

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Selección de Extractos Vegetales Para el Manejo de la Marchitez *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en Tomate *Solanum lycopersicum* L. y Secadera *Phytophthora capsici* en Chile *Capsicum annum* L.

Por:

**NESTOR ALEJANDRO MARTÍNEZ LÓPEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Selección de Extractos Vegetales Para el Manejo de la Marchitez *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en Tomate *Solanum lycopersicum* L. y Secadera *Phytophthora capsici* en Chile *Capsicum annuum* L.

Por:

**NESTOR ALEJANDRO MARTÍNEZ LÓPEZ**

TESIS

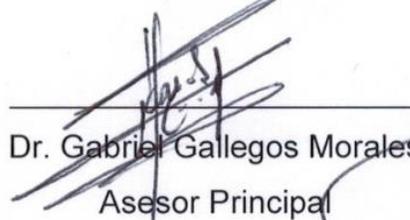
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

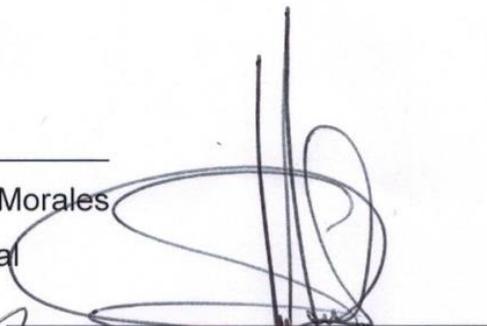
Aprobada:



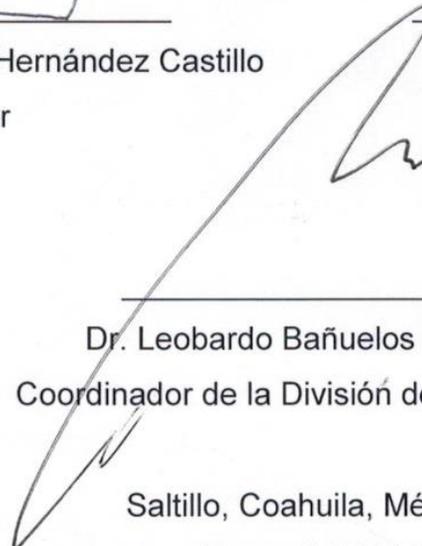
Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo  
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Asesor Principal



Dr. Melchor Cepeda Siller  
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
Coordinación  
División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2014

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**: por darme salud y fuerzas para lograr mi objetivo y el de mi familia, terminar mis estudios de licenciatura.

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**: por recibirme en su seno y haberme formado profesionalmente.

Al **DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRICOLA**, en especial a todos los maestros por su paciencia y por transmitirme sus valiosos conocimientos para la finalización de mis estudios de licenciatura.

Al **DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES**, por brindarme su amistad, así como permitirme colaborar en la realización de este proyecto, su tiempo y disposición para la revisión de este trabajo.

Al **DR. FRANCISCO DANIEL HERNÁNDEZ CASTILLO**, por su apoyo y acertadas sugerencias en la revisión de la presente tesis.

Al **DR. MELCHOR CEPEDA SILLER**, por su brindarme su valioso tiempo en la revisión de esta investigación.

Al **M.C EPIFANIO CASTRO DEL ANGEL**, por su amistad y apoyo en la realización del análisis estadístico de los datos obtenidos en la presente investigación.

A **todos mis compañeros de la carrera de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo**, por haber hecho agradable mi estancia en la Universidad.

## DEDICATORIA

**A MIS PADRES: Sra. Angélica López Hernández y Sr. Rigoberto Martínez Aguilar.**

Gracias por permitirme formar parte de su familia regalándome la vida. Por brindarme su apoyo incondicional, apoyo económico y moral, por su paciencia y tolerancia. Por permitir que uno de mis mayores anhelos se hiciera realidad, los amo mis estimados señores.

**A MIS HERMANOS Y A MI CUÑADO: Hiber Ricardo, María Ilse, y Hernán Maldonado.** Por brindarme su cariño y apoyo en todo momento, porque en ustedes también veo el reflejo de una gran amistad, son en verdad grandes motivos y razón de aliento, dios los bendiga siempre.

**A MIS SOBRINOS: Ami Monserrat y Ángel Maldonado Martínez,** por hacer feliz a la familia con esa ternura que los caracteriza. Los amo mis niños.

**A MI NOVIA: Marvy del Roció,** por haberme brindado la dicha de conocerte, tu amistad es algo invaluable, pues también veo en ti a mi mejor amiga, eres parte de mi inspiración y mi alegría. Gracias por apoyarme en todo momento, por formar parte de mi vida. Eres una gran persona, ya que me has enseñado hermosas cosas de la vida que solo no pudiese conocer, gracias por todos los lindos momentos que as compartido conmigo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación.....	3
Objetivo .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Antecedentes del Tomate .....	4
Origen del tomate.....	4
Características Botánicas del Tomate .....	4
Importancia del Tomate .....	5
Enfermedades del Tomate .....	6
Enfermedades fungosas del tomate .....	7
Marchitez del Tomate <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .....	8
El Patógeno .....	9
Ubicación taxonómica .....	9
Sintomatología de la Marchitez de Tomate .....	10
Epidemiología y Ciclo de la Enfermedad.....	11
Ciclo de la enfermedad .....	11
Mediadas de Manejo de la Marchitez del Tomate .....	12
Control cultural.....	13
Control químico .....	13

CONTENIDO	PÁGINA
Uso de variedades resistentes .....	13
Control biológico .....	14
Antecedentes del Chile .....	14
Descripción Botánica del Chile .....	15
Importancia del Chile en México .....	16
Enfermedades del Chile .....	17
Sacadera del Chile: <i>Phytophthora capsici</i> .....	19
Características del patógeno.....	19
Importancia y distribución .....	19
El patógeno <i>Phytophthora capsici</i> .....	20
Ubicación taxonómica .....	20
Síntomas .....	20
Epidemiología .....	21
Ciclo de la enfermedad .....	21
Estrategias de manejo de <i>Phytophthora capsici</i> .....	22
Extractos Vegetales.....	23
Antecedentes de extractos vegetales como fungicidas.....	24
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
Preparación de las Plántulas .....	26
Obtención de los Extractos .....	26
Obtención de Fitopatógenos .....	27
Recuperación, Conteo de Esporas y Esporangios.....	28

**CONTENIDO****PÁGINA**

<b>Conteo de Esporas y Esporangios .....</b>	<b>29</b>
<b>Bioensayos Experimentales en Plantas de Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) .....</b>	<b>30</b>
<b>Bioensayos Experimentales en Plantas de Chile (<i>Capsicum annuum</i> L.) .....</b>	<b>31</b>
<b>Variables Evaluadas .....</b>	<b>32</b>
<b>Diseño Experimental .....</b>	<b>33</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>34</b>
<b>Efecto de Extractos Vegetales en Plantas de Tomate inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .....</b>	<b>34</b>
<b>Altura de plantas de tomate.....</b>	<b>34</b>
<b>Diámetro de tallo de plantas de tomate .....</b>	<b>35</b>
<b>Numero de ramas en plantas de tomate.....</b>	<b>36</b>
<b>Longitud de raíz de plantas de tomate .....</b>	<b>36</b>
<b>Peso fresco de plantas completas de tomate .....</b>	<b>37</b>
<b>Peso fresco de tallo y hojas de plantas de tomate .....</b>	<b>37</b>
<b>Peso fresco de raíz de plantas de tomate .....</b>	<b>38</b>
<b>Peso seco de plantas completas de tomate.....</b>	<b>39</b>
<b>Peso seco de tallo y hojas de plantas de tomate.....</b>	<b>39</b>
<b>Peso seco de raíz de plantas de tomate .....</b>	<b>39</b>
<b>Incidencia y severidad de la enfermedad .....</b>	<b>42</b>
<b>Efecto de Extractos Vegetales en Plantas de Chile inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> .....</b>	<b>43</b>
<b>Altura de plantas de chile .....</b>	<b>43</b>

**CONTENIDO****PÁGINA**

<b>Diámetro de tallo de plantas de chile.....</b>	<b>43</b>
<b>Numero de hojas en plantas de chile.....</b>	<b>44</b>
<b>Longitud de raíz de plantas de chile .....</b>	<b>45</b>
<b>Peso fresco de plantas completas de chile.....</b>	<b>46</b>
<b>Peso fresco de tallo y hojas de plantas de chile.....</b>	<b>47</b>
<b>Peso fresco de raíz de plantas de chile .....</b>	<b>48</b>
<b>Peso seco de plantas completas de chile .....</b>	<b>48</b>
<b>Peso seco de tallo y hojas de plantas de chile .....</b>	<b>48</b>
<b>Peso seco de raíz de plantas de chile.....</b>	<b>49</b>
<b>Incidencia y severidad de la enfermedad .....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>54</b>
<b>APENDICE .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1.- <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> aislado de raíz de plantas de tomate con síntomas de pudrición radicular.....	27
2.- <i>Phytophthora capsici</i> aislada de raíz de planta de chile con problemas de pudrición radicular.....	28
3.- Microconidios y macroconidios de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i> observados al microscopio.....	29
4.- Microfotografía al microscopio de explantes de micelio y esponagios de <i>Phytophthora capsici</i> cultivada en placas con agua. ....	30
5.- Ensayo con extractos orgánicos para manejo de la marchitez en tomate.....	31
6.- Ensayo experimental de extractos orgánicos en plantas de chile para el manejo de la secadera del chile.. ....	32
7.- Presencia de la pudrición de raíz en plantas de tomate.. ....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1.- Extractos vegetales evaluados experimentalmente.....	33
2.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmentesobre la altura de plantas de tomate contaminadas con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> ..	34
3.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el diámetro de tallos de plantas de tomate contaminadas con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .....	35
4.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el número de ramas de plantas de tomate contaminadas con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> ... ..	36
5.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre la longitud de raíz de plantas de tomate contaminadas con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .....	37
6.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el peso fresco de: plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de tomate contaminadas con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .....	38
7.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el peso seco de: plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de tomate contaminadas con <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .....	40
8.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre la altura de plantas de chile contaminadas con <i>Phytophthora capsici</i> .....	43
9.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el diámetro de tallo de plantas de chile contaminadas con <i>Phytophthora capsici</i> .....	44

<b>10.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el número de hojas en las plantas de chile contaminadas con <i>Phytophthora capsici</i>.....</b>	<b>45</b>
<b>11.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre la longitud de raíz de plantas de chile contaminadas con <i>Phytophthora capsici</i> .....</b>	<b>46</b>
<b>12.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el peso fresco de: plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de chile contaminadas con <i>Phytophthora capsici</i>.....</b>	<b>47</b>
<b>13.- Efecto de extractos vegetales evaluados experimentalmente sobre el peso seco de: Plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de chile contaminadas con <i>Phytophthora capsici</i>.....</b>	<b>49</b>

## RESUMEN

El manejo de la marchitez del tomate causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y la secadera del chile causada por *Phytophthora capsici* L. generalmente se desarrolla mediante el uso de agroquímicos. La presente investigación tuvo como objetivo buscar otra alternativa de manejo, evaluando el efecto de extractos vegetales a base de: Gobernadora + Ruda, Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana, Mejorana, Gobernadora + Mejorana, Gobernadora, Romero, Ruda, Formula 112, y Formula 102, por experimentación *in vivo* bajo invernadero, inoculando a las plantas los fitopatogenos mencionados y cultivándolas a temperatura ambiente y humedad relativa por encima del 70%. Los extractos fueron obtenidos por el método de reflujó con etanol como solvente. Experimentalmente se usaron a concentración de 1% v/v para plantas de tomate con 40 días de edad y a 1.5% v/v para plantas de chile con 30 días de edad, los datos se tomaron a los 39 días después de haber establecido los bioensayos. Las variables cuantificadas fueron: altura de plantas, diámetro de tallo, número de hojas, longitud de raíz, peso fresco de la planta completa, peso fresco de raíz, peso fresco tallo y hojas, peso seco de la planta completa, peso seco de raíz y el peso seco de tallo y hojas. Los resultados muestran datos favorables para las plantas de tomate tratadas con el extracto a base de Gobernadora + Romero, para las variables de altura y diámetro de tallos de las plantas, comportándose con mayor efecto y distinto al testigo estadísticamente.

En el experimento realizado con plantas de chile, resultaron favorables para la variable de peso fresco de la raíz, los extractos a base de Gobernadora + Ruda y el extracto de Ruda, comportándose con mayor efecto y distinto al testigo estadísticamente.

En ambos experimentos el extracto 102 mostró un efecto de fitotoxicidad de las plantas que fueron tratadas con este material experimental.

**Palabras clave:** marchitez, secadera, agroquímico, extractos, *in vivo*, solvente.

## INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza de mayor consumo en el mundo, forma parte importante en la dieta alimenticia de las personas. En Estados Unidos alcanza cifras tan importantes como los 25,5 kg por habitante por año o los 31,8 kg en España (Rodríguez *et al.*, 1997).

