

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO PARASITOLOGÍA



Evaluación de Efectividad Biológica de Extractos de Nogal *Carya illinoensis* Koch,  
para el Control de Hongos del Suelo *Rhizoctonia solani* Kühn y *Fusarium oxysporum*  
Schlechtend *in vitro*

Por:

**EMILIA MARENY ZUNÚN CIFUENTES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación de Efectividad Biológica de Extractos de Nogal *Carya illinoensis* Koch,  
para el Control de Hongos del Suelo *Rhizoctonia solani* Kühn y *Fusarium*  
*oxysporum* Schlechtend *in vitro*

Por:

**EMILIA MARENY ZUNÚN CIFUENTES**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada:

Dr. Melchor Cepeda Siller

Asesor Principal

  
Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

Coasesor

  
Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara

Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** por darme la oportunidad de existir y concluir una etapa más en la vida, por guiarme en el mejor camino y que nunca me abandono en los momentos difíciles.

**A Mi Alma Terra Mater** por darme cobijo durante estos cuatro años, formándome como profesionista y siempre estaré agradecida porque abrió sus puertas para cumplir uno de mis más grande sueños.

**Al Dr. Melchor Cepeda Siller** por el apoyo incondicional y comprensión que me brindó para realizar este trabajo, por sus sabios consejos y por dedicar su valioso tiempo en la revisión de este trabajo.

**A la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda** gracias por aceptar y formar parte de este trabajo para la aportación de sus conocimientos y por los consejos que siempre tomare en cuenta.

**Al Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara** por apoyar en las revisiones y correcciones de éste trabajo, gracias por todos sus consejos que me seguirán sirviendo para ser mejor persona.

**A la M.C. Catalina Chávez Betancourt** gracias por el apoyo y amistad brindada, por estar pendiente de que nada hiciera falta para realizar este proyecto.

**T.A Silva Ovalle Nava y T.A Cristina Sánchez Flores** por la amistad, apoyo y tener la paciencia para realizar los trabajos en el laboratorio.

**A todos los Profesores del Departamento de Parasitología**, por brindar todos sus conocimientos, sus experiencias, consejos y por todas las herramientas necesarias para poder formarnos como profesionistas.

**A la empresa FITOKIMICA INDUSTRIAL DE MEXICO S.A de C.V.** por abrir sus puertas y depositar su confianza en mi persona, al mismo tiempo por el apoyo para este proyecto.

## **DEDICATORIA**

***A mis padres:***

***Ricardo Zunún Gutiérrez***

***Y***

***Audelina Cifuentes Hernández***

Por apoyarme a culminar una etapa más en mi vida, por sus sabios consejos y por darme su confianza, por el apoyo moral y económico, por apoyarme en todo momento y también por enseñarme a luchar y que nunca hay que darse por vencido, son los padres más maravillosos. Los amo.

***A mis hermanos:***

***Damaris, Abdías (+), Rolfi y Ricardo:***

Por el apoyo moral e incondicional para terminar una etapa más en la vida, por estar siempre unidos en los momentos más felices y difíciles, aunque uno de ellos ya no está con nosotros, seguirás siendo un gran ejemplo y sabemos que desde allá arriba nos cuidas, siempre te vamos a recordar con mucho cariño. Los quiero.

***A mis abuelos:***

***Fermina, Martina y Jacinto:***

Por todos sus consejos y por todas sus bendiciones en todo momento.

***A mis cuñados:***

***Clari Arriaga y Rafael Morales:***

Por el apoyo moral y su gran amistad.

***A mis sobrinos:***

***Manuel y Kenet Zunún Arriaga:***

Por llegar en un momento difícil para la familia y convertirse en una gran bendición y ser la alegría de todos y por todos aquellos momentos felices que hemos pasado. Los adoro.

***A mis compañeros de la generación CXVI:***

Por haberlos conocido, por compartir su amistad y pasar momentos agradables durante el transcurso de la carrera.

***A mis amigos:***

***Edith Rivera Escobar, Miguel García Calvario, Gema López Pérez y Kennia Moreno Ramírez:***

Por su apoyo en todo momento, porque siempre estuvieron disponibles para ayudarme cuando más lo necesitaba.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo.....	4
Hipótesis .....	4
Justificación .....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
El Nogal <i>Carya illinoensis</i> Koch .....	5
Origen.....	5
Principales Estados productores de Nogal en México.....	5
Aspectos generales del nogal pecanero .....	6
Clasificación taxonómica .....	6
Descripción botánica.....	6
Árbol .....	7
Raíz.....	7
Tronco y ramas.....	7
Hojas.....	7
Flores.....	8
Frutos.....	8
Aspecto natural del nogal .....	9
Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos.....	9
Temperatura.....	9
Hídricos .....	10
Suelo.....	10
Luz.....	11
Extractos Vegetales.....	11
Antecedentes de los extractos vegetales.....	12
Compuestos químicos presentes en los extractos.....	13
Importancia de los extractos vegetales .....	13
Características de los Hongos del Suelo .....	14
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.....	14
Ubicación taxonómica .....	15

Ciclo biológico.....	15
Infeción .....	16
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlechtend.....	17
Características generales .....	17
Importancia .....	18
Ubicación taxonómica .....	18
Biología.....	18
Morfología .....	19
Ciclo de la enfermedad .....	19
Síntomas .....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Ubicación del experimento .....	21
Obtención de los hongos.....	21
Obtención de los extractos de nogal .....	21
Incrementación de las cepas de los hongos .....	21
Preparación del medio PDA .....	22
Preparación del medio envenenado.....	22
Vaciado de cajas .....	23
Siembra de hongos.....	23
Medición del crecimiento de los hongos .....	23
Método .....	23
Experimento I.....	24
Selección de tratamientos .....	24
Experimento II.....	24
Evaluación del extracto 2c.....	24
Experimento III.....	25
Evaluación de tratamientos puros de <i>C. illinoensis</i> .....	25
Toma de datos .....	26
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	27
Experimento I.....	27
Selección de tratamientos .....	27
Experimento II.....	30
Evaluación del tratamiento 2c .....	30
Experimento III.....	34

Evaluación de tratamientos puros de <i>C. illinoensis</i> .....	34
CONCLUSIONES .....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39



## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Principales Estados productores de Nogal en México.....	5
2	Tratamientos de <i>Carya illinoensis</i> .....	24
3	Diferentes dosis a evaluar del extracto 2c.....	25
4	Tratamientos puros de <i>C. illinoensis</i> .....	25
5	Comparación de tratamientos evaluados para <i>Rhizoctonia solani</i> .....	27
6	Comparación de tratamientos evaluados para <i>Fusarium oxysporum</i> .....	29
7	Comparación de dosis del extracto 2c evaluados para <i>R. solani</i> .....	31
8	Comparación de dosis del extracto 2c evaluados para <i>F. oxysporum</i> .....	32
9	Comparación de tratamientos puros de <i>Carya illinoensis</i> evaluados en <i>R. solani</i> .....	34
10	Comparación de tratamientos puros de <i>C. illinoensis</i> evaluados sobre <i>F. oxysporum</i> .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ciclo biológico de <i>Rhizoctonia solani</i> .....	16
2	Ciclo de vida de <i>Fusarium</i> sp.....	20
3	Preparación de medios de cultivo en PDA.....	22
4	Preparación del medio envenenado.....	22
5	Comparación del crecimiento de los hongos en relación con el testigo.....	23
6	Efectos de tratamientos sobre el crecimiento de <i>R. solani</i> .....	28
7	Efecto de tratamientos sobre el crecimiento de <i>F. oxysporum</i> .....	29
8	Efecto de diferentes dosis del extracto 2c sobre el crecimiento de <i>R. solani</i> .....	31
9	Efecto de diferentes dosis del extracto 2c sobre el crecimiento de <i>F. oxysporum</i> .....	33
10	Efecto de tratamientos puros de <i>C. illinoensis</i> sobre <i>R. solani</i> .....	35
11	Efecto de los tratamientos puros de <i>C. illinoensis</i> sobre <i>F. oxysporum</i> .....	36

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los hongos fitopatógenos originan pérdidas que ascienden a miles de millones de dólares al año (N A S, 1980). El daño que ocasionan no sólo se refiere a las pérdidas de producción económica, sino también a las pérdidas en la producción biológica, es decir a la alteración que existe en el crecimiento y desarrollo de las plantas hospedantes atacadas por estos microorganismos. De los diversos microorganismos fitopatógenos que atacan a las plantas, como pueden ser los virus, hongos, bacterias, nematodos, fitoplasmas, y viroides, son los hongos el grupo que más enfermedades ocasiona.

Se sabe que más de 8,000 especies de hongos pueden causar enfermedades en las plantas. Todas las plantas superiores pueden ser infectadas y dañadas por más de una especie de hongo fitopatógeno, y una especie de hongo fitopatógeno puede atacar a más de una especie de planta (N A S 1980, Agrios 1988).

Los hongos fitopatógenos con origen en el suelo los encontramos ocasionando daño en todos los ecosistemas y agroecosistemas del mundo. Algunos géneros y especies presentan una gran capacidad de adaptación y se encuentran ampliamente distribuidos, mientras que otros presentan características de adaptación más limitadas o bien son sumamente especializados, lo cual restringe su distribución (Cook & Baker 1983). Esta capacidad adaptativa de los hongos fitopatógenos va a depender en gran medida del grado de relación que han desarrollado con sus plantas hospedantes, es decir, si son parásitos obligados, parásitos facultativos, o saprófitos facultativos.

La importancia de los hongos fitopatógenos del suelo que atacan la raíz, no se limita sólo al daño que ocasionan en las plantas hospedantes, sino también debe considerarse el papel que juegan dentro de las cadenas tróficas y en las diversas relaciones que establecen con otros microorganismos del suelo (Lumsden 1981, Agrios 1988,).

