

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Manejo de la Pudrición de Raíz en el Cultivo de Melón (*Cucumis melo* L.) y Chile (*Capsicum annum* L.) Mediante Antagonistas Microbianos

Por:

CESAR ALEJANDRO ESPINOZA AHUMADA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero del 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Manejo de la Pudrición de Raíz en el Cultivo de Melón (*Cucumis melo* L.) y Chile  
(*Capsicum annum* L.) Mediante Antagonistas Microbianos

PRESENTADO POR:

CÉSAR ALEJANDRO ESPINOZA AHUMADA

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador, Como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO  
APROBADA

Presidente del Jurado

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Vocal

Dr. Francisco Daniel Hernández  
Castillo

Vocal

Dr. Melchor Cepeda Siller

Vocal

Dr. Ernesto Cerna Chávez

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Coordinación  
División de Agronomía  
Febrero 2010

## *AGRADECIMIENTOS*

*Agradezco a DIOS por brindarme vida, salud, paciencia y fuerzas para lograr mis metas.*

*A la UAAAN, mi ALMA MATER, por haberme formado profesionalmente y así lograr el sueño de ser INGENIERO AGRONOMO.*

*A mis asesores: Dr. Gabriel Gallegos Morales, Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo, Dr. Ernesto Cerna Chávez, Dr. Melchor Cepeda Siller, por apoyarme con sus conocimientos para concluir el trabajo de tesis.*

*A GREEN CORP BIOORGANIKS y CONACYT, por su apoyo y haberme dado una beca, la cual fue de gran ayuda para concluir el trabajo de tesis.*

*Al M.C. Claudio Ríos Velasco, M.C. Jhonathan Cambero Campos y la Ing. Rita Valenzuela García, por el apoyo en la revisión de la tesis.*

*A mis Maestros, que me transmitieron sus conocimiento y el espíritu de superación.*

## DEDICATORIA

*A mis padres:* Blas Espinoza Pérez y Magdalena Ahumada Juárez, por su guía, cariño y apoyo, ya que siempre han sido la fuerza para seguir adelante.

*A mis hermanos:* Sergio, Blas y Benjamín, por la motivación que me dieron en todo momento.

*A mis sobrinos:* Sergio y Policarpo, por ser la felicidad en la familia.

*A mi abuelita:* Concepción Pérez González, por ser una persona muy especial en toda la familia.

*A mis abuelitos:* Catarino Espinoza, Gabriel Ahumada y Felicitas Juárez, que aunque ya no están conmigo, se que estarían orgullosos de este logro en mi vida.

*A Mary Carmen:* por su cariño, apoyo y comprensión.

*A mis amigos:* Eleazar, Rita, Claudio y Jhonathan, que en el transcurso de la realización de este proyecto se convirtieron en amigos muy especiales. A Víctor, Sixto, Margarito, Erick, compañeros de cuarto "Palomar 1 Cuarto 1", con los compartí muchas cosas en el transcurso de mi estancia en la UAAAN.

*A mis compañeros:* de la generación CVI, en especial a Chelo y Pantoja.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DEL APENDICE</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
Generalidades del Cultivo de Melón.....	3
Origen e historia.....	3
Ubicación taxonómica del melón.....	3
Descripción biológica.....	4
Raíz.....	4
Tallo.....	4
Hojas.....	4
Flores.....	4
Fruto.....	5
Aspectos climáticos y edafológicos.....	5
Temperatura.....	5
Humedad.....	5
Luminosidad.....	5
Suelo.....	6
Tipos de melón.....	6
Generalidades del Cultivo de Chile.....	7
Origen e historia.....	7
Ubicación taxonómica del chile.....	7
Descripción biológica.....	7
Raíz.....	7
Tallo.....	8
Hojas.....	8
Flores.....	8
Fruto.....	8

Aspectos climáticos y edafológicos.....	8
Temperatura.....	8
Suelo.....	9
Tipos de Chile.....	9
Enfermedades del Suelo.....	9
a) <i>Fusarium oxysporum</i> .....	9
Características morfológicas.....	9
Distribución.....	9
Clasificación taxonómica.....	10
Daños e importancia económica.....	10
Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad.....	10
Síntomas.....	10
Ciclo de la enfermedad.....	11
Marchitez vascular del melón.....	11
b) <i>Phytophthora</i> sp.....	12
Características morfológicas.....	12
Distribución y condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad.....	12
Clasificación taxonómica.....	13
Daños e importancia económica.....	13
Síntomas.....	13
Ciclo de la enfermedad.....	14
Marchitez del Chile.....	14
c) <i>Rhizoctonia</i> sp.....	15
Características morfológicas.....	15
Distribución.....	15
Clasificación taxonómica.....	15
Daños e importancia económica.....	15
Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad.....	16
Síntomas.....	16

Ciclo de la enfermedad.....	16
d) <i>Pythium</i> sp.....	17
Características morfológicas.....	17
Distribución.....	17
Clasificación taxonómica.....	17
Daños e importancia económica.....	17
Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad.....	18
Síntomas.....	18
Ciclo de la enfermedad.....	19
e) <i>Verticillium</i> sp.....	19
Características morfológicas.....	19
Distribución.....	19
Clasificación taxonómica.....	20
Daños e importancia económica.....	20
Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad.....	20
Síntomas.....	20
Ciclo de la enfermedad.....	21
Control de las Enfermedades del Suelo.....	21
Control cultural.....	21
Control genético.....	22
Control químico.....	22
Control biológico.....	23
Microorganismos antagónicos.....	23
a) <i>Bacillus subtilis</i> .....	23
Características morfológicas.....	23
Características fisiológicas.....	23
Best Ultra “S”.....	24
b) <i>Trichoderma harzianum</i> .....	25
Características morfológicas.....	25
Características fisiológicas.....	25

Trichobiol.....	26
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
Ubicación del Sitio Experimental.....	27
Material Biológico.....	27
Preparación de los Materiales Best Ultra “S” y Trichobiol.....	27
Características de las Parcelas Experimentales.....	28
Melón.....	28
Chile.....	28
Aplicación de Tratamientos.....	28
Variables Evaluadas.....	29
Toma de Datos.....	30
Diseño Experimental.....	30
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
Resultados de las Tres Etapas de Melón.....	31
Incidencia y severidad de la pudrición de raíz en el cultivo del melón.....	31
Porcentaje de cobertura.....	33
Aspectos de productividad y calidad de la fruta.....	34
Resultados de la Parcela de Chile.....	38
Incidencia y severidad de la pudrición de raíz en el cultivo del chile.....	38
Aspectos de productividad y calidad de la fruta.....	39
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>42</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>47</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Efecto de los tratamientos en la incidencia y severidad de la pudrición de la raíz en la segunda etapa de melón a diferentes muestreos.....	31
2 Efecto de los tratamientos en el número de plantas muertas por pudrición de raíz en 5 m lineales, durante la primera etapa del cultivo de melón.....	32
3 Efecto de los tratamientos en el porcentaje (%) de cobertura de la primera y segunda etapa de melón en diferentes muestreos.....	33
4 Efecto de los tratamientos en el porcentaje (%) de cobertura de la tercera etapa de melón en diferentes muestreos.....	33
5 Efecto de los tratamientos en el número de frutos en 2m <sup>2</sup> de las diferentes etapa de melón en diferentes muestreos.....	34
6 Efecto de los tratamientos en el número de frutos en 2m <sup>2</sup> de la tercera etapa de melón en diferentes muestreos.....	35
7 Efecto de los tratamientos en el peso (en kg) y diámetro (en cm) de frutos maduros por surco en la primera etapa de melón en diferentes muestreos.....	35

8	Efecto de los tratamientos en el peso (en kg) y diámetro (en cm) de frutos maduros por surco en la segunda etapa de melón en diferentes muestreos.....	36
9	Efecto de los tratamientos en el peso (en kg), diámetro (en cm) y °Brix del fruto maduro en 2m <sup>2</sup> en la primera etapa de melón en diferentes muestreos.....	37
10	Efecto de los tratamientos en el peso, diámetro y °brix del fruto maduro en 2m <sup>2</sup> de la tercer etapa de melón en diferentes muestreos.....	37
11	Efecto de los tratamientos en el número de plantas muertas en el cultivo del chile.....	39
12	Efecto de los tratamientos en las variables agronómicas de calidad de fruto del cultivo de chile.....	40

## ÍNDICE DE APENDICES

Cuadro	Pág.
1 Análisis de varianza de la severidad de la enfermedad en follaje en 2 m <sup>2</sup> , en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).....	47
2 Análisis de varianza de la severidad de la enfermedad en raíz en 2 m <sup>2</sup> , en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).....	47
3 Análisis de varianza de plantas muertas en 5 m, en la primera etapa de melón (muestreo del 8 de julio del 2009).....	47
4 Análisis de varianza de plantas muertas en 5 m, en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).....	48
5 Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la primera etapa de melón (muestreo del 8 de julio del 2009).....	48
6 Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 8 de agosto del 2009).....	48
7 Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la tercera etapa de melón (muestreo del 11 de septiembre del 2009).....	48
8 Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la tercera etapa de melón (muestreo del 18 de septiembre del 2009).....	49
9 Análisis de varianza del número de frutos en 2 m <sup>2</sup> , en la primera etapa de melón (muestreo del 30 de julio del 2009).....	49

10	Análisis de varianza del número de frutos en 2 m <sup>2</sup> , en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).....	49
11	Análisis de varianza del número de frutos en 2 m <sup>2</sup> , en la segunda etapa de melón (muestreo del 20 de agosto del 2009).....	49
12	Análisis de varianza del número de frutos en 2 m <sup>2</sup> , en la segunda etapa de melón (muestreo del 26 de agosto del 2009).....	50
13	Análisis de varianza del número de frutos en 2 m <sup>2</sup> , en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).....	50
14	Análisis de varianza del número de frutos en 2 m <sup>2</sup> , en la tercera etapa de melón (muestreo del 11 de septiembre del 2009).....	50
15	Análisis de varianza del número de frutos en 2 m <sup>2</sup> , en la tercera etapa de melón (muestreo del 18 de septiembre del 2009).....	50
16	Análisis de varianza del peso de frutos maduros por surco, en la primera etapa de melón (muestreo del 30 de julio del 2009).....	51
17	Análisis de varianza del peso de frutos maduros por surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).....	51
18	Análisis de varianza del diámetro de frutos maduros por surco, en la primera etapa de melón (muestreo del 30 de julio del 2009).....	51
19	Análisis de varianza del diámetro de frutos maduros por surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).....	51

20	Análisis de varianza de °Brix de frutos maduros por surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).....	52
21	Análisis de varianza del peso del fruto maduro en 2 m <sup>2</sup> , en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).....	52
22	Análisis de varianza del diámetro del fruto maduro en 2 m <sup>2</sup> , en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).....	52
23	Análisis de varianza del diámetro del fruto maduro en 2 m <sup>2</sup> , en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).....	52
24	Análisis de varianza del peso del fruto maduro en 2 m <sup>2</sup> , en la tercera etapa de melón (muestreo del 23 de octubre del 2009).....	53
25	Análisis de varianza del diámetro del fruto maduro en 2 m <sup>2</sup> , en la tercera etapa de melón (muestreo del 23 de octubre del 2009).....	53
26	Análisis de varianza de los °Brix en 2 m <sup>2</sup> , en la tercera etapa de melón (muestreo del 23 de octubre del 2009).....	53
27	Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (primer muestreo).....	53
28	Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (segundo muestreo).....	54
29	Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (tercer muestreo).....	54
30	Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (cuarto muestreo).....	54
31	Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela	

	de chile (quinto muestreo).....	54
32	Análisis de varianza del número de frutos por planta, en la parcela de chile (primer muestreo).....	55
33	Análisis de varianza del número de frutos por planta, en la parcela de chile (segundo muestreo).....	55
34	Análisis de varianza del diámetro del fruto, en la parcela de chile (primer muestreo).....	55
35	Análisis de varianza del diámetro del fruto, en la parcela de chile (segundo muestreo).....	55
36	Análisis de varianza del largo del fruto, en la parcela de chile (primer muestreo).....	56
37	Análisis de varianza del largo del fruto, en la parcela de chile (segundo muestreo).....	56
38	Análisis de varianza del peso del fruto, en la parcela de chile (primer muestreo).....	56
39	Análisis de varianza del peso del fruto, en la parcela de chile (segundo muestreo).....	56

