



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

SELECCIÓN DE RESISTENCIA A *Sclerotium rolfsii* EN MATERIAL  
SILVESTRE DE *Solanum lycopersicum* Var. *cerasiforme*

MODALIDAD DE TITULACIÓN TESIS E INFORMES

OPCIÓN TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA

GRACIELA CISNEROS ABASCAL

DIRECTOR DE TESIS: Dr. José Luis Martínez Ramírez

ZAPOPAN JALISCO, OCTUBRE DE 2013



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**  
**Biológicas y Agropecuarias**  
**CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO**  
**COMITÉ DE TITULACIÓN**

**DR. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA**  
**DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**PRESENTE**

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de: TESIS E INFORMES, opción TESIS, con el título:

**SELECCIÓN DE RESISTENCIA A *Sclerotium rolfsii* EN MATERIAL SILVESTRE DE *Solanum lycopersicum* Var. cerasiforme.**

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

**GRACIELA CISNEROS ABASCAL**

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

**DR. JOSÉ LUIS MARTÍNEZ RAMÍREZ**  
**M.C. CARLOS DURÁN MARTÍNEZ**

**DIRECTOR**  
**ASESOR**

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

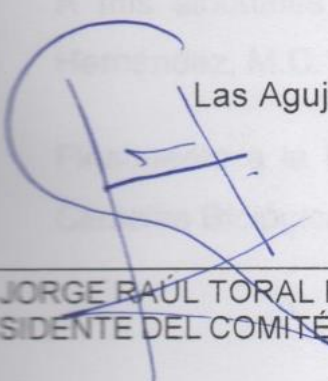
**M.C. BENITO MONROY REYES**  
**DRA. CARLA VANESSA SÁNCHEZ HERNÁNDEZ**  
**M.C. VICENTE ACEVES NUÑEZ**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**VOCAL**


Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

**ATENTAMENTE**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 20 de noviembre de 2013.

  
**M.C. JORGE RAÚL TORAL FLORES**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**



  
**DRA. MARÍA LUISA GARCÍA SAHAGÚN**  
**SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

## ÍNDICE

|     |  |    |
|-----|--|----|
| I.  | INTRODUCCIÓN.....  | 2  |
|     | 1.1Objetivos e Hipótesis.....                                | 4  |
|     | 2.1 Hipótesis.....   | 4  |
|     | 2.2 Objetivo general.....                                    | 4  |
|     | 2.2.1 Objetivos particulares.....                            | 4  |
| II. | REVISIÓN DE LA LITERATURA.....                               | 5  |
|     | 2.1 Situación y producción del Jitomate.....                 | 5  |
|     | 2.2 Situación y producción mundial del jitomate.....         | 5  |
|     | 2.3 Jitomate a nivel América Latina.....                     | 6  |
|     | 2.4 Importancia socio-económica nacional.....                | 7  |
|     | 2.5 Producción en el occidente de México.....                | 10 |
|     | 2.6 Proceso de producción de jitomate en invernaderos.....   | 11 |
|     | 2.7 Comercialización.....                                    | 11 |
|     | 2.8 Clasificación comercial del frutos.....                  | 13 |
|     | 2.9 Principales tipos de jitomate comercializado.....        | 13 |
|     | 2.10 Clasificación taxonómica.....                           | 14 |
|     | 2.11 Características morfológicas.....                       | 15 |
|     | 2.12 Clasificación botánica.....                             | 15 |
|     | 2.12.1 Planta.....   | 15 |
|     | 2.12.2 Sistema radicular.....                                | 15 |
|     | 2.12.3 Tallo principal.....                                  | 15 |
|     | 2.12.4 Hoja.....   | 16 |
|     | 2.12.5 Flor.....   | 16 |
|     | 2.12.6 Fruto.....  | 16 |
|     | 2.12.7 Requerimientos edafoclimáticos.....                   | 17 |
|     | 2.12.8 Temperatura.....                                      | 17 |
|     | 2.12.9 Humedad.....  | 17 |
|     | 2.12.10 Luminosidad.....                                     | 17 |
|     | 2.12.11 Suelo.....   | 17 |
|     | 2.13 Enfermedades y plagas.....                              | 17 |
|     | 2.14 Generalidades del hongo <i>Sclerotium rolfsii</i> ..... | 18 |
|     | 2.14.1 Descripción del hongo.....                            | 18 |
|     | 2.15 Biología.....   | 19 |
|     | 2.15.1 Epidemiología.....                                    | 22 |
|     | 2.15.2 Síntomas y signos.....                                | 22 |
|     | 2.16 Métodos de control.....                                 | 23 |
|     | 2.16.1 Control cultural.....                                 | 23 |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 2.16.1.2    | Rotación de cultivo.....  | 24        |
| 2.16.1.3    | Arado.....  | 24        |
| 2.16.1.4    | Enmiendas.....  | 24        |
| 2.16.1.5    | Solarización.....   | 25        |
| 2.16.1.6    | Acolchado.....  | 25        |
| 2.17        | Control Biológico.....  | 26        |
| 2.18        | Control Químico.....  | 26        |
| 2.19        | Control Genético.....   | 27        |
| 2.20        | Descripción botánica.....   | 29        |
|             | 2.20.1 Descripción botánica de <i>Solanum lycopersicum</i><br>var. <i>Leptophyllum</i> (mejor conocida como variedad Cerasiforme Dunal,<br><i>Histo. Solan. 113.1813</i> )..... | 29        |
| 2.21        | Importancia del estudio de las variedades silvestres.....   | 31        |
| 2.22        | Postulados fitopatológicos.....   | 32        |
| 2.22.1      | Postulados de Koch.....   | 32        |
| <b>III.</b> | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  | <b>33</b> |
| 3.1         | Toma de muestras.....   | 33        |
| 3.1.2       | Esterilización de materiales de laboratorio.....  | 33        |
| 3.1.3       | Preparación de medios de cultivo.....   | 34        |
| 3.1.4       | Llenado de cajas de Petri con medio de cultivo.....   | 34        |
| 3.2         | Postulados de Koch.....   | 34        |
| 3.3         | Materiales a evaluar.....   | 35        |
| 3.3.1       | Inoculación.....  | 36        |
| 3.4         | Toma de datos.....  | 37        |
| 3.4.1       | Análisis estadístico.....   | 38        |
| <b>IV.</b>  | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>  | <b>39</b> |
| 4.1         | Toma de muestras.....   | 39        |
| 4.1.2       | Esterilización de materiales de laboratorio.....  | 39        |
| 4.1.3       | Preparación de medios de cultivo.....   | 39        |
| 4.1.4       | Llenado de cajas de Petri con medio de cultivo.....   | 39        |
| 4.2         | Postulados de Koch.....   | 39        |
| 4.3         | Evaluación.....   | 41        |
| 4.3.1       | Inoculación.....  | 41        |
| 4.4         | Toma de datos.....  | 43        |
| 4.4.1       | Análisis estadísticos.....  | 50        |
| <b>V.</b>   | <b>CONCLUSIONES.....</b>  | <b>52</b> |
| <b>VI.</b>  | <b>LITERATURA CITADA.....</b>   | <b>53</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Principales países productores de tomate. (FAO; 2009).....  | 6  |
| Figura 2. Participación del valor de las exportaciones mundiales.....   | 6  |
| Figura 3. Producción en ton/ha de tomate. (FAO; 2009).....  | 7  |
| Figura 4. Canales de comercialización nacional de tomate en fresco.<br>(Muñoz; 1995).....   | 12 |
| Figura 5. Canales de comercialización de tomate en fresco para<br>exportación a E.U.A (Muñoz; 1995).....  | 13 |
| Figura 6. Descripción de la biología de <i>S. rolfsii</i> .....   | 21 |
| Figura 7. Descripción botánica de <i>S. lycopersicum var. cerasiforme</i> .....   | 30 |
| Figura 8. Colocación de esclerocio a pie de planta.....   | 37 |
| Figura 9. Cuidados proporcionados a las plantas.....  | 37 |
| Figura 10. Cultivo puro del hongo, foto en microscopia.....   | 40 |
| Figura 11. Variedad Río- Grande.....  | 40 |
| Figura 12. Re- aislamiento y características del patógeno aislado en los<br>postulados 2 y 4.....   | 41 |
| Figura 13. Síntomas después de inoculación I.....   | 42 |
| Figura 14. Síntomas después de inoculación II.....  | 42 |
| Figura 15. Sintomatología comparativa de materiales resistentes y<br>algunos susceptibles.....  | 41 |
| Figura 16. Comparación de resistencia de 42 colectas de acuerdo al<br>ataque de <i>S. rolfsii</i> , según el programa estadístico de área bajo la curva<br>de progreso de la enfermedad.....    | 49 |
| Figura 17. Comparación de resistencia de 42 colectas de acuerdo al<br>ataque de <i>S. rolfsii</i> , según el programa estadístico de área bajo la curva<br>de progreso de la enfermedad II..... | 49 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Clasificación taxonómica del tomate.....  | 14 |
| Cuadro 2. Materiales a evaluar .....  | 36 |
| Cuadro 3. Tabla 2. Sintomatología de las 42 colectas de <i>Solanum lycopersicum var. cerasiforme</i> , Zapopan Jal .....  | 43 |
| Cuadro 4. Comparación de resistencia de 42 colectas de acuerdo al ataque de <i>S. rolfsii</i> según el área bajo la curva de progreso de la enfermedad Zapopan Jalisco, 2012..... | 42 |

## **AGRADECIMIENTOS**

Concluir los proyectos y metas trazadas al inicio de la vida universitaria siempre será motivo de alegría, ya que estos conllevaron una serie esfuerzos, y constantes agonías, por ello al ver finalizado esta última pieza que cierra mi ciclo como estudiante me lleva a expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que siempre estuvieron apoyándome y creyeron en mí.

A mi abuelo Ing. Agrónomo Aurelio Abascal Banda, primer motor de mi inspiración para escoger tan bella y noble carrera.

A mis padres Sergio Cisneros y Graciela Abascal, ya que sin su apoyo y amor incondicional, mi formación universitaria no hubiera sido posible.

A mi hermano Ing. Sergio Cisneros Abascal quien me enseñó mantenerme firme en esta carrera a pesar de todos los pronósticos de aquellos que decían que la ingeniería no era para mujeres.

Al Dr. José Luis Martínez Ramírez quien me dio la oportunidad de trabajar en este proyecto y creyó en mi capacidad para realizarlo.

A mi gran amigo y compañero de toda la carrera Isaac Hernández González.

Al M.C. Carlos Duran, por su apoyo moral a lo largo de este proceso.

A mis sinodales M.C. Benito Monroy Reyes, Dra. Carla Vanessa Sánchez Hernández, M.C. Vicente Aceves Núñez, por su tiempo y observaciones.

Finalmente a la Universidad de Guadalajara, en cuyo Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias tuve mi segunda casa.

## RESUMEN

El cultivo de jitomate es de gran importancia para México, ya que es el principal cultivo de exportación. Aunque nuestro país es considerado como el centro de domesticación de este vegetal y que es especialmente rico en genética de la especie silvestre *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, el potencial genético no ha sido aprovechado, ya que pasa por alto los posibles usos que pueden tener. Se desarrolló un proyecto con el apoyo de SINAREFI, SAGARPA, para recolectar y caracterizar los materiales silvestres de estas especies de la parte occidente de México y así contribuir a su comprensión. Uno de los principales problemas que presenta el cultivo de jitomate es el de las enfermedades, que lo afectan desde el principio como en el caso del tizón del sur, el cual provoca grandes pérdidas a los productores que impactan directamente a su economía. El patógeno que causa tales daños es el hongo *Sclerotium rolfsii*, que está ampliamente distribuido en la región occidental del país. El objetivo de este trabajo fue la búsqueda de fuentes de resistencia al patógeno *S. rolfsii*. Se realizaron aislamientos del hongo en medio de cultivo sintético hasta que se logró un cultivo puro. Posteriormente se incrementó el hongo para obtener suficientes esclerocios para realizar inoculaciones. Se evaluaron 43 colectas de tomate silvestre, las que fueron inoculadas artificialmente mediante la colocación de un esclerocio junto al tallo de cada planta. Las plantas se mantuvieron bajo condiciones de invernadero. Los resultados mostraron que sólo las colectas clasificadas con los números 8, 9, 10, 11 y 12 se comportaron como resistentes mientras que el resto las plantas fueron atacadas por *S. rolfsii*.



## I. INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Solanum lycopersicum*) o tomate rojo es originario de América del Sur, aunque se considera a México como su centro de domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo, por lo que actualmente es parte de la dieta de múltiples regiones y culturas. De las diversas hortalizas que se explotan a nivel nacional, el tomate es la más importante, tanto por el valor de su producción como por el incremento de mano de obra que genera (SAGARPA, 1998).

El jitomate es la hortaliza más difundida en el mundo entero y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento actual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. Dentro de este incremento acelerado de producción, se ven involucrados elementos varios, que dificultan la optimización del cultivo y algunos de estos factores son de carácter fitosanitario los cuales, a pesar de toda la tecnología existente son difíciles de controlar, como por ejemplo plagas y enfermedades, que son una de las principales limitantes en la producción, dentro de estas destacan las siguientes enfermedades y plagas insectiles: Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*), pudrición sureña (*Sclerotium rolfsii*), Mildiú (*Phytophthora infestans*), Alternariosis, Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*), Marchitez por *Verticillium* (*Verticillium dahliae*). Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), Pulgón (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, etc.), Trips (*Frankliniella occidentalis*). Solo por mencionar algunas.

De ahí la necesidad de crear continuos proyectos de investigación, los cuales nos aporten alternativas de mejoramiento para elevar la calidad del producto y lograr, no sólo mejores cosechas, sino también evitar pérdidas económicas. Los avances tecnológicos derivados de la globalización hacen necesario contar con explotaciones agrícolas que reúnan los requisitos de control de calidad que exigen los estándares de los tratados internacionales.

