecimiento de *Fusarium*. Araque *et al.* (2012) demostró que el

aceite esencial de eucalipto fue efectivo al disminuir el crecimiento radial del hongo a concentraciones superiores de 1 g/l e inhibir por completo su crecimiento a 3 g/l.

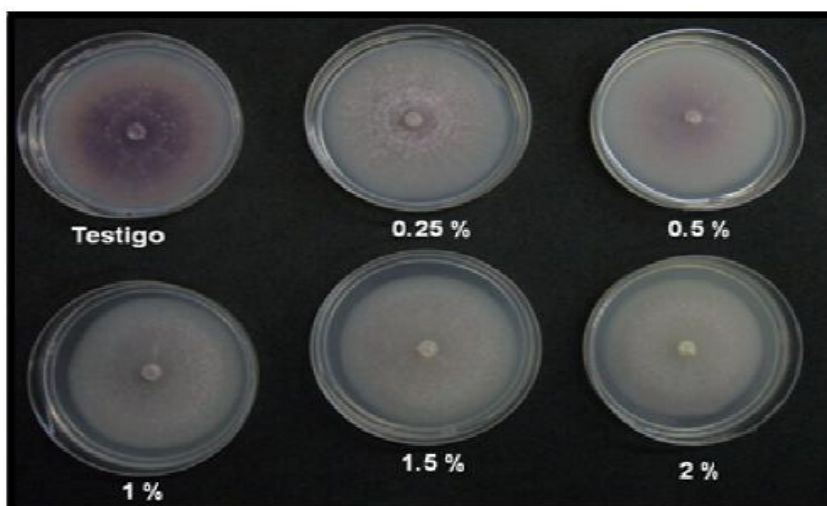


Figura 1. Efecto del extracto de eucalipto, en etanol sobre la inhibición micelial de *Fusarium oxysporum* (Ocaña, 2013).

Romero (*Rosmarinus officinalis*)

Descripción botánica

Se trata de un arbusto aromático perenne, perteneciente a la familia de las labiadas (*Lamiaceae*), caracterizado por presentar una altura cercana al metro (aunque existen pocos ejemplares que pueden alcanzar los dos); las ramas jóvenes son pubescentes y se tornan leñosas al madurar; las hojas simples, opuestas, sésiles, lineares y coriáceas, de hasta 3 cm de longitud, las flores son pequeñas bilabiadas de color azulado (rara vez rosadas), agrupadas en densos racimos axilares o terminales, haciendo su aparición desde fines de primavera hasta principios de verano (Correa y Bernal, 2001).

Distribución geográfica

El romero (*R. officinalis*) es una planta mediterránea cuyo término se deriva del griego rhops y myrinos que significa “arbusto marino” por su crecimiento cercano a las costas hasta una altura de 1,200 m. Esta planta se encuentra sobre todo en el Sur de Europa, Norte de África y Suroeste de Asia (Alonso, 2004).

En México crece y es utilizado como planta medicinal en los estados de Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tlaxcala y Veracruz (Barni *et al.*, 2009).

Metabolitos secundarios

La planta posee aceite esencial (0.5-2 %) compuestos principalmente por hidrocarburos monoterpenicos tales como el alfa-pineno (25 %), beta-pineno y canfeno; esterres terpenicos, alcanfor (10-25 %) y linalol. Terpenoides como carnosol o pricosalvina (diterpeno amargo), ácido ococeánico y rosmaridienol. Flavonoides como apigenina, diosmetina, nepritina y luteolina. Así como ácidos fenólicos (cafeico, clorogenico, labiatico y rosmarinico), colina, taraxterol, lupeol, campesterol y taninos (Correa y Bernal, 2001).

Efecto antifúngico del extracto de romero.

Resultados obtenidos por Monteiro y colaboradores (2013) quienes reportaron que a concentraciones de 250, 500, 1000 y 2000 ppm no presentan una inhibición del crecimiento de *Fusarium*, obteniendo valores estadísticamente similares a las obtenidas en el testigo. Bahraminejad y colaboradores (2011) demostraron que el extracto de romero extraído con el solvente etanol exhibe un amplio aspecto antifúngico inhibiendo el hongo *Fusarium* en un 90

% en comparación con el testigo. Cosic y colaboradores (2010) demostraron que el extracto de romero 1-8 cineole no tuvo efectos sobre el crecimiento del micelio de las especies de *F. oxysporum*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*, *F. subglutinans* y *F. verticillioides*. Martins y colaboradores (2012) demostraron que el extracto de romero no tuvo actividad antifúngica contra *Fusarium* a una concentración de 1000 µg/ml siendo estadísticamente igual con el testigo. Widmer y Laurent (2006) encontraron que el extracto foliar de *Rosmarinus officinalis* es efectivo en la reducción de la germinación de zoosporas de las siguientes especies de *Phytophthora*: *P. capsici*, *P. megakarya* y *P. palmivora* y determinaron que el ácido rosmarínico y algunos de sus derivados son los compuestos responsables de la actividad inhibitoria de la germinación de zoosporas a concentraciones de 6 g/l del extracto. Itako y colaboradores (2008) reportaron un 60 % de inhibición de la germinación de *Alternaria solani* al utilizar extracto acuoso de *R. officinalis*.