## INTRODUCCIÓN

En México, los cultivos hortícolas son de gran importancia en la actividad agrícola, tanto en el plano social, por la generación de empleos, como en lo económico, por la captación de divisas; siendo las exportaciones de hortalizas uno de los principales renglones del comercio exterior agrícola (Caraveo *et al.*, 1991 citados por Mendoza, 1996). Por su posición geográfica en el Continente Americano, México posee condiciones climáticas inmejorables para producir hortalizas todo el año; sin embargo, las superficies más grandes y las producciones más altas se obtienen en el Noreste del país, ya que el clima, suelo y agua favorecen su desarrollo y la orografía ha permitido la siembra de grandes extensiones con alta tecnología, además, la cercanía con el principal mercado de exportación hacen que se reduzcan los costos de transporte. Por lo cual el noreste, y particularmente Sinaloa y Sur de Sonora, han crecido como áreas hortícolas (Mendoza, 1996). En particular el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.), es uno de los cultivos hortícolas más importantes en nuestro país. A nivel nacional se siembra una superficie de 24,912 ha con una producción de 578,929 ton; los principales productores de melón son Coahuila, Guerrero, Sonora, Michoacán, Durango, Oaxaca, Nayarit y Colima, estados que concentran más del 85% de la superficie sembrada y cosechada, así como el 90% de la producción. La superficie sembrada en Coahuila es de 3,873 ha, de las cuales los principales distritos son La Laguna, Saltillo, Frontera y Acuña (SIAP, 2009). Otra de las especies hortícolas de gran importancia a nivel mundial es el cultivo del chile (*Capsicum annum*), México ocupa el segundo lugar en la producción de este cultivo, y ocupa el primer lugar en exportación a Estados Unidos y Canadá. Los principales estados productores de chile son Zacatecas, Chihuahua, Sinaloa, San Luis Potosí, Veracruz, Campeche, Guanajuato y Jalisco, entidades que

concentran más del 70% de la superficie sembrada y cosechada, así como el 75% de la producción (SIAP, 2009).

Las plagas son uno de los factores que disminuyen la cantidad y calidad de la producción y que están siempre presentes en los cultivos debido al crecimiento en las superficies cultivadas y el uso inadecuado de los plaguicidas; entre los principales agentes causantes de enfermedades en hortalizas, se encuentran los hongos patógenos (Mendoza, 1996). En los cultivos de melón y chile las principales enfermedades encontradas son las que atacan al sistema radicular, como es la pudrición de raíz del melón (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) y la secadera del chile (*Phytophthora capsici*), que ocasionan una pérdida considerable en la producción de estos cultivos; aunque dichas enfermedades se asocian a otros hongos como son *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Verticillium*, *Phytophthora* y *Fusarium* respectivamente.

Agrios (1996), menciona que la utilización de microorganismos antagónicos para controlar las enfermedades de las plantas ha cobrado un gran interés en los últimos años y reporta que varios fitopatógenos que habitan en el suelo, son atacados y parasitados en condiciones de cultivo, por uno o más hongos que no son patógenos de las plantas. En este sentido, existen reportes del efecto antagónico de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum*, (Solano *et al.*, 2008) y *Bacillus* sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* (Cubedo, 2008) y *Rhizoctonia solani* (Cruz, 2004); considerando las referencias científicas del antagonismo y las ventajas que tienen los agentes de control biológico, se presenta la posibilidad de validar los biofungicidas Trichobiol y Best Ultra "S" de la empresa GreenCorp Biorganiks de México en el cultivo del melón y del chile.

En base a lo anterior se planteó el siguiente objetivo:

Evaluar en parcelas extensivas de campo de los cultivos de melón y chile, el control de la pudrición de raíz empleando los productos **Best Ultra "S"** a base de *Bacillus subtilis* y **Trichobiol** elaborado con *Trichoderma harzianum*.

**PALABRAS CLAVE:** Melón, Chile, *Trichoderma*, *Bacillus*, Antagonistas



## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del Cultivo de Melón

#### Origen e historia

Zapata (1989) menciona que el melón, *Cucumis melo* L., es una planta cucurbitácea, de origen no establecido, ya que algunas autoridades en la materia sugieren a África, mientras que otras el oeste de Asia. Parece ser que los primeros testimonios del cultivo de ésta especie provienen de fuentes Egipcias, unos veinticuatro siglos antes de Cristo, aunque no se ha podido establecer en parte alguna la existencia de plantas silvestres.

El melón era conocido al comienzo de la era cristiana; sin embargo la edad media desapareció, salvo en España, ocupada en aquel tiempo por los Árabes que ya utilizaban las camas de estiércol para acelerar el cultivo (Marco, 1969; Guenkov, 1974).

Hay quienes lo creen originario de los países cálidos de Asia y algunos autores aseguran haberlo encontrado en forma espontánea en el continente Africano (García, 1959).

#### Ubicación taxonómica del melón

USDA-NRCS (2009), ubica al cultivo del melón de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Violales

Familia: Cucurbitaceae

Genero: *Cucumis*

Especie: *C. melo* L.

## **Descripción biológica**

El melón es de clima templado, cálido y luminoso, es por ello que las regiones semidesérticas se caracterizan por producir frutos de alta calidad, de carne sólida y alto contenido de azúcar (González, 2009). Es una hortaliza de la que se come el fruto que tarda en cosecharse de 80 a 95 días después de la siembra. Hay diversas variedades de melón; las más populares son las de corteza reticulada, que es más aromática y tiene la pulpa color rosado; y las de corteza lisa amarillenta, con pulpa verde claro (Lesur *et al.*, 2003). Según Parsons *et al.* (1981) y Zapata *et al.* (1989), la descripción biológica del melón es:

### **Raíz**

El sistema radicular está constituido de una raíz principal, algunas raíces secundarias y una cantidad abundante de pelos absorbentes.

### **Tallo**

La planta de melón es extremadamente polimorfa, con un tallo herbáceo que suele ser veloso, pudiendo ser rastrero o trepador, ayudado por sus zarcillos.

### **Hojas**

Las hojas son normalmente velosas, de tamaño y forma muy variados: enteras, vermiformes, pentagonales o lobuladas. Tiene de 5 a 7 lóbulos, su tamaño varía de acuerdo a la variedad. Tienen un diámetro de 8 a 15 cm.

### **Flores**

Las flores masculinas aparecen antes que las femeninas, agrupadas en inflorescencias (grupos) de 3-5 flores, en los nódulos del tallo; por su parte, las flores femeninas o hermafroditas se presentan solitarias en el extremo de unos pedúnculos cortos y vigorosos que brotan en el primero o segundo nudo de las ramas del fruto. La planta produce más flores masculinas que femeninas, y la proporción de flores masculinas, femeninas o hermafroditas varía, especialmente con las condiciones del clima (luz y temperatura). Las flores masculinas llevan tres estambres; las hermafroditas con estambres normales y en la base de los

pétalos de ambas flores se hallan unos nectarios. La flor, con el ovario que formará el fruto, tiene los pétalos y sépalos por encima de éste.

### **Fruto**

Los frutos presentan un tamaño variable dependiendo de la variedad. En cuanto a la forma, puede ser: esférica, deprimida, oblonga, ovoide u oval, dependiendo de las condiciones de cultivo. La mayor parte de las variedades tienen en la corteza de 9 a 12 costillas separadas por surcos, aunque existen algunas que no tienen surcos ni costillas. Una vez maduro el melón, su superficie puede estar cubierta de unas prominencias salientes que reciben el nombre de verrugas, o bien por líneas grisáceas de tejidos leñosos que imitan a una red.

### **Aspectos climáticos y edafológicos**

Zapata *et al.* (1989), menciona que el melón requiere calor y una humedad no excesiva, pues de lo contrario su desarrollo no es normal, no madurando bien los frutos y perdiendo calidad en regiones húmedas y con poca insolación.

### **Temperatura**

El desarrollo vegetativo de la planta queda detenido cuando la temperatura del aire es inferior a 13 °C, helándose a 1 °C. En cuanto a temperaturas óptimas, las ideales son: 28 °C a 32 °C para la germinación, de 20 °C a 23 °C para la floración y de 25 °C a 30 °C para el desarrollo (Zapata *et al.*, 1989).

### **Humedad**

Al principio del desarrollo de la planta, la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70%, y en fructificación del 55 -65% (Zapata *et al.*, 1989).

### **Luminosidad**

Es muy importante la cantidad de horas luz, necesitando un mínimo de 15 horas al día, aumentando la calidad y producción si la iluminación es de más horas (Zapata *et al.*, 1989).

## **Suelo**

Parsons *et al.*, (1981), señala que las cucurbitáceas se adaptan bien a diferentes tipos de suelo, pero prefieren suelos fértiles, que van de arenosos a franco arenosos, de estructura suelta y granular con alto contenido de materia orgánica, de buena profundidad para facilitar la retención del agua, de tierra caliente, en terrenos bien nivelados y con un pH de 6.0 a 7.5.

## **Tipos de melón**

Según Zapata *et al.*, (1989), los tipos de melón más importantes son los siguientes:

Amarillos. Presenta buena adaptabilidad, frutos de peso medio, uniforme, corteza lisa y color amarillo intenso.

Piel de sapo. Posee frutos uniformes, ovalado, asurcado medio y tonos dorado-amarillentos en la madurez, pulpa de color blanco-amarillenta, compacta, poco olorosa, dulce y muy agradable.

Tendral. De gran resistencia al transporte y excelente conservación; fruto bastante pesado, de superficie rugosa y color verde oscuro, uniforme, redondeado o poco ovalado y muy azucarado; la carne es muy sabrosa, blanca, firme, dulce y nada olorosa.

Catalupo. Melón precoz, con un buen desarrollo, frutos esféricos, de buen peso, ligeramente aplastados, de costillas poco marcadas, con piel fina y pulpa de color naranja, muy perfumada y poco azucarada (Zapata *et al.*, 1989).

## **Generalidades del Cultivo de Chile**

### **Origen e historia**

El género *Capsicum* es originario de América del sur, de la Cordillera de los Andes y de la cuenca alta de Amazonas, que comprende la región en la que se ubica Perú, Bolivia, Argentina y Brasil. La especie *C. annuum* L. se aclimató a nuestro país, donde existe actualmente la mayor diversidad genética. El chile es un producto con una tradición milenaria en nuestro país. La historia ha permitido conocer que existen restos arqueológicos que datan de entre 7000 a 5000 años a.c., en el valle de Tehuacán, inclusive se especula que pudo haber sido el primer cultivo realizado por el hombre mesoamericano (Pérez *et al.*, 2005).

### **Ubicación taxonómica del chile**

De acuerdo a la USDA-NRCS (2009), el cultivo del chile se ubica dentro de la siguiente posición taxonómica:

Reino: Plantae

Division: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Genero: *Capsicum*

Especie: *C. annuum* L.

### **Descripción biológica**

Lesur *et al.*,(2006) y Pérez *et al.*,( 2005), mencionan que el chile, presenta la descripción biológica siguiente:

#### **Raíz**

El chile es una planta anual, con una raíz pivotante que alcanza una profundidad de 70 a 120 cm.

### **Tallo**

Las plantas crecen erectas en un solo tallo, hasta que les han crecido de nueve a once hojas, cuando les nacen de dos a tres ramas a partir de las yemas de las hojas más altas. Cada tallo termina en una flor, por lo que las plantas adquieren forma de cono invertido.

### **Hojas**

Las hojas son de color verde oscuro brillante, planas, simples y de forma ovoide alargada. En las ramas inferiores las hojas son de mayor tamaño, miden de siete a doce centímetros de longitud por cuatro a nueve centímetros de ancho.

### **Flores**

La flor es frágil, solitaria, aunque a veces la acompañan una o dos más, de corola blanca y en ocasiones morada.

### **Fruto**

Es una baya de pulpa firme amarilla o roja en su madurez, cuyas partes principales son: el cáliz, base, semilla, lóbulo, pedículo o tallo, hombro, glándulas, placenta o venas, pericarpio y el ápice o punta.

### **Aspectos climáticos y edafológicos**

El cultivo del chile es de clima cálido, no resiste heladas, tiene un buen desarrollo a temperaturas de 20 a 25 °C y prefiere los suelos del tipo limo arenoso y arenoso.

