

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE UN MODELO DE PREDICCIÓN DE  
CENICILLA (*Leveillula taurica*), EN TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Mill) INDETERMINADO EN  
CAMPO ABIERTO.**

**POR:**

**TERESA CASTRO GARCÍA**

**TESIS:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO SEPTIEMBRE DEL 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA.**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Evaluación de un modelo de predicción de cenicilla (*Leveillula taurica*) en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Indeterminado en campo abierto.**

**POR:**

**TERESA CASTRO GARCÍA**

**APROBADO POR:**

**ASESOR PRINCIPAL:**

\_\_\_\_\_  
**M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
**M.C. ARNULFO SIFUENTES IBARRA**

**ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
**DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

---

**M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO SEPTIEMBRE DEL 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS QUE PRESENTA LA C. TERESA CASTRO GARCIA QUE  
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN AGROECOLOGIA**

**APROBADA POR**

**PRESIDENTE:**

\_\_\_\_\_  
**M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**VOCAL:**

\_\_\_\_\_  
**DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**VOCAL:**

\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**VOCAL SUPLENTE:**

\_\_\_\_\_  
**ARNULFO SIFUENTES IBARRA**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

\_\_\_\_\_  
**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO SEPTIEMBRE DEL 2008.**

## **DEDICATORIA**

### **A Díos**

A ti señor, por darme vida y salud, pues me guiaste, fortaleciste y proveíste de sabiduría en este camino y por que siempre ha estado conmigo y con mi familia y has cuidado de ellos.

### **A mis padres:**

**Sra. Silveria García Castro y el Sr. Maximino Castro Cano** con mucho cariño, amor, respeto por los consejos y apoyo hacia su persona, gracias por depositar su confianza en mi los quiero mucho.

### **A mis hermanos**

Por sus consejos y apoyos moral y económico que me brindaron gracias por confiar en mi.

### **A mis seres queridos**

A mis tíos, primos, amigos por su apoyo hacia mi persona, por los consejos que me brindaron en su momento gracias.

A **Mateo Salazar Guerrero** que siempre me brindo su apoyo incondicional y por apoyarme durante mi estancia en mi tesis, gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi "Alma Terra Mater" que me dio la oportunidad de realizarme como profesional y por haberme cobijado durante estos cuatro años y medio de mi carrera profesional.

A la empresa Hortalizas de la Laguna S.de P.R. de R.L de C.V. del área de investigación y producción por haberme permitido realizar mis prácticas de campo muchas gracias

Al M.C. Víctor Martínez Cueto quien fue mi asesor de esta tesis, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo, así como la confianza y paciencia que me brindo durante todo este tiempo.

Al M.C. Arnulfo Sifuentes Ibarra quien fue mi asesor de esta tesis, por compartir su conocimiento y por tenerme paciencia en este presente trabajo de investigación.

Al Dr. Pedro cano, Alejandro Moreno Reséndez ya que de una u otra forma contribuyeron en la culminación de este proyecto.

A mis profesores al Dr. Agustín Cabral Martell a la Biol. Genoveva Hernández Zamudio, gracias por compartir sus conocimientos, por la amistad brindada y por ser parte de mi vida.

A mis compañeros de carrera, Emmanuel, Norma Abel, Santiago, Omar Elba, Marcos, Bernardo Juan Luis Olga y Carlos Mario por compartir conmigo los buenos y malos momentos que pasamos juntos. .

## **Resumen.**

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo, por su consumo en fresco y constituye la materia prima de importantes industrias alimenticias. Es una de las hortalizas con mayor superficie cultivada ocupando el número uno de exportación, obteniendo en el país altas divisas y al mismo tiempo siendo un cultivo de importancia social.

El cultivo es afectado por diferentes tipos de enfermedades, entre las cuales se encuentra las de etiología fungosa bacteriana y viral. Existen hongos que se consideran comúnmente habitantes en el suelo, cuyo daño principal es la destrucción del sistema radicular o el taponamiento de haces vasculares, lo cual ocasiona debilidad y muerte de la parte aérea, y en ocasiones la ausencia total del fruto.

En el año 2006 se registraron pérdidas hasta de un 60% de producción ocasionadas por esas enfermedades y plagas en un lote de 90 ha en el ejido de San Isidro Municipio de San Pedro Coahuila. Durante el ciclo agrícola tardío del año 2008 se estableció, en condiciones de campo, un trabajo experimental que consistió en evaluación de tres fungicidas sistémicos: Azufre humectable (Kumulus), Rally 40w y Amistar, los cuales se utilizaron de acuerdo a un modelo de predicción y sin modelo, estos se llevaron a cabo en forma de aspersión con el propósito de estudiar la efectividad para el control de cenicilla en el cultivo de tomate. Los productos que mejor control obtuvieron sobre la cenicilla fue de acuerdo al modelo Amistar y sin modelo fue Azufre Humectable (Kumulus). Los productos Amistar y Azufre Humectable (Kumulus) fueron los que más sobresalieron ya que las plantas tratadas presentaron menor incidencia de hongos. Asimismo se obtuvieron mayores rendimientos y calidad de tomate.

### **Palabras claves.**

Amistar, Anamorfica, *Leveillula taurica*, Azufre Humectable (Kumulus), Data-logger, tomate.

## INDICE DE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| <b>AGRADECIMIENTO</b>   | I   |
| <b>DEDICATORIA</b>  | II  |
| <b>INDICE DE GENERAL</b>  | III |
| <b>INDICE DE CUADROS Y FIGURAS</b>                                  | IV  |
| <b>RESUMEN</b>  | V   |
| <b>I.-INTRODUCCION</b>  | 1   |
| 1.1. Objetivo   | 2   |
| 1.2. Hipótesis  | 2   |
| 1.3. Metas  | 2   |
| <b>II.REVISIÓN DE LITERATURA</b>                                    | 3   |
| 2.1. Generalidades del tomate                                       | 3   |
| 2.1.1. Origen del tomate  | 4   |
| 2.2.La cenicilla del tomate ( <i>Leveillula taurica</i> ) en México | 4   |
| 2.2.1. Biología del patógeno y los daños que causa                  | 5   |
| 2.2.2. Clasificación taxonómica de <i>Oidiopsis taurica</i>         | 7   |
| 2.2.3. Clasificación como anamorfo                                  | 7   |
| 2.2.4. Características morfológicas                                 | 8   |
| 2.3. Etapas en le desarrollo del patógeno                           | 9   |
| 2.3.1. Supervivencia del patógeno                                   | 9   |
| 2.3.2. Penetración e invasión                                       | 9   |
| 2.3.3. Reproducción del hongo                                       | 9   |
| 2.3.4. Desimanación del hongo                                       | 10  |
| 2.4. Control del hongo  | 10  |
| 2.4.1 Control cultural  | 10  |
| 2.4.2. Control químico  | 11  |
| 2.4.3. Resistencia genética   | 11  |
| 2.4.4. Control biológico  | 11  |
| 2.5 Estadísticas de producción                                      | 12  |

|  |    |
|--|----|
| 2.6 Descripción taxonómica-----  | 12 |
| 2.6.1 Clasificación taxonómica del tomate -----                          | 13 |
| 2.6.2. Ciclo vegetativo -----  | 13 |
| 2.7 Descripción morfológica-----   | 14 |
| 2.7.1 Planta -----   | 14 |
| 2.7.2 Sistema radicular -----  | 14 |
| 2.7.3 Tallo -----  | 15 |
| 2.7.4 Hoja-----  | 15 |
| 2.7.5 Flor-----  | 15 |
| 2.7.6 Fruto-----   | 16 |
| 2.7.7 Valor nutricional -----  | 17 |
| 2.8 Importancia del tomate en la comarca lagunera -----                  | 17 |
| 2.8.1 Consumo per-cápita -----   | 18 |
| 2.8.2 Agroecológica -----  | 19 |
| 2.9 Practicas culturales -----   | 21 |
| 2.9.1 Propagación -----  | 21 |
| 2.9.2 Trasplante-----  | 22 |
| 2.9.3 Densidades de población -----                                      | 22 |
| 2.9.4 Riego por goteo en tomate-----                                     | 22 |
| 2.9.5 Fertirrigación -----   | 23 |
| 2.9.6 Acolchado en tomate ventajas y desventajas-----                    | 24 |
| 2.9.7. Ventajas del acolchado -----                                      | 24 |
| 2.9.8 Desventajas del acolchado -----                                    | 25 |
| 2.10 Etapas fenológicas -----  | 26 |
| 2.10.1 Calidad -----   | 27 |
| 2.10.2 Composición química-----  | 28 |
| 2.11 Análisis de crecimiento -----                                       | 30 |
| 2.11.1 Números de hojas -----  | 31 |
| 2.11.2 Área foliar-----  | 32 |
| 2.12 Enfermedades que atacan la cultivo del tomate -----                 | 32 |
| 2.12.1 Plagas de mayor importancia que atacan la cultivo del tomate----- | 34 |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>III.MATERIALES Y METODOS</b>                                 | <b>35</b> |
| 3.1. Localización geográfica de la comarca lagunera             | 35        |
| 3.1.2. Aplicaciones de fungicidas                               | 35        |
| 3.1.3. Tratamiento utilizado en el experimento de cenicilla     | 36        |
| 3.1.4. Volumen de aplicación                                    | 36        |
| 3.2. Material genético  | 36        |
| 3.3.. Diseño experimental                                       | 37        |
| 3.4. Practicas culturales                                       | 37        |
| 3.4.1 Preparación del terreno                                   | 37        |
| 3.4.2. Trazo de cama  | 38        |
| 3.4.3. Colocación de sistema de riego                           | 38        |
| 3.4.4. Colocación de acolchado plástico                         | 38        |
| 3.4.5 Siembra en charolas                                       | 38        |
| 3.4.6. Trasplante   | 39        |
| 3.4.7. Deshierbes   | 39        |
| 3.4.8 Riego y fertilización                                     | 39        |
| 3.4.9 Descripción de un modelo de predicción data - logger      | 40        |
| 3.4.10 Control de plagas y enfermedades                         | 40        |
| 3.5. Cosecha  | 41        |
| 3.5.1 Rendimiento   | 41        |
| 3.6. Análisis estadísticos                                      | 41        |
| <b>IV.RESULTADOS Y DISCUSIÒN</b>                                | <b>42</b> |
| 4.1 Evaluación de rendimiento y calidad en tres metros lineales | 42        |
| 4.1.2 Evaluación de rendimiento y Calidad por planta            | 43        |
| <b>V Conclusiones.</b>  | <b>45</b> |
| <b>VI. Literatura citada</b>                                    | <b>46</b> |
| <b>VII. Apéndice</b>  | <b>52</b> |

## INDICE DE CUADROS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Cuadro. 1 Valor nutricional del tomate por 100 g de sustancia comestible</b>  | <b>17</b> |
| <b>Cuadro. 2 Genes aislados de los tomates y características del fruto afectadas</b>   | <b>28</b> |
| <b>Cuadro. 3 Dosis de aplicaciones para el control de cenicilla</b>  | <b>17</b> |
| <b>Cuadro. 4 Dosis de fungicidas.</b>  | <b>36</b> |
| <b>Cuadro. 5 Fertilizantes foliares aplicados durante el experimento</b>   | <b>39</b> |
| <b>Cuadro. 6 Productos aplicados para control de plagas y enfermedades</b>   | <b>40</b> |
| <b>Cuadro. 7 Comparación de Media de rendimientos y calidad de tomate con de diferentes aplicaciones de fungicidas obtenido en diez cortes en tres metros lineales</b> | <b>42</b> |
| <b>Cuadro. 8 Análisis de varianza de rendimientos y calidad de tomate con de diferentes aplicaciones de fungicidas obtenido en diez cortes en tres metros lineales</b> | <b>43</b> |
| <b>Cuadro. 9 Comparación de Media de rendimientos y calidad de tomate con diferentes aplicaciones de fungicidas obtenido en diez cortes por plantas.</b>               | <b>44</b> |
| <b>Cuadro. 10 Análisis de varianza de rendimientos y calidad de tomate con de diferentes aplicaciones de fungicidas obtenidos en diez cortes por planta.</b>           | <b>44</b> |

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo, por su consumo en fresco y constituye la materia prima de importantes industrias alimenticias (Ruano, 2000).