En México la importancia del tomate se ve ampliamente reflejada en cuanto a producción y consumo. Durante el 2008 se produjeron 2.26 millones de toneladas de tomate, obteniendo el primer lugar en producción el estado de Sinaloa, que representó el 35% del total nacional. Regionalmente, la producción de tomate se distribuye a todo lo largo del territorio nacional, sin embargo, la zona productora de mayor importancia es la noroeste (SAGARPA, 2010).

Por otro lado, en la familia de las solanáceas el cultivo del chile juega un papel de gran importancia en la dieta de las personas, su producción se ve ampliamente reflejada en la superficie que se dedica para este cultivo así como el rendimiento que se obtiene en las diferentes regiones del mundo. La producción de chile verde a nivel mundial en el 2008 fue de 25.9 millones de toneladas, cultivada en 104 países ocupando alrededor de 1.7 millones de hectáreas y obteniéndose un rendimiento que va desde 1.0 hasta 280 toneladas por hectárea, en este caso bajo sistemas de protección agrícola.

La importancia del chile en México se manifiesta enormemente pues se cultiva en todos los estados de la república, siendo el 80% de la producción destinada al consumo doméstico, el consumo aproximado per cápita es de 15 kg. La producción durante el 2009 de chile verde fue de 2 millones de toneladas en una superficie de 130 mil ha, con un rendimiento que oscila entre 3.0 y 37 toneladas por hectárea (Zegbe *et al.*, 2012).

Como todas las plantas, el tomate y chile también son afectados por enfermedades que reducen su producción, minimizando también beneficios que se

obtienen en su cultivo. El primer lugar de los enemigos del tomate lo ocupan las enfermedades provocadas por hongos microscópicos (Jean, 2007).

El marchitamiento causado por *Fusarium* es una de las enfermedades más prevalentes y dañinas del tomate siempre que estas plantas se cultiven extensivamente. La enfermedad es más destructiva en climas cálidos y en suelos cálidos y arenosos de las regiones templadas. La enfermedad se caracteriza por el achaparramiento de las plantas, las cuales en poco tiempo se marchitan y finalmente mueren (Agrios, 2008). El marchitamiento del tomate es una enfermedad que tiene presencia en todo el mundo causando grandes daños en la producción.

En cuanto al cultivo de chile, Zegbe *et al.* (2012) mencionaron que las enfermedades más comunes que se presentan son la secadera causada por *Phytophthora capsici* L., y los daños causados por nematodos como *Nacobuss erendepitecus*. La secadera del chile provoca marchitamientos vasculares, siendo la principal enfermedad del chile a campo abierto, razón por la que se utilizan sustratos estériles para el cultivo en invernadero, y la aplicación preventiva y curativa de fungicidas.

La mayoría de las 100000 especies de hongos conocidos son estrictamente saprofitos y viven sobre la materia orgánica muerta, a la que descomponen, sin embargo más de 8000 especies de hongos producen enfermedades en las plantas. Todas las plantas son atacadas por algún tipo de hongo y cada uno de los hongos parásitos ataca a uno o más tipos de plantas (Agrios, 2008).

En la agricultura moderna, la aplicación de agroquímicos ha permitido obtener incrementos substanciales en la producción; no obstante, sus efectos adversos están impactando de manera significativa la sostenibilidad de la agricultura. Así, surge entonces el interés por encontrar formas de manejo de

enfermedades mediante métodos con un impacto ecológico mínimo, razón por la cual se desarrolló la presente investigación.

## **Justificación**

En el cultivo de tomate y chile tanto en invernadero como en campo, el manejo de la marchitez del tomate causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y la secadera causada por *Phytophthora capsici* L. así como de otras enfermedades se ha efectuado mediante el uso de agroquímicos, su uso indiscriminado ha traído efectos adversos a la sostenibilidad de la producción y medio ambiente. Por lo anterior es necesario utilizar formas de manejo con un bajo impacto ambiental, por lo que resulta interesante buscar alternativas de manejo de estas enfermedades mediante la aplicación de fungicidas a base de extractos vegetales.

## **Objetivo**

Evaluar el efecto de extractos de origen vegetal para el manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y *Phytophthora capsici* en tomate y chile respectivamente.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## Antecedentes del Tomate

### Origen del tomate

La planta de tomate *Solanum lycopersicum* pertenece a la familia de las solanáceas, y su origen geográfico se localiza en la región andina de Sudamérica (Rodríguez *et al.*, 1997).

Si bien se conoce el origen del tomate; solo se conocen hipótesis razonables sobre su domesticación. Hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación del tomate está en México, el nombre moderno por ejemplo tiene su origen en el de tomatl, en lengua náhuatl de México. Mediante estudios electroforéticos de la variación de las aloenzimas se ha demostrado la existencia de analogías mucho mayores entre tomates pequeños en México y América Central que en cultivares y plantas de la zona andina (Nuez *et al.*, 1995).

### Características Botánicas del Tomate

Rodríguez, *et al.* (1997) señalaron que el tomate es una planta dicotiledónea potencialmente perenne, perteneciente a la familia de las solanáceas, denominada científicamente *Solanum lycopersicum*. El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal pivotante, simultáneamente le crecen raíces adventicias y ramificaciones. El tallo es erguido durante los primeros estadios de desarrollo pero pronto se tuerce a consecuencia del peso, su superficie es angulosa, provista de pelos agudos y glándulas que desprenden un líquido muy característico. Las hojas son compuestas e insertadas en los nudos de forma

alterna. El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once foliolos. Las flores se presentan formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimo simple o cima unípara, cima bípara y cima múltipara; pudiendo llegar hasta 50 flores por inflorescencia. La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, y la corona gamopétala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de dos a treinta carpelos que dan origen a las celdas del fruto.

El fruto es una baya que puede tener forma redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada. La semilla es grisácea de forma oval y aplastada con la superficie cubierta por vellosidades.

De acuerdo con Hunziker (1979), la clasificación generalmente aceptada es:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Dicotiledóneas

**Orden:** Solanales

**Familia:** Solanaceae

**Género:** *Lycopersicum*

**Especie:** *esculentum*

### **Importancia del Tomate**

Es una de las principales hortalizas cultivadas en el mundo, la primera en España y la segunda en Francia (Jean, 2005).

Van (1981) menciona que el tomate tiene importancia mundial por las siguientes razones:

- Su variedad de uso para el consumo en fresco.
- Su variedad de uso como ingrediente principal en jugos, pastas, bebidas y otros concentrados.
- Su sabor universalmente apreciado por más de 120 recetas culinarias.
- Su alto valor nutritivo, porque contiene relativamente mucha vitamina A y C.
- Su alto valor comercial por unidad de superficie cultivada.

La superficie destinada a la producción de tomate son casi tres millones de hectáreas cultivadas y un volumen de producción que ha superado ampliamente los setenta millones de toneladas en los últimos años, podemos considerar al tomate, sin duda, como el producto hortícola de mayor importancia económica en la población mundial (Nuez *et al.*, 1995).

### **Enfermedades del Tomate**

La enfermedad, como disfunción, puede llevar a una disminución de la productividad y de la producción biológica de las plantas. La disminución de la producción debida a enfermedades y/o el aumento de costos de producción encaminados a prevenir y controlar las enfermedades, resultan en una disminución de la producción económica (Llácer *et al.*, 2000).

Las enfermedades causadas por patógenos (hongos, bacterias, plantas superiores parasíticas, nematodos, virus, micoplasmas y protozoarios) se caracterizan por la presencia de estos patógenos en la superficie de sus plantas hospedantes o dentro de ellas (la mayoría de los patógenos) actuando como parásitos y viviendo dentro o fuera del organismo del cual obtiene su alimento (Agrios, 2008).

El tomate, al ser un cultivo extendido masivamente, es afectado por un número considerable de patógenos y de diversos tipos, sean estos hongos, Oomicetes, bacterias, virus y viroides, además de varios insectos y nematodos. Entre las principales enfermedades que afectan a los cultivares de tomate son: *Alternaria solani* (Tizón temprano), *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Phytophthora* (Mal del tallo), *Cladosporium fulvum* (Moho de la hoja), *Fusarium oxysporum* (Marchitez), *Stemphylium solani* (Mancha gris de la hoja), *Pseudomonas* y *Xantomonas* (Marchitez bacteriana), *Erwinia carotovora* (Pudrición bacteriana), *Septoria lycopersici* (Septoriosis), *Phytophthora infestans* (Tizón tardío) entre otras (Rodríguez *et al.*, 2006).

### **Enfermedades fungosas del tomate**

Anaya *et al.* (1999) hicieron mención de las siguientes enfermedades fungosas en tomate:

Pudriciones radicales y ahogamiento: *Pythium sp.* y *Rhizoctonia solani*, atacan la germinación de la semilla y causan la muerte de las plantas.

Tizón tardío de jitomate: *Phytophthora infestans*, causa manchas pardas irregulares en el envés de la hoja que sin un control oportuno puede causar la pérdida total del cultivo.

Tizón temprano de tomate: *Alternaria solani*, ocasiona tizones en hojas y pudriciones de frutos. Ha llegado a ocasionar perdidas hasta de 30% en condiciones favorables para su desarrollo.

Cenicilla del tomate: *Leveillula taurica*, reduce el área fotosintética y, en consecuencia, de la longevidad de la planta, el rendimiento y la calidad de los frutos.

Moho de la hoja: *Cladosporium fulvum*, produce pequeñas manchas pálidas o ligeramente amarillas en el envés, que al crecer, se tornan de color café en el centro.

Mancha gris del tomate: *Stemphylium solani* Weber, ataca a cultivares tipo cherry, ocasionándoles una defoliación. En hojas peciolas y tallos causa pequeñas manchas café oscuro de forma circular u oval ligeramente hundidas y en ocasiones se observa un halo clorótico.

Marchitez del tomate: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, causa amarillamiento de las hojas inferiores que gradualmente se marchitan y mueren. Puede destruir cultivos completos o causar bajas considerables en el rendimiento.

Pudrición de la corona y raíz: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* causa una lesión café chocolate que se extiende hacia el tejido vascular, pero hasta 25 cm arriba de la zona de transición raíz tallo. En la raíz hay una pudrición seca y numerosas lesiones de color café grisáceo en el punto de emergencia de raíces laterales.

### **Marchitez del Tomate *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici***

El hongo solo infecta a *Solanum*. En Europa se conocen 2 patotipos: las razas 0 y 1; en 1982 se señaló una tercera raza en Queensland (Australia). La enfermedad se describió por primera vez en Europa en 1895, en Guernsey y la Isla de Wight (Reino Unido), pero en la actualidad tiene importancia mundial (Smith, 1992).

*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* se distribuye en México por la región de El Bajío, Sinaloa (donde se han reportado las razas 1 y 2), Morelos, y otras menos importantes atacando únicamente al tomate (Anaya *et al.*, 1999).

*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* es un organismo que habita el suelo y que sobrevive entre los cultivos en los restos de plantas infectados que yacen en el suelo en forma de micelio y en cualquiera de sus formas de esporas, pero lo hace con mayor frecuencia en forma de clamidosporas, sobre todo en regiones templadas frías. 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, 2008).

## El Patógeno

### Ubicación taxonómica

Agrios (2005) lo ubica de la siguiente manera:

**Reino:** Fungí

**División:** Ascomycota

**Clase:** Ascomycetes

**Orden:** Hypocreales

**Familia:** Moniliaceae (Alexópulos y Mims, 1979)

**Género:** *Fusarium*

**Especie:** *oxysporum*.

Este hongo se caracteriza por producir tres tipos de esporas: las microconidias, macroconidias (Figura 3) y clamidosporas, estas últimas tienen paredes muy gruesas, lo cual las hace muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables y a la ausencia de hospedantes. Distintas formas especiales de *F. oxysporum* pueden sobrevivir en un estado de reposo en el suelo viables después de 40 años (Agrios, 2004).

*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. El micelio es incoloro al principio, pero conforme madura adquiere un color crema o amarillo pálido y bajo ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa pálido o algo purpura. Este patógeno produce tres tipos de esporas asexuales. Microconidios, que tienen una a dos células y son las esporas que el hongo forma con más frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones. Esporas que el hongo forma con más frecuencia en el interior de los vasos de las plantas hospedantes que ha infectado. Macroconidios, que son las esporas típicas de *Fusarium*, están constituidos de 3 a 5 células, se adelgazan gradualmente y se encorvan hacia ambos extremos. Aparecen con gran frecuencia sobre las superficie de las plantas que han sido destruidas por el patógeno y por lo común se forman grupos parecidos a los esporodoquios. El ultimo tipo de espora son las clamidosporas, que están constituidas por una o dos células, son de pared gruesa y son esporas redondas que se forman terminal o intercaladamente en el micelio más viejo o en quizá también en el suelo, aunque cabe mencionar que solo las clamidosporas sobreviven en este sustrato durante más tiempo (Agrios, 2008).

### **Sintomatología de la Marchitez de Tomate**

Uno de los primeros síntomas en las plantas jóvenes, como lo mencionaron Walker (1981); Jones y Woltz (1981) citados por Smith (1992), es la caída de las hojas por debajo de los peciolo (Epinastia), las hojas inferiores son las primeras en amarillar y normalmente los folíolos se ven afectados unilateralmente; las hojas afectadas mueren y los síntomas continúan apareciendo en hojas sucesivamente más jóvenes. Puede afectar una o más ramas. Mientras que las otras no muestran síntomas; cuando la enfermedad se ha desarrollado durante unas pocas semanas puede verse en secciones transversales de la parte inferior del tallo un pardeamiento del sistema vascular.