### **Temperatura**

La temperatura óptima para la germinación de la semilla varía entre los 23.8 a 29.5 °C, para el desarrollo del cultivo durante el día de 18.3 a 26.6 °C y para la noche de 15.5 a 18.3 °C; las temperaturas críticas son de 0 °C a 35 °C (Oliveros, 1999 citado por Pérez *et al.*, 2005).

## **Suelo**

Es un cultivo considerado como moderadamente tolerante a la acidez y moderadamente tolerante a la salinidad; se desarrolla en diferentes clases de suelo, desde ligeros (arenosos), hasta pesados (arcillosos) (Pérez *et al.*, 2005).

## **Tipos de chile**

En México son muy variados los tipos de chiles y entre las mas importantes tenemos: el chile de árbol, cascabel, chilaca y pasilla, habanero, jalapeño, manzano, mirasol, pimiento, morrón, poblano, piquín, costeño, serrano, chile largo, entre otros (Lesur *et al.*, 2006).

## **Enfermedades del Suelo**

### *a) Fusarium oxysporum*

#### **Características morfológicas**

Esta especie, la más importante del género *Fusarium*, fue descrita por Booth (1971), Messiaen y Cassini (1981), Gerlach y Nirenberg (1982) y Nelson *et al.*, (1983) (Smith *et al.*, 1992). Tiene micelio septado hialino al principio, que se vuelve crema y amarillo, y llega a ser rosado en ciertas condiciones. El hongo produce tres tipos de esporas sexuales. Microconidias, que son ovales de una o dos células. Los macroconidios son las esporas típicas de *Fusarium* en forma de media luna y con dos a cuatro septas. Estas esporas son producidas en esporodocios. Las clamidiosporas, son esporas redondas en una o dos células y de paredes gruesas. Todos los tipos de esporas las produce el hongo en el suelo y en el cultivo (Mendoza y Pinto, 1985).

#### **Distribución**

*F. oxysporum* es la especie más ampliamente distribuida y perjudicial a la agricultura, afecta una amplia gama de plantas en todo el mundo, numerosos cultivos son susceptibles a este hongo: jitomate, papa, chile, frijol, chícharo, cebolla, col, rábano, pepino, melón, sandía, plátano, café, entre otros. Es un excelente habitante del suelo por lo que ya establecido en el, permanece ahí indefinidamente (Romero, 1996).

### **Clasificación taxonómica**

Alexopoulos *et al.*, (1996), clasifican al hongo causante de la marchitez vascular del melón de la siguiente manera:

Phylum: Deuteromycota

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniciliaceae

Género: *Fusarium*

Especie: *F. oxysporum*

### **Daños e importancia económica**

*F. oxysporum* es un saprofito abundante y activo del suelo y de la materia orgánica, además algunas cepas tienen una actividad patogénica específica, causando enfermedades importantes de los cultivos. Esta enfermedad causa muerte de plántulas, necrosis o podredumbres; sin embargo las formas responsables de la marchitez vascular son las más importantes (Smith *et al.*, 1992). Esta es una enfermedad vascular que llega a ocasionar pérdidas hasta del 80-100% en cultivos hortícolas de cucurbitáceas y solanáceas, entre otros.

### **Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad**

Este microorganismo requiere para su desarrollo óptimo en medio de cultivo una temperatura alrededor de 27° C, mientras que el daño en las plantas ocurre a temperaturas del suelo de 20-30° C. El hongo es favorecido cuando la humedad en el suelo alcanza niveles del 70% de la capacidad de retención; se favorece también en suelos limosos, pero no en arena fina o arcilla (Agrios, 1996).

### **Síntomas**

Los síntomas de la marchitez por *Fusarium* se expresa como un aclarado leve de venas de las hojas más viejas, clorosis de la lámina y/o marchitez, y estos síntomas progresan posteriormente a las hojas jóvenes, a menudo iniciándose unilateralmente en algunas en correspondencia con una infección localizada en la



parte del sistema vascular de la raíz y tallo; las partes afectadas de las plantas empárdese. En el tallo aparecen estrías longitudinales necróticas que se extienden hacia el ápice; los síntomas internos pueden verse a simple vista en secciones de raíz, tallo o peciolo. La marchitez se desarrolla con especial rapidez en la floración o fructificación. En los cultivos aparece en focos que se extienden gradualmente, causando la muerte prematura de las plantas afectadas (Smith *et al.*, 1992).

### **Ciclo de la enfermedad**

El patógeno hiberna en el suelo en forma de micelio y como esporas, principalmente como clamidosporas, se propaga a corta distancia a través del agua de riego y el equipo agrícola contaminado, y a grandes distancias en el cepellón de plántulas infectadas (Agrios, 1996). Una vez que el suelo está contaminado, el hongo pasa por las siguientes fases: Invasión extravascular, invasión vascular (colonización en el sistema vascular), colonización extravascular, destrucción de los tejidos del huésped y producción de estructuras de supervivencia, liberación de estructuras de supervivencia y la producción de nuevas estructuras de supervivencia (actividad saprofítica y colonización de tejidos corticales) (Llácer *et al.*, 1996).

### **Marchitez vascular del melón**

Esta enfermedad es conocida también con los nombres de Fusariosis y marchitamiento de plantas. En la Comarca Lagunera en el año 1985 se encontró en el 59% de las parcelas de melón. El patógeno es *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, una vez infectada la planta, las hojas pierden turgencia, adquieren color verde ligero y por último se marchitan, toman color amarillo, después café y mueren. Los brotes jóvenes y suculentos también se marchitan y mueren. Al realizar cortes en tallo y brotes infectados, aparecen áreas con tono café pálido en forma de anillos; en el xilema de tallo y raíz infectados, se encuentran micelio y esporas del hongo, pudiendo taponar el paso de nutrientes, lo cual puede aumentar por gomas que se forman por acumulación y oxidación de productos desdoblados de células atacadas por enzimas del hongo. Para prevenir el hongo se recomienda usar

variedades resistentes como Harvest Queen, Persia, Ambrosía y el Honey Dew; también se hacen prácticas culturales como el arado profundo, rotación de cultivos, inundación, todas estas labores ayudan a bajar el inóculo en el suelo, pero no lo eliminan por completo (Díaz *et al.*, 1993). El uso de los fungicidas no ha resultado efectivo, pero, según la DEAQ (2008), recomienda productos químicos fungicidas como Carbendazim, Tiabendazol, Tiofanato de metilo, principalmente y fumigantes de suelo como el Metam sodio y el Metam potasio.

b) *Phytophthora* sp.

#### **Características morfológicas**

Presenta un micelio cenocítico profusamente ramificado, con hifas hialinas y de paredes delgadas; esporangióforos solitarios a numerosos, irregularmente ramificados, indeterminados. Esporangios con forma de huevo o limón, con papilas apicales, germinando mediante zoosporas diferenciadas dentro del esporangio las cuales escapan por un poro terminal. Zoosporas ovales, aplanadas lateralmente, biflageladas, monoplanéticas. Oogonios y anteridios intramatriciales, los primeros esféricos, los segundos claviformes, andróginos, o anfígenos; oósporas esféricas, solitarias en el oogonio, germinando por medio de un tubo (Gilman, 1957).

#### **Distribución y condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad**

Las pudriciones de la raíz provocadas por *Phytophthora* dañan a sus hospedantes en casi cualquier parte del mundo donde la temperatura se mantiene baja (entre 15 y 23 °C) y el suelo es lo suficientemente húmedo para permitir el desarrollo normal de las plantas susceptibles a este hongo (Romero, 1993).

### **Clasificación taxonómica**

Alexopoulos *et al.*, (1996), clasifican al hongo causante de la marchitez vascular del melón de la siguiente manera:

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Género: *Phytophthora*

### **Daños e importancia económica**

Las especies de *Phytophthora* causan varias enfermedades en muchos tipos de plantas, desde plántulas de hortalizas anuales o de ornato hasta árboles forestales y frutales completamente desarrollados. La mayoría de las especies del hongo producen pudriciones de la raíz, ahogamiento de plántulas y pudriciones de tubérculos, cormos, base del tallo y otros órganos. Algunas especies son específicas al hospedante, es decir, sólo atacan a una o dos especies de plantas, pero otras tienen una amplia gama de hospedantes y pueden causar síntomas similares o distintos en muchos tipos de plantas hospedantes (Agrios, 1996). Particularmente la especie *P. capsici* es una enfermedad que en el cultivo de chile ocasiona daños hasta en un 80% en zonas productoras de chile: en el Bajío, Aguascalientes y San Luis Potosí (Mendoza, 1999).

### **Síntomas**

Una vez que las plantas han sido afectadas por el hongo, estas presentan un marchitamiento de las hojas sin cambios en su color, las cuales finalmente quedan colgadas de los pecíolos. En la base del tallo aparece una mancha marrón verdusca, que se ennegrece de acuerdo con el grado de necrosis de los tejidos y lignificación de la planta. Las raíces y tallos afectados muestran una pudrición suave, acuosa e inolora. Los tallos continúan erguidos con las hojas colgantes y los frutos secos y arrugados. En campo se puede observar en el mismo lote manchones de plantas con amarillamiento, defoliación, caída de flores

y finalmente la muerte de la planta. Los tejidos internos de la raíz y los tallos son pardo oscuros y las lesiones externas corresponden a cáncer hundido que estrangulan el tallo en forma gradual (Romero, 1988).

### **Ciclo de la enfermedad**

El hongo hiberna en forma de oósporas, clamidosporas o micelio en el suelo o en las raíces, después las oósporas y clamidosporas germinan en forma de zoosporas, mientras que el micelio prosigue su desarrollo y produce esporangios que libera zoosporangios que liberan zoosporas. Estas últimas nadan en torno al agua del suelo e infectan otras plantas. En climas secos, cálidos o incluso demasiado fríos, el hongo sobrevive en forma de oósporas, clamidosporas o micelio que puede una vez más iniciar nuevas infecciones cuando las condiciones le sean favorables (Agrios, 1996).

### **Marchitez del chile**

Esta enfermedad se encuentra en todas las regiones de México donde se cultiva el chile y es favorecida en zonas donde se presenta temporales con lluvia intensa. El agente causal es *P. capsici*, los síntomas que genera la enfermedad suele comenzar en la base del tallo a nivel del suelo o en la raíz, donde aparece una lesión café oscura; algunas veces se observa en hojas, ramas y frutos, debido a la salpicadura del agua. En hojas y tallos se manifiesta como manchas romboides de color verde pálido, cambiando a café claro y con el margen amarillento; en el fruto muestra áreas decoloradas, observándose en el interior micelio de aspecto algodonoso, una vez infectado totalmente toma aspecto café y se momifica.

Como medidas de manejo de la enfermedad se recomienda hacer prácticas culturales como sembrar semilla sana, usar surcos altos y de pendiente pronunciada, mantener bajo los niveles de nitrógeno, optimizar el riego, evitar encharcamientos de agua, ampliar el espacio entre surcos y rotación de cultivos. El control químico se hace con Propanocarb, metalaxil, Maneb e Hidróxido de cobre (Díaz *et al.*, 1993).

c) *Rhizoctonia* sp.

### **Características morfológicas**

Los esclerocios no tienen forma definida, frecuentemente agrupados, de consistencia córnea a carnosa, con los bordes más delgados, indiferenciados, con frecuencia embebidos en el micelio y ligados por medio de filamentos miceliares (Gilman, 1957).

### **Distribución**

*R. solani*, es uno de los agentes causales que junto con otros patógenos se relacionan ocasionando enfermedades en los semilleros o almácigos. Esta enfermedad se confunde comúnmente con la marchitez causada por *Phytophthora capsici* debido a la similitud en síntomas y, por tanto, su distribución e importancia no está bien definida; sin embargo, se ha identificado en Morelos, Estado de México y Guanajuato. Las pérdidas que ocasiona esta especie van desde el 20 al 50 por ciento de plantas muertas (Nuez *et al.*, 1996).