En México, el conocimiento que se tiene de los hongos patógenos de la raíz es principalmente sobre su biología, daños que causan en plantas de importancia agronómica y formas de control, principalmente biológicas. El mayor número de trabajos de investigación se ha realizado sobre los géneros *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Phymatotrichum*, debido al amplio rango de plantas hospedantes que atacan, a su distribución cosmopolita y a los elevados daños económicos que provocan en cultivos de importancia económica (Rodríguez, s/c).

La enfermedad *Fusarium oxysporum* se encuentra distribuida en todo el mundo causando grandes pérdidas en el cultivo de tomate. El hongo sobrevive en restos de cultivo de una temporada a otra y posee estructuras de resistencia que le permiten perdurar en el suelo por espacio de 6 años. Es favorecido por temperaturas cálidas (20°C) asociada a alta humedad relativa. El hongo penetra en la planta a nivel del suelo ya sea por el tallo o raíces superficiales, luego por los haces vasculares es trasladado a toda la planta. El manejo de esta enfermedad es basado en la siembra de variedades resistentes (González, 2006).

*Rhizoctonia solani* un hongo basidiomiceto que no produce esporas asexuales (conidios) y sólo de vez en cuando el hongo produce esporas sexuales (basidiosporas). En la naturaleza, *R. solani* se reproduce asexualmente y existe principalmente como vegetativo micelio y/o esclerocios.

Los extractos vegetales, de acuerdo con Pitman y Jorgensen (2002), se estima que en el mundo existen entre 310,000 y 422,000 especies de plantas, encontrándose en los bosques tropicales cerca de 125,000 especies (Mendelsohn y Balick, 1995). Dentro de esta vasta diversidad, existen especies vegetales con propiedades de interés para la investigación y el descubrimiento de nuevos productos. Sin embargo, se calcula que menos del 10 % de las plantas han sido evaluadas en la búsqueda de actividad biológica (Harvey, 2000).

Las plantas, tanto en su ambiente natural como en ambientes de cultivo, necesitan defenderse de condiciones adversas y enemigos naturales. Sin embargo, los cultivos agrícolas se han especializado en la producción de sustancias energéticas, reduciendo su capacidad para defenderse. De esta manera se genera una dependencia de recursos externos para su protección contra animales, malezas y microorganismos fitopatógenos (FAO, 2004).

## **Objetivo**

Evaluar la efectividad biológica de extractos vegetales, bajo condiciones de laboratorio para el control de *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*.

## **Hipótesis**

Al menos un extracto de nogal tendrá efectividad para el control de *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*.

## **Justificación**

Debido a las grandes pérdidas que se dan en la agricultura por la presencia de hongos en el suelo como *F. oxysporum* y *R. solani*; se han establecido nuevas alternativas para el control de los mismos; un ejemplo de ello es la utilización de extractos vegetales para el control de enfermedades que representa una mejor alternativa para un mejor manejo integrado de cultivos, debido a su bajo costo, menor impacto en el ambiente y en los alimentos.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## El Nogal *Carya illinoensis* Koch

### Origen

El nogal pecanero, *Carya illinoensis* Koch es nativo del sur de Estados Unidos, extendiéndose por Texas y Norte de México. La especie es abundante en los ríos y arroyos de Oklahoma central y oriental y en Texas (Anónimo, 2003).

Se han encontrado restos fósiles en Texas y en el Norte de México indicando su existencia desde antes que los americanos nativos vivieran ahí. El descubrimiento de restos fósiles junto con millones de árboles nativos de nuez pecanera han sido encontrados a lo largo de la mayoría de los arroyos y cauces de ríos en estas regiones (Sur de EUA y Norte de México) indican que el origen de la Nuez pecanera es en dichas áreas. (Noble, 2000).

### Principales Estados productores de Nogal en México

ESTADO	SUPERFICIE		PRODUCCION		SUPERFICIE	
	PLANTADA	Ha	OBTENIDA	Ton	PLANTADA	Ha
	2006		2006		2007	
Chihuahua	44,656		44,012		47,103	
Coahuila	12,001		11,123		12,054	
Sonora	5,637		4,78		6,335	
Nuevo León	4,207		1,257		4,099	
Durango	4,026		2,068		3,791	

Fuente (Anónimo, 2007).

### Cuadro 1. Principales estados productores de Nogal en México.

Como se puede apreciar en el cuadro 1, Chihuahua, Coahuila y Sonora son los estados que tienen mayor superficie plantada, la cual va en aumento. En los años en

los que la producción es alta, se llega a obtener un rendimiento promedio de 2 ton/ha (Anónimo, 2007).

El nogal también se cultiva pero en menor medida en los estados de Jalisco, Querétaro e Hidalgo. Algunos estados tienen superficie plantada pero ésta aún se encuentra en etapa de desarrollo. La superficie de cultivo ha ido en aumento en respuesta a la demanda que se tiene a nivel internacional de este producto (Anónimo, 2007).

## **Aspectos generales del nogal pecanero**

### **Clasificación taxonómica**

(Arreola *et al.*, 2002).

Reino..... *Vegetal*.

División..... *Espermatofitas*.

Subdivisión..... *Angiospermas*.

Familia..... *Juglandaceae*.

Género..... *Carya*.

Especie..... *Illinoensis* (Koch).

### **Descripción botánica**

El nogal pecanero *Carya illinoensis* Koch pertenece a la familia de las Juglandáceas al Género *Carya* y a la especie *illinoensis*. El nombre común del fruto es nuez o pecán (Frusso, 2007).

El nogal pecanero es una especie caducifolia (Arreola *et al.*, 2002).



## **Árbol**

El árbol alcanza una altura de 30m y llega a una edad superior a los 100 años produciendo en ese momento más de 100kg, de nueces por planta (Frusso, 2007).

## **Raíz**

Las raíces del nogal pecanero son pivotantes, fuertes y fibrosas, en su parte superior, carece de pelos radicales o absorbentes, raíces alimentadoras tiernas y frágiles, que dependen obligadamente de los hongos micorrízicos para su óptimo funcionamiento, (Rivero, 2004).

Las raíces se extienden en su radio que se ensancha horizontalmente hasta abarcar un área semejante o mayor a la alcanzada por el follaje, pudiendo llegar a desarrollarse a una profundidad de 3.6 a 5.4 m. al momento de la madurez del árbol, cuando estas encuentran agua estancada detienen su desarrollo (Camargo, 2001).

## **Tronco y ramas**

Existen nogales con troncos de más de 3m de diámetro, estos por lo general son nativos o silvestres, se elevan retos y sus ramificaciones comienzan a los 10m de altura. Estas características diferencian los árboles criollos a los injertados, ya que en estos generalmente su tronco es más corto y sus ramificaciones empiezan desde abajo. Un nogal adulto con alimentación equilibrada deberá tener un crecimiento anual de 10 a 35cm de longitud de sus ramas y aumento en el diámetro del tronco no menor de 2.5cm al año (Camargo, 2001).

## **Hojas**

Son compuestas, dispuestas en forma alternada, imparipinada, teniendo de 11 a 17 folíolos de forma oblongo-lanceolada, glabros y de borde aserrado (Frusso, 2007).

Las hojas del nogal criollo comparado con los injertados, es una característica física para poder diferenciarlos antes de los primeros 5 a 6 años de edad. Las hojas de los nogales criollos tienen vellosidades y son de color verde ligeramente grisáceos, las de nogal injertado son “glabras”, es decir, carecen de bello, su color verde es más brillante y el aserrado del margen es diferente y más notable. Las hojas contribuyen directamente en el desarrollo de las nueces y proveen de reservas alimenticias que son almacenados en los tallos y las raíces, las cuales servirán para el crecimiento del árbol y desarrollo de las nueces del año siguiente (Camargo, 2001).

## **Flores**

El nogal es una planta monoica, lo cual significa que tiene flores femeninas y masculinas en el mismo árbol (Camargo, 2001).

Las flores masculinas: Están compuestas por tres amentos péndulos los cuales están unidos por un pedúnculo. Estos amentos se disponen sobre el tercio apical de ramas del último año teniendo de 72 a 123 flores individuales. Cada flor individual a su vez contiene de 3 a 7 estambres con anteras oblongas, presentando cuatro sacos polínicos de dehiscencia longitudinal (Frusso, 2007).

Las flores femeninas: Están compuestas por flores sésiles en número que oscila entre 3 y 10. El estigma es un carácter que sirve para identificar los cultivares debido a que presentan una forma y coloración características. (Frusso, 2007).

## **Frutos**

Es una drupa seca de forma oblonga y elipsoide teniendo de 3-5 cm de largo, constituida por un embrión (parte comestible), un endocarpio liso y delgado (cáscara de la nuez) y un epicarpio y mesocarpio carnosos los cuales se abren a la madurez formando cuatro valvas longitudinales (ruezno), (Frusso, 2007).

Los frutos (nueces) se desarrollan en racimos de las flores femeninas, por lo general de 3 a 9, pero cuando el árbol está viejo solo produce una por racimo (Camargo, 2001).

Importancia del cultivo

El nogal pecanero (*Carya illinoensis*, Koch), representa para el norte de México y algunas áreas del centro y Occidente de nuestro país en especial en el Estado de Coahuila, el cultivo más promisorio de los frutales (Salas, 1997).

De todos los alimentos con que América ha contribuido a la población internacional, la nuez es la más importante y está destinada a jugar un papel muy importante en la gastronomía, siendo un recurso para resolver la falta de alimentos como fuente de energía concentrada. Es fruto además tiene aplicaciones en la medicina y en la industria. El fruto del nogal es de sabor agradable y rico en su contenido de aceite según la variedad (Salas, 1997).

### **Aspecto natural del nogal**

El pecan es un árbol que se puede utilizar para múltiples propósitos: frutal, forestal, ornamental e industrias derivadas. Su fruto se consume durante todo los años y tiene un alto valor nutritivo, y su madera, por las características que presenta, puede ser utilizada en construcción de muebles, entre otros (Madero *et al.*, 2007).