Dentro del subsector hortícola, el jitomate (*Solanum lycopersicum*), es uno de los productos que ha generado mayores expectativas en el marco del TLC, porque su participación en la balanza agropecuaria mexicana, es fundamental en la generación de divisas cuyo cultivo, cosecha y comercialización genera 72 mil empleos directos y aproximadamente 10.7 millones de empleos indirectos, con base en cifras preliminares en 2009 la superficie sembrada ascendió a 101 mil 328 hectáreas, superficie superior a las extensiones territoriales de países completos, como Andorra (46 mil 800), Malta (31 mil 600), Mónaco (195), Vaticano (44) o San Marino (6 mil 100). De ahí pues, la importancia que este producto ha tomado para sus múltiples investigaciones, ya sea en el campo de mejoramiento genético, manejo en postcosecha, o en crear nuevas técnicas de manejo de cultivo (SIAP, 2009).

En el proceso de producción de jitomate en nuestro país, una de las principales enfermedades de suelo que presenta el cultivo, es la comúnmente llamada pudrición sureña causada por el hongo *S. rolsfii*, que ocasiona daños severos en la producción hortícola, llevando en ocasiones a la pérdida total de la cosecha. Por tal motivo el presente trabajo se planteó con el objetivo de buscar fuentes de resistencia al patógeno *S. rolsfii* en colectas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* provenientes del occidente de México.

## II.OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1 Hipótesis

Existe resistencia a *Sclerotium rolfsii* en materiales silvestres de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

### 2.2 Objetivos

#### **2.2.1 Objetivo General**

Evaluar la resistencia a *S. rolfsii* en diferentes colectas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* obtenidos en el Occidente de México.

#### **2.2.2 Objetivos particulares**

a) Seleccionar mediante inoculación artificial con el hongo *S. rolfsii* materiales de colectas de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* del Occidente de México que muestren resistencia al patógeno.

b) Seleccionar materiales con alto nivel de resistencia a *S.rolfsii* para utilizarse posteriormente en programas de mejoramiento genético o bien como patrón resistente en injertos.

c) Comprobar mediante los postulados de Koch que *S. rolfsii* es el agente causal de la pudrición sureña en tomate.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Situación y producción del jitomate**

##### **3.1.2 Situación y producción mundial del Jitomate.**

Como ya se ha mencionado, el jitomate o "tomate rojo" es originario de América del Sur, y nuestro país su centro de su domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo, de ahí su importancia. Con su comercialización y difusión, actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas en el globo terráqueo (SAGARPA, 2010).

El jitomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento. A nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajadas por los cereales. Se estima que, tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el jitomate, lo cual nos indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial. (Granados, 2004).

A nivel continente, Según los reportes de la FAO en 2010, Asia obtuvo alrededor del 56.4% de la producción mundial de tomate, seguida por América con 21%, Europa con 31.4% y el resto se obtuvo en Oceanía y África. Durante el periodo analizado (2001- 2010). China ha sido el principal productor mundial de tomate en el mundo al promediar 15 millones de toneladas anuales (17%del total mundial), seguida de los Estados Unidos de América con 11 millones de toneladas (12 % del total mundial), como se muestra en la Figura 1;

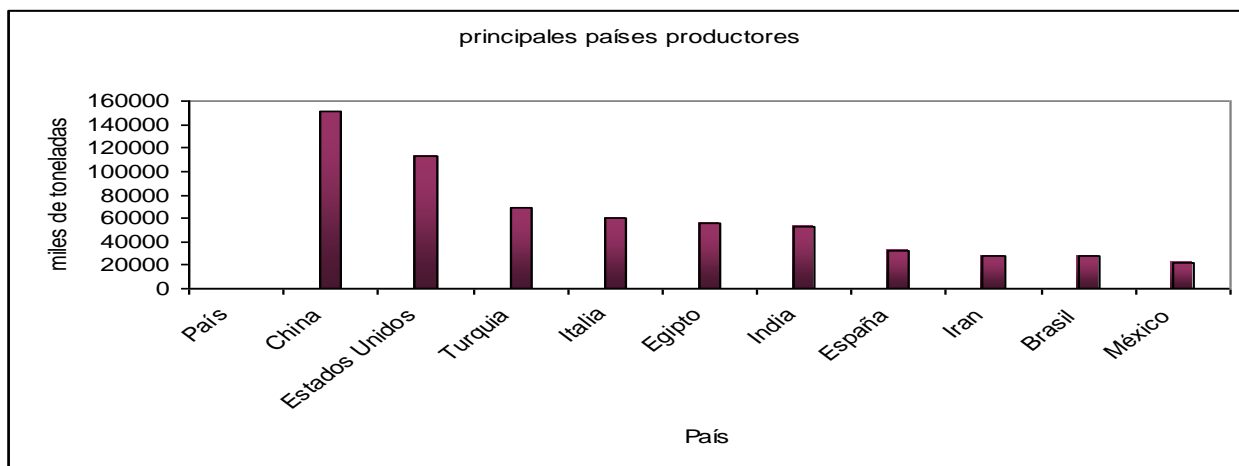


Figura 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010).

Los países que ocupan los primeros 3 lugares en el ranking de mayores exportadores, comercializan poco más del 55% del total mundial, Holanda ocupa el primer lugar con el 22% del volumen de exportaciones mundiales de jitomate; México tiene el segundo lugar con el 18%; y el tercer lugar lo ocupa España con el 17% del total mundial tal como lo muestra la Figura 2.

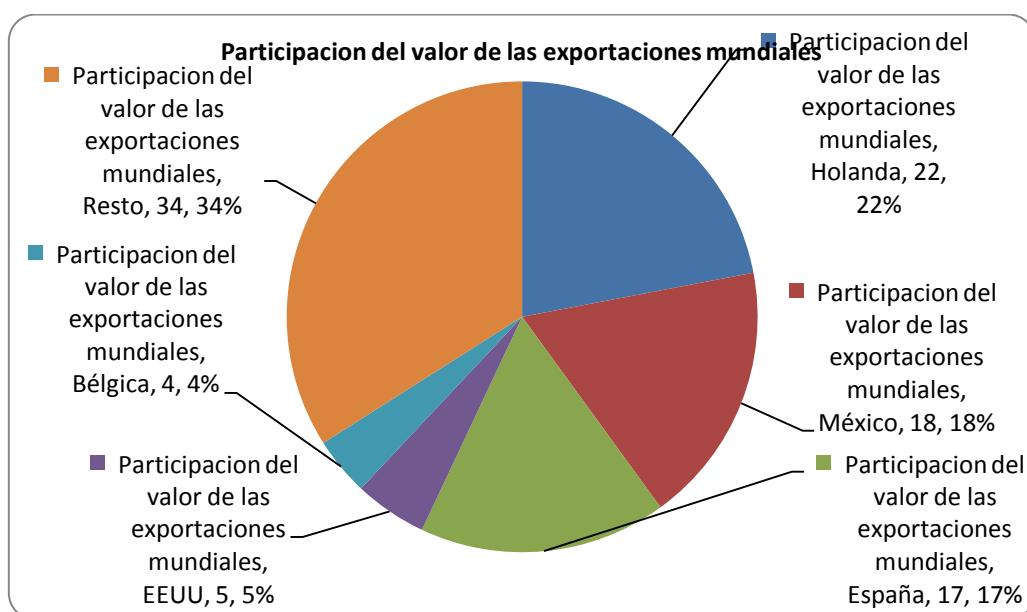


Figura 2. Participación del valor de las exportaciones mundiales (SAGARPA, 2010).

### 3.1.3 Jitomate a nivel América Latina.

#### Productividad de tomate.

De acuerdo con las estadísticas FAO- 2009, la productividad de tomate (Jitomate) en América Latina, es en general muy baja y se puede mejorar sustantivamente contribuyendo a reducir costos por unidad de producción (Kilos, Toneladas, Quintales, etc.), aumentar la oferta para la seguridad alimentaria, generar oferta exportable,

mejorar las condiciones de vida de las familias productoras, reducir el impacto ambiental y dinamizar las economías locales. La Figura 3 ilustra esta idea:

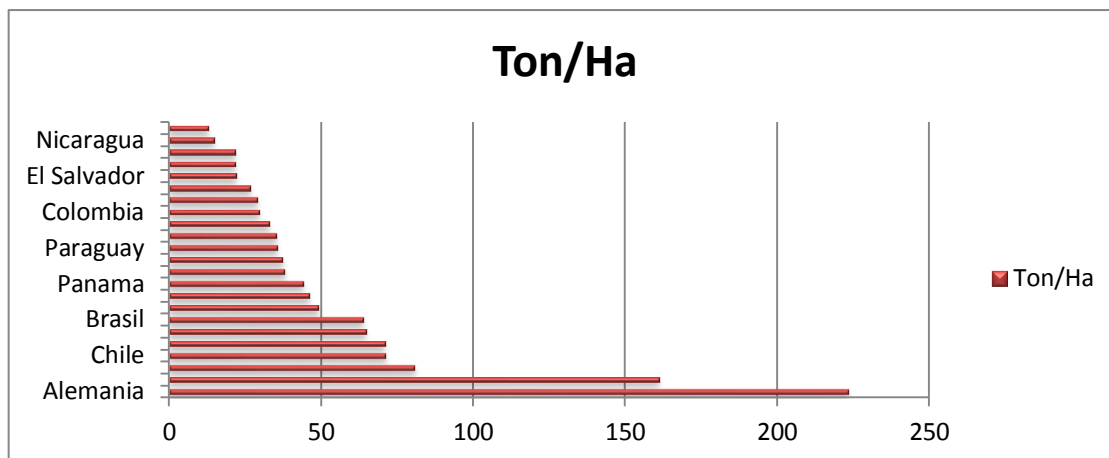


Figura 3: Producción en toneladas/ Hectáreas (FAO-2009).

Estos datos significan que, una inversión para producir tomate tiene grandes posibilidades siempre y cuando se haga siguiendo rigurosamente un plan que abarca desde la etapa anterior del invernadero, hasta las etapas de siembra, transplante, cosecha, postcosecha y comercialización.

### 3.1.3.1 Importancia socio-económica nacional

En México, como en otras partes del mundo, se prefiere consumir el jitomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar una diversidad de productos como pastas, salsas, purés, jugos, entre otros. Los avances tecnológicos para su procesamiento y las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, exige generar importantes mejoras tanto en la calidad de la producción como en los mecanismos de distribución y venta en fresco, lo que determina y condiciona los diferentes nichos de mercado (FAO, 2002).

La producción de jitomate en México se inicia masivamente a partir de la década de los sesentas, como resultado de la oportunidad que los intermediarios norteamericanos vieron en nuestro país, dicho crecimiento se da a partir del año 1964 y se deriva primeramente de un fenómeno ajeno a las condiciones productivas en México, como fue la revolución cubana, ya que este país era el principal proveedor de hortalizas del mercado estadounidense en esa época (Muñoz *et al.*, 1995).

Pero, posteriormente a las oportunidades que abrió al agro mexicano el fenómeno anterior, la evolución dinámica del jitomate en esos años fue seguida de la visión que tuvieron los agentes comercializadores al ver en varias regiones de México, una oportunidad para producir la hortaliza en los meses invernales y así compensar la caída de la oferta cubana. Prueba de ello, es que la participación de las exportaciones en el total de la producción se incrementó hasta representar en 1970 más del 38%, es decir, 17 puntos porcentuales más que en el periodo anterior (SAGARPA, 2008).

Esta etapa se caracteriza por la incorporación de nuevas superficies en distintos estados del país como Jalisco y San Luis Potosí (y otros del centro y sur), por la tecnificación de tierras, principalmente en el estado líder, Sinaloa y en Baja California. Podemos decir con toda certeza que este periodo marca el inicio de la industria masiva del jitomate en México, con una clara orientación al mercado nacional y de exportación (Macías, 2003).

Siendo el tomate una de las principales hortalizas que produce nuestro país, su cultivo, para el año agrícola 2004, abarcó un total de 27 entidades federativas, tanto del norte, centro y sur de la nación. Pero solo ocho estados concentraron más del 70% de la producción y de la superficie sembrada y cosechada. Las superficies cosechadas de tomate, en el año 2004 (75,200 has) representaron el 13% del área total destinada al cultivo de hortalizas en nuestro país (600,000ha). Las áreas de siembra dedicadas al cultivo representan porcentajes importantes en los diversos estados productores de hortalizas. Sinaloa dedicó al tomate durante el periodo del 2000 al 2004 una superficie de 23,000 has en el 2000; 25,000 has en el 2001; 19,000 has en el 2002; 22,000 has en el 2003 y 26,500 has en el año 2004 (SIACON, 2004), (figura 3).



Figura 3. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2004).

Los principales tipos de jitomate producidos en nuestro país son Cherry, Bola y Saladette. El tomate Bola hasta el año 2004 fue la variedad más cultivada con un 38.25% de la superficie cultivada, seguida del tomate Saladette con 36.65%. En el año 2004 el volumen total de tomate producido en México fue de 2,300, 000 toneladas, destacando el estado de Sinaloa el cual tuvo una producción de 999,000 toneladas lo que representó el 43% del total nacional; en segundo lugar se ubicó el estado de Baja California con 294,000 toneladas representando el 13 % del total nacional, seguidos de los estados de Michoacán, San Luís Potosí, Baja California Sur, Jalisco y Morelos. (Arévalo, 2007).

La producción mexicana total de tomate durante los últimos diez años fue de 19 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea en una superficie sembrada cercana a las 80 mil hectárea, de acuerdo a las cifras del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON, 2004).

En este contexto el jitomate es pionero, ya que su desarrollo en el norte del país, principalmente en los estados de Sinaloa, Baja California y Sonora, ha ido ascendiendo de manera constante desde mediados de los años sesentas y ha adquirido hasta la actualidad, cada vez más características empresariales siendo un ejemplo claro del nivel de integración de las economías de México y Estados Unidos. Durante el 2008, se produjeron en todo México 2.26 millones de toneladas de jitomate siendo el principal productor el estado de Sinaloa, cuya producción representa el 35% del total nacional, Baja California, Con 9%, siguen en la lista Michoacán con 8%, San Luis Potosí con 6% y Jalisco con 5% (Financiera Rural, 2009).

