

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL



Distribución espacial y temporal del mal de talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, en el ciclo agrícola 2010.

Autores

Br. Luis Nohemí Membreño Hernández

Br. Paula Yesenia Téllez Castellón

“Previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical”

Tutora

Ing. Erling María Tórrez Narvárez

León, Abril, 2011

AGRADECIMIENTO

A la Ingeniera en Agroecología Erling Tórrez, nuestra tutora y amiga que dedicó parte de su tiempo tan valioso, en el seguimiento de esta investigación y hacer posible la culminación de dicho trabajo.

Al M.Sc. Wilber Salazar Antón, que dedicó su tiempo incondicional, así como sus valiosos conocimientos en la realización de este trabajo.

Al personal del CNRA (Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura) UNAN-León, por habernos permitido realizar los muestreos del estudio en la parcela que estaba situada en dicho lugar de producción.

A todas las demás personas que en su momento colaboraron incondicionalmente para finalizar este estudio.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicó a Dios, a mi familia y a las personas que me han brindado sus consejos para la realización del mismo.

A Dios, por darme la vida y salud, para seguir adelante y lograr las metas que me he propuesto, así como la fuerza para vencer los obstáculos puestos en mí camino.

Mis padres Benito Membreño y María Hernández, así como todos mis hermanos y hermanas, por darme la motivación necesaria para seguir adelante, en especial a mi hermana Claudia Membreño que con mucho esfuerzo me apoyo moral y económicamente en el transcurso de mis estudios y la realización final de mi tesis.

A los docentes del Campus Agropecuario UNAN-León, por haberme proporcionado parte de sus conocimientos y experiencias tan valiosas durante estos 5 años de estudio realizados.

Br. Luvis Nohemí Membreño Hernández.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por ser el dador de vida y haberme guardado a lo largo de estos años, por darme las fuerzas y las energías para hacerle frente a los retos que se presentaron día a día y salir victoriosa.

A mis padres Alberto Castellón e Isabel Téllez por su apoyo incondicional, por ser hoy y siempre mi fuente de inspiración, le doy las gracias, ya que con su sacrificio y constancia me permitieron culminar mis estudios y coronar una carrera profesional.

A mis hermanos ya que ellos siempre estuvieron conmigo en aquellos momentos en que más los necesité, brindándome palabras de aliento e impulsándome a seguir adelante para lograr aquellas metas que en algún momento parecían inalcanzables.

A mis tías Claudia y Argentina Castellón, por sus consejos y disposición de ayudarme siempre que recurrí a ellas.

A mi abuelita Juanita Castellón que aunque ya no esté entre nosotros, se que desde el cielo me sigue dando su bendición, a ella que fue tan especial, por eso y más vivirá por siempre en mis recuerdos y en mi corazón.

Br. Paula Yesenia Téllez Castellón

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| Agradecimiento | i |
| Dedicatoria | ii |
| Índice general | iv |
| Índice de tablas | vi |
| Índice de gráficos | vii |
| Resumen | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 3.1 Taxonomía del cultivo de tomate | 4 |
| 3.2 Origen | 4 |
| 3.3 Generalidades | 5 |
| 3.4 Descripción botánica | 5 |
| 3.5 Requerimientos Agroecológicos del tomate | 8 |
| 3.6 Generalidades de las enfermedades | 9 |
| 3.7 Desarrollo de las enfermedades en el espacio: distribución espacial | 10 |
| 3.8 <i>Rhizoctonia solani</i> | 10 |
| 3.9 <i>Sclerotium rolfsii</i> | 18 |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS | 28 |
| 4.1 Ubicación del estudio | 28 |
| 4.2 Descripción del diseño | 28 |
| 4.3 Método de muestreo | 28 |
| 4.4 Identificación de las estructuras de hongos | 29 |
| 4.5 Diagnóstico de la enfermedad en el laboratorio | 29 |
| 4.6 Manejo agronómico del cultivo de tomate | 30 |
| 4.7 Variables evaluadas | 31 |
| 4.8 Análisis de los resultados | 31 |

| | |
|---|-----------|
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 32 |
| 5.1 Correlación entre el mal del talluelo (<i>Rhizoctonia solani</i>) y precipitaciones asociadas al cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) | 32 |
| 5.2 Correlación entre la pudrición blanca (<i>Sclerotium rolfsii</i>) y precipitaciones asociadas al cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) | 35 |
| 5.3 Porcentaje de plantas enfermas en las diferentes etapas fenológicas estudiadas en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) ocasionadas por los patógenos <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Sclerotium rolfsii</i> | 37 |
| 5.4 Porcentaje de plantas enfermas durante las semanas muestreadas en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) ocasionadas por los patógenos <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Sclerotium rolfsii</i> | 42 |
| 5.5 Distribución espacial de la enfermedad del mal del talluelo (<i>Rhizoctonia solani</i>)..... | 44 |
| 5.6 Distribución espacial de la enfermedad de la pudrición blanca (<i>Sclerotium rolfsii</i>)..... | 45 |
| VI. CONCLUSIONES | 46 |
| VII. RECOMENDACIONES | 47 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA | 48 |
| IX. ANEXOS | 53 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Correlación entre la precipitación e incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en el cultivo del tomate..... | 33 |
| Tabla 2: Correlación entre la precipitación e incidencia de <i>Sclerotium rolfsii</i> en el cultivo del tomate..... | 36 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en comparación con la precipitación..... | 34 |
| Gráfico 2. Correlación de Pearson de Pudrición blanca (<i>Sclerotium rolfsii</i>) en comparación con las precipitaciones..... | 37 |
| Gráfico 3. Número de plantas enfermas de tomate causada por el patógeno <i>Rhizoctonia solani</i> , durante las etapas fenológicas del cultivo en estudio..... | 39 |
| Gráfico 4. Número de plantas enfermas causada por el patógeno <i>Sclerotium rolfsii</i> , durante las etapas fenológicas del cultivo en estudio..... | 41 |
| Gráfico 5. Número de plantas enfermas por <i>Rhizoctonia solani</i> según las semanas muestreadas en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) desde la etapa de plántula, hasta la etapa de fructificación..... | 42 |
| Gráfico 6. Número de plantas enfermas por <i>Sclerotium rolfsii</i> según las semanas muestreadas en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) desde la etapa de plántula, hasta la etapa de fructificación..... | 44 |

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Agroecología, Campus Agropecuario de la UNAN-León. El estudio determinó la distribución espacial y temporal del mal de talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Para medir la distribución temporal y espacial de las enfermedades se monitoreó semanalmente una parcela de tomate, evaluándose como variables la incidencia de las enfermedades. Los patógenos encontrados se identificaron en el laboratorio mediante la observación de estructuras fungosas utilizando estereoscopios y microscopios, estos crecieron a temperatura ambiente en cámara húmeda y el medio de cultivo utilizado fue PDA (Papa Dextrosa Agar). La correlación de Pearson realizada indica que la variable precipitación no está relacionada directamente al desarrollo de las enfermedades mal del talluelo y pudrición blanca. En el caso de mal del talluelo la correlación fue de -0.27 que muestra una leve correlación inversa que indicaría que a mayor precipitación la enfermedad no continúa su desarrollo por lo que disminuye su incidencia. Sin embargo el dato (-0.27) no es concluyente. En el caso pudrición blanca el valor de la correlación fue de 0.07 implicando que el desarrollo y diseminación de las enfermedades es independiente. La mayor incidencia de plantas enfermas en el caso del patógeno *R. solani* fue en etapa vegetativa con 63.33% , en el caso de *S. rolfsii* su incidencia fue mayor en etapa de inicio de fructificación con 53.58% . Por lo que se recomienda hacer buena preparación del terreno, realizar rotación de cultivos, evitar exceso de riego e incorporación de material como cobertura vegetal que ayude al desarrollo del hongo.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es cultivado tanto en huertos caseros como en áreas comerciales, es una de las hortalizas más populares del mundo. Debido a su alto valor económico, constituye un gran atractivo para los pequeños agricultores.

Este cultivo se ve afectado por una serie de problemas fitosanitarios a lo largo de su ciclo, entre ellos malezas, insectos y enfermedades. Entre las principales enfermedades de suelo encontramos el mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y la pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) (Gutiérrez *et al.* 2004).

Las enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* en tomate (*Solanum lycopersicum*) predominan en todo el mundo y en prácticamente todos los tipos de suelo, este patógeno puede causar caída de las plántulas y pudrición de raíces, llegando a ocasionar pérdidas del 2-50% (Palilo 1992).

En el caso del agente causal *Sclerotium rolfsii* es capaz de atacar a especies vegetales pertenecientes a más de 60 familias, su presencia se ha registrado desde las zonas más calurosas hasta las zonas más templadas (Salazar *et al.* 2009). Este patógeno es un habitante común del suelo el cual afecta hortalizas, frutas, ornamentales y malezas, ataca a más de 180 especies de plantas, capaz de atacar a un cultivo en cualquier estado de su desarrollo y causar muerte rápida del material afectado (Polanco y Castro 2006).

Los costos para el tratamiento de estas enfermedades son altos e ineficaces, dentro de ellos se menciona el químico pero han demostrado ser poco efectivos.

Aunque estas enfermedades causan grandes pérdidas económicas a los productores, aun así no se han llevado a cabo estudios en nuestro país, sobre la distribución en el espacio hacia donde estas se diseminan y las condiciones que le permiten su dispersión en el campo, así como la distribución en el tiempo para delimitar en que etapa el cultivo es más propenso al ataque de estos patógenos.

Debido a lo mencionado anteriormente es de gran importancia determinar la distribución espacial y temporal en campo de estas enfermedades, para aplicar técnicas de manejo adecuado, de acuerdo a la etapa fenológica en la que se encuentre el cultivo y disminuir de esta manera las pérdidas excesivas en la producción.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- ❖ Determinar la distribución espacial y temporal del mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, en el ciclo agrícola 2010.

Objetivos específicos

- ❖ Identificar el agente causal del mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y la pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).
- ❖ Elaborar un mapa de distribución espacial del mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).
- ❖ Determinar la distribución temporal del mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

III. MARCO TEORICO

3.1 Taxonomía del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) Miller) (Treminio y Zapata 2009).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *lycopersicum*

3.2 Origen

El origen del tomate (*Solanum lycopersicum*) se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecen como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, para esa época ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio a África, y de allí a otros países Asiáticos, de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Treminio y Zapata 2009).

3.3 Generalidades

El tomate, es una planta de clima cálido pero se adapta muy bien a climas templados. Este cultivo se puede sembrar todo el año, pero los problemas cambian según la época.

En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca los insectos son el mayor problema. Sin embargo dichos problemas son superables mediante un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados, los cuales tienen que ser realizados en el momento y la forma precisa en que se indican, ya que de éstas depende el éxito de una buena cosecha (Carpeño 2004).

3.4 Descripción botánica

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es miembro de la familia de las solanáceas. Aunque, biológicamente, el tomate es una planta semí perenne, apta para vivir y producir frutos durante varios años, se cultiva como anual por razones económicas y comerciales.

El tallo: el tomate, posee un tallo herbáceo. En su primera etapa de crecimiento es erecto y cilíndrico y luego se vuelve decumbente y angular. Está cubierto por pelos glandulares, los cuales segregan una sustancia viscosa de color verde– amarillento, con un olor característico que actúa como repelente para muchos insectos.

El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores, encontrándose plantas de porte bajo, con 30-40 cm, y de porte alto, que pueden alcanzar hasta 3 metros.

Después de brotar de la séptima a la décima hoja, la planta detiene el crecimiento del tallo principal. En este momento las sustancias originadas en la fotosíntesis pasan de las hojas a las zonas donde inicia el desarrollo floral y de retoños, para dar origen a las ramas laterales que se ubican en las axilas de las hojas del tallo primario.

Las variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) cuyo tallo principal y sus ramificaciones terminan en un racimo floral, reciben el nombre de determinadas. Cuando en un grupo, el último racimo de la parte terminal del tallo principal forma en el seno de la última hoja un

hijo y continúa el crecimiento del tallo principal, las variedades reciben el nombre de indeterminadas.

Las hojas: son pinnadas compuestas. La hoja típica de plantas cultivadas mide hasta 50 cm de largo y un poco menos de ancho, con un gran folíolo terminal y hasta 8 grandes folíolos laterales, que a veces son compuestos. Los folíolos son peciolados y lobulados irregularmente pilosos y aromáticos.

Las características hereditarias del tomate y las condiciones bajo cultivo determinan el tamaño de las hojas, las peculiaridades de su margen y el carácter de la superficie (Gutiérrez *et al.*2004).

Las flores: el tomate posee una inflorescencia en forma de racimo, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades. El racimo puede ser simple, de un sólo eje o compuesto, cuando posee un eje con varias ramas.

De acuerdo con la longitud y la disposición de las ramificaciones del racimo, este puede ser compacto o disperso. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones de cultivo. El número de flores por racimo puede ser de 7 a 9, y en algunos casos se han reportado más de 300 flores.

Las flores son hermafroditas, con 5 – 6 pétalos dispuestos en una corola tubular, con igual número de estambres unidos en la base de la corola, dentro de la cual se encuentra el pistilo.

El fruto: consiste en una baya de forma, dimensión y número de lóculos variable, según el cultivar. Dependiendo de la forma, los frutos de tomate pueden ser redondeados, aplanados, ovalados, semiovalados, alargados, en forma de uva o pera, y otras. La superficie puede ser lisa o rugosa, siendo esta última de poca importancia económica, tanto para el consumo fresco como para las industrias procesadoras. La cantidad de lóculos pueden ser de 2 ó más, aunque la mayoría de las variedades típicas industriales y las especies silvestres de frutos muy pequeños son de dos lóculos, mientras que las de consumo fresco (generalmente de frutos grandes) poseen varios lóculos (8 – 10 ó más).

Mientras menor es la cámara y el espesor de la piel que cubre el fruto, mayor será la pulpa o masa. La forma de los frutos puede ser asimétrica, cuando los lóculos están distribuidos de una manera desordenada; y simétrica, cuando se distribuyen regularmente en torno a la placenta. Generalmente, el número de las semillas en los frutos pequeños es mayor que en los grandes, lo que representa una desventaja económica.

Por su coloración, los frutos maduros botánicamente pueden ser anaranjados, amarillos, blanquecinos, verdes, rosados y rojos. Estos últimos tienen mayor importancia para el mercado, para el consumo fresco y para la industria.

Sistema radical: está compuesto por una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 m. Bajo condiciones apropiadas para el cultivo algunas raíces pueden profundizar hasta 2 metros; no obstante, la mayor parte (>80 %) del sistema radicular se localiza entre los 10 y 45 cm de profundidad. Las plantas que son producidas en vivero y trasplantadas al campo, tienen un sistema radical superficial. Mediante el método de siembra directo, las raíces, que no sufren ningún daño de arranque, alcanzan mayor profundidad, aumentando la resistencia de las plantas a la sequía.

En las plantas de tomate, es muy frecuente la formación de raíces adventicias, en los nudos inferiores del tallo principal, siempre y cuando esas partes estén en contacto con suelo húmedo y se optimicen las condiciones climáticas y agrobiológicas. Las raíces adventicias aumentan la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las plantas. Esta es la causa fundamental que determina la necesidad de que se realicen aporques durante el desarrollo de las plantas, lo que se traduce en mayores rendimientos. Las raíces adventicias también se forman en la parte inferior de los tallos horizontales o caídos, en contacto con el suelo.

La semilla: es pequeña, con dimensiones alrededor de 5 x 4 x 2 mm. Su coloración es amarillenta con matiz grisáceo. Su forma puede ser aplanada larga, en forma de riñón, redondeada y pubescente. La semilla consta de tres partes: el embrión, el endosperma y la testa o cubierta seminal. El embrión, que da origen a la planta adulta, está formado, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endosperma contiene las reservas nutritivas necesarias para el desarrollo inicial del embrión; mientras que la testa

o cubierta seminal está formada por un tejido duro e impermeable, recubierto de vellos, que envuelve y protege al embrión y al endosperma. Su capacidad germinativa, bajo condiciones óptimas de almacenamiento, se puede mantener por 5 – 6 años (Carpeño 2004).