### **Clasificación taxonómica**

Agrios (2005), clasifica al hongo *Rhizoctonia* de la siguiente manera:

Phylum: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes

Orden: Ceratobasidiales

Familia: Cratobasidiaceae

Género: *Rhizoctonia*

### **Daños e importancia económica**

Este hongo patógeno es de mucha importancia económica, pues afecta a un gran número de cultivos tanto en México, como en países latinoamericanos y a nivel mundial. En nuestro país afecta a cultivos de frijol, chile, cebada, algodón, tomate, papa, etc., causando serios daños durante cualquier estado de desarrollo de la planta (Agrios, 1996).

### **Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad**

La temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 a 18 °C, pero algunas razas muestran una mayor actividad a temperaturas mucho más altas, a más de 35 °C. La enfermedad es más agresiva en suelos que son moderadamente húmedos y la infección de las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de la planta es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo. Las plantas de crecimiento rápido tienen la posibilidad de escapar a la infección por *Rhizoctonia*, aun cuando la humedad y la temperatura sean favorables para el hongo (Agrios, 1996).

### **Síntomas**

En condiciones favorables ataca plántulas antes de que emerjan o poco después de la emergencia. Las lesiones son hundidas de tamaño variable, con coloraciones de café canela a café rojizo, las áreas oscuras y necróticas son más evidentes cuando el tejido atacado es grande, si las condiciones son favorables las lesiones se extienden y adquieren un aspecto hundido y puede llegar a cubrir toda la base del tallo y destruir raíces debilitando la planta o causándole un acentuado amarillamiento. En plantas de más de 15 cm de altura ocasiona marchitez, en las raíces se observan áreas necróticas que varían en tamaño de acuerdo al desarrollo de la enfermedad. En la parte aérea se observa clorosis, marchitez y por último la muerte. Los síntomas en la parte aérea son más notorios después de la floración como marchitez y muerte de la planta (Romero, 1988).

### **Ciclo de la enfermedad**

Las condiciones que favorecen la incidencia de la enfermedad son, exceso de humedad en el suelo y temperatura alrededor de 15°C o mayores. Este hongo produce estructuras de resistencia llamados esclerocios, dichas estructuras se producen al inicio de las lluvias (Pernezny *et al.*, 2003).

d) *Pythium* sp.

### **Características morfológicas**

*Pythium* produce micelio blanco, filamentoso, profusamente ramificado y de rápido crecimiento. El micelio produce esporangios terminales o que pueden ser de forma esférica, filamentosa o de cualquier otra. Los esporangios germinan directamente y producen de uno a varios tubos germinales, o bien forman una hifa corta en el extremo de la cual se forma una vesícula. El protoplasto se difunde desde el esporangio hacia la vesícula y ahí forma más de 100 zoosporas. El micelio produce también oogonios esféricos y anteridios en forma de masa en los extremos de hifas cortas (Agrios, 1996).

### **Distribución**

El ahogamiento de plántulas es una enfermedad que se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo. Aparece en valles y suelos forestales, en climas tropicales y templados, así como en invernaderos (Smith *et al.*, 1992).

### **Clasificación taxonómica**

Agrios (2005), clasifica al hongo *Pythium* de la siguiente manera:

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Género: *Pythium*

### **Daños e importancia económica**

Agrios, (1996), menciona que la enfermedad afecta semillas, plántulas y plantas adultas de casi todos los tipos de hortalizas, sin embargo, con mucha frecuencia, las plántulas de los almácigos son completamente destruidas por la enfermedad del ahogamiento, o bien mueren poco después de que han sido trasplantadas.

La enfermedad afecta semillas, plántulas y plantas adultas de casi todos los tipos de hortalizas, sin embargo, con mucha frecuencia, las plántulas de los almácigos son completamente destruidas por la enfermedad del ahogamiento, o bien mueren poco después de que han sido trasplantadas. Las plantas adultas rara vez son destruidas cuando son infectadas por el patógeno del ahogamiento, pero muestran lesiones en su tallo y pudriciones en la raíz, su crecimiento puede retardarse en forma considerable y su producción puede disminuir drásticamente. Algunas especies del hongo del ahogamiento atacan también a los órganos carnosos de las plantas, a los cuales pudren en el campo o en el almacén.

### **Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad**

Esta enfermedad es favorecida por el exceso de humedad debido a suelos mal preparados, mal nivelados, con mal drenaje o suelos pesados; otro factor importante son temperaturas de 12 °C a 17°C (Mendoza, 1996).

### **Síntomas**

Los síntomas que produce el hongo del ahogamiento varían con la edad y etapa de desarrollo de la planta afectada. Las semillas de plantas susceptibles que se siembran en suelos infestados y que son atacadas por el hongo, se ablandan, empárdese, contraen y finalmente se desintegran. Los tejidos de plántulas jóvenes atacadas por *Pythium* al inicio toman la apariencia de una mancha aguanosa y ligeramente ennegrecida; la zona infectada se extiende con rapidez, las células invadidas se colapsan y la plántula es invadida por el hongo y muere. En ambos casos, la infección se produce antes de que emerjan las plántulas y a esta fase de la enfermedad se le denomina ahogamiento de pre emergencia.

Las plántulas que ya han emergido casi siempre son atacadas a nivel de sus raíces y en ocasiones a nivel (o por debajo) de la línea del suelo. Las zonas invadidas se vuelven aguanosas y decoloradas, y las células que las constituyen se colapsan en poco tiempo, dando como resultado que la porción basal del tallo sea más delgada y blanda que la porción aérea, lo cual hace que la plántula pierda firmeza y capacidad de soporte, dando como resultado que la plántula



caiga al suelo. El hongo continúa invadiendo a la plántula después de que ha caído sobre la tierra hasta producir su marchitamiento y muerte. A esta fase de la enfermedad se le denomina ahogamiento de post emergencia.

Las plantas adultas muestran sólo pequeñas lesiones en su tallo; sin embargo, si estas lesiones son abundantes o suficientemente grandes pueden cubrir la superficie de la planta y ocasionar su atrofia o muerte (Smith *et al.*, 1992).

### **Ciclo de la enfermedad**

Las especies de *Pythium*, son parásitos facultativos que subsisten en el suelo atacando raíces fibrosas. Las zoosporas son las formas invernantes (en suelo); las semillas infectadas también son fuente de inóculo, las zoosporas, originadas por los esporangios que producen las oosporas son las que causan la infección primaria al germinar y penetrar por heridas, aberturas naturales o por la zona de contacto directo (Mendoza, 1996).

e) *Verticillium* sp

### **Características morfológicas**

Presenta hifas estériles rastreras, septadas, ramificadas, hialinas o débilmente coloreadas. Conidióforos erectos, septados, ramificados. Ramas primarias verticiladas, opuestas o alternas; ramas secundarias verticiladas, dicótomas o tricótomas sobre las ramas primarias; ramificación ulterior similar; ramitas terminales normalmente en forma de botella con el ápice notablemente puntiagudo. Conidios, uno en cada ramita, redondos, elípticos, ovales, en forma de huevo invertido o de huso corto, hialinos o débilmente coloreados (Gilman, 1957).

### **Distribución**

Es una enfermedad se encuentran ampliamente distribuidas por todo el mundo, pero revisten una mayor importancia en las áreas de las zonas templadas (Smith *et al.*, 1992).

### **Clasificación taxonómica**

Agrios (2005), clasifica al hongo *Verticillium* de la siguiente manera:

Phylum: Deuteromycota

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniciliaceae

Género: *Verticillium*

### **Daños e importancia económica**

*Verticillium* produce los marchitamientos vasculares de flores, hortalizas, plantas de cultivo y de malas hierbas anuales y de plantas de ornato, árboles frutales y forestales y de malas hierbas perennes, etc. Este hongo ataca a centenares de clases de plantas produciendo marchitamientos y pérdidas de montos variables (Agrios, 1996).

### **Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad**

El hongo crece mejor a una temperatura que fluctúa entre 20 y 25 °C (Agrios, 1996).

### **Síntomas**

Los síntomas de marchitez por *Verticillium* son casi idénticos a los que ocasiona *Fusarium*; sin embargo, se diferencia ya que en muchos de los hospedantes y en la mayoría de las áreas, *Verticillium* induce marchitez a temperaturas más bajas que *Fusarium* y los síntomas se desarrollan más lentamente; con frecuencia aparecen sólo sobre la parte inferior de la planta o sobre su superficie o únicamente sobre algunas de sus ramas. En algunos hospedantes la marchitez por *Verticillium* se desarrolla principalmente en las plántulas, las cuales a menudo mueren poco después de haber sido infectadas, pero son más comunes las infecciones tardías, que ocasionan la epinastia de las hojas superiores, seguida por la aparición, en las hojas, de manchas cloróticas irregulares que posteriormente se vuelven necróticas. Las plantas adultas

infectadas por *Verticillium* habitualmente sufren varios grados de achaparramiento y sus tejidos vasculares muestran una decoloración característica. En muchos hospedantes, la infección por *Verticillium* da como resultado la defoliación, marchitez gradual y muerte de ramas sucesivas o un colapso repentino y muerte de toda la planta (Smith *et al.*, 1992).

### **Ciclo de la enfermedad**

El hongo *Verticillium* produce conidios que son viables por poco tiempo, también produce microesclerocios que pueden hibernar en el interior de las plantas hospederas perennes, órganos vegetativos o restos de plantas. El hongo se propaga por medio de las semillas infectadas, tubérculos y esquejes vegetativos, púas y yemas, así como a través del viento, el agua superficial del terreno y por el suelo mismo, el cual puede contener incluso más de 100 microesclerocios por gramo; entre 6 y 50 microesclerocios por gramo son suficientes para causar una infección del 100% en la mayoría de los cultivos susceptibles (Agrios, 1996).

### **Control de las Enfermedades del Suelo**

Los hongos que se encuentran en el suelo se pueden manejar si se mantiene un buen desarrollo del sistema radicular y se evitan heridas en el mismo; una vez infectada la planta es difícil controlar la enfermedad. Cuando se encuentran afectadas las raíces de las plantas se puede retrasar el progreso de la enfermedad, para ello, se debe restaurar el vigor mediante riegos y fertilizaciones adecuados (Llácer, 1996).

### **Control cultural**

En primer lugar se debe mantener un buen estado sanitario del vivero de donde va a salir el material para la plantación; para ello hay que usar sustrato estéril y bien drenado, además, usar semilla certificada. El crearle condiciones desfavorables al patógeno es una buena estrategia y estas dependen principalmente de ciertas actividades del agricultor, como la erradicación del

hospedante, la rotación de cultivos, saneamiento, ventilación del suelo, buen drenaje, fertilización adecuada, mejoramiento del suelo con materia orgánica estéril, inundación prolongada de las áreas de cultivo, acolchado con polietileno, riego por goteo y labranza mínima de la tierra (Llácer, 1996).

### **Control genético**

El uso de variedades resistentes es el método de control más económico, accesible, seguro y de mayor efectividad para controlar las enfermedades de las plantas en cultivos para los cuales se dispone de esas variedades. El cultivo de variedades resistentes no sólo elimina las pérdidas que ocasionan las enfermedades, sino también eliminan los gastos debidos a aspersiones y a otros métodos de control, además, de que no contamina el ambiente con compuestos químicos tóxicos que de otra manera tendrían que utilizarse para controlar las enfermedades de las plantas.

Más del 75% del total de las zonas agrícolas de los Estados Unidos se cultivan con variedades resistentes a una o más enfermedades y con algunos cultivos que se cultivan debido a que son resistentes a ciertas enfermedades, y los cuales constituyen del 95 al 98% del cultivo (Agrios, 1996).

### **Control químico**

Esta basado en la aplicación de agroquímicos para el control de enfermedades; es decir, depende del uso y la acción de una sustancia química que reduce la cantidad de inóculo del patógeno, por lo que comúnmente se utiliza el término de fungicida para referirse a los productos químicos que controlan las enfermedades de las plantas. Este método de control se utiliza por lo general para proteger directamente la superficie de la planta de la infección, o bien, para erradicar un patógeno que ya ha infectado la planta. Sin embargo algunos tratamientos químicos tienen como objetivo reducir la cantidad de inóculo antes de que este último entre en contacto con la planta. Para el caso de los hongos del suelo los productos químicos que se utilizan son para desinfectar y proteger semillas, tubérculos y bulbos, otros son usados como fumigantes y cicatrizantes de heridas (Pérez *et al.*, 2004).