### **3.1.3.2 Producción en el occidente de México.**

En Jalisco el cultivo del jitomate se da inicialmente en el Valle de Autlán, en la costa sur. A principios de los setenta, empresas norteamericanas identifican esa tierra como propicia para esta labor, dado su carácter semiseco. Por ello, inician esta actividad mediante la renta de tierras a los campesinos de la región, con plazos de entre 10 y 15 años. De manera paulatina, la producción cambia de manos extranjeras a capitales nacionales, incluso locales, pero el comercio internacional queda aún en poder de los extranjeros. Esta fase de la cadena es la de mayor rentabilidad, pues genera más del 75% de las utilidades totales. La producción de jitomate en el Valle de Autlán, combinada con la producción de pimiento morrón, tuvo su auge en la primera mitad de los ochenta. Sin embargo la sobreexplotación de la tierra con una visión de máxima



rentabilidad de corto plazo, así como problemas de sobre endeudamiento y carteras vencidas, afectó notablemente los rendimientos en ese municipio e hizo casi desaparecer la producción de la hortaliza, para que luego se trasladara a Sayula, donde encontraron de nuevo tierras aptas para trabajar a gran escala. En este municipio, el cultivo del jitomate inicia aproximadamente en 1989 y se amplía constantemente (Cih-Dzul, *et al*, 2011).

En 1999, el año con mayor superficie sembrada, con mil 127 hectáreas y una producción de 51 mil 794 toneladas, propició que Sayula generara en ese año el 27% de la oferta nacional. Desgraciadamente, esta labor no ha considerado los errores que se cometieron en Autlán. Por el contrario los criterios aún son los de obtener la máxima rentabilidad en el corto plazo y sin una adecuada planeación, de acuerdo con la mayor eficiencia en el mercado. De este modo se sobreexplota la tierra, se generan problemas fitosanitarios y se siembra en exceso cuando el precio está alto, sin tomar en cuenta que puede haber sobre oferta, la que irremediablemente abaratará el producto y terminará por causar grandes pérdidas al productor (Macías, 2008).

El estado de Jalisco ocupó el 4to lugar en cuanto al valor de la producción del jitomate, después de Sinaloa, Baja California, y Baja California Sur. En Jalisco, a pesar de que el jitomate no califica dentro de los cultivos de mayor superficie, es uno de los cultivos que generan mayor valor por concepto de producción agrícola. Durante el 2009, tuvo un volumen de producción de 115,545 toneladas de jitomate, que presentó cerca del 6% de la producción nacional y un valor de la producción de 629,660 miles de toneladas, equiparables con otros cultivos importantes que ocupan grandes superficies, como lo es el agave entre otros (SAGARPA, 2010).

En Jalisco se pueden identificar 5 regiones productoras: Sayula, La Ciénega, Sierra de Amula, Costa Sur, y Zapotlan el Grande. También existen empresas con amplias superficies de invernaderos, con infraestructuras israelitas y españolas, como los son los casos de Bonanza en Autlán, ACME en Sayula, Bioparques de Occidentes en Tuxcacuesco y Zapotlán el Grande, cuya hortaliza fue destinada a mercado nacional e internacional. Como se mencionó con anterioridad, en el estado de Jalisco el hecho de que los productores sobreexploten las tierras de una manera increíble, ha originado una cadena de problemas con respecto al manejo del cultivo, presentándose así, una serie de limitantes que dificultan la optimización del cultivo, los problemas fitosanitarios y más específicos, los problemas con enfermedades como las enfermedades de suelo

que, de no ser atendida de manera preventiva, pueden causar graves pérdidas al agricultor (Cih-Dzul, 2010).

### 3.2 Proceso de producción de tomate en invernadero

Dependiendo de las condiciones climáticas, el tomate es cultivado en muy diversos ciclos, según las fechas deseadas de producción, cultivares empleados y destino del fruto. En términos generales, México presenta 2 ciclos de producción de aproximadamente 8 meses de duración: primera temporada; de enero a agosto y segunda temporada; de junio a enero (Nuez, 1999).

### 3.3 Comercialización

Normalmente se comercializa en nuestro país en estado fresco, el 85% del consumo interno se da en esta forma. En las principales entidades productoras, tanto productores como organizaciones y distribuidores existentes relacionados con la hortaliza, realizan un análisis de precios de mercado, dándose la orden en campo, de la calidad, tamaño y color que se pretende vender. Dependiendo del grado de tecnificación de la empresa empacadora se realiza una selección automatizada o manual de color y maduración, existiendo en los más tecnificados una selección electrónica que con cámaras y rayos infrarrojos, miden su madurez interna, con cribas se conforman líneas de producto por tamaño con características estándar para mercado nacional o internacional. La comercialización del tomate ocurre en dos canales muy dinámicos: mercado nacional e internacional. En la figura 4, se pueden observar las diferentes rutas del productor al consumidor final, a nivel nacional (Infoaserca, 1998).

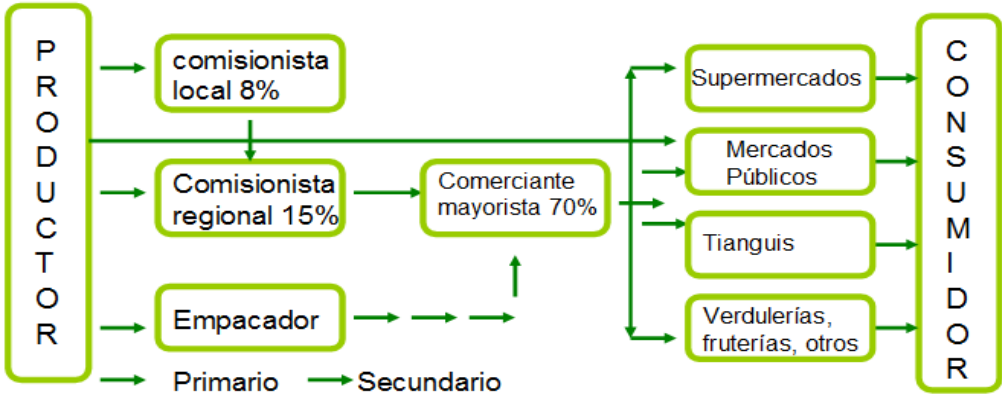


Figura 4. Canales de comercialización nacional de tomate fresco. Fuente: (Muñoz, 1995).

Dentro de la comercialización al mercado externo, los productores no tienen una injerencia directa; el cumplimiento de normas a los que están sujetos, empaque, calidad, tamaño, peso, madurez, presentación y origen, los obliga a la utilización de empresas distribuidoras o intermediario, donde las cadenas de supermercados y principales compradores de los mercados terminales tienen personal propio o mediante convenios que verifican dichas especificaciones aún en zona de producción, y les permite planear sus compras en períodos determinados, para llevarlos a la distribución interna o inclusive a la exportación. Las características de la ruta del productor al consumidor final, a nivel internacional se observa en la figura 5:

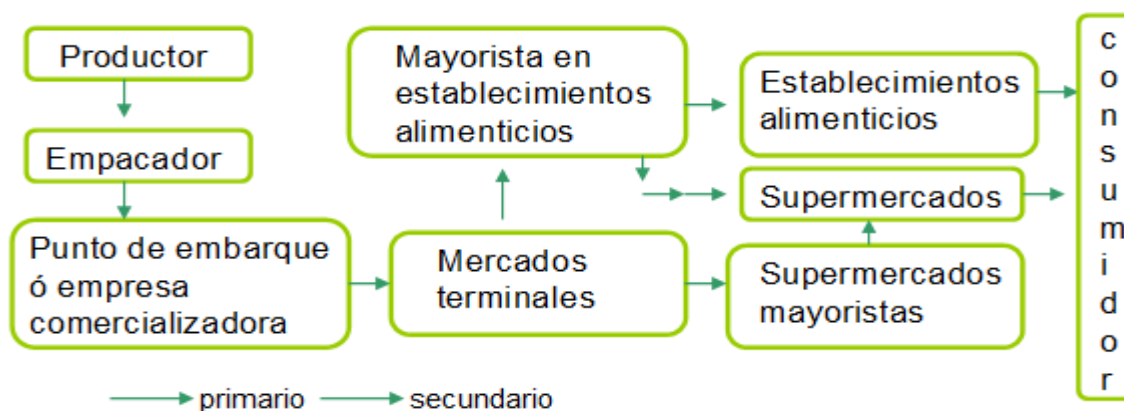


FIGURA 5. Canales de comercialización de tomate en fresco para exportación a E.U.A. Fuente: (Muñoz: 1995).

### 3.4 Clasificación comercial del fruto.

Existen tres maneras de clasificar el tomate, según su forma, madurez y color. De acuerdo a su forma, existen cinco tipos, del más pequeño al más grande: cherry, saladette, tipo pera, bola estándar, y bola grande. Los tomates se clasifican por su grado de madurez, el número de días entre que es plantado y su cosecha. De madurez temprana se cosechan a los 55-65 días, de mediana madurez se consideran 66 a 80 días, los de mayor maduración requieren más de 80 días. De la misma manera pueden clasificarse en función a su color. Existen verde lima, rosa, amarillo, dorado, naranja, y rojo (SAGARPA, 2010).

### 3.4.1 Principales tipos de jitomate comercializado.

**Saladette** (roma): variedad italiana para conserva de tomate pelado, fruto pequeño b o trilocular, forma de pera y tamaño homogéneo de los frutos. **Bola**, de forma redonda ligeramente achatada tiene un alto valor nutritivo, ideal para consumirse fresco. **Cherry** (cereza) Denominado de este modo por su color rojo intenso y su aspecto similar al de las cerezas, tiene un diámetro entre 1 y 3cm, y su peso oscila entre los 10 y 15gr. Otras variedades importantes son: Marmande, vermone, moenymaker, muchamiel, prometa tardío, San marzano, cocktail, ramillete, liso, entre otros. Se produce de plantas de crecimiento indeterminado. Es pequeño y de piel delgada. Se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Tiene sabor dulce. Existen de color rojo y amarillo (SAGARPA, 2010).

### 3.4.2 Clasificación taxonómica de *Solanum lycopersicum*.

La *Solanaceae* es una familia moderadamente grande con aproximadamente 80 géneros y 3000 especies (de las cuales más de la mitad son del género *Solanum*). Se distribuye en todo el mundo con el mayor número de especies en las regiones tropicales o subtropicales y especialmente concentradas en el Nuevo Mundo, sobre todo en Sudamérica. El jitomate pertenece a la familia de las *Solanáceas* y mas específico su especie es *Solanum lycopersicum*. Es originario de América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia, Chile, sin embargo se considera a México como centro de domesticación (Flora de Veracruz, 1986).

En muchas partes del país se le conoce como “tomate”, palabra que deriva del Náhuatl “*tomatl*”, pero es cierto que, también es conocido como “jitomate”, que a su vez procede del Náhuatl “*xictli*”, ombligo y “*tomatl*” tomate, que significaba tomate de ombligo. Actualmente se usan ambas palabras dependiendo de la zona geográfica, dentro del mismo México se le llama jitomate en el centro del país, y tomate se usa para definir al **tomate verde** o tomate de cáscara. En cambio, en el norte del país se le llama tomate (Gobierno de Veracruz, 2009).

### 3.4.3 Características morfológicas:

Cuadro 1. La clasificación taxonómica del jitomate  
Taxón.

|                 |                                |
|-----------------|--------------------------------|
| Reino           | <i>Plantae</i>                 |
| Subreino        | <i>Traqueobionta</i>           |
| Superdivisión   | <i>Spermatophyta</i>           |
| División        | <i>Magnoliophyta</i>           |
| Clase           | <i>Magnoliopsida</i>           |
| Subclase        | <i>Asteridae</i>               |
| Orden           | <i>Solanales</i>               |
| Familia         | <i>Solanaceae</i>              |
| Género          | <i>Solanum</i>                 |
| Especie         | <i>Solanum lycopersicum</i>    |
| Nombre binomial | <i>Solanum lycopersicum L.</i> |

### 3.5 Clasificación botánica:

A continuación se describen las principales características botánicas del ***Solanum lycopersicum***: (CONABIO, 2001)

**3.5.1 Planta:** Perene de porte arbustivo, que se cultiva como anual puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

**3.5.2 Sistema radicular:** Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de afuera hacia adentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar el agua y los nutrientes, córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

**3.5.3 Tallo principal:** Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de afuera hacia adentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o córtex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

**3.5.4 Hoja:** Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7-9 y recubierto de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en palizada, es rica en cloroplastos, los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

**3.5.5 Flor:** Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemosos (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuentemente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del córtex, las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

**3.5.6 Fruto:** Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de la parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

**3.5.7 Requerimientos edafoclimáticos:** El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de alguno de estos incide sobre el resto.

**3.5.8 Temperatura:** La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 13 y 17°C durante la noche.

**3.5.9 Humedad:** Oscila entre un 60 y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades.

**3.5.10 Luminosidad:** Niveles de radiación diaria alrededor de 0.85 *MegaJoules* por metro cuadrado so los mínimos para la floración y cuajado.

**3.5.11 Suelo:** La planta de tomate se puede cultivar en cualquier tipo de suelo, pero se prefieren suelos profundos y bien drenados. Lo ideal es un suelo ligeramente ácido, con un pH de 6.2 a 6.8.

### **3.6 Enfermedades y plagas insectiles:**

El alto potencial del rendimiento que se podría obtener utilizando sistemas de cultivo bajo cubierta no se ha logrado en algunos invernaderos debido a la presencia de enfermedades que dificultan el proceso. De ahí pues, el arduo trabajo por investigar las principales enfermedades y plagas que atacan al cultivo, entre las que destacan enfermedades conocidas en el rubro agronómico como: marchites de plántulas, plantas maduras, tizón tardío, peca bacteriana, cenicilla polvorienta, y por ultimo pero no menos importante la conocida como pudrición sureña, refiriéndonos al apartado de las plagas solo por mencionar algunos entre los que resaltan las siguientes: Araña roja, Ácaros, Mosca blanca, Pulgón, y Trips.

En vivero donde, los principales problemas son las pudriciones de raíz que son ocasionados por *Pythium spp.* y *Sclerotium rolfsii spp.*, principalmente, aunque los géneros *Rhizoctonia spp.* *Fusarium spp.* y *Phytophthora spp.* también pueden ocasionar el síntoma conocido como Damping off, o secadera de plántulas, además de problemas que se pueden encontrar en plántulas son los ocasionados por mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*) la cual se disemina rápidamente en el invernadero si no se tienen los cuidados necesarios para su manejo. (Martínez Ramírez, 2006).