3.5 Requerimientos agroecológicos del tomate

El tomate prospera en muchas latitudes y bajo un amplio rango de suelos, temperaturas y métodos de siembra.

Suelos: se recomienda el uso de suelos francos a franco arcillosos para el cultivo. Los suelos muy pesados retienen mucha humedad y restringen la respiración de las raíces, además crean un ambiente favorable a enfermedades, como *Botrytis sp*, *Pseudomonas sp*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans* etc., que fácilmente destruyen el cultivo.

El tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, prefiere suelos de pH entre 5.0 y 7.0, aunque admite cierta tolerancia a valores de pH más altos que 7.0. Las enmiendas de materia orgánica y azufre son beneficiosas en este tipo de suelos.

Radiación: el tomate no responde a las horas luz del día (fotoperíodo), pero que si requiere una excelente iluminación. Las plantas deben estar expuestas plenamente a la luz solar para optimizar su producción. La iluminación limitada reduce la fotosíntesis, y crea dentro de la planta, una mayor competencia por los nutrientes asimilados, con incidencia negativa para el desarrollo y la producción.

La densidad de población, las prácticas de poda y los sistemas de tutorado se utilizan para optimizar la exposición de las superficies foliares de las plantas al sol y maximizar la capacidad fotosintética, el desarrollo y la productividad.

Temperatura: el tomate, es por lo general de clima cálido que no tolera temperaturas muy frías. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12°C – 16°C y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21 a 24°C, siendo la óptima de 22°C. Las temperaturas menores de 15°C y mayores de 35°C pueden detener su crecimiento. Cuando se dan temperaturas altas

(>35°C) durante 5 – 10 días antes de la antesis, hay poco cuajado de frutos a causa del deterioro de los granos de polen. Si las altas temperaturas se dan durante 1-3 días después de antesis, el embrión muere. El cuajado de frutos también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas (25 - 27°C) antes y después de antesis.

Las plantas de tomate, se ven afectadas y disminuyen su crecimiento a temperaturas inferiores a los 15°C; mientras que a 10°C la mayor parte de las flores abortan. Por esta razón, aun en los trópicos, no se recomienda sembrar a campo abierto a alturas mayores de 2000 m, en donde posiblemente prevalecen temperaturas muy frías. En los trópicos, se recomienda el cultivo de tomate de 400 a 2000 msnm.

La temperatura ideal para la maduración de los frutos es de 18 a 24°C; si es menor de 13°C, los frutos maduran muy pobres. Cuando la temperatura es mayor de 32°C, los frutos en almacenamiento pierden su color rojo, originado por el pigmento llamado licopeno, y se tornan amarillos. Las temperaturas de 22 a 28°C propician una excelente pigmentación roja (Carpeño 2004).

Humedad relativa: la humedad relativa (HR) del aire mayor del 90% es perjudicial para el cultivo de tomate, pues favorece el desarrollo de enfermedades foliares, particularmente *Botrytis cinerea*, reduce el cuajado de los frutos y la viabilidad del polen, sobre todo bajo condiciones de poca iluminación. El rango ideal para este cultivo es de 70 – 80% de HR, aún a temperaturas bajas (13°C) (García y Amador 2008).

3.6 Generalidades de las enfermedades

Los patógenos que las causan son microorganismos que viven en el suelo, el daño que producen es a las raíces o a los tejidos conductores, de tal manera que interfieren de alguna forma en la translocación de agua, nutrientes o sustancias elaboradas. En general, las medidas de control son preventivas y consisten en tratamientos físicos o químicos al suelo, usar variedades resistentes, desinfección de semillas, selección de áreas libres de patógenos y rotación de cultivos (Salazar *et al.* 2009).

3.7 Desarrollo de las enfermedades en el espacio: distribución espacial

Conforme progresa una enfermedad en el tiempo, también se va diseminando espacialmente, dando lugar a diferentes patrones de distribución, de la enfermedad en el campo. Los patrones de distribución espacial más comunes en la naturaleza son la distribución al azar y la distribución agregada, también llamada en parches. En agroecosistemas, además de las dos anteriores es común la distribución de la enfermedad siguiendo las hileras, sobre todo cuando esta se asocia a alguna práctica agrícola que también sigue ese patrón.

Los patrones de distribución espacial de una enfermedad están muy relacionados con los patrones de dispersión de la misma. La disminución de la cantidad de enfermedad en función de la distancia de la fuente de inóculo se denomina gradiente de dispersión (Araúz 1998).

Otra razón para distribuciones agregadas de una enfermedad es la presencia en forma localizada de factores favorables a la enfermedad. Por ejemplo, parches de mal drenaje en el terreno dan lugar a distribuciones agregadas de enfermedades causadas por hongos.

El estudio de la distribución espacial de las enfermedades es importante en el manejo racional de las enfermedades (e.g. aplicar una medida de combate en un foco, y no en todo el campo). Muchas veces el patrón de distribución de la enfermedad en el campo permite darse una idea de la naturaleza del problema. Las enfermedades de origen biótico normalmente tienden a ser agregadas o distribuirse al azar. Es raro que ocurran en forma generalizada y uniforme o en un patrón regular (Araúz 1998).

3.8. *Rhizoctonia Solani*

3.8.1 Clasificación taxonómica (Carpeño 2004).

Reino: Fungi

Filo: Basidiomycota

Clase: Basidiomycetes

Subclase: Agaricomycetidae

Orden: Polyporales

Familia: Corticiaceae

Género: *Rhizoctonia*

Especie: *solani*

3.8.2 Biología

Este hongo, perteneciente a la clase Basidiomycete no produce esporas asexuales (conidios) y únicamente en condiciones especiales produce esporas sexuales (basidiosporas). En la naturaleza *Rhizoctonia solani* se reproduce asexualmente y existe como micelio vegetativo, el cual forma estructuras de resistencia o esclerocios, que son masas de hifas estrechamente entrelazadas con superficies duras y resistentes. El estado sexual de este fitopatógeno se conoce como *Thanatephorus cucumeris*.

Este fitopatógeno se presenta en casi todos los suelos porque tiene una amplia gama de hospedantes; sobrevive en los residuos de plantas y en forma de esclerocios. Se desarrolla a temperaturas muy diversas en zonas cálidas, templadas y frías, ocasionando daños considerables. La enfermedad es común encontrándose tanto superficialmente como en estratos profundos del suelo (Duerto 2011).

3.8.3 Morfología del patógeno

Rhizoctonia solani, posee micelio de rápido crecimiento, de color café y de 6-10 μm de diámetro en hifas adultas, con ramificaciones en ángulos rectos, y constricción de la ramificación de la hifa en el punto de origen y formación de un septo en la ramificación cerca del punto de origen.

El micelio es incoloro cuando joven, pero se torna amarillento o café claro a medida que madura, esta pigmentación varía entre distintos medios nutritivos, pero todas las colonias maduras muestran algún tono de color café. El micelio está constituido por largas células y se ramifica desde la hifa principal, con una ligera constricción en la ramificación y un septo cerca de este punto.

Las hifas se ramifican en ángulo recto, sin embargo, este ángulo puede variar entre aislamientos. Los diámetros de las hifas, pueden variar entre y dentro de un mismo aislamiento con la edad, composición del medio de cultivo y temperatura.

Las hifas del micelio se dividen en células individuales mediante un septo tipo doliporo, que permite el movimiento del citoplasma, mitocondrias y núcleos de una célula a otra, este tipo de septo es una característica prominente, uniforme y confiable de la especie *Rhizoctonia solani* (Campos 2004).

3.8.4 Distribución geográfica

Es un hongo del suelo que se encuentra repartido por todo el mundo y en prácticamente todos los tipos de suelos. Este patógeno ataca una multitud de cultivos.

Antes, vivía en suelos no cultivados, pero poco a poco, llegó a establecerse en muchos cultivos agrícolas y hortícolas (Palilo 1992). Causa daños considerables, especialmente bajo condiciones de humedad y frío (Contreras sf).

3.8.5 Ciclo de la enfermedad

Afecta a varios hospedantes pero se ha reportado la existencia de especificidad por grupos de aislamiento. Los diferentes aislamientos tienen distintas características de color de colonia. Vistas al microscopio, el micelio es de color hialino a marrón claro. Las hifas se ramifican formando un ángulo de noventa grados.

No produce conidias, solo se propaga por fragmentación del micelio y puede eventualmente producir unas estructuras de conservación llamadas esclerotes. Algunas veces estos esclerotes han sido observados sobre la superficie de las raíces reservantes. *Rhizoctonia solani* tiene una gran capacidad saprofítica la cual le permite poder sobrevivir sobre material en descomposición en el suelo. En condiciones de alta humedad en la base de tallos, el micelio forma un cojín sobre la superficie del tejido vegetal y penetra produciendo los síntomas característicos.

3.8.6 Rango de hospederos

El fitopatógeno *Rhizoctonia solani* puede atacar 250 especies de plantas y se presenta tanto en campo como en el sitio de almacenamiento del material que será usado para la propagación. De estas 250 especies que ataca el fitopatógeno, 52 corresponden a plantas arvenses (Duerto 2011).

Este patógeno sobrevive de distintas formas: como saprófito sobre restos orgánicos, como parásito en las raíces y otros órganos de plantas y, en forma pasiva, como esclerocios. El hongo puede infectar en muy distintas condiciones de temperatura y humedad, pero como patógeno relativamente débil ataca principalmente en tejido estresado y debilitado del hospedante. Puede atacar muchos cultivos de importancia económica tales como; papa, tabaco, tomate, soya y alfalfa (SINAVIMO sf).

3.8.7 Síntomas y epidemiología

Provoca pudrición de semillas, no emergiendo las plántulas o caen poco después de emerger. Las áreas en la base del talluelo se llenan de agua y decoloran. La base del talluelo se encuentra suave y delgada.

Esta enfermedad se torna más grave en situaciones de exceso de agua en los suelos con un alto contenido de nitrógeno. El suelo húmedo promueve el desarrollo de este hongo de dos formas: el género que lo causa se encuentra más activo bajo estas condiciones y las plántulas son más susceptibles al ataque.

Este género usualmente es un problema cuando el clima se mantiene nuboso y húmedo, y cuando las plántulas tienen demasiada sombra o están muy juntas. Las plántulas que se desarrollan bajo techo en un medio no estéril también son susceptibles.

Para su desarrollo requiere humedad alta en la superficie del suelo. Lo favorecen alta densidad de follaje, que permite niveles de humedad alta en el cuello de planta. Los suelos pesados (arcillosos) favorecen la presencia de esta enfermedad. En algunas zonas con sistemas de riego por goteo, la acumulación de sedimentos en la base de los brotes de la planta favorece la incidencia de *Rhizoctonia solani* (Bayer 1999).

3.8.8 Propagación de la enfermedad

Rhizoctonia solani se conserva en el suelo en forma de esclerocio o de micelio viviendo de la materia orgánica. Después de desarrollarse en la superficie de la raíz o de los pecíolos (en contacto con el suelo), las hifas penetran el tejido vegetal por medio de enzimas que disuelven las paredes celulares.

Se ha podido comprobar que este patógeno puede infestar la corona y el tejido de la raíz. Lugares de entrada preferidos son la parte inferior de los pecíolos, fisuras naturales en la corona y lenticelas en las raíces pivotantes y laterales. En el tejido vegetal, el hongo puede propagarse tanto dentro como entre las células. La planta queda fuertemente dañada o muere porque el hongo ataca los tejidos, dificultando o incluso rompiendo el abastecimiento de agua y sustancias nutritivas.

La propagación del hongo por partículas de tierra (e.g. máquinas de preparación del suelo, máquinas de arranque), pero también por erosión hídrica y eólica (aguas de drenaje, irrigación) es posible pero no tiene mucha importancia. Se supone más bien que *Rhizoctonia solani* existe en todos los tipos de suelos, y que la aparición de la enfermedad es debida a factores exteriores que favorecen su crecimiento (rotación, clima, daños estructurales del suelo, disponibilidad de agua, p.ej. mediante irrigación). Esto es la única posibilidad de explicar el hecho de que los ataques de esta enfermedad se hayan producido mucho más frecuentemente estos últimos años (Palilo 1992).

3.8.9 Formas de diseminación

En la naturaleza los hongos fitopatógenos se diseminan por el viento, lluvia, agua del suelo, semillas y vectores. Además el hombre puede dispersarlos de muy diversas maneras transportando suelo, material vegetal u otro material contaminado (Salazar *et al.* 2009). La diseminación de este hongo ocurre por el agua de riego y también por las labores culturales. Al ser este patógeno habitante del suelo, su sobrevivencia es indefinida (Sepúlveda sf).

3.8.10 Infección

Las esporas depositadas sobre un tejido susceptible germinan produciendo un tubo germinativo, el cual penetra en los tejidos del hospedante bien sea produciendo enzimas que degradan la cutícula o a través de heridas o aberturas naturales. En algunos hongos la

germinación de la espora culmina con la producción de una estructura hinchada, a menudo pigmentada, llamada apresorio.

El apresorio ayuda al hongo a adherirse a la superficie del hospedante a partir de él se forma una hifa de penetración, la cual continúa con el proceso de infección, la gran mayoría de estos hongos requieren condiciones de alta humedad o incluso agua líquida para germinar. Por lo tanto los periodos de alta humedad normalmente son favorables para el proceso de infección y el desarrollo de enfermedades.

Una vez que está dentro de los tejidos del hospedante, el hongo establece la relación trófica que le permite obtener sus nutrientes. El micelio crece dentro de los tejidos y eventualmente vuelve a producir estructuras reproductivas, normalmente fuera de los tejidos del hospedante, aunque algunos hongos producen esporas dentro del tejido (Jones *et al.* 1991).

3.8.11 Condiciones que favorecen la enfermedad

Los suelos pesados, compactados, mal drenados, mal estructurados con tendencia a humedad excesiva así como temperaturas altas (>25°C) favorecen el desarrollo de la enfermedad. *Rhizoctonia solani* se conserva en el suelo en forma de esclerocio o de micelio viviendo de la materia orgánica.

Así mismo porcentajes altos de materia orgánica favorecen los ataques. Por su alto potencial saprófito, el hongo puede sobrevivir sobre materia orgánica durante tres años. La actividad del hongo comienza cuando suben las condiciones que favorecen la enfermedad. Las temperaturas del suelo (>15°C) contribuyen a la diseminación de esta enfermedad desarrollándose en la superficie de la raíz o de los pecíolos (en contacto con el suelo), las hifas penetran el tejido vegetal por medio de enzimas que disuelven las paredes celulares. Los hongos constituyen el grupo más numeroso de fitopatógenos. Atacan todos los cultivos y todas las partes de la planta, y causan considerables pérdidas económicas, tanto por el daño que causan como por el costo en que se incurre para combatirlos.

Algunos hongos son muy importantes no por una enfermedad en un cultivo particular sino por que atacan una gran variedad de cultivos. Tal es el caso de *Rhizoctonia solani*, que es

uno de los géneros causante del mal del talluelo en solanáceas, hortalizas y otros cultivos anuales.

Los hongos pueden atacar todas las partes de la planta y los síntomas pueden ser clorosis, (pérdida del color verde), necrosis, (muerte del tejido, se manifiesta de diversas maneras como lesiones discretas, tizón, pudrición, cancro y muerte descendente), marchitez y alteraciones del crecimiento, tales como hiperplasia, hipertrofia, escoba de bruja y enanismo (Araúz 1998).

3.8.12 Supervivencia

Para sobrevivir en ausencia de su hospedante los hongos utilizan diversas estrategias, pueden producir estructuras resistentes a las condiciones ambientales, que les permite permanecer por largos períodos sin requerir ningún sustrato o protección adicional; ejemplo de estas estructuras son esclerocios, clamidosporas y rizomorfos. Pueden mantenerse en tejidos muertos del hospedante como residuos de cosechas, ramas podadas y secas, hojas, frutos momificados y otras estructuras que los protegen.