En cultivos de tomate a campo abierto, los primeros síntomas consisten en un ligero amarillamiento de los bordes de las hojas más viejas, aunque

paulatinamente avanzan hacia las hojas superiores. El amarillamiento de las hojas progresa hacia la vena principal y el tejido afectado finalmente muere. Algunas plantas se marchitan rápidamente y se secan al tiempo de maduración de los primeros frutos, pero en la mayoría de los casos las plantas se van marchitando lentamente y logran sobrevivir hasta finales de temporada. Esto sucede cuando las raíces y los tallos son colonizados, los síntomas se muestran como una pudrición necrótica, particularmente sobre las raíces laterales más pequeñas; lo cual acelera el marchitamiento del follaje (Anaya *et al.*, 1999).

Después que la planta muere, el hongo fructifica sobre la superficie del tallo bajo condiciones de ambiente húmedo (Angulo, 1996; Valdez, 1999).

Anaya (1999) menciona que al hacer un corte transversal, principalmente en la parte baja del tallo se puede observar una coloración café oscura del tejido bascular (xilema). Si el corte es longitudinal, se puede ver la totalidad café del tejido vascular a lo largo de todas las ramas, los tallos y las raíces, las plantas en estas condiciones presentan un achaparramiento, las hojas se marchitan, mueren y caen al suelo.

### **Epidemiología y Ciclo de la Enfermedad**

La temperatura del suelo y del aire es un factor ambiental extremadamente importante en el desarrollo y la gravedad de la enfermedad; la temperatura óptima para el desarrollo de esta es a unos 28°C y los síntomas de la parte aérea son más graves y rápidos cuando la temperatura del aire es también de este nivel. El hongo tolera una amplia gama de pH del suelo y se establece con facilidad en muchos tipos de suelo. El cultivo repetido de tomate aumenta en general el riesgo de que aparezca la enfermedad (Smith, 1992).

## **Ciclo de la enfermedad**

Anaya (1999) describió de la siguiente manera el ciclo que sigue *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: el ciclo empieza generalmente con la presencia de macroconidios, microconidios, el micelio y/o clamidosporas en el suelo infectado; estos germinan y penetran por heridas o aberturas naturales, atacan el xilema invadiéndolo todo, este adquiere cierta tonalidad amarillo-ocre-café, que externamente se manifiesta como una clorosis; el micelio sigue desarrollándose y llega a invadir las células adyacentes al xilema; se aprecia una marchitez y la muerte de la planta. Las toxinas (Lycomarasmina y ácido fusarico) y la obstrucción mecánica (Tilosis) de los tejidos son los responsables de la marchitez y de la muerte de la planta. El patógeno excreta enzimas pectolíticas que destruyen la lámina del parénquima del xilema. Las células parenquimatosas mueren y se tornan de color café, estas se observan como un anillo al hacer un corte transversal. La formación de conidios se efectúa en las hojas de las plantas muertas y en el suelo.

## **Mediadas de Manejo de la Marchitez del Tomate**

Agrios (2008) señaló que algunas alternativas de manejo para esta enfermedad son:

- Usar variedades resistentes, es el único método práctico para controlar la enfermedad en el campo (actualmente se dispone de varias, en ciertos cultivos).
- Esterilizar los almácigos en invernaderos.
- Usar semilla y trasplantes sanos es un hecho que resulta obligatorio, y debe efectuarse el tratamiento con agua caliente de las semillas sospechosas antes de que se siembren.
- El usar hongos antagonistas como *Trichoderma* y bacterias del género *Pseudomonas* han dado buenos resultados.

- Usar plásticos transparentes durante el verano disminuye la incidencia de la enfermedad.

Mendoza (1983) citado por Uh (2007), agrega para el control de esta enfermedad se puede recurrir a:

- Tratar la semilla con agua caliente por 20 min a 50°C, para matar al patógeno.
- No fertilizar con demasiado Nitrógeno y evitar deficiencias de Potasio.

### **Control cultural**

Se recomienda la aplicación de cal agrícola o cal hidratada para aumentar el pH. Medios o sustratos de crecimiento que poseen un pH alto tienden a mantener niveles más altos de nutrientes, mayores poblaciones de microorganismos (hongos, bacterias y actinomicetos) y menor severidad de marchitamiento por *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Es de vital importancia para el control de la enfermedad seleccionar muy bien el semillero y sembrar plántulas sanas en campo (FAO, 2003).

### **Control químico**

Algunos fungicidas sistémicos pueden ser absorbidos por las raíces y ejercer una acción curativa moderada; no obstante su mayor beneficio se obtiene como preventivo. Algunos de estos fungicidas contra *Fusarium* spp. son: Cabendazim, Procloraz, TCMTB, Thiabendazol y derivados del amonio, entre otros ( Apodaca, 2006 citado por Cubedo, 2008).

### **Uso de variedades resistentes**

Anaya (1999) menciona que para el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* la única medida práctica para cultivos en campo es mediante el uso de

variedades resistentes de tomate; actualmente, de las variedades existentes, la mayoría no son completamente resistentes, pero bajo condiciones sub óptimas para su infección producen buenos rendimientos en el campo, aunque los suelos estén infectados. Las variedades resistentes: Marglobe, Rutgers, Pritchard, Riverside, Simi, Michigan State, Forcing y Blair Forcing poseen resistencia poligenica.

### **Control biológico**

Se han llevado a cabo un gran número de investigaciones en los últimos años en torno a la posibilidad de controlar biológicamente la marchitez de los tomates y de muchos otros cultivos ocasionada por *Fusarium*. Los resultados han sido alentadores al inocular previamente las plantas con formas especiales (forma especialis) de *F. oxysporum*, que son inocuas para cada cultivo, utilizando hongos antagonicos como *Trichoderma* y, así mismo, empleando bacterias del genero *Pseudomonas* que producen sideroforos, sin embargo, aun cuando suenan prometedores estos tratamientos, hasta ahora ninguno de estos métodos se utiliza para controlar eficientemente los marchitamientos vasculares por *Fusarium* (Agrios, 2008).

### **Antecedentes del Chile**

Dentro del género *Capsicum* se considera con 22 especies silvestres así como 5 especies domesticadas (*C. pubescens*, *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*). Todas las especies del genero *Capsicum*, a excepción de *C. anomalum*, son originarias de América. Particularmente el grupo *C. annuum* de flores blancas, está asociado con hábitats húmedos, parece haber sido distribuido originalmente a través de tierras bajas tropicales de América del Sur y Central (Nuez *et al.*, 2003).

El proceso de domesticación del chile ocurrió independientemente en varias áreas, empleando diferentes especies silvestres. También es posible que, después de la domesticación inicial de una especie, el estímulo se difundiese intentando cultivar otras especies silvestres en diferentes áreas. Actualmente se cree que *C. pubescens* y *C. baccatum* fueron domesticados en Bolivia en áreas adyacentes. El complejo *annuum* fue domesticado al menos dos veces, un tipo *C. annuum* en México y un tipo *C. chinense* en la amazonia (Pickersgill, 1989 citado por Nuez *et al.*, 2003).

### **Descripción Botánica del Chile**

El género tiene los siguientes caracteres según menciona Díaz (1957): la raíz es pivotante, provista de muchas raíces largas, fibrosas, colocadas comúnmente diametrialmente opuestas que llegan a profundizar 40 cm. El tallo es ramoso, herbáceo o subleñoso, subcuadrangular y estriado, lampiño algunas veces, otras pubescente; en las divisiones de las ramas se presentan los nudos hinchados, con manchas violáceas; de los 20-30cm por término medio se ramifica. Las ramas son simpodicas, dicótomas, tricotomas, subdividiéndose así sucesivamente; en cada nudo hay una hoja y tres yemas, dos vegetativas y una floral; la floral y una vegetativa comúnmente se desarrollan, la otra permanece latente, y solo llega a crecer cuando la planta es muy vigorosa. Las hojas son sencillas, enteras o de bordos nudosos, acumuladas, ovalolanceoladas o simplemente ovaladas o elípticas, largamente pecioladas y con peciolo acanalado arriba; de un color verde en la lámina superior y más claro en la inferior. La inflorescencia es definida y solitaria; flores hermafroditas extra-axilares, colocadas en el ángulo que forman las ramas al bifurcarse; cáliz monocépalo, de 5 a 6 dientes. Estambres de 5 a 6 insertos en el tubo de la corola; filamentos blancos más largos que las anteras. El ovario tiene de 2 a 4 lóculos, multiovulados; óvulos campilotropos, comprimidos blanquizcos, adheridos por su base; estilo blanco, cilíndrico y de una longitud igual o mayor que los estambres y terminado por un estigma muy corto, claviforme, verdoso o amarillo. El fruto es una baya cónica,

oblonga o alargada, de tamaño y coloración variable, comúnmente roja o amarilla, provista de numerosas semillas sub reniformes, comprimidas y endospermicas, con el embrión rollizo, periférico y, por, consecuencia, anfitropo.

La clasificación que describe Valadez (1994) es la siguiente:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Dicotiledóneas

**Orden:** Solanales

**Familia:** Solanaceae

**Género:** *Capsicum*

**Especie:** *annuum*

### **Importancia del Chile en México**

En México la producción de chile es muy amplia e importante en todas las entidades de la nación pues se cultivan diferentes variedades, está presente en gran parte de la gastronomía nacional y se considera como parte de la cultura mexicana. Su importancia se ve también reflejada en la producción y la extensión de terreno que se utiliza para este cultivo.

Según reporto el SIAP (2012) la producción nacional de chile en el 2012 fue de 2,379,735 ton, considerando las modalidades de riego y temporal. Esta producción se obtuvo de una superficie sembrada de 138,118 ha, siendo

cosechadas 136,131 ha de donde se obtuvo un rendimiento de 17 ton por hectárea.

### **Enfermedades del Chile**

El cultivo de chile está sujeto a enfermedades que pueden volverse muy destructivas bajo ciertas condiciones, especialmente cuando se cultiva en grandes extensiones de terreno sin una rotación de cultivos adecuada. A continuación se mencionan las enfermedades más comunes que según menciona Vilmorín (1977) atacan a *Capsicum annuum*.

Enfermedades de plántula: causada por diversos géneros de hongos, entre los cuales los más importantes son *Pythium aphanidermatum*, que causa la secadera; *Phytophthora capsici*, que causa la marchitez y *Fusarium*, que también causa marchitez. El daño se nota porque las plantas no se desarrollan o caen al suelo, en vez de permanecer erectas. Las raíces y los tallos de las plantas presentan colores negros o café oscuro en los tallos casi al nivel del suelo.

Mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*): esta enfermedad causa la formación en las hojas y en los frutos, de pequeñas manchas café oscuro que parecen verrugas, durante periodos de humedad ambiente elevada, la enfermedad se esparce rápidamente y puede causar la defoliación casi completa de las plantas.

Tizón del tallo (*Sclerotium rolfsii*): es una de las enfermedades fungosas más destructivas de *Capsicum annuum*. Las plantas se ven atacadas cerca de la línea del suelo y durante periodos secos, se destruyen las raíces. Las plantas se vuelven amarillas y se marchitan gradualmente.

Antracnosis (*Gloesporium piperatum*): causa un manchado serio de los pimientos tanto verdes como maduros. El hongo vive sobre la cubierta de la semilla y también en el interior de la misma.

Pudrición del fruto (*Colletotrichum capsici*): destruye el fruto después de que ha madurado, resultando entonces una de las enfermedades más serias de los pimientos.

Mildiu veloso (*Leveillula taurica*): ataca solamente las hojas durante temporadas cálidas y húmedas. Se le llama también tizón veloso o cenicilla

Mancha de la hoja (*Cercospora*): esta enfermedad forma manchas en las hojas irregularmente circulares de color gris azulado, con un diámetro de 2 y 5 milímetros. Al avanzar la enfermedad, se aclaran las manchas.

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*): produce en las orillas de las hojas unas manchas oscuras de color azul verdoso o grises que se van desarrollando, sobre todo en las hojas más viejas, pasando después al fruto.

Marchitez (*Fusarium*): el hongo penetra generalmente a la planta por lesiones causadas por nematodos en las raíces. Se propaga entonces por la parte leñosa de la planta y llega, por medio de los vasos, a los peciolo y a las hojas. El motivo principal del marchitamiento se debe a que el hongo tapa los vasos de las plantas, entonces la alimentación, recepción de agua y minerales no se da de forma adecuada para la planta.

Pudrición suave (bacterias): las bacterias convierten las sustancias alimenticias de las plantas, en materias que pueden usar en su propio metabolismo. Como resultado de sus actividades, las bacterias producen frecuentemente ácidos o álcalis que causando daños a las plantas

## **Sacadera del Chile: *Phytophthora capsici***

La sacadera del chile juega el papel de la principal enfermedad de chile, cultivado a campo abierto. Maroto *et al.* (1995) mencionaron que el patógeno *Phytophthora* a través de una serie de ataques sistemáticos a las raíces, puede provocar podredumbres en el cuello, causando una brusca marchitez, sin amarilleo previo de las plantas en cualquier estado de desarrollo, que acaban por morir rápidamente.