Cuadro 1. Efecto del extracto de romero, sobre la inhibición micelial de *Fusarium oxysporum* (Yomaira, 2013).

Nombre Común	Porcentaje de Inhibición (%)		
	<i>R. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>P. infestans</i>
Ajenjo	66,8 ± 28,2	17,6 ± 3,4	37,3 ± 9,4
Ají	33,0 ± 9,9	42,4 ± 47,4	32,8 ± 15,3
Ajo	80,8 ± 15,4	25,1 ± 15,0	27,5 ± 5,1
Altamisa	55,2 ± 12,6	31,8 ± 1,7	28,8 ± 14,8
Caléndula	57,9 ± 23,3	7,3 ± 10,8	35,4 ± 5,8
Cebolla Roja	38,1 ± 28,6	11,3 ± 3,3	22,8 ± 20,5
Cola de Caballo	81,9 ± 12,0	41,0 ± 10,1	25,8 ± 15,1
Hierbabuena	100,0 ± 0,5	87,4 ± 7,5	23,8 ± 10,5
Higuerilla	65,5 ± 1,4	48,5 ± 25,3	20,9 ± 3,8
Hinojo	75,9 ± 21,3	33,0 ± 13,2	23,4 ± 25,3
Manzanilla	72,9 ± 23,2	72,2 ± 0,5	22,0 ± 5,8
Menta Poleo	99,2 ± 0,0	92,8 ± 9,0	43,8 ± 23,4
Milenrama	89,7 ± 7,7	93,1 ± 3,5	36,4 ± 5,0
Ortiga	72,3 ± 16,4	29,1 ± 17,1	38,9 ± 10,3
Romero	66,1 ± 18,0	40,0 ± 23,7	4,3 ± 3,7
Ruda	99,1 ± 1,0	88,7 ± 1,0	21,8 ± 8,6
Tomillo	99,9 ± 0,8	98,6 ± 2,6	76,8 ± 31,2

La determinación de actividad fungicida está dada como medias ±S.D. (n=3)

Damiana (*Turnera diffusa* wild)

Descripción botánica

Es un arbusto caducifolio de hasta 2 m de altura; los tallos son ramosos, lisos y derechos, amarillos o pardos rojizos, con ramillas pubescentes cuando son jóvenes. Las hojas son simples, alternas o en racimos, oblongas a espatuladas, de peciolo corto, ápice obtuso a agudo, con márgenes dentados con dos a 10 dientes en cada lado, miden de 10 a 25 cm de longitud, de color verde olivo brillante, envés blanquecino y muy aromáticas. Las flores axilares son pequeñas de 8 a 12 mm, el cáliz es sésil de unos 13 mm, cinco sépalos, corola amarilla de cinco pétalos de 6 a 8 mm de longitud, cinco estambres, ovario libre unilocular, su fórmula floral es $K(5), C5, A5, G(3)$, en condiciones silvestres florece de julio a noviembre. El fruto es una capsula ovoide de 4 a 6 mm de longitud, dehiscente, trivalvar, de color café; la semilla es curva, café algunas blanquecinas o cremosas, de 2 mm de longitud y 1 mm de ancho, testa dura, con aproximadamente 850 semillas por gramo (Sandoval, 1982).

Distribución geográfica

La damiana se reporta en California, Texas, México, Las Antillas y Sudamérica. En México se localiza en los estados de Baja California Sur, San Luis Potosí, Coahuila, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Tamaulipas, Querétaro, Zacatecas y Guerrero (Alcázar, 1999). En el estado de Baja California Sur se encuentran en los tipos de vegetación matorral xerófilo y bosque tropical seco; estas comunidades vegetales se distribuyen de los 0 a 800 msnm de altitud, en clima árido a semiárido, con una temperatura media anual de 21.5 a 24 °C, precipitación media anual de 180 a 482 mm. La damiana puede encontrarse en laderas, planicies y mesetas, en pendientes no mayores al 5 %, generalmente en suelos de textura ligera

de migajón arenoso a arena migajosa, con pH ligeramente alcalino a alcalinidad alta, pobres en nitrógeno (Sandoval, 1982; Alcaraz, 1999; Ariaga y Breceda, 1999).