## **Control biológico**

El control biológico se define como la reducción del inóculo del patógeno, o de su capacidad de producir enfermedad mediante la acción de uno o mas organismos excluyendo al hombre (Zavaleta, 1994). Los métodos de control biológico que se utilizan para proteger directamente a las plantas del ataque de los patógenos incluyen la acción de microorganismos antagonicos en el sitio de infección antes o después de que ocurra la infección (Agrios, 1996). Algunos de los microorganismos importantes son las bacterias, los hongos y las algas, dado que contribuyen la línea frontal de defensa entre los fitopatógenos nativos del suelo y las raíces de las plantas, siendo candidatos ideales de usarse en la reducción de enfermedades.

### **Microorganismos antagonicos**

#### *c) Bacillus subtilis*

Es una bacteria de distribución cosmopolita, este tipo de bacterias son fácilmente encontradas en la filosfera de las plantas, en agua dulce, heno, polvo, leche y principalmente en el suelo (Decheco, 1986).

#### **Características morfológicas**

Presenta bacilos rectos, aislados o en cadenas. Pueden bajo ciertas condiciones formar cápsulas y desplazarse por flagelos peritricos. Es una bacteria gram positiva; el tamaño oscila entre 3 y 4  $\mu$  por 1  $\mu$  de ancho (Decheco, 1986).

#### **Características fisiológicas**

Es una bacteria aeróbica y anaeróbica. La temperatura de crecimiento oscila entre 25 y 35 °C; se encuentra en el suelo, dada la resistencia de las esporas a las condiciones adversas, dependiendo del sustrato produce una diversidad de compuestos antibióticos y aminoácidos; antibióticos como la bacitracina, polimixina, triodicina, etc. (Decheco, 1986).

### Best Ultra “S”

DEAQ, 2008 menciona que el Best Ultra “S” es un producto microbiológico orgánico recomendado para el control y manejo de enfermedades de las plantas ocasionado por microorganismos del suelo, su formulación es única ya que contiene un grupo de tres cepas de *Bacillus subtilis*, altamente efectivas sobre los principales géneros de importancia, como son *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Phytium*, *Verticillium*, entre otros. Best Ultra “S” puede usarse en cualquier etapa del cultivo, tanto para el tratamiento de semillas, tubérculos, rizomas, plántulas en charola, semilleros y almácigos de las plantas, en drench durante las etapas fenológicas críticas del cultivo, protegiendo preferentemente desde el establecimiento del cultivo, o cuando se presente el máximo riesgo de ataque de los patógenos. Best Ultra “S” puede emplearse tanto en cultivos de hortalizas, frutas, cultivos de flor de corte y ornamentales, granos, cereales y cultivos industriales, bajo cualquier sistema de producción orgánica, convencional, de transición, intensiva o extensiva.

Contenido del producto	% (P/V)
Esporas de <i>Bacillus subtilis</i> (1.0 x 10 <sup>8</sup> ufc/ ml).....	30.00%
Metabolitos de fermentación de hongos benéficos múltiple.....	42.00%
Flora microbiana benéfica de lixiviados de M.O. animal y vegetal.....	10.00%
<i>Azotobacter</i> spp.....	5.00%
Chitosan hidrolizado.....	1.50%
Estabilizadores orgánicos.....	1.50%
Acondicionadores y diluyentes.....	10.00%

#### Dosis de aplicación

Hortalizas en general (al establecimiento, realizar 2 repeticiones) 1 a 2 L/ha

Producción de plántula (en el agua de riego) 0.5 a 1.0 ml/L agua

Para un mejor desempeño del producto, se recomienda fermentar por un período mínimo de 48 h con Fulvamin 18 a una proporción de 1:1.

## Beneficios

Amplio rango de acción contra nemátodos y hongos fitopatógenos de la raíz.

Recomendado para todo tipo de cultivo bajo cualquier sistema de producción.

Permite una mejor absorción de nutrientes.

Beneficia las condiciones de la rizósfera.

Mayor sanidad de las raíces.

Mantiene a la planta vigorosa.

### d) *Trichoderma harzianum*

Galeano, *et al.*, (2002), mencionan que *T. harzianum* es un hongo que produce un mayor vigor a las plantas tratadas, a la vez que le proporciona al cultivo una protección frente a patógenos del suelo.

### **Características morfológicas**

Presenta hifas estériles trepadoras, septadas, desarrollando un micelio aplanado y sólido. Conidióforos erectos, saliendo de ramas laterales cortas ramificadas, ramificación comúnmente opuesta, sin el ápice hinchado y produciendo de manera terminal cabezuelas de conidios. Conidios pequeños, la mayoría globosos, hialinos o de colores brillantes (Gilman, 1957).

### **Características fisiológicas**

Galeano, *et al.*, (2002) señala que los mecanismos de acción de *T. harzianum* son principalmente como promotor de crecimiento vegetal, manifestándose desde las primeras fases de la plántula, lo cual le confiere mayores ventajas a la hora del trasplante. *T. harzianum* se asocia a las raíces de la planta proporcionándole un mayor vigor y crecimiento (Chang, *et al.*, 1986). Este hongo crece a medida que lo hace el sistema radicular del vegetal con el que se encuentra asociado, alimentándose de los productos de desecho y de exudados que excreta la planta. Ésta a su vez se beneficia al poder colonizar mayor cantidad de suelo, aumentando considerablemente el crecimiento de la planta. Por ello, se produce un aumento de la captación de nutrientes y de agua en las raíces.

*T. harzianum* como hongo antagonista puede realizar un control biológico, el cual, se puede resumir principalmente en tres mecanismos de acción:

Micoparasitismo: el antagonista parasita al patógeno.

Antibiosis: inhibición del desarrollo o muerte del patógeno por un producto metabolizado por otro, incluyendo antibióticos y enzimas líticas extracelulares.

Competencia: compiten por el espacio en la rizosfera de la planta y por los recursos nutritivos, desplazando o suprimiendo al patógeno.

### **Trichobiol**

Este producto es un agente de biocontrol de hongos fitopatógenos, elaborado a base de *Trichoderma harzianum*; esta disponible en presentación líquida.

Contenido del producto	% (P/V)
<i>T. harzianum</i> (1x10 <sup>7</sup> ) ufc/ml.....	77.00 %
Acondicionadores y diluyentes.....	23.00%

#### Dosis de aplicación

Hortalizas en general (al establecimiento, se realizan 2 aplicaciones) 1 a 2 L/ha, para producción de plántula (en el agua de riego) se aplica de 0.5 a 1.0 ml/L agua. Para un mejor desempeño del producto, se recomienda fermentar por un período mínimo de 48 h con Fulvamin 18 a una proporción de 1:1.

#### Beneficios

Ataca patógenos de la raíz (*Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*) y del follaje (*Botritis*, *Mildew* y *Phytophthora*). Este producto se propaga en el suelo, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero sobre hongos fitopatógenos. También ayuda a descomponer materia orgánica, quedando disponibles para la planta y posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas, favoreciendo la proliferación de organismos benéficos en el suelo. Además promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces adventicias, Mejorando la nutrición y la absorción de agua.



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del Sitio Experimental**

El trabajo experimental se evaluó en dos cultivos (melón y chile) y en dos distintas regiones; para el cultivo de melón la experimentación se realizó en el municipio de Matamoros y para el cultivo de chile en Arteaga, ambos municipios del estado de Coahuila, México. En el ejido Benito Juárez se realizó la experimentación de melón; la parcela se encuentra a 23 km pasada la caseta, entronque a Viesca, por la autopista, Saltillo-Torreón. La parcela experimental de chile morrón se estableció en el ejido El Tunal, esta área de cultivo se localiza a 78 km de Saltillo por la carretera 57 rumbo a Matehuala, San Luis Potosí, cruce con camino a el Ejido Los Lirios Km 37, al oriente 41 km., a 1 km al sur de la plaza principal del ejido.

### **Material Biológico**

Los productos comerciales evaluados, Best Ultra “S”, a base de la bacteria *B. subtilis* y Trichobiol elaborado a base *T. harzianum*, fueron proporcionados por la empresa GreenCorp Biorganiks de México S. A. de C. V. de Saltillo, Coahuila.

### **Preparación de los Materiales Best Ultra “S” y Trichobiol**

Para el preparado de los productos se tomó de referencia las recomendaciones del mismo; estos se fermentaron por no menos de 72 h. Para la activación de los biofungicidas, la fermentación se hizo en garrafas de 25 L, la proporción fue a razón de 1 L del producto con 1 L de Fulvamin 18 (caldo nutritivo), aforado a 20 L con agua libre de cloro. La mezcla se mantuvo en agitación para homogenizar e inducir la reproducción de los microorganismos. Una vez transcurridas no menos de 72 h, se llevó a campo y se aplicó a modo de tener una dosis de 1 L/ha del producto formulado.

## **Características de las Parcelas Experimentales**

**Melón.** Las parcelas experimentales fueron tomadas en tres etapas; la primer etapa fue una parcela de 8 ha, de la cual se tomó  $\frac{3}{4}$  de ha, ésta se sembró el 25 de mayo del 2009 y se aplicó el 1 de junio del 2009, la semilla utilizada fue de la variedad Cruissier; la segunda etapa fue una parcela de validación de 7 ha donde se evaluó el producto Trichobiol, ésta se sembró el 27 de junio del 2009 y se estableció el experimento el 17 de julio del 2009, se utilizó semilla híbrida de la variedad Expedition y Magnum; y la tercera etapa se sembró el 8 de agosto del 2009 y la primer aplicación se realizó el 17 de agosto del 2009, con el híbrido Cruissier y Expedition, esta parcela fue de validación del producto Best Ultra "S", la superficie sembrada fue de  $6 \frac{1}{2}$  ha.

Las parcelas contaban con riego por goteo, acolchadas en su totalidad, y con una distancia entre plantas de 0.25 m y entre surcos de 2 m.

**Chile.** El sitio experimental, fue una superficie de 6 ha de chile morrón, diseñada en parcelas divididas acorde a la distribución del riego, ya que este se dividió en 3 segmentos de 2 ha, dicha condición permitió tomar cada segmento para cada tratamiento. La aplicación de los tratamientos fue a través del riego por goteo, utilizando como testigo convencional al producto químico que aplica el productor.

La parcela tenía acolchado, riego por goteo, surcos a doble hilera, con una distancia entre plantas de 0.25 m y entre surcos de 1.60 m.

## **Aplicación de Tratamientos**

En el cultivo del melón, para la experimentación se realizaron aplicaciones al drench (directo al tronco de la planta) y dirigido a la cintilla, en ambos casos con aspersoras de mochila tipo Solo (fabricante Swissmex-Rapid, S. A. de C. V.); ya en la validación se hizo de manera extensiva a través del riego por goteo.

Previo a la aplicación de los tratamientos (Trichobiol y Best Ultra "S"), los productos desarrollados fueron preparados acorde a la descripción de la información incluida en la etiqueta con el fin de activar los microorganismos. Para la aplicación en campo se utilizó un volumen de 200 L/ha, en el caso de la aplicación al goteo se hizo en un tonel de 200 L de agua, donde se mezcló el

fermento del biofungicida con agua de pozo y fue succionado hacia la manguera principal donde se distribuyo en las cintillas. La dosificación fue de 1 L/ha del producto formulado.

Control de plagas. En la región de matamoros y para el cultivo de melón en el periodo junio-octubre se reportan 2 plagas importantes, mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y Minador de la hoja (*Liriomyza* sp.); en la primera etapa el productor aplicó productos químicos semanalmente como Cyromacina, Abamectina, Imidacloprid, Endosulfan; además, algunos extractos de ajo y Neem, que no bajaron las poblaciones. En la segunda y tercera etapa se optó por hacer un Manejo Integrado de Plagas y se realizaron aplicaciones dirigidas de abamectina, en cada etapa, y dos aplicaciones de un producto elaborado a base de Neem con Jabón agrícola, productos de bajo impacto sobre la fauna benéfica. Cuando la planta tenía una cobertura de más del 50% se observó que la fauna benéfica ya se había restaurado en el área del cultivo y con esta estrategia se mantuvieron las poblaciones por debajo del Umbral Económico.