### **Características del patógeno**

Es una especie heterotalica, forma esporangioforos con ramificación irregular, esporangios deciduos de forma variable (elípticos, globosos, alimonados) con una o dos papilas bien desarrolladas; oogonios esféricos, terminales; anteridios claviformes, terminales; anfiginos; oosporas lisas, apleroticas. Los esporangios producen zoosporas a 12°C o germinan directamente (Romero citado por Mendoza, 1996).

### **Importancia y distribución**

En México *Phytophthora capsici* se encontró en chile (Galindo citado por Mendoza, 1996) y después en calabaza y finalmente en pepino, jitomate y fresa. Esta enfermedad ocasiona daños hasta del 80% en las zonas productoras de chile en el bajío, Aguas calientes y San Luis Potosí. También en Nayarit y Jalisco ocasionan daños hasta del 50%. En general en México se calcula que aproximadamente el 40% de las plantas mueren por esta enfermedad (Romero y Redondo citados por Mendoza, 1996).

## El patógeno *Phytophthora capsici*

### Ubicación taxonómica

Agrios (2005), lo ubica de la siguiente manera:

**Reino:** Stramenopila

**Phylum:** Oomycota

**Clase:** Oomycetes

**Orden:** Peronosporales

**Familia:** Pythiaceae

**Género:** *Phytophthora*

**Especie:** *capsici*

### Síntomas

Los síntomas comienzan con una marchitez muy leve de la planta y después de 3-4 días, se marchita completamente, observándose en el cuello un necrosamiento muy marcado y al efectuarse un corte se nota una coloración café oscura. Las plantas enfermas muestran una banda parda oscura que ciñe el cuello de la raíz, debido a lo cual se marchitan y mueren. En las hojas y en las ramas también se presentan lesiones como tizón. En los frutos se forman manchas acuosas cubiertas por el micelio del hongo. Los frutos afectados permanecen adheridos a la planta. La semilla de estos frutos también es afectada y frecuentemente al abrir los frutos, se observa el desarrollo del micelio de color blanco que cubre las semillas podridas. En plántulas puede causar damping - off y después pudrición del tallo. El mayor daño lo ocasiona cuando afecta las raíces y tallo, lo cual ocurre en la época de floración, donde la planta rápidamente se marchita y seca (Mendoza, 1996).

## **Epidemiología**

*Phytophthora capsici* puede sobrevivir en el suelo por medio de clamidosporas o sobre restos vegetales. El hongo viviendo saprofiticamente sobre los restos descompuestos, con los riegos sucesivos, produce esporangios, y zoosporas que distribuidas por el agua van difundiendo la enfermedad. Se puede afirmar que los ataques de cuello se producen particularmente en parcelas excesivamente regadas o mal drenadas. Los ataques aéreos suelen estar asociados con riego por aspersión o las condiciones típicas de las tormentas de verano, ya que este patógeno presenta su desarrollo óptimo con temperaturas relativamente elevadas, 26 a 32 °C (Nuez *et al.*, 2003).

Maroto *et al.* (1995) consideraron dentro de la epidemiología de la enfermedad las siguientes formas de propagación, propias de un parasito que se propaga por zoosporas.

- Mayor frecuencia y propensión de daños en las parcelas regadas con agua de acequia, que en aquellas regadas con agua de fuente o de pozo.
- Los focos iniciales se extienden de forma muy lenta cuando el riego es por aspersión y está bien manejado, mientras que la infección se generaliza, por el contrario, en los cultivos regados por surco.
- Generalización en zonas amplias que han experimentado inundaciones pasajeras seguidas de tormentas de verano.

## **Ciclo de la enfermedad**

Las oosporas son la única fuente de inóculo primario y sobrevive en el suelo por más de dos años en ausencia de hospedante, el micelio es una fuente importante de inóculo secundario. Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo son: alta humedad de suelo y temperaturas frescas, en la última etapa del cultivo este es más afectado, lo cual coincide con la época más lluviosa.

La enfermedad se presenta generalmente después del trasplante y cuando las lluvias y el mal drenaje permiten su desarrollo. Las infecciones en cuello de la planta son debidas a que las zoosporas del hongo son llevadas por el agua e inician la infección por las heridas o por las lenticelas. El marchitamiento se debe a una secreción de toxinas del hongo y el taponamiento de los vasos conductores. Las lesiones de las ramas y de las hojas son debidas al inoculo diseminado por el salpique del agua de lluvia. El hongo sobrevive de una estación a otra en los residuos de la cosecha, los esporangios se forman en la base del tallo, los cuales liberan zoosporas que son acarreadas por el agua a otras plantas, el inoculo queda en residuos de cosecha, como oosporas en las semillas atacadas o en el suelo como micelio u oosporas, que al ciclo siguiente germinan e infectan de nuevo (Mendoza, 1996).

### **Estrategias de manejo de *Phytophthora capsici***

Nuez *et al.* (2003) mencionaron los siguientes métodos de control para el manejo de la secadera del chile.

Medidas preventivas: se recomienda todas aquellas que eviten humedades altas en las proximidades del cuello de la planta: evitar encharcamientos mediante la utilización de parcelas bien niveladas y bien drenadas, regar cantidades moderadas de agua.

Cultivares resistentes: la principal fuente de resistencia ha sido encontrada en la variedad mexicana de frutos pequeños y picantes Serrano Criollo de Morelos. La resistencia a *P. capsici* en todas estas líneas está basada en un reducido número de genes, pero al ser su efecto aditivo, la mejora genética a partir de esos materiales encierra dificultades. Estas se han traducido en el bajo número de cultivares avanzados con resistencia a *P. capsici* presentes en el mercado hasta la fecha. Entre ellos está F1 Osir, desarrollado en Francia, y las variedades Fyuco y

Calafyuco, desarrollados en Argentina, a estas habría que sumar las variedades que se están desarrollando en México y en España.

Tratamiento químico: el tratamiento del agua de riego en el punto de entrada del agua a la parcela con un fungicida adecuado, estos tratamientos que pueden considerarse preventivos deben repetirse a cada 15 días, mientras duren las condiciones adecuadas para el desarrollo de la infección. Los resultados de este método lo catalogan como el método más efectivo, siempre que no sean frecuentes los ataques aéreos, propios de climas tropicales. En el caso de repetir cultivo en parcelas previamente infectadas con *P. capsici*, resulta necesario desinfectar el suelo con vapor de agua o fumigantes químicos. También es posible utilizar propamocarb.

Zegbe *et al.* (2012) mencionaron que se pueden realizar aplicaciones preventivas de fungicidas de cobre, azufre y clorotalonil, y en casos curativos se puede utilizar el metalaxil.

### **Extractos Vegetales**

Como parte de su metabolismo, las plantas producen una diversidad de compuestos orgánicos, de los cuales la mayoría no parece tener participación directa en su crecimiento y desarrollo. A estos componentes se les conoce como metabolitos secundarios y sus propiedades químicas se han estudiado ampliamente desde el siglo XIX (Croteau *et al.*, 2000 citados por Mendoza *et al.*, 2007).

Las plantas en su proceso evolutivo han desarrollado mecanismos de defensa que incluyen, entre otros, la síntesis de metabolitos con propiedades antifúngicas que pueden ser utilizados contra los hongos que atacan seres humanos, animales y plantas de cultivo (Rai y Mares, 2003 citados por Montes y Prados, 2006).

Formulaciones comerciales de extractos botánicos y aceites esenciales están siendo investigadas como posibles alternativas a la fumigación de suelos para el control de las enfermedades de marchitamiento provocadas por *Fusarium* así como de otras enfermedades de fitopatógenos. La reducción observada en la población del patógeno y el aumento de la población de plantas sanas en el invernadero indica que los extractos de distintas plantas pueden tener un papel importante en las estrategias de gestión de base biológica para el control de las enfermedades de marchitamiento (Bowers y Locke, 2000).

Las diferentes concentraciones influyen mucho en las reacciones alelopáticas, ya que se ha demostrado que las extracciones acuosas pueden actuar tanto como inhibidor o estimulante en diferentes cultivos, ya sea en el crecimiento de raíces o tallos; además, se ha observado que las extracciones acuosas pueden tener un potencial alelopático negativo sobre diferentes cultivos y esto se debe al contenido de aleloquímicos de estos extractos, el tiempo de aplicación y la concentración empleada (Setyowati y Simaramata, 1999).

En la evaluación de las características alelopáticas de ciertos extractos evaluados para conocer sus características como fungicidas son la prueba de que la alelopatía puede ser una alternativa como método de control de plagas, enfermedades y malezas. La introducción de esta nueva tecnología pudiera reducir las pérdidas causadas en la agricultura, proporcionando protección a los cultivos, bioproductos menos dañinos y mucho más fácilmente degradables (Puente *et al.*, 2003).

### **Antecedentes de Extractos Vegetales como Fungicidas**

Diversos autores han realizado investigaciones experimentales con extractos de plantas, demostrando que muchas presentan capacidad antifúngica en diferentes especies de hongos fitopatógenos.

Pérez en el 2010, evaluó extractos de *Larrea tridentata*, a concentraciones de 500, 1000, 1500, 2000, y 3000 *in vitro* y utilizando diferentes solventes (agua, lanolina, manteca de cacao y etanol), encontrando efectos favorables de inhibición de micelio del patógeno *Rhizoctonia solani*, en un porcentaje del 100% usando una concentración de 2000 ppm, y lanolina como solvente (comportándose como el mejor solvente), quedando de manifiesto la capacidad antifúngica de la gobernadora.

Por otra parte Gamboa *et al.* (2002) evaluaron la capacidad inhibitoria de extractos vegetales metanolicos de Hojasèn (*Flourensia cernua* D.C.), Mejorana (*Origanum majorana* L.) y Trompetilla (*Bouvardia ternifolia*) de forma *in vitro* contra *Phytophthora infestans* y *Rhizoctonia solani* a dosis de 4000, 8000, 12000, 16000 y 20000 ppm. Obteniendo resultados favorables con los tres extractos inhibiendo a *Rhizoctonia solani*. Para *Phytophthora infestans* se obtuvieron buenos resultados con el extracto de Mejorana desde la dosis de 8,000 ppm, mientras que Trompetilla y Hojasen mostraron ligero efecto fungistático en dosis altas.

Aguilar (2009) evaluó la capacidad de inhibición de ocho extractos vegetales (Gobernadora, Clavo, Sosa, semilla Lila, Romero, hoja Lila y Ajo) de manera *in vitro* sobre *Phytophthora capsici*, a concentraciones de 3,6 y 9%, obteniendo como mejores extractos a Gobernadora, Clavo y Jengibre, que proyectaron una inhibición del 100% en crecimiento de micelio del patógeno, desde la concentración del 3% y a las 48 horas de incubación. Para el caso de Romero se proyectó una inhibición del 81% con la concentración de 6% y 48 h de incubación.

Con los reportes anteriormente citados se confirma que los extractos a base de plantas pueden poseer capacidad antifúngica. Por lo cual surge el interés de evaluar extractos vegetales de manera *in vivo*, para darles una mejor aplicación a estas características.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se realizó en las instalaciones 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, a partir del 15 de septiembre del año 2012 al 18 de enero del año 2013.

### **Preparación de las Plántulas**

Para la siembra de tomate se utilizaron cuatro charolas de unicel de 200 cavidades acondicionadas con peat moss y perlita en proporción 3:1. Cada cavidad fue sembrada con una semilla de tomate variedad Charleston tipo bola a un cm de profundidad, dichas semillas se trataron primero con ácido salicílico (14 mg/litro de agua) manteniéndolas en la solución por 30 minutos, posteriormente se dejaron secar a temperatura ambiente y finalmente se depositaron en cada cavidad.

Las charolas una vez sembradas se colocaron en soportes dentro de un túnel, y se regaron generalmente a cada tercer día con agua potable durante 60 días.

Las plántulas de chile fueron adquiridas en venta de invernadero con 45 días de edad y fueron trasplantadas a vasos de unicel directamente para la experimentación.

### **Obtención de los Extractos**

Los extractos empleados en estos ensayos fueron proporcionados por la facultad de Ciencias Químicas, de la Universidad Autónoma de Coahuila y por la empresa Biorganix S.A. de C.V. fueron obtenidos por el método de reflujo y utilizando como solvente etanol. Los extractos de plantas que se manejaron en el

experimento fueron: Gobernadora (*Larrea tridentata*), Romero (*Rosmarinus officinalis*), Ruda (*Ruta graveolens*), Mejorana (*Origanum majorana*), así como dos extractos experimentales proporcionados por la empresa de claves 101 y 112.