Metabolitos secundarios

La hoja contiene de un 0.2 a un 0.9 % de aceite volátil, 14 % de resina, 3.5 aproximadamente de tanino, 6 % de almidón y una sustancia amarga llamada damianiano (Miller, 1993). En una reciente investigación de la fitoquímica presente en esta especie se encontraron alrededor de 35 compuestos, dentro de los cuales se identificaron algunos flavonoides, terpenoides, sacáridos, fenoles y derivados cianogénicos (Zhao *et al.*, 2007).

Efecto antifúngico del extracto de damiana

Diversos estudios indican que el crecimiento del diámetro de la colonia del hongo está en función de los componentes fitoquímicos; para el caso de la damiana se reportan alcaloides, taninos, terpenos y flavonoides (Pazos *et al.*, 2009; Garza *et al.*, 2010; Kumar y Sharma, 2005). Estos componentes también han sido encontrados en otros extractos vegetales (Stauffer *et al.*, 2000; Bernal *et al.*, 2005). Otros resultados demuestran que a mayores concentraciones (5 y 10 %) se tiene un efecto de inhibición del 100 % del crecimiento micelial del hongo, así como a concentraciones de 10,000 ppm que inhiben en un 94 % el crecimiento del micelio y a 5 mg/ml se obtiene un porcentaje inhibitorio del 91 % del crecimiento del micelio (López., *et al* 2005; Bernal *et al.*, 2005 y Zamora *et al.*, 2005). Otros estudios han demostrado que entre mayor sea el porcentaje en el contenido de alcaloides en el extracto mayor será el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial del hongo. Se ha postulado que los alcaloides se intercalan con el ADN, provocando una inhibición competitiva por adhesión de proteína microbianas a los polisacáridos receptores del hospedero (Cowan, 1999).

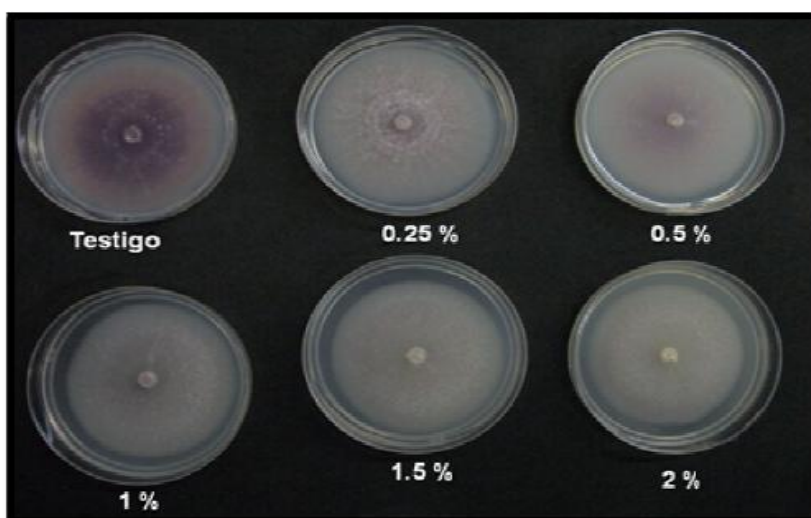


Figura 2. Efecto del extracto de damiana, en etanol sobre la inhibición micelial de *Fusarium oxysporum* (Ocaña, 2013).

Hojasen (*Flourensia cernua*)

Descripción botánica

Flouruensia cernua es un arbusto muy ramificado con una altura de hasta dos metros, que exuda una sustancia resinosa con olor a alquitrán. Con hojas alternas, compuestas de dos foliolos, elípticas a oblongas de 17 a 25 mm de largo y 6.5 a 11.5 mm de ancho, agudas a ambos lados, has verde oscuro y a veces resinoso, envés más pálido y peciolo de 2 a 2.5 mm (Correl y Johnston, 1970). La planta tiene ramas delgadas, resinosas, color café a gris. Las flores son cabezuelas en corimbos o panículas y presentan de 12 a 20 flores por cabezuela (Vines, 1960). El fruto es un aquenio de 6 mm de largo y 2 mm de ancho, lateralmente comprimido, ápice muy veloso y de 2 a 4 aristas desiguales y ciliadas de 2 a 3 mm de largo, casi obscurecidas por los pelos largos del cuerpo del aquenio (Benson y Darrow, 1981).

Distribución geográfica

El hojaseñ es ecológicamente dominante y ampliamente distribuida en las zonas semiáridas de los desiertos Sonorense y Chihuahuense del Norte de México (Granados *et al.*, 2011), así como en el desierto Mojave en la zona árida de California y Suroeste de Estados Unidos (Rundel *et al.*, 1994). Se estima que el 25 % de los 500,000 km² del desierto Chihuahuense están cubiertos con estos arbustos del semidesierto (Hernández *et al.*, 2008).

En México se encuentra en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas (Briones y Villareal, 2001). Se encuentra en altitudes que van de los 1000 a 2000 metros sobre el nivel del mar (Gay *et al.*, 1970).