Actualmente, los consumidores están más interesados en el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para el consumo, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo en fresco (Brentlinger, 2002). Por lo anterior, es necesario encontrar sistemas de producción apegados lo más cercano posible a la no aplicación de agroquímicos, siendo uno de los caminos, la agricultura orgánica (Ortiz, 2006).

El cultivo de tomate es afectado por diferentes tipos de enfermedades, entre las cuales se encuentra las de etiología fungosa bacteriana y viral. Existen hongos que se consideran comúnmente habitantes del suelo, cuyo daño principal es la destrucción del sistema radicular o el taponamiento de las haces vasculares, lo cual ocasiona debilitamiento y muerte de la parte aérea, y en ocasiones la ausencia total del fruto. Otros hongos atacan al follaje y se encuentran presentes en la mayoría de las áreas agrícolas ocasionando daños con incidencia y

severidad, que puede variar de acuerdo a las consideraciones climáticas prevalentes (Ortiz, 2006).

## **OBJETIVO**

Determinar la efectividad del mejor fungicida y el ahorro de aplicaciones de fungicidas en tomate mediante el uso de un modelo de predicción y determinar la eficiencia.

Evaluar el rendimiento y calidad del tomate con y sin el uso del modelo de predicción de cenicilla.

## **HIPÓTESIS**

Es posible disminuir hasta un 50% el uso de fungicidas para el control de cenicilla en un modelo de predicción en el cultivo de tomate .

Es posible aumentar la producción y calidad del tomate usando el modelo de predicción (Data loguer).

## **META**

Disponer de un modelo de predicción eficiente para la aplicación de fungicida para el control de cenicilla en tomate.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del tomate

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o baya, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990). La producción de tomate en México durante los últimos diez años ha sido de 19 millones de toneladas en total con un rendimiento promedio de 25 t ha<sup>-1</sup> en una superficie cercana a las 80 mil hectáreas (2 millones de toneladas al año); concentrándose el 70% de la producción nacional en los estados de Sinaloa (39.9 %), Baja California (14.7 %), San Luís Potosí (7.9 %) y Michoacán (6.7 %), (SIAP 2002).

Como se puede apreciar, el tomate es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembran en México. Se produce en los ciclos agrícolas otoño-invierno y primavera-verano. La gran variedad de condiciones en las que se cultiva esta hortaliza ha llevado a desarrollar una notable diversidad de técnicas y a crear cultivares adaptadas a condiciones que en muchas ocasiones son poco favorables (Santiago, 1995).

Las Zonas Áridas y Semiáridas de México ocupan el 66% del territorio nacional (alrededor de 1,360,000 km<sup>2</sup>) donde la rentabilidad agrícola es escasa o nula, debido a condiciones adversas para el crecimiento vegetal, sobre todo por la escasez de precipitación (cantidad y distribución) las elevadas temperaturas, las heladas tempranas y tardías, suelos superficiales y calichosos, entre otros, condicionando que las actividades agrícolas de temporal fracasen; lo que trae como consecuencia que los productores agrícolas de éstas regiones, no produzcan los alimentos suficientes, haciendo necesario su traslado de las zonas productoras,

incrementando de manera considerable los precios por el costo del flete, manejo e intermediarios (GIIEZAP-UAAAN, 1991).

Este fruto es también de gran importancia socioeconómica por su amplio y variado consumo en fresco y procesado como purés, pastas, polvos, cátsup, salsas, sopas y frutas enteras enlatadas (Salunkhe, et al., 1984).

### **2.1.1 Origen del tomate**

El tomate es una planta originaria de la zona de Perú y Ecuador, desde donde se extendió al resto de América. Durante el siglo XVI en México empezó a domesticarse con fines ornamentales el cual daba frutos de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos. Fue introducida en Europa, en oriente medio, África y países Asiáticos en el siglo XVI como especie ornamental, y no se empezó a cultivarse con fines alimenticios hasta el siglo XVIII (Ruano, 2000).

### **2.2 La cenicilla del tomate (*Leveillula taurica*) en México**

La cenicilla ocasionada por *Oidiopsis sícula* es un problema de varios cultivos hortícolas. El primer registro de esta enfermedad como problema en Chile se publicó en Estados Unidos en 1970 y posteriormente en tomate en California en 1978. Varios registros de ataques severos ocurrieron en California en 1979 (Thomson y Jones, 1981).

En la Comarca Lagunera existe una publicación en el 2005, donde se realizó un trabajo para determinar los hospedantes de *Oidiopsis spp*; las especies que se encontraron con esporas de hongos fueron; correhuela perenne (*Convolvulus arvensis L.*), mostacilla (*Brassica campestris L.*), hierba del negro (*Spharalcea angustifolia*), falso diente de león (*Sonchus oleraceus*), lechuga silvestre (*Lactuca*

*serriola* L.) y trompillo (*Solanum eleagnifolium* Cav.). Las esporas o estructuras del hongo, encontradas en estas especies, fueron inoculadas en plantas de Chile y tomate para determinar si es el mismo que afecta a estos cultivos los cuales no presentaron síntomas de la enfermedad (González, 2005).

### **2.2.1 Biología del patógeno y los daños que causa**

*Oidiopsis sícula* se caracteriza por reproducirse asexual y sexualmente; en la mayoría de las publicaciones, no se mencionan las estructuras sexuales como los cleistotecios, ascas o ascosporas, las cuales corresponden a la fase sexual llamada *Leveillula taurica*. Las estructuras mencionadas en descripciones del hongo, son hifas, conidios y conidióforos los cuales corresponden a la fase asexual o anamórfica llamada o conocida como *Oidiopsis taurica* (Lév.) Salmon (Gonzales, 2005). Morfológicamente *O. taurica* presenta dos tipos de conidios, los que se describen como cilíndricos o elipsoidales naviculares o lanceolados, los cuales presentan tamaños muy variables (Cerkvauskas *et al.*, 1999 Palti, 1988 y Casar, 2003).

El micelio de *Oidiopsis sícula* es endofítico e intercelular en la mayoría de los hospedantes aunado a la variabilidad en la morfología del hongo, representa un problema para la clasificación taxonómica, por lo que se reconoce como una especie colectiva, la cual es fácil de diferenciar entre las sub-especies, secciones o formas especiales. Esto se debe a que la mayoría de las publicaciones no mencionan las estructuras consistentemente en las descripciones son hifas, conidios y conidióforos, las cuales corresponden a la fase asexual o anamórfica llamada *Oidiopsis taurica* (Lév.) Salmon (Gonzales, 2005, Casar, 2003, Anaya y Romero, 2005).

*L. taurica*, es un parasito altamente polífago y obligado, produce pequeñas manchas verdes-amarillentas, irregulares en el haz de las hojas atacadas, después el centro de la lesión se deshidrata y se torna café; en el envés se observan fácilmente unas vellosidades blancas que son los conidióforos y conidios del hongo, que salen a través de los estomas. En condiciones favorables, las lesiones puede extenderse hasta unirse y deshidratar las hojas por completo, las cuales al secarse en el caso del tomate no se caen por un tiempo. Por lo general, las hojas mas viejas son mas susceptibles y las primeramente afectadas (Anaya y Romero 2005; Luján y Báez, 2005).

Los daños se presentan en la producción del área fotosintética, en consecuencia en la longevidad de la planta, en el rendimiento y en la calidad de los frutos, los cuales por lo general son pequeños y quemados por el sol (Anaya y Romero, 2005). Cuando el ataque de la cenicienta es muy severo, la planta adquiere una clorosis o amarillamiento general. En Chile, los bordes de las hojas se enrollan y se desprenden prematuramente de la planta. Al quedar expuestos los frutos a la luz solar les produce lesiones severas en condiciones de baja o alta humedad ambiental (Velázquez *et al.*, 2002). En regiones de clima seco árido y semiárido las pérdidas que causa la cenicienta varían desde un 10% hasta un 90%, lo que indica su potencial destructivo y el riesgo que representa para la producción de Chile y tomate en estas regiones (Lujan y Báez, 2005).



### 2.2.2 Clasificación taxonómica de *Leveillula taurica*

Clasificación como teleomórfo (Yarwood, 1973)

**Dominio:** *Eukarya*

**Reino:** *Hongos*

**División:** *Eumycota*

**Subdivisión:** *Ascomycotina*

**Clase:** *Pyrenomycetes*

**Orden:** *Erysiphales*

**Familia:** *Erysiphaceae*

**Genero:** *Leveillula*

**Especie:** *taurica*

### 2.2.3. Clasificación como anamorfo:

**Dominio:** *Eukarya*

**Reino:** *Fungi*

**División:** *Eumycota*

**Subdivisión:** *Deutromycotina*

**Genero:** *Oidiopsis*

**Especie:** *taurica*

#### 2.2.4 Características morfológicas

Los hongos causantes de cenicilla son parásitos de plantas vasculares, y como se han podido cultivar en medios artificiales, se les considera “parásitos obligados”. *Oidiopsis taurica* es un hongo que se distingue de *Oídium spp.*, porque penetran en el tejido de sus hospedantes; las hifas de micelio producen unas estructuras pequeñas, generalmente globosa, llamadas “haustorios” que le sirven para fijarse a la planta y obtener su alimento (Romero, 1993 y Mоторo *et al.*, 1995).

El hongo presenta dos fases que son; la fase conidial o asexual del hongo y la fase ascal o sexual. La fase anamórfica o asexual de *O.taurica* presenta dos tipos de conidias, las cuales han sido descritas como cilíndricas o elipsoidales y periformes, naviculares o lanceoladas. Una vez iniciada su fase de crecimiento rápido, el micelio empieza a reproducirse, originando conidióforos y conidios en abundancias, que asemejan a diminutos granos de arena blanquecinos. Los conidióforos son hialinos, largos erectos, pluricelulares y simples, o ramificados; la célula apical o “regeneradora” producen los conidios, que permanecen unidos temporalmente formando cadena o se desprenden del conidióforo al madurar (Romero, 1993).

La fase ascal o sexual del hongo conocido como *Leveillula taurica*, se presenta donde el clima es extremoso, empezando por la disminución de la producción de conidios al final del verano; entonces el micelio comienza a producir cleistotecios, que son propiamente las estructuras invernantes y consecuentemente en lugares donde se produce la fuente mas importante de inoculo primario para la primavera siguiente. Los cleistotecios maduros contienen una o varias ascas , desde globosas hasta ampliamente claviformes unítunicadas y persistente (Romero,1993).

## **2.3 Etapas en el desarrollo del patógeno**

### **2.3.1 Supervivencia del patógeno**

El hongo es propiamente un parasito obligado, que puede crecer solamente en tejido vivo, sobrevive en invierno en residuos de cosecha y presumiblemente en plantas nativas de las regiones donde se presenta la enfermedad principalmente, como micelio o conidio en el suelo (Lujan y Báez, 2005). La forma de supervivencia como cleistotecio en residuos en el suelo es dudosa, porque éstas se forman solamente en algunas regiones, donde las condiciones del lugar lo permiten. En la región lagunera el hongo solo se ha encontrado sobreviviendo como micelio y conidios en residuos o en plantas nativas de la región (González, 2005).

### **2.3.2 Penetración e invasión**

Las conidias germinan produciendo unos filamentos que penetran por los estomas en el parénquima foliar. El desarrollo del micelio del hongo es interno (dentro del tejido de las hojas) donde produce “haustorios” para poder infectar a las células. Mas tarde, también a través de los estomas, salen los conidióforos los cleistotecios, ascas y ascosporas solo aparecen en algunos hospederos; este tipo de estructuras no aparecen el chile pero si en tomate (Paulus Correll 1991).

### **2.3.3 Reproducción del hongo**

Al principio el patógeno afecta pequeñas áreas aisladas pero puede cubrir toda la hoja (Velázquez *et al.*, 2002) el micelio del hongo se desarrolla dentro del tejido de las hojas y produce esporas asexuales sobre conidióforos que emergen por los estomas, dado la apariencia de cenicilla blanca. El hongo aparece como un polvillo blanco o grisáceo por debajo de las hojas (Lujan y Báez, 2005).

### **2.3.4 Diseminación del hongo**

Las esporas se diseminan por el viento causando infecciones secundarias que favorecen la dispersión de la humedad (Lujan y Báez, 2005). En clima seco el viento fácilmente desprende y disemina los conidios que por otra parte, no necesita de agua libre para germinar y causar infección si no solo de una humedad relativa ligeramente alta. El agua de lluvia perjudica a los conidios, pues con ella la mayoría de éstos caen al suelo y muere por inanición (Romero, 1993).

## **2.4 Control del hongo**

Se ha consignado que la enfermedad es difícil, de controlar una vez que las hojas son infectadas; por lo tanto son recomendables medidas preventivas en los primeros estados de la enfermedad fungosa. Se deben de tomar los siguientes métodos de control. (Lujan y Báez, 2005).

### **2.4.1 Control cultural**

Debido al amplio rango de hospedantes una medida para prevenir la enfermedad es la destrucción de residuos vegetales infectados (residuos de cosecha de plantas infectada y de maleza) dentro y alrededor de los lotes de cultivos (Romero, 1993). El control cultural se puede tomar en cuenta el sistema de riego a utilizar, ya que en Arizona se encontró que los cultivos con sistema de riego de pivote central presentaron una baja incidencia y severidad de la enfermedad (Lujan y Báez, 2005).

#### **2.4.2 Control químico**

Cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad, es conveniente inspeccionar los campos y aplicar productos a base de azufre y en caso de encontrar las primeras lesiones, se recomienda aplicar Bayleton u otro fungicida del grupo de triazoles (Anaya y Romero, 2005). Se recomienda también la aplicación de Dinocap, en dosis de 0.7 a 1.2 g de i.a/L<sup>-1</sup> de agua en intervalos semanales y con un mínimo de tres aspersiones; este producto cuenta también con un efecto acaricida. Otro producto que puede ser utilizado para el control de cenicilla es el Quinometionato en dosis de 0.125 a 0.3 g de i.a/litro de agua. Mancoceb, en dosis de 990 g de i.a/ha<sup>-1</sup> brinda un control adecuado para la cenicilla (Lujan y Báez, 2005).

#### **2.4.3 Resistencia genética**

Existen pocos genotipos resistente a cenicilla y son utilizados en forma restringidas, debido principalmente a la gran variabilidad genética que presenta el hongo la cual se manifiesta al encontrarse nuevos genotipos (Correll *et al.*, 1988, Lujan y Báez, 2005).

#### **2.4.4 Control biológico**

Este tipo de control es una alternativa prometedora para el control de la enfermedad de cenicilla. El Serenade, cuyo ingrediente activo es una bacteria denominada *Bacillus subtilis* raza QST 713, es un producto biológico que ha demostrado una alta eficiencia, a bajo niveles de la enfermedad de cenicilla en invernaderos. *Ampelomyces quisqualis* es un hongo hiperparásito de cenicillas, que se presenta en forma natural. Infecta y forma picnidios dentro de las hifas de los conidióforos y cleistostecio de los patógenos; este parasito reduce el crecimiento y puede eventualmente destruir las colonias de la cenicilla. *A. quisqualis* ha sido el motivo para el control biológico de la cenicilla por mas de

50 años (Lujan y Báez, 2005). El hongo *Verticillium lecanii* dispone de quitina y por lo tanto resulta efectivo para el control de hongos verdaderos (aquellos que presentan quitina en su pared celular) como lo es la cenicilla (Gonzales, 2005)

## **2.5 Estadísticas de producción**

El tomate por su superficie cultivada, volumen en el mercado nacional y divisas que genera por exportación, es la principal hortaliza que se cultiva en México (SIAP, 2002). La superficie cultivada de tomate en México, ha sido variable a través del tiempo. En 1980 y 1990 fue de 88,286 y 105,124 hectáreas, aportando 1.5 y 2.2 millones de toneladas. Posteriormente en 1997, 1998 y 1999 la superficie tiende a decrecer de 102, 872; 79,140 y 71,900 hectáreas, manteniendo el mismo nivel de producción de 2.3 millones de toneladas, lo cual se debió principalmente a mejoras en los sistemas de riego, introducción de la técnica de fertirrigación y uso de híbridos con mayor potencial productivo (Castellanos *et al.*, 2003).

## **2.6 Descripción taxonómica**

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de la solanáceas. Los miembros de esta familia presentan haces bicolaterales. Las flores son radiales y con cinco estambres, el ovario contiene numerosos primordios similares produciendo vayas polispermas (Esquinas y Nuez, 2001).

### 2.6.1 Clasificación taxonómica del tomate (Muñoz, 1995)

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| Reino      | <i>Vegetal</i>        |
| Subreino   | <i>Embriofitas</i>    |
| División   | <i>Antofitas</i>      |
| Clase      | <i>Dicotiledóneas</i> |
| Orden      | <i>Solanáceas.</i>    |
| Familia    | <i>Solanáceas</i>     |
| Subfamilia | <i>Solanoideae</i>    |
| Tribu      | <i>Solaneae</i>       |
| Genero     | <i>Lycopersicon</i>   |
| Especie    | <i>. esculentum</i>   |

### 2.6.2 Ciclo vegetativo del tomate

Existen variedades del ciclo corto y largo. El cultivo del ciclo corto se utiliza como cultivo en el otoño y como cosecha principal al principio de la primavera. Este cultivo es típico del mediterráneo. El ciclo otoño- invierno es el de mayor producción de tomate en México, no obstante hay que insistir en que son las variedades indeterminadas las más frecuentes en el cultivo de invierno (Almaguer, 1979).

El tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinados e indeterminados. La planta indeterminada es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En esta, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminada cierre con un ápice vegetativo. A deficiencia de éstas, la planta determinada tiene segmentos que presentan progresivamente menos hoja por inflorescencias y termina en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado.

La gran diversidad resultante se traduce en la existencia actual de cultivares de polinización abierta ha híbridos que difieren en características como habito de crecimiento (determinado, semi-determinado e indeterminado) (Almaguer, 1979).

Tipo industrial, los cultivares para la agroindustria son de hábitos determinados, de producción y maduración concentrada, los frutos con pedúnculos no articulado, pequeño de forma redonda-cuadrada a periforme, de color rojo intenso de alto contenido de sólidos solubles de viscosidad media a alta (Diez, 1999).

## **2.7 Descripción morfológica de tomate**

### **2.7.1 Planta**

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Se desarrolla de forma semierecta y puede ser de crecimiento determinado o indeterminado. Los tipos determinados, el brote primario termina en un racimo de flores, forzando el desarrollo de brotes laterales. Las ramas terminan su crecimiento aproximadamente la misma distancia de la corona, resultando en un crecimiento compacto y simétricamente circular (Swaider, *et al* 1992).

### **2.7.2 Sistema radicular**

Raíz principal corta y débil, pivotante que crece 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad. Las raíces secundarias son numerosas y potentes que pueden formar una masa densa. Los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Rodríguez, 2000).



### **2.7.3 Tallo**

Tallo erecto al principio de desarrollo, se inclina luego por el peso de sus frutos. Llega a medir de 60 a 80 cm de altura los de crecimiento determinado. 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 (Rodríguez, 2000).

### **2.7.4. Hoja**

Las hojas son compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 foliolos y recubiertos de pelos glandulares o pubescencia, que al romperse manchan las manos del operario. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo. En las axilas de las hojas están las yemas que producen chupones o tallos laterales. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Turihi, 1999).

### **2.7.5 Flor**

Las flores del tomate son bisexuales y se polinizan, principalmente por medio del viento. El pedúnculo de la flor tiene un nudo de abscisión que facilita la recolección cuando el fruto esta maduro. La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, con igual número de pétalos de color amarillo, 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 racimoso (dicasio), generalmente en número de tres a diez en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente

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 polinización en el tomate es principalmente autógena (Guzmán, 1991).

### **2.7.6 Fruto**

Fruto baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto contiene una o más celdas con una placenta carnosa con numerosas semillas pequeñas de forma arriñonada cubierto con pelos cortos y tiesos. El fruto consiste en una baya de colores variables, entre el amarillo y el rojo, y formas también diferentes, pero más o menos globosas. Suele necesitar entre 45 a 60 días para llegar desde el cuajado hasta la madurez. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo (Swaidner, et al., 1992).

Los cultivares desarrollados para tomates de venta en fresco y procesado tienen características distintas. Los frutos deben ser firmes, bien coloreados y con sabor aceptable. Los tomates que se transportan tienen frutos firmes y bien coloreados y plantas con suficiente follaje como para dar sombra a los frutos. Los frutos cosechados con maquinaria deben tener ramas pequeñas y determinadas, que el conjunto de frutas este concentrado y madurado uniforme (Swaidner, et al., 1992).

Los cultivares de tomate varían ampliamente en la forma, tamaño de la fruta, color, tipo de planta, resistencia a las enfermedades, tiempo de maduración y características del procesado. La mayoría de los cultivares modernos incorporan resistencia múltiple a muchas plagas y enfermedades (McGlasson, 1993).

### 2.7.7 Valor nutricional

Se puede apreciar la composición nutricional del fruto del tomate (cuadro 1) (FAO, 2001)

Cuadro 1. Valor nutricional del tomate por 100 g de sustancia comestible

| <b>Componentes</b>           | <b>Peso fresco %</b> |
|------------------------------|----------------------|
| Residuos (%)                 | 6                    |
| Materia seca (g)             | 6.2                  |
| Energía (Kcal.)              | 20                   |
| Proteínas                    | 1.2                  |
| Fibra (g)                    | 0.7                  |
| Calcio (Mg.)                 | 7                    |
| Hierro (Mg.)                 | 0.6                  |
| Caroteno (Mg.)               | 0.5                  |
| Tianina (Mg.)                | 0.06                 |
| Riboflavina (Mg.)            | 0.04                 |
| Niacina (Mg.)                | 0.6                  |
| Vitamina C (Mg)              | 23                   |
| Valor nutritivo medio (VNM)  | 2.39                 |
| VNM por 100g de materia seca | 38.5                 |

### 2.8 Importancia del tomate en la comarca lagunera

La producción de tomate en la Comarca Lagunera durante el 2001 alcanzó las 905 hectáreas bajo cielo abierto representando el 12% del total nacional, con un rendimiento regional promedio de 18 t.ha<sup>-1</sup>, equivalente a un poco mas de 34.3 millones de peso el valor de la producción y alrededor de 5 hectáreas se cultivan bajo condiciones de invernadero.

La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera verano en los meses de junio agosto, obteniéndose rendimientos y precios bajos, representando ganancias mínimas para los productos y en ocasiones pérdidas considerables (SAGARPA, 2001).

### **2.8.1 Consumo per cápita**

El jitomate ocupa un lugar preponderante en relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel nacional, reportándose que requiere que requiere de 140 jornales por hectárea. En lo que representa a superficie sembrada, existen mas de 90,000 has., de las que aproximadamente el 33% se sitúan en el estado de Sinaloa (Valadéz, 1993).

Debido a la gran versatilidad como alimento y agradable sabor, el jitomate forma parte de una gran variedad de platillos de la cocina mexicana, pudiendo ser consumido crudo o cosido, en ensaladas, sopas, pures, jugos, etc.; no obstante lo anterior el consumo per cápita en México es apenas el 13.2 kg al año mientras que en los EUA el consumo per cápita es de 25.5 kg al año y en España de 31.8 kg al año.

En México, el jitomate representa la principal hortaliza que se cultiva ya que es la que más superficie ocupa, la más importante por su volumen en el mercado nacional y la que más divisas genera por su exportación.

El consumo de tomate ha ido incrementado gradualmente, a pesar de la drástica reducción del ingreso propiciado por la agudización de la crisis económica. Este producto mantiene su tendencia en incremento continuo en el consumo promedio de los mexicanos, porque además de las características señaladas gran parte del jitomate producido se destina a las agroindustrias y parte de su consumo es como producto transformado (Soria, 1993).

### **2.8.2 Agroecología**

El desarrollo del fruto del tomate se asocia a un crecimiento vegetativo moderado y a un adecuado balance entre el nivel del nitrógeno y los carbohidratos en la planta. Cuando el suministro de nitrógeno es abundante, el crecimiento vegetativo es rápido con una reducción en la concentración de carbohidratos, y las plantas no fructifican incluso cuando la floración es abundante. El desarrollo del fruto de tomate depende de la acumulación de un considerable exceso de carbohidratos por encima de las necesidades reales de la planta para el crecimiento vegetativo (Salunkhe *et al.*; 1984).

El tomate puede resistir durante la fase vegetativa temperaturas elevadas, siempre que la humedad relativa del aire no sea demasiado baja. Estas condiciones sin embargo; son desfavorables para el cuajado de los fruto, momento en el que la humedad relativa debe mantenerse entre 55 y 60 por ciento. No resisten las heladas, y las bajas temperaturas provocan retrasos en su desarrollo.

La alternancia de temperaturas entre el día y la noche (termoperiodismo) también influye en el desarrollo vegetativo de la planta y la maduración de los frutos. La temperatura media ideal de crecimiento está en torno a 22 °C o 23 °C; la actividad vegetativa se paraliza por debajo de 12°C provocando flores de difícil fecundación. La alta intensidad de la luz acompañada de alta temperatura es dañina para el desarrollo del fruto (Ruano, 2000).

La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación es de 20°C a 25°C. Desde la emergencia hasta el momento de trasplante ocurren entre 30 y 70 días. El tiempo que las plantas permanecen en el semillero dependen de la variedad de tomate, de las técnicas de cultivo y de los requisitos de crecimiento (Ruano, 2000)

Los tomates tardan desde la floración entre 6 y 7 semanas, dependiendo de la temperatura, en alcanzar el tamaño completo. El incremento del tamaño del fruto es el resultado de la expansión celular. En cultivares normales, la primera aparición del color rojo o rosa al final del botón floral señala la terminación del crecimiento y comienzo de la maduración. Los estudios de laboratorio con fruta cosechada en estado de maduración aun en verde han mostrado que la maduración realmente comienza a los 2 días antes de que el color externo cambie, con un pequeño incremento en la producción de etileno que puede ser medida con un macrófago de gases sensible (McGlasson, 1993).

El tomate es una fruta climatérica en la que la maduración se acompaña por un incremento tanto en la respiración. La desaparición del almidón, la degradación de la clorofila, la síntesis de licopeno, los componentes del sabor y poligalactosana, un enzima que hidroliza la pared celular, están muy relacionados con los cambios en la respiración y la producción de etileno. (McGlasson, 1993).

Se obtiene la primera cosecha de una variedad precoz a los 70 días después del trasplante. De una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha a los 100 días después del trasplante. (Ruano, 2000). La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos llamada licopeno. La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18 a 24 °C. La exposición del fruto al sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel. Por esta razón, se

requiere suficiente follaje para la protección de los frutos y favorecer una coloración pareja (Ruano, 2000).

Se ha demostrado que cuando la luz falta en las primeras semanas de desarrollo del tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

## **2.9 Prácticas culturales**

### **2.9.1 Propagación**

La propagación comercial del tomate se realiza mediante semillas. Las semillas de tomate son de color blanco mate con pelos diminutos en la superficie de la cubierta de la semilla. Hay aproximadamente 30,000 semillas cada 100 gramos. Bajo condiciones ideales, las semillas permanecen viables durante aproximadamente 3 o 4 años, esperándose hasta un 90% de germinación. El tratamiento anterior a la siembra de las semillas con ácido giberelico, ácido 3-indolpropionico, ácido betanofitoxiacético, ácido 2,4-diclorofenoxiacético producen germinación más rápida y plántulas más saludables (Adlakha, 1964).

### **2.9.2 Trasplante**

Las plántulas están listas para el trasplante a las 3 - 4 semanas. Cuando sea posible, el trasplante debe ser hecho bien durante la tarde o en un día nublado. Antes de retirar las plántulas debe cubrirse con humedad suficiente para prevenir la deshidratación, o bien tratar antes de la plantación con reguladores de crecimiento lo cual ha sido beneficioso (Gould, 1992).

### **2.9.3 Densidad poblacional**

El arreglo topológico o el marco de plantación se establecen en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuente empleado es de 1.5 m entre líneas y 0.5 m entre plantas, cuando se trata de plantas de porte bajo es común aumentar la densidad de plantación. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por metro cuadrado (Howard, 1995). Cuando las plantas se destinan al consumo en fresco, se transplantan en surcos separados de 0.8 a 1.6 m y se dejan de 25 a 50 cm entre plantas. En esta investigación se transplantó a 1.60 m entre surcos y 50 cm entre plantas; con una densidad de población de 12,500 plantas/hectárea. (Ruano, 2000).

### **2.9.4 Riego por goteo en tomates en campo**

Con este sistema el agua se aplica al suelo lenta y frecuentemente, mediante goteros situados sobre tuberías flexibles, de manera que el suelo queda saturado en una pequeña zona alrededor del punto de emisión (bulbo de humedecimiento). El sistema comenzó a usarse en los desiertos de Israel. Por cada orificio sale un caudal pequeño, por lo que la frecuencia de riego debe ser alta. Con este sistema se puede regar suelos con cualquier pendiente (Ruano, 2000).

El riego se emplea para mantener la humedad y se debe evitar el encharcamiento en todo momento durante el crecimiento del cultivo. La frecuencia de riego depende del tipo de suelo, de la estación y de la variedad. Durante la estación lluviosa, el riego no es necesario. Siempre que haya estancamiento de



agua, se debe de realizar un drenaje adicional. Un cultivo de invierno puede necesitar un riego cada 2 a 3 semanas, mientras un cultivo de verano puede necesitar uno a la semana. El riego de las plantas durante periodos de heladas ayuda a mantener la temperatura por encima del punto de congelación. Un riego excesivo después de una larga

temporada seca sin un riego ligero previo es dañino debido a que produce rotura del fruto. De la misma forma, el riego tardío en la estación de crecimiento produce frutas acuosas que son de una baja calidad (Shukla, 1993).

### **2.9.5 Fertirrigación**

La fertirrigación es un sistema de riego y fertilización más cercano al concepto de nutrición vegetal. Las nuevas aplicaciones de los renovados sistemas de fertilización facilitan la inyección directa de sales minerales y ácidos que permiten equilibrar de manera adecuada la solución de nutrientes, con base a la calidad del

agua y las características físico - químicas del suelo. En el cultivo tradicional en suelo, tanto los componentes orgánicos como inorgánicos deberán ser descompuestos los elementos en sales inorgánicas antes de ser asimilados por la raíz (Burt *et al*; 1998)

Cuando se usa métodos de riego a presión (goteo, aspersores, microaspersores), el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario. Bajo el riego por goteo solo el 20% del suelo es humedecido por los goteros, y si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo, ya que los nutrientes no se disuelven en las zonas secas donde el suelo no es regado. El fertirriego es el único método correcto de aplicar fertilizantes a los cultivos bajo riego (Burt *et al*; 1998).

Cabe mencionar algunas de las principales ventajas del sistema de fertirrigación como son la dosificación racional de los fertilizantes, un considerable ahorro de agua, existe una nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos, así como mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes y automatización de la fertilización (Cadaña, 1999).

El cultivo del tomate necesita de alta cantidad de agua disponible en la fase de floración y fructificación, los mejores rendimientos se obtiene cuando la planta recibe la cantidad de agua necesaria, 15 litros/kg de fruto aproximadamente, durante estas etapas provocando además un aumento en la calidad del fruto (González, 1991).

#### **2.9.6 Ventajas y desventajas del acolchado en tomate**

El acolchado con plástico, consiste en cubrir el suelo con material plástico, por lo que es factible aumentar la eficiencia en el uso del agua ya que la cubierta de plástico sobre el suelo evita la pérdida de humedad por evaporación; además, el fruto tiene mayor precocidad por el aumento de la temperatura debido a la conservación de calor en el suelo. También se tiene mayor disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes y un mejor control de maleza (Martínez et al 2003).

Los acolchados se pueden establecer en la mayoría de los cultivos hortícolas. Entre los más representativos de este sistema de producción están el tomate rojo, tomate verde, chile, melón, sandía, ajo, brócoli, entre otros (Castaños 2000).

### **2.9.7 Ventajas del acolchado**

Reducción de la evaporación del agua en el suelo. Debido a que el material plástico impermeable a los líquidos impide la evaporación, quedando el agua disponible únicamente para el cultivo, aumento en la temperatura del suelo. El plástico produce un efecto de invernadero al conservar el calor almacenado en el suelo durante el día, ya que durante la noche cuando el flujo de calor se invierte, el plástico retiene el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera. Esto les proporciona a las plantas mayor energía y un medio de defensa contra las bajas temperaturas. (Robledo y Martín, 1981; Papaseit *et al*, 1997; Díaz, 2001)

Las películas de plástico frenan considerablemente el desarrollo de maleza debido al incremento de las temperaturas existentes bajo el plástico, y en el caso de plásticos que no permiten pasar la luz, por la imposibilidad de que se realice la fotosíntesis. (Robledo y Martín, 1981; Papaseit *et al*, 1997; Díaz, 2001).

Mejoramiento de la estructura del suelo. Un suelo acolchado con plástico presenta condiciones ideales para el desarrollo de las raíces de la planta; estas se hacen más numerosas y largas en sentido horizontal debido a la mayor disponibilidad de humedad. Con el incremento de raicillas, además de que se mejora la estructura del suelo, se asegura a la planta mayor absorción de agua, sales minerales y nutrimentos. Con el acolchado del suelo se eleva la temperatura y se mantiene por más tiempo la humedad del mismo; estos factores favorecen el proceso de nitrificación y, como consecuencia, la disponibilidad de nitrógeno para la planta. (Robledo y Martín, 1981; Papaseit *et al*, 1997; Díaz, 2001)

Mayor calidad de los frutos. El plástico, al actuar como barrera de separación entre el suelo y la parte aérea de la planta, evita que los frutos estén en contacto con el terreno, lo que ayuda a conservar su calidad y mejorar su comercialización. La disponibilidad de mayor cantidades calor proporciona a las

plantas mejores condiciones para su desarrollo y hacen que su reloj fisiológico se adelante, que se traduce en la producción temprana de frutos con el consecuente beneficio económico. (Robledo y Martín, 1981; Papaseit *et al*, 1997; Díaz, 2001)

### **2.9.8 Desventajas del acolchado**

Cuando la operación del acolchado se realiza en forma manual es bastante laborioso y requiere abundante la mano de obra (Martínez, 1991).

El costo del material de plástico que se utiliza para acolchar es alto, lo que condiciona que solo pueda emplearse en aquellos cultivos que sean altamente

remunerativos. Se requieren conocimientos técnicos para la aplicación del plástico, ya que si no se maneja adecuadamente puede originar problemas serios como exceso de humedad que se traducen en enfermedades, aumento en la población de insectos y salinización del suelo. Se tiene dificultad con la eliminación de desechos o residuos del plástico por tratarse de un material no degradable (Martínez, 1991).

### **2.10 Etapas fenológicas**

Durante su crecimiento, las plantas anuales pasan por estadíos sucesivos durante los cuales sus exigencias en agua, calor, luz, espacio y sales minerales son sensiblemente diferentes. Habitualmente se distingue los siguientes periodos: (Diehl y Mateo; 1982).

Periodo inicial: comienza desde el momento de la siembra hasta la emergencia que transcurren entre 6 y 12 días. Se caracteriza por el desarrollo rápido de la plántula, invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.

Periodo vegetativo: se caracteriza por el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas), esta etapa inicia a partir de los 21 días después de la germinación y requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de los órganos en crecimiento y desarrollo.

Periodo reproductivo: Se caracteriza en que crecimiento vegetativo se detiene, comprende los estadios de floración, fecundación y maduración de los frutos y las semillas.

### **2.10.1 Calidad**

Los tomates que se destinan tanto para venta en fresco como para procesado tienen distintas características cualitativas. Para consumo en fresco deben tener unos parámetros de calidad como el sabor, color, textura aceptables para el consumidor y los requerimientos de manipulado. Los tomates para procesado, por otra parte, deben tener características intrínsecas que los hagan adecuados a varias aplicaciones de transformación, como la producción de zumo, ketchup o salsa (Schuch, 1994)

En los tomates, el comienzo de la maduración del fruto es consecuencia de la iniciación de varios procesos bioquímicos y fisiológicos que afectan la calidad del fruto. Algunos de esos cambios incluyen la modificación de la estructura y la composición de las paredes celulares que afectan a la firmeza del fruto, el metabolismo de los azúcares y ácidos que contribuyen a la determinación del sabor, la biosíntesis y la deposición de carotenoides que determinan el color del fruto y la síntesis de hormonas responsables de la velocidad de maduración (Schuch, 1994)

En los últimos 10 años se han hecho estudios a nivel molecular para la comprensión de la madurez del fruto, lo que ha resultado en el aislamiento e

identificación de un número de genes expresados exclusivamente en la maduración y la madurez de los tomates (Schuch, 1994).

Cuadro 2 Genes aislados de los tomates y características del fruto afectadas.

| <b>Características del fruto</b>          | <b>Determinado por</b>                                    | <b>Gen</b>  |
|---|---|---|
| <b>Viscosidad</b>                         | Estructura de la pared celular                            | Poligalacturonasa<br>Pectinesterasa   |
| <b>Características de de Manipulación</b> | Estructura de la pared celular<br>Velocidad de maduración | Poligalacturonasa<br>Pectinesterasa<br>Etileno sintetasa<br>Etileno oxidasa |
| <b>Sólidos Solubles</b>                   | Azúcares<br>Pectinas                                      | Invertasa<br>Poligalacturonasa<br>Pectinesterasa                            |
| <b>Color</b>                              | Licopeno  | Fitoeno sintetasa   |
| <b>Sabor</b>                              | Relación azúcares/ácidos                                  | Invertasa   |

### 2.10.2. Composición química del tomate

La composición química de los frutos del tomate dependen de factores tales como los cultivares, madurez y condiciones ambientales y de cultivo. Los constituyentes químicos son importantes para evaluar la calidad con respecto a color, textura, apariencia, valor nutritivo, gusto y sabor de los frutos (McGlasson, 1993).

Cuadro 3 Composición química representativa de los tomates para  
Venta en fresco.

| <b>Constituyentes</b>            | <b>Contenido</b><br>(Por 100 g de porción comestible) |
|----------------------------------|---|
| Energía (KJ)                     | 56  |
| <b>Constituyentes brutos (g)</b> |   |
| Agua                             | 94.7  |
| Proteína                         | 1   |
| Grasa                            | 0.1   |
| Fibra dietética                  | 1.6   |
| <b>Carbohidratos (g)</b>         |   |
| Glucosa                          | 0.9   |
| Fructosa                         | 1   |
| Sacarosa                         | 0   |
| Almidón                          | 0   |
| <b>Ácidos orgánicos (g)</b>      |   |
| Cítrico                          | 0.43  |
| Málico                           | 0.08  |
| Oxálico                          | 0   |
| Otros                            | 0   |
| <b>Vitaminas (mg)</b>            |   |
| Vitamina C                       | 18  |
| Tiamina                          |   |
| Riboflavina                      | 0.02  |
| Acido nicotínico                 | 0.7   |
| B-Caroteno (equivalente)         | 0.34  |
| <b>Minerales (mg)</b>            |   |
| Potasio                          | 200   |
| Sodio                            | 6   |
| Calcio                           | 8   |
| Magnesio                         | 10  |
| Hierro                           | 0.3   |
| Zinc                             | 0.2   |

Fuente: (McGlasson, 1993).

Los sólidos solubles o grados brix en los tomates son predominantemente azúcares, los cuales contribuyen al sabor de forma importante. En general, el sabor del fruto llega a ser mas intenso cuando el contenido de azúcares alcanza un máximo. Los azúcares libres, que representan más de un 60% de los sólidos en los tomates, son principalmente D-glucosa y D-fructosa, con trazas de sacarosa, un cetoheptosa y rafinosa. El *L. chmielewski* se ha cruzado con *L. esculentum* para producir líneas reproductoras de alto contenido de azúcares (Yu, M., H, 1967).

La fracción lipídica de los tomates se componen de triglicéridos, esteroides, éter esteroides, ácidos grasos libres e hidrocarburos. Los ácidos linoleico, linolénico, oleico, esteárico, palmítico y mirístico comprenden la porción principal de la fracción de ácidos grasos e incrementan durante el periodo de mayor desarrollo del color (Kapp, 1966).

Se ha mostrado que los tomates maduros contienen 20 aminoácidos además de pequeñas cantidades de triptamina, 5-hidroxitriptamina y tiramina (Salunkhe, *et al*; 1974). La concentración de aminoácidos individuales varía con los distintos estados de madurez. Se han determinado incrementos significativos en ácido glutámico y aspártico y una reducción en los niveles de alanina, arginina, leucina y valina con la madurez (Yu, M. H., 1967; Freeman, *et al*; 1967; Hamdy, *et al*; 1962). El ácido glutámico, el ácido aspártico, el ácido  $\gamma$ -aminobutírico y la glutamina comprenden casi el 80% de los aminoácidos libres y contribuyen al sabor del fruto del tomate (Salunkhe, *et al*; 1974).

## **2.11 Análisis de crecimiento**

El crecimiento vegetal, entendido como un aumento irreversible del tamaño de los organismos, implica , a nivel fisiológico , una serie de cambios y reacciones de tipo bioquímico, de las cuales dependerá finalmente el comportamiento agronómico y el rendimiento potencial del cultivo (Salisbury y Ross, 1994).



Generalmente, el crecimiento del tomate se determina mediante medidas directas (altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, masa seca) e indirectas como la tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento del cultivo, índice de área foliar, etc. Cabe anotar que el crecimiento está ligado a factores ambientales como luz, temperatura y humedad, entre otros (Salisbury y Ross, 1994).

El crecimiento de la planta se constituye en un fiel reflejo de que en ella tienen lugar una serie de cambios estructurales de tamaño, peso y forma específicos, que ocurren de acuerdo con los patrones de división celular y diferenciación, los cuales no pueden considerarse fuera del contexto ambiental. En efecto, la densidad de población, que afecta en los agroecosistemas la interceptación de radiación solar y el suministro de agua y nutrientes, es un aspecto de importancia del estudio en los cultivos, debido a que se encuentra directamente relacionado con eventos fisiológicos que afectan la producción y acumulación de materia seca entre los diferentes órganos (Rodríguez, 2000).

### **2.11.1. Número de hojas**

El comportamiento del número de hojas a través del tiempo es de tipo sigmoideal (Fogg, 1967) y (Salisbury y Ross, 1994).

La actividad fotosintética laminar y el crecimiento del tomate están estrechamente relacionados, ya que la cantidad de fotosíntesis que una planta realiza depende de la superficie de la hoja u órganos fotosintéticos que posea y de la actividad fotosintética por unidad de área de estos tejidos. Al mismo tiempo, el área foliar depende del número de hojas, de su velocidad de crecimiento y de su tamaño final (Barraza, 2000).

### **2.11.2. Área foliar**

El mayor valor de área foliar se presenta entre los 90 a 105 días después del trasplante, época en la que también se observaron los máximos valores en el número de hojas (indeterminadas). Esta situación es favorable para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta, el cual contribuye a obtener más altos rendimientos, a medida que se desarrolla la planta de tomate, las hojas se vuelven más complejas y por lo tanto más funcionales.

El comportamiento de respuesta de la materia seca a incrementos de densidad de población depende en gran medida del área foliar (Rodríguez, 2000). y a su vez, las plantas con mayor área foliar y ambiente favorable, son capaces de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente (Jarma *et al*, 1999).

### **2.12. Enfermedades que atacan al cultivo de tomate**

El cultivo del tomate es atacado por un sin número de microorganismos, los cuales ocasionan enfermedades que varían en incidencias y severidad de acuerdo a la ocurrencia de las condiciones climáticas. Los hongos son microorganismos fitopatógenos de mayor abundancia y distribución en las regiones agrícolas donde se establece este cultivo, éstos pueden ser nativos del suelo y atacar a la raíz o bien, encontrarse en la parte aérea y ocasionar daños en el follaje. Los virus en años recientes se han constituido como limitantes para el desarrollo de este cultivo en algunas regiones agrícolas debido principalmente a la amplia adaptación de los insectos vectores. Las bacterias tradicionalmente se han encontrado, asociadas al tallo, hojas y fruto de tomate ocasionando daños de consideración (Pérez *et al.*, 2005).

El cultivo de tomate es susceptible a muchas enfermedades, siendo tizón temprano (*Alternaria solani*) moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*), cenicilla (*Leveillula taurica*) pudrición de la corona (*Fusarium oxysporum*) y tizón tardío (*Phytophthora infestans*) las más importantes en el valle de Culiacán (Ramírez, 1998).

Los geminivirus son un importante grupo de virus de plantas que afectan al cultivo de tomate. Se caracterizan por sus viriones isométricos geminados con genomas de ADN de cadena sencilla (Nava, 2005).

Virus del chino del tomate (VchT). Este virus pertenece a la familia geminiviridae. En 1972, se le dio el nombre de “Chino” a esta enfermedad aparecida en tomate. La mayoría de los virus transmitidos por mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn) están clasificados dentro de los geminivirus; éstos inducen la formación de inclusiones intranucleares y están asociados al floema. Se han reportado en regiones tropicales y subtropicales de México; en Morelos; Valsequillo, Puebla; Yerecuaro y Tonoato, Michoacán Sinaloa y en Oaxaca. Que han tenido pérdidas hasta un 100% de la producción de jitomate por este virus (Bailon y Díaz, 1984).

Otro virus que afecta al cultivo del tomate son el virus perforado de la hoja del jitomate (VPHT), virus de la mancha anular del tomate (VMAT). Este virus perteneciente a la familia Comoviridae y el género Nepovirus, el Virus Mosaico del Pepino (VMP). pertenece a la familia Bromoviridae y al género de las Cucurmovirus, Virus del Mosaico del Tabaco (VMT). Este virus pertenece al género de Tobamovirus, Virus Jaspeado del Tabaco (VJT). Este virus pertenece a la familia Potuviridae y al género Potyvirus, Virus Enanismo Arbustivo del jitomate (VEAJ). Este virus pertenece al grupo de los tombusvirus (Cárdenas y Galindo, 1987).

### 2.12.1 Plagas de mayor importancia que afecta al cultivo del tomate

Existe un complejo de lepidóptero que afecta al cultivo de tomate, entre las cuales destacan por su rango amplio de hospedantes que atacan e importancia económica como son: el gusano alfiler, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham), gusano del fruto, *Heliothis zea* (Boddie) y *H. virescens* (Fabricius) y gusano soladado, *Spodoptera exigua* (Hubner), (Nava, 2005).

Además del complejo de lepidópteros, existe un complejo de insectos vectores de virus afectando severamente la productividad del tomate en México, entre los mas importante que se pueden mencionar son a los pulgones *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis gossypii*; mosquita blanca *Bemisia tabaci*, *B. argentifolii* y *trialeurodes vaporariorum*; las chicharritas, *Empoasca fabae* y *Circulifer tenellus*; los trips, *Frankliniella fusca*, *F. occidentales* y el *Psilido bactericera* (paratriosa) cockerely (Nava, 2005).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° 54' de latitud Norte a una altura de 1120 msnm. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

Éste trabajo se llevó acabo en un lote comercial de 1 ha<sup>-1</sup> de tomate en el predio el Chaparral del municipio de San Pedro, Coahuila. Este estudio se realizó en una parcela donde se utilizó saladet indeterminado(marissa), trasplantado el 14 de marzo del 2008, bajo sistema de campo abierto con riego por goteo y acolchado usando un sistema de doble hilera de plantas. En el establecimiento del experimento, se utilizó un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

La parcela experimental estuvo formada por 6 surcos de 90 m<sup>-1</sup> de longitud por 1.80 m<sup>-1</sup> de separación lo que representa un total de 972 m<sup>2</sup>. Como parcela útil se tomaron tres surcos centrales y sus repeticiones que involucra un número de 4.950 plantas aproximadamente.

##### 3.1.2 Aplicaciones de fungicidas

Dado que se contempló el uso de fungicidas para el control de cenicilla se planearon tres aplicaciones de acuerdo al modelo de predicción (Data loguer) y tres aplicaciones que se realizaba cada ocho días

### 3.1.3 Tratamientos utilizados en el experimento de cenicilla:

Testigo sin aplicar

Aspersión con Azufre humectable (kumulus) basado en el modelo(Data loger).

Aspersión con Rally 40 w basado en el modelo.

Aspersión con Amistar basado en el modelo.

Aspersión con Azufre humectable (kumulus (cada semana)

Aspersión con Rally 40 w (cada semana)

Aspersión con Amistar (cada semana)

### 3.1.4 Volumen de aplicación

Cuadro 4 Dosis de aplicaciones para el control de cenicilla.

---

| <b>Producto</b>  | <b>Dosis. Ha<sup>-1</sup></b> | <b>Dosis/20 L<sup>-1</sup> agua</b> |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Azufre (kumulus) | 4 .                           | 200 .                               |
| Rally 40 w       | 200 .                         | 11.4 .                              |
| Amistar          | 300 .                         | 15 .                                |

---

### 3.2 Material genético

Se utilizó tomate un tipo un saladette indeterminado (Marissa), los frutos son de excelente pared y firmeza, de color rojo muy atractivo. Las semillas se sembraran en charolas de 200 cavidades utilizadas como sustrato Peat moss.

### 3.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con siete tratamientos con diferentes dosis de aplicación de fungicidas y cuatro repeticiones, con 22 plantas por unidad experimental. Las dosis de fungicidas se aplicaron de acuerdo al modelo de predicción (Dataloguer).

**Cuadro 5.** Dosis de fungicidas

| <b>Tratamiento</b> | <b>Producto</b>  | <b>Dosis/ha</b> | <b>Dosis/20 lt agua</b> |
|--------------------|------------------|-----------------|-------------------------|
| 1                  | Testigo          | Testigo         | Testigo                 |
| 2                  | Azufre (kumulus) | 4 kg            | 200 g.                  |
| 3                  | Rally 40 w       | 228 g.          | 11.4 g.                 |
| 4                  | Amistar          | 300 g.          | 15 g.                   |
| 5                  | Azufre (kumulus) | 4 kg            | 11.4 g.                 |
| 6                  | Rally 40         | 228 g.          | 15 g.                   |
| 7                  | Amistar          | 300 g.          | 15 g.                   |

### 3.4 Prácticas culturales

#### 3.4.1 Preparación del terreno

Consistió en un conjunto de operaciones, barbecho y rastra en el mes de enero, que tiene por objeto preparar el perfil en que se van a desarrollar las raíces, de manera que nada interfiera con su crecimiento, y lograr que, en el momento del transplante, se den unas condiciones que favorezcan el desarrollo y crecimiento de la planta lo cual el transplante se realizó en el mes de enero.

### **3.4.2 Trazo de camas**

Se trazaron las camas con un implemento bordeadora de 1.80 m de ancho.

### **3.4.3 Colocación del sistema de riego**

El sistema de riego que se utilizó en este experimento fue por goteo. Con este sistema el agua se aplica al suelo lenta y frecuentemente, mediante goteros situados sobre tuberías flexibles, de manera que el suelo queda saturado en una pequeña zona alrededor del punto de emisión (bulbo de humedecimiento).

### **3.4.4 Colocación de acolchado plástico**

El acolchado con plástico, consistió en cubrir el suelo con material plástico, por lo que es factible aumentar la eficiencia en el uso del agua ya que la cubierta de plástico sobre el suelo evita la pérdida de humedad por evaporación; además, el fruto tiene mayor precocidad por el aumento de la temperatura debido a la conservación de calor en el suelo. También se tiene mayor disponibilidad y aprovechamiento de los nutrimentos y un mejor control de maleza (Martínez *et al*; 2003).

### **3.4.5 Siembra en charolas**

La siembra se realizó el 21 de Enero de 2008 en charolas de 200 cavidades, utilizando como sustrato Peat moss y semilla de variedad 2, tipo (marissa) saladette, de crecimiento indeterminado.



### 3.4.6 Trasplante

El trasplante se efectuó el 14 de Marzo de 2008 a campo abierto en un lote comercial del predio Chaparral del municipio de San Pedro Coahuila, la distancia entre plantas fue de 0.5 m y entre surcos de 1.80 m, con una densidad de población de 12,500 plantas por hectárea.

### 3.4.7 Deshierbes

Tienen como fin en mantener limpio de malas hierbas el experimento, de modo que nada interfiera en el crecimiento y desarrollo de cada planta. Esta labor se realizó en forma manual. Cabe mencionar que el acolchado plástico no es efectivo al 100% principalmente por las gramíneas ya que éstas son capaces de romper el plástico en los primeros días de su desarrollo y por la forma de su crecimiento de los primordios foliares en forma de agujas.. la cual se llevo acabo de manera manual.

### 3.4.8 Riegos y Fertilización

La aplicación del riego se realizo todos los días durante 3 días hasta dejarlo a la capacidad de campo

**Cuadro.6** Fertilizantes foliares aplicados durante el experimento.

| <b>Producto</b>    | <b>Dosis<br/>(g.L<sup>-1</sup>)</b> | <b>Tipo de Fertilizante</b> | <b>Frec. de<br/>Aplicación</b> |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Maxiquel           | 4 (g.L <sup>-1</sup> )              | Micronutrientes             | Cada 2 semanas                 |
| Urea Foliar        | 4 (g.L <sup>-1</sup> )              | Fertilizante Foliar         | Cada 2 semanas                 |
| Biozymen           | 1 (g.L <sup>-1</sup> )              | Regulador                   | Cada semana                    |
| Poliquel de Calcio | 3 (g.L <sup>-1</sup> )              | Deficiencia de calcio       | Cada semana                    |

### 3.4.9. Descripción de un modelo de predicción Data-logger

El Data-logger registrador de datos es un dispositivo electrónico que registra datos a lo largo del tiempo o en relación a la ubicación, ya sea con una construida en instrumento o sensor externo o por medio de instrumentos y sensores. se basan en un procesador digital (o computadora). son pequeñas, batería, portátiles, y están equipadas con un microprocesador, memoria interna para el almacenamiento de datos y sensores. Algunos registradores de datos de interfaz con una computadora personal y utilizar el software para activar el registrador de datos y ver y analizar los datos recogidos, mientras que otros tienen un dispositivo de interfaz local (teclado, pantalla LCD) y se puede utilizar como único dispositivo. (Pacejka, 1993).

### 3.4.10 Control de Plagas y Enfermedades

La plaga que mayor daño ocasionó fue el Trips y la Mosquita Blanca, y de menor grado el minador de la hoja; las cuales se hizo aplicaciones como se menciona en la tabla:

Cuadro. 7 Productos aplicados para control de plagas y enfermedades

| <b>Producto</b> | <b>Dosis<br/>(L.ha<sup>-1</sup>)</b> | <b>Control de:</b> | <b>Frec. de<br/>Aplicación</b> |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Confidór        | 1.0 lt                               | Mosca blanca       | Cada 2 semanas                 |
| Cupertrón       | 3.5 lt                               | Patógenos          | Cada 2 semanas                 |
| Thiodán         | 2 lt                                 | Mosca blanca       | Cada 2 semanas                 |
| Abamectina      | 2 lt                                 | Trips y minador    | Cada 2 semanas                 |

### **3.5 Cosecha**

La cosecha se realizó una vez por semana, cuando los frutos presentaron un color rosado a rojo marrón. Se cosecharon tres metros lineales por unidad experimental tanto frutos comerciales como de rezaga al mismo tiempo se realizaban muestreo de cenicilla cada ocho días con el propósito de ver la incidencia de cenicilla.

#### **3.5.1 Rendimiento**

Las variables a evaluar de la Cosecha:

- a) Rendimiento: Esta variable se tomará por cada corte.
- b) Rendimiento comercial y número de frutos comercial: Es el rendimiento en  $t.ha^{-1}$  y el número de frutos por ha. en la clasificación comercial.
- c) Rendimiento y número de frutos de rezaga: Es el rendimiento en  $t.ha^{-1}$ . y el número de frutos por hectárea en la clasificación de rezaga.
- d) Calidad y número de frutos comercial: En esta variable la calidad se clasificará de acuerdo al peso en  $t.ha^{-1}$  y número de frutos por hectárea en cada una de las categorías, extrachica, chica, mediana, grande y extragrande.
- e) Calidad y número de frutos de rezaga: Esta variable se clasificará de acuerdo al tipo de daño que presentan los frutos en: Daño por insecto, enfermedad, mecánico, fisiológico.

### **3.7 Análisis Estadísticos**

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico The SAS System for Windows, versión 9.0 en Castellano del 2004. Para todas las variables se realizaron análisis de varianza por muestreo y la comparación de medias se realizó con la prueba de DMS al 0.05 de significancia.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las condiciones en que se llevó acabo este trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados con los siguientes fungicidas utilizados en el cultivo de tomate.

### 4.1. Evaluación de rendimiento y calidad en tres metros lineales

De acuerdo al modelo de predicción a la respuesta del rendimiento del tomate al tipo de aplicaciones con Amistar presentada en el cuadro N° 8 el rango fue de 47.030 t.ha<sup>-1</sup>, Rally 46.885 t.ha<sup>-1</sup> y Azufre humectable 44.603 t.ha<sup>-1</sup> y de acuerdo a las aplicaciones de cada ocho días para Amistar fue de 48.641 t.ha<sup>-1</sup> y para aplicaciones de Rally 40 w fue de 49.474 t. ha<sup>-1</sup> mientras que el Azufre humectable 51.326 t.ha<sup>-1</sup>. Por lo tanto por los resultados de rendimiento obtenido puedo decir que el rendimiento con mejor resultado fue el de las aplicaciones de fungicidas de cada ocho días que fue el Azufre con un rendimiento de 51.326 t.ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 8 Comparación de Media de rendimientos y calidad de tomate con diferentes aplicaciones de fungicidas obtenido en diez cortes en tres metros lineales..

| TRATAMIENTOS                  | t.ha <sup>-1</sup> |        |         |
|-------------------------------|--------------------|--------|---------|
|                               | COMERCIAL          | REZAGA | TOTALES |
| Testigo 1                     | 35.863 B           | 5.749  | 41.612  |
| Azufre humectable (Kumulus) 2 | 40.551 BA          | 4.052  | 44.603  |
| Rally 40 w 3                  | 41.621 BA          | 5.264  | 46.885  |
| Amistar 4                     | 42.844 BA          | 4.186  | 47.03   |
| Azufre humectable (Kumulus) 5 | 47.648 A           | 3.678  | 51.326  |
| Rally 40 w 6                  | 44.442 A           | 5.032  | 49.474  |
| Amistar 7                     | 44.447 A           | 4.188  | 48.635  |
| Media                         | 42.487             |        |         |
| C .V.                         | 13.28              |        |         |

Cuadro No 9 Análisis de varianza de rendimientos y calidad de tomate con diferentes aplicaciones de fungicidas obtenido en diez cortes en tres metros lineales

| Análisis de varianza |    |         |       |              |         |        |
|----------------------|----|---------|-------|--------------|---------|--------|
| Fuente de varianza   | GL | SC      | C.M   | $E_{\infty}$ | Pr $\%$ |        |
| Tratamiento          | 6  | 331.201 | 55.2  |              | 1.73    | 0.1704 |
| Repetición           | 3  | 402.708 | 134.2 |              | 4.22    | 0.0201 |
| Error                |    |         | 31.83 |              |         |        |

#### 4.1.2 Evaluación de rendimiento y calidad por plantas

Una apreciación a la respuesta del rendimiento del tomate al tipo de aplicaciones de con el modelo de predicción (Data-logguer) presentada en el cuadro N° 8 el rango fue de 4.546 t ha<sup>-1</sup> para Azufre y para aplicaciones de Rally 40 w fue de 4.514 t.ha<sup>-1</sup> y para Amistar es de 5.101 t.ha<sup>-1</sup>. En aplicaciones cada ocho días con Azufre humectable (Kumulus) el rendimientos total fue de 6.182 t.ha<sup>-1</sup> para Rally 40w 5.984 t.ha<sup>-1</sup> y para Amistar un rendimiento total de 6.034 t.ha<sup>-1</sup> encontrándose diferencias estadísticas no significativas, el cual puedo decir que en los resultados obtenidos el fungicida que dio mejor resultado fue el Azufre Humectable (Kumulus).

Cuadro No. 10 Comparación de Media de rendimientos y calidad de tomate con diferentes aplicaciones de fungicidas obtenido en diez cortes por plantas.

| TRATAMIENTOS                  | PESO TOTAL/PLANTA |        | TOTALES |
|-------------------------------|-------------------|--------|---------|
|                               | COMERCIAL         | REZAGA |         |
| Testigo 1                     | 4.4780 BA         | 0.744  | 5.222   |
| Azufre humectable (Kumulus) 2 | 4.0280 B          | 0.518  | 4.546   |
| Rally 40 w 3                  | 4.1688 B          | 0.346  | 4.514   |
| Amistar 4                     | 4.4795 BA         | 0.622  | 5.101   |
| Azufre humectable (Kumulus) 5 | 5.3888 A          | 0.794  | 6.182   |
| Rally 40 w 6                  | 5.4445 A          | 0.54   | 5.984   |
| Amistar 7                     | 5.4703 A          | 0.564  | 6.034   |
| Media                         | 15.471            |        |         |
| C.V.                          | 4.778             |        |         |

Cuadro 11 Análisis de varianza de rendimientos y calidad de tomate con diferentes aplicaciones de fungicidas obtenido en diez cortes por planta.

| Análisis de varianza |    |       |       |              |       |
|----------------------|----|-------|-------|--------------|-------|
| Fuente de varianza   | GL | SC    | C.M   | $E_{\infty}$ | Pr ¥  |
| Tratamiento          | 6  | 9.673 | 1.612 | 2.95         | 0.034 |
| Repetición           | 3  | 1.919 | 0.639 | 1.17         | 0.348 |
| Error                |    |       | 0.546 |              |       |

## **V.CONCLUSIONES**

**De acuerdo a los resultados obtenidos se tienen las conclusiones siguientes:**

### **Por tres metros lineales**

1.- Los productos que mejor resultados proporcionaron sobre el control de cenicilla fue el fungicida Azufre Humectable (Kumulus). Los cuales estas aplicaciones se realizaban cada ocho días con un total de aplicaciones de doce durante su ciclo vegetativo del tomate.

2.- De acuerdo al modelo de predicción (Data.logger) los resultados con mayor rendimiento y calidad fue el fungicida Rally 40w de las cuales se realizaron dos aplicaciones durante el ciclo vegetativo del tomate.

### **Por plantas.**

3.- Los resultados obtenidos el que mayor rendimiento que se obtuvo fue el testigo sin aplicar seguido el Amistar lo que puedo decir que no hubo diferencias significativas.

4.- De acuerdo al modelo de predicción los resultados obtenidos el de mayor rendimiento y calidad que se obtuvo con las aplicaciones fue el Azufre Humectable (Kumulus). con dos aplicaciones durante el ciclo vegetativo del tomate.

5.- La enfermedad fungosa de cenicilla no presentó severidad debido a que la condiciones climáticas que era favorable para la planta.

## **VI. LITERATURA CITADA**



Adlakha, P. A., and S. K. Verma, (1964). Use of Plant Growth regulators for transplantings to notice their effect on grow and yield.

Almaguer, R. G. (1979). Fisiología general. Serie Texto Agroquímicos. Universidad Autónoma de Chapingo. México, D.F. p.370.

Anaya, R. S. y N. Romero J. (2005). Hortalizas Plagas y Enfermedades. Editorial Trillas. México DF 543 p.

Burt, C., K. O'Connor and T. Ruehr. (1998). Fertirrigation. The Irrigation, Training and Reseach Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA.

Brentlinger, D. (2002). Certified Organic Tomato Production.

Cadahia, L., C. 1999. Fertilización. Pp. 169-186 . En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi- Prensa México.

Castellanos, J. *et al.*(2003)." Curso Internacional Sobre Producción de Hortalizas en Invernadero", inifap Celaya. Guanajuato, 2003.

Castaños, M., C. (2000). Horticultura Manejo Simplificado. Ficha Técnica. Pp 123-228. Universidad de Autónoma de Chapingo.

Cayón, G. (1992). Fotosíntesis y productividad de cultivos. Revista COMALFI 19(2), 23-31.

Cerkuauskas, R. F., Brow, J., Ferguson, G., and Khosla S. (1999). First report Of powdery mildew of greenhouse pepper caused by *Leveillulla taurica* in C Canada. Plant Disease 83. 781

Diehl, R. y J. M. Mateo Box (1982) "Fitotecnia General". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 324-325

Diez, J. M. (1999). Tipos Variedades. En el cultivo de tomate Editorial Mundi-Prensa Mexico. Pp.13-23

GIIEZAP-UAAAN,. (1991). Diagnóstico del Grupo Interdisciplinario de Investigación en Especies de Zonas Áridas con Potencial. Dirección de Investigación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

González, R. A. (1991). Efectos de Diferentes Sistemas de Podas, sobre Rendimiento y Calidad del Fruto del Tomate. Tesis, Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

Gonzales, F. O. (2005). Determinación de arvenses y ruderales hospedantes de *Leveillula taurica* (Lev.) Arn (Anamorfo: *Oidiopsis taurica* (Lév) Salmon en la Comarca Lagunera de Coahuila, Tesis de licenciatura del ing. Agrónomo Parasitólogo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.p. 29.

Gould, W. A., (1992).Tomato Production, Processing, and Tecnology, CTI P Publications, Inc., Baltimore.

Guzmán, J. (1991). El cultivo del tomate. Cuarta edición. Espasande, S.R.L. Chacaito, Caracas. 61 p.

Jarma, A.; C. Buitrago y S. Gutiérrez. (1999). Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente. Revista COMALFI 26(1-3), 62-73. Agronomía Colombiana 90 Vol. 22 No. 1

Kapp, P. P., (1966). Some effects of variety, maturity, and Storage on fatty acids in fruit pericarp of *Lycopersicon esculentum* Mill. Dissertation Abst. 27:77B.

Kontaxis, D.J.and Van Maren, A.F. (1978). Powdery mildew on tomato: a new disease I in the United States. Plant Disease Reporter 62: 892-893

Martínez, S., J., y L. F. Flores L. (2003). Agricultura Protegida. Pp. 105-127. INIFAP CENID-RASPA.

Martínez, S., J. (1991). Uso de las Películas Plástico en la Producción Agrícola. Manejo del Agrosistema con Arropado Plástico. Pp 117-140.

McGlasson, B., Tomatoes, (1993). Encyclopedia of Food Science, Food Technology, and Nutrition (R. MaCrea, R. K. Robinson, and M. J. Sandlers, eds.), Academic Press, New York,.

Nava, C.U. (2005). Herramientas y Tácticas para el MIP EN Hortalizas. CIRNOC-INIFAP. Campo experimental de La Laguna Torreón, Matamoros, Coahuila. P pp17

Ortiz, F. (2006) "Revista TECNOAGRO, Especial Orgánicos". Año 7 No. 30 Agosto- Septiembre del 2006 Naucálpan Estado de México. pp 30 - 35.

Pacejka, H.B. (1993). Tyre Models for Vehicle Dynamics Analysis, Swets & Zeitlinger, Amsterdam.

Paulus, A.O. , and Correll, J.C. (1991) Powdery Mildew. En: Compendium of tomato disease. Ed. Jones, J. B., Paul J. J., Stall, R. E., Zitter, T. A. The APS Press, St Paul Minnesota USA pp.19

Perez, M. L y J. Rico E. (2005). Virus Fitopatogenos en Cultivos Hortícolas de importancia económica en e estado de Guanajuato, Mexico. Quinta edición, U Universidad de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. Pp 64

Pernezny, K., Robers, P. D., Murphy, J. F. and Goldberg, N. P. (2003). Compendio of P Pepper Disease. The American Phytopathological Soc. St. Paul, Minnesota. U USA. Pp. 63.

Resh, M. H. (1997). ¿Es la hidroponía orgánica o inorgánica? Revista de Horticultura, 1998. Numero, 29, Vol XVII. Pp 25-28.

Rodríguez, L. (2000). Densidad de población vegetal y producción de materia seca. Revista COMALFI 27(1-2), 31-38.

Robledo, P., F. y L. Martín V. (1981). Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Acolchamiento de Suelos con Filmes de Plásticos. Pp. 145-183

Romero, C. S. (1993.) Hongos Fitopatogenos. Universidad Autónoma de Chapingo, carretera México- Texcoco. Chapingo México. Pp. 347.

Ruano, B. S. (2000). "Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería 2000". Editorial océano. Barcelona España. 2000; p.p. 637-640.

Salisbury, F.B. y C.W. Ross. (1994). Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica S.A., México. 759 p.

Salunkhe, D. K., and B. B. Desai, (1984). .Postharvest Biotechnology of Vegetables, Vol. 1, CRS Press, Boca Raton, FL,

Salunkhe, D. K. S. J. Jadhav, and M. H. Yu. (1974). Quality and nutritional composition of tomato fruit as influenced by certain biochemical and physiological changes, qual. Plant. 24:85

Santibáñez, E. (1992). La comarca Lagunera, ensayo monográfico. 1ª edición. Tipográfica Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México, p. 14.

Santiago, N. J. (1995). Evaluación de genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de Invernadero, Considerando Criterios F Tenológicos y Fisiológicos. UAAAN. Tesis de Licenciatura. Buenavista, S Saltillo, Coahuila, México.

SIAP,. (2002) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. (siap.sagarpa.gob.mx).

Schuch, W., (1994). Improving tomato quality through biotechnology, Food Technol. Pp. 48-78

Shukla, V., and L.M. Naik, (1993), Agro-techniques for solanaceous vegetables, in Advances in horticulture, Vol. 5. L. Chadhaand G. Kalloo, eds.), Malhotra Publishing House, New Delhi, p 365.

Swaider, J. M., G. W. Ware, and J. P. McCollum, (1992). Producing Vegetable Crops, interstate Publishers, Inc., Danville, IL,

Velásquez, V. R., V. Rincón F., y L. C.Lopez F.(2002) Guia para Identificar y Manejar las Principales Enfermedades Parasitarias del Chile en Aguascaliente

y Zacatecas ,(INIFAP), Campo experimental el pabellón Aguascaliente México p pp 28.

Williams, D; E. (1990) A Review of Sources for the Study of Nahuatl Plant C Clasification. Adv Econ Bot 8 pp 249-270.

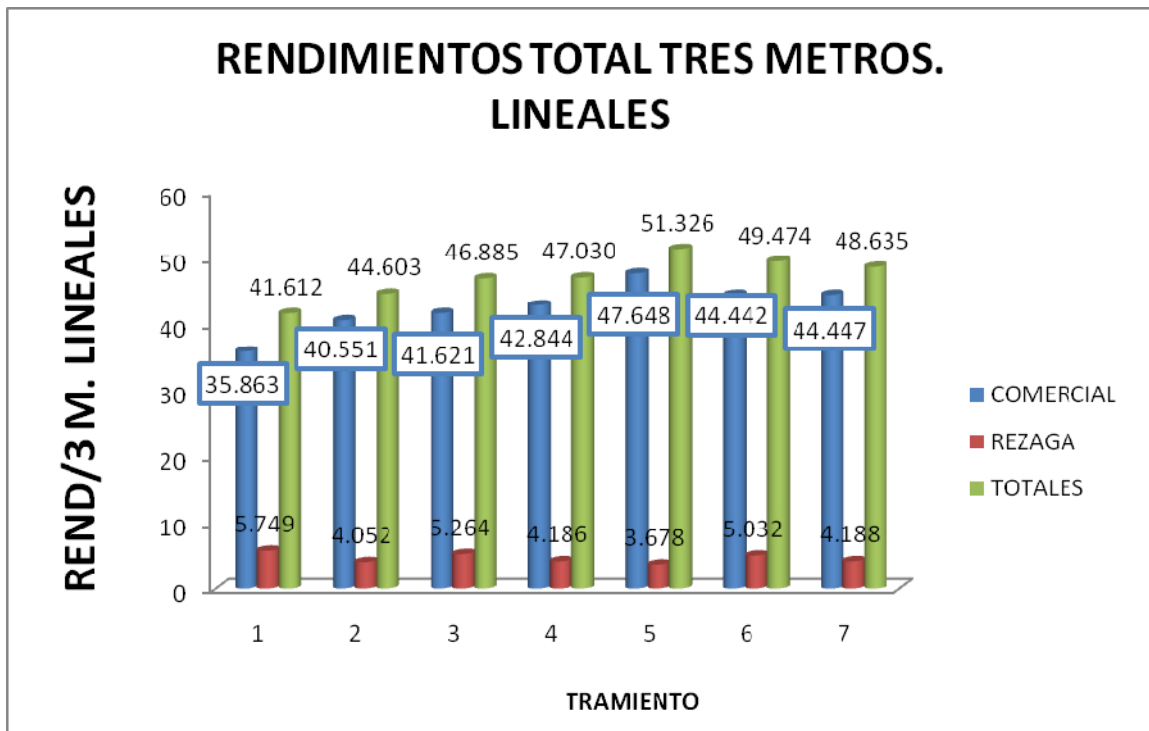
Yarwood, C. E. (1873). Pyrenomycetes: Erysiphales. In: Ainsworth, G. C., Sparrow, F K and Sussman , A. S. 1973. La Fungi. An Advanced Treatise. Vo. IV A. T Taxonomic Review With Keys: Ascomycetes and Fungi Imperfect. Academic P Press New York pp504

Yu, M., H., L. E. Olson, and D. K. Salunke, (1967) Precursors of volatile components in tomato fruit-I. Compositional changes during development, *Phytochemistry*..

Zaidan, O, y Avidan. (1997). CINDACO. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.

## APENDICE

Cuadro No 1 Rendimiento total en tres metros lineales con diferentes aplicaciones de fungicidas en el cultivo de tomate. P.P Chaparral Mpio. San Pedro, Coah. 2008.



Cuadro No 2 Rendimiento total por plantas con diferentes aplicaciones de fungicidas en el cultivo de tomate. P.P Chaparral Mpio. San Pedro, Coah. 2008.