### Obtención de Fitopatógenos

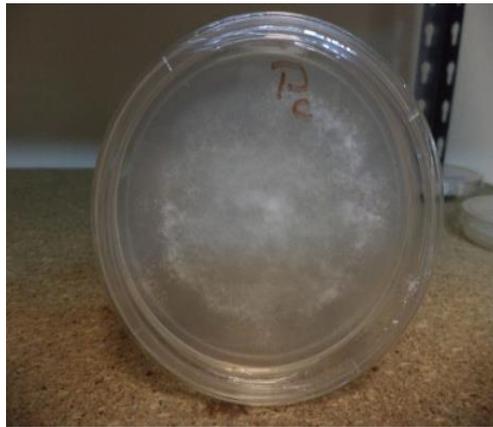
Las cepas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y *Phytophthora capsici* fueron proporcionados por el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la UAAAN y fueron aislados de la raíz de plantas enfermas de tomate y chile en el medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA).

Las cepas proporcionadas se propagaron utilizando 40 cajas Petri (20 para cada patógeno) conteniendo el medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA). Estas cajas fueron sembradas con explantes extraídos con un sacabocados de la cepa original, y bajo condiciones asépticas en la cámara de flujo laminar. Las cajas Petri fueron incubadas a 28°C por 5 a 7 días para el caso de *Fusarium* (Figura 1) y de 7 a 12 días para *Phytophthora* (Figura 2).



**Figura 1.** *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* aislado de la raíz de plantas de tomate con síntomas de pudrición radicular.

De las cajas Petri con *Phytophthora capsici*, se tomaron explantes de 5 mm de diámetro con un sacabocados y fueron colocados en 20 cajas Petri con agua estéril (15 explantes por caja), para permitir la esporulación del hongo, dejándose en incubación a 25°C por 8 a 15 días. La esporulación se comprobó por observación al microscopio estereoscópico con capacidad de 80x de aumento (Figura 4).



**Figura 2.** *Phytophthora capsici* aislada de la raíz de planta de Chile con problemas de pudrición radicular.

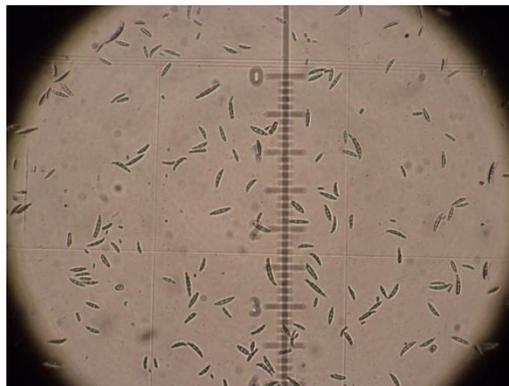
### **Recuperación, Conteo de Esporas y Esporangios**

20 días después de haberse activado la cepa de *Fusarium oxysporum* se obtuvieron los conidios, con la ayuda de una varilla de vidrio se raspó la superficie de crecimiento del hongo en las cajas Petri, a las cuales se les agregaron 10 ml de agua destilada estéril. Las conidias obtenidas se colocaron en un frasco de 1L para después realizar los conteos y posteriormente preparar la suspensión de esporas para la inoculación del hongo en el sustrato que sería utilizado en el bioensayo con las plantas de tomate.

En el caso de *P. capsici* el proceso de recuperación de los esporangios fue efectuado colocando el contenido de las cajas Petri (explantes y agua) en un vaso pequeño de licuadora y agregando 100 ml de agua estéril, en seguida se realizó el licuado a bajas revoluciones. El producto obtenido se filtró a través de una gasa doble y la solución de esporangios obtenida fue cuantificada en una cámara de Neubauer para su uso en los bioensayo con las plantas de Chile.

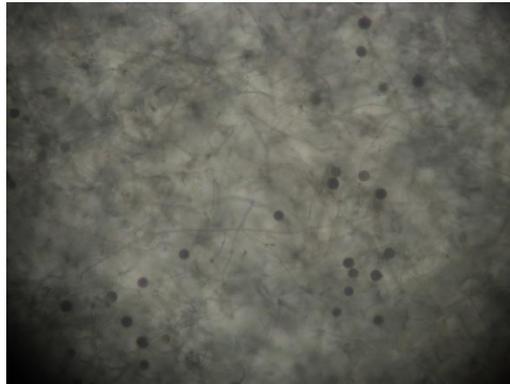
### Conteo de esporas y esporangios

Un día después de que se obtuvieron las soluciones de esporas de *F. oxysporum* y esporangios de *P. capsici*, se realizó su conteo para lo que se tomó una muestra de la solución (diluida al 10%) que contenía las esporas de *F. oxysporum* con una micropipeta y se depositó en una cámara de Neubauer. Para el conteo de esporas se utilizó un microscopio compuesto, donde se observó y contó el número total de conidios y microconidios presentes en un  $mm^2$  de la cámara, obteniéndose una cantidad final de  $5.9 \times 10^7$  conidias por mililitro de la suspensión.



**Figura 3.** Microconidios y macroconidios de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* observados al microscopio compuesto.

El procedimiento anterior se realizó también para contabilizar el número de esporangios de *Phytophthora capsici* concentrados por mililitro de la solución previamente obtenida, esta solución fue utilizada para infectar a las plantas de chile del bioensayo.



**Figura 4.** Microfotografía al microscopio estereoscópico de explantes de micelio y esporangios de *Phytophthora capsici* cultivada en placas con agua.

### **Bioensayos Experimentales en Plantas de Tomate (*Solanum lycopersicum*)**

Este procedimiento se realizó el día 13 de noviembre del 2012, para lo cual se utilizó como sustrato 5 kg de una mezcla de peatmoss y perlita en relación 3:1 previamente humedecido, el cual fue infestado sobre una manta de plástico asperjando 84 ml de la suspensión que contenía las esporas de *F. oxysporum*, para alcanzar una concentración aproximada de un millón de conidias por gramo de sustrato.

Una vez inoculado el sustrato con las esporas del hongo, se seleccionaron 66 plántulas de tomate (considerando tamaño y vigor uniforme) y se les realizaron incisiones en las raíces con un bisturí, para favorecer la penetración del patógeno a la planta y en seguida se colocaron en vasos de unicel de 296 ml para luego llenarlos con 45 g del sustrato previamente infestado.

Las 66 plantas se dividieron de manera uniforme de acuerdo a los 11 tratamientos que se evaluaron (6 repeticiones por tratamiento). Los tratamientos (extractos al 1% v/v en solución acuosa), se aplicaron al cepellón de cada planta con ayuda de una jeringa hipodérmica (10 ml por planta) para cubrir la mayor área radicular posible. Los efectos de los extractos sobre las plantas ante el patógeno se consideraron después de haber transcurrido 38 días después de establecido el experimento, manteniendo las plantas a una humedad por arriba del 70%, a temperatura ambiente del invernadero (Figura 5).



**Figura 5.-** Ensayo con extractos orgánicos para manejo de la marchitez en tomate.

### **Bioensayos Experimentales en Plantas de Chile (*Capsicum annuum*)**

Se inocularon 5.0 kg de sustrato peatmoss y perlita en proporción 3:1 previamente humedecido, con esporangios-micelio de *P. capsici* utilizando un aspersor de mano, colocándose en una bolsa de plástico por 24 h a temperatura ambiente.

Plantas de chile de 30 días de cultivo fueron trasplantadas en vasos de unicel No. 10 de 296 ml, con 45 g de sustrato infestado (1 esporangio/gramo aproximadamente) para enseguida colocar en cada uno de ellos una planta de

chile jalapeño. Seis plantas fueron sembradas para cada tratamiento (extracto al 1.5% v/v en solución acuosa). 10 ml de cada extracto se aplicó con una jeringa hipodérmica a la base del cepellón de cada planta. Los efectos del patógeno sobre las plantas se determinó al final del experimento a los 39 días de cultivo, manteniendo la humedad por arriba del 70%, a temperatura ambiente del invernadero (Figura 6).



**Figura 6.-** Ensayo experimental de extractos orgánicos en plantas de chile para el manejo de secadera del chile.

La capacidad de los extractos experimentales para inhibir el desarrollo y la infección de los fitopatógenos inoculados con *Phytophthora capsici* y *Fusarium oxysporum* en chile y tomate respectivamente, así como su capacidad para promover el desarrollo, fue cuantificada mediante los siguientes variables:

#### **Variables evaluadas**

Los variables evaluados fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas (hojas en chile), longitud de raíz, peso fresco de la planta completa, peso fresco de raíz, peso fresco tallo-hojas, peso seco de la planta completa, peso seco de raíz, peso seco de tallo-hojas y la incidencia y severidad de la enfermedad.

## Diseño Experimental

Los tratamientos se establecieron bajo un diseño experimental completamente al azar, con 11 tratamientos (Cuadro 1) y seis repeticiones para un total de 66 unidades experimentales para cada ensayo de tomate y de chile. El efecto de los tratamientos se analizó a través de un ANOVA y por la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de significancia ( $P=0.05$ ) empleando el programa estadístico de la Universidad de Nuevo León versión 2.5 (Olivares, 1994)

**Cuadro 1.** Extractos vegetales evaluados experimentalmente.

<b>Tratamiento</b>	<b>Extracto</b>
1	Gobernadora + Romero
2	Gobernadora + Ruda
3	Gobernadora +Romero+Ruda+Mejorana
4	Mejorana
5	Gobernadora+ Mejorana
6	Gobernadora
7	Romero
8	Ruda
9	Extracto 112 (material experimental)
10	Extracto 102 (material experimental)
11	Testigo

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Efecto de Extractos Vegetales en Plantas de Tomate Inoculadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

#### Altura de plantas de tomate

La altura de las plantas de tomate vario de 26.06 cm con el tratamiento a base de Gobernadora + Romero a 0 cm con el Extracto 102, resultando este primer tratamiento como el más favorable para las plantas a las que fue aplicado. El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1 del apéndice). La comparación de medias (Tukey) indicó que la mayoría de los extractos fueron similares estadísticamente al testigo (Cuadro 2). El Extracto 102 se comportó diferente debido a que ocasiono la muerte de las plantas por efecto de fitotoxicidad y el extracto 112 se manifestó también como tratamiento desfavorable para promover la altura de las plantas pues se vio distinto a los demás extractos incluso inferior al testigo.

**Cuadro 2.** Efecto de extractos sobre la altura de plantas de tomate contaminadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Tratamiento	Altura en Cm	Agrupación de medias
Goberndora+Romero	26.07	A
Gobernadora+Ruda	24.82	AB
Gobernadora	24.17	AB
Ruda	23.57	AB
Testigo	23.47	AB
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	23.33	AB
Mejorana	22.53	AB
Romero	22.50	AB
Gobernadora+Mejorana	20.97	AB
Extracto 112	20.10	B
Extracto 102	00.00	C

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

### Diámetro de tallo de plantas de tomate

En cuanto al diámetro de tallo, se observó mayor efecto con el extracto a base de Gobernadora + Romero teniendo un valor de 4.11 mm, siendo el extracto 102 desfavorable para esta característica con un valor de 0.0 mm (Cuadro 3). El análisis de varianza detecto diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 2 del apéndice). De acuerdo a la estratificación de medias de no se observó una diferencia estadística ( $P= 0.05$ ) entre la mayoría de los extractos y el testigo, únicamente la hay con el extracto 102 que fue toxico a las plantas de tomate, así también el tratamiento a base de Gobernadora se proyectó desfavorable para promover el diámetro de las plantas, probablemente por características alelopáticas que pudieron haber influenciado sobre el desarrollo de las mismas, el extracto a base de Gobernadora + Romero fue el mejor tratamiento y estadísticamente diferente al testigo.

**Cuadro 3.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el diámetro de tallos de plantas de tomate contaminadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Extracto	Diam. en mm	Agrupación de medias
Gobernadora+Romero	4.11	A
Gobernadora+Ruda	3.83	AB
Ruda	3.80	AB
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	3.73	AB
Romero	3.64	AB
Testigo	3.50	AB
Gobernadora+Mejorana	3.49	AB
Extracto 112	3.40	AB
Mejorana	3.37	AB
Gobernadora	3.33	B
Extracto 102	0.00	C

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey ( $P= 0.05$ ).

## Numero de ramas en plantas de tomate

Considerando el efecto de los extractos sobre el número de ramas en las plantas de tomate, se obtuvo una diferencia de 8 ramas con el extracto de Mejorana difiriendo del extracto 102 con 0 ramas. De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 3 del apéndice), los tratamientos resultaron significativamente diferentes. Sin embargo, se observa en el Cuadro 4 (según Tukey) que no hay una diferencia estadística ( $P= 0.05$ ) entre el testigo y los tratamientos a excepción del extracto 102 debido a que provocó fitotoxicidad.

**Cuadro 4.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el número de ramas de plantas de tomate contaminadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Extracto	Num. de ramas	Agrupación de medias
Mejorana	8.00	A
Extracto 112	8.00	A
Gobernadora+Romero	7.83	A
Gobernadora+Ruda	7.67	A
Romero	7.50	A
Ruda	7.50	A
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	7.50	A
Testigo	7.33	A
Gobernadora+Mejorana	7.17	A
Gobernadora	7.17	A
Extracto 102	0.00	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey ( $P= 0.05$ ).