Metabolitos secundarios

Los principales componentes identificados en el extracto etanólico de *Flourensia cernua* fueron, flourensadiol (44.6 %), alcohol de artemisia (5.5 %), viridiflorol (2 %) y borneol (2 %) (Téllez *et al.*, 1997). Wall *et al.* (1961) encontraron escasas cantidades de alcaloides en hojas, ramas y flores. Jones y Earle (1966) reportaron que las semillas de hojaseñ, contiene 16.25 % de proteína, 6.6 % de aceite además de presencia de taninos.

Efecto antifúngico del extracto de hojaseñ

Los extractos de las hojas de *Flourensia Cernua* presentaron actividad fungicida *in vitro* con una concentración de 1,000 mg Γ^{-1} sobre *Rhizoctonia solani*, *Pythium sp* y *Fusarium oxysporum* (Saeedi y Maldonado, 1982). El uso de *Flourensia cernua* en el cultivo de papa en el sureste del estado de Coahuila provocó inhibición sobre el complejo de hongos que

ocasionan fusariosis (*Fusarium sp*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora infestans*), (Castro, 1985).

López *et al.* (2005) evaluaron el efecto inhibitorio de los extractos acuosos de ajo, gobernadora, hojasen, clavo, canela y mango sobre el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Verticillium dahliae*. Los extractos de ajo mango y hojasen tuvieron un importante efecto inhibitorio. Aunque significativamente menor al de canela y gobernadora sobre *R. solani*. Además con respecto a concentraciones y periodos de incubación, se observó que después de 72 horas, el hojasen mantuvo el mismo efecto moderado en las concentraciones y al igual que el extracto de mango a la concentración de 5 % fue estadísticamente inferior al tiabendazol y resto de los extractos. Todos los extractos mostraron la tendencia a incrementar su efecto inhibitorio con el aumento de la concentración dentro del mismo periodo de incubación y a reducirlo al incrementar el periodo de incubación dentro de la misma concentración.

Cuadro 2. Porcentaje de inhibición de seis extractos acuosos en concentraciones de 5 y 10 %, sobre el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* y *Verticillium dahliae*, después de un período de incubación de 72 h (Alfonso *et al.*, 2005).

Extractos	<i>R. solani</i>		<i>Fol</i>		<i>V. dahliae</i>	
	Concentración 5%	Concentración 10%	Concentración 5%	Concentración 10%	Concentración 5%	Concentración 10%
Ajo	98.0 a ²	100 a	68.5 c	69.8 d	93.2 b	100 a
Gobernadora	100 a	100 a	87.5 b	96.2 a	73.3 d	93.0 b
Hojasen	65.0 c	65.0 b	53.8 d	71.6 c	39.0 f	59.0 d
Clavo	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Canela	100 a	100 a	51.0 d	74.4 c	50.6 e	84.0 c
Mango	75.0 b	100 a	69.6 c	78.5 b	50.0 e	94.6 b
Tiabendazol	100 a	100 a	100 a	100 a	90.0 c	85.0 c
PDA	0.0 d	0.0 c	0.0 e	0.0 e	0.0 g	0.0 e
DMS	3.8	3.9	4.3	4.1	4.0	4.2

Ventura *et al.* (2006) reportaron que el extracto de hojasesen fue eficaz contra algunos hongos importantes *Penicillium purpurogenum*, *Fusarium sp*, *Alternaría alternata*, *Rhizoctonia solani* y *Aspegillus flavus*. Asi mismo la dosis de 2000 ppm inhibió el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* en un 95.9 % (Solís *et al.*, 2005).

III. CONCLUSIONES

Los extractos vegetales son una fuente que permiten disponer de un producto natural e inocuo al humano para el manejo de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos.

La recopilación realizada permitió conocer algunas de las potencialidades y principios activos de los extractos vegetales para el control de enfermedades que afectan la economía de los agricultores.