El hongo *S. rolfsii*, causante de la enfermedad conocida como pudrición sureña, se manifiesta con síntomas de ahogamiento y pudrición de raíz, es uno de los principales problemas que ataca a jitomate y a otras hortalizas en el estado de Jalisco. Esta enfermedad sobre todo en las primeras etapas de desarrollo de la planta llega a causar pérdidas de hasta el 80% de las mismas, lo que ocasiona fuertes gastos al agricultor, pues necesita replantar, lo que representa una duplicación de costos en los procesos

de compra de planta y plantación que no se tenía previstos. (Ramírez Martínez, comunicación personal)

### **3.7 Generalidades del hongo *Sclerotium rolfsii*.**

#### **3.7.1 Descripción del hongo *Sclerotium rolfsii*.**

Nombres comunes: tizón del sur, pudrición sureña, moho blanco, podredumbre de la corona. Sinónimos de *S. rolfsii* esclerocios son: *Athelia rolfsii* (Curzio) y Kimbrough (fase asexual) y *S. delphinii*. Sinónimos para la fase sexual: *Corticium rolfsii*, *Pellicularia rolfsii*.

*S.rolfsii* Sacc., es uno de los hongos fitopatógenos habitantes de suelo de más amplio rango de hospederos; tan sólo en Estados Unidos se conocen alrededor de 500 especies de plantas susceptibles a su ataque las cuales se ubican en alrededor de 100 familias de plantas, la mayoría dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas destacando así la especie de *Solanum lycopersicum*, (Farr et al., 1989). Esta especie se encuentra distribuida en el mundo en varios tipos de climas sin que se conozca con exactitud el total de sus hospederos (Punja, 1985).

Aunque se cree que *S. rolfsii* ha causado graves pérdidas de cosechas durante muchos siglos, el primer informe inequívoco del hongo se remonta a 1892 con el descubrimiento del organismo en relación con el tizón de tomate en Florida (Aycock, 1966), los síntomas que produce, son muy similares a los producidos por otros hongos que afectan al cuello y raíz como puede ser *Fusarium solani*. El hongo *S. rolfsii* es patógeno de más de 180 especies de plantas y posee una distribución mundial (Aycock, 1961). Ataca diversas fases del desarrollo de sus hospederos, desde la semilla hasta los productos agrícolas a nivel de postcosecha (Taubenhaus, 1919). Su estado sexual ha sido reportado como *Pellicularia rolfsii* (West, 1961).

### **3.8 Biología**

*S. rolfsii* crece, sobrevive, y ataca a las plantas en o cerca de la línea del suelo. Antes de que el patógeno penetra en los tejidos del huésped que produce una masa considerable de micelio en la superficie de la planta, un proceso que puede tardar de 2 a 10 días. La penetración de los tejidos del huésped se produce cuando el patógeno



produce una enzima que deteriora y ataca la capa externa de células del anfitrión, dentro de las que destacan enzimas como celulasa, hemicelulasa, pectinasa, lignasa entre otras. Esto se traduce en deterioro de los tejidos, la producción de más de micelio y la formación de esclerocios. Los dos últimos dependen de las condiciones ambientales favorables (Moctezuma *et al.*, 2008).

La germinación de los esclerocios puede ser en hifas o esclerocios eruptivas, la germinación de las hifas se caracteriza por el crecimiento de hebras individuales de las hifas de la superficie, mientras que la germinación de esclerocios eruptiva se caracteriza por los enchufes o agregados de micelio de ruptura a través de la superficie de esclerocios. La cantidad de crecimiento micelial y la energía necesaria para la infección está determinado por el tipo de germinación de los esclerocios que se lleve a cabo. Una base de alimentación de la materia orgánica no viviente debe estar presente para la germinación de esclerocios por hifas para infectar los tejidos del huésped ya que el crecimiento del micelio es escaso. Sin embargo, la germinación de esclerocios eruptivamente puede infectar los tejidos del huésped sin necesidad de una base de la alimentación exógena (Punja, 1985).

*S. rolfsii* es capaz de sobrevivir y prosperar en un amplio rango de condiciones ambientales. El crecimiento es posible en un amplio rango de pH, aunque es más próspero en suelos ácidos. El rango de pH óptimo para el crecimiento del micelio es de 3.0 a 5.0, y la germinación de esclerocios se produce entre 2.0 y 5.0. La germinación es inhibida en un pH superior a 7,0 (Gondo, 1962), el crecimiento del micelio se produce entre 25 y 35°C, a los 10 o 40°C con poco o nada de formación de esclerocios (Epps, West *et al.*, 1951). Mayores niveles de infección se observan a temperaturas de 25-32°C y a pH de 4,8-7,3. El micelio muere a 0°C, pero los esclerocios pueden sobrevivir a temperaturas tan bajas como -10°C., la humedad alta se requiere para un óptimo crecimiento del hongo. Los esclerocios no germinan cuando la humedad relativa es muy inferior a la saturación. Sin embargo, hay algunos estudios que afirman que los esclerocios germinan mejor en la humedad relativa de 25-35%. El crecimiento micelial y la germinación de esclerocios puede ocurrir rápidamente a la luz continua, a pesar de que se produzcan en la oscuridad si otras condiciones son favorables. (Grover y Chona, 1960).

De vez en cuando *S. rolfsii*, tiene una etapa de fructificación sexual que se desarrolla en los márgenes de las lesiones y en lugares con sombra del sol. Se

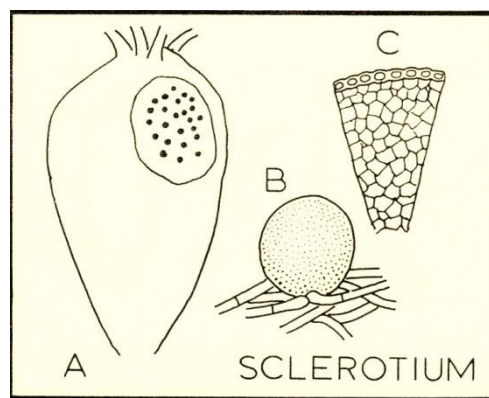
desconoce en qué medida esta etapa ayuda a la reproducción y propagación del organismo en condiciones de campo. Las esporas son tan ligeras que se producen en grandes cantidades que podrían ser transportados a largas distancias en el viento. Esta etapa no se ve con frecuencia en el campo y no se cree que sea de primordial importancia en la transmisión de la enfermedad. La actividad micelial del patógeno es muy alta en estratos vegetales enterrados en proceso de descomposición, habiendo sido considerado por ello en la sucesión ecológica de suelos agrícolas, como un invasor primario de residuos enterrados de maíz. Su supervivencia año tras año en el suelo del Centro Occidente de México es debido a las condiciones ambientales favorables, causando así problemas de gran importancia, esto dependiendo prioritariamente de su actividad saprofítica sobre residuos vegetales (Flados, 1958). La Figura 7. Ilustra la sobrevivencia del esclerocio y como se encuentra localizada en el subsuelo.

Figura 7. Descripción de *S.rolfsii* a manera de dibujo en raíz de betabel.

A) Micelio y esclerocios de color blanco oscuro en la superficie de las raíces de la planta de betabel.

B) Esclerocios y Micelios

C) Corte vertical del esclerocio.



En el suelo, el aumento de humedad y la disminución en la concentración de oxígeno, inhiben su crecimiento al aumentar la actividad de competidores y antagonistas, por lo cual se ha reportado que los esclerocios no germinan si se encuentran a profundidades mayores de 15 cm<sup>2</sup>. Bajo condiciones naturales, se ha detectado una disminución en germinación de esclerocios, mediante la adición al suelo de 0,2 % de quitina o peptona; este fenómeno está asociado con incrementos en la actividad de poblaciones y fisiología de microorganismos antagónicos. En este aspecto,

se ha notado un incremento en la actividad biótica alrededor de esclerocios de *S. rolfsii* durante el proceso germinativo de estos cuerpos (Díaz, y Pons, 1971).

El fenómeno es conocido como "efecto de micosfera", habiéndose observado que las poblaciones de bacterias aisladas de la micosfera contienen mayor número de especies inhibitorias de *S. rolfsii* que las obtenidas en muestreos de otros nichos ecológicos (Gilbert y Linderman *et al*, 1971). Anteriormente, se ha señalado a hongos de los géneros *Penicillium* y *Trichoderma* como invasores de esclerocios de *S. rolfsii* (Ferguson, 1953)

### **3.8.1 Epidemiología.**

*S. rolfsii* puede pasar el invierno como micelio en los tejidos infectados o desechos de plantas. Por lo general, persiste como *esclerocios*. Los *esclerocios* se difunden por las prácticas culturales (suelo infestado y herramientas contaminadas), plántulas infestadas de trasplante, el agua (especialmente a través del riego), el viento, y posiblemente en las semillas. Además, un pequeño porcentaje de esclerocios pueden sobrevivir al paso por el tracto digestivo de ganado ovino y vacuno, y por lo tanto, podría propagarse a través de abonos. (Zeida, *et al.*, 1986).

### **3.8.2 Síntomas y signos.**

De acuerdo con Grover, y Chona, 1960, los primeros signos de infección, aunque normalmente no se detecta, son lesiones de color marrón oscuro en el tallo por debajo del nivel del suelo, los síntomas visibles son progresivos, primero amarillamiento y marchitamiento de las hojas, el diagnóstico de la enfermedad del Sur se puede hacer mediante la búsqueda de los signos del crecimiento de los hongos. El *S. rolfsii* causa síntomas que pueden confundirse con otra corona o podredumbres del tallo. Por lo general el primer síntoma notado es el amarillamiento y marchitamiento de las hojas inferiores como se mencionaba con anterioridad. Las hojas también se mueren y se caracteriza por la posición de las puntas hacia abajo y tallos muy suculentos se caiga. El hongo suele atacar la planta justo por debajo o al nivel del suelo. A veces, una lesión de color marrón oscuro se puede ver en el tallo antes que otros síntomas son visibles. El hongo produce micelio, que puede crecer hasta los tallos de las plantas y también y se extiende por todo el suelo para infectar a otras plantas. Un rasgo

diagnóstico clave es la estructura de hibernación, llamado esclerocios. Los esclerocios de *S. rolfsii* son pequeñas, redondas, y por lo general un color marrón claro ó marrón oscuro cuando madura. Otro nombre común, el hongo semilla de mostaza, se refiere a la aparición de los esclerocios. Estos esclerocios serán visibles en el suelo alrededor de una planta infectada, así como en tejido de la planta infectada. Pudrición Sureña se puede confundir con moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), otro hongo con una amplia gama de huéspedes que produce micelio blanco algodonoso. Las plántulas son muy susceptibles y mueren rápidamente una vez que se infectan. Las plantas más viejas que se han formado poco a poco tejido leñoso rodeado por las lesiones y finalmente mueren. Invadidos los tejidos presentan una coloración color marrón.

### **3.9 Métodos de control**

#### **3.9.1 Control Cultural.**

El control de las enfermedades de *S. rolfsii* es difícil y depende de una combinación de métodos de cultivo, biológicas y / o químicas. Buenas prácticas culturales incluyen poda, eliminación de malezas hospederas, y evitar daños a los cultivos durante el cultivo. Un dosel denso aumenta la incidencia de enfermedades, lo que aumenta separaciones vegetales y puede ayudar a mantener bajos niveles de infección. Cambios en fecha de siembra o una siembra tardía también puede ayudar a reducir la incidencia de la enfermedad. También, mantener bases de plantas libres de hojas muertas y malas hierbas negará el patógeno una fuente de alimento, lo que ayuda a mantener baja incidencia de la enfermedad. (Zeida, *et al*, 1986).

##### **3.9.1.2 Rotación de cultivo.**

Debido a que *S. rolfsii* tiene una amplia gama de huéspedes, rotación de cultivos tiene menos posibilidades de tener éxito, ya que hay pocos cultivos resistentes. Hay algunos pastos y granos que no son tan susceptibles a los hongos que ayudan en la reducción de los niveles de presencia de inóculo. La cebolla es susceptible a *S. rolfsii*, sin embargo, en algunos cultivares la siembran en invierno cuando las temperaturas son demasiado bajas para el desarrollo de la enfermedad ha demostrado la reducción y la viabilidad de los esclerocios. Un aumento significativo en el rendimiento y reducción de la incidencia de la enfermedad se informó para cultivos de cacahuate de verano cuando

cultivares de cebolla fueron plantadas el invierno anterior. Se ha postulado que los exudados de cebolla causan que el patógeno se vuelve susceptible a la microflora antagonista en el suelo. (Zeida, *et al*, 1986).

### **3.9.1.3 Arado.**

Arado profundo (al menos 20 cm) con una extensión vertedera invierte el suelo de modo que la materia orgánica, los esclerocios, y residuos de plantas están enterrados al menos 10 cm debajo de la superficie. Esto ayuda a eliminar el inóculo cuando el arado se produce justo antes de la siembra (Beebe, 1981).

### **3.9.1.4 Enmiendas.**

Composta, avena, paja entre otros que añadidos al suelo han demostrado que limita la incidencia de la enfermedad. La adición de una enmienda podrá incrementar las poblaciones de microorganismos del suelo antagonistas. Este método puede ser razonable para las pequeñas explotaciones e invernaderos, pero probablemente no es práctico para las grandes explotaciones, a menos que se combine con la rotación de cultivos (Beebe, 1981).

### **3.9.1.5 La solarización del suelo.**

La solarización del suelo o la calefacción solar es un método relativamente nuevo para el control de *S.rolfsii*. Los inóculos de esclerocios cultivados *in vitro* siguen siendo viables después de 12 horas a 45 °C, pero mueren en 4-6 horas a 50 °C y en 3 horas a 55 °C. Cubrir el suelo con láminas de polietileno transparente durante la temporada de calor aumenta la temperatura del suelo y mata esclerocios cuando la temperatura debajo de las láminas se calienta lo suficiente. La mayoría de los ensayos de campo han logrado degradación de esclerocios de 1 cm, pero la erradicación a mayor profundidad por lo general no se produjo. Además, este método requiere siembra inmediata, que excluye los cultivos que se plantan en la primavera porque las temperaturas no son suficientemente altas para afectar esclerocios. La solarización del suelo combinado con la adición de *Trichoderma harzianum* (un micoparásito, véase la sección de control biológico) se ha demostrado que disminuye la enfermedad más que cualquier tratamiento solo. Sin embargo, el sentido práctico de la solarización del suelo es cuestionable. En primer lugar, la duración del tiempo de

solarización puede ser limitada; un ensayo en Arizona informó que las lonas se desintegraron después de 6 semanas. (Wokocha, RC, 1990). En segundo lugar, no se sabe qué efecto tiene la solarización en la microflora del suelo existente (Jenkis y Averre, 1986).