## Longitud de raíz de planta de tomate

Para esta variable se tuvo una diferencia longitudinal de 22.8 cm con el extracto de Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana comparada con 0.0 cm del extracto 102. Por otra parte aunque el análisis estadístico reflejo diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 4 del apéndice), estadísticamente no se encontró diferencia entre la mayoría de los tratamientos y el testigo según

proyecta la comparación de medias (Cuadro 5), cabe mencionar que la diferencia estadística entre los extractos, testigo y el extracto 102 que debido a que este último presentó efecto de fitotoxicidad.

**Cuadro 5.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre la longitud de raíz de plantas de tomate contaminadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Extracto	Long. en cm	Agrupación de medias
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	22.80	A
Gobernadora+Romero	20.45	A
Gobernadora	19.80	A
Ruda	18.98	A
Testigo	18.70	A
Extracto 112	18.15	A
Gobernadora+Mejorana	18.02	A
Romero	16.80	A
Mejorana	16.80	A
Gobernadora+Ruda	15.88	A
Extracto 102	00.00	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

### **Peso fresco de plantas completas de tomate**

En cuanto al peso fresco de las plantas completas, los valores variaron de 9.5 g bajo el efecto del tratamiento con Gobernadora + Romero a 0.0 g con el extracto 102, proyectando también diferencia significativa de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 5 del apéndice), sin embargo en la estratificación de medias según Tukey, únicamente se detectó diferencia entre el extracto 102 y todos los demás tratamientos junto con el testigo (Cuadro 6), esto porque mato a la planta por un efecto de fitotóxico.

### **Peso fresco de tallo y hojas de plantas de tomate**

En la sección de peso fresco de tallo y hojas del Cuadro 6, se puede observar que el valor más alto se obtuvo bajo el efecto del extracto de

Gobernadora + Romero con 7.3 g y como valor más bajo el extracto 102 con 0.0 g, y aunque el análisis estadístico proyecta diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 6 del apéndice), de acuerdo a la estratificación de medias no se encontró diferencia entre la mayoría de los tratamientos y el testigo a excepción del extracto 102 que causó la muerte a las plantas manifestando efecto fitotóxico para ellas.

**Cuadro 6.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el peso fresco de plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de tomate contaminadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

TRATAMIENTOS	Peso Fresco Planta	Peso Fresco tallo y hojas	Peso Fresco Raíz
Gobernadora + Romero	9.50 A	7.30 A	2.20 A
Gobernadora + Ruda	8.03 A	6.57 A	1.47 A
Gobernadora +Romero+Ruda+Mejorana	8.13 A	5.93 A	2.20 A
Mejorana	7.55 A	5.60 A	1.95 A
Gobernadora+ Mejorana	6.43 A	4.93 A	1.50 A
Gobernadora	7.67 A	5.43 A	2.23 A
Romero	7.42 A	5.85 A	1.57 A
Ruda	9.38 A	6.93 A	2.45A
Extracto 112	8.48 A	7.00 A	1.48 A
Extracto 102	0.00 B	0.00 B	0.00 B
Testigo	8.45 A	6.22 A	2.23 A

Peso en gramos. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

### **Peso fresco de raíz de plantas de tomate**

Considerando esta variable se pudo obtener una diferencia en el peso con el extracto de Ruda, manifestando 2.45 g y el de menor peso fue el extracto 102 con 0.0 g de acuerdo al cuadro anterior, tal diferencia se reflejó porque este último tratamiento provocó la muerte en las plantas por efecto de fitotoxicidad, de acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 7 del apéndice). Por otra parte con la prueba de medias no

se obtuvo diferencia entre los extractos y el testigo (Cuadro 6) a excepción del extracto 102.

### **Peso seco de plantas completas de tomate**

Para esta variable el análisis estadístico proyectó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 8 del apéndice) , sin embargo, la estratificación de medias no proyectó diferencia estadística entre la mayoría de los extractos y el testigo a excepción del extracto 102 que ocasionó la muerte de las plantas a las que fue aplicado por efecto de fitotoxicidad, se pudo distinguir como valor más alto al extracto de Gobernadora + Romero con 1.48 g y teniendo como valor mínimo al extracto 102 con 0.0 g (Cuadro 7).

### **Peso seco de tallo y hojas de plantas de tomate**

El análisis estadístico indicó que hubo diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable (Cuadro 9 del apéndice), y según la agrupación de medias no se reflejó diferencia estadística entre el testigo y la mayoría de los tratamientos, resultando únicamente diferente el extracto 102. Sin embargo, se puede observar en el Cuadro 7, la diferencia entre el valor más alto en cuanto a peso seco de tallo y hojas, obtenido con el extracto de Gobernadora + Romero y el valor mínimo, obtenido con el extracto 102.

### **Peso seco de raíz de plantas de tomate**

Para el peso seco de la raíz, los valores variaron de 0.41 g del extracto de Ruda a 0.0 g del extracto 102 (Cuadro 7), este último causó la muerte de las plantas. De acuerdo al análisis estadístico se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 10 del apéndice), pero de acuerdo a la prueba de medias únicamente resultó diferente al testigo el extracto 102 afectando directamente el desarrollo de las plantas.

**Cuadro 7.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el peso seco de plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de tomate contaminadas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

TRATAMIENTOS	Peso seco Planta	Peso seco tallo y hojas	Peso seco raíz
Gobernadora + Romero	1.48 A	1.13 A	0.35 A
Gobernadora + Ruda	1.30 A	1.02 A	0.28 A
Gobernadora +Romero+Ruda+Mejorana	1.22 A	0.86 A	0.35 A
Mejorana	1.23 A	0.92 A	0.31 A
Gobernadora+ Mejorana	1.10 A	0.78 A	0.33 A
Gobernadora	1.22 A	0.82 A	0.40 A
Romero	1.40 A	1.05 A	0.35 A
Ruda	1.47 A	1.06 A	0.41 A
Extracto 112	1.39 A	1.06 A	0.32 A
Extracto 102	0.00 B	0.00 B	0.00 B
Testigo	1.28 A	0.94 A	0.34 A

Peso en gramos. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

Diversos autores coinciden en la capacidad antifúngica de Gobernadora, tal es el caso de Lira *et al.* (2006), que evaluaron el extracto de *L. tridentata in vitro*, encontrando que hubo una inhibición en el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (*F.o.l*) en un porcentaje del 62.3% con 14 días de incubación a temperatura de 25°C y utilizando una concentración de 1000 ppm resultando estadísticamente diferente al testigo con un efecto favorable proporcionado por el extracto.

Otro experimento *in vitro* que realizaron López *et al.* (2005), con extractos de *Larrea tridentata* aplicados a *F.o.l* preparados a concentraciones de 5% y 10%, obtuvieron como resultado una inhibición del crecimiento micelial del 87.5% y 96.2% respectivamente con un periodo de incubación de 72 horas, resultando estadísticamente favorable y diferentes al testigo. Estos autores no coinciden con los resultados obtenidos en nuestro experimento donde se manejó una concentración del 1% v/v, ya que el extracto de Gobernadora aplicado de manera

individual, no reflejo un mayor efecto benéfico a las plantas comparado con el testigo, esto considerando todas las características agronómicas tomadas en cuenta como variables evaluadas en la experimentación, lo anterior, por las condiciones distintas que se presentan al realizar la experimentación *in vitro* y la realización *in vivo* en el invernadero, así como las distintas concentraciones que se manejaron en la presente investigación que fue menor a las manejadas por los autores antes mencionados.

Con respecto al efecto inhibitorio del crecimiento micelial de *F. oxysporum* generado por extractos de Romero, distintos autores coinciden en que presenta baja capacidad como fungicida evaluado de forma *in vitro*. Tal es el caso de Monteiro *et al.* (2013) quienes evaluaron extractos de varias plantas (*Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Cinnamomum zeylanicum* y *Syzigium aromaticum*) en distintas concentraciones (1%, 5%, 10% y 20%) sus resultados muestran que el extracto de Romero fue estadísticamente similar al testigo en sus distintas concentraciones de aplicación. Por otra parte Evrim *et al.* (2013) evaluaron *in vitro* extractos de Romero sobre el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* a concentraciones de 0.5%, 1% y 2% teniendo los cultivos incubados en la oscuridad a 26 °C y 70% de humedad relativa durante 7-10 días; los resultados indican porcentajes de inhibición de crecimiento de 23.3%, 27.8% y 60% respectivamente siendo estos estos valores estadísticamente similares al testigo. Lo cual coincide con nuestros resultados obtenidos en cuanto a la comparación de medias que se realizó, ya que el efecto de Romero aplicado como único extracto no manifestó un alto nivel antifungico pues no favoreció el desarrollo de las plantas considerando todas las características agronómicas evaluadas como variables, resultando estadísticamente igual al testigo.

Sin embargo, el extracto aplicado con la mezcla de Gobernadora + Romero, favoreció el desarrollo de las plantas ante el testigo y los demás tratamientos, manifestándose con los valores más altos en las características agronómicas evaluadas de: altura de plantas, diámetro de tallo, peso fresco de

planta completa, peso de tallo y hojas, peso seco de la planta completa y el peso seco de tallo y hojas. Manifestando un efecto promotor y estadísticamente diferente al testigo en las variables de: altura (Cuadro 2) y el diámetro de tallo de las plantas (Cuadro 3).

### **Incidencia y severidad de la enfermedad**

No fue posible determinar estos parámetros debido a que no se observaron los síntomas de marchitez asociados a el área foliar, aún y cuando la planta presentó floración y presencia de pequeños frutos (38 días después de establecido el experimento). La presencia de raíces necróticas observadas en las plantas de tomate en los tratamientos indica la incidencia de la enfermedad en la raíz, sin embargo la manifestación de la marchitez no se presentó (Figura 7). Consideramos que esto fue debido a las temperaturas frescas a frías que se presentaron en los meses de noviembre – diciembre del 2012 en nuestra región (Buenavista, Saltillo, Coahuila de Zaragoza) durante el establecimiento de los ensayos en invernadero, lo que retardo la expresión de la enfermedad.



Figura 7.- Pudrición radical en plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

**Efecto de Extractos Vegetales en Plantas de Chile Inoculadas con  
*Phytophthora capsici*.**

**Altura de plantas de chile**

La altura de plantas de chile vario de 14.62 cm en el tratamiento con Romero a 0.0 cm con el extracto 102. El análisis estadístico reflejo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Cuadro 11 del apéndice). Sin embargo, la estratificación de medias según la prueba de Tukey no proyecto diferencias entre la mayoría de los tratamientos y el testigo (Cuadro 8). La diferencia observada en la comparación de medias con el extracto 102 se debe a que ocasiono la muerte de la planta por efecto de fitotoxicidad.

**Cuadro 8.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre la altura de plantas de chile contaminadas con *Phytophthora capsici*.

<b>Extractos</b>	<b>Altura en cm</b>	<b>Agrupación de medias</b>
Romero	14.62	A
Gobernadora+Ruda	14.33	A
Gobernadora+Mejorana	13.72	A
Ruda	14.30	A
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	13.65	A
Gobernadora+Romero	13.55	A
Mejorana	13.15	A
Extracto 112	12.90	A
Testigo	12.18	A
Gobernadora	11.35	A
Extracto 102	0 0.00	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey (P= 0.05).

## **Diámetro de tallo de plantas de chile**

En lo respecta al diámetro de las plantas obtenido bajo el efecto de los tratamientos evaluados, el valor más alto lo manifestó el extracto desarrollado a base de Romero con 2.51 mm, de lo contrario el extracto 102 con 0.0 mm fue el más bajo como se observa en el Cuadro 9. El análisis estadístico indico diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Cuadro 12 del apéndice). Por otra parte, la prueba de medias no proyecto diferencia estadística entre la mayoría de los extractos y el testigo, únicamente con el extracto 102, lo cual se debe a qué resultado letal a las plantas por efecto de fitotoxicidad.

**Cuadro 9.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el diámetro de tallo de plantas de chile contaminadas con *Phytophthora capsici*.

<b>Extractos</b>	<b>Medias de variables</b>	<b>Agrupación de medias</b>
Romero	2.51	A
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	2.48	A
Gobernadora	2.40	A
Testigo	2.40	A
Mejorana	2.40	A
Gobernadora+Mejorana	2.37	A
Ruda	2.32	A
Gobernadora+Romero	2.27	A
Gobernadora+Ruda	2.12	A
Extracto 112	2.05	A
Extracto 102	0.00	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

## **Numero de hojas en plantas de chile**

En cuanto al número de hojas obtenido por las plantas con el efecto de los tratamientos, el número más alto lo proyecto el extracto a base de la mezcla de

Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana con 9.17, resultando con el más bajo el extracto 102 con 0 hojas. El análisis estadístico proyecta diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 13 del apéndice), sin embargo se aclara que no hubo diferencia estadística proyectada en la comparación de medias entre la mayoría de los extractos y el testigo, a excepción del extracto 102 (Cuadro 10), el cual manifestó fitotoxicidad provocando la muerte a las plantas que se sometieron a este tratamiento.

**Cuadro 10.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el número de hojas en las plantas de Chile contaminadas con *Phytophthora capsici*.

<b>Extractos</b>	<b>Num. de hojas</b>	<b>Agrupación de medias</b>
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	9.17	A
Testigo	9.00	A
Gobernadora+Romero	8.83	A
Ruda	8.83	A
Gobernadora+Ruda	8.83	A
Gobernadora+Mejorana	8.50	A
Romero	8.33	A
Mejorana	8.17	A
Extracto 112	7.17	A
Gobernadora	7.17	A
Extracto 102	0.00	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

### **Longitud de raíz de plantas de Chile**

En esta variable se tuvo una diferencia de 15.55 cm con el extracto Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana comparado con el efecto mínimo presentado por el extracto 102, el cual expresó fitotoxicidad en las plantas a las que fue aplicado provocándoles el decaimiento total. El análisis de varianza proyecta diferencia

significativa entre los tratamientos (Cuadro 14 del apéndice). Considerando la prueba de medias no se observó diferencia entre el testigo y 9 de los extractos aplicados, únicamente con el extracto 102, resultando con valores inferiores al testigo y los extractos como se observa en el Cuadro 11, esto debido al efecto de fitotoxicidad que manifestaron las plantas ante este tratamiento.

**Cuadro 11.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre la longitud de raíz de plantas de Chile contaminadas con *Phytophthora capsici*.

<b>Extractos</b>	<b>Long. en cm</b>	<b>Agrupación de medias</b>
Gobernadora+Romero+Ruda+Mejorana	15.55	A
Gobernadora+Ruda	13.82	A
Ruda	13.73	A
Mejorana	13.72	A
Gobernadora	13.59	A
Testigo	13.27	A
Gobernadora+Romero	13.27	A
Romero	12.52	A
Extracto 112	12.10	A
Gobernadora+Mejorana	12.07	A
Extracto 102	00.00	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según la prueba de Tukey (P= 0.05).

### **Peso fresco de plantas completas de Chile**

El análisis de varianza indicó diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 15 del apéndice), mediante la estratificación de medias se proyectaron 9 de los extractos aplicados estadísticamente similares al testigo, únicamente el extracto 102 resultó diferente ante los demás extractos y el testigo ya que causó la muerte de las plantas por efecto de fitotoxicidad, considerando la diferencia entre valores, el valor más alto lo manifestó el extracto a base de Ruda con 2.40 g difiriendo del valor mínimo expresado por el extracto 102 con 0.00 g (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el peso fresco de plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de Chile contaminadas con *Phytophthora capsici*.

TRATAMIENTOS	Peso Fresco Planta	Peso Fresco tallo y hojas	Peso Fresco Raíz
Gobernadora + Romero	1.97 A	1.38 A	0.58 ABC
Gobernadora + Ruda	2.18 A	1.33 A	0.85 A
Gobernadora +Romero+Ruda+Mejorana	1.35 A	1.08 A	0.27 BC
Mejorana	2.00 A	1.50 A	0.50 ABC
Gobernadora+ Mejorana	1.65 A	1.18 A	0.47 ABC
Gobernadora	1.20 AB	0.93 A	0.27 BC
Romero	2.07 A	1.42 A	0.65 AB
Ruda	2.40 A	1.52 A	0.88 A
Extracto 112	1.50 A	1.13 A	0.37 ABC
Extracto 102	0.00 B	0.00 B	0.00 C
Testigo	1.62 A	1.20 A	0.42 ABC

Peso en gramos. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

### **Peso fresco de tallo y hojas de plantas de Chile**

En la sección de peso fresco de tallo y hojas del cuadro anterior, se puede observar que el valor más alto se obtuvo bajo el efecto del extracto de Ruda con 1.52 g y como valor más bajo el extracto 102 con 0.0 g, y aunque el análisis estadístico proyecta diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 16 del apéndice), de acuerdo a la estratificación de medias según Tukey (P = 0.05) no se encontró diferencia entre la mayoría de los tratamientos y el testigo a excepción del extracto 102 que causó la muerte a las plantas manifestando efecto fitotóxico en estas.

### **Peso fresco de raíz de plantas de Chile**

El valor del peso de las raíces varió de 0.88 g del extracto de Ruda a 0.0 g del extracto 102, este último tratamiento permitió el declinamiento a las plantas por

efecto de fitotoxicidad. El análisis estadístico proyectó diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 17 del apéndice), mientras que la prueba de medias indicó que estadísticamente solamente fueron diferentes al testigo los extractos a base de Ruda, el extracto a base de Ruda + Mejorana, y el extracto a base de Romero, reflejando un efecto promotor sobre el peso radicular de las plantas de Chile, por lo cual se puede deducir que tuvieron efecto antifúngico sobre el patógeno, puesto que reflejaron los mayores pesos radiculares (Cuadro 12).

### **Peso seco de plantas completas de Chile**

Considerando el Cuadro número 13, el peso seco de las plantas varió de 0.46 g obtenido con el extracto de Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana a 0.0 g con el extracto 102. El análisis de varianza para esta variable detectó diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 18 del apéndice). La estratificación de medias no proyectó diferencias entre la mayoría de los tratamientos y el testigo, únicamente se vio distinto el extracto 102 (Cuadro 13) que causó la muerte del material vegetal al que fue aplicado por efecto de fitotoxicidad.

### **Peso seco de tallo y hojas de plantas de Chile**

El análisis estadístico encontró diferencia significativa entre tratamientos para esta variable (Cuadro 19 del apéndice), pero no se obtuvo diferencia estadística entre la mayoría de los extractos y el testigo, la diferencia únicamente fue con el extracto 102 que causó la muerte de las plantas que se sometieron a este tratamiento, lo anterior se reflejó manifestándose con 0.0 g en peso habiendo diferencia con el extracto de Mejorana que fue el de mayor peso con 0.27 g (Cuadro 13).

### Peso seco de raíz de plantas de Chile

En el peso seco de las raíces se obtuvo como valor mínimo al extracto 102 con 0.0 g y como valor más elevado al extracto de Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana con 0.19 g (Cuadro 13). El análisis de varianza detectó diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 20 del apéndice). Sin embargo, la prueba de medias únicamente identificó como tratamiento estadísticamente diferente al testigo y a los demás tratamientos el extracto 102, considerándose como el peor tratamiento ya que provocó la muerte de las plantas a las que fue aplicado, por efecto de fitotoxiicidad.

**Cuadro 13.** Efecto de extractos vegetales evaluados sobre el peso seco de plantas completas, tallo-hojas y raíz de plantas de Chile contaminadas con *Phytophthora capsici*.

TRATAMIENTOS	Peso Seco Planta	Peso seco tallo y hojas	Peso Seco Raíz
Gobernadora + Romero	0.36 A	0.21 A	0.15 A
Gobernadora + Ruda	0.38 A	0.21 A	0.16 A
Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana	0.46 A	0.27 A	0.19 A
Mejorana	0.45 A	0.27 A	0.17 A
Gobernadora + Mejorana	0.39 A	0.24 A	0.15 A
Gobernadora	0.35 A	0.21 A	0.14 A
Romero	0.43 A	0.24 A	0.18 A
Ruda	0.43 A	0.24 A	0.18 A
Extracto 112 (material experimental)	0.34 A	0.22 A	0.13 A
Extracto 102 (material experimental)	0.00 B	0.00 B	0.00 B
Testigo	0.38 A	0.24 A	0.13 A

Peso en gramos. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente similares según Tukey (P= 0.05).

Díaz *et al.* (2013) evaluaron distintas concentraciones de *Larrea tridentata* *in vitro* contra *Phytophthora capsici* encontrando que se inhibió el crecimiento de este patógeno en un 100% usando una concentración del extracto a 100 ppm y usando metanol como solvente y a 750 ppm con acetona como solvente, resultando estos valores superiores y estadísticamente diferentes a los obtenidos

con el testigo, lo que no coincide con los resultados encontrados en esta investigación, pues estadísticamente no se encontró diferencia entre el testigo y el extracto de gobernadora aplicado por sí solo en ninguna de las características agronómicas consideradas como variables en el experimento.

Monteiro *et al.* (2013) obtuvieron valores estadísticamente iguales entre el testigo y extractos a base de Romero, evaluando el efecto antifúngico de manera *In vitro* de *Rosmarinus officinalis* sobre el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* usando extractos a concentraciones de 1%, 5%, 10% y 20%, lo cual coincide con los resultados obtenidos en la mayoría de las variables evaluadas, sin embargo para la variable del peso fresco de la raíz de las plantas de Chile se vio reflejado un efecto favorable para las plantas con el extracto de Romero, comportándose estadísticamente diferente al testigo según la estratificación de acuerdo a Tukey (Cuadro 11), esto indica que hay un efecto inhibitorio sobre el patógeno pues se favoreció el crecimiento radicular, sitio donde comienza a afectar *Phytophthora*.

En el caso de Ruda los resultados encontrados en este experimento reflejaron un efecto favorable en cuanto al crecimiento radicular de las plantas que fueron sometidas a este tratamiento, representando el mayor valor en peso de raíces y estadísticamente diferente al testigo. Luciano *et al.* (2011), evaluaron *in vitro* extractos acuosos crudos de ruda en concentraciones del 20%, con el objetivo de conocer su efecto antifúngico ante *Fusarium solani*, encontrando que aunque destacó su actividad antifúngica, no mostró resultados satisfactorios comparados estadísticamente con el testigo, lo que no concuerda con nuestros resultados, ya que para la variable de peso fresco de raíz en las plantas de Chile se observó un efecto promotor de este extracto sobre las plantas, lo que lleva a pensar que provocó un efecto inhibitorio sobre la presencia del patógeno en la planta (Cuadro 12).

En lo que respecta al extracto de Mejorana, Gamboa *et al.* (2003) experimentaron con extractos de resina de esta planta, para evaluar su efecto en el crecimiento micelial de *Phytophthora infestans* de manera *in vitro*, obteniendo un efecto inhibitorio del 100% con una dosis de 8,000 ppm, comportándose estadísticamente diferente al testigo, cosa contradictoria con los resultados finales de este experimento. Tomando en cuenta todas las características agronómicas evaluadas como variables, resulto el extracto de Mejorana con efectos estadísticamente similares al testigo.

Lo anterior demuestra la capacidad antifúngica de los extractos que se evaluaron en la presente investigación, sin embargo, los resultados obtenidos no concuerdan con varios de los autores citados en los apartados anteriores, probablemente porque las condiciones a las que se sometió el experimento que fue realizado *in vivo*, no son las mismas a las que se manejan de manera *in vitro*, así como tampoco se manejaron las mismas concentraciones y solventes de los extractos evaluados. Como contraparte, la mezcla de los extractos de las plantas reflejaron los más altos valores en el favorecimiento del desarrollo de las plantas de Chile, viéndose reflejado con los valores superiores en las características agronómicas evaluadas de: número de hojas, longitud de raíz, peso seco de la planta completa y el peso seco de raíz. Sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencia significativa con el testigo (Cuadros: 10,11 y 12).

### **Incidencia y severidad de la enfermedad**

No fue posible determinar estas variables experimentales debido a que no se observaron los síntomas de la marchitez asociados a el área foliar. Consideramos que esto fue debido a las temperaturas frescas a frías que se presentaron durante el ensayo. La presencia de raíces necróticas observadas en las plantas de Chile con los tratamientos indica la incidencia de la enfermedad en la raíz, sin embargo la manifestación de la marchitez de la planta a la fecha de toma de datos (39 días de cultivo), no se observó, aún y cuando las plantas

lograron iniciar la floración, por lo que posiblemente fuese necesario mayor tiempo de ensayo para favorecer la expresión de síntomas de la marchitez.

Ambos experimentos (tomate y chile) presentaron similitud de comportamiento respecto de la enfermedad, existió presencia del síntoma en raíz en el momento de la toma de datos, ya que al observar las raíces se comprobó la presencia del patógeno, pero los síntomas externos en follaje y tallo de planta, no se manifestaron, posiblemente por las temperaturas de frescas a frías (8 – 20 °C) del ambiente del invernadero, lo cual detendría el crecimiento del patógeno.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en esta investigación se concluye:

Para el bioensayo realizado con las plantas de tomate donde se evaluaron como tratamientos los extractos al 1% v/v de: Gobernadora + Ruda, Gobernadora + Romero + Ruda + Mejorana, Mejorana, Gobernadora + Mejorana, Gobernadora, Romero, Ruda, 112, y 102, aplicados para el manejo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, únicamente para las variables de altura y diámetro de plantas de tomate, se manifestó con mayor efecto y distinto al testigo el tratamiento a base de Gobernadora + Romero.

En cuanto al bioensayo realizado con plantas de chile, donde se evaluaron los mismos tratamientos que en el bioensayo con plantas de tomate, pero esta vez aplicados a una concentración del 1.5% v/v para el manejo *Phytophthora capsici*. Únicamente se manifestaron con un mayor efecto y estadísticamente diferente al testigo los tratamientos a base de Gobernadora + Ruda y Ruda sobre la variable de peso fresco de la raíz de plantas de chile.

Por otra parte el extracto 102 causó la muerte de las plantas de tomate y chile a las que fue aplicado, demostrando un efecto fitotóxico para estas.

## BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G.N. 2004.** Plant Pathology. Academic Press. 4. P 635.
- Agrios, G. N. 2005.** Plant Pathology. Ed. Elsevier Academic Press. San Diego, California.5. Pp 391, 392 y 922.
- Agrios, G.N. 2008.** Fitopatología. Ed. Limusa. México. 2. Pp 32, 248-278, 428-432.
- Aguilar, D. J. A. 2009.** Inhibición de *Phytophthora capsici*, *In vitro* e *In Vivo* Mediante Extractos Vegetales. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp50-54.
- Alexopoulos, C. J. and Mims, C. W. 1979.** Introductory of Mycology.Third Edition. John Wiley, New York, EE. UU. P 632.
- Anaya, S. y Romero, J. 1979.** Hortalizas Plagas y enfermedades. Ed. Trillas. México, Distrito Federal. Pp25-36.
- Angulo, M. J. H. 1996.** Efecto de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* en materiales silvestres de tomate. Tesis de licenciatura en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán. Sinaloa, México. P 39.
- Bowers, J. H; Locke, J. C. 2000.** Efecto de los extractos botánicos de la densidad de población de *Fusarium oxysporum* en el suelo y el control de la marchitez por *Fusarium* en el invernadero. Enfermedades de las plantas. 84 (3): 300-305.
- Cubedo, L. S. 2008.** Manejo biorracional de la pudrición de la corona y raíz (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*) del tomate (*Lycopersicum*

*esculentum* Mill.). Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Guasave, Sinaloa, México. Pp 11,33.

**Díaz, del P., A. 1957.** El cultivo del Chile. México, D.F. Pp 13-16.

**Díaz, D. A; Hernández, C. F; Belmares, C. R. E; Gallegos, M. G; Rodriguez, H. R; Aguilar G. C. N. (2013).** Efecto de extractos de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* en el desarrollo de plantas de tomate inoculadas con *Phytophthora capsici*. Revista. 10(2): 49-58.

**Evrin, A. S; Bozat, G. y Akbulut, I. 2013.** Investigation of potential biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* by essential oils, plant extract and chemical elicitors *In vitro*. Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural, Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey 45(6):2119-2124.

**FAO, 2003.** Manejo Integrado de Enfermedades. Pp 54-55.

(<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s05.pdf>).

**Gamboa, A. R; Hernández, C. F. D; Guerrero, R. E; Sánchez, A. A. 2003.** Inhibición del Crecimiento Micelial de *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora infestans* Mont. (De Bary) con Extractos Vegetales Metanólicos de Hojasén (*Flourensia cernua* D.C.), Mejorana (*Origanum majorana* L.) y Trompetilla (*Bouvardia ternifolia* (Ca.) Schlecht.). Revista Mexicana de Fitopatología. 21(1): 13-18.

**Hunziker, A. T; Hawkes, J; Lester, R; Skelding, A. 1979.** The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press. 1era edición. Pp 435-444.

**Jean, M. 2007.** Cultivo de tomates. Ediciones Omega, México, D.F. S.A. P 74.

**Lira, S. R. H; Hernández, S. M; Hernández C. F. D. 2006.** Activity of *Larrea tridentata* (D.C.) Coville L. extracts and chitosan against fungi that affect horticultural crops. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12(2):211-216.

**Llácer, G.; López, M; Trapero, A.; Bello, A. 2000.** Patología vegetal. Grupo Mundi-Prensa. 2da edición. México, D.F. P 27.

**López, B. A; López, B. S. R; Vázquez, B. M. E y Rodríguez, H. S. A. 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. *Revista Mexicana de Fitopatología.* 23(2): 183-190.

**Luciano, R. F; Arruda, B. L. M; Luiz, G. W; Aparecida, C. L; Álvaro, P. B. C; Anderson, B. C. 2011.** La actividad antifúngica de los extractos de plantas en el desarrollo de patógenos de plantas. *Summa Phytopathologica.* 37 (1):1-11.

**Maroto, B. J. V; Pascual, E. B y Borrego, P. V. 1995.** Enfermedades de las hortalizas. Ediciones Mundi-prensa. 3er edición. Madrid. España. Pp158-159.

**Mendoza, Z. C. 1996.** Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Ed. Imprenta Universitaria de la UACH. 1era edición. México. Texcoco. Pp 39-41.

**Mendoza, C. B; Moreno, M. N; Elango, F. 2007.** Evaluación del efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de *Phytophthora palmivora* butl. Y *Colletotrichum gloeosporioides* (penz.) penz. & sacc. *Tierra Tropical.* 3 (1): 81-89.

**Monteiro, P. F; Ferreira, C. L; Silva. L. J; Pacheco, P. L y Souza E. P. 2013.** Influence of Plant Extracts and Essential Oils against Panama Disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) in Banana Seedlings. *Journal of Agricultural Science.* 5 (4): 63-74.

**Montes, B. R y Prados, L. A.M. 2006.** Influence of Plant Extracts on *Sclerotium cepivorum* Development. Plant Pathology Journal.5 (3): 373-377.

**Nuez, V. F.; Gil, O. R. y Costa, G. J. 2003.** El cultivo de pimientos chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. 1era Edición. México, D.F. Pp 16-26, 213-218.

**Nuez, F.; Rodríguez, A.; Tello, J.; Cuartero, J. y Segura, B. 1995.** El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. 1era edición. México. D.F. Pp 32-35, 673-674.

**Olivares, S. E. 1994.** Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín Nuevo León.

**Pérez, H. M. E. 2010.** Actividad antifúngica *In vitro* de extractos de plantas del Sureste de Coahuila en Diferentes Solventes contra *Rhizoctonia solani* Kühn. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pp 28-34.

**Puente, I. M; Allaert, K; Herrera, I. L; Suárez, N; Torres, G. S; Pérez, Navarro C. y Rodríguez, G. M. 2003.** Determinación de la actividad alelopática de extractos vegetales. Centro Agrícola, 30 (1): 64-68.  
([http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V30-Numero\\_1/cag151031275.pdf](http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V30-Numero_1/cag151031275.pdf))

**SAGARPA. 2010.** Jitomate. Monografía de cultivos. Sub secretaria de fomento a los agronegocios. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación  
(<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>).

**Setyowati, N. y Simaramata, M. 1999.** HPCL identification of allelopathic compounds from Lantana camara. Journal-Agotropika. Indonesia. 4: 37-41.

**SIAP. 2012.** Cierre de la producción agrícola por cultivo 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

([http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)).

**Smith, I. M. 1992.** Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. Pp 341-342.

**Rodríguez, H. F; Muñoz, L. S; Alcorta, G. E. 2006.** El Tomate Rojo, sistema hidropónico. Editorial Trillas. 1ra edición. México, D.F. Pp 68.

**Rodríguez, R; Tabares, J. y Medina, J.1997.** Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi- Prensa. 2da edición. México. D.F. Pp 13-18,213-214.

**Uh, A. 2007.** Efecto de fracciones del extracto Etanólico de Hojasén (*Flourensia cernua* D. C.) sobre *Fusarium oxysporum*. Tesis de Licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila. P 25.

**Valadez, L. A. 1994.** Producción de Hortalizas. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. 1era edición. México, D.F. Pp 186-187.

**Van, J. N. M. 1981.** Tomates. Editorial Trillas. 1era edición. México, D.F. P 9.

**Vilmorín, D. F. 1977.** El cultivo del pimiento dulce tipo bell. Editorial Diana, S.A. 1era edición. México, D.F. Pp 176-183.

**Zegbe, J.; Valdez, R. y Lara, A. 2012.** Cultivo del chile en México. Universidad Autónoma de Zacatecas. Nezahualcóyotl, Estado de México. Pp 31-32, 68-76.

## APENDICE

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para la altura de plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	3088.622727	308.862273	36.07	<.0001
<b>Error</b>	55	470.901667	8.561848		
<b>Total</b>	65	3559.524394			

R-cuadrado = 0.867707    Coef. Var. = 13.90254

**Cuadro 2.** Análisis de varianza para el diámetro de tallo en plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	74.73390000	7.47339000	49.59	<.0001
<b>Error</b>	55	8.28830000	0.15069636		
<b>Total</b>	65	83.02220000			

R-cuadrado = 0.900168    Coef. Var. = 11.79928

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para el número de ramas en plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	317.3636364	31.7363636	22.47	<.0001
<b>Error</b>	55	77.6666667	1.4121212		
<b>Total</b>	65	395.0303030			

R-cuadrado = 0.803391    Coef. Var. = 17.27524

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para longitud de raíz de plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	2097.162712	209.716271	11.47	<.0001
<b>Error</b>	55	1005.461750	18.281123		
<b>Total</b>	65	3102.624462			

R-cuadrado = 0.675932    Coef. Var. = 25.46151

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para peso fresco de planta completa de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	404.014848	40.4014848	12.74	<.0001
<b>Error</b>	55	174.4483333	3.1717879		
<b>Total</b>	65	578.4631818			

R-cuadrado = 0.698428    Coef. Var. = 24.17084

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para el peso fresco de tallo y hojas de plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	239.6748485	23.9674848	15.12	<.0001
<b>Error</b>	55	87.1700000	1.5849091		
<b>Total</b>	65	326.8448485			

R-cuadrado = 0.733299    Coef. Var. = 22.42026

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para el peso fresco de raíz de plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	27.46363636	2.74636364	6.13	<.0001
<b>Error</b>	55	24.65166667	0.44821212		
<b>Total</b>	65	52.11530303			

R-cuadrado = 0.526978    Coef. Var. = 38.52320

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para peso seco de planta completa de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	10.13146667	1.01314667	14.99	<.0001
<b>Error</b>	55	3.71640000	0.06757091		
<b>Total</b>	65	13.84786667			

R-cuadrado = 0.731627    Coef. Var. = 21.90540

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para peso seco de tallo y hojas de plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	5.77560909	0.57756091	14.50	<.0001
<b>Error</b>	55	2.19050000	0.03982727		
<b>Total</b>	65	7.96610909			

R-cuadrado = 0.725023    Coef. Var. = 22.86713

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para peso seco de la raíz de plantas de tomate tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	0.71831515	0.07183152	9.44	<.0001
<b>Error</b>	55	0.41838333	0.00760697		
<b>Total</b>	65	1.13669848			

R-cuadrado = 0.631931    Coef. Var. = 28.14858

**Cuadro 11.** Análisis de varianza de altura en plantas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	1031.781212	103.178121	33.30	<.0001
<b>Error</b>	55	170.438333	3.098879		
<b>Total</b>	65	1202.219545			

R-cuadrado = 0.858230    Coef. Var. = 14.47775

**Cuadro 12.** Análisis de varianza del diámetro de tallo en plantas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	30.87034242	3.08703424	34.68	<.0001
<b>Error</b>	55	4.89548333	0.08900879		
<b>Total</b>	65	35.76582576			

R-cuadrado = 0.863124    Coef. Var. = 14.06577

**Cuadro 13.** Análisis de varianza del Número de hojas en plantas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	412.6060606	41.2606061	9.67	<.0001
<b>Error</b>	55	234.6666667	4.2666667		
<b>Total</b>	65	647.2727273			

R-cuadrado = 0.637453      Coef. Var. = 27.04941

**Cuadro 14.** Análisis de varianza de la Longitud de raíz de plantas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	1029.682727	102.968273	12.71	<.0001
<b>Error</b>	55	445.701667	8.103667		
<b>Total</b>	65	1475.384394			

R-cuadrado = 0.697908      Coef. Var. = 23.43543

**Cuadro 15.** Análisis de varianza del peso fresco de plantas completas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	25.66606061	2.56660606	5.81	<.0001
<b>Error</b>	55	24.29333333	0.44169697		
<b>Total</b>	65	49.95939394			

R-cuadrado = 0.513738      Coef. Var. = 40.76560

**Cuadro 16.** Análisis de varianza del peso fresco de tallo y hojas de plantas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	10.76272727	1.07627273	5.84	<.0001
<b>Error</b>	55	10.14166667	0.18439394		
<b>Total</b>	65	20.90439394			

R-cuadrado = 0.514855 Coef. Var. = 37.24197

**Cuadro 17.** Análisis de varianza del peso fresco de raíz de plantas de chile tratadas con extractos vegetales

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	4.06757576	0.40675758	4.35	0.0002
<b>Error</b>	55	5.14833333	0.09360606		
<b>Total</b>	65	9.21590909			

R-cuadrado = 0.441365 Coef. Var. = 64.10403

**Cuadro 18.** Análisis de varianza del peso seco de planta complete de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	0.94821979	0.09482198	5.08	<.0001
<b>Error</b>	55	1.02658083	0.01866511		
<b>Total</b>	65	1.97480062			

R-cuadrado = 0.480160 Coef. Var. = 37.83702

**Cuadro 19.** Análisis de varianza del peso seco de tallo y hojas de plantas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	0.33385948	0.03338595	5.45	<.0001
<b>Error</b>	55	0.33661883	0.00612034		
<b>Total</b>	65	0.67047832			

R-cuadrado = 0.497942 Coef. Var. = 36.27224

**Cuadro 20.** Peso seco de la raíz de plantas de chile tratadas con extractos vegetales.

The ANOVA Procedure					
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >f
<b>Modelo</b>	10	0.16587842	0.01658784	3.93	0.0005
<b>Error</b>	55	0.23238333	0.00422515		
<b>Total</b>	65	0.39826176			

R-cuadrado = 0.416506 Coef. Var. = 44.70693