### **Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos**

#### **Temperatura**

Para que la nuez pecanera crezca normalmente, requiere una temperatura media en el período de crecimiento de alrededor de 23°C, y un período libre de heladas entre 180 y 280 días. Necesita acumular además entre 250 y 550 horas de

frío efectivas (abajo de 7°C). Cuando la acumulación de estas horas supera a las 500 se obtienen rendimientos mayores que cuando se acumularon solo 300 horas de frío (Casaubon, 2007).

La mayoría de las variedades se desarrollan mejor en clima desértico y semidesértico; con un invierno definido donde no ocurran heladas antes de octubre ni después de marzo. También que en este periodo de invierno se acumulen de 300 a 400 unidades u horas frío, para lograr una buena brotación en primavera (Nigel, 1997).

### **Hídricos**

El pecan se desarrolla en un clima húmedo. El mínimo de precipitación anual que tolera se aproxima a 750 mm, mientras que el máximo se ubica en el orden de 2000 mm Durante la estación de crecimiento deben producirse por lo menos 500 mm de precipitación. La temperatura media del verano puede alcanzar hasta 27 °C, con valores extremos entre 41 y 46 °C. La temperatura media del invierno varía entre -1 y 10 °C, con extremos entre -18 y -29 °C. (Sierra *et al.*, 2007).

Hay que considerar que los riegos para este cultivo deben programarse desde marzo a septiembre, a si también que el nogal es un cultivo perenne, de vida para varias generaciones; es prudente asegurar este recurso por tiempo indefinido recomendando 1lt/seg para una hectárea de este cultivo (Herrera, 1993).

### **Suelo**

El suelo es un factor esencial para el desarrollo de la nuez pecanera. Prefiere los suelos profundos, permeables y sueltos, de textura media (Franco-Limosos; Franco-arcillo-arenosos; Arenos-limosos) con buen drenaje de agua, ricos en nutrientes y con un pH levemente ácido a neutro (6,5 a 7) (Casaubon, 2007).

Como la raíz del nogal es pivotante, la profundidad es importante porque significa la cantidad de suelo con que cuenta la planta para el desarrollo de su raíz. Suelos profundos y sueltos facilitan el desarrollo de un sistema radical importante, que le permite a la planta sustentar en el futuro altas producciones de frutos, y soportar los vientos fuertes. La permeabilidad de los suelos facilita el drenaje interno del agua. La textura media facilita además la programación de los riegos necesarios para mantener una adecuada humedad para el desarrollo del nogal, (Casaubon, 2007).

## **Luz**

Es muy importante que la luz solar se distribuya en forma uniforme a lo largo de la copa, esencial para el sistema productivo. La poda del árbol tiene como objetivo principal formar una estructura que permita soportar la carga de frutos y hojas, permitiendo además la entrada de luz en la copa (Madero *et al.*, 2007).

Con estas prácticas se consigue mayor eficiencia de utilización de luz, aumentando la tasa de fotosíntesis durante todo el período productivo. Si se tiene una entrada deficiente de luz las ramas bajas pueden secarse y las plantaciones dejar de ser productivas (Madero *et al.*, 2007).

## **Extractos Vegetales**

Los extractos vegetales son mezclas complejas de metabolitos secundarios, aislados de las plantas por diversos métodos como la destilación por arrastre de vapor, por expresión de los frutos o por medio de soxtlet. Los principales componentes químicos de estas mezclas son: mono y sesquiterpenos incluyendo carbohidratos, alcoholes, éter, aldehídos y cetonas, los cuales son responsables de las fragancias y de las propiedades biológicas de las plantas aromáticas y medicinales (Kalemba and Kunicka citados por García *et al.*, 2010).

## Antecedentes de los extractos vegetales

Las plantas han sido capaces de protegerse de las plagas por sí mismas antes de que el hombre jugara un rol activo en protegerlas (Wilson *et al.*, 1999). Se conoce que sintetizan una gran variedad de metabolitos secundarios, relacionados con los mecanismos de defensa. El proceso para obtener metabolitos secundarios de los extractos vegetales es variable; se pueden obtener extractos acuosos (Bautista *et al.*, 2002) o polvos (Bautista *et al.*, 2003), o utilizar otros disolventes para obtener diferentes compuestos, según su polaridad (Abou-Jawdah *et al.*, 2002).

Montes *et al.* (2000) realizaron un análisis retrospectivos de las investigaciones relacionadas con extractos vegetales con propiedades antifúngicas, citando que se han evaluado alrededor de 206 especies de plantas, contra la actividad de 26 especies de hongos fitopatógenos determinando efectos germinación de esporas, desarrollo micelial, esporulación tanto en pruebas de invernadero y campo; en términos globales los estudios muestran que entre 32 y 21 % de las plantas evaluadas interactúan con los hongos y la respuesta de los patógenos afectando desde la estimulación biológica hasta su total inhibición.

Si se considera que la mayoría de los compuestos obtenidos de las plantas son biodegradables e inocuos, y que en México se encuentran aproximadamente 10 % de las especies de plantas superiores del mundo y más de 40 % de ellas son habitantes exclusivas del país (CONABIO, 1998), resulta conveniente explorar el potencial de empleo de sus extractos vegetales para controlar las enfermedades de postcosecha.

Se han probado aceites esenciales extraídos de plantas, mostrando buenas propiedades como pesticidas (fungicidas, bactericidas e insecticidas), en pruebas con 345 extractos de plantas, 13 mostraron buena actividad fungicida, dentro de las especies predominantes están el *Allium* y *Capsicum* (Wilson *et al.*, 1999). Pruebas con 49 aceites esenciales extraídos de plantas, muestran que; la palmarosa (*Cymbopogon martini*), tomillo rojo (*Thymus zygis*), hojas de canela

(*Cynnamomum zeylanicum*) y clavo (*Eugenia caraphyllata*) mostraron buena actividad fungicida contra *Botrytis cinerea*. (Wilson *et al.*, 1999).

### **Compuestos químicos presentes en los extractos**

Diversos productos derivados de las plantas han mostrado un efecto antimicrobiano.

Entre estos compuestos destacan los Flavonoides, Fenoles, Terpenos, Aceites esenciales, Alcaloides, Lectinas y Polipéptidos (Cowan, 1999).

Sus mecanismos de acción son variables; por ejemplo, la toxicidad de los fenoles en microorganismos se atribuye a inhibición enzimática por oxidación de compuestos. El modo de acción de los Terpenos y Aceites esenciales no ha sido dilucidado por completo, pero se postula que pueden causar rompimiento de la membrana a través de los compuestos Lipofílicos. De los alcaloides se ha postulado que se intercalan con el DNA, y de las Lectinas y Polipéptidos se conoce que pueden formar canales iónicos en la membrana microbiana o causar la inhibición competitiva por adhesión de proteínas microbianas a los polisacáridos receptores del hospedero (Cowan, 1999).

### **Importancia de los extractos vegetales**

Chávez (2008), mencionó que en la actualidad, la tecnológica está enfocada principalmente a la protección del medio ambiente evitando al máximo la contaminación con agroquímicos sintéticos tóxicos. Por otra parte, se debe tomar en cuenta que la aplicación de esos químicos importados para el control de plagas, es uno de los factores que elevan los costos de producción y se requiere de alternativas para la reducción de gastos y hacer rentable las explotaciones agrícolas.

El uso de extractos vegetales que actúan contra hongos, insectos, nematodos, bacterias, y en algunos casos con efecto conjunto contra una o más plagas, viene a ser un recurso importante para la protección de cultivos. Una ventaja es que la materia prima se puede obtener en la propia parcela y el mismo agricultor puede elaborar los extractos; además, al ser un producto natural es degradado con mayor rapidez, evitando de esta manera contaminación de suelos y aguas (Chávez, 2008).

Según la OMS el 25% de los fármacos comercializados actualmente son de origen vegetal y un 25% contiene principios vegetales modificados químicamente (Zapata, 2002).

## **Características de los Hongos del Suelo**

### ***Rhizoctonia solani* Kühn**

De Candolle (1815), estableció el género *Rhizoctonia*. En 1853 Kuhn propuso la especie *R. solani*.

Este hongo es cosmopolita, donde la temperatura y la humedad son adecuadas, ataca a una gran diversidad de plantas silvestres y cultivadas. Se encuentra en el suelo y los síntomas que pueden presentar son: ahogamiento, cancrrosis, pudrición de la corona, anidamiento, etc. (Romero, 1993). *R. solani* puede causar otras enfermedades como: *Damping off*, pudriciones o cáncer en el tallo, tizones o manchas foliares y pudriciones durante el almacenamiento de los frutos (Mendoza, 1996)



## Ubicación taxonómica

Según Alexopoulos y Mims (1996):

Reino.....Myceteae  
División.....Amastigomycota  
Subdivisión.....Deuteromycotina  
Clase.....Deuteromycetes  
Subclases.....Hyphomycetidae  
Orden.....Agonomycetales  
Genero.....*Rhizoctonia*  
Especie.....*solani* Kühn