Muchos sobreviven en hospedantes adicionales. A menudo estos hospedantes son malezas comunes en los campos de cultivo. Algunos como *Rhizoctonia solani* tienen una alta capacidad saprofítica, por lo que pueden mantenerse en el suelo alimentándose de materia orgánica en descomposición (Araúz 1998).

Esta enfermedad principalmente es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las cuales tienden a marchitarse rápidamente causando una drástica reducción de la población. En campo obliga a efectuar labores de resiembra y en invernaderos o almacigos afecta la programación de planteo.

3.8.13 Métodos de detección e inspección

Este hongo provoca la muerte de plántulas, causa el debilitamiento y muerte de plantas más desarrolladas, además afecta la integridad de los frutos. Todas estas manifestaciones se presentan en invernadero y en campo (Monreal 2005).

3.8.14 Métodos de diagnóstico

Rhizoctonia solani se puede distinguir por su micelio de color oscuro septado, con las ramificaciones inclinadas en un ángulo de 45° de la dirección del crecimiento de la hifa madre y siempre presenta una constricción en su punto de origen. Forma esclerocios de color café, aproximadamente de 3mm de diámetro.

El daño se puede manifestar como una podredumbre de las raíces, con lesiones oscuras de las mismas, o bien como canchales del tallo a nivel del suelo. Los canchales son lesiones necróticas de color pardo que profundizan en el tejido y pueden abarcar porciones más o menos extendidas de la circunferencia del cuello causando marchitamiento, debilitamiento, detención del crecimiento y muerte de la planta.

El diagnóstico de las distintas manifestaciones descritas, requiere por lo general de la confirmación en el laboratorio, la que se basa en la presencia del micelio característico de *Rhizoctonia solani* (Monreal 2005).

3.8.15 Estrategias de manejo de la enfermedad

A nivel de campo, las rotaciones con cereales, la fumigación y solarización del suelo pueden ayudar a reducir el mal de talluelo. La enfermedad es menos severa si se mejoran los invernaderos, se deben usar materiales estériles y mejorar la ventilación. El tratamiento de la semilla con Captan, Dichlone y disulfuro del tetramethylthiuram ; y las aspersiones programadas con Metalaxil y Captan, pueden ser de gran ayuda en el manejo de esta enfermedad (Zamorano *et al.* 2004).

3.8.16 Control Cultural

Se debe realizar un manejo adecuado del agua de riego, evitando el exceso de humedad a nivel del cuello de planta. En las zonas donde se encuentre que se pueda dar o surgir la acumulación de sedimentos, es conveniente realizar programas de la frecuencia con que se distribuirá el agua de riego de manera que se evite la sobresaturación de agua en la base de los tallos para disminuir en lo mayor posible la incidencia del patógeno.

La incorporación de materia orgánica tales como el estiércol o humus de lombriz, son de gran ayuda para favorecer mejores condiciones de desarrollo de las coronas, así como también contribuyen a generar un medio supresivo para el desarrollo de *Rhizoctonia*.

3.8.17 Control Químico

Para prevenir la presencia de hongos del suelo una vez que las plántulas fueron trasladadas del túnel a campo se hizo necesario la utilización de productos químicos fungicidas que sirven como desinfectante de las coronas tales como: Methyl 1-(butylcarbamoil) benzimidazol-2-yl carbamate, Metil tiofanate, Benzimidazol, tiofosfato de *O*-(2,6-dicloro-4-metilfenilo) y de *O,O*-dimetilo.

3.9 *Sclerotium rolfsii*

3.9.1 Clasificación taxonómica (Bayer 2008).

Reino: Fungi

Clase: Basidiomycetes

Orden: Helotiales

División: Basidiomycota

Familia: Ascomycetes

Género: *Sclerotium*

Especie: *rolfsii*

3.9.2 Biología

El organismo causante de la enfermedad denominada pudrición blanca es el hongo *Sclerotium rolfsii* Sacc. El cuál es un habitante común del suelo y patógeno importante en hortalizas, frutales, ornamentales y malezas, capaz de atacar un cultivo en cualquier estado de su desarrollo y causar una muerte rápida del vegetal afectado (Farías 2005).

El estado sexual no se considera comúnmente. Como en otros Basidiomycetes, desarrolla una estructura denominada basidio en el cuál ocurre la meiosis. Esta estructura es de aproximadamente 2 cm de diámetro, pudiendo llegar a los 6 cm, abierto hacia arriba, de color blanco, discontinuo al comienzo llegando a ser continuo y suave mas tarde. Cuatro basidiosporas haploides se desarrollan en las extremidades de estructuras pequeñas en el

basidio llamadas esterigmas. Forma basidios en una capa desprotegida (himenio), los cuales se desarrollan bajo condiciones de humedad en los márgenes de las lesiones. El himenio aparece blanco, amarillo o coloreado granular o incrustado en áreas con superficies levemente onduladas (Castillo 2002).

Este hongo se caracteriza por producir un micelio de color blanco, tupido de aspecto algodonoso y hialino sobre tejido infectado del huésped generalmente tres a cuatro días después de la infección cuando las condiciones son cálidas y húmedas.

Las hifas principales son relativamente grandes (5 a 9 micrones de diámetro) comparadas con muchos otros hongos que poseen diámetros típicos de hifas de dos a cuatro micrones. Estas hifas principales se describen como hialinas y de paredes delgadas con infrecuentes paredes cruzadas y fíbulas.

Sclerotium rolfsii forma esclerocios, los cuales son de color café, muy bien organizados en estructuras compactas, constituidos por tres capas; la más externa que está compuesta de células melanizadas vacías; el cortex, que son células llenas de vesículas, y la médula.

3.9.3 Morfología del patógeno

El esclerocio tiene una fuerte diferenciación de la corteza ligeramente engrosada con paredes fuertemente pigmentadas. La corteza y la médula contienen vesículas con materiales de reserva. Los basidios son clavados. Las basidiosporas son lisas, hialinas, globosas y de tamaño 4,5-6,5 x 3,5-4,5 μm , aunque las dimensiones se deben parcialmente al medio de cultivo utilizado (Farías 2005).

En el hospedero se observan abanicos de micelio blanco sobre los órganos cerca de la superficie del suelo. Los apresorios se desarrollan como puntas hinchadas de ramas cortas detrás del punto de avance. El esclerocio frecuentemente no se desarrolla hasta la muerte de los hospederos.

3.9.4 Distribución geográfica

Se ha registrado la presencia de *Sclerotium rolfsii* desde las zonas más calurosas en los trópicos, hasta zonas más templadas a través del mundo. En América se encuentra en Norteamérica, Sudamérica y en Centroamérica. En Europa se ha registrado en varios países, al igual que en gran parte de Asia y Oceanía (Farías 2005).

3.9.5 Ciclo de la enfermedad

El patógeno tiene la capacidad de reanudar el crecimiento de las hifas, de tejidos infectados y la germinación de los esclerocios. Cuando la hifa se pone en contacto con tejido susceptible de la corona, raíz, fruta o de la hoja, ocurre una penetración directa, facilitándose la infección a través de las heridas (Bayer 2008).

La infección en la base del tallo, raíces, bulbos, frutas y hojas puede ocurrir si el tejido es susceptible y si hay temperatura, humedad y otros factores ambientales son favorables.

Las hifas pueden penetrar tanto extracelular como intracelularmente. Para ello el hongo produce ácido oxálico poligalacturonasa y celulasa que actúan causando la separación y muerte de las células. En el plazo de 2 a 4 días después de la infección, los síntomas de marchitez suave son generalmente evidentes. A través de ciclos secundarios la enfermedad se propaga, las hifas entran en contacto con tejidos sanos susceptibles cuando prevalecen temperaturas altas y condiciones húmedas durante la estación de crecimiento. Además, la producción de basidiosporas puede contribuir a los ciclos secundarios (Castillo 2002).

Una vez que las basidiosporas entran en contacto con la superficie de la planta, las esporas se hinchan y producen entre 1 a 3 tubos germinativos.

El hongo inverna como esclerocio y micelio en plantas infectadas, restos de cosecha y algunas veces desarrolla capas de himenio. La mayoría de los esclerocios son producidos en o cerca de la superficie del suelo, pudiendo sobrevivir incluso en suelos bien drenados.

3.9.6 Rango de Hospederos

Sclerotium rolsii es un patógeno agresivo, pudiendo atacar hortalizas, cereales, forrajeras, frutales, plantas ornamentales y malezas. Muchas de las especies hospedantes son cultivos de gran importancia económica, pero muchas otras son plantas ornamentales y malezas.

Se encuentra también en hortalizas como: alcachofa, cebolla, lechuga, maíz dulce, melón, papa, pimiento, frijol, remolacha, repollo, sandía, soya, tomate, zanahoria. La enfermedad se puede desarrollar tanto a nivel de campo como durante el transporte y en silos (Reyes *et al.* 2002).

3.9.7 Síntomas y epidemiología

Una de las razones por las que este hongo es difícil de controlar es porque tiene la capacidad de sobrevivir por años en el suelo y en los tejidos de hospederos (Salazar *et al.* 2009).

Generalmente, los síntomas aparecen en la zona de la planta que se encuentran sobre o cerca del suelo. Las plantas pueden ser atacadas en cualquier estado de desarrollo si las condiciones ambientales son las adecuadas. El síntoma más común es una podredumbre de color castaño o negro en el tallo .que se desarrolla cerca de la línea del suelo. La lesión se desarrolla con rapidez, rodeando el tallo completamente y dando lugar a la repentina y permanente marchitez de toda la parte aérea de la planta (Jones *et al.* 1991).

Las plantas jóvenes pueden doblarse por la línea del suelo. En condiciones de humedad elevada, se desarrollan las lesiones un micelio blanco, vigoroso y abundante que en ocasiones se extiende en el tallo de la planta adulta varios centímetros de la línea del suelo. Pasados unos días, en el micelio pueden aparecer esclerocios esféricos, de tonalidad castaña a marrón rojiza, y con un diámetro medio de 1-2 mm (Carpeño 2004).

El hongo penetra rápidamente por la epidermis de los frutos que se encuentran en contacto con el suelo infestado. El punto de infección se ve inicialmente hinchado, ligeramente amarillo y con la epidermis rota. La lesión se vuelve hidrotica y blanda, y a menudo presenta forma de estrella. Una vez infectado el fruto se colapsa en 3 ó 4 días. La cavidad

de la lesión se llena rápidamente de micelio blanco y esclerocios en desarrollo. También puede producirse lesiones marrones con micelio sobre la superficie de las hojas que se encuentran en contacto con el suelo, o de las hojas más bajas que son salpicadas con inóculo del suelo

Este micelio no crece solo en el tejido de la planta sino también sobre el suelo cerca del tronco de la planta, después de algunos días se puede observar en los tejidos afectados estructuras redondas en forma de pequeños "huevecillos" llamados esclerocios, estos son de color blanco los que posteriormente se vuelven café oscuro y miden aproximadamente 0.5mm de diámetro, este organismo ataca severamente en presencia de alta humedad. Con temperaturas entre (30-35°C) y suelos ácidos (Salazar *et al.* 2009).

En tomate, maní, pimiento y muchos otros hospederos herbáceos y arboles la enfermedad comienza con una lesión acuosa en la base del tallo o cerca de la superficie del talluelo. Éste crece rápidamente para rodear finalmente el tallo. En muchas plantas herbáceas, plantas de semillero y plántulas, el hongo invade todas sus partes, la lesión rodea la planta y rápidamente ésta se marchita ocasionando su muerte, la cual ocurre con rapidez. En pimientos y tomates maduros, la corteza del tallo varios centímetros por sobre y debajo de la superficie del suelo se pudre, pero el tallo central no cae. Mientras que se desarrolla el decaimiento de la base del tallo, las plantas siguen estando erguidas y el follaje se marchita.

En muchas plantas hospederas, la marchitez de hojas comienza gradualmente desde una coloración café permaneciendo unidas a la planta. El hongo al avanzar, cubre la lesión del tallo con una masa blanca y algodonosa de micelio; dicho avance depende del nivel de humedad presente. El hongo se propaga con mayor rapidez hacia las raíces de la planta y finalmente destruye el sistema radical. Su micelio blanco aparece siempre en los tejidos que ha infectado y desde ahí crece sobre el suelo hasta las plantas vecinas, produciendo nuevas infecciones (Sánchez 2000).

En algunas plantas tales como tomate, pimiento, papa, la infección de la raíz puede llevar a una pudrición de la corona. Generalmente se observa un micelio blanco algodonoso y desarrollo de esclerocios sobre y cerca de tejidos infectados de la corona, o dentro y alrededor de raíces cerca de la superficie del suelo. Las hojas eventualmente mueren y las

ramas desarrollan una muerte desde el ápice hacia abajo. En la parte baja del tronco aparece una lesión circular, la cuál será la última parte de la planta en morir.

3.9.8 Propagación de la enfermedad

La principal fuente de inóculo de *Sclerotium rolfsii* son los esclerocios en el suelo y restos de cosecha. Los esclerocios corresponden a las estructuras de resistencia por las cuáles el hongo sobrevive y puede iniciar una infección de un hospedante susceptible, con o sin necesidad, de una fuente alimenticia externa (Farías 2005).

En el proceso de infección, la hifa germina a partir el esclerocios de *Sclerotium rolfsii* aproximadamente 24 a 48 horas de inoculación y frecuentemente se unen para formar grupos infectivos y con el crecimiento de hifas individuales sobre los hospederos.

Después de la penetración ocurre la muerte y colapso de las células por debajo de los grupos infectivos y del apresorio. La cutícula aparentemente no es disuelta, pero es desprendida de la epidermis, ocurriendo el subsecuente crecimiento de hifas inter e intracelular por debajo de la cutícula.

El pH es muy importante en la inducción de la formación de esclerocios. El esclerocio puede pasar por la germinación eruptiva y la germinación de las hifas. La germinación de las hifas se caracteriza por el crecimiento de hifas individuales a partir de la superficie del esclerocio, mientras que en la germinación eruptiva agregados de micelio crecen a través de la superficie del esclerocio.

Además de lo señalado la germinación de las hifas depende de la materia orgánica del suelo y la eruptiva puede o no necesitar de una fuente alimentaria externa. Esta forma de germinación puede infectar tejidos a 6 centímetros de distancia, pero lo normal son 2 a 3. La cantidad de micelio que crece y la energía necesaria para la infección está gobernada por el tipo de germinación de los esclerocios. *Sclerotium rolfsii* es capaz de sobrevivir dentro de un amplio rango de condiciones ambientales.

El micelio puede crecer a pH de 3 a 5 y la germinación de los esclerocios ocurre entre 2 a 5. La germinación es inhibida a pH por encima de 7. El máximo crecimiento de los micelios ocurre entre 25 y 35°C. Se requiere una humedad alta para el crecimiento del hongo.

3.9.9 Formas de diseminación

El hongo se disemina a través del agua de riego herramientas contaminadas con suelo infectado plántulas de trasplante infectadas, frutos y hortalizas infectados y en algunos hospedantes, en forma de esclerocios mezclados con la semilla. Debe recordarse que este hongo produce micelio alrededor de la planta, antes de entrar en ella, y que existe un activo proceso enzimático, por el cual los tejidos se desintegran. La penetración del micelio suele tardar entre 2 y 10 días, dependiendo esto de la menor o mayor succulencia de los tejidos. Luego se desarrolla el micelio aéreo y se forman con rapidez esclerocios blancos, que pronto toman el color canela característico.

3.9.10 Infección

El hongo produce una masa abundante de micelio y desintegra los tejidos de la planta al secretar ácido oxálico así como también enzimas pectolítica, celulolíticas antes de penetrar al huésped. La enzima de maceración pectolítica ha sido identificada como endopoligalacturonasa.