IV. LITERATURA CITADA

1. Alcaraz, L. 1999. Estudio de las condiciones para la micropropagación de Damiana (*Turnera diffusa*). Tesis de Doctorado (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 109 Pp.
2. Alfonso, López., Sandra, L., Mario, B. y Sergio, H. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum schlechtend. f. sp. lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb. Mediante extractos vegetales acuosos. Revista Mexicana de Fitopatología. 23(2): 8 Pp.
3. Yomaira, U. 2013. Bioactividad de hidrosoles, aceites esenciales y mezclas de extractos de especies vegetales para el control de *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora infestans* y *Fusarium oxysporum* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Tesis de Maestría. Universidad de la Sabana. Chia Cundinamarca. 191 Pp.
4. Alonso, J. 2004. Tratado de fitofármacos y nutraceuticos, 2a. ed., Corpus. Buenos Aires. 545 Pp.
5. Alonso, A. 2002. El cultivo de la papa. Editorial mundi-prensa. España. 229 Pp.
6. Agrios, G. 2001. Fitopatología. Ed. Noriega. México. 838 Pp.
7. Agrios, N. 1985. Fitopatología. Ed. Limusa. México, D. F. 756 Pp.
8. Araque, P., Murillo, W. y Peláez, C. 2012. Actividad fungicida e insecticida de emulsiones en agua/aceite de mezclas de extractos de *Nicotiana tabacum*, *Azadiractha indica* y *Eucalyptus tereticornis*. Información Tecnológica. 23(1): 139-152 Pp.
9. Araujo, D., Rodríguez, D. y Sanabria, M. 2008. Respuesta del hongo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*, causante del mal de Panamá, a algunos extractos y fungicidas. Fitopatología Venezolana. 21: 2-8 Pp.

10. Arévalo, A., Myriam, E. y Alexandra, R. 1996. Determinación de la actividad antimicrobiana (bacteria, hongos y levaduras) de algunas especies de *Espeletias* encontradas en el paramo de Guasca. Carrera Bacteriología. Facultad de Ciencias Básicas. Trabajo de Posgrado. Bogotá. 14-25 Pp.
11. Arriaga, C. y Breceda, S. 1999. Tropical dry forest of the cape region of the Baja California Peninsula. In: Folliott, F.P. and A. Ortega R. (eds). Ecology and management of forests, woodlands and shrublands in the dryland regions of the United States and Mexico: Perspectives for the 21st century. University of Arizona Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.USDA Forest Service. Mexico. 121:151 Pp.
12. Benner, J. 1993. Pesticidal compounds from higher plants. Pest. Sci. 39:95-102 Pp.
13. Benson, T. y Darrow, R. 1981. Trees and shrubs of the southwestern deserts. University of Arizona Press. Tucson, Arizona. U.S.A. 416 Pp.
14. Barreto, B. 1997. Efectos antimicrobianos del diente de león sobre *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* causantes de enfermedades de la piel. Facultad de Ciencias Básicas. Trabajo de posgrado. Bogotá. 9-29 Pp.
15. Briones, Q. y Villareal, Q. 2001. Vegetación y flora de un ecotono entre las provincias del altiplano y de la planicie del noroeste de México. Acta. Bot. Mex. 55: 39-67 Pp.
16. Batra, S. 1982. Biological control in agroecosystems. Science. 215: 134-139 Pp.
17. Bahraminejad, S., Abbasi, S. y Fazlali, M. 2011. In vitro antifungal activity of 63 Iranian plants species against three different plant pathogenic fungi. African Journal of Biotechnology. 10 (72): 161-162 Pp.
18. Bernal, A., Zamora, J., Virgen G. y Nuño, R. 2005. Actividad biológica in vitro de extractos de *Lipinus sp.* Sobre hongos fitopatógenos. Redalyc. 23(2):140-146 Pp.

19. Barrera, L. y García, L. 2008. Actividad antifúngica de aceites esenciales y sus compuestos sobre el crecimiento de *Fusarium sp.* Aislado de papaya (*Carica papaya*). Revista UDO Agrícola. 8 (1): 33-41 Pp.
20. Barni, M., Fantanals, A. y Moreno, S. 2009. Estudio de la eficacia antibiótica de un extracto etanólico de *Rosmarinus officinalis* L., contra *Staphylococcus aureus* en dos modelos de infección en piel de ratón. Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas. Sociedad Latinoamericana de Fitoquímica. 8(3): 219-233 Pp.
21. Bernal, C y Armario, A. 2002. Impacto social de los usos de plaguicidas en el mundo. Congreso internacional virtual agropecuario. UNAM.
22. Borda, F. y Arbelaez, G. 1993. Determinación de antagonismo del aislamiento T95 de *Trichoderma harzianum* sobre *Fusarium oxysporum f. sp. Cucumerium* en plantas de pepino cohombro. Agronomía Colombiana.10:45-52 Pp.
23. Chávez, B. 2008. Boletín; Extractos vegetales con efecto fungicida, insecticida o nematocida. Misterios de agricultura y ganadería. Agencia de servicios agropecuarios de Coronado.146 Pp.
24. Calsamiglia, S. 2005. Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero. XXI curso de especialización FEDNA. Universidad Autónoma de Barcelona.
25. Correl, D. y Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Ranner. Texas. 1881 Pp.
26. Castro, R. 1985. Evaluación de *Flourenzia cernua* sobre hongos causantes del damping off. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mexico.120 Pp.