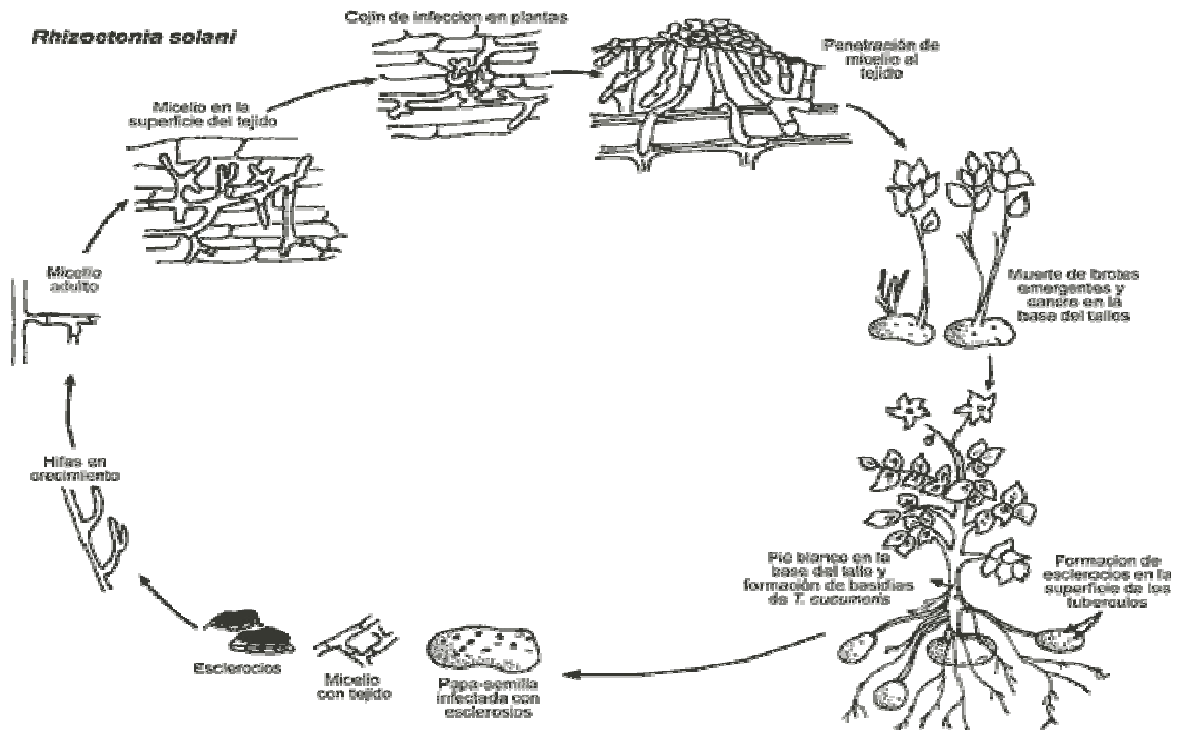
Fase telomórfica: *Thanatephorus cucumeris*

## Ciclo biológico

El hongo produce estructuras de resistencia conocidos como esclerocios negros, los esclerocios germinan, produciendo micelio cuando el medio ambiente es húmedo y cálido en primavera, este puede crecer en el suelo, en tallos y en los brotes del cultivo. La penetración de *R. solani* consiste en el crecimiento de cordones de micelio a lo largo de la superficie del brote, las hifas pueden crecer intercelularmente o extracelular (Mendoza, 1996).

Agrios (1988), menciona que *R. solani* vive principalmente en forma de micelio, el cual es incoloro en su etapa joven pero se torna amarillo o de color café claro conforme madura. La hifa mide de 6 a 12 micras de diámetro, consta de largas células y produce ramificaciones que crecen casi en ángulos rectos (90 °) con respecto a la hifa principal, se estrechan ligeramente a nivel de la bifurcación y poseen un septo cerca de ella. Produce esclerocios los que al principio son de color blanco, que luego se oscurecen hasta llegar a distintos tonos; son irregulares,

grandes, llegando a medir de 1 a 8 mm siendo visibles a simple vista, variables en forma según las condiciones en que se producen, de consistencia dura y en cortes microscópicos muestran una constitución de hifas entrelazadas de diámetro variable.



**Figura 1.** Ciclo biológico de *Rhizoctonia solani*. Tomado de Agrios 2001.

## Infección

Campos (1987), mencionó que el patógeno penetra a través de la cutícula y epidermis en forma mecánica; al principio; el hongo produce un cojinetado de infección o mediante hifas individuales; además puede penetrar por las aberturas naturales o heridas. González (1977) reportó que la penetración puede ser en tallos, raíces tiernas y frutos que están en contacto con el suelo.

## **Sintomatología**

El hongo daña a plantas antes o poco después de que han emergido del suelo. Las lesiones son hundidas, de tamaño variable, con coloración café canela o café rojizo. Las aéreas oscuras y necróticas son más evidentes cuando el tejido dañado es considerable. A nivel del suelo la infección se manifiesta como pequeñas lesiones café rojizas. Cuando las condiciones son favorables, las lesiones se extienden y adquieren un aspecto hundido, llegando a cubrir el tallo y destruir el tallo, debido a esto, la planta presenta un color amarillento que constituye el síntoma de *R. solani* (Mendoza, 1996).

El hongo se propaga con la lluvia, el riego, así como los órganos de propagación infectados o contaminados. La temperatura óptima para que la infección se produzca es de 15-18 °C, la enfermedad se considera más grave en suelos húmedos cuando la temperatura se encuentra a 18 °C. La infección de las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de las plantas es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo (Agrios, 1988).

### ***Fusarium oxysporum* Schlechtend**

#### **Características generales**

Es una de las más importantes especies del género *Fusarium*, debido a las pérdidas económicas que causa en los cultivos comerciales. Coloniza los conductos xilemáticos de la planta; bloquea los vasos, lo que determina la aparición de síntomas tales como manchas en las hojas, pudrición de raíces y de la base del tallo, cánceres de las plantas, muerte descendente, pudrición de frutos y marchitamientos vasculares (Agrios, 2001).

Gonsalves y Ferreira (1993) concuerdan que la distribución de *Fusarium oxysporum* es cosmopolita, pero por la diferentes formas especiales tiene diferentes grados de distribución.

## Importancia

La especie *Fusarium oxysporum* es una de las más importantes del género *Fusarium*, debido a las pérdidas económicas que causa a una gran cantidad de cultivos comerciales (Agrios, 2001).

## Ubicación taxonómica

La ubicación taxonómica del hongo es de la siguiente manera (Alexopoulos y Mims, 1996):

Reino..... Micetae.  
División..... Amastigomycota.  
Subdivisión..... Deuteromycotina.  
Clase..... Deuteromycetes.  
Subclase.....Hyphomycetidae.  
Orden..... Moniliales.  
Familia..... Tuberculariaceae.  
Genero..... *Fusarium*  
Especie..... *oxysporum* Schlechtend.

## Biología

*Fusarium oxysporum* es altamente variable respecto a la morfología colonial. Crece en Agar Papa Dextrosa a 25°C produciendo un micelio algodonoso e incoloro al principio, pero conforme madura adquiere un color crema o amarillo pálido y bajo

ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa pálido, rojo o púrpura (Díaz de Castro *et al.*, 2007)

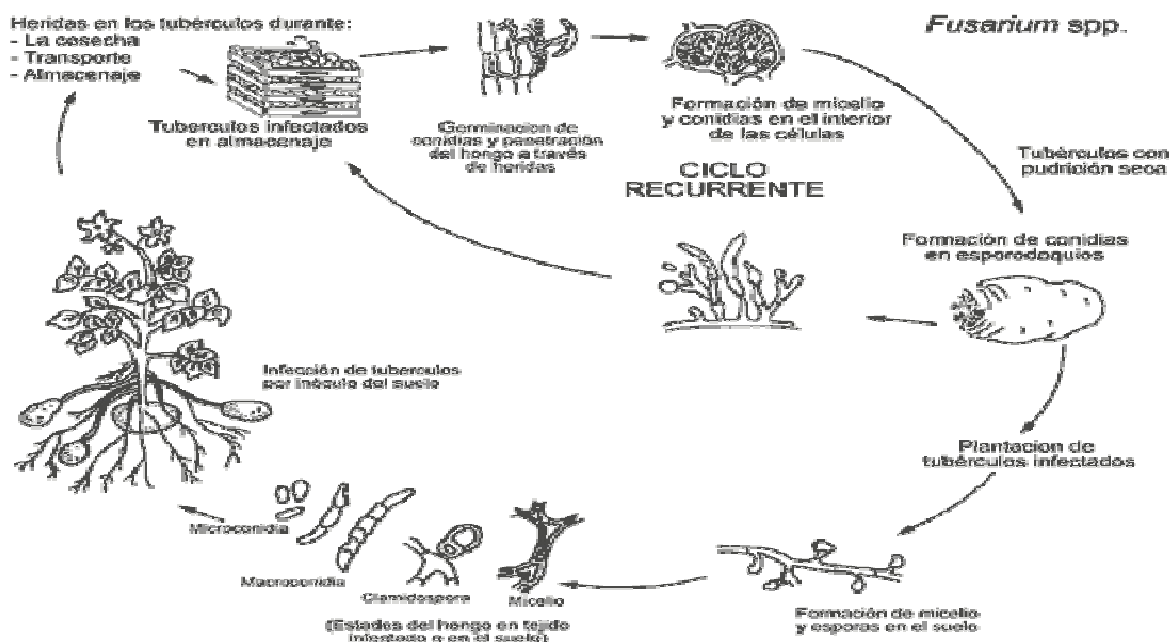
## **Morfología**

Agrios (2001) mencionó que *F. oxysporum* produce tres tipos de esporas asexuales: microconidia, macroconidia y clamidosporas. Las microconidias son de una o dos células y es el tipo de espora más abundante. Las macroconidias están formadas por tres a cinco células, curvadas en forma de media luna o canoa. Las clamidosporas, son esporas redondas de una o dos células y de paredes gruesas producidas sobre el micelio viejo o en los macroconidios.

## **Ciclo de la enfermedad**

*F. oxysporum* hiberna en el suelo o en restos de plantas en forma de esporas asexuales de pared gruesa denominadas clamidosporas, en los restos vegetales produce únicamente esporas asexuales, hiberna en el suelo o restos de plantas en forma de micelio. Se propaga a cortas distancias a través del agua y equipo agrícola contaminado, y a grandes distancias principalmente en los trasplantes infectados o en el suelo que va en ellos. Es frecuente que una vez que un área haya sido infectada por *Fusarium* se mantenga así por tiempo indefinido (Agrios, 2001).

El hongo se propaga intercelularmente a través de la corteza de la raíz y viaja a través de los vasos xilemáticos en sentido ascendente hacia el tallo de la planta. Cuando se encuentra en los vasos dicho micelio se ramifica y produce microconidios que son desprendidos y son llevados hacia la parte superior del vaso y el hongo produce más microconidios en el siguiente vaso.