Control de Enfermedades de Follaje. En las etapas tempranas no hubo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad y solamente se realizaron aplicaciones de fungicidas de contacto como Captan y Mancozeb; en la última etapa las condiciones para la enfermedad fueron favorables y aparecieron principalmente cenicilla vellosa y cenicilla polvorienta, por lo tanto, se hicieron aplicaciones de sistémicos como Boscalid + Piraclostrobin, Metalaxil y de preventivos como Captan y Mancozeb principalmente.

### **Variables Evaluadas**

- Número de plantas muertas por secadera, pudrición o ahogamiento por metro y en cada 5 m (melón)
- Plantas muertas por surco (chile)
- Peso de la hortaliza o fruto (g) por planta (melón y chile)
- Diámetro del fruto en cm (melón y chile)
- Número de frutos por planta (melón y chile)
- Incidencia de la enfermedad en % (melón)
- Porcentaje de cobertura (melón)

- Severidad de la enfermedad en raíz % (melón)
- Grados de azúcar o °Brix (melón)
- Longitud del fruto (chile)

### **Toma de Datos**

Para las variables correspondientes a la enfermedad, porcentaje de cobertura y número de frutos, se tomaron directamente en campo. Los porcentajes de incidencia y severidad se realizó al medir 2 m<sup>2</sup> y estimar el porcentaje de daño (follaje y raíz), en la parcela de chile se tomaron surcos al azar y se contó el número de plantas muertas; el porcentaje de cobertura se hizo al tomar surcos al azar y con ayuda de una cinta para medir la longitud de cobertura y con este dato determinar el porcentaje de cobertura del surco; el número de frutos se tomó al medir 2 m<sup>2</sup> y contar el número de frutos totales en esa unidad de medida. Las variables de diámetro, peso y °Brix, fueron tomadas en laboratorio, para lo cual se cosecharon los frutos de la unidad de medida (m<sup>2</sup> o surco) y se colocaron en rejas plásticas. El Diámetro del fruto en melón, se midió con la ayuda de una regla graduada de 30 cm, y para el caso del fruto de chile se midió diámetro y longitud con un Vernier electrónico; el peso con una balanza electrónica y los grados °Brix del melón mediante un refractómetro.

Todos los datos fueron registrados en la bitácora, especificando el tratamiento, variable y fecha de muestreo.

### **Diseño Experimental**

Para cada una de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza (ANVA) mediante el paquete estadístico computacional SAS ver. 9.0 (SAS, 2002); para el análisis de los datos obtenidos en campo el diseño experimental fue en parcelas divididas con 2 tratamientos y un testigo convencional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la par del desarrollo de la investigación, el cultivo de melón y chile fue llevado conforme a la experiencia del productor. De los datos recaudados se llegó a los siguientes resultados, analizados de acuerdo a los análisis de varianza (ANVA).

### Resultados de las Tres Etapas de Melón

#### Incidencia y severidad de la pudrición de raíz en el cultivo del melón

Según el ANVA para variables que se muestran en el Cuadro 1, se encuentra que no hay diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ) en la incidencia follaje y raíz de la enfermedad (100%), ubicándose en un mismo grupo estadístico. En contraste, la severidad en el follaje fue estadísticamente diferente, resaltando al testigo convencional como el más alto (75.63%), en segunda instancia el Best Ultra "S" (*B. subtilis*) (51.25 %) y Trichobiol (*T. harzianum*) con un 38.75%. La severidad en raíz también mostró diferencia estadística significativa, con 84.38% de severidad en el testigo convencional, seguido por Trichobiol (53.54%) y por último el Best Ultra "S" con un 47.5%.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos en la incidencia y severidad de la pudrición de raíz en la segunda etapa de melón a diferentes muestreos.

	Etapas	Trichobiol	BUS	Test. conv
IF		100.0a	100.0a	100.0a
SF		38.75b	51.25b	75.63a
IR	2°	100.0a	100.0a	100.0a
SR		53.54b	47.50b	84.38a

IF= Incidencia en follaje 2m<sup>2</sup>; SF= Severidad en follaje 2m<sup>2</sup>; IR= Incidencia en raíz en 2m<sup>2</sup>; SR= Severidad en raíz en 2m<sup>2</sup>; BUS= Best Ultra "S"

Con respecto a la variable plantas muertas en 5 m (Cuadro 2) se observa que el mejor tratamiento fue Trichobiol mostrando el menor número de plantas muertas (1.6 y 0.42) en los muestreos 1 y 2 respectivamente, seguido por Best Ultra “S” (1.58 y 1.8) y por último el testigo convencional (2.6 y 3.0).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos en el número de plantas muertas por pudrición de raíz en 5 m lineales, durante la primera etapa del cultivo de melón.

	Etapa	Trichobiol	BUS	Test. Conv
PM5 m <sup>-1</sup>	1°	0.42a	1.58b	3.00b
		1.60a	1.80a	2.60a

PM5 m<sup>-1</sup>= Plantas muertas en 5 m<sup>-1</sup> lineales; BUS= Best Ultra “S”

Humeres, (2004) menciona que el método de control de *Trichoderma* contra hongos fitopatógenos es principalmente a través de competencia y micoparasitismo, esto concuerda con los resultados que obtuvo Ramos (2008) donde muestra que *Trichoderma* tiene contacto con *F. oxysporum* al segundo día después de la siembra *in vitro* y un sobre crecimiento al doceavo día. Estudios realizados por Cruz (2004), en donde evaluó *in vitro* diferentes aislados de *Bacillus* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa, observó porcentajes de inhibición al patógeno de 35.5 y 40.4%, en comparación al testigo. De igual manera, en evaluación de campo, la menor incidencia y severidad se obtuvo con los aislados de *Bacillus*. Virgen (1990), reportó que *B. subtilis* a una dosis de 1.2 x 10<sup>10</sup> bac/100 gr tuvo un menor porcentaje de marchitamiento, causado por *Fusarium oxysporum* f sp. *niveum*, en el cultivo de melón. En el mismo entorno Guillen *et al.*, (2006) muestra que en pudrición de raíz del cultivo de chile, se redujo la incidencia en 80% y severidad en 39% respecto al testigo. En base a las investigaciones ya realizadas, y acorde a los resultados en el análisis de varianza del Cuadro 1 y 2, de nuestro experimento se observó efecto antagónico de *Trichoderma* y *Bacillus* sobre la enfermedad, al mostrar menor severidad y número de plantas muertas, respecto al testigo convencional.

### Porcentaje de cobertura

Según los ANVAs, muestran que en las diferentes etapas de siembra del melón, en la variable % de cobertura del surco existen diferencias estadística significativas (Cuadro 3), resaltando como el mejor tratamiento, el biológico Trichobiol (83.85 y 97.5%), seguido por Best Ultra “S” (73.46 y 91.67%) y en última instancia se ubica al testigo convencional con 69.23 y 89.17%.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en el porcentaje (%) de cobertura de la primera y segunda etapa de melón en diferentes muestreos.

	Etapa	Trichobiol	BUS	Test. Conv
% COB	1°	83.85a	73.46b	69.23b
	2°	97.50a	91.67ab	89.17b

% COB= % de cobertura; BUS= Best Ultra “S”

En la tercera etapa (Cuadro 4), se observa que hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con una mayor cobertura del Best Ultra “S” (56.67 y 96.5%), seguido por el testigo convencional que también tuvo un buen comportamiento (49.17 y 85%) y el testigo absoluto con 33.33 y 62.5%.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en el porcentaje (%) de cobertura de la tercera etapa de melón en diferentes muestreos.

	Etapa	BUS	Test. conv	Test. abs
% COB	3°	56.67a	49.17b	33.33c
		96.50a	85.00b	62.50c

% COB= Porcentaje de cobertura; BUS= Best Ultra “S”

Otros trabajos, como los realizados por Ortiz (2009), muestran que *T. harzianum* y *B. subtilis* tienen un efecto sobre el desarrollo de la planta, dicho autor encontró hasta 8.76% de incremento en relación al testigo. Por su parte, Oseguera (2005) estudió bacterias del género *Bacillus* como promotores del crecimiento, observando que en el cultivo de tomate hubo un mayor peso de

follaje, comparado con otros tratamientos. Lo anterior muestra que tanto *Trichoderma* como *Bacillus* son promotores del crecimiento, mismo comportamiento se encontró en los tres resultados, como puede notarse en los Cuadros 3 y 4, donde resalta como mejor tratamiento el Trichobiol, seguido por Best Ultra “S” y por último el testigo convencional.

### Aspectos de productividad y calidad de la fruta

En el Cuadro 5 se observa que el número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, hay diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos del primer muestreo de la 1<sup>o</sup> etapa, siendo el mejor tratamiento Trichobiol con 5.2 frutos, seguido por Best Ultra “S” con 3.9 frutos y en último lugar el testigo convencional con 3.7 frutos. Los resultados del muestreo 2 de la 1<sup>o</sup> etapa ubican a los tratamientos en un mismo grupo estadístico, la diferencia es numérica con mejor comportamiento del Best Ultra “S” (7.00 frutos/2m<sup>2</sup>), Trichobiol con 5.00 frutos/2m<sup>2</sup> y en última instancia el testigo convencional con 4.67 frutos/2m<sup>2</sup>. En la 2<sup>o</sup> etapa los tres tratamientos se sitúan en un mismo grupo estadístico, pero con diferencia numérica, donde Trichobiol tuvo el mejor comportamiento en los distintos muestreos (6.00, 6.12 y 5.75 frutos/2m<sup>2</sup>), en segunda instancia Best Ultra “S” (5.77, 6.73 y 5.50 frutos/2m<sup>2</sup>) y en último lugar el testigo convencional con 5.83, 5.92 y 4.63 frutos/2m<sup>2</sup>).

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en el número de frutos en 2m<sup>2</sup> de las diferentes etapa de melón en diferentes muestreos.

	Etapa	Trichobiol	BUS	Test. conv
NF	1 <sup>o</sup>	5.20a	3.90b	3.70b
		5.00a	7.00a	4.67a
	2 <sup>o</sup>	6.00a	5.77a	5.83a
		6.12a	6.73a	5.92a
		5.75a	5.50a	4.63a

NF= Número de frutos en 2 m<sup>2</sup>; BUS= Best Ultra “S”



Los resultados del Cuadro 6, muestran que los tratamientos no tuvieron diferencia estadística significativa y la diferencia numérica fue mínima, ubicando al testigo absoluto con el mayor número de frutos (5.87 frutos), después Best Ultra “S” con 5.80 frutos y por ultimo el testigo convencional con 5.67 frutos.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos en el número de frutos en 2m<sup>2</sup> de la tercera etapa de melón en diferentes muestreos.

	Etapa	BUS	Test. conv	Test. abs.
NF	3 <sup>o</sup>	5.80a	5.67a	5.87a

NF= Número de frutos en 2 m<sup>2</sup>; BUS= Best Ultra “S”

En las variables peso y diámetro de frutos maduros por surco del Cuadro 7, no hay diferencia estadística significativa, ubicando a todos los tratamientos en un mismo grupo estadístico, pero cabe señalar que existe diferencia numérica, para el peso de frutos maduros por surco, en donde se encuentra el Best Ultra “S” como el mejor tratamiento con 1.84 kg por unidad de fruto de melón, seguido por el testigo convencional (1.61 Kg) y por último al Trichobiol con 1.51 kg. En cuanto al diámetro de frutos maduros en un surco, se observó un mejor comportamiento del Trichobiol (15 cm), seguido del testigo convencional (14.06 cm) y por último el Best Ultra “S” con un diámetro de 13.83 cm.

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos en el peso (en kg) y diámetro (en cm) de frutos maduros por surco en la primera etapa de melón en diferentes muestreos.

	Etapas	Trichobiol	BUS	Test. Conv
PFMS	1 <sup>o</sup>	1.51a	1.84a	1.61a
DFMS		15.00a	13.83a	14.06a

PFMS= Peso de frutos maduros por surco; DFMS= Diámetro de frutos maduros en un surco; BUS= Best Ultra “S”

En la segunda etapa (Cuadro 8) no hubo diferencia significativa en las variables peso, diámetro y °Brix del fruto maduro en un surco, esto determinado a través del análisis de varianza. El peso del fruto del tratamiento Trichobiol muestra una mejor respuesta con 1.85 kg por fruto, seguido el Best Ultra “S” con 1.83 kg/fruto y en ultimo lugar el testigo convencional con 1.29 kg/fruto. En la variable de diámetro del fruto el rango entre tratamientos fue muy parecido, los valores numéricos más alto fue de Trichobiol (14.50 cm), después Best Ultra “S” (14.39 cm) y por último el testigo convencional con un diámetro de 13.11 cm. Los °Brix del mejor tratamiento fue de Best Ultra “S” con 7.06 °Brix, el segundo por Trichobiol (6.69 °Brix) y en ultima instancia el testigo convencional con 6.62 °Brix.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos en el peso(en kg) y diámetro (en cm) de frutos maduros por surco en la segunda etapa de melón en diferentes muestreos.

Etapas	Trichobiol	BUS	Test. Conv
PFMS	1.85a	1.83a	1.29a
DFMS	2° 14.50a	14.39a	13.11a
BFMS	6.69a	7.06a	6.62a

PFMS= Peso del fruto maduro en un surco; DFMS= Diámetro del fruto maduro en un surco; BFMS= °Brix del fruto maduro en un surco; BUS= Best Ultra “S”

De acuerdo a las variables de peso, diámetro y °Brix del fruto maduro en 2m<sup>2</sup> en la primera etapa (Cuadro 9) muestra que en el diámetro del fruto maduro en 2m<sup>2</sup> existe diferencia estadística significativa, resaltando el Trichobiol con un diámetro de 12.15 cm, seguido por el Best Ultra “S” (11.46 cm) y por último en el testigo convencional con un 10.92 cm. Los resultados de las variables peso y °Brix del fruto maduro en 2m<sup>2</sup>, muestran que no hay diferencia estadística significativa, pero si diferencia numérica; el Trichobiol reporta valores de 1.27 kg y 5.86 °Brix, en el Best Ultra “S” 1.26 kg y 6.5 °Brix y para el testigo convencional 1.09 kg y 5.79 °Brix, con un mejor comportamiento del Trichobiol y el Best Ultra “S”.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos en el peso (en kg), diámetro (en cm) y °Brix del fruto maduro en 2m<sup>2</sup> en la primera etapa de melón en diferentes muestreos.

Etapas		Trichobiol	BUS	Test. conv
PFM2M <sup>2</sup>		1.27a	1.26a	1.09a
DFM2M <sup>2</sup>	1°	12.15a	11.46ab	10.92b
BFM2M <sup>2</sup>		5.86a	6.50a	5.79a

PFM2M<sup>2</sup>= Peso promedio del fruto maduro en 2 m<sup>2</sup>; DFM2M<sup>2</sup>= Diámetro del fruto maduro en 2m<sup>2</sup>; BFM2M<sup>2</sup>= °Brix del fruto maduro en 2m<sup>2</sup>; BUS= Best Ultra “S”

El peso, diámetro y °Brix del fruto maduro en 2m<sup>2</sup> de la tercer etapa (Cuadro 10), se observa que dentro del mismo tratamiento, “Best Ultra “S”, no hay diferencia estadística significativa y se ubican en su mismo grupo estadístico, con diferencia numérica mínima.

Se han reportado estudios donde muestran que *Trichoderma* y *Bacillus* tienen efecto sobre el incremento del rendimiento y calidad de los cultivos; Cruz (2004) encontró que el rendimiento y la calidad en el cultivo de papa en un aislado de *Bacillus* superaron al testigo químico y este al testigo absoluto.

Cuadro 10. Efecto de los tratamientos en el peso, diámetro y °brix del fruto maduro en 2m<sup>2</sup> en la tercer etapa de melón en diferentes muestreos.

Etapa		BUS	BUS	BUS
PFM2M <sup>2</sup>		2.0867a	2.1992a	1.7550a
DFM2M <sup>2</sup>	3°	14.0833a	13.8333a	12.4167a
BFM2M <sup>2</sup>		7.2833a	6.4167a	7.1667a

PFM2M<sup>2</sup>= Peso del fruto maduro en 2 m<sup>2</sup>; DFM2M<sup>2</sup>= Diámetro del fruto maduro en 2m<sup>2</sup>; BFM2M<sup>2</sup>= °Brix del fruto maduro en 2m<sup>2</sup>; BUS= Best Ultra “S”

Teniendo como referencia estas investigaciones realizadas con microorganismos antagonicos y los ANVAs (Cuadros 5, 6 , 7, 8 y 9), donde muestra que no hay diferencia estadística significativa, pero si hay diferencia numérica y sumando los efectos estadísticos en las variables donde registró diferencia significativa, se puede deducir que el mejor tratamiento de los Cuadros 5, 7, 8 y 9 es Trichobiol, ya que en el 57% de las variables fue el más alto, seguido por el Best Ultra “S” con el 36% y por último el testigo convencional con el 7%; en el Cuadro 6 se observó un mejor efecto en testigo absoluto con un mayor valor numérico y en segunda instancia el Best Ultra “S”, mostrando un efecto muy semejante entre tratamientos.

En el cuadro 10 se muestra que hay una buena respuesta del Best Ultra “S”, ya que al compararlo con los datos del cuadro 9, se puede observar diferencias muy marcadas, por lo tanto, se deduce que si hay un buen efecto en la aplicación del producto biofungicida a base de *Bacillus subtilis*.

### **Resultados de la Parcela de Chile**

Con los datos recabados de la parcela de Chile y el análisis de varianza (ANVA) se llego a los siguientes resultados; cabe mencionar que al momento de la primera aplicación, en la parcela se encontraban plantas con daño por secadera, causada principalmente por *Phytophthora*.

#### **Incidencia y severidad de la pudrición de la raíz en el cultivo del Chile**

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 11); hay un comportamiento similar entre el tratamiento Best Ultra “S” (129.73) y el testigo convencional (136.36), sin embargo en términos de beneficios, el control químico siempre es más costoso, además de provocar un desequilibrio en el ambiente, induciendo resistencia, etc., situación que no presentan los biofungicidas.

Cuadro 11. Efecto de los tratamientos en el número de plantas muertas en el cultivo de chile

	Muestreo	Trichobiol	BUS	Test. conv
PMS	1°	123.00a	115.25a	148.25a
	2°	169.13a	129.00a	149.25a
	3°	167.63a	128.75a	131.50a
	4°	209.50a	161.83ab	123.00a
	5°	197.67a	113.83a	129.83a
	Media	173.40a	129.73b	136.36ab

PMS= Plantas muertas por surco; BUS= Best Ultra "S"

### Aspectos de productividad y calidad de la fruta

Al respecto de las variables agronómicas de producción, tales como número de frutos por planta, tamaño, peso del chile, se observó que las diferencias son insuficientes para considerar que el efecto de los materiales repercuten en una mayor producción por planta, cuando estas se encuentran bajo el efecto de la enfermedad, sin embargo las diferencias entre el número de plantas vivas o muertas debidas al porcentaje de control en cada parcela, si repercuten en el rendimiento/ha al final. Una sola planta de diferencia entre los tratamiento repercute en cuando menos una unidad (chile) de en promedio 90 g, que en 8 cortes generan en promedio 720 g de peso de chile por planta muerta en pérdidas, lo que se traduce al final en toneladas de perdida en el cultivo. Tal y como se muestra en el Cuadro 12 donde se aprecian bajas diferencias entre los tratamiento, que de acuerdo al ANVA no hay diferencias estadística significativa entre tratamientos.

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos en las variables agronómicas de calidad de fruto del cultivo de chile

	Trichobiol	BUS	Test. conv.
NFP	4.56a	4.91a	4.55a
DF	6.81a	6.92a	7.58a
LF	7.01a	7.41a	7.00a
PF	101.18a	104.92a	103.09a
CFPC	0.93a	1.13a	0.93a

NFP= Número de frutos por planta; DF= Diámetro del fruto en cm; LF= Largo del fruto en cm; PF= Peso del fruto en gr, CFPC= Calidad del fruto/ planta/ corte; BUS= Best Ultra "S"

## **CONCLUSIONES**

### **Parcela experimental de melón**

- El producto Trichobiol tiene un mejor control de la pudrición de raíz del cultivo de melón y proporciona un mejor crecimiento de la planta, producción y calidad de fruto, respecto de los materiales fungicidas convencionales y aún el Best Ultra “S” que se usan para el control de la enfermedad.

### **Parcela experimental de chile**

- La formulación comercial del producto Best Ultra “S” desarrolla un buen control de la marchitez de chile semejante o similar a los productos convencionales para el control de la secadera del cultivo del chile, bajo las condiciones climáticas de la región del Tunal, Arteaga, Coahuila.

## LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. Ed. Limusa. México. pp 144-512.
- Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. Ed. Elsevier Academic Press. 5° Ed. San Diego, California. pp 391-395.
- Alexopoulos, C. J.; Mims, C. W. y Bratwell, H. 1996. Introductory mycology. 4<sup>th</sup> Edition. Ed. John Wiley y Soness. Inc. New Cork. pp 632 y 869.
- Caraveo, L. F. de S., M., A. Gómez, C., L. R. García, Ch., J. Morett, S., N. C. Cruz, L., J. A. Bojorges, A. y E. Cerón C. 1991. La producción hortícola del sur de Sonora: Perfil de proyectos para organizaciones de productores. La agroindustria y la organización de productores en México. Ed. CIESZTAAM. UACH., Chapingo, México. p 14.
- Cruz, C. L. 2004. Potencial antifúngico de cepas de *Bacillus* spp y extracto de *Larrea tridentata* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa (*solanum tuberosum* L.). Tesis de Maestría en Ciencias en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p 69.
- Cubedo, L. L. S. 2008. Manejo biorracional de la pudrición de la corona y raíz del tomate en Sinaloa, México. Memorias del X Congreso Internacional/ XXXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. p; C-32
- Decheco, E. A. 1986. Taxonomía bacteriana. Microbiología I -1- Universidad Nacional Federico Villarreal Facultad: F.I.I.S. Escuela: Ing. Agro-Industrial. p 10.



- Díaz, F. A.; Rocha, P. M., Castrejon S. A. 1993. Enfermedades infecciosas de los cultivos. Ed. Trillas. México. pp 137 y 129.
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ). 2008. DEAQ Fertilizantes, Agroquímicos y productos orgánicos. Ed. PLM. México. pp 472 y 1571.
- Galeano, M; Lara, L. y Téllez, M. 2002. Efecto de TRIANUM sobre un cultivo de judía. KOPPERT Biological Systems. Almeria. pp 2 y 3.
- García, A. 1959. Horticultura, 2º. Ed. Salvat. Madrid, España. p 4.
- Gilman, C. J. 1957. Manual de los hongos del suelo. Ed. Continental 2ª edición. México. pp 387 y 515.
- González, J. N. 2009. Fertirrigación, Nutrición y manejo post-cosecha de melón y sandía. Horticultivos. Publicación del 31 de julio del 2009. p 13.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. p 185.
- Guillen, C. R. Hernandez, C. F. D. y Gallegos, M. G. 2006. *Bacillus spp.*, como biocontrol de un suelo infestado con *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Phytophthora capsici* Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología. p 105.
- Humers, V., C. 2004. Evaluación de la capacidad biocontroladora de dos cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre aislados de hongos *Basidiomycetes* asociados a muerte de brazos en kivi. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Talca, Chile. p 32.
- Lesur, L.; Martínez, A. y Celis, P. 2003. Manual de horticultura. Ed. Trillas. México. p 68.

- Lesur, L.; Martínez, A. y Celis P. 2006. Manual del cultivo del chile. Ed. Trillas. México. pp 18 y 19.
- Llácer, G.; López, M. M.; Trapero, A. y Bello, A. 1996. Patología vegetal. Ed. Mundi-Prensa 2ª edición. España. pp 920 y 946.
- Marco, M. H. 1969. El melón, economía, producción, comercialización. Ed. Acribia. Zaragoza España. p 3.
- Mendoza, C. S. 1988. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. UACH. México. p 347.
- Mendoza, C. Z. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp 1 y 2.
- Mendoza, Z. C. 1999. Enfermedades fungosas de hortalizas y fresa. Memorias del programa de Entomología y Acarología. Montecillo. Texcoco. Estado de México. p 17.
- Mendoza, Z. C. y Pinto, C. B. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. p 310.
- Nuez, V. F.; Gil, O. R., Costa, G. J. 1996. El cultivo del pimiento, chile y ajies. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. p 607.
- Oliveros, J. N. G. 1999. Productores de chile de Dolores Hidalgo, C. I. N., Gto.
- Ortiz, M. R. 2009. Evaluación de agentes microbianos como promotores del crecimiento y antagonistas de la marchitez del chile (*Capsicum annuum* L). Tesis de Licenciatura en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p 26.

- Oseguera, A. S. 2005. Uso de bacterias esporuladas como promotores de crecimiento en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p 38.
- Parsons, D. B. M.; Mondoñedo, J. R.; Salinas, F. K. y Figueroa, J. M. 1981. Cucurbitáceas. Ed. Trillas. México. p. 11.
- Pérez, M. L., Duran, O. L. J., Ramírez, M. R., Sánchez, P. J. R., Olalde, P. V. 2004. Sencibilidad *in vitro* de aislados del hongo *Phytophthora capsici* a fungicidas. Memorias primera convención mundial del chile. León Guanajuato, México. p 144.
- Pérez, M. L.; Casillas, B. A. S. y Ramírez, M. R. 2005. El cultivo del chile y su importancia económica en el norte del estado de Guanajuato, México. Ed. Universidad de Guanajuato. México. pp 17 y 18
- Pernezy, K.; Robert, P. D.; Murphy, J. F. y Goldberg, N. P. 2003. Compendium of pepper diseases. The American Phytopathological Society., p 63.
- Ramos, H. M. M. 2008. Efecto antagónico *in vitro* de aislados de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum*. Tesis de Licenciatura en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p 17.
- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. Primera reimpresión en español, Dirección del patronato, Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. UACH. México. p 347
- Romero, C. S. 1996. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo. Ed. UACH. México. p 361.
- SAS Institute. 2002. SAS/STAT guide for personal computers, versión 9.0 SAS Institute, Cary, NC.

- SIAP. 2009. Servicio de Información y estadística Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx>. Citado en octubre del 2009.
- Smith, I. M.; Dunez, J.; Lelliott, R. A.; Phillips, D. H. y Archer, S. A. 1992. Manual de las enfermedades de las plantas. Ed. Mundi-Prensa. España. pp 335-346.
- Solano, B. A. R.; Leyva, M. G. S. y Tlapal, B. B. 2008. Etiología y control de la pudrición seca del tallo en crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*, RAMAT), en Texcoco, México. Memorias del X Congreso Internacional/ XXXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. p C-30
- USDA. 2009. United States Department of Agriculture. <http://plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordquery=cucumis+melo&mode=sciname&submit.x=14&submit.y=12>. Citado en noviembre del 2009.
- Virgen, C. G. 1990. Control biológico de *Fusarium oxysporum f sp. niveum* (E. F. Smith) snyd & Hans con *Bacillus subtilis* en sandía bajo condiciones de campo. Tesis de Maestría en Ciencias en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. p 44.
- Zapata, N. M; Cabrera, F. P; Bañon, A. S. y Roth, M. 1989. El melón. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p 41.
- Zavaleta, M. E. 1994. Control biológico de fitopatógenos con origen en el suelo y perspectivas. Revista Mexicana de Fitopatología. 12 (1): pp 107-111.

## APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza de la severidad de la enfermedad en follaje en 2 m<sup>2</sup>, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	9	9017.71	1001.97	3.01	0.03
Error	14	4656.25	332.59		
Total	23	13673.96			

C. V= 33.03%

Cuadro 2. Análisis de varianza de la severidad de la enfermedad en raíz en 2 m<sup>2</sup>, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F--valor	P>F
Modelo	7	7542.53	1077.50	3.34	0.04
Error	10	3226.91	322.69		
Total	17	10769.44			

C. V= 29.06%

Cuadro 3. Análisis de varianza de plantas muertas en 5 m, en la primera etapa de melón (muestreo del 8 de julio del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	13	72.83	5.60	3.32	0.00
Error	22	37.17	1.69		
Total	35	110.00			

C. V= 77.99%

Cuadro 4. Análisis de varianza de plantas muertas en 5 m, en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	6	17.47	2.91	0.88	0.55
Error	8	26.53	3.32		
Total	14	44.00			

C. V= 91.06%

Cuadro 5. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la primera etapa de melón (muestreo del 8 de julio del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	14	4826.92	344.78	4.69	0.00
Error	24	1762.82	73.45		
Total	38	6589.74			

C. V= 11.35%

Cuadro 6. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 8 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	263.89	37.70	2.56	0.09
Error	10	147.22	14.72		
Total	17	411.11			

C. V= 4.14%

Cuadro 7. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la tercera etapa de melón (muestreo del 11 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	1976.39	282.34	17.23	<.0001
Error	10	163.89	16.39		
Total	17	2140.28			

C. V= 8.73

Cuadro 8. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura en el surco, en la tercera etapa de melón (muestreo del 18 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	5	2502.00	500.40	43.72	0.00
Error	6	68.67	11.44		
Total	11	2570.67			

C. V= 4.16%

Cuadro 9. Análisis de varianza del número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, en la primera etapa de melón (muestreo del 30 de julio del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	11	26.47	2.41	3.23	0.01
Error	18	13.40	0.74		
Total	29	39.87			

C. V= 20.22%

Cuadro 10. Análisis de varianza del número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	4	11.11	2.78	3.57	0.12
Error	4	3.11	0.78		
Total	8	14.22			

C. V= 15.87%

Cuadro 11. Análisis de varianza del número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, en la segunda etapa de melón (muestreo del 20 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	31	46.60	1.50	0.81	0.74
Error	58	107.80	1.86		
Total	89	154.40			

C. V= 23.24%

Cuadro 12. Análisis de varianza del número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, en la segunda etapa de melón (muestreo del 26 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	27	64.79	2.40	1.07	0.41
Error	50	112.08	2.24		
Total	77	176.87			

C. V= 23.93%

Cuadro 13. Análisis de varianza del número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	9	16.54	1.84	0.97	0.50
Error	14	26.42	1.89		
Total	23	42.96			

C. V= 25.96%

Cuadro 14. Análisis de varianza del número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, en la tercera etapa de melón (muestreo del 11 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	1976.39	282.34	17.23	<.0001
Error	10	163.89	16.39		
Total	17	2140.28			

C. V= 8.73%

Cuadro 15. Análisis de varianza del número de frutos en 2 m<sup>2</sup>, en la tercera etapa de melón (muestreo del 18 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	5	2502.00	500.40	43.72	0.0001
Error	6	68.67	11.44		
Total	11	2570.67			

C. V= 4.16%



Cuadro 16. Análisis de varianza del peso de frutos maduros por surco, en la primera etapa de melón (muestreo del 30 de julio del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	0.70	0.10	0.48	0.83
Error	10	2.09	0.21		
Total	17	2.79			

C. V= 27.64%

Cuadro 17. Análisis de varianza del peso de frutos maduros por surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	10	3.05	0.31	0.85	0.59
Error	16	5.71	0.36		
Total	26	8.76			

C. V= 36.03%

Cuadro 18. Análisis de varianza del diámetro de frutos maduros por surco, en la primera etapa de melón (muestreo del 30 de julio del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	10	13.70	1.37	0.83	0.61
Error	16	26.43	1.65		
Total	26	40.13			

C. V= 8.99%

Cuadro 19. Análisis de varianza del diámetro de frutos maduros por surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	10	22.22	2.22	0.89	0.56
Error	16	39.78	2.49		
Total	26	62.00			

C. V= 11.26%

Cuadro 20. Análisis de varianza de °Brix de frutos maduros por surco, en la segunda etapa de melón (muestreo del 3 de septiembre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	10	14.17	1.42	0.76	0.66
Error	16	29.71	1.86		
Total	26	43.89			

C. V= 20.07%

Cuadro 21. Análisis de varianza del peso del fruto maduro en 2 m<sup>2</sup>, en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	14	4.92	0.35	5.58	0.0001
Error	24	1.51	0.06		
Total	38	6.44			

C. V= 20.81%

Cuadro 22. Análisis de varianza del diámetro del fruto maduro en 2 m<sup>2</sup>, en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	14	100.97	7.21	5.36	0.0002
Error	24	32.27	1.34		
Total	38	133.24			

C. V= 10.07%

Cuadro 23. Análisis de varianza del diámetro del fruto maduro en 2 m<sup>2</sup>, en la primera etapa de melón (muestreo del 6 de agosto del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	8	4.79	0.60	1.00	0.48
Error	12	7.17	0.60		
Total	20	11.95			

C. V= 12.78%

Cuadro 24. Análisis de varianza del peso del fruto maduro en 2 m<sup>2</sup>, en la tercera etapa de melón (muestreo del 23 de octubre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	1.50122639	0.21446091	0.38	0.8915
Error	10	5.58261389	0.55826139		
Total	17	7.08384028			

C. V= 37.10592%

Cuadro 25. Análisis de varianza del diámetro del fruto maduro en 2 m<sup>2</sup>, en la tercera etapa de melón (muestreo del 23 de octubre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	16.47222222	2.35317460	0.96	0.5051
Error	10	24.47222222	2.44722222		
Total	17	40.94444444			

C. V= 11.63574%

Cuadro 26. Análisis de varianza de los °Brix en 2 m<sup>2</sup>, en la tercera etapa de melón (muestreo del 23 de octubre del 2009).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	6.66555556	0.95222222	0.45	0.8517
Error	10	21.33888889	2.13388889		
Total	17	28.00444444			

C. V= 21.00168%

Cuadro 27. Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (primer muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	5	3882.50	776.50	0.74	0.62
Error	6	6261.17	1043.53		
Total	11	10143.67			

C. V= 25.07%

Cuadro 28. Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (segundo muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	9	9427.54	1047.50	0.83	0.60
Error	14	17585.08	1256.08		
Total	23	27012.63			

C. V= 23.77%

Cuadro 29. Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (tercer muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	9	11249.88	1249.99	0.76	0.65
Error	14	22981.75	1641.55		
Total	23	34231.63			

C. V= 28.41%

Cuadro 30. Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (cuarto muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	36190.56	5170.08	3.43	0.04
Error	10	15066.56	1506.66		
Total	17	51257.11			

C. V= 23.56%

Cuadro 31. Análisis de varianza de las plantas muertas por surco, en la parcela de chile (quinto muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	7	41718.39	5959.77	3.83	0.03
Error	10	15554.55	1555.46		
Total	17	57272.94			

C. V= 26.82%

Cuadro 32. Análisis de varianza del número de frutos por planta, en la parcela de chile (primer muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	15	37.50	2.50	1.23	0.31
Error	26	53.00	2.04		
Total	41	90.50			

C. V= 31.73%

Cuadro 33. Análisis de varianza del número de frutos por planta, en la parcela de chile (segundo muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	16	46.09	2.88	0.74	0.74
Error	28	109.69	3.92		
Total	44	155.78			

C. V= 41.43%

Cuadro 34. Análisis de varianza del diámetro del fruto, en la parcela de chile (primer muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	60	2317.41	38.62	1.18	0.23
Error	116	3811.89	32.86		
Total	176	6129.30			

C. V= 75.11%

Cuadro 35. Análisis de varianza del diámetro del fruto, en la parcela de chile (segundo muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	68	232.27	3.42	4.37	<.0001
Error	132	103.16	0.78		
Total	200	335.43			

C. V= 13.44%

Cuadro 36. Análisis de varianza del largo del fruto, en la parcela de chile (primer muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	60	206.77	3.45	1.22	0.18
Error	116	327.93	2.83		
Total	176	534.70			

C. V= 22.48%

Cuadro37. Análisis de varianza del largo del fruto, en la parcela de chile (segundo muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	68	420.90	6.19	3.95	<.0001
Error	132	206.67	1.57		
Total	200	627.57			

C. V= 18.40%

Cuadro 38. Análisis de varianza del peso del fruto, en la parcela de chile (primer muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	60	252631.36	4210.52	1.94	0.0012
Error	116	251869.77	2171.29		
Total	176	604501.13			

C. V= 40.65%

Cuadro39. Análisis de varianza del peso del fruto, en la parcela de chile (segundo muestreo).

FV	DF	SC	CM	F-valor	P>F
Modelo	68	517410.45	7608.98	7.22	<.0001
Error	132	139091.79	1053.73		
Total	200	656502.24			

C. V= 35.48%