27. Conde, E., Cadahia, E., García, M y Tomas, F. 1995. Low molecular weight polyphenols in wood and bark of *Eucalyptus globulus*. Wood and Fiber Science. 27 (14): 379-383 Pp.
28. Cook, R. y Baker, K. 1993. The nature and practice of biological control of plant pathogens. 58: 142-152 Pp.
29. Cook, R. y Baker, K. 1989. The nature and practice of biological control of plant. Pathogens. The American Phytopathological Society. USA. 30-82 Pp.
30. Correa, Q y Bernal, H. 2001. Especies vegetales promisoras de los países del convenio: Baccharis. Bogotá. SECAB. Ciencia y Tecnología. 170-236 Pp.
31. Cosic, J., Vrandecic, K., Postic, J., Jurkovic, D. y Ravlic, M. 2010. In vitro antifungal activity of essential oils on growth of phytopathogenic fungi. Poljoprivreda. 16 (2): 25-28 Pp.
32. Cowan, M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. Journals. 13(4): 564-582 Pp.
33. Dixon, G. 1981 Vegetable crop disease. AVI Publishing. Co. New Cork, Con. USA. 571 Pp.
34. Domingo, D. 2003. Plantas con actividad antimicrobiana. Rev. Esp. Quimioterapia España. 16(4): 385-393 Pp.
35. Duke, J. 1983. Handbook of energy crops un published.
36. Elad, Y. 2000. *Trichoderma harzianum* T39 preparation for biocontrol of plant diseases-control of *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Cladosporium fulvum*. Biocontrol Science and Technology. 10: 499-507 Pp.
37. Elias, R., Arcos, O. y Arbelaez, G. 1993. Estudio del antagonismo de *Trichoderma* aisladas de suelos Colombianos en el control de *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*. Agronomía Colombiana. 10:52-61 Pp.

38. Falloon, R., Follas, G., Butler, R. y Goulden, D. 2000. Resistance in *Peronospora viviae* to phenylamide fungicides: reduced efficacy of seed treatments of pea (*Pisum sativum*) and assessment of alternatives. *Crop Protection*. 19: 313-325 Pp.
39. Gamboa, R., Hernández, F., Guerrero, E., Sánchez, A. y Lira, R. 2003. Inhibición del crecimiento micelial de *Rhizoctnia solani* kuhn y *Phytophthora infestans* mont. (De bary) con extractos vegetales metanolicos de hojasesn (*Flourensia cernua* D.C.). *Redalyc*. 21(1): 13-18 Pp.
40. Garza, A., Pérez, J., Salazar, R., Salazar, M. Y Waksman, N. 2010. Desarrollo y validación de métodos analíticos para estandarización de fitofármacos con *Turnera diffusa* (Damiana). *Redalyc*.13 (4): 397-404 Pp.
41. Garza, G. 1996. Fitopatología general. Ed Universidad Autónoma de Nuevo León. 513 Pp.
42. Golfari, L. 1985. Distribución regional y condiciones ecológicas de los eucaliptos cultivados en la Argentina. problemas inherentes. Publicación técnica nº 1 CIEF. 56 Pp.
43. Gay, C., Dwyer, D., and Steger, R. 1970. New Mexico range plants. Circ. No. 374. New Mexico. State Univ. Unites States of America. 85 Pp.
44. Guerrero, R., Solís, G., Hernández, D., Flores, A., Sandoval, L y Jasso, C. 2007. Actividad biológica in vitro de extractos de *Flourensia Cernua* D.C. en patógenos de poscosecha: *Alternaria alterna*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Penicillium digitatum*. *Revista Mexicana De Fitopatología*. 25:48-53 Pp.
45. Granados, S., Sánchez, G., Granados, V. y Borja, D. 2011. Ecología de la vegetación del desierto Chihuahuense. *Rev. Chap*. 17:111-130 Pp.

46. Hall, N., Johnston, R. y Chippendale, G. 1975. Forest trees of Australia. Canberra, Australia, Department of Agricultura Forestry and Timber Bureau. 334 Pp.
47. Hernández, M., Goettsch, B., Gómez, H. y Arita, T. 2008. Cactus species turnover and diversity along a latitudinal transect in the Chihuahuan desert region. *Biodiv. Cons.* 17:703-720 Pp.
48. Herrera, E. y Casorli, C. 1998. Medio ambiente, control biológico y hongos paracitos. *Avances y perspectivas.* 17:195-205 Pp.
49. Henríquez, L., Rodríguez, M., Sanabria, E. y Crescente, O. 2005. Inhibición del crecimiento micelial in vitro de *Fusarium oxysporum f sp lycopersici* con extractos de *Opuntia sp.* *Lippia origanoides* y *Crotonrha mnifolius*. *Saber.* 17: 133-134 Pp.
50. Hjeljord, L. y Tronsom, A. 1998. *Trichoderma* and *Gliocadium* in biological control: an overview. *London.* 2:131-152 Pp.
51. Heywood, V. 1985. Las plantas con flores. Editorial Reverté S.A. Barcelona. 157 Pp.
52. Hillis, W. 1984. Distributions properties and formations of some wood stability. *Wood Sc Technol.* 5: 272-289 Pp.
53. Ho, C. 2000. Spider-mite problems and control in Taiwan. *Experimental y Applied Acarology.* 24: 453-462 Pp.
54. Itako, A., Schwan, J., Júnior, J. Stangarlin. y Cruz, M. 2008. Atividade antifúngicae protecao do tomateiro por extratos de plantas medicinais. *Tropical Plant Pathology.* 33:241-244 Pp.
55. Jones, Q. y Earle, F. 1966. Chemical analysis of seed II: Oil and protein content of 759 species. *Econ. Bot.* 20:127-155 Pp.
56. Kookana, R. y Simpson, B. 2000. Pesticide fate in farming systems: research and monitoring. *Communications in Soil Science y Plant Analysis.* 31: 164-165 Pp.

57. Kumar, S. y Sharma, A. 2005. Anti-anxiety activity studies on homoeopathic formulations of *Turnera aphrodisiaca* ward. Oxford University Press. 2 (1):117-119 Pp.
58. López, A., López, S., Vázquez, M., Rodríguez, S., Mendoza, M. y Padrón, E. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum schlehtend. f. sp lycopersici* (Sacc). Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* kuhn y *Verticillium dahliae* kleb. Mediante extractos vegetales acuosos. Redalyc. 23(2): 183-190 Pp.
59. López, B., López, S., Vázquez, B. y Rodríguez, H. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia Solani* y *Verticillium dahliae*. Mediante extractos vegetales acuosos. Revista Mexicana de Fitopatología. 23: 183-190 Pp.
60. Martins, M., Tinoco, M., Almeida, A. y Cruz, M. 2012. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of three essential oils from Portuguese flora. Journal of Pharmacognosy. 3: 39-44 Pp.
61. Mendoza, Z. y Pinto, C. 1983. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma de Chapingo. 311 Pp.
62. Monteiro, F., Ferreira, L., Silva, J., Pacheco, L. y Souza, P. 2013. Influence of plant extracts and essential oils against Panama disease (*Fusarium oxysporum. sp. cubense*) in banana seedlings. Journal of Agricultural Science. 5(4):12 Pp.
63. Metro, A. 1955. *Eucalypts* for planting. FAO forestry and forest products studies. Rome. 11 Pp.
64. Miller, R. 1993. El Uso Mágico y ritual de las hierbas. Edit Gandi. 176 Pp.
65. Mordue, A. y Nisbet, A. 2000. *Azadiracht* in from the Neem Tree *Azadirachta indica*: it's action against insects. Scielo. 29(4): 615-632 Pp.

66. Murillo, W., Acevedo, J. y Peláez, C. 2011. Actividad antimicótica del aceite esencial a partir de *Eucalyptus tereticornis* sobre el hongo patógeno *Fusarium oxysporum*. Revista Cubana de Farmacia. 5(2):264-274 Pp.
67. Oh, H. y Lee, Y. 2000. A target-site-specific screening system for antifungal compounds on appressorium formation in *Magnaphorthe grisea*. Phytopathology. 90: 116-116 Pp.
68. O'Keeffe, M y Farrell, F. 2000. The importance of chemical residues as a food safety issue. Irish Journal of Agricultural y Food Research. 39: 257-264 Pp.
69. Paoletti, M., y Pimentel, D. 2000. Environmental risks of pesticides versus genetic engineering for agricultural pest control. Journal of Agricultural y Environmental Ethics. 12:279-303 Pp.
70. Pazos, D., Garduño, L., Jiménez, F. y Cruz, M. 2009. Efecto Hipolipidemico de damiana. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. 11 Pp.
71. Pelczar, M. 1992. Microbiología. Editorial pueblo y educación. La Habana. 664 Pp.
72. Penfold, A. y Willis, J. 1961. The *Eucalypts*. Botany, cultivation and utilization. Leonard Hill, London. 35 Pp.
73. Polunin, O. 1977. Guía de campo de las flores de Europa. Editorial Omega. Barcelona. 157 Pp.
74. Ramírez, W. y Rodríguez. 1995. Evaluación del extracto de eucalipto (*Eucaliptus globulus* labill) en el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. dianthi. En clavel (*Dianthus caryophyllus*). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencia Agropecuarias. Colombia. 92 Pp.
75. Romero, C. 1994. Hongos fitopatógenos. Ed Universidad Autónoma Chapingo, México. 347 Pp.

76. Rodríguez, D. y Sanabria, M. 2005. Efecto del extracto de tres plantas silvestres sobre la rizoctoniosis, la mancha sureña del maíz y los patógenos que la causan. *Interciencia*. 30 (12): 739-744 Pp.
77. Ruiz, G. y Susunaga, S. 2000. Actividad antimicrobiana presente en partes aéreas de las especies *Bursera simaoruba* y *Bursera graveolens* (Burseraceas). Frente a microorganismos como: *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride* y *Botrytis cinerea*. Microbiología industrial. Facultad de Ciencias, Departamento de Microbiología. Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo de posgrado. Bogotá. 40 Pp.
78. Rundel, P., Rosul, S. y González, C. 1994. Resource availability and hervvory in *Larrea tridentata*. In: M. Arian outsoy and R.H Graves. (Eds). Plant-animal interactions in mediterranean type ecosystems. Kluwer Academic Publishers. Netherl. 114-115 Pp.
79. Sandoval, G. 1982. La damiana (*Turnera diffusa* Willd.). Una Revisión bibliográfica y experiencias en su aprovechamiento e inducción al cultivo. Tesis Profesional (Ing. Agrónomo Especialista en Fitotecnia). Universidad Nacional Autónoma de Chapingo. México. 205 Pp.
80. Seedi, G. y Maldonado, R. 1982. Potencial de la flora de las zonas áridas. En: Ciencia y desarrollo. Editorial Conacyt México. 47:98-110 Pp.
81. Solís, G., Galván, C. Hernández, C., Guerrero, R. y Jasso, C. 2005. Actividad biológica de extractos de hojaseñ sobre los patógenos del suelo *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*. Memorias XXXII Congreso Nacional de Fitopatología. VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua. Chihuahua, Mexico. Resumen.C-43.

82. Stafford, A y Pazoles, C. 1997 Harvessing phytochemical diversity for drug discovery: The phytera approach. Edit. Stephen Wrigley and Co. The Royal Society of Chemistry. 17 Pp.
83. Stauffer, A., Orrego, A. y Aquino, A. 2000. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida. Revista de Ciencia y Tecnología, Dirección de Investigaciones (UNA). 1 (2): 29-33 Pp.
84. Tanaka, Y. y Andomuro, S. 1993. Agroactive compound of microbial origin. Annu. Rev. Microbial. 47:57-87 Pp.
85. Tellez, M., Estell, R., Fredrickson, E. and Havstad K. 1997. Essential oil of *Flourensia cernua*. Essent. Oil Res. 9: 619-624 Pp.
86. Torres, C. 2004. Investigación en la transformación secundaria de frutos, Tubérculos, flores, hojas, o tallos de especies pertenecientes a ecosistemas Andinos. Informe Tecnico. Jardín Botánico. Bogota. 2-14 Pp.
87. Vines, R. 1960. Trees shrubs and Woddy Vines of the south west. University of Texas Press. Austin. Texas. 1104 Pp.
88. Ventura, S., Saucedo, P., Belmares, C., Aguilera, C., Heredia, N. and Aguilar, C. 2006. New effectives of control of bacterial and fungal food borne pathogens. International Congress on Food Safety. Universidad Autonoma de Nuevo Leon. Monterrey, NL. Mexico.
89. Wall, C., Garvin, J., William, J., Jones, Q. and Schubert, B. 1961. Survey of plants for steroidal sapogenins and other constituents. J. Pharm Sci. 50:1001-1043 Pp.
90. Widmer, T. y Laurent, N. 2006. Plant extract containing caffeic acid and rosmarinic acid inhibit zoospore germination of *Phytophthora* sp. Pathogenic to The obromacacao. European Journal of Plant Pathology. 115: 377-388 Pp.

91. Wilson, M. 1997. Biocontrol of aerial plant diseases in agriculture and horticulture: current approaches and future prospects. *Journal of Industrial Microbiology y Biotechnology*. 19: 188-191 Pp.
92. Wilson, C., Wisniewki, M., Biles, C., Mcaughlin, R., Chalutz, E. y Droby, S. 1991. Biological control of post-harvest diseases of fruits and vegetables: alternatives to synthetic fungicides. *Crop protection*. 10: 172 Pp.
93. Woltz, S. y Magie, R. 1975. Gladiolus *Fusarium* disease reduction by soil fertility adjustment. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.* 559-562 Pp.
94. Zamora, J., Bernal, A., Ruiz, M., Soto, M., Escalante, A. y Vibrans, H. 2005. Perfil de alcaloides de semillas de *Lipinus exaltatus* zucc. (Fabáceae) y la evaluación antifúngica del extracto alcaloideo y lupanina contra fitopatógenos. *Redalyc*. 23(2): 124-129 Pp.
95. Zhao, J., Pawar, R., Ali, Z. y Khan, I. 2007. Phytochemical investigation of *Turnera diffusa*. *J Nat Prod*. 70: 289–292 Pp.
96. Zavaleta, E. 2000. Alternativas del manejo de las enfermedades de las plantas, Terra. México. 17:202-217 Pp.