Sclerotium rolfii posee un sistema celulolítico compuesto de tres celulasas, con máxima actividad a pH 4 sobre carboximetilcelulosa (CMC). Durante la patogénesis, de fosfatidasa B, la que al actuar sobre lecitina libera ácido palmítico, linoleico y glicerol fosforilcolina. Esta enzima reduce la permeabilidad de la membrana celular durante la patogénesis (Castillo 2002).

Una vez que se ha establecido en las plantas, el hongo avanza y forma micelio y esclerocios con gran rapidez, especialmente cuando hay suficiente humedad la temperatura es alta (entre 30 y 35°C).

Al parecer, el patógeno crece, sobrevive y ataca a las plantas con mayor frecuencia cerca de la superficie del suelo, quizás debido a que a ese nivel las temperaturas son más favorables,

hay mayor abastecimiento de sustancias orgánicas que el hongo utiliza para alimentarse o existe una menor competencia con antagonistas y otros organismos del suelo.

3.9.11 Condiciones que favorecen la enfermedad

Sclerotium rolfii tiene un óptimo crecimiento a temperatura ambiente entre 30 a 35°C, con una mínima de 8°C y una máxima de 40°C respectivamente; con 37°C como máximo aparente para el desarrollo normal del hongo; el límite de temperatura del suelo para infección y patogénesis es por lo común entre 20 y 36°C.

El micelio vegetativo muere con temperaturas de -2°C en 24 horas y los esclerocios con temperaturas de -10°C en 48 horas. La humedad y la temperatura están relacionadas con la longevidad del micelio.

Otro factor a considerar es el pH, ya que éste es importante para el desarrollo del hongo, siendo favorables a su crecimiento pH más bien ácidos. Los pH entre 1.4 a 8.8 son los adecuados para el desarrollo del micelio de este hongo, encontrándose su óptimo entre 3 y 5.5. Esto indica que *Sclerotium rolfii* necesita para desarrollarse suelos muy bien aireados.

El crecimiento y actividad patogénica del hongo en la superficie del suelo no estaría relacionada con la concentración de oxígeno, sino que con la distribución de la fauna antagonista como microflora del suelo.

3.9.12 Supervivencia

Es un patógeno polífago, puede sobrevivir como micelio en los tejidos infectados o en desechos de plantas. Persiste como esclerocio y se disemina por prácticas culturales (suelos infestados o herramientas contaminadas), plántulas infestadas, agua de irrigación, vientos y posiblemente semillas.

Ataca las plantas en la base del tallo o cuello de la raíz. El patógeno penetra el tejido y produce una masa considerable de micelio en la superficie de la planta, este proceso dura aproximadamente de 2-10 días.

El pH es muy importante en la inducción de la formación de esclerocios. *S. rolfii* es capaz de sobrevivir dentro de un amplio rango de condiciones ambientales. El micelio puede crecer a pH de 1.4 a 8.8 y la germinación esclerocial ocurre entre 2 a 5. La germinación es inhibida a pH por encima de 7. El máximo crecimiento micelial ocurre entre 25 y 35°C. Se requiere una humedad alta para el crecimiento del hongo (SINAVIMO sf).

3.9.13 Métodos de detección e inspección

Se deben observar amarillamiento tempranos o muerte del follaje superior usualmente acompañado de circunferencias en el tallo por encima de la superficie del suelo, que resulta en el marchitamiento y muerte de la planta (Castillo 2002).

3.9.14 Métodos de diagnóstico

La característica más común de los síntomas de *Sclerotium rolfii* es la presencia de una malla micelial en la base de los tallos restos de hojas y en la superficie del suelo alrededor de las plantas infectadas. Ésta puede ser observada en condiciones de clima cálido y húmedo y desaparece durante sequías. Los esclerocios esféricos son visibles en el micelio, creciendo en las paredes afectadas de las plantas y en la superficie del suelo. Son de color blanco al inicio y después se tornan de color café oscuro (Farías 2005).

3.9.15 Estrategias de manejo de la enfermedad

El manejo de este hongo resulta muy complicado por el gran número de plantas que es capaz de atacar incluso como saprófito; además, sus esclerocios son capaces de sobrevivir en el suelo por muchos años. Otro aspecto destacado es que ningún método por si sólo es capaz de sanar una planta que presente una pudrición en sus raíces, siendo necesario realizar un manejo integrado (Farías 2005).

3.9.16 Control cultural

Existen medidas de control cultural que pueden ser aplicadas y son muy importantes en la disminución de la incidencia del patógeno. Entre ellas se menciona la rotación de cultivo, alternando tomate con gramíneas como maíz y sorgo (Salazar *et al.* 2009).

Otra de las alternativas es a través de Procedimientos de labranza lo cual implica una buena preparación del terreno que permite enterrar profundamente en el suelo restos vegetales contaminados además se debe evitar la incorporación de materia orgánica al suelo; y se debe quemar plantas afectadas y evitar el movimiento de tierra contaminada a otros lugares del predio combinando procedimientos de prácticas culturales con el uso de herbicidas y fertilizantes que contengan amonio y la aplicación de compuestos ricos en calcio disminuyen considerablemente la acción de este hongo (Farías 2005).

3.9.17 Control químico

Dentro de los fumigantes que pueden ser aplicados al suelo encontramos productos como: tricloronitrometano, Bromuro de metilo, Metanal y Clorobromopropeno. También se mencionan algunos herbicidas que tienen propiedades fúngicas entre ellos, 2-cloro-4 etilamino-6-isopropilamino- 1, 3, 5-triazina, Fluometuron, Triflutarina, Metabromuron, obteniéndose los mejores resultados con el Fluometuron. Todos éstos controlaban desarrollo de micelio y producción de esclerocios (Farías 2005).

Sin embargo el primer fungicida que se conoce que logró control sobre *Sclerotium rolfsii* fue Pentacloronitrobenceno (PCNB). Antes de la aplicación de este producto no se habían logrado buenos resultados. Pero cabe mencionar que este fungicida ya no se fabrica debido a su alto efecto detrimental sobre el medio ambiente.

Otros fungicidas que han sido utilizados son: Tirad, Diniconazole, Tebuconazole, Propiconazole.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El presente trabajo se realizó en el Campus Agropecuario de la UNAN- León, ubicado de la entrada a la Ceiba 1.5 km al este. Esta zona se caracteriza por presentar un clima Tropical seco, predominante de la región del occidente de Nicaragua.

Las condiciones meteorológicas promedio son: temperatura 27.5°C, acompañada de una humedad relativa de 78%, precipitaciones anuales de 1,910 mm y con una altitud de 94 msnm. El suelo predominante es franco arenoso, con una topografía plana de 2% de pendiente.

4.2 Descripción del diseño

El estudio fue de tipo descriptivo dando seguimiento a las plantas enfermas en cada muestreo que se realizó a lo largo de las etapas fenológicas del cultivo, en la parcela de tomate (*Solanum lycopersicum*).

La variedad de tomate que se estableció en la parcela fue Shiro. Esta parcela estaba ubicada en las instalaciones del CNRA (Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura).

Con los datos obtenidos se elaboró la distribución en el espacio de los diferentes patógenos que atacaron el cultivo a través de un mapa que muestra como estos se dispersaron en el espacio según las condiciones que favorecieron su desarrollo, y en el tiempo determinando en que etapa el cultivo era más susceptible al ataque de los patógenos del mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*).

4.3 Método de muestreo

El muestreo se realizó en toda el área, cuya dimensión total fue de 2,413 m², en el cual algunas las plantas con síntomas de las enfermedades mal del talluelo y pudrición blanca

fueron extraídas del campo y posteriormente se trasladaron al laboratorio de fitopatología para determinar el tipo de agente causal que las estaba atacando.

Los muestreos se realizaron una vez por semana mientras permaneció el ciclo agrícola del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

4.4 Identificación de las estructuras de hongos

Algunas de las plantas que presentaban síntomas característicos de las enfermedades fungosas mal del talluelo y pudrición blanca, fueron extraídas de la parcela en estudio, posteriormente trasladadas al laboratorio para brindar un diagnóstico presuntivo de la enfermedad. El diagnóstico definitivo se hizo empleando las técnicas requeridas en el laboratorio, utilizando PDA (Papa- Dextrosa-Agar) y cámara húmeda.

4.5 Diagnóstico de la enfermedad en el laboratorio

Las plantas recolectadas en campo con los síntomas de enfermedad, se aislaron con PDA y la prueba de cámara húmeda, para determinar la presencia de hongos.

El método de aislar patógenos empleando PDA consistió en cortar una porción pequeña de las raíces y tallos de la planta afectada, la cual se lavó con agua esterilizada para retirar las partículas de suelo que se encontraban en las raíces, luego se sumergieron en cloro al 10% y se trasladaron a los platos petri conteniendo el medio de crecimiento.

En el caso de la cámara húmeda se lavaron las muestras de raíces y tallos, luego se introdujeron en una bolsa de polietileno con papel humedecido y posteriormente se colocó el trozo de tallo y se amarró la bolsa de tal manera que mantuviera una cantidad de aire almacenada. Esto se hizo con el propósito de crearle las condiciones requeridas por el hongo para su crecimiento.

Estos trozos de las plantas se mantuvieron en cámara húmeda durante un período de 24-48 horas para que las estructuras del hongo se desarrollaran de forma adecuada y lograr de esta manera identificarlos empleando el estereoscopio y microscopio.

4.6 Manejo agronómico del cultivo de tomate

El material genético utilizado fue tomate de la variedad Shiro, la preparación del suelo se realizó mediante un pase de grada y uno de escardillo. El sistema de riego que se utilizó fue riego por goteo. El marco de siembra establecido fue de 35 cm entre plantas y 100 cm entre surco.

Fertilización: las plántulas antes de ser trasladadas a siembra directa en campo fueron fertilizadas en el túnel donde se realizó aplicación de triple 20-20-20, con una frecuencia de cuatro veces. En la primera aplicación de triple 20-20-20, se utilizaron 40 g de este fertilizante, en la segunda aplicación de este fertilizante se utilizaron 80 g, en la tercera y cuarta vez de la aplicación del fertilizante se utilizaron 120 g.

Al momento de la siembra se hizo una fertilización base de 6 sacos de bocachi (80 lb cada una), 2 días después se le aplicó MAP (Mono fosfato de amonio) dos libras y una libra de Nitrato de amonio.

Control de plagas y enfermedades: se realizó con la aplicación de productos químicos, tales como Imidacloprid 60ml por bombada (2 bombadas), para el control de mosca blanca. Metribuzina 35 g (5.5 bombadas), para el control de malezas y Sulfato de cobre pentahidratado 40ml (5.5 bombadas) para el control de hongos.

Nim mas jabón ¼ litro por bombada (6 bombadas), para combatir el gusano del fruto. Oxido cúprico 100 g (6 bombadas), para control de hongos. 1-(6-cloro-3-piridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneaminanombre (20g) mas Methyl 1-(butylcarbamoil) benzimidazol-2-ylcarbamate (100 g) = 120 g (3 bombadas), el primero para combatir mosca blanca y el segundo para desinfectar el cuello de la raíz de plántulas. Butyl (R)-2-{4-[5-(trifluoromethyl)-2-pyridyloxy] phenoxy}propionate 50ml (2 bombadas), controlar malezas.

Nim mas Nutricel 160ml+35ml (5.5 bombadas), Nim para control del gusano del fruto y Nutricel para la fertilización foliar. Metilbenzimidazol-2-ilcarbamate ½ litro (introducido por el sistema de riego), para el control de hongos. Oxycob 160 g (6 bombadas), fungicida

para los hongos. Plural mas Acrobat 35 g + 75 g (4 bombadas,), plural para combatir insectos y Acrobat para hongos.

4.7 Variables evaluadas

-Identificación del agente causal: se realizó extracción de algunas plantas enfermas de la parcela de estudio.

-Incidencia de las enfermedades fungosas en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de tomate: se realizó a través de la observación de las plantas que presentaron síntomas del mal de talluelo y la pudrición blanca en la parcela.

4.8 Análisis de los resultados

Se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson, que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente, estas son; la incidencia de la enfermedad y cantidad de precipitación pluvial. Para determinar si la incidencia de la enfermedad está o no estrechamente relacionada según la cantidad de precipitación, que se presentó en el momento del desarrollo del ciclo del cultivo.

Los datos obtenidos de los muestreos que se realizaban semanalmente durante un periodo de 11 semanas fueron procesados en el programa Excel, para determinar la distribución espacial de los patógenos a través de la cantidad de plantas enfermas que se encontraban semanalmente, así como la distribución temporal de la enfermedad contabilizando las plantas con síntomas la cual se realizó por cada etapa fenológica del cultivo. De esta manera se logró saber en qué etapa del cultivo se presentaron los patógenos, cuando presentan mayor incidencia en las plantas, así como los factores que los benefician en su desarrollo.

Con los muestreos que se realizaron en la parcela una vez por semana, contabilizando la cantidad de plantas enfermas, se elaboró el mapa de distribución espacial y temporal apoyándonos con el programa power point, donde se muestra la incidencia de ambas enfermedades y como fue el patrón de distribución de cada una de ellas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Correlación entre el mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y precipitaciones asociados al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*).

La correlación entre el patógeno *Rhizoctonia solani* y la precipitación ocurrida durante el período de ciclo de vida del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*). Según el análisis de Pearson realizado a las variables incidencia de la enfermedad que es la variable respuesta y precipitación la variable independiente indican que la correlación obtenida es de -0.27 por lo que se considera que no existe asociación entre las variables comparadas. Se puede afirmar además que existe una leve relación inversa entre ambas variables lo cual se evidencia debido a que el coeficiente de correlación es negativo.

El mal del talluelo causado por el hongo *Rhizoctonia solani* no mostró relación entre las variables incidencia y precipitación. Esto indica que la incidencia del mal del talluelo causa enfermedad en el cultivo del tomate sin depender de las precipitaciones que se presentaron en el campo.

La incidencia del hongo no parece estar directamente relacionada con la cantidad de precipitación pluvial debido a que cuando la precipitación es mínima (16.8mm) la incidencia es mayor y a medida que la precipitación aumenta, la incidencia permanece constante. Esto se debe a que el patógeno no requiere de grandes cantidades de agua para su desarrollo, sino que basta con una pequeña humedad para presentarse en el cultivo y mantener su desarrollo debido a que la humedad favorece la germinación de las esporas y evita la desecación del tubo germinativo del hongo (Ames 1997).

Tabla 1. Correlación entre la precipitación e incidencia de *Rhizoctonia solani* en el cultivo del tomate.

| | | Precipitación | Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> |
|---|---------------------|---------------|---|
| Precipitación | Pearson Correlation | 1 | -0,277 |
| | Sig. (2-tailed) | , | 0,410 |
| | N | 11 | 11 |
| Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> | Pearson Correlation | -0,277 | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,410 | , |
| | N | 11 | 11 |

El patógeno se presentó en el cultivo cuando aún no había presencia de precipitaciones en el mes de abril, sin embargo en la parcela estaba establecido el sistema de riego por goteo por lo que se mantenía una humedad constante en el suelo, lo que facilita el desarrollo del patógeno, ya que se ha reportado que en algunas zonas con sistemas de riego por goteo, la acumulación de sedimentos en la base de los brotes de la planta favorece la incidencia de *Rhizoctonia solani* (Bayer 1999). Desapareciendo el daño causado a las plantas cuando la cantidad de agua fue mínima.

Se considera que *Rhizoctonia solani* es uno de los patógenos dentro del complejo de hongos del suelo, más activo cuando el suelo se encuentra con una humedad moderada; mientras que en suelos secos o encharcados tienden a inhibir el desarrollo fúngico (Jones 1999) , por lo que se puede afirmar que este hongo no se presenta según las precipitaciones sino mas bien, cuando el cultivo está en etapa de plántula (Ames 1997) que es cuando

ataca a todas las especies afectadas por él, debido a que los tallos están tiernos proporcionando de esta manera las condiciones necesarias al patógeno para su desarrollo en el hospedero, ya que después de un mes de edad las plantas son muy tolerantes (Sánchez 2000). Otra condición para que el patógeno pueda infestar a la planta es cuando ésta se encuentra bajo condiciones ambientales adversas ya sea por factores ambientales, edáficos o las raíces han sido dañadas (e.g. Nematodos noduladores) (Jones 1999).

Por tanto la correlación entre el patógeno y la cantidad de precipitación es una correlación mínima y negativa, por que cuando una variable aumenta la otra disminuye debido a que una no depende de la presencia de la otra. El gráfico indica que aunque la precipitación sea máxima la enfermedad no incrementa su incidencia. Contrario con estudios realizados anteriormente, que el patógeno necesita grandes cantidades de agua en las parcelas donde están situados los cultivos, para su desarrollo, y temperaturas bajas entre 12 a 17⁰ C. lo que no coincide con las condiciones meteorológicas de la zona de estudio, sin embargo la incidencia de este patógeno se adapta a este ambiente (Zamorano *et al.* 2004).

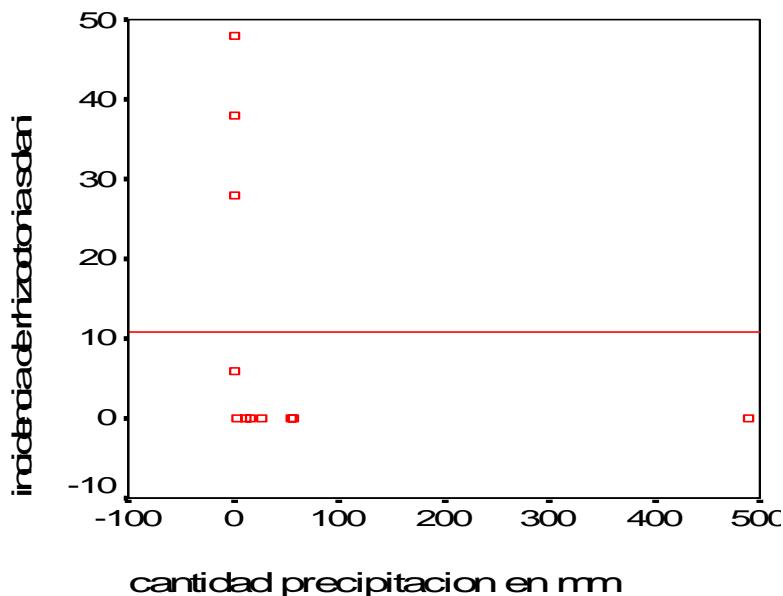


Gráfico 1. Correlación de la incidencia de *Rhizoctonia solani* en comparación con la precipitación pluvial caída en los meses de mayo-julio.

5.2 Correlación entre la pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) y precipitaciones asociados al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*).

La correlación entre el patógeno *Sclerotium rolfsii* y la precipitación ocurrida durante el período de ciclo de vida del cultivo. El análisis de Pearson realizado a las variables incidencia de la enfermedad que es la variable respuesta y precipitación que es la variable independiente indican que la correlación obtenida es de 0.07 la cual es considerada que la asociación entre las variables comparadas es mínima.

Aunque la precipitación como tal no es determinante para la presencia y desarrollo de la enfermedad, si contribuyo por la humedad que proporcionó al suelo, ya que es uno de los requerimientos necesarios para el desarrollo del hongo (Jones 1999).

El hecho de que el patógeno se presentara cuando había condiciones de humedad, concuerda con el descubrimiento de (Farías 2005) quien reporto que las hifas del hongo para poder entrar en contacto con los tejidos sanos susceptibles necesitan de altas temperaturas y condiciones de humedad, durante su estación en crecimiento. Este hongo es capaz de invernar como esclerocio y micelio en plantas infectadas y restos de cosecha. La mayoría de los esclerocios son producidos en el suelo o cerca de la superficie del mismo, pudiendo sobrevivir incluso en suelos bien drenados.

Este resultado indica que la variable precipitación no afecta la incidencia de *Sclerotium rolfsii*, por tanto el hecho de que la enfermedad aumente o disminuya no esta en dependencia de las precipitaciones, Ver gráfico 2. Esto se puede deber a que este hongo necesita alta humedad para establecerse (Ames 1997) pero una vez establecida la enfermedad no importa la cantidad de agua que reciba, siempre su incidencia persistirá debido a que ya está establecido en el cultivo.

Tabla 2. Correlación entre la precipitación e incidencia de *Sclerotium rolfsii* en el cultivo del tomate.

| | | Precipitación | Incidencia de <i>Sclerotium rolfsii</i> |
|---|---------------------|---------------|---|
| Precipitación | Pearson Correlación | 1 | 0,070 |
| | Sig. (2-tailed) | , | 0,838 |
| | N | 11 | 11 |
| Incidencia de <i>Sclerotium rolfsii</i> | Pearson Correlation | 0,070 | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,838 | , |
| | N | 11 | 11 |

El gráfico muestra que la correlación entre la pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) y las precipitaciones son mínimas, debido a que la presencia del patógeno ocurrió cuando se presento la humedad en el cultivo de forma tal que la alta humedad y temperatura favorecen el desarrollo de la enfermedad (Sánchez 2000).

Una vez que el hongo se establece en la parcela, este comienza su actividad de infección, sin importar la cantidad de precipitaciones que se presenten durante el ciclo de infección. Se puede apreciar que cuánto mayor fue la incidencia del patógeno, las precipitaciones no eran las mayores, y cuando se dan las mayores precipitaciones, la actividad fúngica del patógeno comienza a descender. El hecho de que ocurriera este descenso no quiere decir que la actividad del hongo disminuyera, sino mas bien que el patógeno había infestado en su totalidad a todas las plantas que estaban a sus alrededores, por tanto la actividad no sigue

en ascenso sino que se mantiene por que es cuando ya todas las plantas fueron infestadas y por tanto el cultivo llega a su etapa final (etapa de fructificación plena).

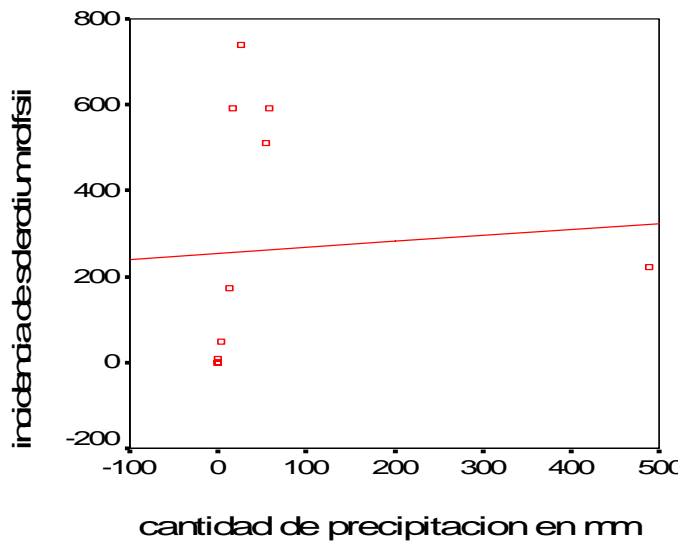


Gráfico 2. Correlación de la incidencia de *Sclerotium rolfii* en comparación con la precipitación pluvial caída en los meses de mayo-julio.

5.3 Incidencia de *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfii* en las diferentes etapas fenológicas estudiadas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)

La incidencia de *Rhizoctonia solani* se presentó en las primeras etapas del cultivo de tomate, el ataque inicial fue cuando el cultivo estaba en etapa de plántula (Ames 1997) obteniéndose en esta etapa 36.67% (44 plantas enfermas) y en la etapa vegetativa se obtuvo 63.33% (76 plantas enfermas), pero su ataque disminuyó al llegar el cultivo a la etapa de floración, por lo que concuerda con Montes, citado en Peñalba y Rayo 2008, que la presencia de este patógeno consiste en la muerte súbita de plántulas recién emergidas, principalmente de 10-12 días después de la emergencia, el daño causado por la enfermedad es irreversible cuando ocurre en etapas muy tempranas de la planta, generalmente bajo presencia de humedad relativa elevada y aireación deficiente, esta enfermedad se vuelve problemática y los daños pueden extenderse hasta el 50% de las plantas.

Pero suelen recuperarse si ocurre después del trasplante, por lo que en este caso la enfermedad no causó daños severos, debido a que se presentó, después del trasplante, donde las plantas normalmente son muy tolerantes (Moore 1992). Lo que coincide con este estudio.

Araúz (1998) señala que algunos patógenos como *Rhizoctonia solani* tienen una alta capacidad saprofitica, por lo que pueden mantenerse en el suelo alimentándose de materia orgánica en descomposición, así mismo, porcentajes altos de materia orgánica favorecen los ataques. Por su alto potencial saprófito, el hongo puede sobrevivir en forma de micelio sobre materia orgánica durante varios años. La actividad del patógeno comienza cuando las condiciones ambientales favorecen la enfermedad como son humedad y temperaturas elevadas se hacen presentes en el cultivo. Es posible que esta sea la causa por la que se presentó en nuestra parcela de estudio, debido a que en ella se había realizado incorporación de bocashi al momento de la siembra como abono orgánico y se utilizó cascarilla de arroz como cobertura vegetal.

También existen otros factores que favorecen a la enfermedad tales como: los suelos pesados, compactados, mal drenados, mal estructurados con tendencia a humedad excesiva así como temperaturas altas ($>25^{\circ}\text{C}$) favorecen su desarrollo (Araúz 1998). Aunque en nuestro caso no hubo problema con respecto a textura del suelo porque es un suelo franco arenoso y por lo tanto no tiene tendencia a humedad excesiva, sí hubo presencia de alta temperatura que es una de las condiciones que favorece el desarrollo de la enfermedad.

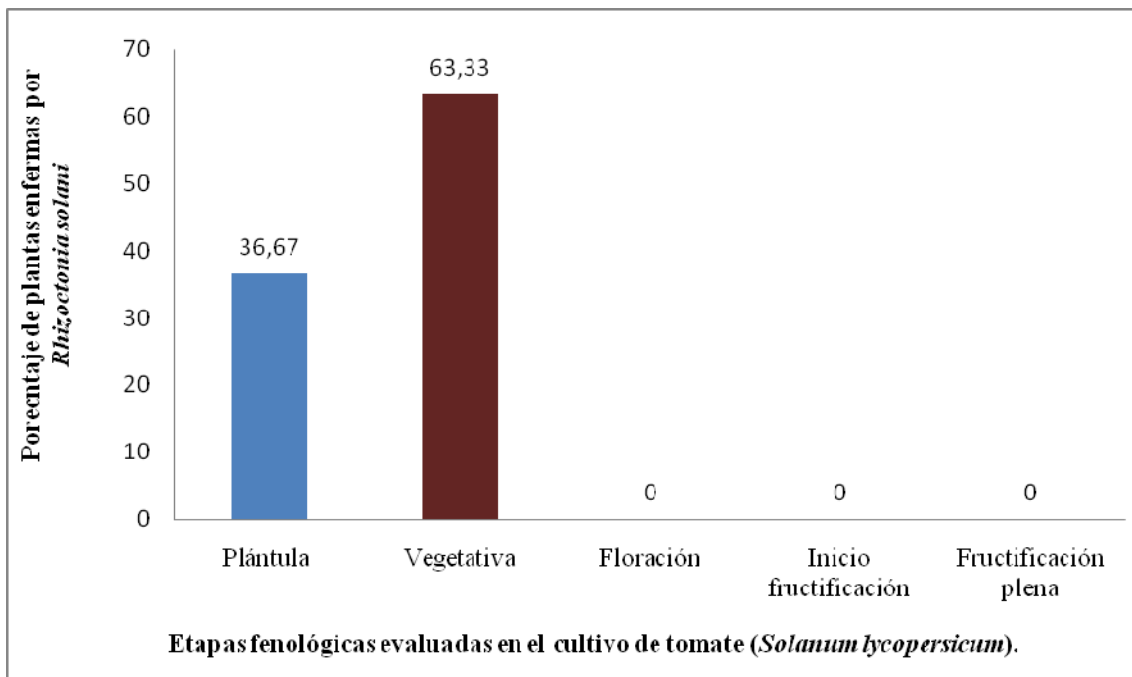


Gráfico 3. Número de plantas enfermas de tomate causada por el patógeno *Rhizoctonia solani*, durante las etapas fenológicas del cultivo en estudio.

En el caso del patógeno *Sclerotium rolfsii* se presentó con mayor incidencia en las etapas más avanzadas del ciclo del cultivo, presentándose el siguiente porcentaje de plantas enfermas en las diferentes etapas estudiadas del cultivo; 0.47% (8 plantas enfermas) en vegetativa, 15.92% (271 plantas enfermas) en floración, 53.58% (912 plantas enfermas) en inicio de fructificación y 30.02% (511 plantas enfermas) en fructificación plena, el patógeno es un habitante común del suelo y es capaz de atacar un cultivo en cualquier estado de su desarrollo y causar una muerte rápida del vegetal afectado (Farías 2005). Por lo que no se puede predecir con exactitud la etapa del cultivo en que puede aparecer el patógeno.

El patógeno esta propagado en todo el mundo, pero es de mayor importancia en zonas tropicales y subtropicales durante estaciones lluviosas cálidas. Los síntomas se encuentran en la zona de la planta que se encuentra sobre o cerca del suelo. Las plantas pueden ser

atacadas en cualquier estado de su desarrollo si las condiciones ambientales son las adecuadas (Farías 2005).

En el caso del cultivo en estudio el patógeno *Sclerotium rolfsii* atacó a las plantas cuando estas estaban en etapa vegetativa, esto concuerda con lo señalado en un estudio de Jones 1999, señala que la enfermedad puede atacar de forma ocasional antes de la floración y esto pudo ocurrir debido a que la humedad presente del suelo era la adecuada para el patógeno, por el sistema de riego establecido.

Farías (2005) considera que una vez que se ha establecido el patógeno en las plantas, el avanza formando micelio y esclerocios con gran rapidez, especialmente cuando hay suficiente humedad y la temperatura es alta (entre 30°C y 35°C).

Al parecer, el patógeno crece, sobrevive y ataca a las plantas con mayor frecuencia cerca de la superficie del suelo, quizás debido a que a ese nivel las temperaturas son más favorables, hay mayor abastecimiento de sustancias orgánicas que el hongo utiliza para alimentarse o existe una menor competencia o antagonismo con otros organismos del suelo. Puede lograr sobrevivir durante años en el suelo y en restos de plantas huésped, por ser un hongo altamente saprófito (Castillo 2002).

El síntoma más común es una podredumbre café a negro en el tallo, que se desarrolla cerca de la línea del suelo. La lesión se desarrolla con rapidez, rodeando el tallo completamente y dando lugar a la repentina y permanente marchitez de toda la parte aérea de la planta (Jones *et al.* 1991).

Este hongo se manifiesta en el cultivo cuando las plantas tienen mayor edad y están más vigorosas, lo que beneficia su desarrollo, esto explicó el hecho de que no se presentara en las primeras etapas, pero también es importante mencionar que en plantas leñosas el hongo no invade totalmente el tejido, pero se desarrolla en la corteza y rápida o lentamente las cubre, y finalmente estas mueren (Agrios 1997).

Por lo que concordamos con lo antes descrito, debido a que cuando el cultivo llegó a la etapa de fructificación plena, la infección del hongo no continuó infestando una mayor cantidad de plantas, sino que permaneció constante con las plantas que ya estaban

infestadas, de modo que avanza de forma muy lenta, debido a que el tallo de las plantas se ha lignificado y por tanto las condiciones que favorecían la presencia del hongo ya no estaban presente en las planta para que este continuara su infección.

También es de importancia mencionar que cuando el hongo logro su mayor incidencia fue en período lluvioso, por lo que la alta humedad y temperatura elevadas favorecen su desarrollo, así como la presencia de sustrato orgánico permite una alta supervivencia de los esclerocios cercanos a la superficie del suelo (Salazar *et al.* 2009). Por tanto se puede afirmar que altas concentraciones de sustrato orgánico ayudan a la propagación de la enfermedad.

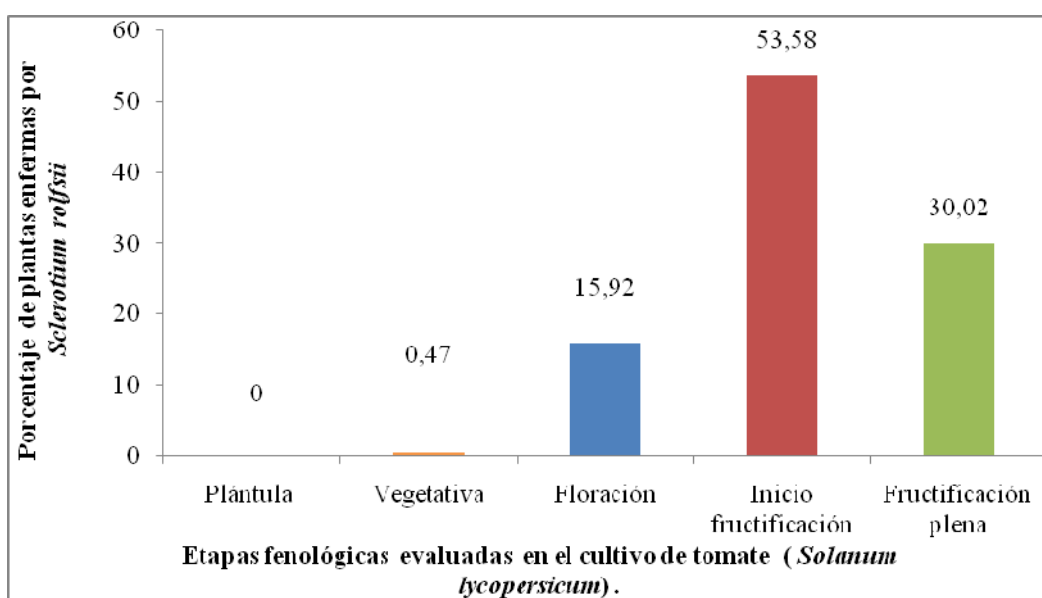


Gráfico 4. Número de plantas enfermas causada por el patógeno *Sclerotium rolfsii*, durante las etapas fenológicas del cultivo en estudio.

5.4 Porcentaje de plantas enfermas durante las semanas muestreadas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) ocasionadas por los patógenos *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii*.

El patógeno se presentó en la primera semana del cultivo, es decir cuando éste estaba aún en etapa de plántula, cuando las plantas son más susceptibles al daño que ocasiona este patógeno (Jones 1999) mostrando una incidencia de 0.14%, su nivel de daño continuó en aumento en la segunda semana, logrando alcanzar el nivel de daño máximo en la tercera semana con un 1.09% de incidencia, en la cuarta semana del cultivo la incidencia de la enfermedad disminuyó hasta un 0.63% que es cuando el cultivo entra en la etapa vegetativa, la enfermedad ocasionada por *Rhizoctonia solani* culmina cuando el cultivo está plenamente en etapa vegetativa, disminuyendo en esta quinta semana con un 0%.

Por lo que puede decirse que las condiciones presentes en esta etapa del cultivo no son favorables al patógeno, debido a que las plantas cuando tienen mayor edad su tallo se lignifica y por tanto dejan de ser susceptibles al daño ocasionado por el mismo. A partir de la quinta semana la enfermedad desaparece por completo, dejando de presentarse este patógeno a partir de esta fecha hasta la culminación del cultivo.

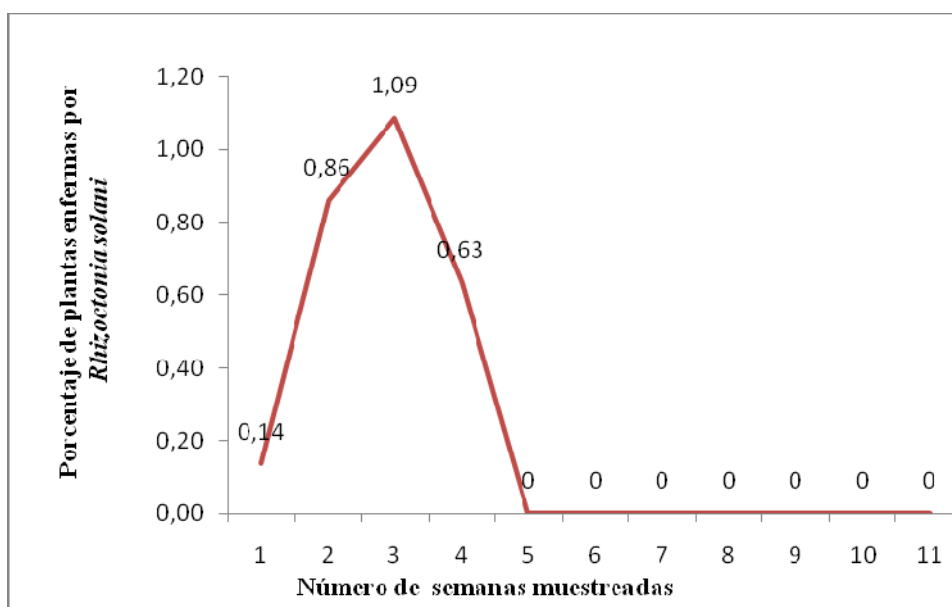


Grafico 5. Número de plantas enfermas por *Rhizoctonia solani* según las semanas muestreadas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) desde la etapa de plántula, hasta la etapa de fructificación.

La aparición del patógeno se muestra a partir de la cuarta semana de establecido el cultivo con un 0.18% de incidencia, es decir se presenta cuando el cultivo está en etapa vegetativa, y las condiciones favorables de alta humedad y temperaturas se presentaron. Requiriendo además para su presencia y desarrollo, de abundante materia orgánica (González 1985).

La enfermedad se presenta en plantas adultas, la lesión inicia rodeando el tallo produciendo la infección de la planta, a través de los esclerocios producidos sobre la superficie del suelo (Chemonics International Inc. 2008) su incidencia continua aumentando desde su aparición en la cuarta semana, hasta lograr el punto máximo de daño en la octava semana con un 16.71%. El patógeno puede atacar las plantas de tomate durante todo el ciclo de desarrollo. Son frecuentes los ataques a plantas adultas en plena floración o inicio de fructificación. cuando el cultivo se encontró en etapa de inicio de fructificación la presencia del patógeno fue mayor, disminuyendo su incidencia en la novena semana cuando el cultivo alcanzó la etapa de fructificación plena con un 13.41%, y se mantiene estable a partir de la semana número diez con un 11.57%, a partir de esta semana la infección de nuevas plantas ya no aparece debido a que el punto donde se presentó la enfermedad se diseminó en todos sus alrededores por tanto todas las plantas que se encontraban juntas estaban infestadas, por lo que la infección del patógeno no siguió en aumento, además las condiciones que presentaba el cultivo en esta etapa no eran las adecuadas para su desarrollo.

Este fue el caso del hongo *Sclerotium rolfsii* que se presentó en la parcela en donde su incidencia se deja ver claramente a partir de la mitad de la parcela (surco 17), en donde se encharcaba con facilidad por no haber un buen drenaje, a pesar de que el porcentaje de la pendiente del terreno no era relevante.

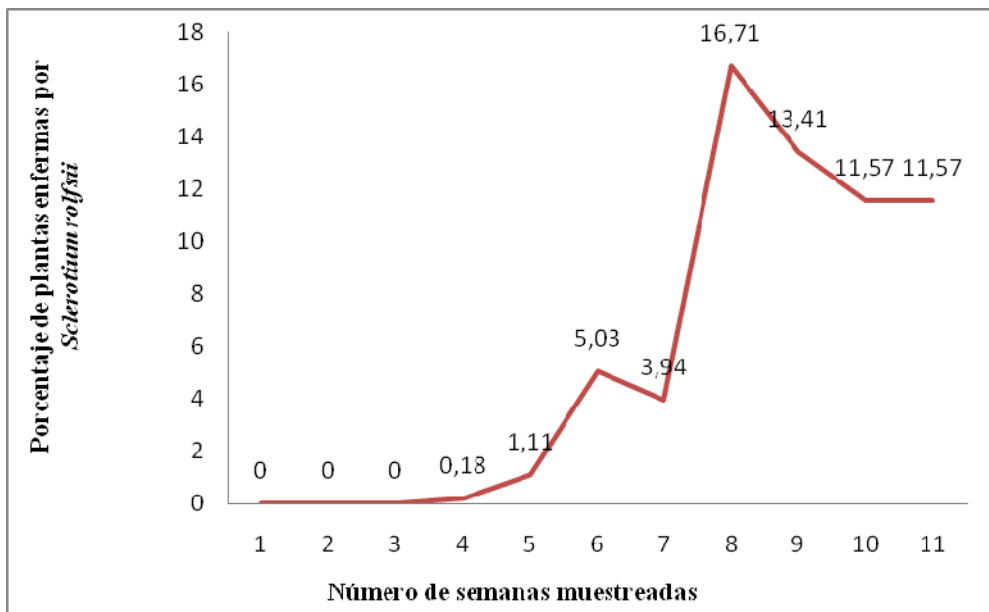


Gráfico 6. Número de plantas enfermas por *Sclerotium rolfsii* según las semanas muestreadas en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) desde la etapa de plántula, hasta la etapa de fructificación.

5.5 Distribución espacial de la enfermedad del mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*)

Para el caso de la enfermedad mal del talluelo causada por *Rhizoctonia solani*, ésta se distribuyó en el espacio de forma aleatoria debido a que se encontraba afectando las plantas en diferentes puntos de la parcela y no en un punto específico de la misma, la enfermedad mantuvo ese patrón de distribución desde su inicio hasta su final durante el tiempo que permaneció afectando el cultivo, por lo que se puede decir que esto ocurrió debido a que el inóculo primario no se encontraba en el campo, si no que el patógeno se encontraba en la planta al momento del trasplante. Lo que concuerda con lo expuesto por Araúz (1998) que señala que la localización de la fuente de inóculo primario influye sobre el patrón de distribución de la enfermedad. Así, si el inóculo primario es de una fuente lejana, la distribución espacial inicial de la enfermedad tendera a ser al azar.

Los resultados que se han obtenido de los diferentes estudios realizados sobre *Rhizoctonia solani* muestran que las condiciones de humedad prolongada en el suelo disminuyen la densidad del patógeno (Ramírez 2001) como pudo ocurrir en nuestra parcela de estudio debido a la utilización de cascarilla de arroz como mulch, lo que pudo ocasionar que hubiera una mayor retención de humedad que favoreciera la planta, pero creara una condición adversa para la sobrevivencia del patógeno, de manera que la incidencia de la enfermedad no fue relevante en el cultivo.

5.6 Distribución espacial de la enfermedad de la pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*)

Lo contrario ocurrió con *Sclerotium rolfsii* que inicio en la parte éste de la parcela y terminó concentrándose en la parte oeste ,por lo que se puede decir que la distribución en el espacio fue de forma agregada, esto ocurrió por algunas condiciones presente en la parcela como la presencia de parches donde se daba una situación de anegamiento, creando de esta manera una condición ambiental favorable para la sobrevivencia del patógeno, lo que coincide con lo señalado por Morlans (2004) que indica que la distribución agregada : es irregular y no fortuita. Ocurre como respuesta a diferencias locales de hábitat (micro hábitat) además las agregaciones usualmente implican alguna clase de parche ambiental. Por ejemplo parches de mal drenaje en el terreno dan lugar a la distribución agregada (Araúz 1998).

Otra de las causas que pudo contribuir a que este patógeno tuviera ese tipo de dispersión en el espacio es que el inóculo primario del mismo estuviera presente en el campo permaneciendo inactivo hasta que las condiciones ambientales fueran favorables para su germinación y desarrollo.

Siendo mayor su incidencia en aquella área de la parcela que presentaba las mejores condiciones para el patógeno de tal manera que pudiera iniciar su infección y donde las plantas estaban bajo condición predisponente a ser afectadas. Lo que concuerda con Araúz (1998) que señala que si el inóculo primario se encuentra dentro del campo la distribución primaria inicial tendera a ser agregada.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ Los patógenos de suelo *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii*, fueron identificados como los agentes causales de las enfermedades Mal del talluelo y Pudrición blanca respectivamente.
- ❖ Se elaboró un mapa de distribución espacial de las dos enfermedades mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) presentados en el cultivo de tomate, este se realizó con los datos que se tomaban semanalmente, para observar como la enfermedad se distribuía en el espacio, según los factores que la favorecían.
- ❖ Se elaboró un mapa de distribución temporal de ambas enfermedades mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) y pudrición blanca (*Sclerotium rolfsii*) presentados en el cultivo de tomate, este se hizo con los datos que se tomaban semanalmente, para determinar la etapa del cultivo más susceptible, al presentar mayor incidencia la enfermedad, de esta manera se puede apreciar como la enfermedad se distribuye en el tiempo.
- ❖ En el caso de la pudrición blanca su incidencia por primera vez fue en la etapa vegetativa con 0.47%, aumentando en la etapa de floración, logrando alcanzar su punto máximo en la etapa de inicio de fructificación con 53.58% y disminuyendo en la etapa de fructificación plena con 30.02.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Corregir problemas de drenaje en el terreno para evitar, que se produzcan parches en los cuales se puedan crear condiciones de encharcamiento que favorezcan el desarrollo del patógeno.
- ❖ Hacer rotaciones en la parcela, con otros cultivos que sean resistentes al patógeno tales como las gramíneas para romper el ciclo del patógeno, ya que las estructuras de estos permanecen viables por muchos años en el terreno.
- ❖ Evitar la incorporación de cascarilla de arroz como material de cobertura vegetal ya que sirve como fuente de inóculo, para la sobrevivencia y desarrollo del patógeno.
- ❖ Hacer una buena preparación del terreno antes de la siembra, para que sus estructuras reproductivas queden enterradas a una profundidad que impida la germinación y desarrollo del hongo.
- ❖ Proporcionar la humedad adecuada a los requerimientos del cultivo, de manera que se evite el exceso de riego en la parcela, ya que la humedad constante en la parcela puede proveer condiciones que favorecen el desarrollo de los patógenos, además puede servir de medio de diseminación de la enfermedad, mediante el transporte de los propágulos del hongo dentro de la misma parcela en el agua de riego.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Araúz, L. 1998. Fitopatología: Un enfoque agroecológico (en línea). San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. Consultado 7 ene.2011. Disponible en <http://www.books.google.com.ni/books?isbn=99776739>

Agrios, GN. 1997. Plant pathology: Rot and stem rot diseases caused by the “sterile fungi” *Rhizoctonia* and *Sclerotium*. 4ed. Massachusetts, USA. Academic Press. P. 390-396.

Reyes, A., Martínez, B., Rivero, G., Giménez, G. 2002. Actividad in vitro de *Trichoderma harzianum* sobre *Sclerotium rolfsii* en plántulas de tomate (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 8 sep.2010. Disponible en <http://www.google.com.ni>

Ames, T. 1997. Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos (en línea). Lima, Perú. Consultado 7 feb. 2011. Disponible en <http://www.cipotato.org/publications/pdf/002438.pdf-similar>

Bayer (bayercropscience). 1999. Bayer (en línea). Consultado 2 sep.2010. Disponible en <http://www.google.com.ni>

Bayer (bayercropscience). 2008. Bayer (en línea). Consultado 10 jun.2011. Disponible en www.bayercropscience.com.pe/wep/index.aspx?articulo=590

Carpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate (en línea). San salvador, El Salvador. Consultado el 10 ago.2010. Disponible en www.google.com.ni/search.wikipedia.org

Campos, C. 2004. Caracterización de *Rhizoctonia solani kuhn* a partir de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) provenientes de diferentes predios de la decima región de Chile (en línea). Tesis. Lic. Agrónomo. Universidad Austral de Chile. 135p. Consultado 14 mar. 2011. Disponible en www.cibertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fog512c/doc/fag512c.pdf

Contreras, A. (sf). Enfermedades y plagas (en línea). Consultado 14 mar. 2011. Disponible en www.andrescontreras.cl/.../index_papa_enfermedades_y_plagas.html En memoria cache -similar

Chemonics Internacional Inc; CRM (Cuenta Reto del Milenio, Nic). Programa de diversificación hortícola: Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* o *Solanum lycopersicum*) (en línea). 2008. Mangua, Nic. 34p. Consultado 3 feb. 2011. Disponible en <http://www.occidenteagricola.com/.../programa%20de%20diversificacion%20horticola%20cultivo%20...> – Similares

Castillo, L. 2002. Evaluación in vitro de la capacidad biocontroladora de tres cepas nativas de *Trichoderma spp.* A tres temperaturas de incubación, sobre *Sclerotium rolfsii*: Agente causal de la pudrición blanca en remolacha (en línea). Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad de Talca-Chile. 67p. Consultado 8 sep. 2010. Disponible en <http://www.google.com.ni>

Duerto, A. 2011. Biología y Manejo de *Rhizoctonia solani* (en línea). Consultado 10 mar. 2011. Disponible en [www.buenastareas.com/.../Biología...Rhizoctonia - solani/1520664.html](http://www.buenastareas.com/.../Biología...Rhizoctonia-solani/1520664.html)-en memoria cache

Farías, R. 2005. Evaluación de tres cepas nativas del hongo *Trichoderma spp.* Como controlador de *Sclerotium rolfsii sacc.* En remolacha (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*) bajo condiciones de invernadero, campus Lircay de la universidad de Talca (en línea). Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad de Talca-Chile. 57p. Consultado 10 ago. 2010. Disponible en <http://www.google.com.ni>

García, J., Amador, N. 2008. Comparación de sustrato artesanal esterilizado cascarilla de arroz carbonizada más lombriabono con tres sustratos utilizados por productores de plántulas hortícolas en León y Chinandega. Tesis. Ing. en Agroecología Tropical. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 45p.

González, L. 1985. Introducción a la fitopatología (en línea). Trad. Escoto, B. 3ed. Reimpresión. San José, Costa Rica. (Sin editor). 148p. Consultado 3 feb. 2011. Disponible en <http://www.Google.com.ni/search?q=isbn:9290390166>

Gutiérrez, C., Laguna, T., Sarria, M., Molina, J., Cano, J., Castillo, P., Monterrey, J., Padilla, D., Rojas, A., Jiménez, E. 2004. Manejo Integrado de Plagas: Guía MIP en el cultivo de tomate. Managua, Nicaragua. (Sin editor) 64p.

Jones, JB., Jones, Jp., Stall, RE. 1991. Plagas y enfermedades del tomate: Enfermedades causadas por hongos. Trad. Jiménez, M., Jiménez, R., ST, Paul. Minnesota, USA. APS press. 20-23. 74p.

49

Jones, JB. 1999. Compendium of tomato diseases. St. Paul, Minnesota, APS Press. 21. 74p

Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. (2004, Torreón, México). 2004. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción (en línea). Eds. Zamorano, R., Sánchez, F., Moreno, J., Puente, M., Araiza, J. Torreón, México. sp. Consultado el 25 ago. 2010. Disponible en <http://www.google.com.ni>

Monreal, C. 2005. Desarrollo de métodos de diagnóstico molecular de enfermedades virales, bacterianas y fúngica en hortalizas (en línea). Tesis. Maestra en Ciencias en Biología Molecular. San Luis Potosí, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. 194p. Consultado 14 mar. 2011. Disponible en www.ipicyt.edu.mx/storage-sipicyt/.../030016Monrealvargas.pdf

Morlans, C. 2004. Introducción a la ecología de poblaciones (en línea) Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca.18p. Consultado el 18 feb.2011. Disponible en <http://www.editorial.unca.edu.ar/.../Ecología/.../pdf/012-poblacion.pdf-similares>

Moore, RT. 1992. *Rhizoctonia solani* y *Rhizoctonia grisea*. (En línea). Chile. Consultado el 25 ago. 2010. Disponible en <http://www.Google.com.ni/search.wikipedia.org>

Palilo.1992. *Rhizoctonia solani* y *Rhizoctonia violácea* (en línea) Chile. Consultado 25 ago.2010. Disponible en <http://www.google.com.ni/search.wikipedia.org>

Peñalba, D., Rayo, F. 2008. Determinación del volumen máximo de sustrato que puede ser esterilizado en un esterilizador artesanal y su efecto sobre enfermedades del suelo, diversidad de malezas y emergencia de plántulas de tomate y sandía. Campus Agropecuario. UNAN-León. Tesis. Ing. en Agroecología Tropical. León, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 12 p.

Polanco, C., Castro, J. 2006. Estudio sobre el control biológico de *Sclerotium rolfsii* (en línea). Agronomía tropical. 27(5). Consultado 7 feb.2011. 9p. Disponible en [http://avepagro.org.ve/agrotrop/_5/v275a006.html-En cache](http://avepagro.org.ve/agrotrop/_5/v275a006.html-En%20cache)

Ramírez, C. 2001. La podredumbre de la remolacha azucarera causada por *Rhizoctonia solani* y su importancia en Salamanca (en línea).Tesis. Ing Agrónomo. Universidad Politécnica de Madrid. Sp. Consultado 10 feb. 2011. Disponible en [http://www.mastesis.com/.../la + podredumbre+de+la+remolacha+azucarera+causada+por+rhizoct: 94362- en cache](http://www.mastesis.com/.../la+podredumbre+de+la+remolacha+azucarera+causada+por+rhizoct:94362-en%20cache)

Salazar, W., Berríos, V., Estrada, D., Caballero, A. 2009. Enfermedades de hortalizas: Una guía para su identificación y manejo en campo. León, Nicaragua. (Sin editor).103p.

Sánchez, M. 2000. Curso de INCAPA “Manejo Integrado de Plagas y enfermedades en tomate, chile y papa”: Manejo de enfermedades del tomate (en línea). Consultado 3 feb.2011. Disponible en <http://www.google.com.ni>

SINAVIMO (sf) (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas) (en línea). Consultado 31 Ene.2011. Disponible en <http://sinavimo.gob.ar/plaga/rhizoctonia-solani>- En cache

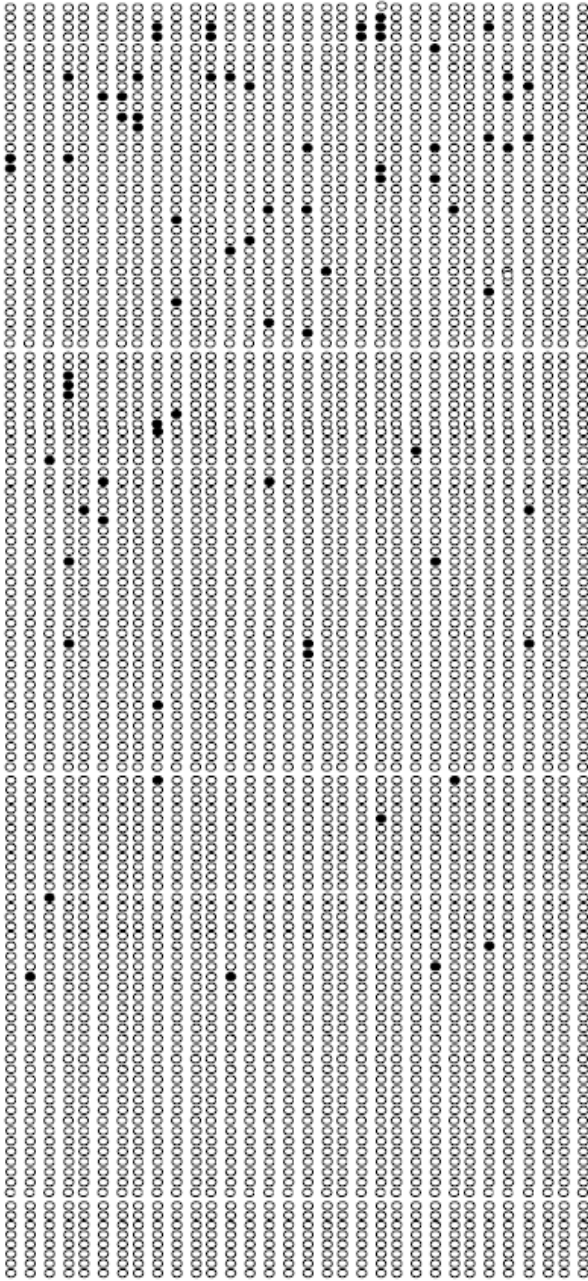
Sepúlveda, P. (sf). Enfermedades en hortalizas de hojas, raíz y brasicas (en línea). Consultado 14 mar.2011. Disponible en www.inia.cl7medios/biblioteca/serieactas/nr34577.pdf-similar

Treminio, A., Zapata, A. 2009. Efecto de diferentes períodos de esterilización de sustrato Artesanal a base de vapor de agua, sobre el desarrollo fenológico e incidencia del mal de talluelo en plántulas de hortalizas. Tesis. Ing. en Agroecología Tropical. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 56p.

IX. ANEXOS

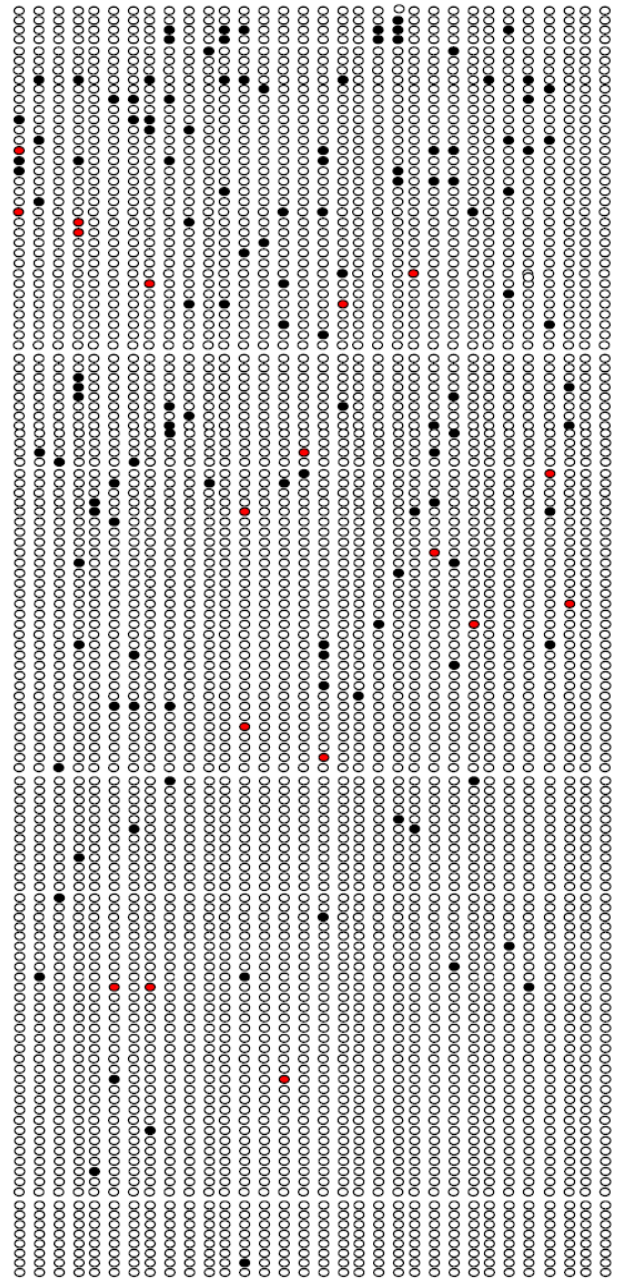
Anexo 1. Mapas de la distribución espacial: elaborados con los datos recopilados de las plantas enfermas encontradas en la parcela, de las semanas que se muestreo el cultivo.

Norte



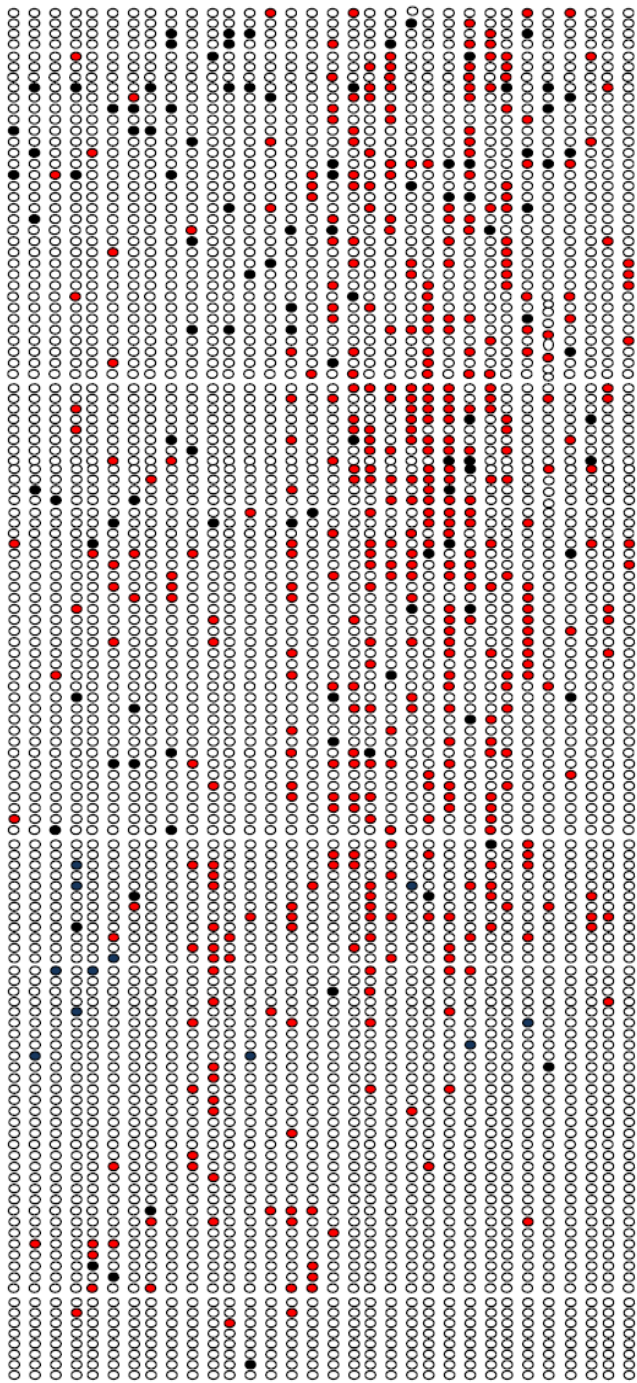
Semana 1 y 2

● *Rhizoctonia solani*

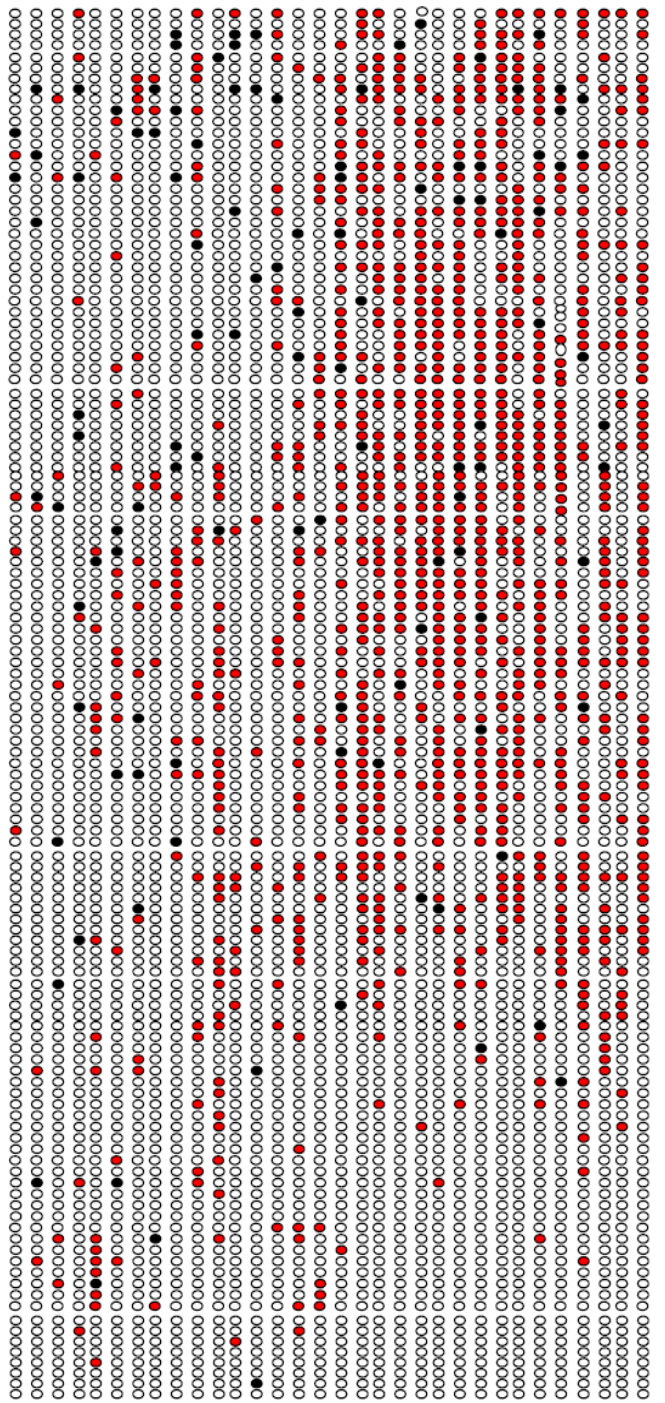


Semana 3 y 4

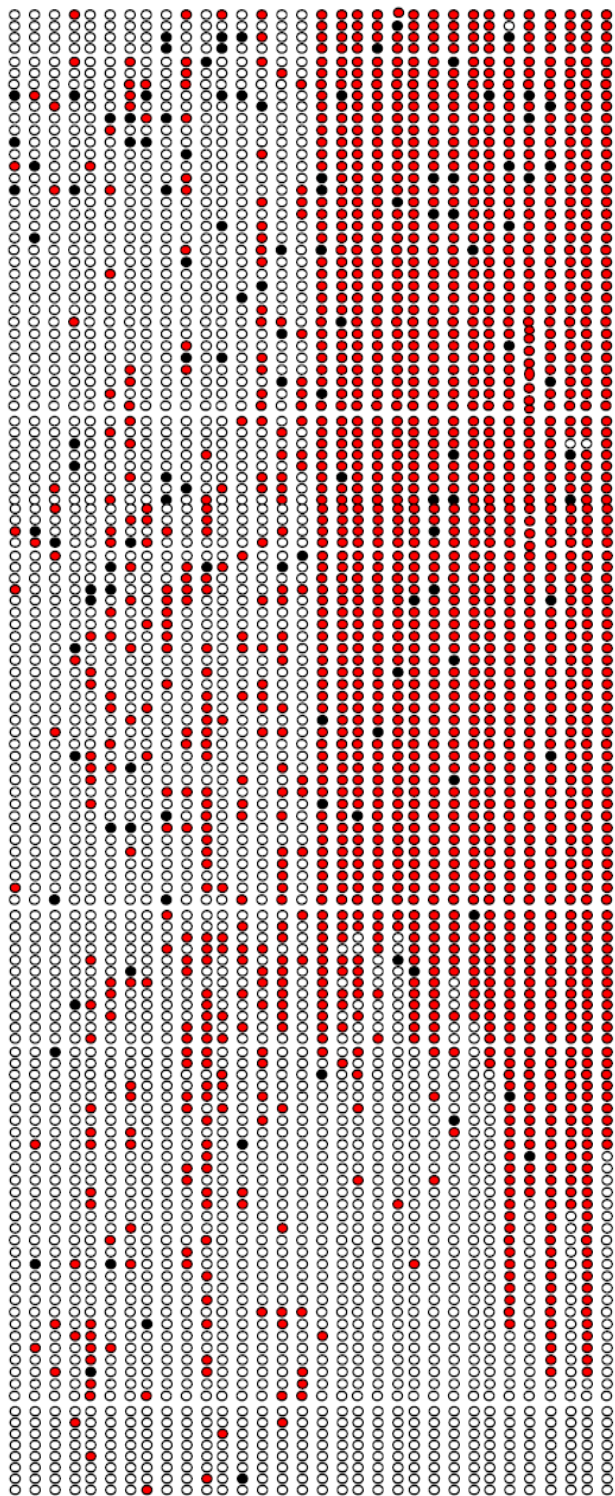
● *Sclerotium rolfsii*



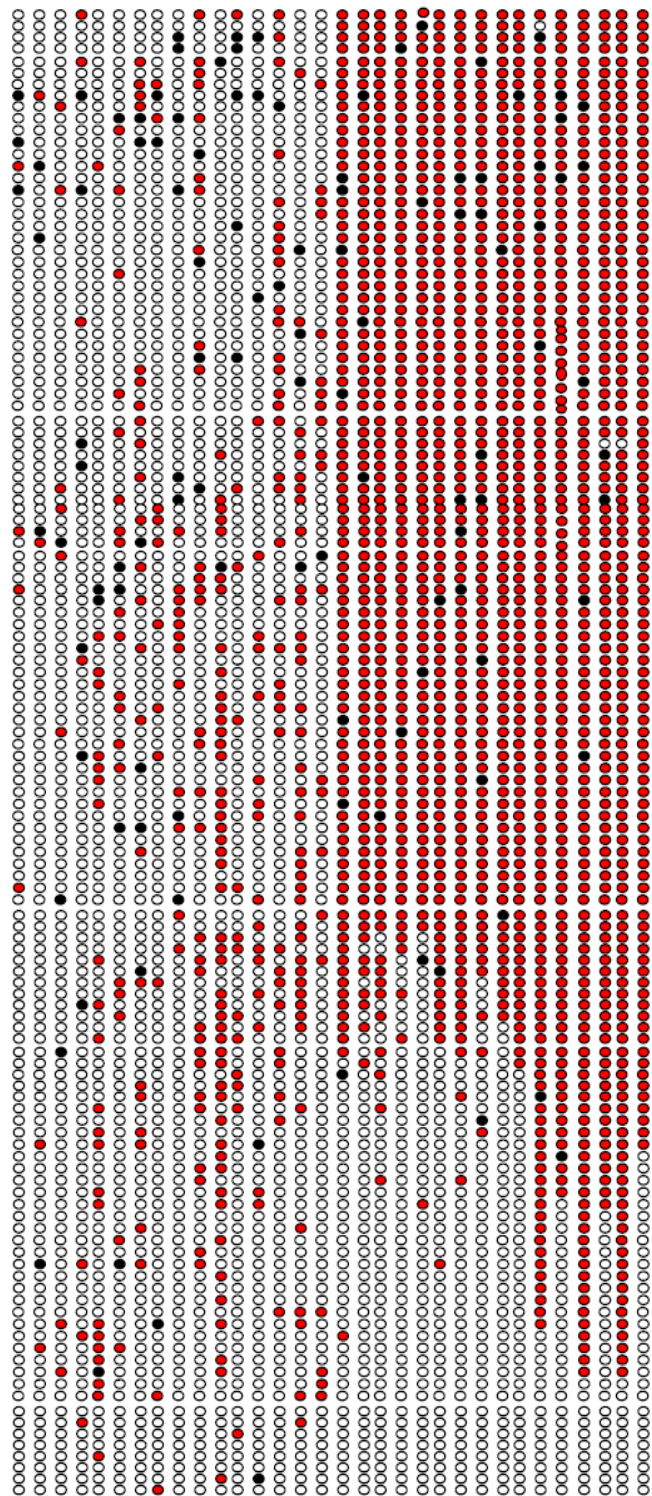
Semana 5 y 6



Semana 7 y 8



Semana 9 y 10



Semana 11



Foto 1. Planta de tomate afectada por *Rhizoctonia solani*.



Foto 2. Corte transversal de tallo de tomate mostrando los síntomas de *Rhizoctonia solani*.

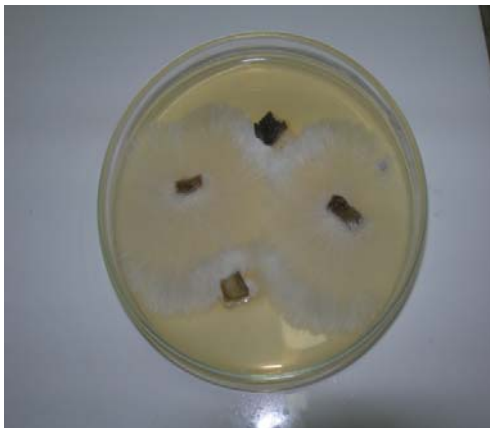


Foto 3. Trozos de tallo de tomate afectadas por *Rhizoctonia solani* en PDA en condiciones de laboratorio.



Foto 4. Micelio de *Rhizoctonia solani* visto al microscopio.



Foto 5. Síntomas de plantas de tomate en campo afectadas por *Sclerotium rolfsii*.



Foto 6. Micelios de *Sclerotium rolfsii* en parte inferior del tallo de tomate.



Foto 7. Síntomas secundarios del ataque del patógeno (producción de raíces secundarias).



Foto 8. Planta recolectada en campo con estructuras reproductivas del patógeno.



Foto 9. Desarrollo de esclerocios de *S. rolfsii* en campo.



Foto 10. Crecimiento de micelios de *S. rolfsii* en cámara húmeda.

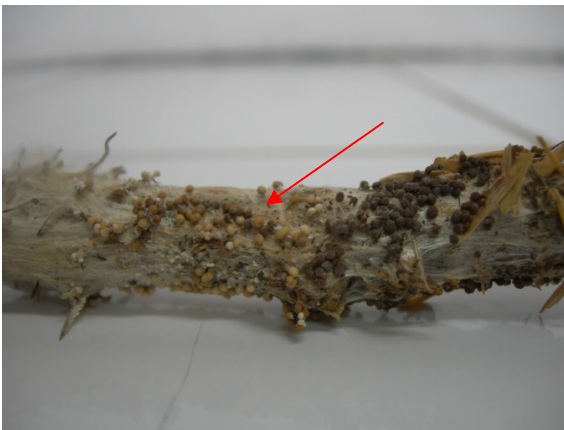


Foto 11. Estructura reproductiva del patógeno *S. rolfsii* en condiciones de laboratorio.

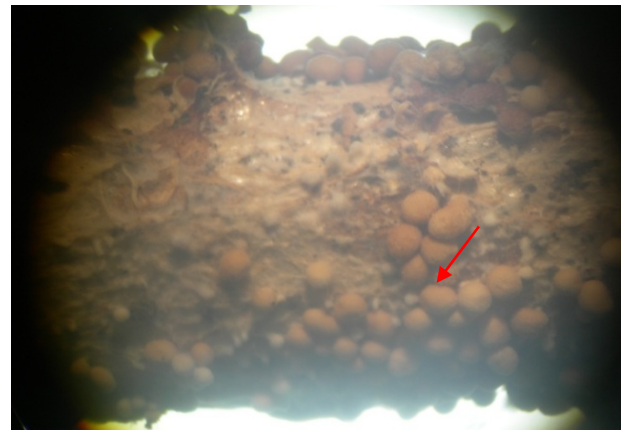


Foto 12. Esclerocios de *S. rolfsii* visto al estereoscopio.

Anexo 2.Cronograma de actividades

| Actividades | Abri | May | Juni | Julio | Ago | Sept | Oct | Nov | Dic |
|---|------|-----|------|-------|-----|------|-----|-----|-----|
| Establecimiento de la parcela de tomate | | | | | | | | | |
| Identificación y colecta de plantas enfermas | | | | | | | | | |
| Aislamiento e inoculación en medio de cultivo PDA y cámara húmeda | | | | | | | | | |
| Identificación del agente causal del mal de talluelo y pudrición blanca en condiciones de laboratorio | | | | | | | | | |
| Elaboración del protocolo de investigación | | | | | | | | | |
| Elaboración del mapa de la distribución espacial y temporal de la parcela de investigación | | | | | | | | | |
| Seguimiento a las parcelas de investigación de forma semanal | | | | | | | | | |
| Introducir datos semanales del comportamiento del patógeno | | | | | | | | | |
| Explicación del patrón de dispersión (aspectos edafoclimáticos) | | | | | | | | | |
| Análisis de datos en hoja de calculo | | | | | | | | | |
| Elaboración del informe final | | | | | | | | | |
| Revisión de la investigación culminada de parte de los tutores | | | | | | | | | |

Anexo 3. Presupuesto

| Fecha | Producto | Cantidad | Costo/unidad | Plaga | Costo/d/h | Total |
|-------|---|----------|--------------|--------------|-----------|----------|
| | Alquiler/t | ¼ mz | C\$300 | | | C\$300 |
| | Grada | 2 pases | C\$400 | | | C\$400 |
| | Riego | ¼ mz | C\$2200 | | | C\$2,200 |
| | Estacas | 975 | C\$487 | | C\$210 | C\$697 |
| | Nylon | 5 rollos | C\$575 | | C\$140 | C\$685 |
| | Imidacloproprif | 60cc | C\$ 70 | Mosca blanca | C\$70 | C\$140 |
| | Metribuzina | 35gr | C\$164 | Maleza | C\$70 | C\$234 |
| | Sulfato de cobre pentahidratado | 40cc | C\$100 | Hongo | C\$70 | C\$170 |
| | Neem | 1.5ltr | C\$80 | áfidos | C\$70 | C\$150 |
| | 1-(6-cloro-3-piridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneaminanombre | 20gr | C\$100 | Mosca blanca | C\$70 | C\$170 |
| | Methyl 1-(butylcarbamoil) benzimidazol-2-ylcarbamate | 100gr | C\$90 | Hongo | C\$70 | C\$ 160 |
| | Butyl (R)-2-{4-[5- | 500cc | C\$110 | Maleza | C\$70 | C\$180 |

| | | | | | | |
|--------------|--|--------|--------|-------------|-------|-----------------|
| | (trifluoromethyl)-2-pyridyloxy]phenoxy }propionate | | | | | |
| | Fertilizante | | | Edaf/foliar | | |
| | 20-20-20 | 1qq | C\$800 | Edaf/foliar | C\$70 | C\$870 |
| | Bocachi | 6sacos | C\$80 | edáficoo | C\$70 | C\$550 |
| Total | | | | | | C\$6,906 |

Anexo 4. Precipitaciones medidas en mm.

| Mayo | |
|-------------|-------|
| Fecha | Mm |
| 5 | 0.2 |
| 20 | 3 |
| 22 | 77 |
| 24 | 129.5 |
| 25 | 0.3 |
| 26 | 80 |
| 27 | 139.3 |
| 28 | 139.6 |
| 29 | 3.5 |
| 31 | 10.5 |

| Junio | |
|--------------|------|
| Fecha | mm |
| 2 | 15.8 |
| 4 | 12.5 |
| 5 | 8 |
| 10 | 15 |
| 11 | 11 |
| 16 | 16.8 |
| 21 | 33.3 |
| 22 | 10.8 |
| 24 | 13.3 |
| 28 | 4.3 |
| 29 | 19.3 |

| Julio | |
|--------------|-------|
| Fecha | mm |
| 2 | 31.2 |
| 6 | 20.2 |
| 8 | 125.2 |
| 13 | 8.8 |
| 14 | 36.8 |
| 26 | 51.1 |
| 29 | 15.1 |