

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ENFERMEDADES DEL TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO.**

POR:

FLAVIANO FLORES JULIAN

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITOLOGO.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre del 2006.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**

**INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ENFERMEDADES DEL TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO.**

Realizado por:

Flaviano Flores Julian

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Aprobado por el comité de tesis

**M.C. M^a Elizabeth Galindo Cepeda
El Presidente del jurado**

**Dr. Emilio Olivares Sáenz
Sinodal**

**M.C. Leticia Escobedo Bocado
Sinodal**

**M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCIA
Coordinador de la División de Agronomía.**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre del 2006.

DEDICATORIAS

Con Mucho Cariño y Respeto a Mis Padres:

Sr. Aurelio Diego Flores Serrano.

Sra. Teresita Julian Machorro.

Por brindarme su confianza y apoyo aun a costa de sus sacrificios,
para continuar mis estudios.

A Ustedes Mis Apreciados Hermanos:

Anita, Marcelino, Irene, Tomas, Libra, Fede y Mary. Quienes son las
personas mas amables y generosas de las cuales estoy muy
orgullosa.

A Mis Sobrinos:

Los cuales espero ser un modelo de constancia y esfuerzo para
lograr sus metas y quienes les deseo todo el éxito en sus metas que
se propongan.

A Toda Mi Familia:

Que me han animado en los momentos difíciles y a mis primos que
siempre me han dado boto de confianza para realizar lo propuesto,
gracias querida familia por ser tan unida en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A mi "**ALMA MATER**" por haberme brindado la oportunidad de estudiar en esta gran institución.

Al **M.C. Elizabeth Galindo Cepeda** por concederme la oportunidad de realizar esta investigación, por su valiosa amistad, confianza y todo el apoyo brindado para este trabajo.

Al **DR. Emilio Olivares Sáenz** por el apoyo brindado para realizar este trabajo y por sus consejos tan acertados en la elaboración del mismo.

Al **M.C. Ricardo Requejo López**, por su tiempo e interés mostrado, así como por sus sugerencias y recomendaciones en la realización de esta investigación.

Al **M.C. Leticia Escobedo Bocado** por el apoyo en la realización del presente trabajo, por la orientación y sugerencias en el desarrollo del mismo.

Al personal académico del Departamento de Parasitología Agrícola: Por haber compartido conmigo sus experiencias y conocimientos, pilares de mi formación profesional.

A todos los maestros que me impartieron clases durante mi estancia en la esta mi Universidad, por que todos fueron parte de mi formación. "**GRACIAS**"

A mis compañeros de la generación "C" de la carrera de Parasitología, por los buenos momentos que convivimos durante nuestra estancia en nuestra
"ALMA MATER".

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	v
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen e Historia	3
Clasificación Taxonómica	4
Importancia de los Invernaderos	4
Riego por Goteo	5
Fertirrigación	5
Características de los Sustratos	6
Perlita	6
Turba	6
Principales Plagas y Enfermedades	7
Mosca Blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	7
ParatRIOZA (<i>Bactericera cockerell</i>)	8
Minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp)	9
Enfermedades	10
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	10
Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).	11
Virus	12
Funciones de los elementos nutricionales	13
Los nutrientes como mecanismos en defensa de las plantas	15
Nitrógeno	15
Fósforo	16
Potasio	16
Calcio	17
Magnesio	17
Azufre	17
Hierro	18
Manganeso	18
Cobre	18
Boro	18
MATERIALES Y METODOS	19
Área de trabajo	19
Material Biológico	19
Descripción de los Tratamientos	19

Manejo del Cultivo	21
Transplante	21
Deshoje	21
Tutorado	21
Raleo de Frutos	21
Cosecha	21
Análisis del agua para la solución nutritiva	22
Programa de Fertilización	23
Productos químicos empleados	26
Variables a evaluar	27
Fechas de Muestreo	27
Escala de Evaluación	27
Rendimiento	27
Identificación de Patógenos	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	67
RESUMEN	68
LITERATURA CITADA	70

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Guía de control químico para mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) -----	7
Cuadro 2 Guía de control químico para Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>)	8
Cuadro 3. Guía de control químico para Minador de la hoja (<i>Liriomyza</i> spp)	9
Cuadro 4. Guía de control químico para Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) -----	10
Cuadro 5 Guía de control químico para Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	11
Cuadro 6 Virus de tomate -----	12
Cuadro 7. Descripción de los tratamientos. -----	20
Cuadro 8. Croquis del experimento. -----	20
Cuadro 9. Resultados del análisis de agua. -----	22
Cuadro 10. Disolución fertilizante optimizada para el cultivo de Tomate. Concentración de macronutrientes en meq/L ⁻¹ . -----	23
Cuadro 11. Fórmula para la preparación de la solución nutritiva. -----	23
Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva	
Cuadro 12. aplicada a la planta de tomate en su etapa vegetativa inicial (desde el transplante hasta los 44 días de desarrollo). -----	24
Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución aplicada a	
Cuadro 13. la planta de tomate en su etapa vegetativa (desde el transplante hasta los 44 días de desarrollo). -----	24
Cuadro 14. Fertilizante empleados a la planta de tomate en su etapa reproductiva (73 días después del transplante). -----	25
Fertilizantes utilizados para la elaboración de la solución nutritiva	
Cuadro 15. aplicada a las plantas de tomate en su última etapa reproductiva (140 días después del transplante). -----	25
Cuadro 16. Aplicaciones de agroquímicos realizados al cultivo de tomate en invernadero. -----	26
Cuadro 17. Escala para determinar la severidad de las enfermedades. -----	27
Cuadro 18 Enfermedades que se presentaron durante el desarrollo del cultivo de tomate variedad Charleston cultivado en invernadero. -----	29

Cuadro 19.	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MPV) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	30
Cuadro 20.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MTV) en plantas de tomate de la variedad Charlestone en invernadero. -----	31
Cuadro 21	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del pepino (MTV) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	33
Cuadro 22.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Pepino (MVP) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	34
Cuadro 23.	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	36
Cuadro 24.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	37
Cuadro 25	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Tizón Temprano (<i>Alternaria solani</i>) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	39
Cuadro 26.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Tizón Temprano (<i>Alternaria solani</i>) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	40
Cuadro 27.	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Fusariosis <i>Fusarium oxysporum</i> en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	42

Cuadro 28.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Fusariosis <i>Fusarium oxysporum</i> en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	43
Cuadro 29.	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Mancha Bacteriana <i>Xanthomonas campestris</i> en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	45
Cuadro 30.	Comparación de medias (DMS) correspondiente a los tratamientos para Mancha Bacteriana <i>Xanthomonas campestris</i> en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	45
Cuadro 31.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Mancha Bacteriana <i>Xanthomonas campestris</i> en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	46
Cuadro 32.	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Fitoplasmas en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	48
Cuadro 33.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Fitoplasmas en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	49
Cuadro 34.	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Cenicilla Polvorienta <i>Oidiopsis</i> spp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	51
Cuadro 35.	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Cenicilla Polvorienta <i>Oidiopsis</i> spp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	52
Cuadro 36.	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por <i>Cercospora</i> sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	54

	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de	
Cuadro 37.	muestreo para severidad del daño causado por <i>Cercospora</i> sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	55
	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por	
Cuadro 38.	<i>Cladosporium</i> sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	57
	Comparación de medias (DMS) correspondiente a los tratamientos	
Cuadro 39	para <i>Cladosporium</i> sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	57
	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de	
Cuadro 40.	muestreo para severidad del daño causado por <i>Cladosporium</i> sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. ----	58
	Análisis de Varianza para severidad del daño causado por <i>Septoria</i>	
Cuadro 41.	sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero	60
	Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de	
Cuadro 42.	muestreo para severidad del daño causado por <i>Septoria</i> sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	61
	Severidad de las enfermedades presentadas en el cultivo de tomate	
Cuadro 43.	de la variedad Charleston en invernadero. -----	64
	Análisis de varianza para la comparación de tres sustratos en	
Cuadro 44.	cuanto al rendimiento total (g) por planta de tomate, considerando el rendimiento en varios cortes. -----	65
	Comparación de medias de rendimiento de tomate (g) en tres	
Cuadro 45	sustratos. -----	66

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MTV) correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	32
Figura 2.	Severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MPV) correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	35
Figura 3.	Severidad del daño causado por el Tizón Tardío <i>Phytophthora infestans</i> correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	38
Figura 4.	Severidad del daño causado por el Tizón Temprano <i>Alternaria solani</i> correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	41
Figura 5.	Severidad del daño causado por <i>Fusarium oxysporum</i> . Correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	44
Figura 6.	Severidad del daño causado por Mancha Bacteriana <i>Xanthomonas campestris</i> correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	47
Figura 7.	Severidad del daño causado por Fitoplasmas correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	50
Figura 8.	Severidad del daño causado por Cenicilla Polvorienta <i>Oidiopsis</i> spp correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	53
Figura 9.	Severidad del daño causado por <i>Cercospora</i> sp correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	56
Figura 10.	Severidad del daño causado por <i>Cladosporium</i> sp correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	59

Figura 11.	Severidad del daño causado por <i>Septoria</i> sp correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero. -----	62
Figura 12	Figura 12. Severidad de las enfermedades presentes en las 15 fechas de muestreo en el cultivo de tomate de la variedad Charlestón en invernadero. -----	64

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es uno de los cultivos hortícola con mayor área cultivada y producción global. México ocupa el noveno puesto en la producción con 2.1 millones de toneladas, siendo China el mayor productor con 31.6 y Estados Unidos con 12.7 millones de toneladas. En cuanto a la exportación de tomate fresco, España, los Países bajos y México se disputan las tres primeras posiciones con cifras que rondan mil millones de dólares (FAO, 2004).

En México el tomate es la segunda especie hortícola más importante por superficie sembrada, se encuentra en los mercados durante todo el año; su fruto se consume tanto fresco como procesado y es una fuente rica de vitaminas. A pesar de cultivarse en 27 Estados de México, solo cinco concentran en promedio el 74.2% de la producción, destacándose Sinaloa como el principal productor, seguido de Baja California, San Luís Potosí, Jalisco y Nayarit. Es uno de los cultivos de mayor valor económico e importancia social por la cantidad de mano de obra que demanda. Actualmente se cuenta con cultivares de tomate altamente rendidores, por lo que es la especie que más se cultiva en invernadero y con sistemas hidropónicos en el mundo (SAGARPA, 2002).

Lo que va del siglo XXI, la utilización de invernaderos para la producción de hortalizas, combinada con la hidroponía y el fertirriego, ha permitido a los agricultores aumentar la producción por unidad de superficie, incrementar la calidad de los productos y que ésta sea constante a lo largo del año (Bautista y Alvarado, 2005).

El uso de invernaderos en conjunto con sistemas hidropónicos permite reducir al mínimo las restricciones de clima, agua y nutrientes, logrando un eficiente control de plagas, enfermedades y malezas, por ello es importante la búsqueda de arquetipos que en altas densidades de población, tengan gran potencial de rendimiento por unidad de superficie en ambiente no restrictivo. Debido a la fuerte inversión que requiere la instalación y operaciones de estos sistemas, la rentabilidad económica se restringe a cultivos de alto valor en el mercado, teniendo como requisito un manejo eficiente del espacio y tiempo para lograr una alta productividad (Sánchez, 2001).

Las diferencias entre variedades implican cambios en las prácticas culturales, incluídas las fitosanitarias. Es indudable que el catálogo de plagas y enfermedades se modifica, según las modalidades del cultivo, pero salvo las escasas singularidades propias de cada zona, época de cultivo o finalidad una buena parte de las plagas son comunes. En cualquier circunstancia, cabría distinguir entre aquellas plagas que se asocian a cada zona al cultivo y aquellas que acceden a los tomates de forma accidental o esporádica, independientemente de consideraciones cuantitativas. Resulta difícil realizar valoraciones sobre la incidencia económica de cada plaga en particular, o de forma globalizada para el conjunto de ellas (Nuez, 1995).

Por lo anterior el objetivo del presente estudio se describe a continuación.

OBJETIVO.

Evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades de tomate (var. Charleston) establecido en un sustrato hidropónico y suelo bajo invernadero.

HIPOTESIS.

1. La incidencia de enfermedades será muy baja debido a que se establecerá un programa de control.
2. La incidencia de enfermedades será mayor en suelo que en sustratos hidropónicos.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Origen e Historia

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es miembro de la familia de las Solanáceas, es una planta nativa de la América tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existe la mayor variabilidad genética. (León, 1980)

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de la domesticación del tomate, ya que nuestro país, tiene bastante antigüedad y sus frutos eran bien conocidos y

empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México antes de la llegada de los españoles (Nuez, 1995).

El término “tomate” fue empleado desde 1695 por los viajeros botánicos, quienes lo tomaron de las palabras “xitomate” o “xitotomate” con los que los aztecas designaban a esta planta (Anderlini, 1979).

El género *Lycopersicon* de la familia Solanaceae es originario de la faja litoral del oeste de Sudamérica, aproximadamente a una latitud de 30° al sur del ecuador; la mayor diversidad genética se encuentra ahí. El género se divide en dos subgéneros: *Eulycopersicon* y *Eriopersicon*, de los cuales el primero de ellos contiene la especie *Lycopersicon pimpinellifolium* con frutos sumamente pequeños (menores de 10 mm), y *Lycopersicon esculentum* con frutos más grandes que pueden desarrollarse en forma silvestre o cultivados como anuales o como perennes. Las plantas ubicadas en el subgénero *Eriopersicon* se encuentran generalmente en forma silvestre como perennes, con frutos verdeblanquecinos con vellosidades que no son muy atractivos en apariencia y sabor (Nuez, 1995).

Clasificación taxonómica.

Según Cronquist (1981), el tomate ha sido clasificado de la siguiente manera:

Reino	Metaphyta
División	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>esculentum</i>

Importancia de los Invernaderos

Los invernaderos son barreras físicas entre el cultivo y el medio ambiente que permiten la creación de un microclima específico; la protección de las plantas contra factores climáticos adversos como: lluvia, viento, plagas y enfermedades. Permite un mejor manejo del cultivo, creando condiciones favorables mediante la aplicación de tecnologías como la calefacción, sistemas de enfriamiento y emisiones de CO₂ y un uso más efectivo de agroquímicos y agentes biológicos. A diferencia del cultivo a campo abierto, donde el productor se preocupa básicamente por mejorar las condiciones de nutrición de la planta a nivel del suelo, el manejo en ambientes protegidos permite aprovechar el potencial genético de la planta cuidando no solo de la raíz, sino la parte aérea, con el fin de alcanzar una mayor rentabilidad económica. (1)

En este contexto, los grandes empresarios agrícolas cada vez son mas competitivos en la producción y exportación de hortalizas y a los pequeños productores les permite obtener productos de alta calidad durante las temporadas de menor oferta en el mercado regional, nacional e internacional. (Bautista y Alvarado, 2005).

Riego por Goteo

El riego por goteo se define como la aplicación artificial del agua en forma lenta pero frecuentemente y en pequeñas cantidades directamente en la zona radical de las plantas, proporcionada a través de emisores donde fluye el agua gradual y uniformemente. El agua aplicada se distribuye en el perfil del suelo describiendo un patrón de humedecimiento ovoide llamado bulbo de mojado, cuyo contorno se extiende más lateralmente y verticalmente en los suelos arcillosos, mientras, que en suelos arenosos se presenta más alargados que anchos. Por otra parte dado que la aplicación es intermitente permite mantener el suelo en condiciones óptimas de humedad durante el desarrollo del cultivo. La distribución del agua en el campo se realiza por medio de una extensa red de tuberías que trabaja a bajas presiones (Munguía, 1985).

Ya se indicó que los resultados funcionales más sobresalientes del riego por goteo se relacionan con su condición de ser aplicados por sistemas fijos, con distribución discrecional, esto ha significado la viabilidad económica para adoptar frecuencias de aplicación poco afectadas por el costo de la mano de obra (Serrano, 1979).

Fertirrigación.

La fertirrigación consiste en la aplicación simultánea de agua y fertilizantes por medio de un sistema de riego presurizado. Con ello se pretende situar los nutrimentos bajo la acción del sistema radical, suministrándolos de forma continúa de acuerdo con las necesidades de la planta. La asimilación de los fertilizantes por la planta se produce de manera más racional, además de tener una

mayor comodidad y ahorro de mano de obra, constituyendo hoy la más avanzada alternativa para incrementar la productividad y calidad de los cultivos. (Murguía citado por Jerónimo 2006).

La mayor utilidad en fertirrigación se consigue con aplicaciones periódicas, en dosis bajas, a lo largo de la campaña de riego, de acuerdo a las necesidades de la plantas y no en una sola aportación (Burgueño, 2001).

Características de los Sustratos.

En los sustratos se suelen distinguir tres tipos de propiedades: físicas, químicas y biológicas. La importancia del conocimiento de estas propiedades radica en que de ellas dependerá el manejo adecuado de la fertilización y del riego (Lamaire, 1985).

Perlita.

Se trata de un silicato de aluminio de origen volcánico, se comercializa bajo distintos tipos que se diferencian en la distribución del tamaño de sus partículas y en su densidad. Presenta buenas propiedades físicas, sobre todo el tipo denominado B-12, lo que facilita el manejo del riego y minimiza los riesgos de asfixia o déficit hídrico. Numerosos artículos muestran los buenos rendimientos de la perlita, empleada como sustrato, en la producción de los cultivos. Un estudio comparativo de perlita, lana de roca y arena en la producción y calidad del melón, mostró resultados similares al emplear perlita o lana de roca. (Vázquez, 2004).

Turbas.

Están formadas por restos de musgos y otras plantas superiores que se encuentran en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, a causa de un exceso de agua, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica. Los residuos vegetales pueden depositarse en diferentes ecosistemas lo que daría lugar a la formación de dos tipos de turba: Sphagnum u oligotróficas y herbáceas o eutróficas. Las turbas Sphagnum son los componentes orgánicos más utilizados en la actualidad para medios de cultivos que crecen en macetas, debido a sus excelentes propiedades físico-químicas, sin embargo y a pesar de que durante casi 30 años las turbas han sido los materiales más utilizados como sustratos, en los últimos tiempos han sido sustituidos por los inorgánicos debido a alteraciones microbiológicas e interacciones con la disolución nutritiva, rápida descomposición, aireación reducida, etc. además las reservas de turba son limitadas y no renovables, por lo que su uso indiscriminado puede originar un impacto medioambiental de importancia (Vázquez, 2004).

Principales Plagas y Enfermedades

A) Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*).

(Nuez, 1995).

Descripción:

Los adultos al emerger tienen el cuerpo amarillo y las alas transparentes. Pronto se cubren del polvo ceroso blanco característico. Los huevos son ovalados, puestos verticalmente, fijándose al vegetal mediante un fino pedúnculo.

Hábitos:

Los adultos y las larvas al alimentarse succionan contenidos celulares y savia. Para ello, hinchan el estilete en los tejidos foliares y lo introducen hasta alcanzar las células floemáticas, absorbiendo la savia elaborada. Los órganos afectados amarillean. Las poblaciones se sitúan en el envés de las hojas. Es capaz de transmitir virus al momento de la succión de savia.

Métodos de control:

Las prácticas de cultivo son el mejor método de control, sin embargo se reporta que la simple presencia implica realizar medidas de control químico.

Cuadro 1. Guía de control químico para mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Material Activo	Concentración L/Ha	Observaciones
Endosulfan	1.5 – 2.0	
Imidacloprid	(2 ml/1,000 plantas)	Pretrasplante: De 3 a 5 días antes del trasplante, diluya 2 ml en medio litro de agua y asperje toda la mezcla sobre las charolas que contengan 1,000 plantitas

Fuente: DEAQ, 2004.

B) Paratrioza (*Bactericera cockerelli*).

(Jarrillo, 2003)

Descripción:

Los adultos son pequeños (1 – 1.6 cm) de color que oscila de ámbar a café oscuro o negro, con alas transparentes en forma de tejado, marcas blanco – crema en el tórax y líneas en el abdomen.

Hábitos:

Los adultos succionan la savia en forma pasiva al alimentarse. Suelen hacerlo en órganos y tejidos jóvenes, su saliva puede resultar tóxica. Su acción se traduce en un notable debilitamiento de la planta.

Métodos de control:

Las aplicaciones de productos químicos se realiza de acuerdo a la población de los mismo, sin embargo la sola presencia rebasa el umbral económico al igual que las moscas blancas.

Cuadro 2. Guía de control químico para Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

Material Activo	Concentración L/Ha	Observaciones
Pyriproxyfen	0.3 – .5	No aplicar mas de 4 veces por ciclo
Oberon	0.5 – 1.0	De preferencia aplicar dosis bajas

Fuente: DEAQ, 2004.

C) Minador de la hoja (*Liriomyza* spp)

Nuez (1995).

Descripción:

El adulto es una pequeña mosca con la cabeza amarilla, el tórax es amarillo, aunque la parte dorsal es casi toda negra. El abdomen es brillante, con la parte dorsal oscura y la lateral amarilla. Los huevos son ovalados, lisos y blancos. Son puestos en el mesofilo de la hoja quedando un agujero alargado, distinto al nutricional que es redondo.

Hábitos:

Las larvas son los estados más dañinos. Las galerías pasan inicialmente desapercibida; luego adquieren coloración verde aceitoso o verde pálido al trasluz. Pasado el tiempo la epidermis toma aspecto blanquecino y al final se necrosa el tejido. Si el ataque es muy severo los folíolos se desecan, reduciéndose la capacidad fotosintética.

Métodos de control:

La disposición de mallas en las aperturas de ventilación reduce considerablemente la contaminación primaria y la incidencia de la plaga. En determinadas situaciones las trampas cromotropicas pueden ser utilizadas como medios de control directo.

Cuadro 3. Guía de control químico para Minador de la hoja
(*Liriomyza* spp)

Material Activo	Concentración L/Ha	Observaciones
Naled	1.0 – 1.5	No aplicar mas de 4 veces por ciclo
Avermectina	60 ml/100 L de agua	

Fuente: DEAQ, 2004.

Enfermedades

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Síntomas.

Los síntomas de la enfermedad se presentan en las hojas, tallos, flores y frutos es decir, que ataca a toda la planta (Bazan, 1975). La enfermedad puede aparecer en cualquier momento durante la estación de crecimiento de las plantas (Agrios, 1996).

Los síntomas comienzan en zonas hidróticas en cualquier lugar del limbo, y por lo común aparecen en las puntas o bordes de las hojas inferiores, donde se forman manchas irregulares circulares; en un comienzo éstas tienen color verde amarillo en la parte central y rápidamente toman un color café o casi negro, terminando con la muerte de los tejidos atacados. En el borde de la mancha se forma un halo clorótico. Esta mancha se extiende rápidamente por la lámina alcanzando el pecíolo de la hoja, hasta que la misma se desprenda (Calderoni, 1978).

Etiología.

El organismo causante del tizón tardío de la papa y del tomate es *Phytophthora infestans* el cual pertenece a la clase de los Oomicetos, que se caracteriza por su micelio cenocítico inter e intracelular muy ramificado, hialino (Bazan, 1975).

Métodos de control.

La mejor manera de evadir el daño por este patógeno es la utilización de variedades resistentes (Romero, 1993).

Cuadro 4. Guía de control químico para Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Material Activo	Concentración kg/Ha	Observaciones
Metalaxil	1.5 - 2.5	Aplique a intervalos de 10-14 días en alto volumen, máximo realice 4 aplicaciones por temporada
Clorotalonil	1.5 - 2.5 L/ha	

Fuente: DEAQ, 2004.

Tizón temprano (*Alternaria solani*).

Síntomas

Las lesiones más típicas de la enfermedad se presentan en las hojas (bajas), en forma de manchas circulares de color café, donde destacan anillos concéntricos de color más oscuro. Las hojas severamente atacadas cambian del color verde al amarillo, luego café, se desprenden de las ramas, y dejan a los frutos expuestos a quemaduras de sol. En plantas vigorosas la defoliación avanza

lentamente y permite la maduración casi normal de los frutos (Romero, 1993).

El tiempo lluvioso estimula la esporulación copiosa del hongo que consiste de conidios grandes, individuales, oval – alargado, pico (célula apical) muy largo y filiforme (a veces ramificado), septados y de color café oscuro. El hongo tiene la capacidad de sobrevivir en tejidos enfermos, en semilla y en sus hospedantes silvestres (Romero, 1993).

Métodos de control.

De lo anterior puede deducirse que la defensa del tomate en contra de *A. solani* puede llevarse a cabo mediante el tratamiento de la semilla con agua caliente o con productos químicos.

Cuadro 5. Guía de control químico para Tizón temprano (*Alternaria solani*).

Material Activo	Concentración kg/Ha	Observaciones
Captan	165 -195 cc / 100 kg de semilla	Tratamiento a semilla
Ziram	2.0 - 2.75	Se recomienda utilizar la dosis mas baja en poco follaje y la dosis mas alta cuando tenga mucho follaje

Fuente: DEAQ, 2004.

Virus.

La incidencia de enfermedades de etiología viral en todos los cultivos es un hecho bastante patente y conocido a todos los niveles en estos últimos años. A este problema no ha sido ajeno el cultivo de tomate, siendo afectado de forma muy importante y sufriendo graves pérdidas económicas que han desencadenado un replanteamiento por parte de los agricultores hacia el cultivo de otras especies, o llegando incluso al abandono de los campos en aquellas épocas del año en que estas enfermedades se presentan con mayor agresividad. (Nuez, 1995).

Cuadro 6. Virus de tomate (Cepeda, 2004).

VIRUS	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Transmisión	Métodos de lucha
MTV Virus del Mosaico del Tabaco)	- Mosaico verde claro-verde oscuro - Reducción del crecimiento	- Necrosis - Aunque no es muy común	- Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) - Mecánica	- Control de Moscas Blancas - Evitar transmisión mecánica - Eliminar plantas afectadas - Utilizar variedades resistentes
MPV y/o CMV (Virus del Mosaico del	- Mosaico fuerte - Reducción del	- Moteado	- Pulgones	- Control de pulgones. - Eliminación

Pepino)	crecimiento -Aborto de flores			de plantas afectadas
---------	-------------------------------------	--	--	-------------------------

Funciones de los Elementos Nutricionales.

Solamente 16 elementos están generalmente considerados como esenciales para el crecimiento de la mayoría de las plantas. Estos están arbitrariamente divididos entre macronutrientes (macroelementos), aquellos requeridos en mayor cantidad por la planta y los micronutrientes (elementos menores), aquellos que son necesitados en menor cantidad. (Resh, 1996).

Un elemento deberá cumplir con tres criterios para ser esencial en el desarrollo de las plantas.

- 1) La planta no podrá completar su ciclo de vida en la ausencia del elemento.
- 2) La acción del elemento deberá ser específica y ningún otro elemento puede sustituirlo completamente.
- 3) El elemento deberá estar directamente implicado en la nutrición de la planta.

Hidrogeno. Las plantas lo obtienen del agua (Narro, 1995).

Carbono. Constituyente de todos los compuestos orgánicos encontrados en las plantas. (Resh, 1996).

Oxigeno. Forma parte de la mayoría de los compuestos orgánicos de las plantas, también da lugar al intercambio de aniones entre las

raíces y el medio exterior, es por último, receptor Terminal del H⁺ en la respiración aerobia. (Resh, 1996).

Nitrógeno. Forma parte de un gran número de compuestos orgánicos necesarios, incluyendo aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila. (Resh, 1996).

Fósforo.- Interviene en la formación de muchas nucleoproteínas y ácidos nucleicos y fosfolípidos. Tiene una importancia vital en la división celular, la respiración y fotosíntesis así como en la acumulación de energía en compuestos ATP y NADP. (Rodríguez, 1999)

Potasio.- Sirve para regular el potencial osmótico, además interviene fisiológicamente en la síntesis de azúcar y almidón, traslado de azúcares y estimulación enzimática. (Rodríguez, 1999)

Calcio.- Forma compuestos que son parte de las paredes celulares, ayuda a reducir el nitrato (NO₃) en la planta, se requiere en altas cantidades por las bacterias fijadoras de Nitrógeno. (Rodríguez, 1999)

Magnesio. Sirve como cofactor de la mayoría de las enzimas que activan los procesos de la fosforilación, participa en la síntesis de ARN y proteínas. (Huber, 1980 y Narro, 1995)

Cloro. Consiste en estimular la ruptura (oxidación) de la molécula del agua durante la fotosíntesis. (Roberts y Boothroyd, 1978).

Boro.- Su papel en la planta no es muy conocido. Puede ser preciso para el transporte en el floema de los carbohidratos. (Resh, 1996)

Hierro.- Interviene en la síntesis de los anillos pirrólicos que pertenecen a la constitución química de la molécula de clorofila, forma parte de enzimas como la catalasa y peroxidasa que destruyen los peróxidos de hidrógeno, H₂O₂ sustancia tóxica y

sustancias metabólicas como los citocromos y ferredoxinas que intervienen en el transporte de electrones en la fotosíntesis y en la reducción de nitratos. (Rodríguez, 1999)

Manganeso.- Activa una o más enzimas en la síntesis de los ácidos grasos, así como en la enzima responsable de la formación del DNA y RNA, activando también la enzima deshidrogenada en el ciclo de Krebs. Participa directamente en la producción fotosintética de O₂ a partir del H₂O y puede formar parte también en la formación de la clorofila. (Resh, 1996)

Zinc. Se requiere para la producción de sustancias reguladoras del crecimiento (hormonas) y es un catalizador de las reacciones de oxidación en las plantas verdes. Es importante en la formación de clorofila y en la actividad fotosintética. (Roberts y Boothroyd, 1978).

Cobre. Está presente en varias enzimas o proteínas implicadas en los procesos de oxidación y reducción. (Salisbury 1994)

Molibdeno.- Actúa como portador de electrones en la conversión del nitrato de amonio, y también es esencial en la fijación del N. (Resh, 1996).

Los Nutrientes como Mecanismo en Defensa de las Plantas.

La mayoría de los elementos minerales requeridos para el crecimiento de la planta han sido relacionados con el incremento o reducción de severidad de algunas enfermedades. Los nutrientes ya sea en forma de material orgánico e inorgánico afectan la severidad

de las enfermedades, aunque los nutrientes orgánicos pudiera ser que no tengan una relación más compleja con las enfermedades que los nutrientes inorgánicos.

Aunque no es posible generalizar los efectos de un nutriente en particular para todas las combinaciones de hospedero-patógeno. La suma de muchos factores que interactúan entre el patógeno, hospedero, medio ambiente y tiempo, determinan la forma en que una enfermedad es afectada por la nutrición. Un nutriente específico podría promover algunas enfermedades mientras que reduce el desarrollo de otras (Huber, 1980).

La fortaleza física y morfológica de una planta es un factor determinante para lograr buenos rendimientos y calidad de los productos cosechados.

Existen sobradas evidencias acerca de la influencia principal de varios elementos nutritivos sobre la resistencia de las plantas al ataque de organismos fitopatógenos y plagas así como a la tolerancia o resistencia a daños por factores abióticos. (Yáñez, 2002)

Nitrógeno (N).

Es la base para algunos mecanismos de defensas de las plantas: físicos (formación de barreras), químicos (oxidación y translocación de la infección) y fisiológico (inducción y síntesis de fenoles en respuesta a la presencia de un organismo invasor). (Graham citado por Woolhouse, 1983).

Aunque un amplio rango de interacciones de patógenos y sus hospederos son influenciados por el nitrógeno, es frecuente que en

la forma en que se encuentre el nitrógeno disponible tanto para el hospedero como para el patógeno es el efecto que tiene este sobre la severidad o resistencia a la enfermedad. El tiempo de aplicación del fertilizante nitrogenado también tiene un marcado efecto sobre la expresión de la enfermedad. La aplicación de nutrientes a las plantas después de la emergencia evita la predisposición de la plántula a enfermedades tales como el Damping-off causada por *Rhizoctonia* y *Fusarium* y otros patógenos radicales (Huber, 1980).

La disminución de la disponibilidad del nitrógeno también aumenta la susceptibilidad del tomate a la marchitez por *Fusarium*, tizón temprano *Alternaria solani*, marchitez causada por *Pseudomonas solanacearum* y del ahogamiento causado por *Pythium*. (Agrios, 1996).

Fósforo (P).

La deficiencia de fósforo en las membranas facilita la acción de los metabolitos de invasión del hongo. (Graham citado por Woolhouse, 1983).

Las aplicaciones de P reducen las enfermedades en semillas, así como enfermedades fungosas en la raíz, al estimular un desarrollo vigoroso que permite a las plantas evadir las enfermedades. Puesto que el P es esencial para la multiplicación de los virus, un exceso de éste puede incrementar la susceptibilidad de las plantas a las enfermedades virosas (Huber, 1980).

El fósforo reduce la severidad de la roña de la papa causada por *Streptomyces scabies*, no aumenta la severidad del virus del mosaico del pepino causado por *Septoria*. Al parecer el fósforo

aumenta la resistencia de las plantas al mejorar su equilibrio de nutrientes y al acelerar la maduréz del cultivo. (Agrios, 1996).

Potasio (K).

Los efectos del potasio en enfermedades son mas consistentemente reportados en relación a enfermedades fungosas especialmente los marchitamientos y las enfermedades de raíz tales como *Fusarium*, *Verticillium*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*. La respuesta del potasio se refleja en el incremento en el rendimiento y una reducción de la infección. (Graham citado por Woolhouse, 1983).

Tal parece que el Potasio afecta directamente las diferentes etapas del establecimiento y desarrollo del patógeno en el hospedante e, indirectamente, la infección al promover la cicatrización de las heridas. (Agrios, 1996).

Calcio (Ca).

Juega un papel importante en la integridad de las membranas celulares y esta involucrado con mecanismos de resistencia hacia agentes como *Pythium*, *Sclerotium*, *Botrytis* y *Fusarium*. (Graham citado por Woolhouse, 1983).

Aunque este elemento es aplicado principalmente en suelos con un pH neutro, y el calcio reduce las enfermedades causadas por *Rhizoctonia* y *Pythium*, pero incrementa la costra de la papa (Huber, 1980).

Reduce la severidad de varias enfermedades causadas por patógenos de la raíz y/o del tallo, como *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Botrytis* y el hongo de los marchitamientos, *Fusarium oxysporum*. Pero aumenta la severidad de otras enfermedades como la pierna

negra del tabaco *Phytophthora parasitica* y la roña común de la papa *Streptomyces scabies* (Agris, 1996).

Magnesio (Mg).

Altas cantidades de magnesio aumentan la severidad de marchitez del tomate causada por *Fusarium*. (Agris, 1996).

Magnesio (Mg) y Azufre (S).

No figuran fuertemente sobre las enfermedades excepto cuando el azufre es usado directamente en aplicaciones foliares o para disminuir el pH del suelo. Podemos asumir que estos elementos confieren tolerancia asociada con el vigor cuando el suelo es deficiente a cualquier otro elemento. (Graham citado por Woolhouse, 1983).

Hierro (Fe).

Reduce enfermedades en el suelo causadas por *Verticillium*, y las aplicaciones foliares en árboles frutales reducen la severidad de la hoja plateada causada por *Stereum purpureum*. Altas cantidades de magnesio aumentan la severidad de marchitez del tomate causada por *Fusarium*. (Agris, 1996)

Manganeso (Mn).

Reduce la severidad de la roña y tizón tardío en papa
Phytophthora infestans (Agris, 1996)

Cobre (Cu), Boro (B) y Manganeseo (Mn).

Han estudiado como interactúan con el nitrógeno, todos están íntimamente involucrados en la síntesis de fenoles y todos tienen efectos sobre la susceptibilidad de la planta a la enfermedad. (Graham citado por Woolhouse, 1983).

MATERIALES Y METODOS

Área de Trabajo

El trabajo se llevó a cabo en el invernadero, localizado en el campo experimental de la ex - hacienda “El Canadá” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, situado en el municipio de General Escobedo Nuevo León.

Los análisis de enfermedades se realizaron en el laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria “**Antonio Narro**” ubicada en Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Material Biológico.

La variedad de tomate con la que se trabajó fue “Charleston” que se caracteriza por ser una planta de tipo indeterminado. **Charleston.-** V, F1, 2 Fr., TMV, C 5, planta fuerte y vigorosa con buen amarre de frutos y muy productiva. La mayoría de los frutos son XL – L. Tomates firmes con excelente vida de anaquel, conocida por su alta calidad y adaptabilidad en diferentes tipos de climas.

Descripción de los Tratamientos

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 3 tratamientos T1 = 50% Turba y 50% Perlita, T2 = 25% Turba y 75% Perlita, T3 = 75% Turba y 25% Perlita. Que correspondieron a los sustratos hidropónicos y T4 = Testigo (Siembra en Suelo) (Cuadro 7).

Cada tratamiento se ubicó en un área de 10 metros (Sacos de 50 cm de ancho y 100 cm de largo que se colocaron en el suelo, la distancia entre planta y planta fue de 25 cm y entre hileras de 15 cm), dando un total de 6 plantas por saco y 60 plantas por

tratamiento. El testigo fue colocado en una cama aparte que consistió en suelo. (Cuadro 8).

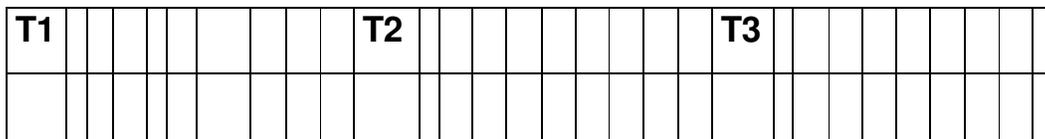
Cuadro 7. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	
T 1	50 % Turba y 50 % Perlita
T2	25 % Turba y 75 % Perlita
T3	75 % Turba y 25 % Perlita
T4	Testigo (Siembra en Suelo)

Cuadro 8. Croquis del experimento.



30 m.



30 m.

Manejo del Cultivo.

Transplante.

El transplante se realizo el 9 de octubre del 2004, se sembró a doble hilera, 6 plantas en cada saco, con un a distancia de 15 cm entre hilera y 25 cm entre planta y planta.

Deshoje.

Se hizo una vez que las primeras 3 hojas comenzaron a envejecer, esto es para evitar la entrada de patógenos ya que las hojas viejas son las mas susceptibles a las enfermedades.

Tutorado.

En el tomate de hábito indeterminado es indispensable el en tutorado de las plantas para mantener la planta erguida y evitar que las hojas, y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación solar.

Raleo de fruto.

Se hizo con el propósito de que los racimos fueran lo mas uniformes posibles y así tener frutos de mejor calidad.

Cosecha.

La cosecha inició el 24 de Enero y termino 6 de mayo del 2005.

Análisis de agua para elaborar la solución nutritiva.

En el laboratorio de la Facultad de Agronomía (UNL), se hizo el análisis de agua, con el cual se preparó la solución nutritiva del experimento. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 9. Resultados del análisis de agua.

ANÁLISIS	DATOS	OBSERVACIONES
CE a 25 ° C	1.4 ds/m ⁻¹	Agua altamente salina
pH	7.1	

Ca en meq/l	12.5	
Mg meq/l	7.5	
Na meq/l	4.6	
K meq/l	-----	
Suma de cationes meq/l	24.6	
CO ₃ en meq/l	0.0	
HCO ₃ en meq/l	7.6	
Cl en meq/l	8.2	No recomendable
SO ₄ en meq/l	8.8	
NO ₃ en meq/l	-----	
Suma de aniones en meq/l	24.6	
SE en meq/l	12.1	Condicionada
SP en meq/l	12.6	Condicionada
RAS	1.4	Agua baja en sodio
CSR meq/l	0.0	Buena
B meq/l	38.0	Buena
Clasificación	C ₄ S ₁	

Cuadro 10. Disolución fertilizante optimizada para el cultivo de Tomate. Concentración de macroelementos en meq/L⁻¹ (Cadahia, 2000).

	Aniones			
Cationes	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₅ ⁻	SO ₄ ²⁻	Total

K ⁺	5	2	2	9
Ca ⁺⁺	10	0	0	10
Mg ⁺⁺	0	0	3	3
Total	15	2	5	22

Programa de fertilización.

Durante la etapa vegetativa inicial del tomate comprendida desde el transplante hasta los 44 días la solución nutritiva se preparó utilizando las cantidades de nutrimentos que se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Fórmula para la preparación de la solución nutritiva.

meq/L ⁻¹	NO	H ₂ PO	Total
	3	4	
K ⁺	12	2	14
H ⁺	1	2	3
	13	4	17

Para la elaboración de la fórmula antes mencionada se emplearon los siguientes fertilizantes:

Cuadro 12. Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución nutritiva aplicada a la planta de tomate en su etapa vegetativa inicial (desde el transplante hasta los 44 días de desarrollo).

FERTILIZANTES	
HNO_3	Acido nítrico
H_3PO_4	Acido fosfórico
KNO_3	Nitrato de potasio
KH_2PO_4	Fosfato monopotásico

Se modificó la fórmula para la preparación nutritiva a utilizarse a partir del día 45 y hasta el día 72 después del transplante.

Cuadro 13. Fertilizantes utilizados en la elaboración de la solución aplicada a la planta de tomate en su etapa vegetativa (desde el transplante hasta los 44 días de desarrollo).

FERTILIZANTES	
HNO_3	Acido nítrico
H_3PO_4	Acido fosfórico

KNO_3	Nitrato de potasio
KH_2PO_4	Fosfato monopotásico
H_3BO_3	Acido bórico
$ZnSO_4$	Sulfato de zinc
$CuSO_4$	Sulfato de cobre
$MnSO_4$	Sulfato de manganeso
EDDHAFe $(NH_4)_6M_{O_2}O_{24}4H_2O$	Quelato de Hierro

A los 73 días del transplante etapa que inició la floración y fructificación, se modifico nuevamente la formula para la preparación de la solución nutritiva para Fe, Zn, Cu, Mn, y se eliminó la aplicación del HNO_3 .

Cuadro 14. Fertilizante empleados a la planta de tomate en su etapa reproductiva (73 días después del transplante).

FERTILIZANTES	
H_3PO_4	Acido fosfórico
KNO_3	Nitrato de potasio
KH_2PO_4	Fosfato monopotásico
H_3BO_3	Acido bórico
$ZnSO_4$	Sulfato de zinc
$CuSO_4$	Sulfato de cobre
$MnSO_4$	Sulfato de manganeso
EDDHAfe $(NH_4)_6M_{O_2}O_{24}4H_2O$	Quelato de hierro

A los 140 días del transplante nuevamente se modificó la formulación de los fertilizantes para la solución nutritiva, última etapa de producción.

Cuadro 15. Fertilizantes utilizados para la elaboración de la solución nutritiva aplicada a las plantas de tomate en su última etapa reproductiva (140 días después del transplante).

FERTILIZANTES	
H_3PO_4	Acido fosfórico
KNO_3	Nitrato de potasio
KH_2PO_4	Fosfato monopotásico
H_3BO_3	Acido bórico
$ZnSO_4$	Sulfato de zinc
$CuSO_4$	Sulfato de cobre
$MnSO_4$	Sulfato de manganeso
EDDHAfe $(NH_4)_6MgO_2O_{24}4H_2O$	Quelato de hierro

Productos Químicos Empleados

La aplicación de agroquímicos se llevó a cabo de manera manual con una aspersora de mochila de 15 L de capacidad, las aplicaciones se realizaron según lo requería el cultivo para controlar plagas y enfermedades:

Cuadro 16. Aplicaciones de agroquímicos realizados al cultivo de tomate en invernadero.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Número de aplicaciones
Bactirven	Naftenato de cobre	8

Cuperhidro	Hidróxido de cobre	13
Cupravit mix	Oxicloruro de cobre	1
Cuprafix	Sulfato de cobre	7
Captan	Captan	3
Promyl	Benomyl	3
Eco 720	Clorotalonil	13
Ridomil	Metalaxil	5
Flonex	Mancozeb	8
Amistar	Azoxistrobin	2
Sultron	Azufre elemental	3
Talstar	Bifentrina	12
Confidor	Imidacloprid	2
Thionex	Endosulfan	3
Plenum	Pymetrozine	2
Decis	Deltametrina	2
Canela	Extracto de canela	3

Fuente: Bitácora del invernadero durante el ciclo de cultivo tomate var. Charleston

Variables a Evaluar.

Fecha de Muestreo

La toma de los datos inició el día siete de noviembre del año 2004 y terminó el día 14/05/2005 dando un total de 14 muestreos que fueron tomados cada 15 días.

Los datos tomados de la fecha 1 a la 14 correspondieron a tratamientos 1,2 y 3. El testigo solo se muestreó en la fecha 15, que correspondió al cultivo desarrollado en suelo.

Se muestrearon 5 plantas por tratamiento y cinco folíolos por planta. En cada folíolo tomado al azar se observaba la presencia o ausencia de daño y el área dañada.

Escala de Evaluación.

Para determinar la incidencia y severidad de la enfermedad se tomó en cuenta una escala arbitraria (Cuadro 17).

Cuadro 17. Escala para determinar la severidad de las enfermedades.

Escala de evaluación.	
Porcentajes (%)	Escala
0	1 (Planta Sana)
1 – 25	2
26 – 50	3
51 – 75	4
76 - 100	5

Rendimiento.

El Peso de frutos por planta se determinó, pesando frutos con madurez fisiológica (Color rojo) por planta y tratamiento, posteriormente se realizó la suma del peso del fruto en el total de los cortes por tratamiento.

Para su análisis se utilizó el paquete SPSS versión 10. y UANL

Identificación de Patógenos.

Los hongos se sembraron en medio de cultivo estándar, se incubaron y se realizaron preparaciones semipermanentes para su identificación de acuerdo a las claves de Barnett and Hunter (1998).

Con lo que respecta a Bacterias se procedió como lo indica la Guía de para identificación de Bacterias de Schaad and Jones (1980).

Las enfermedades ocasionadas por virus se identificaron por observación directa y se corroboraron en el laboratorio por medio de la técnica que se describe en el manual Diagnóstico de virus mediante inclusiones Virales de Cárdenas (1999).

La identificación de insectos se realizó de forma directa y apoyado con el libro de Borrer (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el desarrollo del cultivo de tomate Variedad Charleston se colectaron folíolos con diferentes síntomas de enfermedades, que se identificaron en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la UAAAN; los resultados se muestran en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Enfermedades que se presentaron durante el desarrollo del cultivo de tomate variedad Charlestón cultivado en invernadero.

SIMBIOLOGIA	DESCRIPCION
A ₁	Virus del mosaico del Tabaco (VMT)
A ₂	Virus del mosaico del Pepino (VPM)
B	Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)
C	Tizón Temprano (<i>Alternaria solani</i>)
D	Fusariosis <i>Fusarium oxysporum</i>
E	Mancha Bacteriana <i>Xanthomonas campestris</i>

F	Fitoplasmas
G	Genicilla Polvorienta <i>Oidiopsis</i> sp
H	<i>Cercospora</i> sp
I	<i>Cladosporium</i> sp
J	<i>Septoría</i> sp

A1 = Virus del Mosaico del Tabaco (MTV)

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco en plantas de tomate de la variedad Charleston establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no para tratamientos. (Cuadro 19).

Cuadro 19. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MTV) en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F
TRATA	2	.270	.135	2.735

				NS
FECHA	14	26.982	1.927	39.022 **
TRATA * FECHA	28	5.696	.203	4.119
Error	174	8.594	4.939E-02	
Total	218	41.627		

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C.V = 10.77 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MTV) en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, que muestra que: la fecha 15 (correspondiente al muestreo de plantas de tomate en suelo) presentó la mayor severidad de daño con 2.747, seguida por la fecha 8 con severidad de 2.40; mientras que las fechas con menos severidad de daño fueron la 11 con 1.053 y la 5 con 1.64. (Cuadro 20 y Figura 1)

Cuadro 20. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MTV) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
15	2.747	A*

8	2.480	B
12	2.160	C
2	2.147	CD
3	2.120	CDE
1	2.120	DCE
13	2.117	CDE
10	2.107	CDE
9	2.093	CDE
7	2.080	CDE
14	2.077	CDE
6	2.000	DE
4	1.983	E
5	1.640	F
11	1.053	G

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.1591.

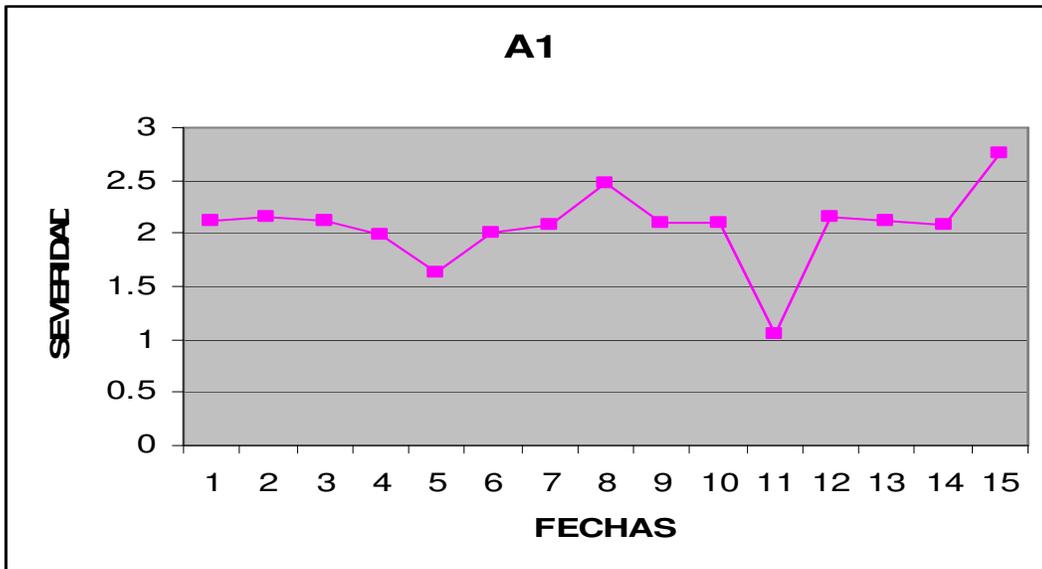


Figura 1. Severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MVT) correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero

La severidad del Virus del Mosaico del Tabaco en la fecha 8, se debió a que el plástico del invernadero sufrió daños mecánicos por el viento y ello permitió el arribo de insectos vectores del virus como mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*). Esto coincide con Galindo y Cepeda (2004) quienes dicen que el principal medio de infección del virus es por medio de insectos.

A2 = Virus del Mosaico del Pepino (MPV)

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Pepino en plantas de tomate de la variedad Charlestón establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para las fechas de muestreo pero no para tratamientos. (Cuadro 21).

Cuadro 21. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Pepino (MPV) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F
TRATA	2	.205	.103	1.671 NS
FECHA	14	6.507	.465	7.558 **
TRATA * FECHA	28	1.784	6.373E-02	1.036
Error	174	10.700	6.149E-02	
Total	218	19.186		

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C.V. = 22.18 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Pepino en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, que muestra que: la fecha 5 presentó la mayor severidad de daño con 1.56, seguida por la fecha 4 con severidad de 1.50; mientras que las fechas con bajos valores de severidad de daño fueron la 7 con 1.00 y la 8 con 1.00. (Cuadro 22 y Figura 2)

Cuadro 22. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Pepino (MVP) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
5	1.5600	A*
4	1.5000	A
15	1.2130	B
3	1.1870	BD
11	1.1130	BCD
2	1.1070	BDC
1	1.0800	BCD
14	1.0130	CD
9	1.0000	D
10	1.0000	D

6	1.0000	D
12	1.0000	D
13	1.0000	D
7	1.0000	D
8	1.0000	D

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.1775

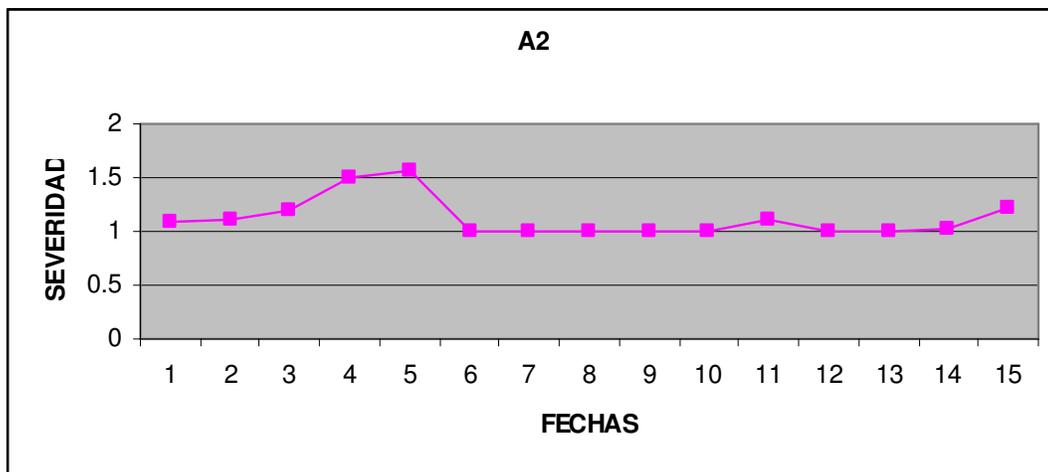


Figura 2. