

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRIA EN PROTECCIÓN VEGETAL

**MANEJO QUÍMICO DE LA MARCHITEZ DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum
annuum* L.) VAR. M EN SUELO FRANCO Y FRANCO ARENOSO EN
INVERNADERO.**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA:

ENRIQUE RODRIGUEZ CHANONA



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Estado de México, Abril de 2008



MANEJO QUÍMICO DE LA MARCHITEZ DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) VAR. M EN SUELO FRANCO Y FRANCO ARENOSO EN INVERNADERO. Tesis realizada por **Enrique Rodríguez Chanona** bajo la dirección del Dr. Marcelo Acosta Ramos y aprobada por el Comité Asesor indicado, y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

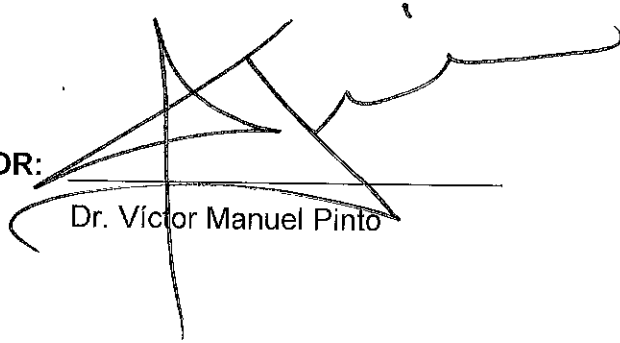
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. Marcelo Acosta Ramos

ASESOR:



Dr. Víctor Manuel Pinto

ASESOR:



Dr. Samuel Ramírez Alarcon

DEDICATORIA

A mis padres, **Santiago Rodríguez y Asunción Chanona**, a quienes les debo la vida y por sembrar en mí el deseo de superación y enseñarme las armas necesarias para vencer las adversidades.

A mis hermanas, Gladis, Carolina y Blanca, por todo el amor, cariño y apoyo que me han brindado.

Con cariño a Heidy, Monse, David y en especial a Esaú a quien le dedico esta tesis.

A mis cuñados por su amistad y apoyo incondicional.

De manere muy especial a **YIDIS** por ser una mujer muy maravillosa, de corazon noble y sobre todo por la comprensión y el amor.

A todas esas personas con las que de una u otra forma estuve ligado durante mi estancia en Chapingo.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado el financiamiento para la realización de mis estudios de posgrado.

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), por brindarme la oportunidad de estudiar en el Programa de Protección Vegetal.

Al programa Protección vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, por complementar mi formación como ingeniero agrónomo en producción vegetal.

Al Dr. Marcelo Acosta Ramos, por su valiosa amistad, asesoría y paciencia para llevar a cabo la culminación del presente trabajo.

Al Dr. Víctor Manuel Pinto y al Dr. Samuel Ramírez Alarcón por su apoyo y sugerencias.

A la empresa Bayer Cropscience México, por la disposición de los productos evaluados en esta investigación.

A los profesores del programa Protección Vegetal por transmitir sus conocimientos y experiencia profesional.

Con respeto y admiración:

Enrique!!!

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos generales

Nombre: Enrique Rodríguez Chanona.

Fecha de nacimiento: 11 de Abril de 1981.

Lugar de nacimiento: Neza, Estado de México.

Formación: Ingeniero Agrónomo en Producción Vegetal.

Formación Académica

Licenciatura: Facultad de Ciencias agronómicas, Campus V, de la Universidad Autónoma de Chiapas (2000-2004).

Maestría en ciencias: Programa en Protección Vegetal, del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (2005-2007).

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iii
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen e importancia del cultivo.....	4
2.2. Clasificación taxonómica del chile según Nuez, <i>et al.</i> , (1996).....	6
2.3. Generalidades del cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	6
2.3.1. Descripción botánica.....	6
2.3.2. Problemas fitosanitarios.....	7
2.4. Requerimientos ambientales del cultivo.....	9
2.5. Fenología del cultivo.....	10
2.6. Enfermedades del chile.....	11
2.6.1. <i>Phytophthora capsici</i> Leonian.....	11
2.6.1.2 Distribución e importancia.....	11
2.6.1.3. Clasificación taxonómica de <i>Phytophthora capsici</i> según Kirk <i>et al.</i> , 2001.....	12
2.6.1.4. Características morfológicas.....	12
2.6.1.5. Ciclo de la enfermedad.....	13
2.6.1.6. Síntomas de la enfermedad.....	13
2.6.1.7. Manejo de la enfermedad.....	14
2.6.2. <i>Fusarium oxysporum</i> (Atkinson).....	15
2.6.2.1 Distribución e importancia.....	15
2.6.2.2. Clasificación taxonómica de <i>Fusarium oxysporum</i> de acuerdo con Barnett y Hunter, 1998.....	15
2.6.2.3. Características morfológicas.....	16
2.6.2.4. Ciclo de la enfermedad.....	16
2.6.2.5. Síntomas de la enfermedad.....	17
2.6.2.6. Manejo de la enfermedad.....	17
2.6.3. <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.....	18

2.6.3.1 Distribución e importancia.....	18
2.6.3.2. Clasificación taxonómica de <i>Rhizoctonia</i> de acuerdo con Kirk <i>et al.</i> , (2001).	18
2.6.3.3. Características morfológicas.....	18
2.6.3.4. Síntomas de la enfermedad.....	19
2.6.3.5. Ciclo de la enfermedad.....	20
2.6.3.6. Manejo de la enfermedad.....	21
2.7. Características generales de los fungicidas.....	21
2.7.1 Previcur Energy 840 SL.....	21
2.7.2 Folicur® 250 EW.....	22
2.7.3 Vigold 480 SC.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Localización del área de estudio.....	23
3.2 Variedad utilizada.....	23
3.3. Colecta del material vegetal enfermo.....	23
3.4. Aislamiento de hongos.....	23
3.5. Identificación de los hongos.....	24
3.6. Purificación de los aislamientos.....	24
3.7. Obtención de cultivos puros.....	25
3.7.1. Cultivo monozoospórico de <i>Phytophthora capsici</i>	25
3.7.2. Cultivo monoconidial de <i>Fusarium oxysporum</i>	25
3.7.3 Cultivo punta de hifa de <i>Rhizoctonia solani</i>	26
3.8. Incremento de los aislamientos.....	26
3.9. Pruebas de patogenicidad.....	26
3.9.1. <i>Phytophthora capsici</i> Leonian.....	26
3.9.1.1 Preparación y cuantificación del inóculo.....	26
3.9.2 <i>Fusarium oxysporum</i>	27
3.9.2.1 Preparación y cuantificación del inóculo.....	27
3.9.3. <i>Rhizoctonia solani</i>	27
3.9.3.1 Preparación y cuantificación del inóculo.....	27
3.10. Inoculación de plantas de chile jalapeño.....	27
3.11. Aplicación de los tratamientos químicos.....	28
3.12. Variables evaluadas.....	29
3.13. Diseño experimental.....	30

3.14. Análisis estadístico	31
3.15. Calendarización de actividades	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Identificación de <i>Phytophthora capsici</i>	33
4.1.1. Prueba de patogenicidad.....	33
4.2. Identificación de <i>Fusarium oxysporum</i>	35
4.2.1. Prueba de patogenicidad	35
4.3. Identificación de <i>Rhizoctonia solani</i>	36
4.3.1. Prueba de patogenicidad	37
4.4. Incidencia y eficacia de los fungicidas en la marchitez del chile jalapeño en suelo franco.....	43
4.4.1 Evaluación # 1 (12 de Julio de 2007).....	43
4.4.2. Evaluación # 2 (22 de Julio de 2007).....	44
4.4.3. Evaluación # 3 (01 de Agosto de 2007).....	45
4.4.4. Evaluación # 4 (11 de Agosto de 2007).....	46
4.4.5. Evaluación # 5 (21 de Agosto de 2007).....	47
4.4.6. Evaluación # 6 (31 de Agosto de 2007).....	48
4.4.7. Evaluación # 7 (10 de Septiembre de 2007).....	49
4.5. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño en suelo franco en invernadero.	50
4.6. Evaluación de altura, diámetro y rendimiento de plantas de chile jalapeño en suelo franco.....	51
4.7. Incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas en suelo franco-arenoso.....	53
4.7.1. Evaluación # 1 (12 de Julio de 2007).....	53
4.7.2. Evaluación # 2 (22 de Julio de 2007).....	54
4.7.3. Evaluación # 3 (01 de Agosto de 2007).....	56
4.7.4. Evaluación # 4 (11 de Agosto de 2007).....	57
4.7.5. Evaluación # 5 (21 de Agosto de 2007).....	58
4.7.6. Evaluación # 6 (31 de Agosto de 2007).....	59
4.7.7. Evaluación # 7 (10 de Septiembre de 2007).....	60
4.7.8. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño en suelo franco-arenoso en invernadero	61

4.7.9. Evaluación de variables altura, diámetro y rendimiento de plantas de chile jalapeño en suelo franco-arenoso	62
4.8. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño causada por <i>Phytophthora capsici</i> en suelo franco y franco-arenoso.	64
4.9. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño inducido por <i>Fusarium oxysporum</i> en suelo franco y franco-arenoso.	65
4.10. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez chile jalapeño causado por <i>Rhizoctonia solani</i> del chile jalapeño en suelo franco y franco-arenoso.	66
5. CONCLUSIONES	68
6. LITERATURA CITADA.....	70
7. ANEXO (FIGURAS).....	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil fenológico del chile jalapeño de las regiones productoras de México...	11
Figura 2. Unidad experimental o bloque	31
Figura 3. Características culturales y morfológicas de <i>Phytophthora capsici</i> : A) Crecimiento "In Vitro" de <i>Phytophthora capsici</i> en medio tomate-agar (TA); B) Esporangios de <i>P. capsici</i> en medio TA.....	33
Figura 4. Sintomatología inducida por <i>Phytophthora capsici</i> en chile jalapeño en invernadero A) Testigo absoluto sin síntomas de marchitez en suelo franco-arenoso; B) Plantas con constricciones y pudrición de raíces inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> a los 30 días después de la inoculación (ddi) en suelo franco-arenoso C) Plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso, D) Plantas con alta incidencia alta (86%) de la enfermedad, los 60 ddi en suelo franco, los síntomas presentes pudrición de raíz pudrición de raíz, cuello, marchitez y muerte de plantas.....	34
Figura 5. Características culturales y morfológicas de <i>Fusarium oxysporum</i> : A) Crecimiento "In Vitro" de <i>F. oxysporum</i> en medio papa-dextrosa-agar (PDA); B1 macroconidios.....	35
Figura 6. Sintomatología causada por <i>Fusarium oxysporum</i> en chile jalapeño en invernadero A) Plantas libres de la enfermedad en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso; B) Marchitez y muerte de plantas de chile jalapeño a los 60 días después de la inoculación; C) plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco; D) Clorosis, marchitez y muerte de plantas a los 60 ddi.....	36
Figura 7. Características culturales y morfológicas de <i>Rhizoctonia solani</i> : A) crecimiento "In Vitro" de <i>R. solani</i> en medio papa-dextrosa-agar (PDA); B) hifa de <i>Rhizoctonia</i>	37
Figura 8. Sintomatología causada por <i>Rhizoctonia solani</i> en chile jalapeño en invernadero A) Plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso; B) Pudrición rojiza de raíz, cuello, marchitez y muerte de plantas de chile a los 50 días después de la inoculación; C) Plantas libres de la marchitez del chile en el testigo absoluto en suelo franco; D) Detención del crecimiento, clorosis y pudrición de raíces y muerte de plantas de chile a los 50 ddi.....	38
Figura 9. Sintomatología causada por la mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) en chile jalapeño en invernadero; A) Plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso; B) reblandecimientos, necrosis de raíces, constricción del cuello y muerte de plantas a los 60 días después de la inoculación en suelo franco-	

arenoso; C) Plantas libres de enfermedad en suelo franco; D) Plantas con pudrición de raíces, detención del crecimiento, clorosis y muerte de plantas a los 50 ddi.	39
Figura 10. Comportamiento temporal de los diferentes patógenos que inducen la marchitez del chile jalapeño en suelo franco.	51
Figura 11. Altura final (cm) de las plantas de chile jalapeño a los 70 días después de la inoculación en suelo franco.	52
Figura 12. Comportamiento temporal de los diferentes patógenos que inducen la marchitez del chile jalapeño en suelo franco-arenoso.	62
Figura 13. Altura final (cm) de las plantas de chile jalapeño a los 70 días después de la inoculación en suelo franco-arenoso.	63
Figura 14. Comportamiento de la incidencia de <i>Phytophthora capsici</i> a los 70 días después de la inoculación, en suelo franco y franco-arenoso.	65
Figura 15. Comportamiento de la incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> a los 70 días después de la inoculación, en suelo franco y franco-arenoso.	66
Figura 16. Comportamiento de la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> a los 70 días después de la inoculación, en suelo franco y franco-arenoso.	67
Figura 17. Plantas de chile jalapeño tratadas con Vigold (fluoxastrobin) a los 50 ddi. A) Testigo absoluto sin daños, en suelo franco-arenoso; B) Plantas sanas tratadas con Vigold ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$) en suelo franco-arenoso; C) Testigo absoluto sano, en suelo franco y D) Plantas sin presencia de la enfermedad, tratadas con Vigold en suelo franco ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$).	77
Figura 18. Plantas de chile jalapeño tratadas con Previcur Energy (propamocarb & fosetilato) a los 50 ddi. A) Testigo absoluto, sin incidencia de la enfermedad, en suelo franco-arenoso; B) Plantas sanas, tratadas con Previcur Energy ($2.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$) en suelo franco-arenoso; C). Testigo absoluto, sano en suelo franco y D) Plantas síntomas de la enfermedad, tratadas con Previcur Energy en suelo franco ($2.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$).	78
Figura 19. Plantas de chile jalapeño tratadas con Folicur (tebuconazole) A). Testigo absoluto sano en suelo franco-arenoso; B). Plantas tratadas con Folicur ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$) en suelo franco-arenoso sin incidencia de la enfermedad; C). Testigo absoluto sin síntomas de la enfermedad en suelo franco y D). Plantas sin presencia de enfermedad, tratadas con Folicur en suelo franco ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$).	79
Figura 20. Plantas de chile jalapeño tratadas con la mezcla de fungicidas (Previcur Energy + Folicur + Vigold). A). Testigo absoluto sano, en suelo franco-arenoso; B). Plantas sin incidencia de la enfermedad, tratadas con la mezcla de fungicidas en suelo	

franco-arenoso; C). Testigo absoluto sin síntomas de la enfermedad, en suelo franco y D). Plantas con incidencia nula de la enfermedad, tratadas con la mezcla de fungicidas en suelo franco. La dosis utilizada fue la que se uso individualmente en los tratamientos para cada fungicida. 80

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de chile y distribución en la República Mexicana	5
Cuadro 2. Fungicidas y dosis evaluadas para el manejo de <i>P.capsici</i> , <i>F. oxysporum</i> , <i>R. solani</i> y mezcla de hongos en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i>) en suelo franco y franco-arenoso en invernadero.	29
Cuadro 3. Escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society para evaluar la posible fitotoxicidad de los fungicidas.....	30
Cuadro 4. Calendario de actividades en la investigación “Manejo químico de la marchitez del chile jalapeño var. M en suelo franco y franco-arenoso en invernadero”. 31	
Cuadro 5. Periodo de incubación y días libres de enfermedad en el cultivo de chile jalapeño var M en suelo franco en invernadero	41
Cuadro 6. Periodo de incubación y días libres de enfermedad en el cultivo de chile jalapeño var. M en suelo franco-arenoso en invernadero	42
Cuadro 7. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 1 (12/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.	44
Cuadro 8. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 2 (22/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.	45
Cuadro 9. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 3 (01/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.	46
Cuadro 10. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y	

Folicur 250 EW a los 40 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 4 (11/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.	47
Cuadro 11. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 50 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 5 (21/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.	48
Cuadro 12. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 6 (31/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.	49
Cuadro 13. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 70 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 7 (10/09/07), para el manejo de la marchitez del chile.	50
Cuadro 14. Comparación de medias del altura, diámetro y rendimiento en el suelo franco, en plantas inoculadas con <i>R. solani</i> , <i>P. capsici</i> , <i>F. oxysporum</i> y tratadas con los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW.	53
Cuadro 15. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 1 (12/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.	54
Cuadro 16. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 2 (22/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.	56
Cuadro 17. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 3 (01/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.	57
Cuadro 18. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y	

Folicur 250 EW a los 40 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 4 (11/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.....	58
Cuadro 19. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 50 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 5 (21/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.....	59
Cuadro 20. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 6 (31/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.....	60
Cuadro 21. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 70 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 7 (09/10/07), para el manejo de la marchitez del chile.....	61
Cuadro 22. Comparación de medias de altura, diámetro y rendimiento de plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> y tratadas con los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW en suelo franco-arenoso	64

**MANEJO QUÍMICO DE LA MARCHITEZ DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.)
VAR. M EN SUELO FRANCO Y FRANCO-ARENOSO EN INVERNADERO.**

**CHEMICAL MANAGMENT OF THE WILTING JALAPEÑO PEPPER (*Capsicum annuum* L.)
VAR. M IN LOAMY AND LOAMY-SANDY SOILS IN GREENHOUSE.**

Enrique Rodríguez Chanona¹ y Marcelo Acosta Ramos²

RESUMEN

Los objetivos de esta investigación fueron: Verificar los síntomas inducidos por *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* en plantas de chile jalapeño (*C. annuum* L.); Conocer el periodo de incubación de los hongos; Evaluar la altura, diámetro y rendimiento de las plantas de chile jalapeño; Determinar la eficacia de fungicidas contra *P. capsici*, *R. solani* y *F. oxysporum* y la fitotoxicidad, en suelo franco y franco-arenoso. Se confirmó que la marchitez del chile jalapeño fue causada por *P. capsici*, *R. solani* y *F. oxysporum*. Los periodos de incubación de *P. capsici*, *R. solani* y *F. oxysporum* fueron de 3, 4 y 6 días después de la inoculación (ddi) respectivamente, observándose los síntomas siguientes: pudrición negra de raíz y cuello, reducción del crecimiento y marchitez; pudrición café-rojiza, corchosis del cuello y clorosis; y pudrición de cuello con esporulación blanca, hojas basales cloróticas, secas (muertas) y adheridas a las plantas. Los fungicidas Previcur Energy 840 SL (propamocarb y fosetilato: 2.5 mL·L⁻¹), Vigold 480 SC (fluoxastrobin: 0.5 mL·L⁻¹), Folicur 250 EW (tebuconazole: 0.5 mL·L⁻¹) y la mezcla de los tres, aplicados a los 0, 15 y 30 ddi en plantas de chile inoculadas con *P. capsici*, *R. solani*, *F. oxysporum* y la mezcla de los tres, no permitieron el desarrollo de la enfermedad en suelo franco y franco-arenoso, por lo que dichos fungicidas controlaron en un 100% a dichos hongos tanto en forma individual como en mezcla, a excepción de *P. capsici* en suelo franco donde el control fue de 93.3% a los 70 ddi. Los fungicidas evaluados no provocaron fitotoxicidad.

Palabras claves: Incidencia, eficacia, control, hongos de raíz y cuello, síntomas y fungicidas.

¹Tesista

²Director de tesis

ABSTRACT

The objectives of this research were to verify the symptoms induced by *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum* in jalapeño pepper plants (*C. annuum* L.); to know the incubation period of the fungi; to evaluate the height, diameter and yield of the jalapeño pepper plants; to determine the efficiency of fungicides against *P. capsici*, *R. solani* and *F. oxysporum* and the phytotoxicity in loamy and loamy-sandy soils. It was confirmed that the pepper wilt was caused by *P. capsici*, *R. solani* and *F. oxysporum*. The periods of incubation of *P. capsici*, *R. solani* and *F. oxysporum* were of 3, 4 and 6 days respectively, after the inoculation. The observed symptoms were as follows: black rotting in the root and neck; wilting and growth reduction; brown-reddish rotting, corky-root disease (corchosis) in the neck and chlorosis; neck rotting with white sporulation; chlorotic dry (dead) basal leaves and leaves adhered to the plants. The fungicides Previcur Energy 840 SL (propamocarb and fosetyl: 2.5 mL·L⁻¹), Vigold 480 SC (fluoxastrobin: 0.5 mL·L⁻¹), Folicur 250 EW (tebuconazole: 0.5 mL·L⁻¹) and the mixture of the three, applied 0, 15 and 30 days after the pepper plants were inoculated with *P. capsici*, *R. solani*, *F. oxysporum* and the mixture of the three, did not permit the disease to develop in loamy and loamy-sandy soils, so the above mentioned fungicides controlled the treated fungi 100%, both individually and mixed, with the exception of *P. capsici* in loamy soil, where 93.3% control was attained 70 days after the inoculation. The evaluated fungicides did not induce phytotoxicity.

Key words: incidence, efficiency, control, neck and root fungi, symptoms, fungicides.

¹Thesis writer

²Director thesis

1. INTRODUCCIÓN

El chile *capsicum annum* L., en México se remonta a la época precortesiana, ya que para esta fecha nuestras razas aborígenes ya lo cultivaban intensivamente (Díaz, 1957). Según De Candolle en el siglo XVI el cultivo se llevo a España y más tarde se extendió al resto de las naciones europeas. Sea cual fuere el origen, en México es de mucha importancia porque justamente en compañía del maíz y el frijol forma la base de la alimentación del pueblo mexicano, a tal grado que se asegura que no hay hogar donde no se consuma (Anónimo, 1984).

En el año 2007 se destinaron 98,067 ha para su cultivo, obteniendo una producción de 711,852 t; siendo los estados principales productores: Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Guanajuato, Veracruz, Chiapas y San Luis Potosi (SIAP¹, 2007). En la actualidad, entre los factores más importantes que limitan la producción de chile se encuentran los hongos habitantes del suelo, de los géneros *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Phytophthora*, estos organismos dañan el sistema raíz de la planta, interfiriendo con la absorción de nutrientes y agua, provocando enanismo, marchitez, debilitamiento y finalmente la muerte de la planta (Ristaino *et al.*, 1997). Así mismo, Mendoza y Pinto, (1983); y Redondo (1990), señalaron que el patógeno de la raíz que induce la "marchitez o secadera del chile es *Phytophthora capsici* ocasionando la mas importante de las enfermedades del cultivo de chile, los daños que causa son de hasta 80% en las zonas productoras de chile del Bajío, Aguascalientes y San Luis Potosí. La enfermedad en chile generalmente se hace más evidente durante la etapa de fructificación y madurez de los frutos, si se presentan las condiciones favorables para su desarrollo llegando a dañar hasta el 100% de las plantas (Tlapal, 2000). Actualmente tiene una amplia distribución geográfica y se le considera como una de las enfermedades principales de las áreas productoras de chile, especialmente en zonas de riego. Además, cuenta con un rango amplio de hospedantes. Es por ello que el control químico es el método más utilizado para el manejo de este patógeno (De la Garza, 1996), sin tomar en cuenta a otros patógenos involucrados en la marchitez como son *Rhizoctonia* y *Fusarium*, que en estudios

¹ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

recientes realizados por Fernández, (2006) en jitomate y Rangel, (2006) en chile, inoculados de manera individual como en mezcla demostraron que dichos hongos causan incidencias superiores a 96.7%. En consecuencia los patógenos tienen un impacto económico y social debido a las pérdidas totales que llegan a causar, a los bajos rendimientos ocasionados por frutos y semilla de mala calidad, incremento en el gasto en tratamientos, encarecimiento de los productos agrícolas y contaminación ambiental cuando se usa de manera incorrecta la dosis de los fungicidas.

En base a lo anterior, sería de gran importancia fitopatología y agrícola, tanto para técnicos como para productores de chile en México, realizar investigaciones que permitan corroborar los patógenos que están involucrados en la marchitez del chile, así como la sintomatología, periodo de incubación, incidencia que estos inducen, asimismo sería de gran valía evaluar fungicidas con moléculas nuevas en el mercado, en mezclas y específicos para cada uno de los patógenos involucrados en la marchitez del chile. Considerando lo antes indicado, se realizó la presente investigación con los objetivos e hipótesis siguientes:

1.1 OBJETIVOS

- Verificar la sintomatología inducida por *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) var. M en suelo franco y franco-arenoso en invernadero.
- Conocer el periodo de incubación (*Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum*).
- Evaluar la altura, diámetro y rendimiento de las plantas de chile jalapeño var. M en suelo franco y franco-arenoso en invernadero.
- Evaluar la eficacia y el posible efecto fitotóxico de los fungicidas Previcur Energy 840 SL (propamocarb & fosetilato), Folicur 250 EW (tebuconazole) y Vigold 480 SC (fluoxastrobin), para el control de la marchitez del chile

jalapeño (*Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum*) en suelo franco y franco-arenoso en invernadero.

1.2 HIPÓTESIS

- *Phytophthora capsici* presentará el periodo de incubación más corto en la inoculación individual en las plantas de chile jalapeño en relación a *Fusarium* y *Rhizoctonia*.
- Al menos una de las dosis de los fungicidas Previcur Energy 840 SL (propamocarb & fosetilato), Folicur 250 EW (tebuconazole) y Vigold 480 SC (fluoxastrobin) mostrarán mejor altura, diámetro y rendimiento en plantas de chile jalapeño que en plantas inoculadas (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) y sin fungicida.
- Los fungicidas Previcur Energy 840 SL (propamocarb & fosetilato), Folicur 250 EW (tebuconazole) y Vigold 480 SC (fluoxastrobin), mostrarán eficacias de control de la marchitez del chile superiores al 80%.
- Ninguna de las plantas de chile jalapeño mostraran síntomas de fitotoxicidad a las dosis evaluadas de los fungicidas Previcur Energy 840 SL (propamocarb & fosetilato) $2.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$, Folicur 250 EW (tebuconazole) $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y Vigold 480 SC (fluoxastrobin) $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e importancia del cultivo

El origen del nombre de jalapeño proviene de la ciudad de Xalapa, Veracruz, en donde antiguamente se comercializaba el producto, aun cuando en esa región no se siembra ese tipo de chile (Jacinto y Hernández, 2003). El chile (*Capsicum annuum* L.) es un cultivo de gran tradición en México. En el Valle de Tehuacan, Puebla se encontraron restos de esta planta que datan de entre 5,000 y 7,000 años antes de nuestra era (Long y Pozo, 1984). Junto con otros cultivos como el maíz, frijol y calabaza ha sido elemento importante en la dieta básica de los mexicanos (Nuez *et al.*, 1996). El chile tiene un gran valor nutricional ya que aporta una gran cantidad de vitamina C, A y en cantidades pequeñas E, P, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) y B3 (niacina), de tal forma que estimula el apetito, aumenta la secreción salival, tonificante del jugo gástrico, entre otras (Long *et al.*, 1998). Esta planta pertenece a la familia de las solanáceas, conociéndole como una planta de Nuevo Mundo ya que no se conocía en otros continentes antes del descubrimiento de América. Se especula que fue el primer cultivo domesticado en Mesoamerica y se cataloga como uno de los primeros frutos introducidos a Europa por Cristóbal Colón (Long y Pozo, 1984; Long *et al.*, 1998; Ibar y Juscafresa, 1990).

El género *capsicum* es originario de América del Sur, de los Andes y la Cuenca alta del Amazonas, que actualmente son parte de Perú, Bolivia, Argentina y Brasil (Guerrero *et al.*, 1984). De las veintisiete especies que integran este género, solamente las especies comestibles son *Capsicum annuum* var. *annuum*, *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens* y *Capsicum pubescens* (Long *et al.*, 1998). La especie más importante de las cinco, por su diseminación y aceptación mundial es *C. annuum* a la que pertenecen todos los chiles cultivados en México, con la excepción del chile habanero (*C. chinense*) que se cultiva en Yucatán y el manzano (*Capsicum pubescens*) de las partes altas y frías del país que tiene como centro de origen México y América Central (Guerrero *et al.*, 1984 y Long *et al.*, 1998). Los chiles mexicanos se pueden clasificar en nacionales, que como su nombre lo indica tienen una

distribución nacional y chiles regional que se consumen y distribuyen en las localidades donde se producen (Cuadro 1) (Long *et al.*, 1998).

Cuadro 1. Tipos de chile y distribución en la República Mexicana

Chiles nacionales	
Ancho	Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guanajuato, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas
Cascabel	Aguascalientes, Durango, Zacatecas
Chipotle	Chihuahua, Oaxaca, Veracruz
De árbol	Jalisco, Nayarit, Sinaloa
Guajillo	Aguascalientes, Durango, Zacatecas
Habanero	Península de Yucatán
Jalapeño	Chihuahua, Oaxaca, Veracruz
Manzano	Chiapas, Estado de México, Michoacán, Querétaro
Morita	Veracruz, Oaxaca
Mulato	Guanajuato, Jalisco, Puebla
Pasilla	Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Zacatecas
Pimentón	Sinaloa
Poblano	Durango, Guanajuato, Jalisco, Puebla, Sinaloa, Zacatecas
Puya	Aguascalientes, Durango, Zacatecas
Serrano	Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas
Chiles regionales	
Amash	Chiapas, Tabasco, Yucatán
Bandeño, Bojo, Costeño, Chiltepe	Guerrero
Blanco	Chiapas, Tabasco
Bola, Corazón, Pasado	Durango
Caloro	Chihuahua
Carricillo	Centro
Catarino	El Bajío
Colorado, De la tierra, Guajón	Zacatecas
Comapeño, Tabaquero	Veracruz
Cora	Nayarit
Criollo	Todo el país
Cristal, Güero, X-cat-ik	Yucatán
Cuicateco, Chilcoxle, Chilhuacle, De agua, De onza, Pasilla oaxaqueña	Oaxaca
Chilacate	Jalisco, Pacífico Norte
Chiltepin	Norte del país
De chorro	Guanajuato, Durango
De Ramos	Ramos Arizpe (Coahuila)
Loco	Tlaxcala
Miahuateco	Puebla
Mirasol	Aguascalientes, Durango, San Luis Potosí, Zacatecas
Negro	Michoacán
Pasado	Durango
Piquín	Zonas costeras del país

Fuente: Valadez, 1990; Arcos *et al.*, 1998; Long *et al.*, 1998.

En México, el cultivo de chile es una de las actividades agrícolas de mayor importancia, tanto en el plano social, como generadora de empleos; y en el económico por la captación de divisas. En relación al chile, México es uno de los tres principales países productores en el mundo. Es una hortaliza que genera divisas debido a que nuestro país es el proveedor más importante para Estados Unidos y Canadá durante los meses de noviembre a mayo. Al igual que el jitomate, el chile también tiene un impacto socioeconómico por la enorme cantidad de mano de obra que demanda durante todo el ciclo agrícola, que es aproximadamente de 120 a 160 jornales por hectárea. Es el cultivo hortícola de mayor consumo popular, tanto en estado fresco como procesado (INEGI, 2002)

2.2. Clasificación taxonómica del chile según Nuez, et al., (1996)

División..... Spermatophyta
 Línea..... Angiospermae
 Clase A.....Dicotiledones
 Rama 2..... Malvales-tubiflorae
 Orden XXI..... Solanaceae (Personatae)
 Familia..... Solanaceae
 Género..... *Capsicum*
 Especie..... *C. annum* (Nuez et al., 1996).

2.3. Generalidades del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.)

2.3.1. Descripción botánica

El chile (*Capsicum annum*) es una planta anual herbácea. Posee un sistema raíz pivotante y profundo que puede llegar hasta 70 -120 cm de profundidad, provisto y reforzado de un numero de raíces adventicias (Núñez, 1999). El tallo es de crecimiento limitado y erecto con un porte que en termino medio puede variar entre 0.5 – 1.5 m. Cuando la planta adquiere una cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente. Las hojas son glabras, enteras, ovales o lanceoladas, con un ápice muy pronunciado (acuminado) un pecíolo largo o poco aparente (Campis, 1995). Las flores poseen la corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparente axilar. Son hermafroditas, el 95% de las flores son autógamas, solo el 5% alógamas, en ocasiones hay problemas de

fecundación, por lo que el fruto se torna deforme. Los frutos varían en forma, sabor, picor, color y tamaño, éste es una baya de color verde por su alto contenido de clorofila en las paredes del pericarpio, o rojo, rosado, blanco, amarillo por la presencia de pigmentos como la lycopersicina, xantofila y carotenos (Valadez, 1989). Las semillas redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener 3 – 5 mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, y son de un color amarillo pálido. En 1 g se pueden contener de 150 – 200 semillas y su poder germinativo es de 3 – 4 años (Zapata *et al.*, 1992).

2.3.2. Problemas fitosanitarios

En México como en todo el mundo, la producción de hortalizas es restringida principalmente por plagas y enfermedades que interfieren directa o indirectamente en el desarrollo del cultivo, dañando diferentes tejidos y órganos, lo que al final altera las funciones fisiológicas de la planta, durante todo el ciclo de cultivo e incluso después de la cosecha, demeritando la calidad y cantidad del producto final (Agrios, 1989). Se estima que el 30% de las pérdidas en la producción agrícola potencial, es debida a problemas fitosanitarios (Mendoza, 2000). Estos problemas se han tratado de controlar con un intensivo programa de aplicación de plaguicidas, para satisfacer las normas de calidad exigidas en el mercado de hortalizas nacional e internacional (Huerta, 1999).

Entre los insectos plaga que atacan al cultivo, se encuentran: barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) considerado como una de las plagas más importantes en la mayoría de las regiones productoras de chile en México. Las pérdidas ocasionadas por esta plaga son del 75% cuando las poblaciones del insecto son altas (Long y Pozo, 1984; Anaya, 1999). Con respecto a las enfermedades, la marchitez del chile (*Phytophthora capsici* Leo.) es considerada como la principal, ya que ocasiona daños del 80% en zonas productoras del Bajío, Aguascalientes y San Luis Potosí, del 50% en Nayarit y Jalisco y en ocasiones hasta el 100%. Las enfermedades de origen viral que causan mayor daño económico son el Virus Jaspeado del Tabaco y Virus Mosaico del Tabaco, estos virus solos o asociados reducen el rendimiento de 10 a 80% (Garzón, 1984; Long y Pozo, 1984; Redondo, 1990). El agallamiento del chile es causado por el nematodo más importante denominado *Meloidogyne incognita*, induciendo

pérdidas en la producción de algunos cultivos del 30 al 100% (Zavaleta, 1999). A continuación se enlistan las principales plagas y enfermedades del cultivo de chile:

Plagas	Pulgón verde	<i>Myzus persicae</i> Sulzer
	Pulgón del algodón o melón	<i>Aphis gossypii</i>
	Minador de hoja	<i>Liriomyza</i> sp.
	Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i> Koch
	Ácaro blanco	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks
	Mosquita blanca	<i>B. tabaci</i> Gem, <i>T. vaporariorum</i> West
	Gusanos trozadores	<i>Agrotis</i> spp., <i>Prodenia</i> spp., <i>Euxoa</i> sp.
	Diabrotica, lorillo o doradilla	<i>Diabrotica</i> spp.
	Picudo o barrenillo del chile	<i>Anthonomus eugenii</i> Cano
	Gusano soldado	<i>Spodoptera exigua</i> Hubner
	Gusano del fruto	<i>Heliothis zea</i>
E	Damping-off	<i>P. aphanidermatum</i> Edson, <i>F. oxysporum</i> Atkinson, <i>R. solani</i> Kühn, <i>P. capsici</i> Leonian
N	Marchitez o secadera	<i>Phytophthora capsici</i> Leonian
	Pudrición del cuello	<i>Esclerotium rolfsii</i>
F	Moho blanco	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib) de Bary
	Marchitez por <i>Fusarium</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
E	Marchitez por <i>Verticillium</i>	<i>Verticillium dahliae</i> Kleb
	Mancha gris de la hoja	<i>Stemphylium solana</i> Weber
R	Mancha ojo de rana	<i>Cercospora capsici</i> Head & Wolf
	Cenicilla	<i>Leveillula taurina</i> (Lev) G. Araud
M	Moho gris	<i>Botrytis cinerea</i> Pers
	Antracnosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz
E	Marchitez bacteriana	<i>Pseudomonas solanacearum</i> Smith
	Mancha bacteriana	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Vesicatoria</i> Doidge
D	Pudrición suave	<i>Erwinia carotovora</i> pv. <i>Carotovora</i> Jones
	Tomato spotted wilt virus	Virus del bronceado del tomate o TSWV
A	Tobacco mosaic virus	Virus mosaico del tomate o TMV
	Tobacco etch virus	Virus del grabado del tabaco o TEV
D	Cucumber mosaic virus	Virus mosaico del pepino o CMV
	Pepper mild mottle virus	Virus moteado suave del pimiento o PMMV
E	Planta atigrada	<i>Geminivirus</i>
	Agallamiento en raíces	<i>Nacobbus aberrans</i> Thorne y <i>M. incognita</i> Kofoid & White
S	Fuente: Pozo y Bujanos, 1980; Black et al., 1993; Arcos et al., 1998; Zavaleta, 1999.	

2.4. Requerimientos ambientales del cultivo

Clima. El cultivo de chile se siembra en climas muy variados, desde los climas más calidos, hasta los climas templados y fríos; pero en estos últimos hay que llevarlo acabo durante el periodo en que no se presenten las heladas; una vez que se ha transplantado ya que la planta es muy sensible a las temperaturas bajas (0°C), pero si tolera las temperaturas de 35 °C, como máximo. El cultivo de chile requiere de climas semicalidos y exige determinadas temperaturas para poder desarrollarse bien. Un calor intenso afecta desfavorablemente la floración de la planta; la temperatura óptima para el cuajado de la flor es de 25°C (Jacinto y Hernández, 2003).

Temperatura. Jacinto y Hernández (2003), indicaron que la temperatura que requieren las semillas para poder germinar es de 20 a 25°C. En estas condiciones la germinación empieza a partir del séptimo u octavo día; a una temperatura de 12 a 13°C, la germinación se da después de 20 días. Posteriormente el desarrollo no se puede realizar a una temperatura por debajo de los 15°C. La temperatura óptima dependiendo del estadio y otros factores, se encuentra en los límites de 18 y 32°C; por debajo de los 13°C el crecimiento se detiene. Las plantas jóvenes en temperaturas bajas (5 a 6°C) se vuelven raquíticas y sus yemas florales caen fácilmente. Por el contrario, cuando las temperaturas son altas (33 a 35°C) las flores manifiestan masivamente la tendencia a no cuajar.

Humedad. El sistema raíz a poca profundidad, aunado a su no muy grande poder extractivo son las causas de las grandes exigencias de humedad en el suelo. En caso de baja humedad en el suelo, los rendimientos y calidad se reducen considerablemente. El máximo rendimiento se obtiene cuando la humedad del suelo se mantiene a un 70% de capacidad de campo (Jacinto y Hernández, 2003).

Suelo. El chile jalapeño se desarrolla bien en diferentes tipos de suelo, desde ligeros hasta los pesados. Los óptimos son franco-arenosos, con buena aireación, excelente drenaje y alta retención de humedad. La planta presenta mediana tolerancia a la salinidad. Es aconsejable buscar terrenos con un mínimo de 70 cm

de profundidad para favorecer el crecimiento de la raíz. El pH ligeramente ácido de 5.5 a 6.8 (Valadez, 1989).

Luz. El chile es una planta exigente en luz durante todo su ciclo vegetativo, especialmente en la floración, cuando ésta se reduce, las flores son más débiles, al respecto se mencionan límites de 3,000 a 10,000 lux de iluminación como cantidades normales (Cultivos hidropónicos, 1991, citado por Baeza, 1997), ya que si la intensidad de la luz no es suficiente se prolonga el ciclo vegetativo. El chile es una planta de fotoperíodo corto (Jacinto y Hernández, 2003).

Nutrición. Requiere de un suministro de N, P y K en el suelo pues la escasez de alguno de estos, provoca el pobre crecimiento de la planta y por tanto el rendimiento es menor. Para un buen desarrollo de la planta se recomienda realizar por lo menos 3 aplicaciones de fertilizante, la primera se debe realizar de 15 a 20 días después del trasplante, la segunda cuando se inicien las primeras yemas florales y la tercera cuando inicia la floración. La dosis de fertilización recomendadas son de acuerdo a los tipos y calidad de suelos (Jacinto y Hernández, 2003).

Riego. Las plantas jóvenes recién trasplantadas tienen bajos requerimientos de agua, cerca del 20% de la evapotranspiración (ET_o). Los requerimientos de agua se incrementan gradualmente y llegan a un 100% de ET_o cuando se cubre totalmente el follaje. La producción de fruta ocurre apenas después de que las plantas inician el rápido crecimiento y etapa de desarrollo. Así la cantidad y el tiempo adecuado de riego es esencial para evitar estrés en plantas pequeñas y reducir el tamaño y calidad de fruta. Por tanto hay que monitorear las condiciones de humedad del suelo para asegurarse que son las adecuadas y no excesivas (Maynar *et al.*, 1995).

2.5. Fenología del cultivo

En la mayoría de las regiones productoras la duración del chile verde es de 245 días, teniendo variaciones que dependen de las condiciones del ambiente y del terreno. En la figura 1 se muestra el ciclo del chile jalapeño, así como las fases que intervienen en el desarrollo desde el trasplante hasta la cosecha.

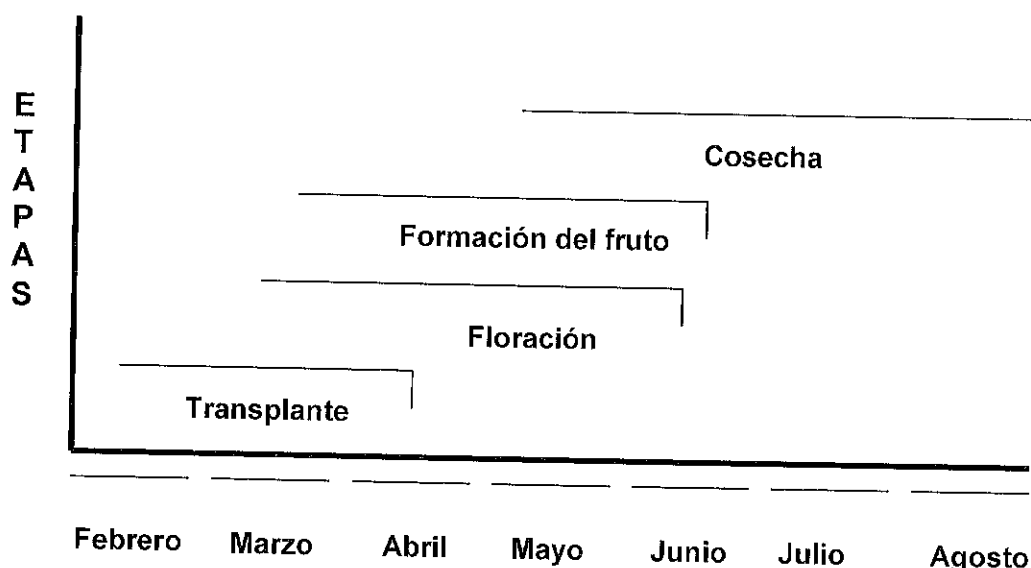


Figura 1. Perfil fenológico del chile jalapeño de las regiones productoras de México
Fuente: SAGAR², 1982.

2.6. Enfermedades del chile

Entre los factores más importantes que limitan la producción de chile se encuentran los fitopatógenos con origen en el suelo, de los géneros *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, entre los que destaca *Phytophthora capsici* Leo agente causal de la "marchitez del chile". Estos organismos dañan el sistema raíz de la planta, interfieren con la absorción de nutrientes y agua y provocan enanismo, ocasionando que la planta se marchite, debilite y finalmente muera (Ristaino *et al.*, 1997).

2.6.1. *Phytophthora capsici* Leonian

2.6.1.2 Distribución e importancia

Este Oomyceto fue descrito por Leonian (1922) en Nuevo México, Estados Unidos atacando pimiento (*Capsicum* sp). En México, Galindo (1956), lo reporto por vez primera atacando chile y es el agente causal de la enfermedad conocida como "Marchitez del chile" nombrada así por el síntoma que se presenta en las plantas enfermas. Actualmente tiene una amplia distribución geográfica y se le considera como una de las enfermedades principales de las áreas productoras de chile, especialmente en zonas de riego. Cuenta con un rango amplio de hospedantes, los principales son: calabaza, pepino, sandía, melón, tomate y berenjena. Los

² Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural

daños que causa son de hasta 80% en las zonas productoras de chile del Bajío, Aguascalientes y San Luís Potosí. La enfermedad en chile generalmente se hace más evidente durante la etapa de fructificación y madurez de los frutos, si se presenta las condiciones favorables para su desarrollo llega a dañar hasta el 100% de las plantas. En general en México, se calcula que el 40% de las plantas mueren por esta enfermedad (Romero, 1994; Mendoza, 1996; Tlapal, 2000).

2.6.1.3. Clasificación taxonómica de *Phytophthora capsici* según Kirk et al., 2001.

Reino..... Stramenopila o Chromista
Phyllum..... Oomycota
Clase..... Oomycetes
Orden..... Pythiales
Familia..... Pythiaceae
Género..... *Phytophthora*
Especie..... *capsici*

2.6.1.4. Características morfológicas

Este Oomycete es una especie heterotática que se caracteriza por tener un micelio cenocítico muy ramificado, toruloso, colonia de apariencia finamente radiada; esporangióforos simples o ramificados irregularmente, gruesos, robustos y con un hinchamiento cercano a la base del esporangio; esporangios de forma y tamaño muy variable, predominando los ovoides, subesféricos, piriformes y globosos de 28 a 123 μ de largo por 21 a 50 μ de ancho, promedio 53.0 x 30.5 μ , con una relación largo ancho de 1:7; hialinos o de color amarillo limón con papila prominente, a veces desviada, frecuentemente con dos o tres papilas, clamidosporas ausentes o rara vez presentes; a 12 °C los esporangios producen zoosporas biflageladas o germinan directamente a temperaturas mayores de 18 °C, sin embargo, algunos aislamientos sólo liberan las zoosporas a 4 °C. Los oogonios son esféricos a subesféricos, de paredes lisa y los anteridios claviformes, terminales, anfíginos. Las oosporas son generalmente apleróticas, esféricas a subesféricas, con pared gruesa y lisa, de color amarillo a castaño (Romero, 1994; Ramírez, 1998).

2.6.1.5. Ciclo de la enfermedad

La diseminación de la enfermedad en el campo se realiza a través del contacto entre raíces sanas y raíces enfermas, del transporte de zoosporas por el agua de riego, por el salpique y viento. *P. capsici* daña prácticamente a toda la planta (tallo, hojas y frutos) y cuando la infección es en el cuello de la raíz, el daño se considera como el más importante, ya que se bloquea el sistema vascular y las plantas infectadas mueren a los pocos días de iniciada la infección (Galindo, 1990; Ristano *et al.*, 1997).

P. capsici sobrevive de una estación a otra en los residuos de cosecha, en el suelo y en asociación con otros cultivos como cucurbitáceas, berenjenas y tomate. El inóculo permanece en las semillas como oosporas o en el suelo como micelio u oosporas, que al ciclo siguiente inician la infección (Black *et al.*, 1993; Mendoza, 1996). Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de la enfermedad son el exceso de agua provocado por periodos de lluvia muy prolongados o riegos pesados y suelos con mal drenaje, seguido de días soleados con temperaturas de 26 a 32°C (Arcos *et al.*, 1998).

Por otro lado, la aplicación de potasio reduce la penetración, multiplicación y agresividad del patógeno, mientras que aplicaciones excesivas de nitrógeno incrementan el desarrollo de la enfermedad (Arcos *et al.*, 1998).

2.6.1.6. Síntomas de la enfermedad

Afecta todas las partes de la planta en cualquier estado de desarrollo. El síntoma característico que se observa en la planta, es la pudrición del cuello de la raíz o base del tallo y una marchitez general o parcial, que se caracteriza por una coloración verde oscuro y aspecto acuoso al inicio y posteriormente cambia a café oscuro y apariencia seca. La lesión a partir del sitio de infección se puede extender de 5 a 7 cm arriba. Cuando el ataque es en la raíz, se produce una marchitez repentina (en 3 ó 4 días) hasta matar a la planta, sin que el follaje se vuelva amarillo, ya que el hongo destruye el xilema y floema, impidiendo el paso de agua y nutrientes al follaje de la planta y ocasionando finalmente la muerte. Si la enfermedad ocurre en una rama, en las hojas o frutos, la marchitez es parcial; aunque si las condiciones son favorables, puede afectar toda la planta (Black *et*

al., 1993; Arcos *et al.*, 1998; Ramírez, 1998). Cuando la infección es en las ramas, las lesiones son de color café y ocasiona la muerte de las ramas que se encuentran en la parte superior a la lesión. En las hojas, las lesiones al principio son pequeñas, de forma circular o irregular, posteriormente se alargan formando áreas de aspecto acuoso de color verde oscuro, al final se secan y adquieren un color café. Las lesiones en el fruto se observan como puntos acuosos, verde oscuro, que se expanden hasta cubrir el fruto entero, sobre las áreas afectadas se puede desarrollar una capa de micelio, los frutos dañados, adquieren una apariencia flácida y arrugada, permanecen adheridos a la planta. La semilla de los frutos se pudre y sobre esta se desarrolla este fitopatógeno. El daño que causa en plántulas es el ahogamiento o muerte "damping-off". El mayor daño se presenta en la raíz y tallo (Scherf y Macnab, 1986; Black *et al.*, 1993; Mendoza, 1996).

Los síntomas en cuello, raíz y la apariencia general de la planta enferma se pueden confundir fácilmente con el ataque de *Rhizoctonia solani*, quien causa una pudrición no compacta en el cuello y se desprende la epidermis, mientras que en *Phytophthora capsici*, la pudrición es dura y no se descascara (Mendoza, 1996).

2.6.1.7. Manejo de la enfermedad

Parece condición indispensable que para tener opción aun buen resultado, la aplicación de fungicidas se realice antes de que se haya iniciado la infección, especialmente vía raíz, con el fin de que sea buena la asimilación del producto fungicida. Entre las materias activas ensayadas, los mejores resultados se han logrado con metalaxil (Ridomil) y etridiazol (Terrazole) en aplicaciones localizadas, o bien al cuello de las plantas o, previo a la plantación, en las líneas de cultivo o a través del goteo (Andrews, 1995). En ensayos realizados por Pérez *et al.*, 1990; Fernández, 2006 y Rangel, 2006, en cultivos de tomate y chile con incidencias superiores al 80% en los testigos, los fungicidas que mostraron una eficacia de control, de aceptable a muy buena contra *Phytophthora capsici* fueron: Ridomil Gold 4E (metalaxil M [mefenoxam] 48%), Tokat 240 (metalaxil 25.3), Aliette (fosetil- Al) y Previcur N (propamocarb clorhidratado).

Otras técnicas culturales complementarias aconsejables son: No repetir el cultivos como pimiento, calabaza, pepino y tomate en terrenos con alta infección; Eliminar residuos de cultivos anteriores, sobre todo de pimiento; Utilizar semilla sana; Regar, de ser posible con agua de pozo; Que el agua de riego no llegue nunca al cuello de las plantas, ni pase de un surco a otro; Preferible el riego por aspersión o goteo; Últimamente también comienza a utilizar cultivares resistentes de origen mexicano de frutos pequeños y picantes tales como: Serrano Criollo de Morelos y la línea 29 mejorada (Nuez *et al.*, 1996; Galindo, 1962; Morato, 1996).

2.6.2. *Fusarium oxysporum* (Atkinson)

2.6.2.1 Distribución e importancia

La marchitez del chile ocasionada por *Fusarium* fue observada por primera vez en Nuevo México en 1908. Desde entonces ha sido reportada en muchos estados del sureste y norte, como Colorado y New Jersey. También se ha descrito en América del Sur y Europa. La marchitez del chile es una de las más importantes económicamente, ya que ataca aun rango amplio de plantas. Esta enfermedad ocasiona lesiones corticales en la raíz principal de chile, se ha estimado de forma visual una incidencia del 5%. Asimismo se ha encontrado en Australia, India, Israel, Costa de Marfil, Turquía (Sherf y Macnab, 1986). Este patógeno tiene un gran número de hospedantes entre los que se encuentran los siguientes: jitomate, papa, frijol, chícharo, cebolla, col, rábano, pepino, melón, sandía, plátano, café, tabaco, gladiolo, algodón y lino (Ramírez y Romero, 1980).

2.6.2.2. Clasificación taxonómica de *Fusarium oxysporum* de acuerdo con Barnett y Hunter, 1998.

Reino..... Eumicota o Fungi
 Phylum..... Deuteromycota
 Clase..... Deuteromycetes
 Orden..... Moniliales
 Familia..... Moniliaceae
 Género..... *Fusarium*
 Especie..... *oxysporum*.

(Carece de fase sexual)

2.6.2.3. Características morfológicas

El hongo *Fusarium oxysporum* presenta una gran cantidad de microconidios hialinos, producidos en conidióforos pequeños, presentan forma oval-elipsoide, erectas o curvadas; con una longitud de 7.2 a 15 x 2.4 a 3.9 micras de ancho, generalmente unicelulares, con paredes gruesas y fuertes, generalmente cilíndricas, con la superficie dorsal y ventral paralelas en la mayor parte de su longitud, célula basal y apical redondeada; clamidosporas terminales o intercalares con medidas de 6 a 11 micras de diámetro, normalmente son solitarias pero en ocasiones se forman en pares o en cadenas; macroconidios finos alargados puntiagudos de pared delgada; anchura máxima de 18 – 56 micras por 2.7 a 6 micras de ancho y producidos en conidióforos con monofilides ramificados largos o bien en la superficie de los esporodocios; poseen una pared fina, de tres a cinco septas, y su morfología es fusiforme con ambos extremos puntiagudos. La colonia tiene presencia de color rosa, ocre rosa, púrpura o violeta (Booth *et al.*, 1971; Nelson, 1991; Romero, 1994).

2.6.2.4. Ciclo de la enfermedad

Este patógeno tiene la capacidad de producir abundante micelio y tres tipos de esporas asexuales que son los microconidios, macroconidios y clamidosporas. Estas últimas son las estructuras de resistencia que sobreviven en el suelo. El hongo generalmente ataca en un inicio cerca del extremo apical de la raíz aunque también puede penetrar a través de heridas en la raíz o el tallo. En el terreno se disemina a través de maquinaria agrícola, residuos de cosecha y movimiento de partículas de suelo por el viento o por agua de riego. Las plantas enfermas en el campo generalmente se presentan en áreas localizadas donde el drenaje es deficiente y un alto porcentaje de plantas se marchitan y mueren; aunque también se pueden presentar en plantas marchitaz dispersas. Las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad son temperaturas frías y condiciones de alta humedad del suelo, aunque el hongo puede evolucionar bien a una temperatura de suelo de 27°C. Otra condición que favorece la presencia del patógeno es el exceso de follaje de las plantas. *Fusarium* puede sobrevivir en el suelo por 3 o 4 años (Black *et al.*, 1993; Arcos *et al.*, 1998; Mendoza, 1996).

2.6.2.5. Síntomas de la enfermedad

Los primeros síntomas de la enfermedad son un ligero amarillamiento del follaje y marchitez de las hojas superiores, que progresa a una marchitez permanente con las hojas aún adheridas. El síntoma más evidente en las plantas muertas es la decoloración del sistema vascular, particularmente en la parte basal del tallo y raíces; un corte longitudinal a nivel del cuello de la planta, evidencia una decoloración amarilla, naranja o marrón en los vasos conductores de agua. Antes de la muerte de las plantas, el tallo, las raíces principales y el tejido cortical permanecen intactos en apariencia (Black *et al.*, 1993; Arcos *et al.*, 1998). En casos graves las hojas se ponen de color café y se desintegran matando a la planta por completo. En la raíz principal y en la mayoría de las raíces laterales se forman lesiones de color café oscuro de hasta 30 cm bajo la tierra. La decoloración vascular interna se puede extender de 2 a 10 cm. También se reporta un doblado de las hojas inferiores debido a una pudrición húmeda de la raíz, la cual termina con un desprendimiento de la epidermis y una excreción de goma (Zepeda, 1984).

2.6.2.6. Manejo de la enfermedad

Stefanova *et al.*, (1995), mencionaron que el uso de estrategias como la utilización de plántulas y sustratos sanos, no realizar los trasplantes profundos, buen control del riego, evitando encharcamientos y retirando los goteros de las plantas, evitar los riegos con agua portadora del patógeno, limpieza de canales de riego y utilizar solarización son una opción buena en parcelas infectadas.

Otra medida recomendada es la desinfección del suelo con bromuro de metilo, aun que existe el riesgo de que una reinfestación del suelo esterilizado pueda causar perdidas mayores de que si no se hubiera tratado (Smith *et al.*, 1992). La inmersión de las plántulas antes del trasplante en soluciones de fungicidas sistémicos como Tecto 60 (tiabendazol) y Benlate (benomil) pueden disminuir el daño causado por *Fusarium* (Mendoza, 1996).

2.6.3.1 Distribución e importancia

2.6.3.2. Clasificación taxonómica de *Rhizoctonia* de acuerdo con Kirk et al., (2001).

2.6.3.3. Características morfológicas

18

monilioides de tamaño y forma variable (Butler y Bracker, 1970; Parmeter y Whitney, 1970).

El género *Rhizoctonia* se clasifica artificialmente por el grupo de anastomosis al que pertenecen (AG) y en grupos intraespecífico (ISGs), los criterios que se utilizan para determinar el grupo intraespecífico al que pertenecen son: grupo de anastomosis, morfología y patología del hongo. Existen alrededor de 25 ISGs de *Rhizoctonia solani*, que son documentados con pruebas serológicas, análisis de ácidos grasos, electroforesis de proteínas y estudios de ácidos nucleicos (Alexopoulos *et al.*, 1996). El hongo no forma fructificaciones sexuales ni esporas sexuales; crece rápidamente en PDA dando una coloración blanco crema, las temperaturas óptimas para su desarrollo van de los 20 a los 25°C y a un pH de 6.5 a 8.0; en campo las condiciones favorables para su desarrollo son: humedad alta y temperaturas que van de los 18 a los 35 °C (Ramírez y Romero, 1980; Agrios, 1999).

El estado perfecto de *R. solani* esta dentro de los géneros de los Basidiomycetes siguientes: Thanatephorus, Ceratobasidium y Waitea, siendo el primer género, al que pertenecen la mayoría de los grupos de anastomosis (Carling y Summer, 1992)

2.6.3.4. Síntomas de la enfermedad

Ocasiona ahogamiento de plántulas “damping- off” y marchitez en plantas adultas al dañar la raíz y tallo. Bajo condiciones favorables, ataca plántulas antes de emerger o poco después de la emergencia del suelo. Los síntomas típicos al inicio de la enfermedad sobre el hipocótilo y raíz, son pequeñas lesiones alargadas, hundidas de aspecto café rojizo, estas lesiones incrementan en tamaño y el hundimiento se hace más evidente hasta convertirse en canchales. El hipocótilo con frecuencia es rodeado por una serie de canchales que coalescen, lo que resulta en la muerte preemergente. En las plántulas que han emergido, el daño es ocasionado en la base del tallo, donde tiene lugar una pudrición húmeda que provoca que las plántulas caigan y mueran (Hall, 1991; Romero, 1994).

El ataque en plantas de más de 15 cm de altura y plantas adultas, es en el tallo y raíz. En la raíz se presentan áreas necróticas que varían en tamaño de acuerdo al desarrollo de la enfermedad, las áreas oscuras y necróticas son mas evidentes cuando el tejido atacado es el tallo, si las condiciones son favorables, las lesiones se extienden y alcanzan a cubrir todo el tallo, adquiere un aspecto rugoso y seco (cancros), en la parte aérea se presenta una marchitez y finalmente la muerte de la planta. Los síntomas son mas notorios después de la floración ya que la epidermis se desprende fácilmente a diferencia de *Phytophthora capsici* (Romero, 1994; Mendoza, 1996).

2.6.3.5. Ciclo de la enfermedad

Este hongo sobrevive de una estación de cultivo a otro como micelio por varios meses en los restos de residuos vegetales infectados o hasta 5 años en forma de esclerocios (Hall, 1991). Una vez que *R. solani* se establece en un campo, permanece por tiempo indefinido en él, esto es debido a factores del suelo como la temperatura, pH, y la actividad de microorganismos asociados (Lucas *et al.*, 1985).

El hongo infecta a través de heridas, pero también es capaz de penetrar la cutícula y epidermis de forma directa; una vez que la infección se inicia, el hongo se ramifica rápidamente a través de las células y tejido adyacente. La producción de enzimas pectolíticas y celulolíticas por el hongo es importante en la patogenicidad. Un aspecto importante en la epidemiología de la enfermedad es la edad de la planta, puesto que las plántulas y plantas jóvenes son altamente susceptibles a la infección (Hall, 1991).

La diseminación de *Rhizoctonia solani* es a través de residuos de cosecha o movimiento de suelo por el viento, lluvia, agua de riego e implementos de labranza (Hall, 1991; Mendoza, 1996). La incidencia de la enfermedad es favorecida por el exceso de humedad en el suelo y temperaturas de 18°C o mayores. Los esclerocios germinan entre 8 y 30°C, con un óptimo de 21 a 25°C (Mendoza, 1996).

2.6.3.6. Manejo de la enfermedad

Desinfectar el suelo con Metam sodio (Vapam) a una dosis de un litro de Vapam diluido en 30 litros de agua para una cama de suelo de 10 m de largo por uno de ancho y 20 cm de altura. Otras medidas complementarias para el manejo de la enfermedad es el uso de Dazomet (Basamid) a dosis de 35 g.m^{-2} (De los santos de la R *et al.*, 2000), sembrar en suelos bien drenados, y surcos elevados, evitar la alta densidad de siembra para favorecer la entrada de luz y ventilación del suelo para favorecer la disminución de dicha enfermedad, hacer rotaciones de cultivos, utilizar acolchados en los campos con una capa de plástico de 2 a 3 mm de espesor, fertilizar con dosis bajas de nitrógeno para evitar el incremento de la enfermedad (Nuez *et al.*, 1996; Mendoza, 1996 y Bolaños, 2005).

2.7. Características generales de los fungicidas

2.7.1 Previcur Energy 840 SL

Fungicida formulado con dos ingredientes activos: propamocarb & fosetilato, pertenece al grupo de los carbamatos y alcoil fosfonatos. Tiene una combinación balanceada de los principios activos de propamocarb HCL y fosetilato, unidos mediante un enlace hidrogenado patentado por Bayer, de tal forma que el propamocarb está libre de la base HCL (hidrocloride) y el fosetyl del Al. Es la primera formulación líquida de fosetillatol. Es un producto que complementa al espectro de acción de cada ingrediente activo. Tienen movimiento sistémico ascendente y descendente dentro de las plantas, proveniente del efecto del fosetilato. Su modo de acción es la combinación del efecto del propamocarb al impedir la formación de la membrana celular del hongo, afectando el crecimiento micelial y la producción de esporas. Mientras que el fosetilato tiene dos formas de actuar, una directa, afectando la germinación y penetración del hongo dentro de la planta, la esporulación y el crecimiento micelial, y la otra indirecta, estimulando las defensas naturales de la planta como fitoalexinas y compuestos fenólicos. Las recomendación para su aplicación es en forma preventiva y controla a *Pythium* y *Phytophthora capsici* en chile, otras hortalizas y ornamentales. Previcur Energy no es fitotóxico a las dosis recomendadas (Bayer, 2006). La dosis evaluada en este estudio fue la de $2.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$.

2.7.2 Folicur® 250 EW

Folicur es un fungicida agrícola de amplio espectro con acción de contacto y sistémica acropétala, formulado a base del ingrediente activo tebuconazole. Este fungicida pertenece al grupo de los Triazoles que poseen una translocación dentro de la planta y en el hongo inhibe la biosíntesis del ergosterol. Inhiben un proceso de dimetilación del lanosterol, por lo que son llamados DMI'S. El lanosterol es un esteroide componente de la membrana plasmática de los hongos. El mecanismo genético que controla la resistencia a estos fungicidas es controlado por varios genes. La reducción de los niveles de ergosterol en el micelio del hongo ocasiona que las membranas fúngicas no se puedan formar y el crecimiento se detenga (Köller, 1992; Kuck *et al.*, 1995). Se recomienda para el manejo de las enfermedades en los cultivos siguientes: cebada, plátano, ajo, trigo, vid y cempasúchil. Folicur no es fitotóxico a las dosis y en los cultivos recomendados. La dosis evaluada en este trabajo fue la de 0.5 L·ha⁻¹ (Bayer, 2006). Torres, (2006) realizó pruebas de

2.7.3 Vigold 480 SC

Es un fungicida agrícola de contacto, translaminar y sistémico, formulado a base de fluoxastrobin (HEC 5725). Este fungicida pertenece al grupo de las Estrobilurinas. Vigold es lo más nuevo y sofisticado en tecnología de las estrobilurinas, es un fungicida sistémico de amplio espectro para el control simultáneo de *Rhizoctonia* y Paño en el cultivo de papa, por esto se debe de aplicar siempre en mezcla con el producto comercial Monceren (pencycuron) al momento de la siembra, ya que complementa y refuerza a dicho producto. El fluoxastrobin dentro de la célula fungosa se encarga de la inhibición de la respiración mitocondrial en el complejo III (Qol-Star) inhibidores fuera de la Quinona por lo tanto la mezcla ofrece eficacia y rentabilidad debido a una protección más completa desde el inicio del cultivo hasta la cosecha. Se recomienda para el manejo de las enfermedades causadas por los hongos siguientes: *Alternaria solani*, *Alternaria porri*, *Rhizoctonia solani*, en los cultivos como, papa, tomate, Cereales, café, cítricos y cacahuates. La dosis evaluada en este experimento fue la de 1.0 L·ha⁻¹.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El presente estudio se desarrolló bajo condiciones de invernadero, del Departamento de Parasitología Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo, México. Ubicado geográficamente entre los 19°29' de latitud norte y 98°53' de longitud oeste, a una altura de 2250 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación pluvial media anual de 636.5 mm y un tipo (W₀) (W) (i') g; el cual es templado subhúmedo con una temperatura media anual de 15.2 °C (García, 1978).

3.2 Variedad utilizada

En el experimento se utilizaron 540 plántulas de chile jalapeño (Westar Seed Internacional Inc); se sembraron dos semillas por cavidad en las charolas de poliestireno de 338 cavidades previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 3%, sumergiendo las charolas durante 20 minutos aproximadamente en dicha solución, en seguida se enjuagaron en un recipiente con agua destilada de garrafón para quitar los residuos de cloro. El sustrato que se utilizó en la siembra del chile jalapeño fue *peat moss* (KEKILA) esterilizado a 121 °C por 15 minutos.

3.3. Colecta del material vegetal enfermo

Se colectaron plantas de chile (*Capsicum annuum* L.) en la época de floración y amarre de frutos, en Guanajuato, las plantas presentaban síntomas de marchitez parcial o total, amarillamiento (clorosis), crecimiento micelial, necrosis y pudrición de raíz y/o cuello.

Las muestras de las plantas enfermas se trasladaron al laboratorio de Hongos Fitopatógenos del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo; conservando la raíz, cuello y parte del tallo de la planta.

3.4. Aislamiento de hongos

Las plantas colectadas se procesaron de la forma siguiente: Las raíces fueron lavadas a chorro con agua de la llave, posteriormente se cortaron trozos de aproximadamente un centímetro (mitad sana y enferma) y se desinfectaron en

hipoclorito de sodio (NaClO) al 1.5 % por dos minutos y se enjuagaron con agua destilada esterilizada, se secaron con sanitas esterilizadas y posteriormente se colocaron 4 o 5 muestras en cajas Petri con medio de cultivo jugo de tomate agar (TA) y papa-dextrosa-agar (PDA); para impedir la contaminación de estos medio de cultivo con bacterias se esterilizaron previamente a 121 °C por 15 minutos y se le adiciono antibióticos (ampicilina, rifampicina ó penicilin G) cuando ya estaban fríos, finalmente se procedió a llenar las cajas petri (Fernández, 2006).

Finalmente las muestras sembradas en dichos medios se incubaron a una temperatura de 25 a 28 °C bajo oscuridad. A las 72 h se evaluó el desarrollo de las colonias (Fernández, 2006).

3.5. Identificación de los hongos

Para llevar a cabo la identificación de los aislamientos se usaron las claves siguientes: Booth, (1971) y Klotz *et al.*, (1998) para *Fusarium oxysporum*; Romero, (1988); Waterhouse (1963) y Erwind (1996) para *Phytophthora capsici*; shen *et al.*, (1991) *Rhizoctonia solani*, mismas que fueron utilizadas por Fernández (2006), en las cuales se tomo la forma y coloración de la colonias de los hongos desarrollados, la producción de cuerpos fructíferos (conidios, esporangios, oogonios, anteridios, esclerocios, etc.), tipo de micelio y otras características para hacer la identificación de las cepas aisladas y correlacionarlos con los daños causados en las plantas de chile jalapeño.

3.6. Purificación de los aislamientos

Cuando el crecimiento micelial estuvo bien definido (2 a 4 días después de la siembra) se transfirieron a cajas petri con PDA y TA, tomando trozos pequeños del medio de cultivo con el crecimiento micelial limpio. Es importante señalar que de los aislamientos que se hicieron de Guanajuato no se aisló a *Phytophthora capsici*, por lo que se reactivó y usó una cepas de Sinaloa aislada, purificada y evaluada en ensayos anteriores por Fernández *et al.*, 2006.

3.7. Obtención de cultivos puros

3.7.1. Cultivo monozoospórico de *Phytophthora capsici*.

Para la obtención del cultivo puro de *Phytophthora capsici* se reactivó una cepas de Sinaloa; el hongo se encontraba en tubos de ensaye con medio de cultivo PDA y aceite mineral; de ahí se sacaron trozos de PDA (papa-dextrosa-agar) con el hongo y se depositaron en cajas petri con medio tomate-agar (TA), y se incubaron a temperatura ambiente (22 ± 4 °C) durante 4 días (Torres, 2006). De cajas con cultivos puros de *P. capsici* se cortaron cinco discos de aproximadamente 1 cm de diámetro y se colocaron en cajas petri con 20 mL de agua destilada esterilizada. El hongo se incubó a una temperatura de 25 a 28 °C bajo condiciones de laboratorio; a los cuatro días, los aislamientos que produjeron esporangios se cambiaron a una temperatura de 12 °C por 20 minutos para llevara acabo la liberación de zoosporas. Transcurrido el tiempo se observaron al microscopio compuesto bajo el objetivo de 10X para asegurar la presencia de zoosporas ya liberadas de los esporangios. De la solución con zoosporas se tomó una gota y se vertió sobre una caja con medio TA, siendo inmediatamente distribuido uniformemente. Todo el material fue incubado a una temperatura de 25 a 28°C bajo oscuridad, después se revisó a las 24 y 48 horas, para detectar zoosporas germinadas (colonias aisladas). Algunas colonias aisladas fueron tomadas para la obtención de los cultivos monozoospóricos (Bolaños, *et al.*, 1995; Fernández, 2006).

3.7.2. Cultivo monoconidial de *Fusarium oxysporum*.

Del hongo de ocho días de edad que llenaron las cajas petri con PDA, se tomo un trozo de medio consultivo y estructuras reproductivas, el cual se adiciono aun tubo de ensaye con 10 mL de agua destilada esterilizada y se agito vigorosamente. Posteriormente se tomó 1mL y se agrego a otro tubo de ensaye que contenía 9 mL de agua destilada esterilizada, y así se continuó sucesivamente hasta completar cinco diluciones hasta llegar a una concentración menor de conidios que la dilución original. Las dos ultimas diluciones se depositaron en cajas petri con medio PDA, distribuyéndolas uniformemente por toda la superficie con un triangulo de vidrio esterilizado, las cajas se incubaron a temperatura de 25°C por 24 horas. Transcurrido el tiempo se observaron los crecimientos originados (conidios germinados) de las diluciones sobre el medio, y los crecimientos

separados del hongo se cortaron y sembraron nuevamente en el centro de las cajas petri con PDA, las cuales se incubaron a temperatura ambiente de laboratorio 23 ± 2 °C por una semana (Fernández, 2006).

3.7.3 Cultivo punta de hifa de *Rhizoctonia solani*.

Los hongos que carecen de estructuras reproductivas; sus cultivos puros se obtienen a partir de punta de hifas del micelio del hongo. Para obtener el cultivo punta de hifa de *Rhizoctonia* se hizo crecer el hongo en cajas petri con medio PDA solido durante 48 horas a temperatura ambiente (24 °C), antes de que el micelio llenara la caja, y con la ayuda de un microscopio estereoscópico para facilitar la observación del crecimiento de las puntas de hifas, se cortaron varias puntas de hifa del hongo, las cuales se transfirieron en forma individual a cajas petri con PDA para su crecimiento monohifal (Cruz, 1996).

3.8. Incremento de los aislamientos

Los aislamientos de los hongos previamente identificados y puros, se incrementaron en 10 cajas de medio con PDA y almacenaron para su posterior uso en las pruebas de patogenicidad.

3.9. Pruebas de patogenicidad

3.9.1. *Phytophthora capsici* Leonian

3.9.1.1 Preparación y cuantificación del inóculo

En cajas petri con 20 mL de agua destilada estéril se colocaron 10 discos de medio de cultivo toamate-agar (TA) que contenían micelio de *P. capsici*. El material se incubó a 25 °C por tres días para la formación de esporangios y su posterior liberación de zoosporas. La liberación se logró después de poner las cajas petri a 12 °C por media hora (Ramírez y Romero, 1980). Posteriormente, la concentración de la solución madre de zoosporas se determino por triplicado con la ayuda de un hemacitómetro, ajustando con agua a una concentración de 2.5×10^4 zoosporas·mL⁻¹ (Velásquez y Medina, 2003). A cada planta de chile jalapeño se le colocó 1 mL⁻¹ de la suspensión de zoosporas, es decir que la concentración final de zoosporas por planta fue de 25,000.

3.9.2 *Fusarium oxysporum*

3.9.2.1 Preparación y cuantificación del inóculo

El hongo fue sembrado en 10 cajas petri con medio PDA sólido. Al cual se le agregaron trocitos de raíz y tallo de plántulas de chile previamente esterilizados en autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121 °C, para prevenir una posible pérdida de patogenicidad del inóculo. Cuando el micelio del hongo cubrió la superficie total de las cajas se les agregaron 20 mL⁻¹ de agua destilada esterilizada con Tween 20 al 0.1%; después con un portaobjeto se raspo el micelio para separar los conidios; la suspensión resultante se pasó a través de una manta de cielo para retener el micelio y permitir que solo pasaran los conidios; el filtrado se colecto en un vaso de precipitado debidamente etiquetado y esterilizado. Posteriormente con la ayuda de un hemacitómetro se cuantifico la solución madre y finalmente se preparo una concentración de 3X10⁶ conidios mL⁻¹ (Fernández, 2006).

3.9.3. *Rhizoctonia solani*

3.9.3.1 Preparación y cuantificación del inóculo

R. solani se cultivo en PDA; se sembraron 10 cajas de petri con medio de PDA, y una vez que el micelio cubrió las cajas petri (a los 6 días), se hizo una suspensión micelial (propágulos) mediante un raspado superficial del hongo sobre el medio de cultivo. El micelio se coloco en 100 mL⁻¹ de agua destilada esterilizada y se deposito en una licuadora, para triturar y homogenizar el micelio por 1 minuto, también se filtro en manta de cielo. Posteriormente, se procedió a contabilizar por triplicado el número de propágulos de la solución con la ayuda de un hemacitómetro, ajustando la solución a una concentración de 10 x 10⁵ propágulos mL⁻¹

3.10. Inoculación de plantas de chile jalapeño

Se inocularon 480 plantas de chile jalapeño de 29 días de edad transplantadas a 20 cm entre ellas y dos plantas por punto de siembra, en camas echas de block en dos tipos de suelo franco y franco-arenoso, previamente esterilizado con Bromuro de Metilo (Fumigran^{MR} 98). La inoculación se realizó al cuello de cada planta a los 9 días después del transplante; 120 plantas se inocularon con

Phytophthora capsici colocando 1 mL⁻¹ de una solución de zoosporas (2.5X10⁴ zoosporas·mL⁻¹), 120 plantas se inocularon con ***Fusarium oxysporum*** depositando 1 mL⁻¹ de una solución de conidios (3X10⁶ conidios·mL⁻¹), se inocularon con ***Rhizoctonia solani*** colocando 1 mL⁻¹ de una solución de propágulos (10X10⁵ propagulos·mL⁻¹) y 120 plantas se inocularon con la **Mezcla de hongos** ubicando 1 mL⁻¹ de una solución de zoosporas (2.5X10⁴ zoosporas·mL⁻¹) 1 mL⁻¹, conidios (3X10⁶ conidios·mL⁻¹) y una solución de propágulos (10X10⁵ propagulos·mL⁻¹) respectivamente a cada una de las plantas. También se dejó un **Testigo absoluto**: el cual consistió en 60 plantas de chile jalapeño sin inocular, a las cuales se les aplicó agua destilada esterilizada.

A todas las plantas con inoculo y sin inoculo se regaron con un sistema de riego por goteo para evitar la contaminación por salpique de agua entre tratamientos. Los riegos se mantuvieron durante todo el ciclo del cultivo y estuvieron espaciados entre ellos (tres, mañana, medio día y tarde), con una duración de cada uno de 20 a 30 minutos depositando 360 mL aproximadamente por planta, teniendo un volumen de 1.08 L de agua al día por planta; para mantener la temperatura (22 ± 8°C) y la humedad relativa por arriba del 80%, se colocaron un humidificador y ventilador en el invernadero.

Cabe señalar que, antes de establecer el experimento se enviaron muestras de suelo al Laboratorio Central de Análisis de suelo, de la Universidad Autónoma Chapingo, con el objetivo de determinar la clasificación de la textura de los dos tipos de suelo.

3.11. Aplicación de los tratamientos químicos

La aplicación de los fungicidas para el manejo de *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* se realizó tres veces en diferentes fechas: La primera aplicación se hizo a las 2 horas después de que se llevo a cabo la inoculación de las plántulas de chile jalapeño (de 29 días de edad), la segunda a los 15 días y la tercera aplicación se hizo a los 30 días después de la primera aplicación; el volumen de agua empleado fue de 50 mL de cada una de las dosis de los productos evaluados por planta y se aplicaron en drench. Los cálculos se realizaron en base al número de plantas de chile por hectárea (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fungicidas y dosis evaluadas para el manejo de *P.capsici*, *F. oxysporum*, *R. solani* y mezcla de hongos en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum*) en suelo franco y franco-arenoso en invernadero.

Tratamientos	Dosis
1. Testigo absoluto	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i> y <i>Fusarium</i>)	2.5X10 ⁴ zoosporas·mL ⁻¹ , 100X10 ³ propagulos·mL ⁻¹ y 3X10 ⁶ conidios·mL ⁻¹
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	100X10 ³ propagulos·mL ⁻¹
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	2.5X10 ⁴ zoosporas·mL ⁻¹
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	3X10 ⁶ conidios·mL ⁻¹
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	10X10 ⁵ propagulos·mL ⁻¹ + 0.5 L·ha ⁻¹ de Vigold
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarp & fosetilato)	2.5X10 ⁴ zoosporas·mL ⁻¹ + 2.5 L·ha ⁻¹ de Previcur Energy
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	3X10 ⁶ conidios·mL ⁻¹ + 0.5 L·ha ⁻¹ de Folicur
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold + Previcur E + Folicur)	Las mismas concentraciones de inóculo del T2, y las dosis de fungicidas de T6, T7 y T8

3.12. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: periodo de incubación, descripción de los síntomas inducidos por cada uno de los hongos, altura, diámetro, rendimiento, fitotoxicidad e incidencia de la enfermedad y eficacia biológica de los fungicidas. El **periodo de incubación**, se considero como el periodo de tiempo que transcurrió desde la inoculación hasta la aparición de los síntomas. La descripción de los **síntomas** se realizo de forma visual diariamente, poniendo cuidado en indicadores sintomatológicos como: clorosis, marchitez y lesiones en cuello de las plantas de chile síntomas. La **altura** se evaluó a los 70 días después de la inoculación, con un metro y se expreso en cm, el **diámetro** se midió con un vernier y se expreso en cm, las mediciones se llevaron a cabo a los 70 días después de la inoculación de la plantas de chile jalapeño , mientras que el **rendimiento** se calculo mediante la suma de flores y frutos a los 70 días después de la inoculación; La fitotoxicidad se evaluó cuatro días después de cada aplicación, a partir de la primera aplicación del producto, mediante la escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society, indicada en el cuadro 3.

Cuadro 3. Escala porcentual propuesta por la European Weed Research Society para evaluar la posible fitotoxicidad de los fungicidas

Efectos sobre el cultivo	Fitotoxicidad al cultivo (%)
Sin efecto	0.0 - 1.0
Síntomas muy ligeros	1.1 - 3.5
Síntomas ligeros	3.6 - 7.0
Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7.1 - 12.5**
Daño medio	12.6 - 20.0
Daños elevados	20.1 - 30.0
Daños muy elevados	30.1 - 50.0
Daños severos	50.1 - 99.0
Muerte completa	99.1 - 100

Transformación de la escala porcentual logarítmica de la EWRS a escala porcentual.

**Límite de aceptabilidad

La **incidencia** de la enfermedad se consideró como el número de plantas que mostraron síntomas típicos de la enfermedad con respecto al número total de plantas; se expresó en porcentaje, y la **eficacia** de los fungicidas se determinó con la fórmula Abbott (1925) y se reportó en porcentaje de control. Las evaluaciones se hicieron a los 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70 días después de la inoculación.

Fórmula de Abbott: $(IT - it / IT) \times 100$

Donde: IT = Infección en testigo

It = Infección en tratamiento con fungicida

3.13. Diseño experimental

El estudio se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por 10 plantas (Figura. 2).

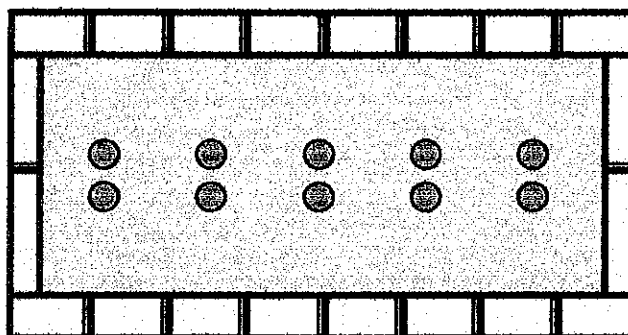


Figura 2. Unidad experimental o bloque

3.14. Análisis estadístico

Los resultados de incidencia de la enfermedad, altura de planta, diámetro, rendimiento y eficacia de los fungicidas se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y a una comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) for Windows v9.

3.15. Calendarización de actividades

Cada una de las actividades realizadas durante el desarrollo del experimento se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Calendario de actividades en la investigación "Manejo químico de la marchitez del chile jalapeño var. M en suelo franco y franco-arenoso en invernadero".

ACTIVIDAD	FECHA
Preparación del suelo	
Esterilización de suelo Franco-arenoso y Franco	11 de mayo de 2007
Llenado de camas con suelo estéril	21 de Mayo de 2007
Producción de plántula	
Desinfección de charolas y sustrato (<i>peat moss</i>)	22 de Mayo de 2007
Siembra de chile jalapeño	26 de Mayo de 2007
Emergencia de plántulas	03 de Junio de 2007
Establecimiento del cultivo	
Transplante de plántulas	24 de Junio de 2007
Preparación de inoculo e inoculación	
Inoculación de plántulas	02 de Julio de 2007
Evaluaciones	
Primera evaluación	12 de Julio de 2007
Segunda evaluación	22 de Julio de 2007
Tercera evaluación	01 de Agosto de 2007
Cuarta evaluación	11 de Agosto de 2007

Quinta evaluación	21 de Agosto de 2007
Sexta evaluación	31 de Agosto de 2007
Séptima evaluación	10 de Septiembre de 2007
Manejo agronómico del cultivo	
Aplicación de los fungicidas a evaluar	
Primera aplicación	02 de Julio de 2007
Segunda aplicación	17 de Julio de 2007
Tercera aplicación	02 de Agosto de 2007
Fertilización	
Primera fertilización después del transplante (80 g de triple 17)	14 de Julio de 2007
Segunda fertilización (80 g de triple 17 en 200 L/agua)	03 de Agosto de 2007
Tercera fertilización (80 g de triple 17 en 200 L/agua)	12 de Agosto de 2007
Cuarta fertilización (80 g de triple 17 en 200 L/ agua)	23 de Agosto de 2007
Riego por goteo	
Desde el transplante hasta los 70 días después de la última evaluación (360 mL ⁻¹ /30 minutos/planta)	

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de *Phytophthora capsici*

El hongo inoculado y aislado de las plantas de chile jalapeño con síntomas de marchitez parcial o total, clorosis, lesiones secas o húmedas y crecimiento micelial, procedentes del invernadero se identificó como *P. capsici* de acuerdo con Romero (1988); Whaterhouse (1963), debido a que presentó características morfológicas que se describen a continuación: micelio cenocítico, toruloso, colonias finamente radiadas y estrelladas, esporagios abundantes de diferentes formas (ovoides, globosos, oval-alargados) y con una o mas papilas a veces desviadas, esporangioforos ramificados irregularmente (Figura 3).

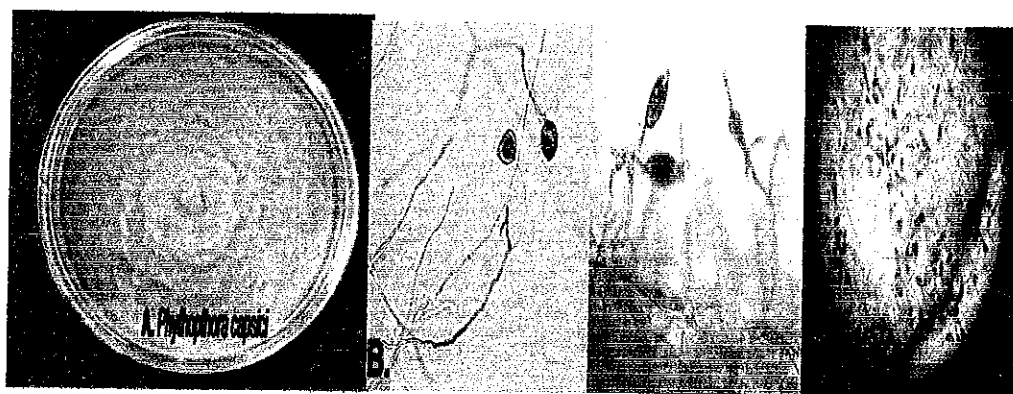


Figura 3. Características culturales y morfológicas de *Phytophthora capsici*: A) Crecimiento "In Vitro" de *Phytophthora capsici* en medio tomate-agar (TA); B) Esporangios de *P. capsici* en medio TA.

4.1.1. Prueba de patogenicidad

Los síntomas iniciales de marchitez de chile jalapeño inducidos por *P. capsici* a los 10 días después de la inoculación (ddi) en suelo franco como franco-arenoso fueron en la base del tallo, en donde se inició un oscurecimiento del cuello, acompañado de constricciones a nivel del sustrato que fueron avanzando causando una marchitez progresiva, con incidencia de la enfermedad del 100% a los 70 ddi; el tejido del cuello fue totalmente reblandecido y necrosado por el hongo, ocasionando la detención de crecimiento, necrosis de raíz, marchitez y muerte de plantas, cabe señalar que el comportamiento de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño fueron iguales sin presentar diferencias significativas

entre suelo franco y franco-arenoso, a diferencia de que los síntomas fueron mas agresivos en suelo franco-arenoso que en suelo franco (Figura 4). Estos síntomas coinciden con los descritos por Davison et al., (2002), Gevens y Hausbeck, (2003 y 2003b), Rangel, (2006) quienes mencionaron que en Chile, el síntoma mas sobresaliente es la marchitez en general o parcial de la planta debido a su característica principal que es la pudrición del cuello, de la raíz o base del tallo, la cual induce taponamiento en los conductos vasculares que evitan el paso de nutrientes y agua, lo que provoca una marchitez súbita de la planta entera sin que el follaje se vuelva amarillo, y que estos síntomas generalmente se asocian en la etapa de floración del cultivo.

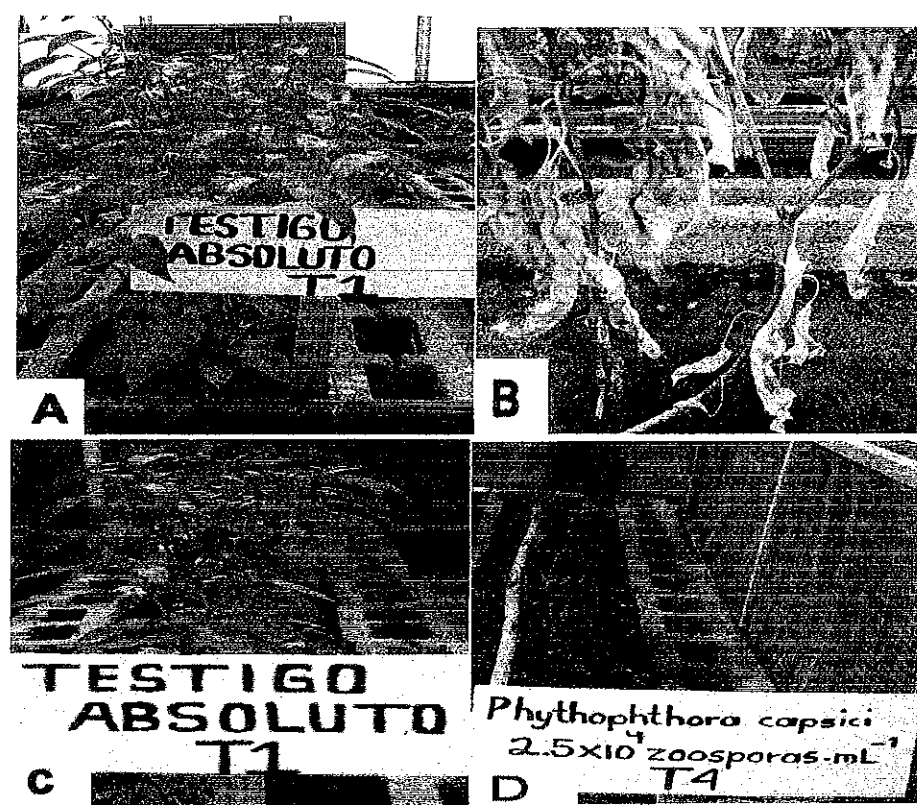


Figura 4. Sintomatología inducida por *Phytophthora capsici* en Chile jalapeño en invernadero A) Testigo absoluto sin síntomas de marchitez en suelo franco-arenoso; B) Plantas con constricciones y pudrición de raíces inoculadas con *Phytophthora capsici* a los 30 días después de la inoculación (ddi) en suelo franco-arenoso C) Plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso, D) Plantas con alta incidencia alta (86%) de la enfermedad, los 60 ddi en suelo franco, los síntomas presentes pudrición de raíz pudrición de raíz, cuello, marchitez y muerte de plantas.

4.2. Identificación de *Fusarium oxysporum*

El hongo inoculado y reaislado de las plantas de chile jalapeño con síntomas de marchitez parcial o total, se identifico nuevamente como *Fusarium oxysporum* de acuerdo con Booth (1971), debido a que presento características morfológicas que se describen a continuación: micelio de color rosado a blanco, fialides cortas, microconidios abundantes, clamidosporas y macroconidios puntiagudos en sus extremos con cuatro a seis septas, los cuales se formaron en medio PDA solido y arcilla agar; la presencia de fiálides cortas separan a *F. oxysporum* de *F. solani* y la producción de clamidosporas lo diferencian de *F. moniliforme* (Ayvar-Serna, 1988) (Figura 5).

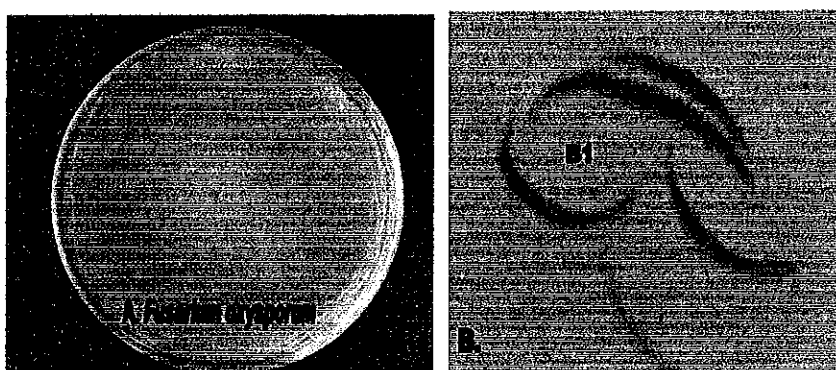


Figura 5. Características culturales y morfológicas de *Fusarium oxysporum*: A) Crecimiento "In Vitro" de *F. oxysporum* en medio papa-dextrosa-agar (PDA); B1 macroconidios

4.2.1. Prueba de patogenicidad

Los síntomas originados por *Fusarium oxysporum* en la marchitez del chile jalapeño a los 10 días después de la inoculación (ddi) en suelo franco y franco-arenoso, fueron: amarillamiento (clorosis) de las hojas inferiores, hojas muertas adheridas a la planta, raíces con zonas necrosadas, detención de crecimiento. El incremento de la incidencia (70%) de plantas con síntomas considerables fueron hasta los 60 ddi en suelo franco-arenoso ocasionando marchitez generalizada, colapso y muerte de plantas; mientras que en suelo franco el incremento de la incidencia a los 60 ddi fue hasta 66.6% induciendo clorosis, pudrición húmeda de raíces, marchitez y muerte de plantas (Figura 6). Los síntomas antes mencionados concuerdan con los descritos por Cepeda, (1984), Agrios, (1991) y Reche, (1991) quienes mencionaron que es comun el ataque en el tejido vascular, pero que sin embargo, no ocasiona perdidas considerables al menos que la

temperatura del suelo y aire sean óptimas durante gran parte de la estación para que se presente caída de hojas inferiores, coloración pardo oscura en raíz y tallo que corresponde a lesiones externas que estrangulan al tallo gradualmente debido a una pudrición húmeda de la raíz, la cual termina con el desprendimiento de la epidermis y una excreción de goma.



Figura 6. Sintomatología causada por *Fusarium oxysporum* en chile jalapeño en invernadero A) Plantas libres de la enfermedad en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso; B) Marchitez y muerte de plantas de chile jalapeño a los 60 días después de la inoculación; C) plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco; D) Clorosis, marchitez y muerte de plantas a los 60 ddi.

4.3. Identificación de *Rhizoctonia solani*

El patógeno inoculado y reaislado de plantas de chile jalapeño con síntomas de pudriciones de raíz y cuello, se identificó como *R. solani* con la ayuda de las claves propuestas por Sneh *et al.*, (1991), debido a que dicho aislamiento presentó micelio con crecimiento rápido de color gris-claro en cultivos jóvenes y café-oscuro al envejecer, ramificaciones de hifas aproximadamente en ángulo recto de 90 grados, con una constricción en la unión de las ramificaciones cerca

de su sitio de origen, micelio relativamente grueso y formación de una gran cantidad de microesclerocios, las características concuerdan con las que fueron descritas para *Rhizoctonia solani* por Parmeter y Whitney (1970) (Figura 7).

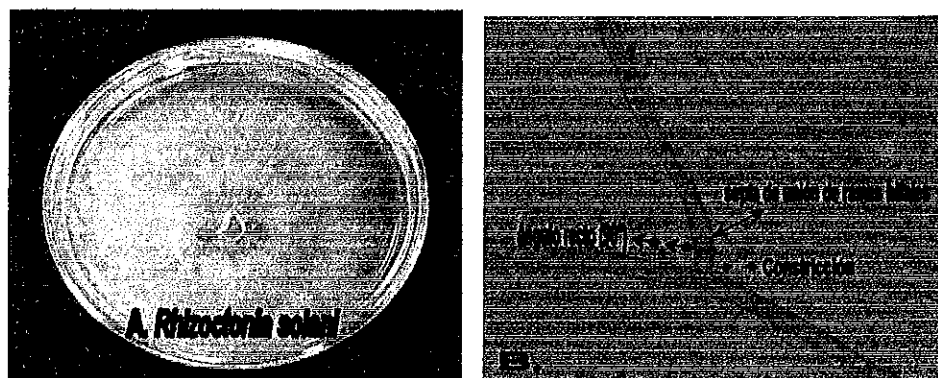


Figura 7. Características culturales y morfológicas de *Rhizoctonia solani*: A) crecimiento "In Vitro" de *R. solani* en medio papa-dextrosa-agar (PDA); B) hifa de *Rhizoctonia*

4.3.1. Prueba de patogenicidad

El comportamiento de los síntomas inducidos por *R. solani* en la marchitez del chile jalapeño fue igual en suelo franco y franco-arenoso desde los 10 a los 40 ddi, los síntomas causados fueron mas notables en suelo franco debido a que se presento una detención del crecimiento, clorosis en hojas, lesiones húmedas y hundidas de color rojizo, mientras que en suelo franco-arenoso indujo lesiones húmedas y hundidas de color rojizo, clorosis. La incidencia de marchitez y muerte de las plantas en suelo franco fue de 46.6%, y en suelo franco-arenoso de 66.6%, observandose marchitez general de las plantas y muerte de las mismas a los 50 ddi (Figura 8). Estos síntomas inducidos por *R. solani* coinciden con los descritos por Agrios, (1999), quien mencionó que si las condiciones son favorables, las infecciones se extienden y adquieren un aspecto hundido llegando a cubrir la base del tallo y destruir raíces y como consecuencia hace que la planta se debilite o se acentué un amarillamiento. En plantas de más de 15 cm de altura ocasiona marchitez y en las raíces se observan áreas necróticas. Así mismo, síntomas similares fueron descritos por Rangel y Acosta, (2005) en plantas de chile manzano (*Capsicum pubescens*), observando reducción drástica en el crecimiento de las plantas, clorosis de follaje, así como pudriciones rojizas en el cuello de las plantas.

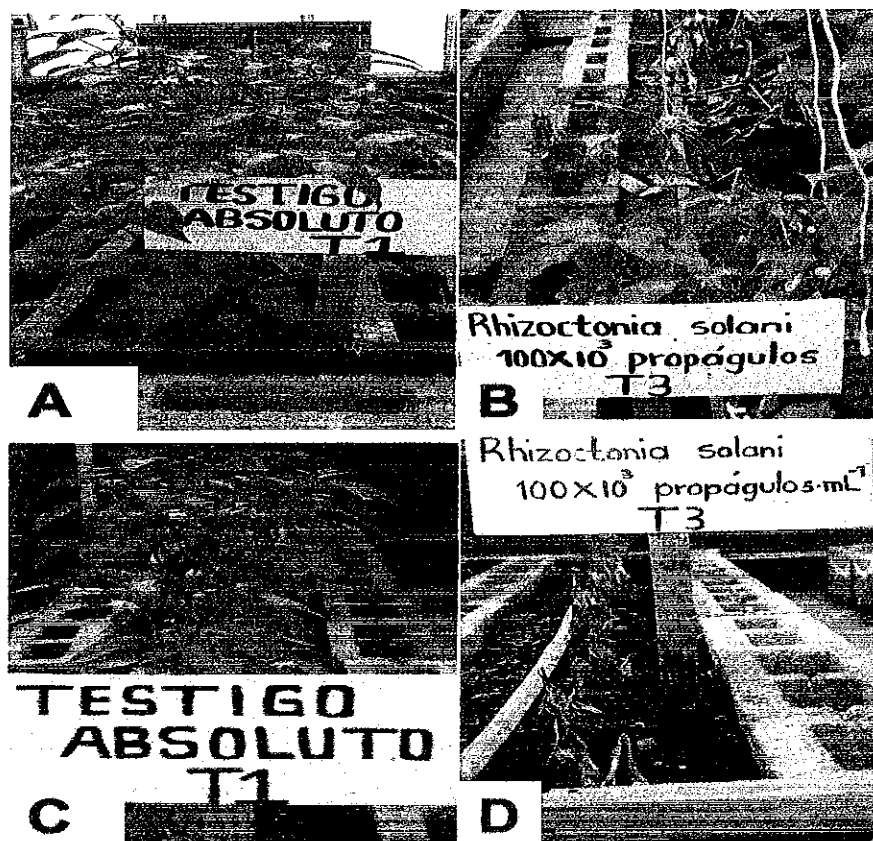


Figura 8. Sintomatología causada por *Rhizoctonia solani* en chile jalapeño en invernadero A) Plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso; B) Pudrición rojiza de raíz, cuello, marchitez y muerte de plantas de chile a los 50 días después de la inoculación; C) Plantas libres de la marchitez del chile en el testigo absoluto en suelo franco; D) Detención del crecimiento, clorosis y pudrición de raíces y muerte de plantas de chile a los 50 ddi.

4.6. Prueba de patogenicidad de la mezcla de hongos (*Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*)

Los síntomas inducidos por la aplicación conjunta de *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* a los 10 ddi fueron: obscurecimiento del cuello, constricción del cuello a nivel del sustrato, reblandecimiento y necrosis de la raíz, hasta que a los 40 ddi la incidencia de la marchitez del chile se incremento entre 46 y 50% en suelo franco así como en suelo franco-arenoso. La mayoría de los síntomas antes mencionados coinciden con los observados en el tratamiento donde se inoculo a *P. capsici* en forma individual en chile jalapeño en suelo franco y franco-arenoso, esto se puede deber a que *P. capsici* presento un periodo de incubación mas

corto que los demás hongos y por lo consiguiente causó una mayor muerte de plantas de chile jalapeño en un tiempo mas corto (Figura 9).

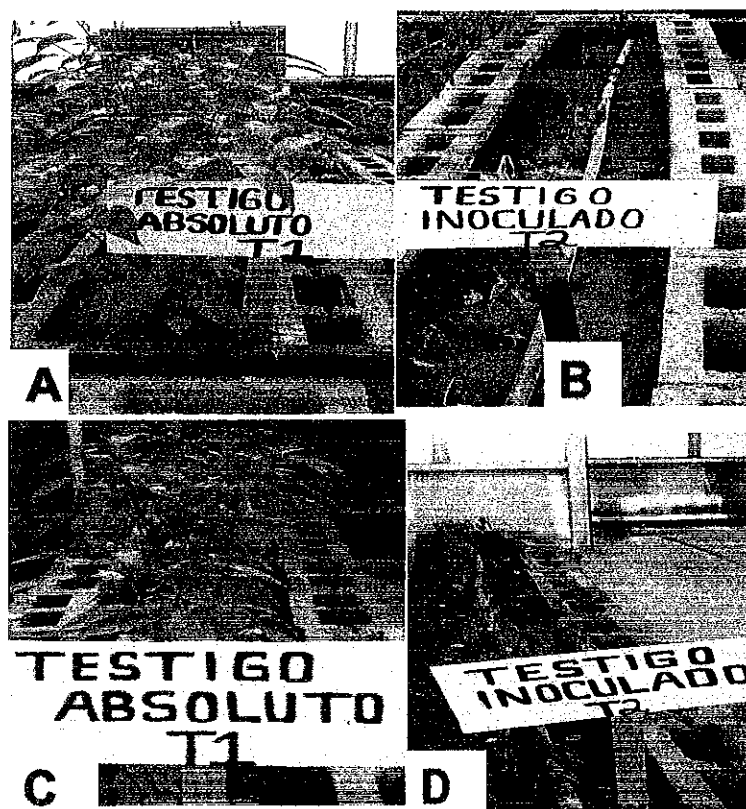


Figura 9. Sintomatología causada por la mezcla de hongos (*Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*) en chile jalapeño en invernadero; A) Plantas sanas en el testigo absoluto en suelo franco-arenoso; B) reblandecimientos, necrosis de raíces, constricción del cuello y muerte de plantas a los 60 días después de la inoculación en suelo franco-arenoso; C) Plantas libres de enfermedad en suelo franco; D) Plantas con pudrición de raíces, detención del crecimiento, clorosis y muerte de plantas a los 50 ddi.

4.4. Periodo de incubación suelo franco y franco-arenoso

La agresividad de *P. capsici* y *R. solani* en plantas de chile jalapeño var. M a los 10 días después de la inoculación, en comparación con las plantas inoculadas con *F. oxysporum* y la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) se debió a que *P. capsici* mostró un periodo de incubación de 3 días, mientras que *R. solani* manifestó los primeros síntomas a los 4 días. Los fungicidas Previcur Energy 840 SL (propamocarb & fosetilato) a la dosis de 2.5 mL·L⁻¹ de

agua, Folicur 250 EW (tebuconazole) a dosis $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y Vigold (fluoxastrobin) a la dosis de $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ mantuvieron a las plantas de chile jalapeño var. M inoculadas con $25,000 \text{ zoosporas}\cdot\text{mL}^{-1}$ con aislamiento de *P. capsici*, $3,000,000 \text{ conidios}\cdot\text{mL}^{-1}$ con aislamientos de *F. oxysporum* y $100,000 \text{ propagulos}\cdot\text{mL}^{-1}$ del aislamiento de *R. solani* y con la mezcla de los mismos, libres de la marchitez del chile durante 10, 20 30, 40, 50, 60 y 70 días después de tres aplicaciones de dichos fungicidas (datos registrados) y libres de la enfermedad hasta por mas de 120 días con tres aplicaciones de dichos fungicidas (datos visuales no registrados) (Cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. Período de incubación y días libres de enfermedad en el cultivo de chile jalapeño var M en suelo franco en invernadero

Tratamiento	días después de la inoculación (ddi)							Eficacia
	10	20	30	40	50	60	70	
1. Testigo absoluto								
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	3.33 c	3.33 bc	26.67 a	46.67 a	76.67 ab	83.33 a	100.00 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	20.00 ab	23.33 a	30.00 a	36.67 a	66.67 b	76.67 a	96.67 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	23.33 a	26.67 a	36.67 a	50.00 a	86.67 a	86.67 a	100.00 a	
	13.33 abc	16.67 ab	26.67 a	40.00 a	63.33 b	70.00 a	93.33 a	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	6.67 bc	6.67 bc	6.67 b	6.67 b	6.67 c	6.67 b	6.67 b	93.33
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold + Previcur Energy + Folicur)	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b	100
r^2	0.83	0.84	0.92	0.93	0.98	0.98	0.99	
C.V	68.73	67.30	38.06	35.35	19.03	17.86	13.80	
D.M.S	14.79	16.65	15.56	20.54	18.43	18.64	17.67	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 6. Periodo de incubación y días libres de enfermedad en el cultivo de chile jalapeño var. M en suelo franco-arenoso en invernadero

Tratamientos	días después de la inoculación (ddi)						Eficacia
	10	20	30	40	50	60	70
1. Testigo absoluto	0.00 b	0.00 b	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 b
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	3.33 b	6.67 b	26.67 b	50.00 ab	86.67 a	90.00 a	96.67 a
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	23.33 a	26.67 a	26.67 b	36.67 bc	46.67 b	66.67 b	100.00 a
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	26.67 a	33.33 a	40.00 a	53.33 a	80.00 a	83.33 a	100.00 a
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	6.67 b	10.00 b	16.67 c	26.67 c	53.33 b	66.67 b	100.00 a
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	0.00 b	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 b
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	0.00 b	0.00 b	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 b
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 b	0.00 b	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 b
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold + Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	0.00 b	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 b
r^2	0.86	0.95	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99
C.V	79.06	40.72	23.62	25.19	20.15	14.12	4.36
D.M.S	15.30	10.07	8.38	13.55	17.34	13.97	5.59

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.4. Incidencia y eficacia de los fungicidas en la marchitez del chile jalapeño en suelo franco

4.4.1 Evaluación # 1 (12 de Julio de 2007)

Las plantas inoculadas con *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* indujeron las incidencias mayores de la marchitez del chile jalapeño con 23.3, 20.0 y 13.3% respectivamente, a los 10 días después de la inoculación (ddi), sin presentar diferencias significativa entre dichos hongos, sin embargo si se apreciaron diferencias estadísticas entre las plantas inoculadas con *P. capsici* y *R. solani* (sin aplicación de los respectivos fungicidas; tratamientos 3 y 4) con respecto a las tratadas con Previcur Energy y Vigold (tratamientos 6 y 7) respectivamente, quienes mostraron las incidencias de la marchitez menores o nulas lo cual coincide con Burkc, (1968), quien mencionó que la pudrición causada por *Fusarium* es más grave en suelos más compactos debido al contacto estrecho entre las plantas y el suelo. Aunque la razón más importante por la que se cree que la incidencia de la marchitez fue mayor en donde se inocularon los hongos en forma individual y con respecto a la mezcla, es que en esta última pudo existir competencia de ataque (estomas, lenticelaso rompimiento de barreras de proteccion de la cutícula por enzimas) inicial entre los tres hongos inoculados (Redondo, 1986 y Smith, 1988). Así mismo, es importante señalar que el porcentaje de incidencia de la marchitez del chile fue nula en donde se aplicaron los fungicidas Vigold 480 SC ($0.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) y Folicur ($0.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) y en la mezcla de los tres fungicidas. Por lo que dichos fungicidas controlaron en un 100% a sus hongos respectivos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 1 (12/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 c	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	3.33 c	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	20.00 ab	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	23.33 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	13.33 abc	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 c	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	6.67 bc	71.4
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur	0.00 c	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 c	100
r^2	0.83	
C.V	68.73	
D.M.S	14.79	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.4.2. Evaluación # 2 (22 de Julio de 2007).

Las plantas de chile que mostraron las incidencias mayores de la marchitez del chile jalapeño a los 20 ddi, fueron las inoculadas con *Phytophthora* (26.6%), *Rhizoctonia* (23.3%) y *Fusarium* (16.6%) sin fungicidas, sin observarse diferencias estadísticas entre estos hongos. Sin embargo si hubo diferencias significativas entre las plantas antes señaladas con respecto a las plantas inoculadas con cada uno de los hongos y tratadas con su fungicida respectivo (*Phytophthora* + Previcur Energy, *Fusarium* + Folicur y *Rhizoctonia* + Vigold), ya que las plantas inoculadas con *P. capsici* y tratadas con Previcur Energy sólo mostraron una incidencia de 6.67%, mientras que las inoculadas con *Fusarium* y *Rhizoctonia* y tratadas con Folicur y Vigold respectivamente no mostraron síntoma alguno de la enfermedad. Lo anterior indicó que *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* fueron controlados con eficacias de 75, 100 y 100% con sus fungicidas respectivos.. Los datos obtenidos en este experimento fueron inferiores para el manejo de *Phytophthora* con la dosis de Previcur Energy (2 mL L^{-1}) utilizada por Reyes, (2006) en plantas de pepino en invernadero. (Cuadro 8). El comportamiento anterior de Previcur Energy se puede deber a que el fosetilato estimula las reacciones de defensa de las plantas (Agrios, 1986), por ello el efecto no fue de inmediato, pero una vez que los sistemas de defensa de las plantas de chile jalapeño actuaron, el manejo de la marchitez fue mejorando a través del tiempo.

Cuadro 8. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 2 (22/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 c	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	3.33 bc	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	23.33 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	26.67 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	16.67 ab	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 c	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (Propamocarb & fosetilato)	6.67 bc	75
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 c	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 c	100
r ²	0.84	
C.V	67.30	
D.M.S	16.65	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.4.3. Evaluación # 3 (01 de Agosto de 2007).

La incidencia mayor de la marchitez del chile a los 30 ddi se observó en las plantas inoculadas con *Phytophthora* (36.67%), *Rhizoctonia* (30.00%), *Fusarium* (26.67%) y la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*) (26.67%) y sin fungicidas, sin apreciarse diferencias significativas entre dichos tratamientos, pero si fueron diferentes estadísticamente al testigo absoluto (0%), así como a las plantas inoculadas con cada uno de los hongos y en mezcla y tratadas con los fungicidas correspondientes Previcur Energy ($2.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$), Folicur ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$) y Vigold 480 SC ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$), tanto en forma individual como en mezcla contra los tres patógenos. Por lo que las plantas inoculadas con *P. capsici* y tratadas con Previcur Energy sólo mostraron una incidencia de 6.67%, mientras que las inoculadas con *Fusarium* y *Rhizoctonia* y tratadas con Folicur y Vigold respectivamente, y las inoculadas con los tres hongos y tratadas con los tres fungicidas no mostraron síntoma alguno de la enfermedad. Lo anterior indicó que *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* tanto en forma individual como en mezcla fueron controlados con eficacias de 81.8, 100, 100 y 100%. Los datos de eficacia del Previcur energy son inferiores a los reportados por Reyes, (2006) a los 30 días después de la inoculación a una dosis de ($2 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$) en plantas de calabaza. Lo anterior se pudo deber a que en suelo franco, la penetración e infección de las plantas son mas cortos, debido a que en este tipo de suelo favorece el desarrollo

de la enfermedad por la humedad alta y temperaturas frescas (Mendoza, 1996) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 3 (01/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 b	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	26.67 a	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	30.00 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	36.67 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	26.67 a	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	6.67 b	81.81
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	100
r²	0.92	
C.V	38.06	
D.M.S	15.56	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.4.4. Evaluación # 4 (11 de Agosto de 2007).

La incidencia mayor de la marchitez del chile a los 40 ddi, fue mayor en las plantas de chile inoculadas con *Phytophthora* (50%), mezcla de hongos (46.6%), *Fusarium* (40%) y *Rhizoctonia* (36.6%) y sin fungicidas, sin evidenciar diferencias estadísticas entre ellos. Sin embargo, la incidencia observada en plantas antes señaladas si fue diferente significativamente a la incidencia encontrada en las plantas inoculadas con dichos hongos, pero tratadas con Previcur Energy (2.5 mL·L⁻¹), la mezcla de los tres fungicidas, Folicur (0.5 mL·L⁻¹) y Vigold (0.5mL·L⁻¹), a tal grado que solo las plantas inoculadas con *P. capsici* y tratadas con Previcur Energy mostraron una incidencia del 6.6%, mientras que las tratadas con la mezcla de los fungicidas y con Folicur y Vigold no permitieron el desarrollo de la enfermedad. Lo anterior indico que *Phytophthora*, la mezcla de los tres hongos, *Fusarium* y *Rhizoctonia* se controlaron en 86.6, 100, 100, y 100 % respectivamente (Cuadro 10). Los datos de eficacia de previcur Energy es inferior a los reportados por Reyes, (2006) quien utilizó la dosis de (2 mL·L⁻¹) en el cultivo de calabaza a los 40 días después de la inoculación. El comportamiento de la eficacia de Previcur Energy se pudo deber a que el hongo tiene respuestas diferentes a dicho fungicida en suelos con diferentes texturas y pH (Singh, 1999).

Cuadro 10. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 40 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 4 (11/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 b	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	46.67 a	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	36.67 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	50.00 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	40.00 a	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	6.67 b	86.66
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Folicur</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	100
r^2	0.93	
C.V	35.35	
D.M.S	20.54	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.4.5. Evaluación # 5 (21 de Agosto de 2007)

Los porcentajes de incidencia de la marchitez del chile jalapeño mayores y diferentes significativamente a los 50 días después de la inoculación se observaron en las plantas inoculadas con *Phytophthora* (86.6%) y la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) con un 76.6%, *Rhizoctonia* (66.6%) y *Fusarium* (63.3%) y sin fungicidas con respecto a las plantas inoculadas con dichos hongos, pero tratadas con Previcur Energy ($2.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$), la mezcla de los tres fungicidas, Folicur ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$) y Vigold ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$), encontrándose que solo las plantas inoculadas con *P. capsici* y tratadas con Previcur Energy mostraron una incidencia del 6.6%, mientras que las tratadas con la mezcla de los fungicidas, Folicur y Vigol no permitieron el desarrollo de la enfermedad. Traduciéndose en controles de 92.3, 100, 100, y 100 % para *P. capsici*, la mezcla de los tres hongos, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani* respectivamente (Cuadro 11). El comportamiento del manejo de *P. capsici* con Previcur Energy fue inferior a lo reportado por Reyes, (2006) quien utilizó una dosis de $2 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ en plantas de pepino en invernadero, a los 50 días después de la inoculación en plantas de calabaza en invernadero (Cuadro 11). Lo anterior se pudo deber a que el control más eficaz de la marchitez causado por dicho hongo es cuando los fungicidas se aplican de manera preventiva, con respecto a la curativa (Fernandez, 2006).

Cuadro 11. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 50 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 5 (21/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 c	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Ph</i> y <i>Fusarium</i>)	76.67 ab	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	66.67 b	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	86.67 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	63.33 b	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 c	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	6.67 c	92.30
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 c	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 c	100
r^2	0.98	
C.V	19.03	
D.M.S	18.43	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$).

4.4.6. Evaluación # 6 (31 de Agosto de 2007)

Los porcentajes de incidencia mayores de la marchitez del chile jalapeño se observaron en las plantas inoculadas con *Phytophthora* (86.7%) y la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) con un 83.3%, *Rhizoctonia* (76.7%) y *Fusarium* (70%) sin tratamiento fungicida a los 60 días después de la inoculación. Estas incidencias fueron diferentes estadísticamente con respecto a los observados en las plantas inoculadas con dichos hongos y tratadas con Previcur Energy ($2.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$), la mezcla de los tres fungicidas, Folicur ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$) y Vigold ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$), así como al testigo absoluto. Apreciándose que las plantas de chile inoculadas con *P. capsici* y tratadas con Previcur Energy solo mostraron una incidencia de la marchitez muy baja (6.7%), mientras que las tratadas con la mezcla de los hongos y fungicidas, *F. oxysporum* + Folicur y *R. solani* + Vigold no permitieron el desarrollo de la marchitez del chile. Lo cual indico que *P. capsici*, la mezcla de los tres hongos, *Fusarium* y *Rhizoctonia* fueron controlados en 92.3, 100, 100, y 100 % respectivamente (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 6 (31/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 b	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	83.33 a	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	76.67 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	86.67 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	70.00 a	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	6.67 b	92.30
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	100
r^2	0.98	
C.V	17.86	
D.M.S	18.64	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.4.7. Evaluación # 7 (10 de Septiembre de 2007)

La muerte total de las plantas de chile jalapeño inoculadas con *Phytophthora capsici* (100%) y con la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) (100%) ocurrió a los 70 días después de la inoculación, así mismo, las incidencias finales inducidas por *Rhizoctonia* y *Fusarium* fueron de 96 y 93.3%, no apreciándose diferencias estadísticas entre dichos hongos, pero dichas incidencias si fueron diferentes significativamente a las observadas en las plantas de chile inoculadas con dichos hongos, pero tratadas con los fungicidas Previcur Energy (2.5 mL·L⁻¹), la mezcla de los tres fungicidas, Folicur (0.5 mL·L⁻¹) y Vigold (0.5mL·L⁻¹), así como al testigo absoluto. Por lo que las plantas de chile inoculadas con *P. capsici* y tratadas con Previcur Energy evidenciaron una incidencia de la marchitez muy baja (6.7%) y las tratadas con la mezcla de los hongos y fungicidas, *F. oxysporum* + Folicur y *R. solani* + Vigold no permitieron el desarrollo de la marchitez del chile. Por lo que finalmente se evidencio que *P. capsici*, la mezcla de los tres hongos, *Fusarium* y *Rhizoctonia* se controlaron en 93.3, 100, 100, y 100 % respectivamente (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 70 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco en la evaluación # 7 (10/09/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 b	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	100.00 a	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	96.67 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	100.00 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	93.33 a	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	6.67 b	93.33
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	100
r^2	0.99	
C.V	13.80	
D.M.S	17.67	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.5. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño en suelo franco en invernadero.

Phytophthora capsici fue el patógeno que presentó la incidencia mayor de la marchitez del chile durante todas las fechas de evaluación. La incidencia inducida por la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) se incrementó agresivamente a partir de los 30 días después de la inoculación. La agresividad de los patógenos fue más evidente a partir de los 50 días después de la inoculación, ya que rebasaron el 50% de daño. La muerte total de las plantas ocurrió hasta los 70 días y solo en las plantas inoculadas con *P. capsici* y con la mezcla de los hongos (Fig 10).

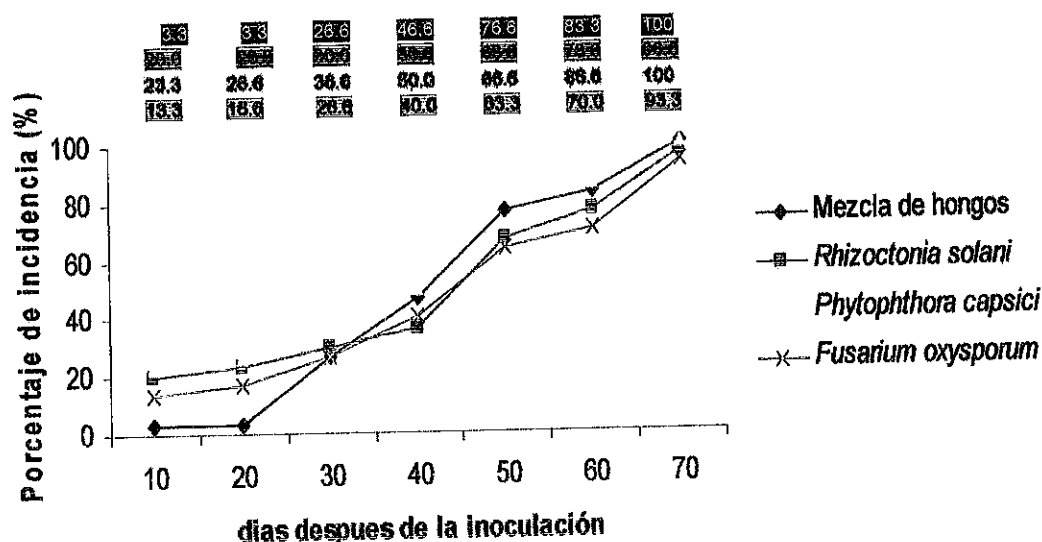


Figura 10. Comportamiento temporal de los diferentes patógenos que inducen la marchitez del chile jalapeño en suelo franco.

4.6. Evaluación de altura, diámetro y rendimiento de plantas de chile jalapeño en suelo franco.

La altura mayor de las plantas de chile se presentó en el testigo absoluto (32.6 cm), siendo estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos. La menor altura de plantas de chile jalapeño la presentó el tratamiento inoculado con *Rhizoctonia solani* (14.8 cm), demostrándose así que dicho hongo afecta a dicho parámetro. Las dosis de los fungicidas evaluados por separado y en mezcla (Previcur, Vigold y Folicur), brindando una protección excelente, reflejándose en una altura mayor de las plantas de chile, en contraste con las plantas en donde se inocularon los hongos *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* y sin fungicidas, evidenciándose una disminución considerable de la altura (Figura 11). Esto se pudo deber a los modos de acción de cada fungicida. El propamocarb impide la formación de la membrana celular del hongo, afectando el crecimiento micelial y la producción de esporas. Mientras que el fosetilato afecta la germinación y penetración del hongo dentro de la planta, la esporulación y el crecimiento micelial, y estimulando las defensas naturales de la planta como fitoalexinas y compuestos fenólicos (Bayer, 2006); el tebuconazole posee una translocación dentro de la planta y en el hongo inhibiendo la biosíntesis del ergosterol. La reducción de los niveles de ergosterol en el micelio del hongo ocasiona que las membranas fúngicas no se puedan formar y el crecimiento se detenga (Köller, 1992; Kuck et al., 1995). El fluoxastrobin dentro de la célula fungosa se encarga

de la inhibición de la respiración mitocondrial en el complejo III (Qol-Star) inhibidores fuera de la Quinona, por lo tanto la mezcla ofrece eficacia y rentabilidad debido a una protección más completa desde el inicio del cultivo hasta la cosecha (Cuadro 14).

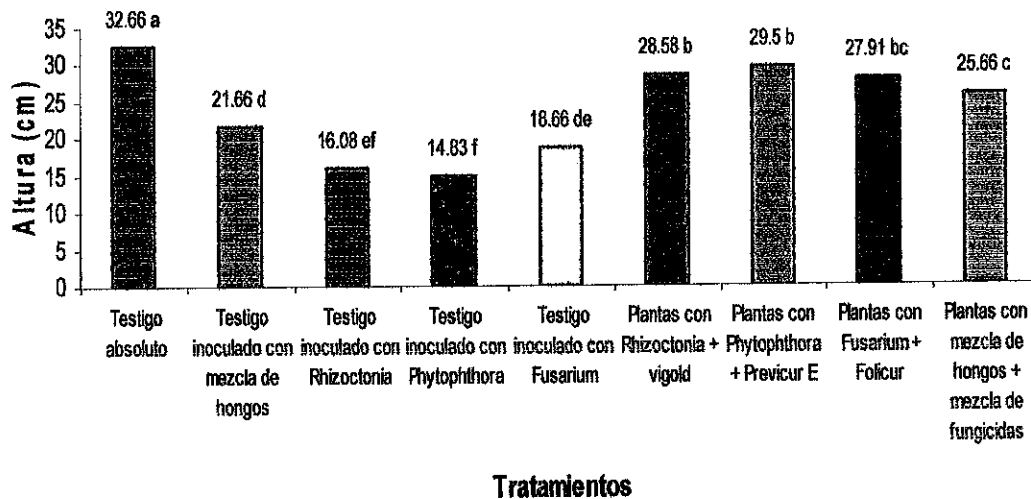


Figura 11. Altura final (cm) de las plantas de chile jalapeño a los 70 días después de la inoculación en suelo franco.

El mejor tratamiento que presento el diámetro mayor de tallo en plantas de chile jalapeño fueron las plantas inoculadas con la mezcla de hongos y tratadas con la mezcla de fungicidas y las plantas inoculadas con *Phytophthora capsici* y tratadas con Previcur Energy, sin embargo fueron iguales estadísticamente entre ellos y diferentes a los demás tratamientos. El diámetro obtenido en estos tratamientos se puede deber a que los fungicidas fueron altamente eficaces en el control de los patógenos debido a los modos de acción (sistémicos) de cada fungicida que brindaron protección en las etapas más susceptibles del cultivo, para que este lograra un buen desarrollo fenológico de las plantas (Cuadro 14).

Las plantas de chile inoculados con la mezcla de hongos y tratados con la mezcla de fungicidas mostraron el rendimiento mayor y diferente estadísticamente a con respecto a los demás tratamientos. Esto se puede deber a que los fungicidas ofrecieron una excelente protección, desde la primera aplicación (2 horas después de la inoculación), debido a que los fungicidas tienen movimiento sistémico dentro de las plantas y conservan sus efectos dentro de ellas (Cuadro 14), permitiendo que las plantas se mantuvieran sanas hasta por más 120 días.

Cuadro 14. Comparación de medias del altura, diámetro y rendimiento en el suelo franco, en plantas inoculadas con *R. solani*, *P. capsici*, *F. oxysporum* y tratadas con los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW.

Tratamientos	Altura	Diámetro	Rendimiento
1. Testigo absoluto	32.66 a	0.34 ab	8.16 cb
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	21.25 d	0.27 bcd	1.83 de
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	16.08 ef	0.22 cd	2.41 de
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	14.83 f	0.20 d	0.00 e
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	18.66 de	0.22 cd	4.00 cde
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	28.58 b	0.34 ab	8.50 bc
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	29.50 b	0.38 a	10.58 b
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	27.91 bc	0.30 abc	6.75 bcd
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	25.66 c	0.40 a	16.08 a
r^2	0.98	0.86	0.92
C.V	4.04	12.10	27.08
D.M.S	2.80	0.10	5.09

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.7. Incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas en suelo franco-arenoso

4.7.1. Evaluación # 1 (12 de Julio de 2007)

Las plantas inoculadas con *P. capsici* causaron la incidencia mayor de la marchitez del chile (26.67%) a los 10 días después de la inoculación (ddi), siendo mayor y diferente significativamente a *Fusarium oxysporum* y a la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*); sin embargo fue igual estadísticamente a *Rhizoctonia solani* (23.33%). El echo de que *Phytophthora* y *Rhizoctonia* hayan presentado mayor incidencia en relación a la mezcla de hongos, se pudo deber a que se presento una competencia entre hongos, en los eventos de penetración, crecimiento y alimento (nutrientes), esto quizás se debe a que dichos hongos poseen más de un mecanismo de penetración; raíz, aberturas naturales, heridas, estomas (Agrios, 1991; Smith, 1988; Mendoza, 1996). Los resultados de incidencia, inducidos por *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici* fueron inferiores a los reportados por Rangel, (2006) en el cultivo de chile manzano en suelo de monte y tierra negra en invernadero. Así mismo, es importante recalcar que el porcentaje de incidencia de la marchitez del chile fue nula y diferente significativamente en las plantas inoculadas con los hongos *P. capsici* y *R. solani* y tratadas con los fungicidas Previcur Energy (2.5 L·ha⁻¹) y

Vigold 480 SC ($0.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) a los 10 días después de la inoculación con respecto a las plantas inoculadas con *Phytophthora* y *Rhizoctonia* (tratamiento 4 y 3) sin fungicidas (Cuadro 15). Traduciéndose en controles de *Phytophthora* y *Rhizoctonia* tanto en forma individual como en mezcla del 100% con dichos fungicidas. Estos resultados para el caso de *P. capsici* fueron iguales a los encontrados por Aldana, (2006) y Torres, (2006) en el cultivo de chile jalapeño y jitomate var. Rio grande en invernadero respectivamente, con el mismo fungicida pero a una dosis mayor ($3 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$). El control excelente de dicho fungicida se puede atribuir al modo de acción del propamocarb, quien impide la formación de la membrana celular del hongo, afectando el crecimiento micelial y la producción de esporas y que el fosetilato afecta la germinación y penetración del hongo dentro de la planta, la esporulación y el crecimiento micelial, y estimula las defensas naturales de la planta como fitoalexinas y compuestos fenólicos (Bayer, 2006).

Cuadro 15. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 1 (12/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 b	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	3.33 b	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solana</i>	23.33 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	26.67 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	6.67 b	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb+fosetilato)	0.00 b	100
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	100
r^2	0.86	
C.V	79.06	
D.M.S	15.30	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$).

4.7.2. Evaluación # 2 (22 de Julio de 2007).

Rhizoctonia solani y *Phytophthora capsici* causaron la incidencia mayor de la marchitez del chile, sin diferencias estadísticamente entre ellos con 33.3 y 26.7% respectivamente, pero diferentes estadísticamente a *Fusarium oxysporum* y a la

mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*). Esto se puede deber a que *Phytophthora* tiene un periodo de incubación muy corto y su ataque más frecuente es dirigido a nivel de cuello de las plantas de chile (Mendoza, 1990), por otra parte *Rhizoctonia* tiene un crecimiento hifal muy rápido y penetra e invade directamente al tejido (De la Garza 1996). Así mismo, es importante señalar que los síntomas inducidos por *P. capsici* correspondieron a plantas con necrosis en suelo, marchitez y muerte. Mientras que para *R. solani*, las plantas solo mostraron amarillamiento y una altura menor con respecto al testigo absoluto. El porcentaje de incidencia de la marchitez inducida por *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani*, fueron inferiores a los reportados por Rangel, (2006) a los 20 días después de la inoculación, en plantas de chile manzano en suelo de monte y tierra negra. Por otra parte el porcentaje de incidencia de la marchitez del chile fue nula y diferente significativamente en las plantas inoculadas con los hongos *P. capsici* y *R. solani* y tratadas con los fungicidas Previcur Energy (2.5 L·ha⁻¹) y Vigold 480 SC (0.5 L·ha⁻¹) y en la mezcla de los mismos a los 20 días después de la inoculación, en comparación con las plantas inoculadas con *Phytophthora* y *Rhizoctonia* (tratamientos 4 y 3) (Cuadro 16). Traduciéndose en controles de *Phytophthora* y *Rhizoctonia* tanto en forma individual como en mezcla del 100% con dichos fungicidas. Los datos de incidencia obtenidos de *P. capsici* fueron superiores a los reportados por Aldana, (2006) y Torres, (2006) en chile jalapeño y jitomate var. Río grande en invernadero respectivamente, utilizando una dosis mayor (3 mL·L⁻¹) del mismo fungicida, esta diferencia de control del fungicida, se pudo deber a que en los experimentos realizados por Aldana y Torres, fue aplicado 2 horas antes de la inoculación del hongo.

Cuadro 16. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 2 (22/07/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 b	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	6.67 b	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	26.67 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	33.33 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	10.00 b	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	0.00 b	100
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	100
r ²	0.95	
C.V	40.72	
D.M.S	10.07	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.7.3. Evaluación # 3 (01 de Agosto de 2007)

Las plantas de chile inoculadas con *P. capsici* causaron la incidencia mayor de la marchitez del chile (40.0%) a los 30 días después de la inoculación siendo diferente estadísticamente con respecto a las plantas inoculadas con la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) (26.6%), *Rhizoctonia* (26.6%) y *Fusarium* (16.6%). Dichos resultados fueron inferiores a los reportados por Rangel, (2006) inducidos por *Phytophthora capsici* en chile manzano en invernadero. Mientras que el porcentaje de incidencia de la marchitez del chile fue nula y diferente significativamente en las plantas inoculadas con los hongos *P. capsici*, *F. oxysporum*, *R. solani* y los tres hongos en mezcla y tratadas con los fungicidas Previcur Energy (2.5 L·ha⁻¹), Folicur (0.5 L·ha⁻¹), Vigold 480 SC (0.5 L·ha⁻¹) y con la mezcla de los tres fungicidas a los 30 días después de la inoculación, en comparación con las plantas inoculadas con dichos hongos inoculados individualmente y en mezcla pero sin tratamiento con fungicidas (Cuadro 17), convirtiéndose en controles de *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* tanto en forma individual como en mezcla del 100% con dichos fungicidas. La incidencia inducida por *Phytophthora capsici* en chile jalapeño en este estudio fue superior a los resultados obtenidos por Aldana, (2006) y Torres, (2006) en el cultivo de chile jalapeño y jitomate var. Río grande en invernadero respectivamente, a una dosis mayor (3 mL·L⁻¹) del mismo fungicida. La razón posible de que *Phytophthora capsici* haya presentado una incidencia mayor en

relación a los de más tratamientos, se puede deber a que el hongo causa los daños mayores en la época de floración (Mendoza, 1990).

Cuadro 17. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 3 (01/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 d	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	26.67 b	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	26.67 b	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	40.00 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	16.67 c	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 d	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	0.00 d	100
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 d	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 d	100
r^2	0.97	
C.V	23.62	
D.M.S	8.38	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.7.4. Evaluación # 4 (11 de Agosto de 2007)

La incidencia mayor de la marchitez del chile jalapeño a los 40 días después de la inoculación la presentaron las plantas inoculadas con *Phytophthora* (53.3%), mezcla de hongos (50%), no habiendo diferencias estadística entre ambos tratamientos, pero si fueron diferentes estadísticamente a *Rhizoctonia* (36.6%) y *Fusarium* (26.6%). El porcentaje de incidencia de la marchitez del chile fue nula y diferente significativamente en las plantas inoculadas con los hongos *P. capsici*, *F. oxysporum*, *R. solana* y con la mezcla de los tres hongos, pero tratadas con los fungicidas Previcur Energy ($2.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$), Folicur ($0.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$), Vigold 480 SC ($0.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) y la mezcla de los mismos, a los 40 días después de la inoculación, con respecto a las plantas inoculadas con los hongos individualmente y en mezcla y sin tratarse con fungicidas (Cuadro 18). Lo anterior indico que *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* inoculados en forma individual como en mezcla fueron controlados en 100% con los fungicidas antes mencionados. En el caso particular de *Phytophthora capsici* en chile jalapeño la incidencia fue superior a los reportados por Aldana, (2006) y Torres, (2006) en el cultivo de chile jalapeño y jitomate var. Río grande en invernadero respectivamente, tratadas con el mismo fungicida y a una dosis mayor ($3 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$). Lo anterior se pudo deber a que las

plantas de chile jalapeño en este experimento, se encontraban en la etapa de floración e inicio de fructificación, siendo esta la etapa más susceptible por los altos índices de requerimientos de nutrientes que extrae del suelo para tener un buen amarre de frutos (Mendoza, 1990).

Cuadro 18. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 40 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 4 (11/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 d	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	50.00 ab	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	36.67 bc	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	53.33 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	26.67 c	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 d	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	0.00 d	100
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 d	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigol+Previcur Energi + Folicur)	0.00 d	100
r^2	0.97	
C.V	25.19	
D.M.S	13.55	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.7.5. Evaluación # 5 (21 de Agosto de 2007)

Las plantas inoculadas con la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) y *P. capsici* indujeron la incidencia mayor de la marchitez hasta los 50 días después de la inoculación en plantas de chile jalapeño con incidencias de 86.6 y 80% respectivamente. Dichos tratamientos fueron iguales estadísticamente y diferentes significativamente en relación a los tratamientos inoculados con *Fusarium* (53.3%) y *Rhizoctonia* (46.6%). La incidencia de la marchitez del chile fue nula y diferente significativamente en las plantas inoculadas con los hongos *P. capsici*, *F. oxysporum*, *R. solani* y con la mezcla de los mismo, pero tratadas con los fungicidas Previcur Energy (2.5 L·ha⁻¹), Folicur (0.5 L·ha⁻¹), Vigold 480 SC (0.5 L·ha⁻¹) y con la mezcla de los tres, a los 50 días después de la inoculación, en comparación con las plantas inoculadas de manera individual y en mezcla con dichos hongos, pero sin fungicidas (Cuadro 19). Traduciéndose en controles de *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* tanto en forma individual como en mezcla del 100% con los fungicidas antes referidos. El control de *Phytophthora capsici* en chile jalapeño fueron superiores a los reportados por Aldana, (2006) y Torres,

(2006) en el cultivo de chile jalapeño y jitomate var. Río grande en invernadero respectivamente, quienes utilizaron una dosis mayor (3 mL L⁻¹) y mismo fungicida.

Cuadro 19. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 50 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 5 (21/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 c	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	86.67 a	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	46.67 b	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	80.00 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	53.33 b	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 c	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarp & fosatilato)	0.00 c	100
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 c	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 c	100
r^2	0.98	
C.V	20.15	
D.M.S	17.34	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.7.6. Evaluación # 6 (31 de Agosto de 2007)

Las plantas inoculadas con la mezcla de hongos (*Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) y *P.capsici* ocasionaron la incidencia mayor con incidencias del 90 y 83.3% respectivamente a los 60 días después de la inoculación, sin presentar diferencias estadística entre ambos tratamientos, pero si fueron diferentes a *Fusarium oxysporum* (66.6%) y a *Rhizoctonia solani* (66.7%). Dichos resultados de incidencia fueron inferiores con respecto a los obtenidos por Rangel, (2006) en la mezcla de hongos y plantas inoculadas con *Phytophthora capsici* en el cultivo de chile manzano (*Capsicum pubescens*) en invernadero, a los 66 días después de la inoculación. El comportamiento anterior se pudo deber a que, cuando el ataque es principalmente a la raíz, se produce una marchitez repentina, hasta matar a la planta, sin que el follaje se vuelva amarillo, principalmente ocasionado por *P. capsici*, ya que este hongo destruye el xilema y floema, lo que impide el paso de agua y nutrientes al follaje de la planta y ocasiona finalmente la muerte (Black *et al.*, 1993; Arcos *et al.*, 1998; Ramírez, 1998). La incidencia de la marchitez del chile fue nula y diferente significativamente en plantas inoculadas con *P. capsici*, *F. oxysporum*, *R. solani* y con la mezcla de los mismos, pero

tratadas con los fungicidas Previcur Energy (2.5 L·ha⁻¹), Folicur (0.5 L·ha⁻¹), Vigold 480 SC (0.5 L·ha⁻¹) y con la mezcla de los tres prooductos, a los 60 días después de la inoculación, en comparación con las plantas inoculadas con dichos hongos en forma individual como en mezcla, pero sin fungicidas (Cuadro 20). Por tanto, *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* tanto en mezcla como en forma individual fueron controlados en 100% con dichos fungicidas.

Cuadro 20. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 60 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 6 (31/08/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 c	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	90.00 a	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	66.67 b	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	83.33 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	66.67 b	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 c	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy	0.00 c	100
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 c	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 c	100
<i>r</i> ²	0.99	
C.V	14.12	
D.M.S	13.97	

*Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey (P ≤ 0.05).

4.7.7. Evaluación # 7 (10 de Septiembre de 2007).

La incidencia en las plantas inoculadas con *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* y la mezcla de los mismos fueron estadísticamente iguales debido a que a los 70 días después de la inoculación indujeron la marchitez total de todas las plantas de chile jalapeño (100%), a excepcion de la mezcla (96.7%). La marchitez del chile jalapeño fue nula y diferente significativamente en plantas inoculadas con *P. capsici*, *F. oxysporum*, *R. solani* y con la mezcla de los mismos y tratadas con los fungicidas Previcur Energy (2.5 L·ha⁻¹) Folicur (0.5 L·ha⁻¹), Vigold 480 SC (0.5 L·ha⁻¹) y con la mezcla de los tres fungicidas, a los 70 días después de la inoculación, con respecto a las plantas inoculadas con dichos hongos tanto en mezcla como en forma individual, pero sin fungicidas (Cuadro 10). Traduciéndose en controles de *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia* en mezcla y de forma individual del 100% con los fungicidas antes citados. La muerte total de las

plantas se pudo deber a que las plantas de chile jalapeño se encontraban en el inicio de madurez de frutos. Lo anterior coincide con Romero, (1994) y Mendoza, (1996) quienes señalaron que los síntomas de *P. capsici* son mas notorios después de la floración, causando la perdida total del cultivo, con lo anterior el uso de los fungicidas, a dosis e intervalos de aplicación evaluados en este experimento en plantas de chile jalapeño en invernadero, demostraron ser un excelente método de manejo de la marchitez del chile inducida por *P. capsici*, *F. oxysporum* y *R. solani* (Cuadro 21).

Cuadro 21. Comparación de medias del porcentaje de incidencia de la marchitez del chile jalapeño y eficacia de los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW a los 70 días después de la aplicación de los tratamientos en suelo franco-arenoso en la evaluación # 7 (09/10/07), para el manejo de la marchitez del chile.

Tratamientos	Incidencia (%)	Eficacia Abbott (%)
1. Testigo absoluto	0.00 b	
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	96.67 a	
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	100.00 a	
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	100.00 a	
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	100.00 a	
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	0.00 b	100
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	0.00 b	100
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	0.00 b	100
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	0.00 b	100
r^2	0.99	
C.V	4.36	
D.M.S	5.59	

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.7.8. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño en suelo franco-arenoso en invernadero

Phytophthora capsici fue el patógeno que presento la incidencia mayor durante los primeros 40 días después de la inoculación (Figura 12), presentándose plantas enfermas de manera constante, sin embargo de los 40 a los 50 días la enfermedad fue más agresiva. Esto se pudo deber a que el periodo de penetración (1 a 4 horas) e incubación (3 a 6 días) fueron muy cortos para este patógeno (Ezziyyani *et al.*, 2005), esto en comparación con los otros patógenos evaluados en el experimento. La mezcla de hongos presento la incidencia más alta a partir de los 50 días después de la inoculación, mientras que *Fusarium* y *Rhizoctonia* presentaron síntomas ligeros (clorosis, enanismo) hasta los 40 días después de la inoculación, sin embargo a partir de los 40 a los 70 días la

enfermedad fue mas explosiva, llegando al 100% de incidencia a los 70 días después de la inoculación. En síntesis la etapa más susceptible de acuerdo a la grafica es a partir de los 50 días (floración y amarre de frutos), ya que es cuando los patógenos causaron las incidencias mayores, debido a que en esta etapa fenológica del cultivo gasta y demanda mucha energía en la absorción de nutrientes, por lo que, es conveniente realizar las medidas preventivas de control desde la etapa de crecimiento del cultivo (10 ddi) para evitar pérdidas económicas considerables (Cuadro 22)

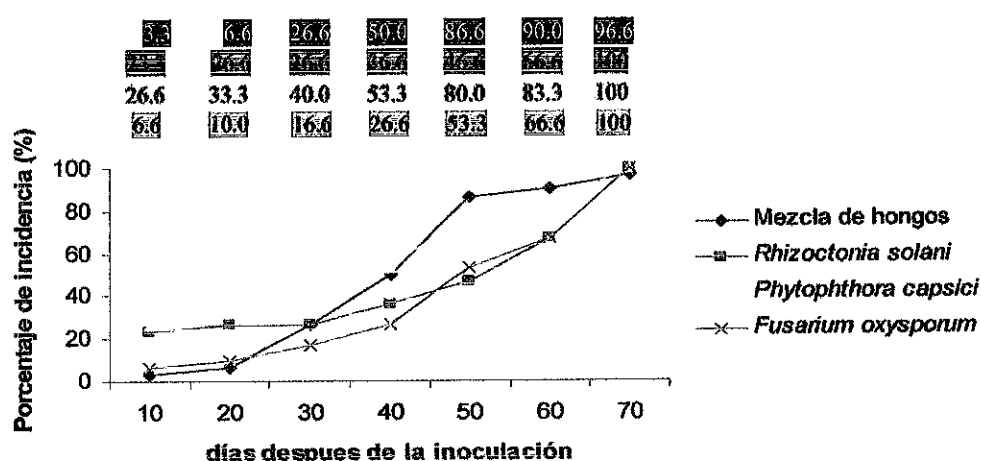


Figura 12. Comportamiento temporal de los diferentes patógenos que inducen la marchitez del chile jalapeño en suelo franco-arenoso.

4.7.9. Evaluación de variables altura, diámetro y rendimiento de plantas de chile jalapeño en suelo franco-arenoso

La altura mayor de las plantas de chile jalapeño se presento en los tratamientos testigo absoluto y la mezcla de hongos+mezcla de fungicidas, ya que fueron estadísticamente iguales y diferentes con respecto al resto de los tratamientos (Figura 13), a excepción de las plantas inoculadas con *P. capsici* y tratadas con Previcur Energy. El resto de los tratamientos no tuvieron diferencia significativa entre ellos debido a que fueron estadísticamente iguales. Lo cual se puede atribuir a que algunos fungicidas actúan como reguladores de crecimiento tal es el caso del Folicur, que ha sido objeto de estudios en otros ensayos compactando el tamaño de las plantas y otros como estimulantes del crecimiento. Estos resultados en comparación con los encontrados por Rangel, (2006) fueron similares para el caso de las plantas tratadas con biocontroladores 44 cm en chile

manzano y 43 cm en plantas de chile jalapeño inoculadas con mezcla de hongos + mezcla de fungicidas (Vigold+Previcur+Folicur) (Cuadro 13).

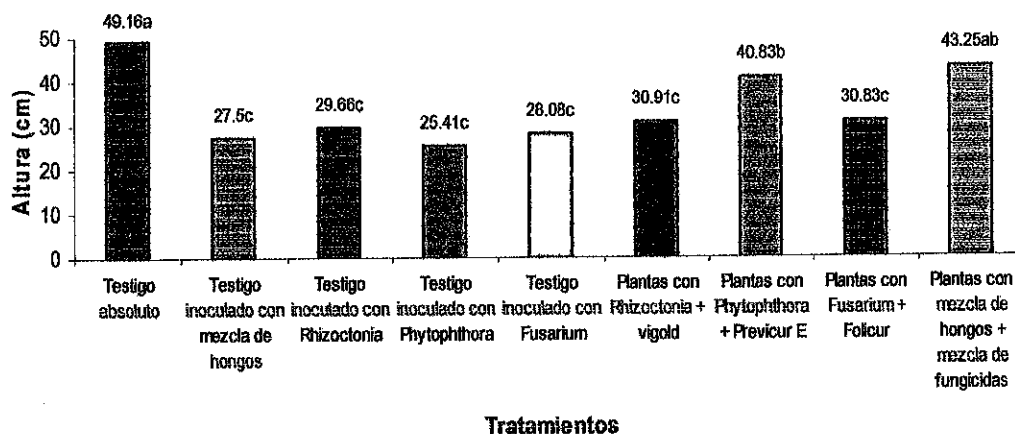


Figura 13. Altura final (cm) de las plantas de chile jalapeño a los 70 días después de la inoculación en suelo franco-arenoso.

Los mejores tratamientos que presentaron el diámetro mayor del tallo en plantas de chile jalapeño fueron: el testigo absoluto, *Phytophthora capsici*+Previcur Energy y las plantas inoculadas con la mezcla de hongos+mezcla de fungicidas, ya que fueron estadísticamente iguales y diferentes a los demás tratamientos. Este vigor se puede deber a que los fungicidas fueron altamente eficaces en el control de los patógenos, debido a los modos de acción (sistémicos) de cada fungicida que brindaron protección en las etapas más susceptibles del cultivo (Cuadro 22).

La mezcla de hongos+mezcla de fungicidas, testigo absoluto y *Phytophthora capsici*+Previcur Energy presentaron los rendimientos mayores, ya que fueron estadísticamente iguales y diferentes con respecto a los demás tratamientos. Esto se puede deber a que los fungicidas ofrecieron una protección excelente, desde la primera aplicación (2 horas después de la inoculación), debido a que los fungicidas tienen movimiento sistémico dentro de las plantas y conservan sus efectos dentro de ellas (Bayer, 2006) (Cuadro 22).

Cuadro 22. Comparación de medias de altura, diámetro y rendimiento de plantas inoculadas con *Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y tratadas con los fungicidas Vigold 480 SC, Previcur Energy 840 SL y Folicur 250 EW en suelo franco-arenoso

Tratamientos	Altura	Diámetro	Rendimiento
1. Testigo absoluto	49.16 a	0.57 a	24.91 ab
2. Testigo inoculado con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>)	27.50 c	0.17 d	1.08 e
3. Testigo inoculado con <i>Rhizoctonia solani</i>	29.66 c	0.52 ab	16.25bcde
4. Testigo inoculado con <i>Phytophthora capsici</i>	25.41 c	0.35 c	7.83 de
5. Testigo inoculado con <i>Fusarium oxysporum</i>	28.08 c	0.35 c	10.58 cde
6. Plantas inoculadas con <i>Rhizoctonia solani</i> + Vigold (fluoxastrobin)	30.91 c	0.40 bc	10.66 cde
7. Plantas inoculadas con <i>Phytophthora capsici</i> + Previcur Energy (propamocarb & fosetilato)	40.83 b	0.57 a	21.58 abc
8. Plantas inoculadas con <i>Fusarium oxysporum</i> + Folicur (tebuconazole)	30.83 c	0.40 bc	12.58bcde
9. Plantas inoculadas con mezcla de hongos (<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Fusarium</i>) + (Vigold+Previcur Energy + Folicur)	43.25 ab	0.60 a	26.08 a
r^2	0.94	0.99	0.84
C.V	7.58	12.52	30.60
D.M.S	7.48	5.03	12.99

Valores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente de acuerdo a tukey ($P \leq 0.05$).

4.8. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño causada por *Phytophthora capsici* en suelo franco y franco-arenoso.

La incidencia inducida por *Phytophthora capsici* a los 50 días después de la inoculación (ddi) fue mayor numericamente en el suelo franco, ya que ocurrió la muerte de 53.3% de las plantas, mientras que en suelo franco-arenoso fue de 50%. El incremento de la enfermedad superior al 80% se dio a los 60 ddi. La mortalidad del 100% en suelo franco y franco-arenoso ocurrió hasta los 70 ddi (Figura 14). Este comportamiento de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño en invernadero, se puede deber a que la infección puede estar presente desde la etapa de plántula, pero el problema principal se observa con mayor agresividad en la época de floración (Mendoza, 1990). Otro factor que juega un papel importante en el desarrollo epidémico rápido de la enfermedad es el inoculo primario existente en el suelo (Mendoza, 1993).

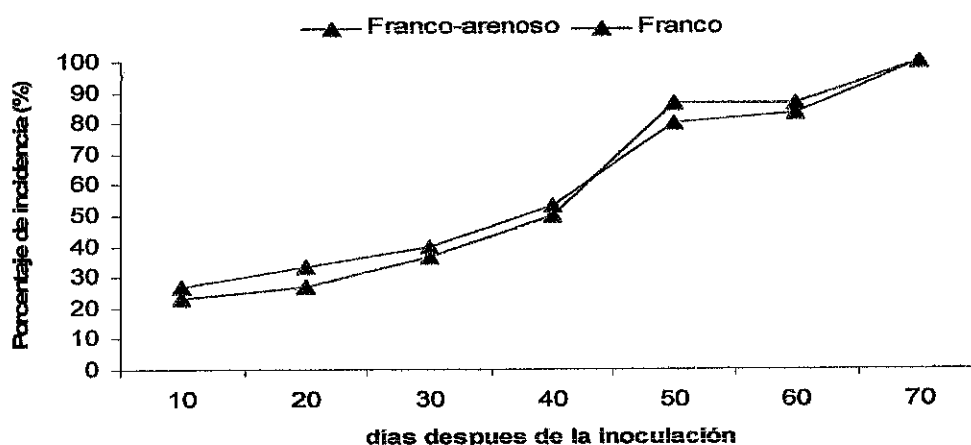


Figura 14. Comportamiento de la incidencia de *Phytophthora capsici* a los 70 días después de la inoculación, en suelo franco y franco-arenoso.

4.9. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez del chile jalapeño inducido por *Fusarium oxysporum* en suelo franco y franco-arenoso.

La incidencia de plantas con marchitez inducida por *F. oxysporum* en suelo franco fue mayor numéricamente en casi todas las fechas de evaluación con respecto a la incidencia observada en el suelo franco-arenoso. Por ello es de suma importancia utilizar variedades resistentes y aplicaciones de manera preventiva de fungicidas, siendo estos, el único método práctico de control de la enfermedad en campo en forma preventiva para el manejo de dicho hongo, ya que con un conidio en la planta es suficiente para que el patógeno penetre en ella y se desarrolle, propague interna y externamente al resto del cultivo, haciendo que la prevención de la infección y su posterior control con fungicidas de contacto sean prácticamente imposibles. Así mismo este patógeno vive saprófiticamente en el suelo de un terreno casi por tiempo indefinido, haciendo que su control mediante rotación de cultivos y otras prácticas de cultivo sean imprácticos o ineficaces (Agrios, 1999) (Figura 15).

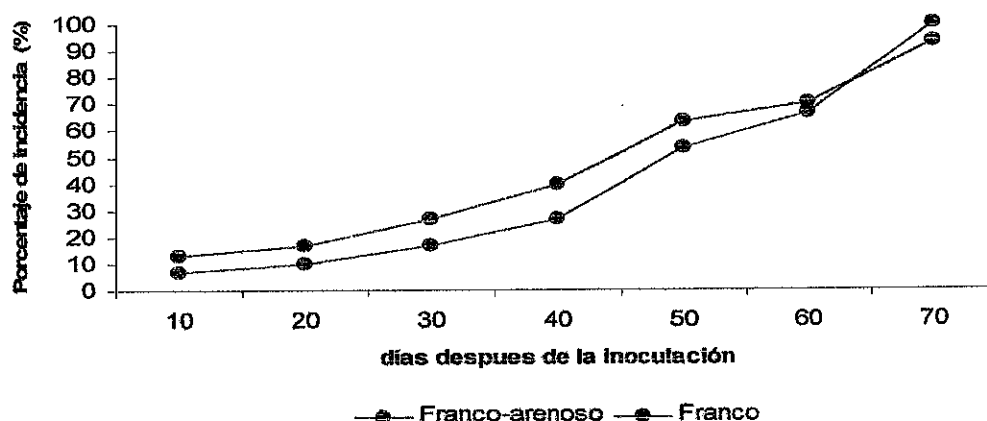


Figura 15. Comportamiento de la incidencia de *Fusarium oxysporum* a los 70 días después de la inoculación, en suelo franco y franco-arenoso.

4.10. Comportamiento temporal de la incidencia de la marchitez chile jalapeño causado por *Rhizoctonia solani* del chile jalapeño en suelo franco y franco-arenoso.

La incidencia inducida por *Rhizoctonia solani* durante los primeros 40 días después de la inoculación, tuvo un comportamiento similar tanto en suelo franco como en suelo franco-arenoso, debido a que presentaron incidencias del 36.6%. El incremento de la incidencia más agresivo de la marchitez del chile jalapeño fue a partir de los 50 días después de la inoculación, habiendo diferencias numericas evidentes entre el suelo franco con incidencias de 66.6%, con respecto al suelo franco-arenoso donde ocurrieron daños de 46.6% (Figura 16), esto se pudo deber a que en el suelo franco hay menos espacios poroso, por lo que las partículas de suelo están mas compactas entre si, permitiendo retener por más tiempo a la humedad y temperatura adecuadas, para la infección (Mendoza, 1990).

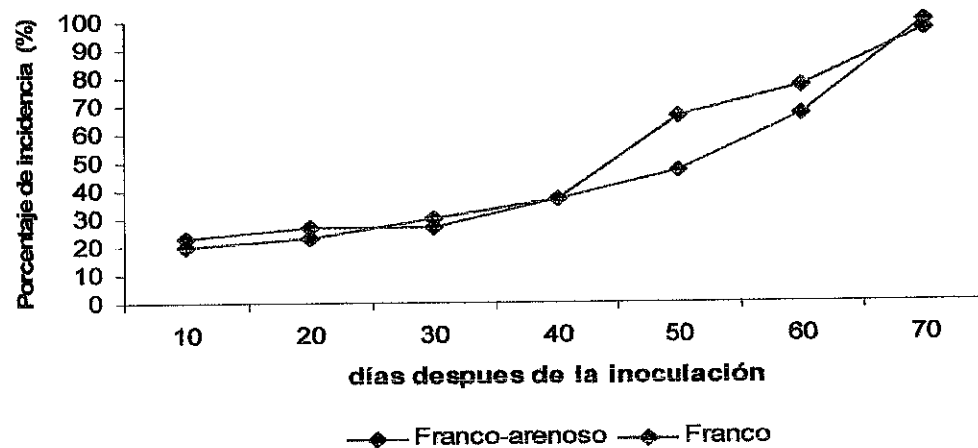


Figura 16. Comportamiento de la incidencia de *Rhizoctonia solani* a los 70 días después de la inoculación, en suelo franco y franco-arenoso.

5. CONCLUSIONES

Se confirmó que los agentes causales de la marchitez del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L) fueron: *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora capsici* y *Fusarium oxysporum*.

Phytophthora capsici causó pudrición de cuello, detención del crecimiento en suelo franco, necrosis de raíz, marchitez a partir de los 10 días de inoculación (ddi) con una incidencia superior en 3% y muerte total de las plantas a los 70 ddi.

Fusarium oxysporum produjo clorosis, marchitez generalizada, hojas muertas adheridas a las plantas a los 10 ddi, y finalmente colapso y mortalidad del 100% de las plantas de chile jalapeño a los 70 ddi.

Rhizoctonia solani ocasionó amarillamiento generalizado (10 ddi), lesiones hundidas de color rojizo y muerte de plantas de chile jalapeño a los 60 ddi.

Los periodos de incubación de *P. capsici*, *R. solani* y *F. oxysporum* fueron de 3, 4 y 6 días respectivamente, observándose los síntomas siguientes: pudrición negra del cuello y marchitez, pudrición hundida café-rojiza del cuello ligera, clorosis ligera, pudrición de cuello, esporulación blanca y hojas basales amarillas.

Previcur Energy 840 SL (propamocarb & fosetilato) aplicado al manejo de *P. capsici*, presentó la mayor altura, diámetro y rendimiento en suelo franco y franco-arenoso 29 cm, 0.38 cm y 10.5 frutos; 40.8 cm, 0.57 cm y 21.5 frutos respectivamente, en las plantas de chile jalapeño.

El Previcur Energy 840 SL (propamocarb & fosetilato: 2.5 mL L⁻¹) aplicado a los 0, 15 y 30 ddi en plantas de chile jalapeño en invernadero inoculadas con *P. capsici*, no permitió el desarrollo de la enfermedad, traduciéndose en eficacias de control de 100 y 93.3% a los 70 ddi en suelo franco-arenoso y franco.

El fungicida Vigold 480 SC (fluoxastrobin: $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$) aplicado a los 0, 15 y 30 ddi, en plantas de chile jalapeño inoculadas con *R. solani* en invernadero no permitio la presencia de la enfermedad, reflejandondose en eficacias de control del 100% a los 70 ddi en suelo franco y franco-arenoso.

El Folicur 250 EW (tebuconazole: $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$) aplicado a los 0, 15 y 30 ddi, en plantas de chile jalapeño inoculadas *F. oxysporum* en invernadero, evito el desarrollo de la enfermedad, lo cual se tradujo en eficacias de control del 100%, a los 70 ddi, en ambos tipos de suelo.

La mezcla de fungicidas (Previcur, Folicur y Vigold) aplicados a las mismas dosis a los 0, 15 y 30 ddi, en plantas de chile jalapeño inoculadas con los tres hongos *P. capsici*, *R. solani* y *F. oxysporum* en invernadero, no permitieron el desarrollo de la enfermedad, traduciendo en controles del 100% de dichos hongos a los 70 ddi en suelo franco y franco-arenoso.

Ninguno de los fungicidas (Previcur $2.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$, Folicur $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y Vigold $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$) evaluados en el cultivo de chile jalapeño en suelo franco y franco-arenoso en invernadero provocaron fitotoxicidad.

6. LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of the insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18:265 - 267.
- Agrios, N. G. 1989. Fitopatología. Tercera reimpresión. Versión española. Guzmán O. M. (traductor). Ed. Limusa. Méx. D. F. 756 p.
- Agrios, N.G. 1999. Fitopatología. Editorial Limusa. Cd. de México. 756 p.
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., y Blackwell, M. 1996. Introductory Mycology. Cuarta edición. John Wiley & Sons, Inc. New York, U. S. A. 869 p.
- Anaya, R. S. 1999. Catarinitas y picudos que atacan a las hortalizas en México. *In: Hortalizas: plagas y enfermedades*. Anaya R. S., Romero N., Jesús *et al.* (eds.) Ed. Trillas. México. pp 218 - 254.
- Anónimo. 1998. Anuario estadístico de la producción agrícola en los estados Unidos Mexicanos. [Http://www.Sagar.com.mx](http://www.Sagar.com.mx).
- Anónimo. 1999. Anuario estadístico de la producción agrícola en los Estados Unidos Mexicanos. SAGAR. Centro de estadística agropecuaria. D.F. México.
- Arcos, C. G., Hernández, H. J., Uriza, A. D., Pozo, C. O., y Olivera, S. A. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 24. Tlapacoyan, Ver. México. 206 p.
- Baeza, L. J. C. 1997. Producción de chile pimiento tipo bell (*Capsicum annuum* L.) en hidroponia bajo invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 62 p.
- Black, L. L., Green, S. K., Hartaman, G. L., and Poulos, J. M. 1993. Enfermedades del chile: una guía de campo. Traducción por Villalón, B.,

- Köller, W. 1992. Antifungal agents with target sites in sterol function and biosynthesis. pp. 119-205. In: target sites of Fungicides Action. Köller, W. (Ed.) CRC Press, Boca Raton, Florida. 325 p.
- Kuck, K. H.; Scheinpflug, H.; Puntzen, R. 1995. DMI fungicides. pp.205-258. In: Modern Selective Fungicides: Properties, Applications, Mechanisms of Action. Lyrn, H. (Ed.). VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany. 421 p.
- Klotz, L. V., Nelson, P. E. & Toussoun, T. A. 1998. A medium for enhancement of clamydospore formation in *Fusarium* species. Mycologia: 15:108 - 109.
- Long, S. J., Álvarez, M., y Camarena A.1998. El placer del chile. Editorial Clio, libros y videos, S. A de C. V. México D.F. 93 p.
- Long, S. J., y Pozo, C. O. 1984. Huella histórica, situación actual y líneas de investigación. In: Presente y pasado del chile en México. Laborde C. J. A. y Pozo C. O. (eds.) Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Publicación especial 85. pp 8 - 25.
- Maynar, D. 1995. Pepper production in Florida. Vegetable Production Guide for Florida. pp. 205 - 207.
- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades fungosas de las hortalizas: Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo Méx. pp. 85 - 89.
- Mendoza, Z. C. 2000. Fungicidas para el manejo de enfermedades en hortalizas. In: Temas selectos en fitosanidad y producción de hortalizas. Bautista M. N., Suárez V. A., y Morales G. O. (eds.) Colegio de Postgraduados. Montecillo, méx. pp 118 - 127.
- Morales, H. L. 2000. Rango de hospedante de *Esclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, aislado de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ram). Tesis de maestría, colegio de postgraduados, Montecillos, México. 52 p.

- Nelson, P. E. 1991. History of *Fusarium systematics*. *Phytopathology* 81:1045 - 048.
- Nuez, V. N.; Gil, O. R.; Costa, G. J. 1996. El cultivo de pimiento chiles y ajíes. Madrid, España. Edit. Mundi-prensa. 607 pp.
- Núñez, H. R. 1999. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) mediante riego por cintilla bajo dos regímenes de humedad y acolchado plástico. Tesis de Licenciatura. Ing. Agr. En Sistemas Agrícolas de Zonas Áridas. URUZA-Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo., México. 61 p.
- Parmeter, J. R., y Whitney, H. S. 1970. Taxonomi and nomenclature of the imperfect state. In: *R. solani*; biology and phatology. Parmeter, J. R. (Ed) University of California Pres. United Status of America. Pp. 7-13.
- Pérez, M. L.; Salinas, G. J. y Medina L. O. 1990. Control genético y químico de la marchitez del chile (*Capsicum annum* L.) causado por el hongo *Phytophthora capsici* Leo., en la región de Irapuato, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 8 (1) pp. 71 - 76.
- Pozo C. O. y Bujanos M. R. 1980. Guía para cultivar chile serrano en la región de las huastecas. SARH. Circular CIAGON Núm. 2/80. Tampico, Tams., México. 35 p.
- Priyamont, A.; Yotani, Y.; Hattori, K.; Kageyama, K. and Hyakumachi, M. 2001. Caracterización of *Rhizoctonia* spp. Causing root and stem rot miniature rose. *Plant Dis.* 85: 1200 - 1205.
- Rangel, J. V. A. 2006. Determinación, Patogenicidad y Biocontrol de la pudrición de raíz, cuello y marchitez del chile manzano (*Capsicum pubescens* R & P). Tesis maestría. Departamento Parasitología agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. 84 p.

- Ramírez, V. J. 1998. Enfermedades fungosas del cultivo de chile. *In*: Enfermedades de las hortalizas. Cruz O. J. *et al.* (eds.) Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán Rosales, Sinaloa, México. pp 89 - 91.
- Ramírez, V. J. y Romero, C. S. 1980. Supervivencia de *Phytophthora capsici* Leo., agente causal de la marchitez del chile. *Agrociencia* 39:9-18.
- Redondo, J. E. 1990. Resistencia genética a la marchitez de *Phytophthora capsici* Leo. En chile. *In*: Memoria Simposio. Resistencia genética a enfermedades en cultivos de importancia en México. Delgadillo S.F. (ed.). INIFAP, SARH, CONACYT. 76 p.
- Reyes, P. M. M. A. 2006. Inóculo y manejo químico de la pudrición de raíz y cuello (*P. capsici* Leo) en los cultivos de pepino (*Cucumis sativus* L) var. Turbo y calabacita (*Cucumis pepo* L) var. grey zucchini, en invernadero. Tesis Parasitología, Chapingo, Mexico. 78 p.
- Ristaino, J. B. and Johnston, S. A. 1999. Suppression of *Phytophthora* blight in bell pepper by a no-till wheat cover crop. *Phytopathology* 87: 242 - 249.
- Romero, C. S. 1994. Hongos fitopatógenos. Segunda reimpresión. Universidad Autónoma Chapingo. 347 p.
- Sherf, F. A. y Macnab, A. A. 1986. Vegetable diseases and their control. Segunda Edición. John Wiley and Sons. New York, Estados Unidos de Norteamérica. 727 p.
- Sneh, B. A, L., and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species ADS PREES the American. Phytopathological Society St. Paul. Minesota, Estados Unidos de Norte América. 133 p.
- Stefanova, M.; Sandoval, I.; Fernadez, A. 1995. Compatibilidad entre cepas de *Thichoderma* spp. y agentes biopesticidas, biofertilizantes y bioestimulantes. Informe técnico de investigación, INISAV. 8 p.

- Tlapal, B. B. 2000. Características de las enfermedades fungosas en cultivos hortícolas. *In: Temas selectos en fitosanidad y producción de hortalizas.* Bautista M. N., Suárez V. A. y Morales G. O. (eds.) Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp 106 - 117.
- Valadez, L. A. 1989. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. México, D. F. 298 p.
- Valadez, L. A. 1990. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa. México. 298 p.
- Velásquez, V. R. y Medina, A. M. 2003. Pudrición de la raíz del chile (*C. annuum* en el norte y centro de México. Ed. Limusa. México. 51 p.
- Zapata, N. M.; Bañón A. S y Cabrera F. P. 1992. El pimiento para pimiento. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. 17 p.
- Zavaleta, M. E. 1999. Especie de nematodos que dañan hortalizas. *In: Hortalizas: plagas y enfermedades.* Anaya R. S., Romero N., Jesús *et al.* (eds.) Ed. Trillas. México. pp 63 - 78.
- Zepeda, S. M. 1984. Revisión bibliográfica de las enfermedades causadas por *Fusarium* sp. Dpto. de Parasitología Agrícola, UAAAN. Saltillo, Coahuila. pp 72 - 74.
- Waterhouse, G.M. 1963. The genus *Phytophthora* de Bary. Mycol. Pap. 122: 1-59. Updated on Jun 08, 2006

7. ANEXO (FIGURAS)

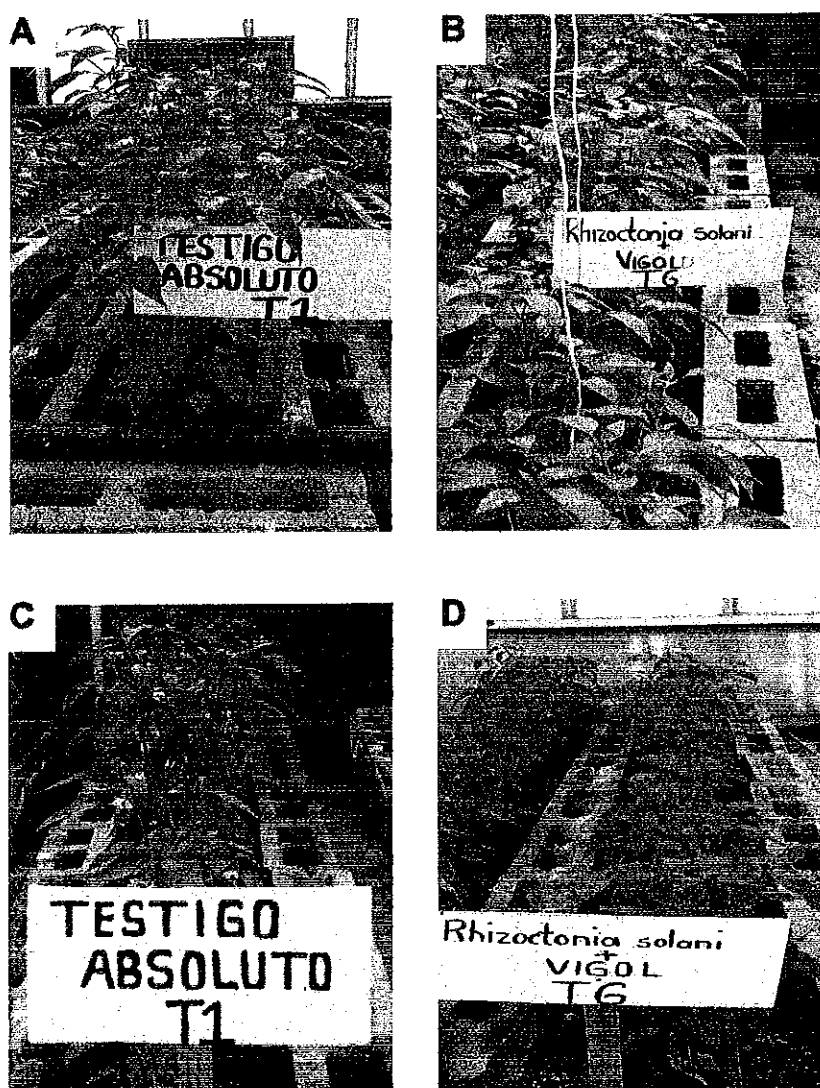


Figura 17. Plantas de chile jalapeño tratadas con Vigold (fluoxastrobin) a los 50 ddi. A) Testigo absoluto sin daños, en suelo franco-arenoso; B) Plantas sanas tratadas con Vigold ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$) en suelo franco-arenoso; C) Testigo absoluto sano, en suelo franco y D) Plantas sin presencia de la enfermedad, tratadas con Vigold en suelo franco ($0.5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$).

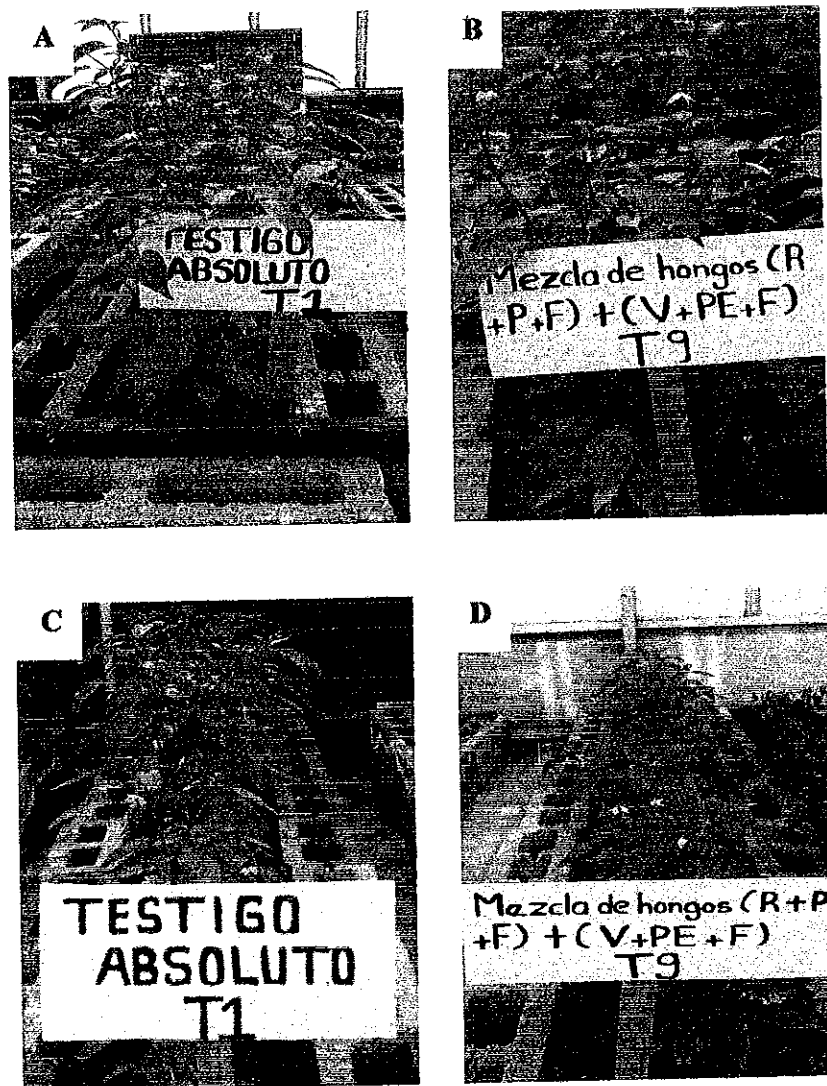


Figura 20. Plantas de chile jalapeño tratadas con la mezcla de fungicidas (Previcur Energy + Folicur + Vigold). A). Testigo absoluto sano, en suelo franco-arenoso; B). Plantas sin incidencia de la enfermedad, tratadas con la mezcla de fungicidas en suelo franco-arenoso; C). Testigo absoluto sin síntomas de la enfermedad, en suelo franco y D). Plantas con incidencia nula de la enfermedad, tratadas con la mezcla de fungicidas en suelo franco. La dosis utilizada fue la que se uso individualmente en los tratamientos para cada fungicida.