#### **3.9.1.6 Acolchado plástico negro.**

La cobertura con plástico negro es utilizada para reducir la incidencia de la enfermedad y quizás proporcionar mayores rendimientos de los cultivos. Acolchado plástico negro, previene o reduce el "puente" de tejido muerto entre el suelo y la planta y puede aumentar la temperatura, conservar la humedad del suelo y ayudan a controlar la maleza para un mayor rendimiento de los cultivos. La incidencia de la enfermedad aún puede ser alta, pero significativamente menor que la ausencia de este método (Brown, *et al.*, 1989).

#### **3.10 Control Biológico.**

De acuerdo a Ghaffer, A, 1988, el control biológico puede ejercerse con diversos hongos antagonistas los que han demostrado que proporcionan un control contra *S.rolfsii* en experimentos controlados, aunque los resultados de ensayos de campo tienden a variar. Algunos de los organismos comúnmente utilizados son: *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium* spp, y *Gliocladium virens*. *Trichoderma* spp. Micoparásitos: *T. harzianum* que coloniza las hifas *S. rolfsii*, interrumpe el crecimiento del micelio, y mata al organismo. Sin embargo, las poblaciones del patógeno y del antagonista no se analizaron con el tiempo. Se ha demostrado que *T. viride* proporcionan un buen control, especialmente cuando se utiliza en combinación con un herbicida o pesticida. Datos como éstos sugieren especificidad considerable en el control biológico debido a diferencias en la susceptibilidad de las cepas del mismo patógeno para una cepa de control biológico único, además de especificidad debido a diversas cepas de un agente de bio control.

#### **3.11 Control químico**

Las medidas de control incluyen la desinfección química de los materiales de multiplicación vegetativa, el ajuste del pH del suelo por encalado, el ajuste del régimen de fertilizantes, y el uso de herbicidas para el control de malezas. Chlorobromopropene

formalina, se encuentran entre los fumigantes más prometedores para el tratamiento de semilleros o los campos de cultivos valiosos. Fumigantes como metamsodium (Vapam), Vorlex, bromuro de metilo y cloropicrina, cuando se aplica al suelo, reducen la incidencia del tizón del sur. Dada la importancia económica que el jitomate tiene en México y de cómo esta enfermedad ataca al cultivo, dejando grandes pérdidas al agricultor, se han probado un sin número de tratamientos químicos para su control. De los cuales solo 6 (seis) fueron eficaces, (Aatopam-N, T Aldrex, M Calixin, PCNB captan y captafol) a 200 mg ail-1, aplicado como pre en el suelo después de la inoculación. PCNB reduce eficazmente la enfermedad cuando se aplica 10 días antes de la inoculación (Wokocha, 1990).

### 3.12 Control genético

La resistencia vegetal es reconocida como uno de los pilares fundamentales del manejo integrado de plagas, MIP (Kogan, 1990). Y los parientes silvestres de los cultivos son la principal fuente de resistencia (Hoyt, 1992; Eigenbrode, 1993; Ramanatha y Hodgkin 2002); su transferencia al cultivo puede ser mediante hibridación o por la técnica de injerto. El injerto en plantas herbáceas se conoce desde el siglo pasado (Garner, 2000) y su uso en el mejoramiento solo ha despertado interés en países europeos, asiáticos y algunos de américa, el objetivo es inducir resistencia a factores abióticos y bióticos incluyendo plagas, enfermedades y sequía, además de mejorar la cantidad y calidad de frutos.

El injerto vegetal se practica en todo el mundo. Esta tecnología se ha utilizado principalmente para cultivos manejados intensivamente cultivados en invernaderos o túneles. El jitomate, *Solanum lycopersicum L.* cuenta con una gran diversidad de parientes silvestres con características valiosas de resistencia a sequía, exceso de humedad, plagas y enfermedades (Nuez et al., 1995; Pérez et al., 1997). En diferentes regiones de México crecen variedades de jitomate silvestre que pudieran injertarse con variedades cultivadas para inducirles resistencia. (Pérez et al, 1997).

Patrones resistentes están disponibles para el jitomate; y se puede utilizar para administrar agentes patógenos del suelo económicamente importantes, tales como *Ralstonia solanacearum*, y nemátodos nodulares de las raíces (*Meloidogyne spp*). Otra enfermedad grave de jitomate tanto en México como en el sur este de Estados Unidos, donde el injerto ofrece una alternativa de manejo prometedor es la pudrición causado

por *S.rolfsii*. *Sclerotium rolfsii* tiene una amplia gama de huéspedes (>600 especies), y más de 270 géneros huéspedes susceptibles. Enfermedades causadas por *S.rolfsii* son más graves en las zonas tropicales y subtropicales donde las temperaturas son lo suficientemente altas para promover el crecimiento y la supervivencia del hongo. Numerosos fungicidas y fumigantes del suelo son una opción para inhibir la germinación de esclerocios o del crecimiento del micelio de *S.rolfsii* pero estos llegan a tener un gran costo en los sistemas convencionales y no están permitidos en la producción orgánica (Punja z.k, 1985).

La resistencia a *S. rolfsii* fue identificado por primera vez en *Lycopersicum pimpinellifolium*. Cinco líneas resistentes a *S. rolfsi* en líneas de mejoramiento en tomate fueron reportadas en 1992, pero hasta la fecha se desconoce la resistencia producida en los cultivares disponibles para la producción de tomate fresco (Rivard *et al*, 2010).

En México (Villa Señor y Espinosa, 1998) reportaron la presencia de la variedad *Leptophyllum* mejor conocida como variedad *cerasiforme* en Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán: principalmente en regiones tropicales y /o en lugares con humedad disponible y sin problemas de heladas.

Esta variedad se desarrolla bajo condiciones adversas de humedad y presumiblemente es tolerante a plagas y enfermedades (Eigenbrode y Trumble, 1997; Pérez *et al.*, 1997; Sánchez-Peña *et al.*, 2006). (CONABIO, 1998) señala que en las zonas productoras más importantes como Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Michoacán son comunes las formas cultivadas o variedades mejoradas, en tanto a las variedades autóctonas solo es posible encontrarlas en algunas regiones de Veracruz, Guerrero y Oaxaca.

Sin embargo, son pocos los estudios documentados sobre injertos en hortalizas por lo que la riqueza de germoplasma nativo no ha sido aprovechada y en algunos casos, en riesgo de desaparecer.



### 3.13 Descripción botánica

#### **3.13.1 Descripción botánica de *Solanum lycopersicum* var. *Leptophyllum* (mejor conocida como variedad *Cerasiforme*. De acuerdo con Dunal., 1813).**

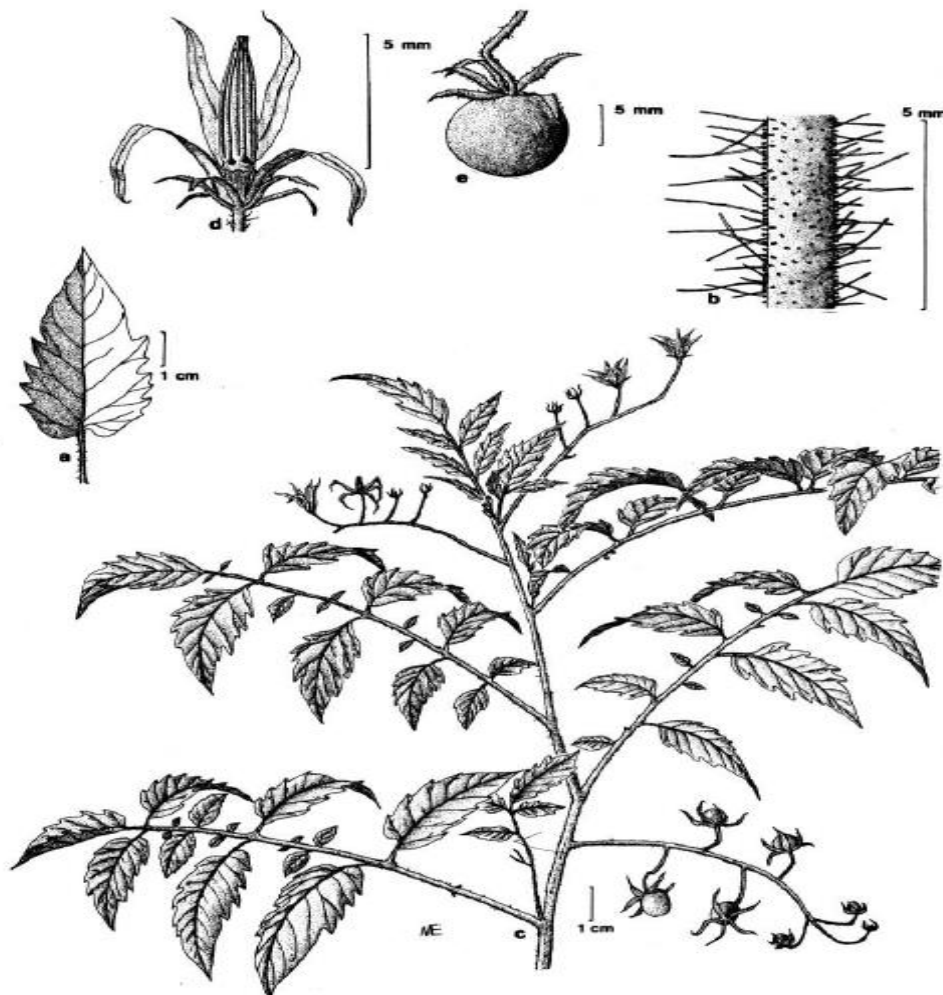
Esta variedad de planta recibe los nombres comunes de Tomate, tomatillo, jitomate. Son hierbas débiles y extendidas a lo largo, trepadoras hasta de 3 m de largo, aromáticas; tallo piloso con pelos articulados, débiles, traslucidos, hasta 3.5 mm de largo y densamente víscido con glándulas diminutas, estipitadas. Hojas de 10-20 cm de largo, con 7-11 foliolos principalmente peciolulados; foliolos lanceolados a ovados, de 3-6 cm de largo, 1-3 cm de ancho, casi glabros en el haz o densamente puberulentos en los nervios, puberulentos en el envés y pilosos en lo nervios, a menudo canosos, especialmente cuando jóvenes, gruesamente dentados y a menudo con un lóbulo en la base; foliolos intersticiales ovados, pequeños, a menudo enteros o dentados, sésiles o peciolulados. Inflorescencias laterales extra-axilares, simples o ramificadas una vez, con pubescencia parecida al tallo; pedúnculo primario de 1-3.5 cm de largo; pedicelos de 5-15 cm de largo, articulados justo arriba de la mitad; cáliz profundamente partido, los lóbulos lanceolados, de 3.5- 5 mm, acrescentes reflexos en el fruto, ciliados; corola amarilla, dividida hasta 2/3 la distancia a la base, ca. 08-1 cm d largo, los lóbulos angostamente triangular, esparcidamente glandulares, diminutamente puberulentos en el ápice; anteras de 5-6 mm de largo, glabras excepto por una puberulencia densa entrecruzada en los costados. Fruto una baya, roja o amarilla, globosa, generalmente de 1-2 cm de diámetro; semillas numerosas, pilosas de 2.5 mm de largo.

Su distribución comprende desde México hasta Costa Rica en Centroamérica y todo Sudamérica incluyendo las Antillas, que son territorios que tienen una altura que va desde el nivel del mar hasta los 1450 msnm, lo que nos habla de la gran capacidad de adaptación de la planta. El tipo de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva alta perennifolia; casi siempre en vegetación secundaria derivada de éstas o en otras áreas perturbadas. Y su floración es todo el año, siendo su uso principalmente comestible.

Estas plantas aparentemente son nativas de Sudamérica y constituyen el grupo silvestre del cual surgió el jitomate cultivado, la var. *esculentum*. No se sabe con seguridad si la variedad *leptophyllum* (*Cerasiforme*), es nativa de áreas tan hacia el norte como México. Los frutos son comestibles y se recolectan de plantas silvestres;

algunas veces se cultivan, por ser, en algunos casos, más resistentes a plagas y enfermedades que la variedad *esculentum*. Los ejemplares provienen de plantas cultivadas (Nee & Taylor 1986), de plantas posiblemente cultivadas y de plantas definitivamente naturalizadas.

Figura 7. *Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme. a) Hoja mostrando nerviación, b) indumento caulinar, c) ramas con flores y frutos, d) flor, e) fruto.



### 3.14 importancia del estudio de las variedades silvestres de jitomate.

Durante su evolución, los parientes silvestres de cultivos han desarrollado múltiples características que les han permitido sobrevivir en condiciones extremas y se han adaptado para enfrentarse a los diferentes peligros, incluida la fitofagia; así, han desarrollado resistencia a plagas y enfermedades comúnmente dañinas a los cultivos a

finés. De igual manera los parientes silvestres han desarrollado tolerancias a altas y bajas temperaturas, sequías y condiciones edáficas adversas. Es entendible entonces que los parientes silvestres de cultivos sean una de las principales fuentes de germoplasma para el mejoramiento de cultivos.

Entre los parientes silvestres más usados están los del jitomate, pues muchas de las características de los cultivares modernos de jitomate como son, resistencia a plagas y enfermedades, contenido de vitaminas, color de fruto; entre otras, han sido derivadas de alguno de sus parientes silvestres.

En México el jitomate silvestre se encuentra ampliamente distribuido en zonas de reservas ecológicas y asociados a campos de cultivo donde eventualmente suele convertirse en maleza (Rodríguez *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2006).

La amplia distribución del jitomate ha permitido que cuente con poblaciones con características diferentes para responder a los factores bióticos y abióticos de mortalidad; es precisamente el ambiente uno de los factores que más influyen en la variabilidad biológica (Ramanatha, *et al.*, 2002).

En diferentes regiones del estado de Jalisco el jitomate silvestre es conocido como “Timboroque, o también Ojo de Venado” crece bajo condiciones adversas de humedad y al parecer soporta alta incidencia de plagas y enfermedades (Eigenbrode, *et al.*, 1993).

### **3.15 Postulados fitopatológicos**

#### **3.15.1 Los postulados de Koch**

El primer eslabón del ciclo de la enfermedad es el patógeno; una vez identificada la enfermedad en una población los especialistas deben correlacionar el brote de esta con un patógeno específico, por lo que es preciso descubrir la causa exacta de la enfermedad, aquí es donde se emplean los postulados de Koch y sus modificaciones, para determinar la etiología o causa de la enfermedad (Prescott *et al.*, 2004).

En esencia Koch postuló, que para comprobar que un patógeno causa enfermedad se debe demostrar que el parásito y la enfermedad no solo están correlacionados, sino relacionados en cuanto causa, la causa verídica y directa de la enfermedad; esto depende de la separación del patógeno y su reintroducción a un organismo, con la

subsiguiente producción de síntomas, incluyendo la reaparición del agente causal en el organismo enfermo. Estos se formalizan a continuación:

- 1) El microorganismo siempre debe estar asociado con la enfermedad, y la enfermedad no debe presentarse sin que el organismo o agente causal se encuentre presente, o haya estado presente.
- 2) El microorganismo en cuestión debe ser aislado en cultivo puro y sus características determinadas.
- 3) La inoculación del microorganismo debe resultar en los mismos síntomas de la enfermedad.
- 4) El microorganismo debe ser re-aislado y sus características deben coincidir con las determinadas en el segundo postulado (French y Hebert, 1980).

## IV. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en dos áreas del CUCBA: En el laboratorio de Microbiología de suelo y en el área de invernaderos.

### 4.1 Toma de muestra.

Se colectaron muestras de jitomate enfermo en el rancho del Ing. Gonzalo Sánchez Ceballos, ubicado en Zapotiltic, Jalisco. Las muestras se colocaron dentro de bolsas de plástico nuevas, se le saco la mayor cantidad de aire, y se metieron en una hielera para luego ser llevadas al laboratorio de Microbiología de Suelos del CUCBA.

#### 4.1.2 Esterilización del material de laboratorio

El primer paso, es el lavado del material a esterilizar, -cajas de Petri-, se dejaron secar. Se acomodaron de cinco en cinco en papel imprenta, se selló con cinta masking tape y se metieron en bolsas de plástico de alta densidad. Enseguida, antes de colocar los materiales a esterilizar se le agregó al autoclave, agua a una altura aproximada de 5 cm llegando casi al nivel de la parrilla, se cerró el autoclave. Se cercioró que se encontrara abierta la válvula de escape antes de colocar la tapa. Se mantuvo abierta la válvula de escape, dejando fluir el vapor por el orificio de la válvula con objeto de desplazar el aire que queda adentro de la autoclave. Después se cerró la válvula, cuando comenzó a salir vapor de esta y se llegó a las 15 libras de presión se mantuvo a esta presión durante 20 minutos. Después se apagó y se dejó que bajara poco a poco la presión hasta que llegó a cero la manecilla del manómetro. Después se abrió la válvula para que saliera el poco vapor que quedará. Se sacaron los paquetes de caja de Petri. Se dejaron enfriar.

#### 4.1.3 Preparación de medio de cultivo PDA

Para la preparación de PDA (Papa Dextrosa Agar) se utilizaron 200 grs. de papa previamente lavadas y cortadas, se le adicionó agua destilada, en un matraz de 500mL enseguida se le colocó un tapón de algodón en la boca del matraz y se esterilizó con calor húmedo (autoclave), a una presión de 15 lb. durante 20 min., posteriormente se filtró el caldo con ayuda de un embudo y cedazos de calibre 150 y 120  $\mu$ , se vertió en

un vaso de precipitado, de ahí se tomó el caldo de papa y se vació en un matraz de 1 lt. se le agregaron 10 grs. de dextrosa hasta que se disolvió, enseguida se añadió 15 grs. de agar bacteriológico y ya disuelto se aforó a un litro con agua destilada y se licuó sobre la flama de un mechero; realizado lo anterior se llevó al autoclave nuevamente y se esterilizó durante 20 min a 1. 2 atmósferas.

#### 4.1.4 Llenado de cajas de Petrí con medio de cultivo

Se llevó el medio y las cajas en su estado estéril a la campana de flujo laminar la cual previamente se limpió con hipoclorito al 1%, seguido de esto se encendió el mechero. Se destaparon los juegos de cajas y se tomó una por una y cerca del mechero se vertió el medio hasta cubrir el fondo de esta y así consecutivamente hasta tener todas las cajas con medio. Estas se dejaron sobre una superficie plana hasta que se solidificaran. El medio que sobró se tapó muy bien y se guardó en el refrigerador.

#### 4.2 Postulados de Koch

A continuación se describen los pasos que se realizaron según lo marca Koch.

- 1) Para cumplir con este postulado se realizaron aislamientos de diferentes plantas colectadas en Zapotiltic, las cuales mostraron síntomas de amarillamiento, marchitez y muerte de la planta.
- 2) Para esto se tomó tejido del tallo de la planta enferma en el sitio donde se observó tejido dañado y tejido sano aproximadamente 0.5 cm, se desinfectó colocándolo en hipoclorito de sodio al 1% durante 2 minutos. Se eliminó el exceso de hipoclorito con agua destilada esterilizada y se colocaron tres muestras en una caja de Petri con medio de cultivo PDA. Una vez creciendo el micelio este fue separado haciendo resiembras en cajas Petri con PDA hasta lograr un cultivo puro del hongo.
- 3) Se plantaron plántulas de jitomate de la variedad Rio Grande en macetas con sustrato formado por Zeolita + Peat Moss, Posteriormente fueron inoculadas 10 plantas, colocando un esclerocio de *S. rolfsii* al pie de cada una de ellas, como testigo se dejaron 4 plantas sin inocular.
- 4) Se tomó tejido del tallo de las plantas inoculadas del sitio donde se observó tejido dañado y tejido sano aproximadamente 0.5 cm, se desinfectó colocándolo en hipoclorito de sodio al 1% durante 2 minutos. Se eliminó el exceso de

hipoclorito con agua destilada esterilizada y se colocaron tres muestras por caja de Petri con medio de cultivo PDA. Una vez creciendo el micelio este fue separado haciendo resiembras en cajas Petri con PDA hasta lograr un cultivo puro del hongo.

#### 4.3 Materiales a evaluar de Colectas de *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme*.

| NUM. | COLECTA | ESTADO | MUNICIPIO                    | ORIGEN |
|------|---------|--------|------------------------------|--------|
| 8    | 2       | JAL    | Ameca                        | 2008   |
| 9    | 44      | JAL    | Chapala                      | 2008   |
| 10   | 69      | JAL    | Tequila                      | 2008   |
| 11   | 81      | JAL    | Techaluta de Montenegro      | 2008   |
| 12   | 84      | COL    | Cuauhtemoc                   | 2008   |
| 13   | 90      | NAY    | Ixtlan del Río               | 2008   |
| 14   | 93      | JAL    | Hostotipaquillo              | 2004   |
| 15   | 102     | JAL    | Tecolotlán                   | 2008   |
| 16   | 112     | JAL    | Autlán                       | 2008   |
| 17   | 114     | JAL    | Autlán                       | 2008   |
| 18   | 125     | JAL    | Casimiro Castillo            | 2006   |
| 20   | 132     | JAL    | Tecalitlan                   | 2009   |
| 21   | 135     | JAL    | Ayutla                       | 2008   |
| 22   | 144     | JAL    | Autlán                       | 2009   |
| 23   | 152     | JAL    | Casimiro Castillo            | 2004   |
| 24   | 153     | JAL    | Casimiro Castillo            | 2009   |
| 25   | 152     | JAL    | Casimiro Castillo            | 2004   |
| 27   | 154     | JAL    | Villa Purificación           | 2004   |
| 28   | 157     | JAL    | Casimiro Castillo            | 2004   |
| 30   | 162     | JAL    | Cuatlitlán                   | 2004   |
| 31   | 236     | JAL    | Zapotitlán de Vadillo        | 2005   |
| 32   | 260     | MICH   | Tanhuato de Guerrero         | 2008   |
| 33   | 263     | MICH   | Ziracuaretiro                | 2005   |
| 34   | 267     | JAL    | Tamazula de Gordiano         | 2008   |
| 35   | 277     | JAL    | Tonaya                       | 2010   |
| 36   | 280     | JAL    | Sayula                       | 2008   |
| 37   | 284     | JAL    | Mascota                      | 2005   |
| 38   | 286     | JAL    | Mascota                      | 2005   |
| 39   | 314     | MICH   | Hetamo                       | 2010   |
| 40   | 318     | NAY    | Rosamordada                  | 2009   |
| 41   | 324     | NAY    | Tecuála                      | 2010   |
| 43   | 329     | NAY    | Santiago Ixcuitla            | 2010   |
| 44   | 332     | NAY    | Compostela                   | 2006   |
| 45   | 334     | MICH   | Tocumbo                      | 2010   |
| 48   | 339     | GTO    | Celaya                       | 2010   |
| 49   | 351     | JAL    | Jalostotitlan                | 2010   |
| 50   | 352     | JAL    | Magdalena                    | 2010   |
| 52   | 353     | NAY    | Amatlan de Cañas             | 2010   |
| 54   | 356     | JAL    | Magdalena                    | 2010   |
| 55   | 357     | JAL    | San Cristóbal de la Barranca | 2010   |
| 57   | 360     | JAL    | Tepatitlán de Morelos        | 2010   |
| 58   | 364     | GTO    | Cueamaro                     | 2010   |

Tabla 1. Materiales a evaluar.

Se utilizaron semillas de 42 colectas de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* proporcionadas por el Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán, para evaluar su resistencia al patógeno. Las semillas fueron sembradas en charolas de poliuretano de 200 cavidades, usando como sustrato turba (peat moss de la marca Berger), se colocó una semilla por cavidad. Fueron cubiertas con Vermiculita, se regaron con una regadera fina para humedecer uniformemente. Se realizaron todos los cuidados necesarios para lograr una plántula fuerte. Como testigo susceptible se sembró semilla de la variedad de jitomate tipo Saladette Rio Grande dándole los mismos cuidados culturales.

#### 4.3.1 Inoculación con *S. rolfsii*.

Las plántulas fueron plantadas en bolsas de plástico para vivero de 5 litros de capacidad, se utilizó una mezcla de Zeolita + turba (Peat moss marca Berger) como sustrato. En un total de 8 plantas por colecta incluyendo al testigo, las plantas fueron inoculadas a los 8 días después de trasplante, colocando un esclerocio al pie de la planta (tal como se aprecia en la Figura 11.) cabe mencionar que se dejaron dos sin inoculación. Las plantas se mantuvieron en un invernadero del Departamento de Producción Agrícola del CUCBA, a las cuales se les dieron los cuidados necesarios de riego y control de insectos (Figura 12).



Figura 11. Colocación del esclerocio a pie de planta.





Figura 12. Cuidados proporcionados a las plantas.

### 4.3 Toma de datos.

Se realizaron observaciones diarias para registrar el comportamiento del patógeno a través de la aparición de síntomas. Se registraron variables como: amarillamiento en las hojas inferiores, marchitez de las hojas, lesiones en la base del hipocotilo de las plantas, caracterizadas por ablandamientos y decoloraciones de la corteza por debajo de la línea del suelo, pudrición del sistema radicular y muerte de la planta, posteriormente se agruparon los resultados y evaluarla mediante el análisis estadístico del área bajo la curva de progreso de la enfermedad por sus siglas en ingles (AUDPC). Y es así que a partir del décimo día después de la inoculación comenzaron la aparición de síntomas ya antes mencionados.

#### 4.4.1 Análisis estadístico

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) de acuerdo con Pedroza y Samaniego (2009), que consiste en la agrupación de datos tomados en campo, y cual se encarga de mostrar como es el progreso de la enfermedad con el transcurrir de los días, el área bajo la curva de progreso de la enfermedad nos permite comparar el grado de resistencia de las colectas, pues los materiales susceptibles van a presentar un área mayor mientras que los resistentes van a tener un área menor en la curva de progreso de la enfermedad. Se realizó ANOVA y prueba de medias Tukey 0,05% de probabilidad, utilizando el software estadístico Minitab.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Toma de muestra.

La muestra llego en perfectas condiciones y se logró el aislamiento del patógeno en cultivo puro.

#### 5.1.2 Esterilización del material de laboratorio

Se logró esterilizar el material del laboratorio y el medio de cultivo.

#### 5.1.3 Preparación de medio de cultivo PDA

Se prepararon 60 cajas de medio del cultivo PDA, las cuales se mantuvieron en el refrigerador hasta ser usadas en los aislamientos y la producción de inóculo para las pruebas de patogenicidad.

#### 5.1.4 Llenado de cajas de Petri con medio de cultivo

Se obtuvo el medio de cultivo sin contaminaciones en 60 cajas petri.

### 5.2 Postulados de Koch

Confirmación de los postulados de Koch.

- 1) En todos los casos se aisló al mismo hongo el cual fue identificado como *Sclerotium rolfsii* mediante las claves taxonómicas para hongos imperfectos de Barnett y Hunter, 1975. Se encontró la asociación consistente del hongo *S.rolfsii* con las plantas enfermas.
- 2) Se logró aislar en forma pura al patógeno asociado con la enfermedad. El cual presento las siguientes características; micelio de color claro (blanco) el cual no forma cuerpo fructíferos asexuales ni conidios, el micelio presenta fíbulas y forma esclerocios de color blanco al inicio a color café oscuro al final, siendo estos de tipo globosos o irregulares y compactos lo cual coincide con la descripción para *S.rolfsii* descrita en las claves taxonómicas de Barnett & Hunter, 1975.Observando una producción abundante de esclerocios como se muestra en la Figura 14.

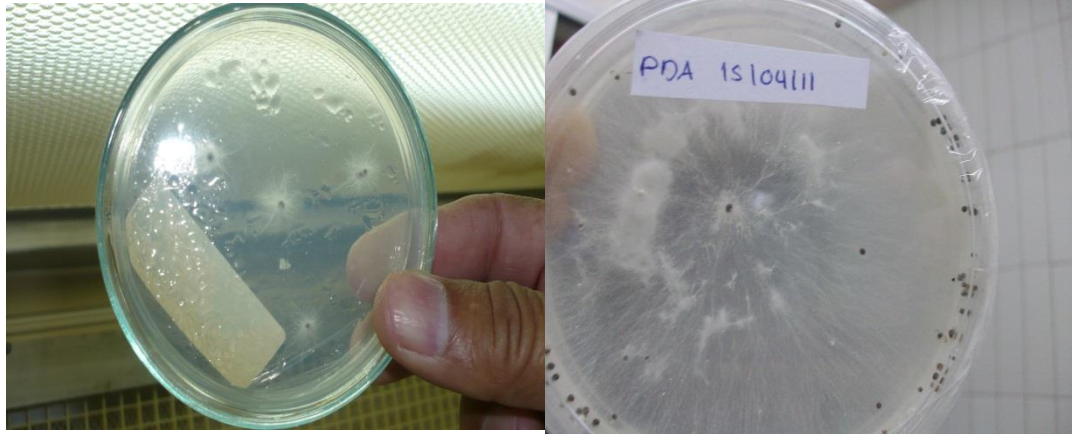


Figura 14. Cultivo puro del hongo.(producción abundante de esclerocios)

- 3) En las plantas inoculadas, es al décimo donde se comienza a observar un amarillamiento de las hojas inferiores, después apareció el síntoma de marchitez y la muerte de las plantas (tal como lo muestra la Figura 15), se observó una herida en la base del tallo y posteriormente apareció micelio de color blanco ya por último se formaron esclerocios que al principio mostraron una coloración de color blanco y al final una coloración café oscuro.



Figura 15. Apreciación de síntomas en plantas de variedad Rio-Grande.

- 4) Los re-aislamientos realizados a partir de las plantas inoculadas presentaron las siguientes características, (que son las mismas de las descritas previamente, como se puede apreciar al hacer las comparaciones, ya que se logró re aislar al mismo hongo identificado como *S.rolfsii*) Se realizó la identificación taxonómica encontrando que se trató de *S. rolfsii*, lo cual coincide con el postulado numero dos quedando así cubiertos todos los postulados de Koch.



Figura 16. Re-aislamiento y característica del patógeno aislado en los postulados 2 y 4.

Como se aprecia en los resultados, se cumplieron los postulados de Koch en su totalidad, como lo señalan (Prescott *et al.*, 2004). Y (French y Heber 1980). Lo que comprueba que *S. rolfsii* es el patógeno responsable de la enfermedad.

### 5.3 Evaluación de Resistencia de Colectas de *S. lycopersicum* var. *Cerasiforme*.

#### **5.3.1 Inoculación con *S. rolfsii*.**

Los materiales inoculados que resultaron susceptibles mostraron la siguiente sintomatología.

Una de las principales características que el ataque del hongo produce en la planta es el del amarillamiento y marchitamiento de las hojas inferiores y este se caracteriza por la posición de las puntas de las hojas hacia abajo. Tal como lo muestra la Figura 17.



Figura 17. Amarillamiento y marchitamiento de las hojas inferiores.

Otra muy peculiar característica producida por el daño de dicho hongo es el de la lesión de color marrón oscuro, localizada en la base del tallo, daño que podemos identificar en la Figura 18. Por último se muestra una muerte inminente de todas aquellas plantas que resultaron susceptibles al ataque de este patógeno.



Figura 18. Lesión provocada por el ataque de *S. rolfsii*. Figura 19. Marchitez generalizada y posterior muerte de las plantas

Se logró una eficacia de cien por ciento en la inoculación ya que todos los materiales susceptibles presentaron síntomas de la enfermedad.

#### 5.4 Toma de datos.

Los datos de los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Sintomatología de las 42 colectas de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* inoculadas con *S. rolfsii* Zapopan, Jal, 2011

| No. de colecta | Días después de inoculación y sintomatología en plantas inoculadas |          |           |             |             |             |
|----------------|--|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
|                | 5  | 10       | 15        | 20          | 25          | 30          |
| 8              | 0/8**  | 0/8      | 2/8 A*    | 2/8 A       | 2/8 A       | 2/8 A,R     |
| 9              | 0/8  | 0/8      | 1/8 A     | 1/8 A       | 1/8 A       | 1/8 A,R     |
| 10             | 0/8  | 0/8      | 0/8       | 0/8         | 0/8         | 0/8 R       |
| 11             | 0/8  | 0/8      | 0/8       | 0/8         | 0/8         | 0/8 R       |
| 12             | 0/8  | 0/8      | 1/8 A     | 1/8 A       | 1/8 A       | 1/8 A,R     |
| 13             | 0/8  | 0/8      | 2/8 A     | 3/8 A. B    | 7/8 A. B. C | 8/8 D       |
| 14             | 0/8  | 0/8      | 4/8 A. B  | 7/8 A.B     | 7/8 A. B.   | 7/8         |
| 15             | 0/8  | 0/8      | 3/8 B     | 3/8 B       | 3/8 B       | 5/8 A. B    |
| 16             | 0/8  | 0/8      | 1/8 B     | 4/8 A. B    | 5/8 A. B    | 7/8 A. B. D |
| 17             | 0/8  | 0/8      | 3/8 A. B  | 4/8 A. B    | 7/8 A. B    | 7/8 A. B.C  |
| 18             | 1/8 A  | 4/8 A. B | 6/8 A. B  | 7/8 A. B. C | 8/8 A. B. C | 8/8 D       |
| 20             | 0/8  | 2/8 B    | 5/8 A. B  | 6/8 A. B    | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 21             | 0/8  | 0/8      | 4/8 A. B  | 4/8 A. B    | 4/8 A. B    | 7/8 A. B    |
| 22             | 0/8  | 0/8      | 4/8 A. B. | 4/8 A. B.   | 4/8 A. B.   | 5/8 A. B.   |
| 23             | 0/8  | 0/8      | 3/8 A. B. | 3/8 B       | 4/8 A. B.   | 6/8 A. B.   |
| 24             | 0/8  | 0/8      | 3/8 A. B. | 4/8 A. B. C | 4/8 A. B.   | 5/8 A. B.   |
| 25             | 0/8  | 0/8      | 4/8 A. B. | 7/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 26             | 0/8  | 0/8      | 2/8 A     | 2/8 B       | 7/8 A. B. C | 7/8 A. B. C |

|         |       |           |             |             |             |             |
|---------|-------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 27      | 0/8   | 0/8       | 6/8 A. B. C | 7/8 A. B. C | 7/8 A. B. C | 8/8 D       |
| 28      | 0/8   | 0/8       | 3/8 B       | 4/8 A. B.   | 6/8 A. B.   | 7/8 A. B.   |
| 31      | 0/8   | 2/8 A     | 7/8 A. B    | 8/8 A. B. C | 8/8 A. B. C | 8/8 D       |
| 32      | 0/8   | 4/8 A. B. | 6/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 33      | 1/8A  | 4/8 A. B. | 5/8 A. B.   | 5/8 A. B.   | 7/8 A. B. C | 7/8 A. B. C |
| 34      | 1/8A  | 4/8 A. B. | 1/8 B       | 3/8 A. B.   | 4/8 A. B.   | 6/8 A. B.   |
| 35      | 1/8A  | 0/8       | 3/8 B       | 4/8 A. B.   | 5/8 A. B.   | 7/8 A. B.   |
| 36      | 0/8   | 2/8 B     | 6/8 A, B,   | 8/8 A, B, C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 37      | 0/8   | 0/8       | 2/8 B       | 5/8 A. B    | 5/8 A. B    | 6/8 A. B.   |
| 38      | 0/8   | 5/8 A. B  | 2/8 A       | 5/8 A. B.   | 5/8 A. B    | 7/8 A. B. C |
| 39      | 1/8A  | 3/8 A. B  | 3/8 A. B    | 6/8 A. B. C | 7/8 A. B. C | 7/8 A. B. C |
| 40      | 0/8   | 0/8       | 3/8 A. B    | 5/8 A. B.   | 5/8 A. B    | 7/8 A. B.   |
| 41      | 0/8   | 4/8 A. B  | 6/8 A. B    | 8/8 D       | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 43      | 0/8   | 0/8       | 5/8 A. B    | 8/8 D       | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 44      | 0/8   | 1/8 A     | 6/8 A. B    | 8/8 D       | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 45      | 1/8A  | 3/8 A. B  | 4/8 A. B    | 6/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 48      | 0/8   | 1/8 A     | 4/8 A. B    | 7/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 49      | 0/8   | 0/8       | 5/8 A. B    | 6/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 50      | 1/8A  | 5/8 A. B  | 6/8 A. B    | 6/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 54      | 1/8A  | 5/8 A. B  | 6/8 A. B    | 7/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 57      | 0/8   | 2/8 A, B  | 5/8 A. B    | 7/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 58      | 0/8   | 1/8 A     | 2/8 B       | 6/8 A. B. C | 8/8 D       | 8/8 D       |
| 59      | 0/8   | 5/8 A. B  | 5/8 A. B    | 7/8 A. B.   | 7/8 A. B    | 7/8 A. B. C |
| 60      | 0/8   | 0/8       | 5/8 A. B    | 6/8 A. B.   | 6/8 A. B. C | 8/8 D       |
| Testigo | 1/8 A | 2/8 A. B  | 2/8 A. B    | 3/8 A. B    | 5/8 A. B    | 5/8 A. B.   |

\*= Síntomas. \*\*=Numerador plantas dañadas, denominador total de plantas. A= amarillamiento en las hojas inferiores. B= marchitez de las hojas. C= lesiones en la base del hipocotilo de las plantas, caracterizadas por ablandamientos y decoloraciones de la corteza por debajo de la línea del suelo. D= pudrición del sistema radicular y muerte de la planta. R= Colectas resistentes a *S. rolfsii*

Los daños causados por el patógeno muestran en algunos casos la severidad con que este atacó a su hospedero, en comparación las colectas que resultaron resistentes. Como se muestra a continuación en la Figura 20.

| Materiales resistentes  | Materiales susceptibles   |
|---|---|
|  <p data-bbox="188 878 769 1003">Colecta #8. Se encuentra dentro de los principales materiales resistentes, colectado en el municipio de Ameca, Jal.</p> |  <p data-bbox="794 878 1375 1003">Colecta # 50. Material susceptible el cual mostró síntomas de la enfermedad desde los primeros 5 ddi, colectado en el municipio de Jalosotitlan, Jal.</p> |
|  <p data-bbox="188 1438 769 1518">Colecta #9. Material resistente, colectado en el municipio de Chápala, Jal.</p>                                      |  <p data-bbox="794 1415 1375 1518">Colecta #17. Material susceptible el cual mostró síntomas de la enfermedad a partir de los 15 ddi, colectado en el municipio de Autlan, Jal.</p>       |
|  <p data-bbox="188 1899 769 1975">Colecta # 10. Material resistente, colectado en el municipio de Tequila Jal.</p>                                     |  <p data-bbox="794 1899 1375 1989">Colecta # 34. Material susceptible el cual mostró síntomas de la enfermedad desde los primeros 5 ddi, colectado en el municipio de Tamazula Jal.</p>   |



|   |  |
|---|--|
|                    |    |
| <p>Colecta # 11. Material resistente, colectado en el municipio de Techaluta de Montenegro Jal.</p> | <p>Colecta #36. Material susceptible, el cuál mostró síntomas de la enfermedad desde los primeros 10 ddi, colectado en el municipio de Sayula Jal.</p> |
|                   |   |
| <p>Colecta # 12. Material resistente, colectado en el municipio de Cuauhtémoc, Col.</p>             | <p>Testigo comercial, Var. Rio grande, el cual mostró síntomas de la enfermedad desde los primeros 5 ddi.</p>  |

Figura 20. Sintomatología comparativa entre materiales resistentes y algunas susceptibles.

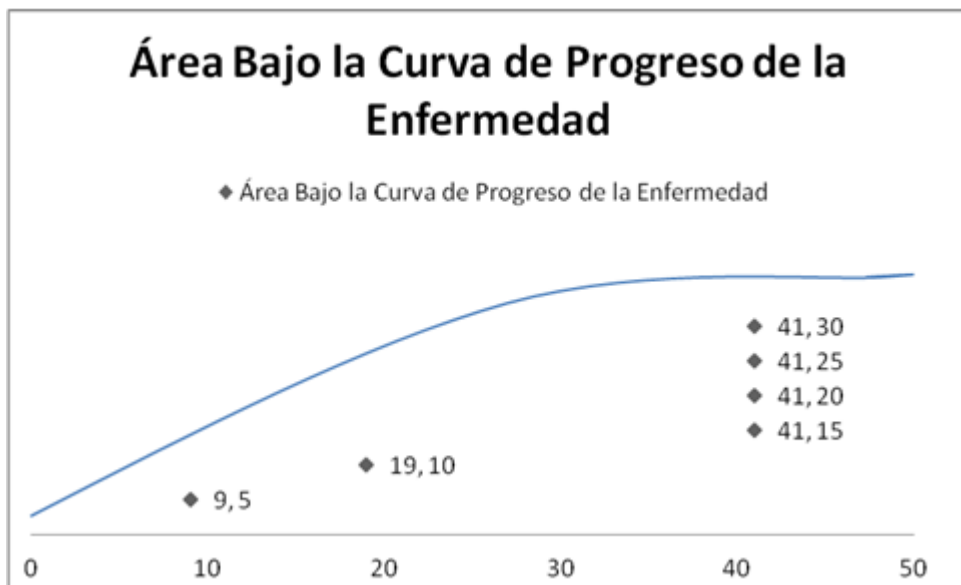
Cuadro 3. Comparación de resistencia de 42 colectas de *Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme* + el testigo, de acuerdo al ataque de *S.rolfsii*, según el análisis de varianza comparadas con prueba de tukey al 0.05



|    |       |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
|----|-------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|---|
| 60 | 87.5  |  | B | c |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 17 | 87.5  |  | B | c |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 26 | 87.5  |  | B | c |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 28 | 81.25 |  |   | c | d |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 38 | 75    |  |   |   | d | e |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 40 | 75    |  |   |   | d | e |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 35 | 75    |  |   |   | d | e |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 16 | 75    |  |   |   | d | e |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 21 | 68.75 |  |   |   |   | e | f |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 37 | 68.75 |  |   |   |   | e | f |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 23 | 62.5  |  |   |   |   |   | f | g |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 34 | 62.5  |  |   |   |   |   | f | g |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 22 | 56.25 |  |   |   |   |   |   | g | H |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 24 | 56.25 |  |   |   |   |   |   | g | H |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 15 | 50    |  |   |   |   |   |   |   | H |   |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 8  | 25    |  |   |   |   |   |   |   |   | i |   |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 9  | 12.5  |  |   |   |   |   |   |   |   |   | j |   |  |  |  |  |  |  |   |
| 12 | 12.5  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | j |  |  |  |  |  |  |   |
| 10 | 0     |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  | K |
| 11 | 0     |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  | K |

<sup>1/</sup>Medias con letras iguales no difieren. Prueba de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ )

Figura 21. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad a través del tiempo. Agrupación de plantas que mostraron síntomas.



Se muestra el AUDPC agrupado de acuerdo a niveles de significancia, tukey al 0.05

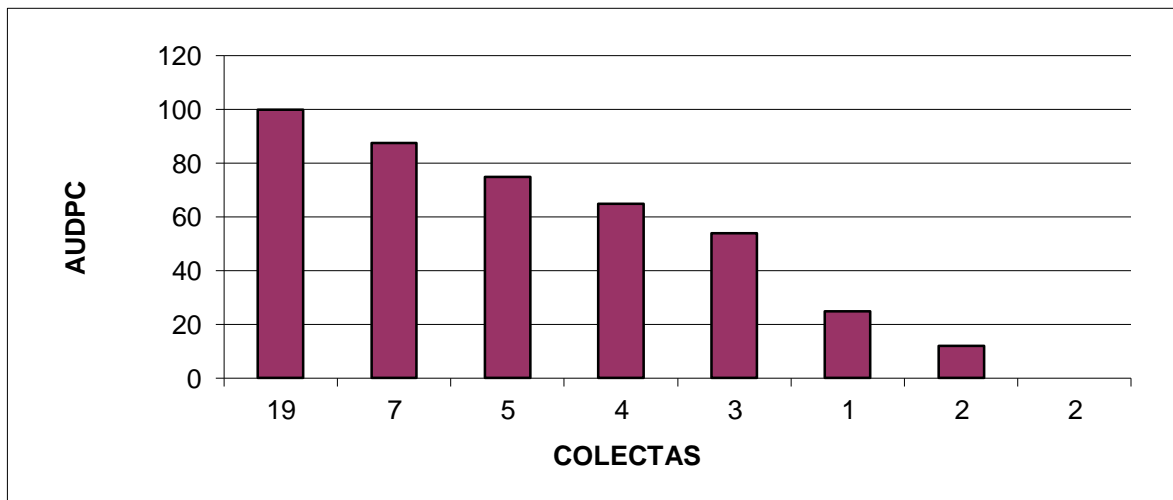


Figura 22. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad de 42 colectas de *S. lycopersicum* var. Cerasiforme. Zapopan, Jalisco, México. 2012

El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas entre el área bajo la curva de progreso de la enfermedad de los materiales evaluados lo cual de acuerdo a Pedroza-Sandoval, A., and Samaniego, J. A. 2009 permite diferenciar la respuesta de Resistencia de las diferentes colectas contra el ataque de patógenos, como se muestra en la tabla 3, podemos observar un gradiente de Resistencia amplio pues existen materiales que son susceptibles en diferente grado hasta la Resistencia que mostraron los materiales , 8, 9 ,10, 11, 12.

#### 5.4.1 Análisis estadístico

Al revisar el cuadro 3, la figura 21, 22 y la manifestación de síntomas, encontramos que 18 de las colectas fueron igualmente susceptibles al testigo Rio- grande; otras 19 aunque estadísticamente diferentes al testigo susceptible, manifestaron síntomas avanzados de marchitez y un valor de AUDPC elevado también se encontraron 5 colectas que presentan niveles de resistencia al hongo *S. rolfsii*. La colecta número 8 presenta solo síntomas leves de amarillamiento de las hojas y un valor de AUDCP de 25, las colectas 9 y 12 mostraron únicamente un amarillamiento incipiente y un valor de AUDPC de 12.5; las colectas 10 y 11 se consideran con la mayor resistencia ya que no mostraron síntomas de la enfermedad.

El obtener materiales resistentes a partir de especies silvestres como es en este caso de *Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme se considera importante y coincide con lo encontrado con otros autores para otros patógenos como lo mencionan Moreau *et al.*, (1998); Chunwongse *et al.*, (1998); Kole *et al.*, 2006; Foolad *et al.*, (2008). Pues se considera que puede haber una coevolución y selección natural lo que hace que este tipo de materiales presenten resistencia específicas a patógenos presentes en el medio en el cual se desarrollaron ambos. Lo anterior demuestra que los materiales silvestres representa una oportunidad para encontrar fuentes de resistencia.

Investigaciones anteriores reportan el uso de este tipo de materiales resistentes como porta injertos con variedades comerciales, Álvarez H. J.C, 2009 para ahogamiento o damping-off y Rivard *et al* para *S. rolfsii* y nematodos. Específicamente con los materiales reportados en el presente trabajo, ensayos previos realizados por Martínez, Ramírez y Villalobos, Sandoval (no publicado), resaltan la buena compatibilidad al ser usados como porta injerto con variedades de tomate comerciales, lo que abre la posibilidad de uso inmediato con ese fin.

Los mecanismos de resistencia son complejos y hospedero-patógeno específico, se mencionan como ejemplo: barreras mecánicas y químicas pasivas o preformadas, que proporcionan protección no específica contra una amplia gama de organismos, barreras inducida por patógenos y estructuras (es decir, física) y químicas, o activas, una resistencia-hospedero-o cultivar específico. Las defensas preformadas comprenden cutículas cerosas, componentes de la pared celular, y compuestos antimicrobianos, tales como metabolitos secundarios y proteínas anti-fúngicas. Después de la detección de patógenos, las plantas activan un número de defensas tales como cambios en la permeabilidad de la membrana plasmática entre otras, como lo señala Ferreira *et al.*, 2006.

En el caso específico de este trabajo no se hizo ningún ensayo tendiente a elucidar los aspectos fisiológicos involucrados en el tipo de resistencia que presentaron los materiales. Sin embargo se considera una contribución importante ya que sienta las bases para investigaciones futuras que tiendan a determinar los mecanismos y los genes involucrados en el desarrollo de resistencia en los materiales descritos en este trabajo. Pero suponemos que es resistencia genética.

## VI. CONCLUSIONES

Se lograron los objetivos planteados para el trabajo principalmente el de encontrar materiales con resistencia a *S. rolfsii* en *Solanumun lycopersicum* var. *cerasiforme*.

Se demostró la hipótesis planteada: Existe resistencia a *Sclerotium rolfsii* en materiales silvestres de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

Se consideran resistentes las colectas registradas con los números 8, 9, 12, 10, y 11, siendo los dos últimos los más resistentes.

## VII. LITERATURA CITADA

Agrios. G.N., Fitopatología. Introducción a la fitopatología. 2da edición. Editorial Limusa, México. 2007. p.3-528

Álvarez Hernández, Juan Carlos, Injerto de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en germoplasma silvestre como fuente de resistencia a plagas y enfermedades. Tesis, Instituto Politécnico Nacional, Jiquilpan Michoacán. Enero 2009.

Aycock, R.. Stem rot and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii*. N.C. Agr. Expt. St. Tech. Bul. No. 174. 1966.

Bautista Martínez Néstor, Lauro Soto Rojas y Rafael Pérez Pacheco, *Tópicos Selectos de Estadística Aplicados a Fitosanidad*. Eds. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco, Estado de México.

Backman, P.A., and T.B. Brenneman, 1984. Compendium of Peanut Diseases. Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota.

Brown, JE, C. Stevens, Osborn MC, y Bryce HM. 1989. Plástico acolchado Negro y la fila de poliéster spunbonded cubierta como método de control del tizón del sur en el pimiento. *Enfermedades de Plantas* 73:931-932.

Díaz Polanco, C. y Pons de Labrador. Nota preliminar sobre organismos antagonicos a *Sclerotium rolfsii*. CIARCO (Venezuela) 4 (3-4): 7-10. 1974.

Evaluation of Selected Cucurbitaceous Vegetables for Resistance to *Zucchini yellow mosaic virus*. J. Svoboda and L. Leisova-Svobodova, Crop Research Institute, Drnovská 507, 161 06, Prague 6, Czech Republic; and M. Amano, Saitama Gensyu Ikuseikai Co. Ltd., 2616 Niibori, Kuki, Saitama 346-0105, Japan

Epps, W. M ., J. C. Patterson e I . E. Freeman. Physiology and parasitism of *Sclerotium rolfsii* *Phytopath*, 41: 245-255. 1951

Farr, D.F., G.F. Bills, G.P. Chamuris, and A.Y. Rossman. 1989. *Fungi on Plants and Plant Products in the United States*. Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota.



Ferreira, Ricardo *et al*, Plant-Fungal Interactions at the molecular level. (2006)

Ferguson, J. Factors in colonization of sclerotia by soil microorganisms, *Phytopath.* 43: 471 (Res.) 1953.

Gaceta Universitaria, Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 8 de enero 2001, p. 15.

Gilbert, R . G . y R . G . Linderman, Increased activity of soil microorganisms near sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in soil. *Can. Jour of Microbiol.* 17: 557-562. 1971.

Ghaffer, A. Control biológico de enfermedades de las plantas. 1988. El control biológico de enfermedades esclerocios. Páginas 153-175 en: control biológico de enfermedades de las plantas. Vol. IKG Mukerji y Garg KL, eds. CRC Press: Boca Raton, FL, EE.UU.

Gondo, M. Effect of various soil factors on growth of *Corticium rolfsii*. *Rev. Appl. Mycol.* 41: 641 (Res.) 1962.

Grover, R. K. y B. L. Chona, Comparative studies on *Sclerotium rolfsii* y *Ozonium texanum*. *Indian Phytopath.* 13: 118-129. 1960.

Henis, Y. e I. Chet. Effect of nitrogenous amendments on the germinability of Sclerotia of *Sclerotium rolfsii* and on their accompanying microflora. *Phytoph* 58: 209-211. 1968.

Hoyt, 1992; Eingenbrode *et al.*, 1993; Pérez *et al.*, 1997

Leeper, P. W., Phatak, S. C., Bell, D. K., George, B. F., Cox, E. L., Oerther, G. E., and Scully, B.T. 1992. Southern blight-resistant tomato breeding lines - 5635m, 5707m, 5719m, 5737m, 5876m, and 5913m. *HortScience* 27:475-478.

McCarter, S. 1991. Southern Blight. Pages 22-23 in: *Compendium of Tomato Diseases*. J. B. Jones, J. P. Jones, R. E. Stall, and T. Zitter, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

Pedroza-Sandoval, A., and Samaniego, J. A. 2009. Análisis del área bajo la curva del progreso de las enfermedades (ABCPE) en patosistemas agrícolas 179-189. In:

Punja, ZK 1985. La biología, la ecología, y el control de *Sclerotium rolfsii*. Ann. Phytopathol Apocalipsis. 23:97-127.

Rivard *et al*, Graftin Tomato with Interspecific Rootstock to Manage Diseases Caused by *Sclerotium rolfsii* and Southern Root-knot Nematode, North Carolina State University,( 2010).

Reynolds, S. G. The effect of mulches on southern blight in dwarf bean. Trop. Agric. (Trinidad) 47 (2): 137-144. 1970.

Takahashi, T. 1927. A sclerotium disease of larkspur. Phytopathology. 17:239-245.

Townsend, B.B., and H.J. Willetts. 1954. The development of sclerotia of certain fungi. Ann. Bot. 21:153-166.

Villalobos Sandoval, A COLECTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD CERASIFORME RESISTENTES A *Rhizoctonia solani*. Revista Mexicana de Fitoatología. Vol.31: 2013 p.s102.Sociedad Mexicana de Fitopatología A.C.

Weber, G.F. 1931. Blight of carrots caused by *Sclerotium rolfsii*, with geographic distribution and host range of the fungus. Phytopathology 21:1129-1140.

Wokocha, RC 1990. Sistema integrado de control de la infección por *Sclerotium rolfsii* de tomate en la sabana de Nigeria: efecto de *Trichoderma viride* y algunos fungicidas. Protección de Cultivos 9:231-34.

Zitter, T. A., and McGrath, M. T. 2006. Tomato: Disease resistance table. In: Vegetable MD Online Cornell University, Department of Plant Pathology.

## Revistas Electrónicas

Claridades Agropecuarias No. 25 México, Octubre 1995. "*La producción mundial de tomate fresco*". [www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html](http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html) 14/05/2011

Claridades Agropecuarias No. 62 México, Octubre 1998. "*El tomate, la hortaliza de excelencia en exportación*". 10/12/2009  
[www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html](http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html)FAO

Revista protección vegetal vol. 23 No. 2 (2008) p. 69-74.El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. Farah M., A. Hernández., et al. 4/12/2012  
[www.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CA/EC/CAC-33.pdf](http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CA/EC/CAC-33.pdf)

Solanaceae Lycopersicon esculentum P. Mill. (= *Solanum lycopersicum* L.)  
Jitomate silvestre  
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm>

*La Flora Mesoamericana*, una colaboración entre la Universidad Nacional Autónoma de México, el Jardín Botánico de Kew y el Jardín Botánico de Missouri. [www.mobot.mobot.org/W3T/Search/meso.html](http://www.mobot.mobot.org/W3T/Search/meso.html) 16/03/2011

SAGARPA 2009. "Avances de siembra y cosecha de riego más temporal por año agrícola". [www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=104&tipo=1](http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=104&tipo=1) 3/11/2010

The Expert Center for Taxonomic Identification, una base de datos de expertos en taxonomía de los Países Bajos (Holanda). ([www.eti.uva.nl](http://www.eti.uva.nl)) 10/11/2010