**Figura 2.** Ciclo de vida de *Fusarium* sp. Tomado de Agrios 2001.

## Síntomas

El marchitamiento causado por este hongo se caracteriza por el achaparramiento de las plantas, clorosis y en poco tiempo se marchitan y finalmente mueren, mostrando una coloración café en el xilema. Los primeros síntomas que causa este fitopatógeno en las plantas se manifiesta en un ligero aclaramiento de las nervaduras de los folíolos jóvenes, después de la cual ocurre la epinastia de las hojas ocasionada por el debilitamiento de los peciolo. Es más frecuente que en las plantas adultas ocurra epinastia foliar y un previo aclaramiento de las nervaduras de las hojas antes de que se produzca el achaparramiento, también se observa un amarillamiento de las inferiores y la necrosis marginal; formación ocasional de raíces adventicias, marchitamiento de tallos y ocasionalmente la muerte de la planta (Agrios, 1988).

# MATERIALES Y MÉTODOS

## **Ubicación del experimento**

El experimento se estableció en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista a 7 km. al Sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.

## **Obtención de los hongos**

La Empresa FITOKIMICA INDUSTRIAL DE MÉXICOS.A de C.V., proporcionó las cepas de los hongos *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*, aisladas e identificadas a nivel especie.

## **Obtención de los extractos de nogal**

Los extractos utilizados en este experimento fueron proporcionados por la Empresa FITOKIMICA INDUSTRIAL DE MÉXICO S.A de C.V., estos se manejaron por claves: 1b, 2b, 1c, 2c, TAI, RAI, REI, CAI; una vez teniendo los extractos fueron refrigerados en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología.

## **Incrementación de las cepas de los hongos**

Una vez teniendo las cepas de los hongos se hicieron resiembras, utilizando Agar Papa Dextrosa (PDA) y con la ayuda de un sacabocado colocaron en cajas Petri dejando a una incubación de 20 a 25°C.

### Preparación del medio PDA

Se pesó 9.75 gr. de PDA para cada matraz de Erlenmeyer de 250 ml. Se aforó a 250 ml. con agua destilada estéril. Se puso a esterilizar en la olla de presión a 121°C por 15 minutos.



**Figura 3.** Preparación de medios de cultivo PDA.

### Preparación del medio envenenado

Una vez obtenido los matraces ya esterilizados se pusieron a enfriar por 10 minutos. Luego a cada matraz se agregó la dosis exacta de extracto de nogal. Posteriormente se agitaron los matraces para conseguir una mezcla homogénea.



**Figura 4.** Preparación del medio envenenado.



## Vaciado de cajas

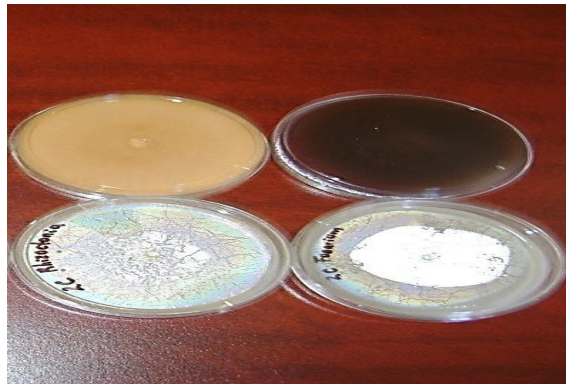
Esta parte del experimento se realizó en la cámara de transferencia, para luego dejar por 1 día la solidificación del medio.

## Siembra de hongos

Este proceso se hizo en la cámara de transferencia y de las cepas proporcionadas se tomó una muestra con la ayuda de un sacabocado para luego colocarlas al centro de la caja Petri, en seguida se sellaron cada una de las cajas para posteriormente ponerlas a la incubadora a 22-25°C.

## Medición del crecimiento de los hongos

Este proceso se llevó a cabo mediante la comparación del crecimiento de cada hongo en los diferentes tratamientos y dosis utilizados en relación al testigo.



**Figura 5.** Comparación del crecimiento de los hongos en relación con el testigo.

## Método

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 9 tratamientos (8 con extractos de nogal *Carya illinoensis* y un testigo utilizando agua) con 3 repeticiones.

## Experimento I

### Selección de tratamientos

Para este experimento se utilizaron diferentes tratamientos de *C. illinoensis* a una misma dosis y evaluar la efectividad hacia los hongos utilizados en esta investigación para luego hacer selección de tratamientos que presente propiedades antifúngicas.

TRATAMIENTOS A EVALUAR	DOSIS DEL EXTRACTO EN ml
1 b	2.0 ml
2 b	2.0 ml
1 c	2.0 ml
2 c	2.0 ml
TAI	2.0 ml
RAI	2.0 ml
REI	2.0 ml
CAI	2.0 ml
Testigo	Sin aplicar

**Cuadro 2.** Tratamientos de *Carya illinoensis*.

## Experimento II

### Evaluación del extracto 2c

Una vez seleccionado el tratamiento, se continuó a la evaluación de tratamiento 2c a diferentes dosis para observar el comportamiento de los hongos utilizados en este experimento y al mismo tiempo conocer a que dosis iniciaban a limitar su crecimiento hasta presentar inhibición.

<b>Dosis del extracto 2C</b>
0.25 ml
0.50 ml
0.75 ml
1.00 ml
1.25 ml
1.5 ml
1.75 ml
2.0 ml
Testigo

**Cuadro 3.** Diferentes dosis a evaluar del extracto 2c.

### **Experimento III**

#### **Evaluación de tratamientos puros de *C. illinoensis***

Para finalizar se usaron 5 tratamientos pero utilizando 3 ml de los extractos, con tratamientos puros para comparar con experimento anterior para observar si se obtenían nuevos extractos que controlaban el crecimiento de los hongos *in vitro*.

<b>Tratamientos utilizados</b>	<b>Dosis ml</b>
1c	3 ml
2c	3 ml
2b	3 ml
1b	3 ml
Testigo	Sin aplicar

**Cuadro 4.** Tratamientos puros de *C. illinoensis*.

## **Toma de datos**

De los experimentos I y II los datos se tomaron a las 72 horas tomando en cuenta el comportamiento del testigo, sin importar el llenado de caja.

Del experimento III se inició la comparación a los 6 días (144 horas), y al igual que los 2 experimentos anteriores, se compararon los crecimientos de los 2 hongos en relación al testigo.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

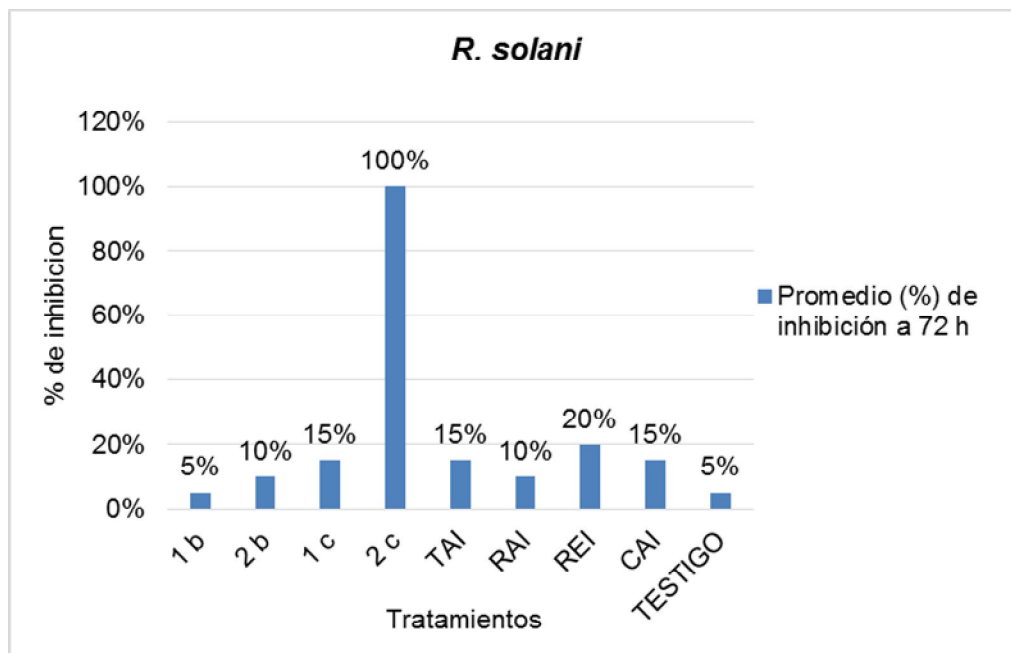
### Experimento I

#### Selección de tratamientos

De la toma de datos a las 72 horas y en comparación entre tratamientos se obtuvo que el mejor de los tratamientos fue el 2c, donde ambos hongos utilizados en esta investigación no presentaron ningún crecimiento de lo cual fue fácil la selección del tratamiento a utilizar para seguir su evaluación.

<i>Rhizoctonia solani</i>	
Tratamientos	Promedio (%) de inhibición a 72 h
1 b	5 %
2 b	10 %
1 c	15 %
2 c	100 %
TAI	15 %
RAI	10 %
REI	20 %
CAI	15 %
TESTIGO	5%

**Cuadro 5.** Comparación de tratamientos evaluados para *R. solani*.



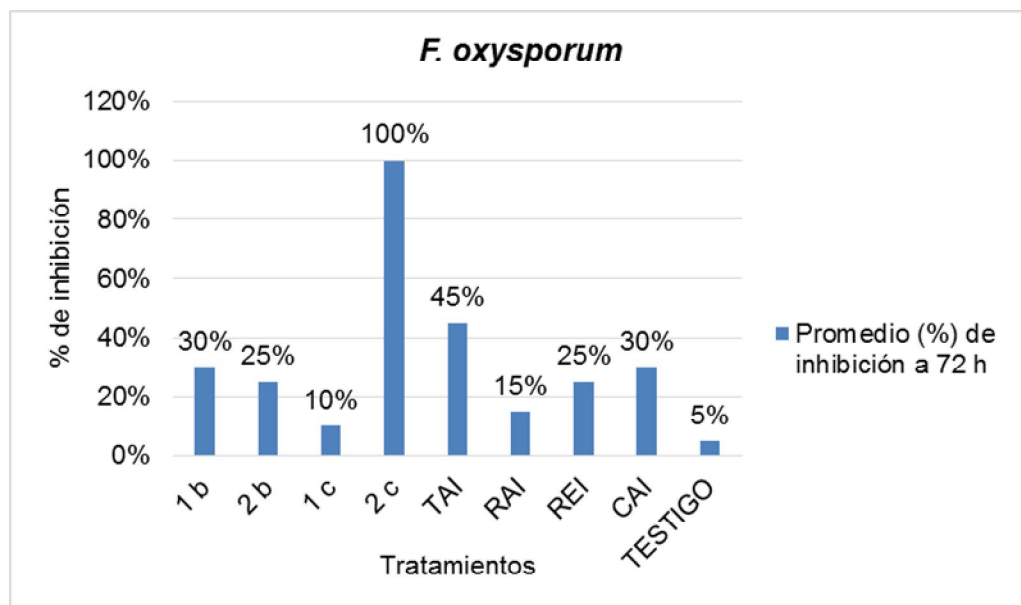
**Figura 6.** Efectos de tratamientos sobre el crecimiento de *R. solani*.

En la figura 6 se observa que el tratamiento que no permitió que *R. solani* creciera en el medio de cultivo PDA fue el 2c, presentando un nulo crecimiento del micelio.

Padilla *et al.* (1995), encontraron que extractos hexánicos de *Quercus* spp. inhiben completamente el crecimiento micelial de *Colletotricum lindemuthiarum* y *R. solani* y parcialmente el desarrollo de *Sclerotium rolfsi* y *Pythium* sp. a concentraciones de 1000 a 2000 ppm.

<i>Fusarium oxysporum</i>	
Tratamientos	Promedio (%) de inhibición a 72 h
1 b	30 %
2 b	25 %
1 c	10 %
2 c	100 %
TAI	45 %
RAI	15 %
REI	25 %
CAI	30 %
TESTIGO	5 %

**Cuadro 6.** Comparación de tratamientos evaluados para *F. oxysporum*.



**Figura 7.** Efecto de tratamientos sobre el crecimiento de *F. oxysporum*.

Para la figura 7 señala el tratamiento que se seleccionó para *F. oxysporum* y fue el 2c porque fue en este donde el hongo no presentó ningún crecimiento micelial.

Gamboa (1997) realizó trabajos con extractos acuosos, para prevenir el daño radicular del tomate causado por *F. oxysporum f.sp. lycopersici* en invernadero, muestran disminución del índice de daño de la pudrición de raíz y corona del tomate con el extracto acuoso de *L. tridentata*, *C. ambrosoides* y bulbo de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) a las concentraciones de 6 y 9 %.

Utilizando 6 extractos acuosos para inhibir el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* a 2 concentraciones de 5% y 10% y después de la incubación a las 72 horas se obtuvo como resultado que: el extracto de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) inhibió el 100% el crecimiento del micelio, seguido de la gobernadora *Larrea tridentata* con un 87.5% y 96.2%, mango (*Mangifera indica*) 69.6% y 78.5%, ajo (*Allium sativum*) 68.5% y 69.8%, hojásén (*Flourensia cernua*) 53.8% y 71.6%, canela *Cinnamomum zeylanicum* 51.0% y 54.4 % (López *et al.*, 2005).

## Experimento II

### Evaluación del tratamiento 2c

Para realizar este experimento, se utilizó el mejor tratamiento obtenido en el experimento I, en este caso fue el 2c; del cual fueron tomados diferentes dosis del extracto, desde 0.50 a 2 ml, con la finalidad de observar el comportamiento de los hongos a dosis bajas y así conocer desde que dosis el hongo empezaba a limitar su crecimiento.

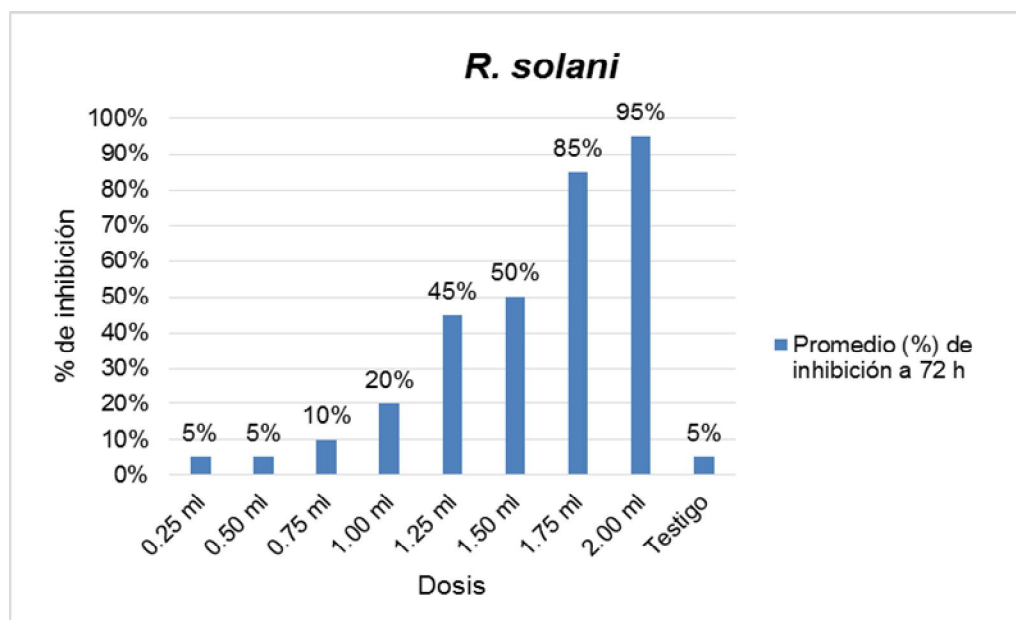
A las 72 horas se tomaron datos y se observó que en dosis bajas como 0.25, 0.50, 0.75 y 1.00 los hongos iban creciendo igual que el testigo, pero para las dosis de 1.25, 1.50, 1.75 y 2 ml se comportaban diferente, donde los hongos desde la



dosis 1.25 tuvieron menor crecimiento de los cuales se siguieron observando por 3 días más y ya no presentaron mayor crecimiento micelial.

<i>Rhizoctonia solani</i>	
Dosis del extracto 2c	Promedio (%) de inhibición a 72 h
0.25 ml	5 %
0.50 ml	5 %
0.75 ml	10 %
1.00 ml	20 %
1.25 ml	45 %
1.50 ml	50 %
1.75 ml	85 %
2.00 ml	95 %
Testigo	5 %

**Cuadro 7.** Comparación de dosis del extracto 2c evaluados para *R. solani*.



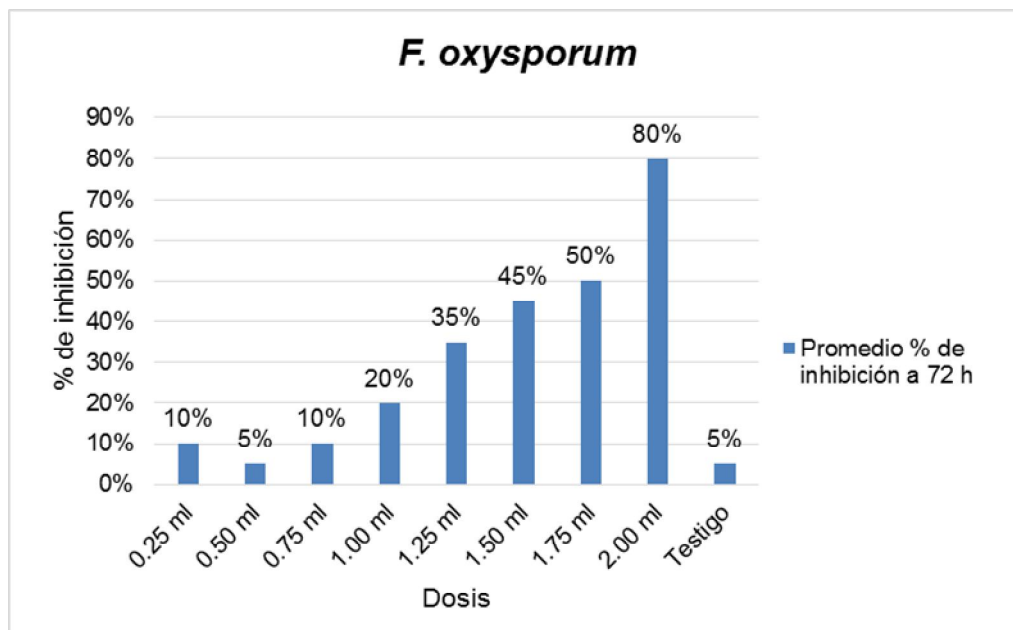
**Figura 8.** Efecto de diferentes dosis del extracto 2c sobre el crecimiento de *R. solani*.

En la figura 8 se muestra claramente que desde la dosis 1.25 a 2.00 *R. solani* inicio a limitar su crecimiento, utilizando la dosis más alta de 2 ml del extracto 2c el hongo solo creció el 5%.

La evaluación de extractos de crucíferas como; brócoli, coliflor y col sobre el crecimiento micelial de *R. solani* in vitro, mostraron que el extracto de coliflor fue la que más inhibió el crecimiento micelial de este hongo con 60.27 % a los 6 días de incubación seguido de la col con 42.17 % y la brócoli con 32.3 % de inhibición. (López y Sánchez, 1998).

<b><i>Fusarium oxysporum</i></b>	
<b>Dosis del extracto 2c</b>	<b>Promedio % de inhibición a 72 h</b>
0.25 ml	10 %
0.50 ml	5 %
0.75 ml	10 %
1.00 ml	20 %
1.25 ml	35 %
1.50 ml	45 %
1.75 ml	50 %
2.00 ml	80 %
Testigo	5 %

**Cuadro 8.** Comparación de dosis del extracto 2c evaluados para *F. oxysporum*.



**Figura 9.** Efecto de diferentes dosis del extracto 2c sobre el crecimiento de *F. oxysporum*.

En la figura 9 se puede observar la comparación de crecimiento del micelio de *F. oxysporum* evaluado a diferentes dosis del extracto 2c, donde se observa que desde la dosis 1.25 el hongo inicio a limitar su crecimiento en comparación con el testigo.

Utilizando el efecto de biofumigación mediante la incorporación de repollo *Brassica oleracea* var. *capitata* al suelo obteniendo la mayor reducción de la población de *Fusarium oxysporum* se obtuvo la inhibición de un 82% (2007) y 83% (2008) con la incorporación de 5 kg m<sup>-2</sup> y 3 kg m<sup>-2</sup> de repollo fresco respetivamente (Iriarte *et al.*, 2011).

## Experimento III

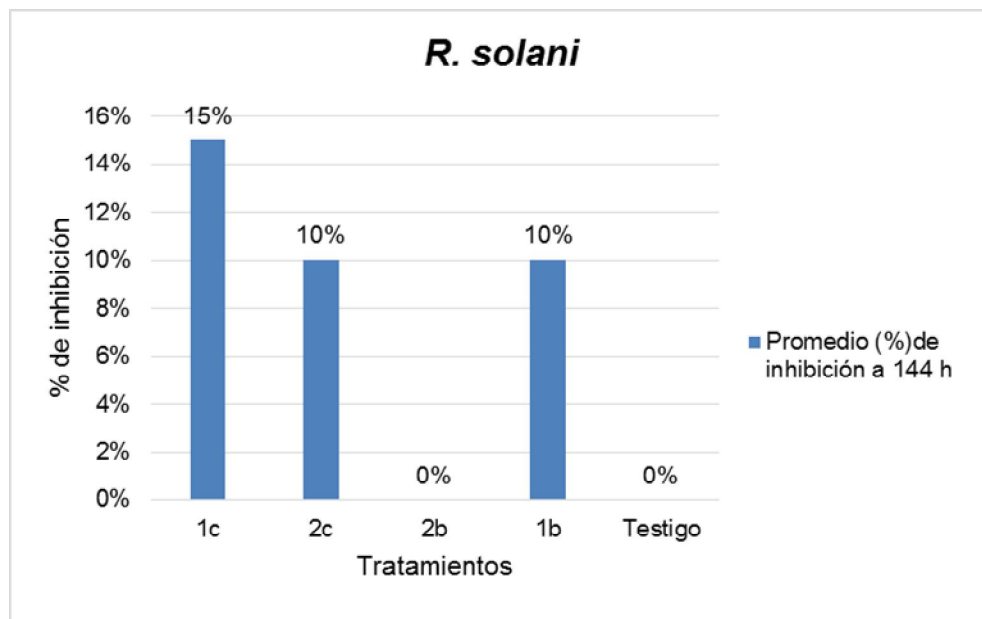
### Evaluación de tratamientos puros de *C. illinoensis*

Para este experimento la toma de datos fue a los 6 días y como resultado se obtuvo diferencia a experimentos realizados anteriormente a 2 extractos diferentes que inhibían el crecimiento micelial de los hongos.

Los extractos que se obtuvieron fueron 1c y 1b que presentaron bajo crecimiento de micelio de *R. solani* y *F. oxysporum*.

<i>R. solani</i>	
Tratamiento	Promedio (%)de inhibición a 144 h
1c	15%
2c	10%
2b	0%
1b	10%
Testigo	0%

**Cuadro 9.** Comparación de tratamientos puros de *Carya illinoensis* evaluados en *R. solani*



**Figura 10.** Efecto de tratamientos puros de *C. illinoensis* sobre *R. solani*.

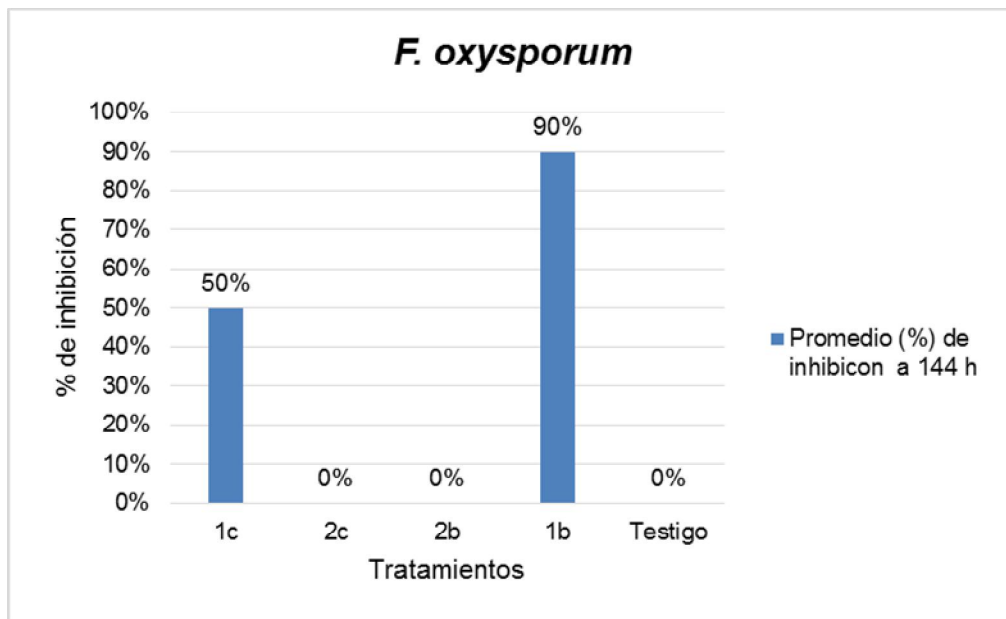
En base a la figura 10 se concluye que para *R. solani* el tratamiento 1c inhibió el crecimiento micelial en un 15 %, seguido del 2c y 1b ambos presentaron el 10 % de inhibición.

Sandoval *et al.* (1995) reportan que el extracto de semilla de toronja inhibió el crecimiento *in vitro* de *R. solani* a concentraciones de 600 a 4800 ppm de ingrediente activo.

López *et al.* (2005) utilizaron 6 extractos acuosos para inhibir el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* a 2 concentraciones de 5% y 10% y después de la incubación a las 144 horas, obteniendo como resultado que: El clavo (*Syzygium aromaticum*) inhibió el 100% y 100%, gobernadora (*Larrea tridentata*) el 92% y 100%, canela (*Cinnamomum zeylanicum*) 91% y 100%, ajo (*Allium sativum*) 78% y 95%, mango *Mangifera indica*) 69% y 100%, , hojásén (*Flourensia cernua*) 29% y 29.6%.

<i>F. oxysporum</i>	
Tratamientos	Promedio (%) de inhibicion a 144 h
1c	50%
2c	0%
2b	0%
1b	90%
Testigo	0%

**Cuadro 10.** Comparación de tratamientos puros de *C. illinoensis* evaluados sobre *F. oxysporum*.



**Figura 11.** Efecto de los tratamientos puros de *C. illinoensis* sobre *F. oxysporum*.

En la figura 11 señala que para *F. oxysporum* se obtuvo que el tratamiento 1b presentó un 90 % y 1c un 50 % de inhibición del crecimiento de este hongo en comparación con los 3 tratamientos puros que tuvieron un crecimiento normal.

López *et al.* (2005) utilizaron 6 extractos acuosos para inhibir el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* a 2 concentraciones de 5% y 10% y después de la incubación a las 144 horas, obteniendo como resultado que: El clavo (*Syzygium aromaticum*) inhibió el 92.4% y 94.5%, gobernadora (*Larrea tridentata*) el 75.0% y 89.2%, mango (*Mangifera indica*) 38.5% y 60.0%, ajo (*Allium sativum*) 29.55 y 38.0%, hojásén (*Flourensia cernua*) 31.8% y 35.8%, canela (*Cinnamomum zeylanicum*) 11.7% y 52.6%.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que:

De los 8 tratamientos de *C. illinoensis* utilizados solo se obtuvo que el 2c fue el que presento una completa inhibición del crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum*.

Al evaluar el extracto 2c a diferentes dosis se observó lo siguiente: utilizando una dosis de 1.25 ml del extracto creció aproximadamente el 55%, 1.50 ml el 50%, 1.75 ml el 15% y el 2.00 ml el 5% para *Rhizoctonia solani* y para *Fusarium oxysporum* se obtuvo que utilizando 1.25 ml creció un 65%, 1.50 ml el 55%, 1.75 ml el 50% y el 2.00 ml el 30% respectivamente, es decir, utilizando dosis arriba de 1 ml del extracto hay un mejor control del crecimiento de los hongos bajo condiciones de laboratorio. Obteniendo que el extracto 2c tiene mejor control para *Rhizoctonia solani* en comparación a *Fusarium oxysporum*.

Utilizando extractos puros de *Carya illinoensis* se volvió a obtener que el 2c controla el crecimiento únicamente de *R. solani* mientras que para *F. oxysporum* el hongo no presento inhibición en este extracto, es decir, creció normal. Además se obtuvo que el 1c es el que mayor inhibe el crecimiento de *R. solani* y el 1b inhibe el crecimiento de *F. oxysporum*, que fueron los 2 extractos que también presentaron inhibición hacia el crecimiento de los hongos evaluados.



## BIBLIOGRAFÍA

Abou-Jawdah Y, H Sobh, A Salameh (2002) Antymicotic activities of selected plant flora, growing wild in Lebanon, against phytopathogenic fungi. J. Agric. Food Chem. 50:3208-3213.

<http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>

Agrios, G.N. 1988. Patología de Plantas, 3<sup>a</sup>. Ed. Academic Press, Inc.: Nueva York. 803 p.

Agrios, G. N. 2001. Fitopatología. Ed Noriega. México. 838 p

Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., y Blackwell, M. 1996. Introductory Mycology. 4th Ed. John Wiley and Sons, New York. 869 p.

Anónimo, 2003. <http://www.inia.cl/platina/descarga/docs/documentos/D0015.pdf>. 5de Febrero del 2013.

Anónimo, 2007. [http://www.tecnoagro.com.mx/portal/html/cultivos\\_ext.php?a=263](http://www.tecnoagro.com.mx/portal/html/cultivos_ext.php?a=263). 10 de Febrero del 2013.

Arbeláez Torres Germán. Algunos aspectos de los hongos del género *Fusarium* y de la especie *Fusarium oxysporum*; Universidad Nacional de Colombia. <http://www.revista.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/viewFile/21538/22543>.

Arreola Ávila J.G., A. Lagarda Murrieta y Medina Morales 2002. Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. CELALA, CINOC, INIFAP.

- Bautista S, E García D, L Barrera N, R Reyes C, C L Wilson. 2003. Seasonal evaluation of the postharvest fungicidal activity of powders and extracts of huamuchil (*Pithecello biumdulce*): action against *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus stolonifer* of strawberry fruit. *Postharv. Biol. Technol.* 29:81-92.  
<http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Bautista S, L Barrera N, L Bravo L, K Bermúdez T. 2002. Antifungal activity of leaf and stem extracts from various plant species on the incidence of *Colletotrichum gloeosporioides* of papaya and mango fruits after storage. *Revista Mexicana de Fitopatología.* 20:8-12.  
<http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Camargo Lozana A 2001. Monografía. El barrenador del ruezno (*Cydia caryana*) (Ficth) como plaga potencial del nogal. Torreón, Coahuila. México. Pp. 5-7
- Campos, A. J. 1987. Enfermedades del Frijol. Ed. Trillas. México. 132 p.  
<http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Casaubon E.A. 2007. Guía para plantación de pecan. Capítulo VII. Producción de Pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.2-11.
- Chávez Benavides Álvaro; (2008); Ministerio de Agricultura y Ganadería; Extractos vegetales con efecto fungicida, insecticida o nematicida.  
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00146.pdf>
- CONABIO (1998) La diversidad biológica de México. "Estudio de país".  
<http://www.conabio.gob.mx>. <http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>

- Cook, R.J. & Baker, K.F. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minn. 539 p.  
<http://www.bgbd.net/downloads/biodiversidad%20de%20los%20hongos%20fitopatogenos.pdf>
- Cowan M. M. (1999) Plant products as antimicrobial agents. Clin. Microbiol. Rev.10: 564-582.  
<http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>
- Díaz de Castro, F.J.; Restrepo, M.A; Rojas, W. 2007. Microbiología de las Infecciones Humanas. Primera edición. Corporación para Investigaciones Biológicas. Medellín. Colombia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT), 2004. El futuro de la agricultura depende de la biodiversidad.  
<http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/51102/index.html>
- Frusso E.A. 2007. Características morfológicas y fonológicas del pecan. Capítulo II. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina.Pp.1-3.
- Gamboa-A., R. 1997. Evaluación de extractos vegetales acuosos sobre la Pudrición de raíz y corona (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*) y efectos estimulantes en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 93 p.

- García L. Concepción, Aurora Martínez R., José Luis Ortega S., Fernando Castro B. 2010. Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. p.87.  
<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v9n2/garcia.pdf>
- González, L. C. 1977. Introducción a la Fitopatología. IICA. San José, Costa Rica. 148 p.
- González Pablo 2006. Enfermedades del Tomate. Cátedra de Fitopatología. Facultad de Agronomía. Montevideo Uruguay  
[http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/fusarium\\_tom.html](http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/fusarium_tom.html)
- Gonsalves K. Andre; Stephen A. Ferreira. 1993. *Fusarium oxysporum*. Departamento de Fitopatología, CTAHR. Universidad de Hawái en Manoa.  
[http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/f\\_oxys.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/f_oxys.htm)
- Harvey, A. 2000. Strategies for discovering drugs from previously unexplored natural products. Drug Discovery Today 5(7): 294-300.  
<http://www.ibmb.uni.wroc.pl/prace2/praca18.pdf>
- Herrera E. 1993. Designing A. Pecan Orchids. NMSV. Cooperative extensión service, publication guide H-604
- Iriarte L.E, Sosa M.C,Reybet G.E. 2011. Efecto de la biofumigación con repollo sobre el control de *Fusarium oxysporum* en el suelo. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. p.236.

- López Benítez Alfonso, López Betancourt Sandra Roxana, Vázquez Badillo Mario Ernesto, Rodríguez Herrera Mario Alfredo. 2005. Inhibición del Crecimiento Micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* y *Verticillium dahliae* Kleb. Mediante extractos vegetales acuosos. Revista Mexicana de Fitopatología. Sociedad Mexicana de fitopatología. México. p 186-187.
- López, E. R. y Sánchez, A. A. 1988. Evaluación de extractos de crucíferas sobre el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* *in vitro*. Memorias de XV Congreso Nacional de Fitopatología. Xalapa, Veracruz. P 107.
- Lumsden, R.D., Lewis, J.A., García, E.R. & Frías, T.G. 1981. Suppression of pathogens in soils from traditional Mexican agricultural systems. *Phytopathology* 71: 891-89
- Madero E., Frusso E. A. y Casaubon E. 2007. Manejo del Cultivo. Capitulo XII. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.1-10
- Mendelsohn, R.; Balick, M.J. 1995. The value of undiscovered pharmaceuticals in tropical forests. *Economic Botany* 49(2): 223–228.  
[http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/44\\_v3.108\\_Mendoza\\_Moreno.pdf](http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/44_v3.108_Mendoza_Moreno.pdf)
- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Chapingo, México. Págs. 55. Págs. 43-44.
- Montes R, V Cruz C, G Martínez M, G Sandoval G, R García L, S Zilch D, L Bravo L, K Bermúdez T, H E Flores M, M Carvajal M (2000) Propiedades antifúngicas en plantas superiores. Análisis retrospectivo de investigaciones. *Revista Mexicana de Fitopatología* 18:125-131.

- Muñoz Rodríguez Manrribio *et al.*, 1995. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura; el caso del tomate rojo. Editorial la fuente; septiembre: México D.F. p. 15-17.
- National Academy of Sciences. 1980. Desarrollo y Control de las Enfermedades de las Plantas. Control de Plagas de Plantas y Animales. Vol. 1. Ed. LIMUSA. México. 223 p.
- Nuez Fernando 2001.El cultivo del Tomate; Ediciones Mundi-persa; España; págs. 16-18.
- Nigel Waistenholme B. 1997. Chaper 1. Introduction. Climate. 1:13-17. In: Texas pecan handbook: Texas agricultural extension service college station, Texas.
- Noble, S.R. 2000. Las mejores variedades de nogal para el sitio de Scott Landgraf Horticultura. <http://www.noble.org/>.
- Padilla M..., A, Vázquez M., M. del S. Rodríguez E., R. 1995. Actividad biológica del Extracto hexánico de *Quercus grisea* sobre hongos patógenos dela raíz. Memorias del XXII Congreso Nacional de Fitopatología de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco. P. 86
- Pitman, N.; Jorgensen, P. 2002. Estimating the size of the world's threatened flora. Science 298(5595): 989.  
[http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/44\\_v3.108\\_Mendoza\\_Moreno.pdf](http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/44_v3.108_Mendoza_Moreno.pdf)
- Plan Regional por el Año Internacional de la Papa 2008.  
<http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/plaanualdip2008.html>.

- Rivero, T.S.H. López, M.B.C. 2004. Micorrización natural e inducida en nogal pecanero. Instituto de Investigación Agrícola, Forestales y Pecuarias. Cd. Delicias, Chihuahua.
- Rodríguez Guzmán Ma. del Pilar s/c. Biodiversidad de los Hongos Fitopatógenos del Suelo de México. Instituto de Fitosanidad Colegio de Postgraduados. Montecillos Chapingo, Edo. de México, México.  
<http://www.bgbd.net/downloads/BIODIVERSIDAD%20DE%20LOS%20HONGOS%20FITOPATOGENOS.pdf>
- Romero, C. S. 1993. Hongos Fitopatógenos. Chapingo, México. Págs. 347. Págs. 308-316, 338-340.
- Salas Franco A. 1997. Capítulo 1. Manejo integrado de plagas del nogal. Editores: L.A. Rodríguez del Bosque y SH. Tarango Rivero. Pp.26.
- Sandoval, V. S. A. Apodaca, S. M. A. Y Quintero, B. J. A. 1995. Efecto del extracto de semilla de toronja contra *Rhizoctonia solani* y *Erwinia caratovora* in vitro. Memorias de XXII Congreso Nacional de Fitopatología, A. C. Guadalajara, Jalisco; México. P. 84
- Sierra, M.E.; López, R.E.; Pérez, P.S. 2007. Agroclimatología del pecan (*Carya illinoensis*) en la Argentina. Capítulo IV. Producción de pecan en Argentina. UBA, INTA. Buenos Aires, Argentina. Pp.2.
- Smith, IM, J. Dunez, Phillips DH, Lelliott RA, SA, y Archer, eds. 1988. Europea Manual de Enfermedades de las Plantas. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 583 p.

Wilson, C. L., Ahmed, E. G. y Michel, E. W. 1999. Prospecting in nature's storehouse for biopesticides. Revista Mexicana de Fitopatología. 17: 49-53  
<http://www.redalyc.org/pdf/610/61030202.pdf>

Zapata José Pardo. 2002. Patentabilidad de los extractos vegetales. Mayo 2002.  
[http://www.pcb.ub.edu/centrepatents/pdf/cursos/dillunsCP/pardo\\_patentesextractosplantas.pdf](http://www.pcb.ub.edu/centrepatents/pdf/cursos/dillunsCP/pardo_patentesextractosplantas.pdf)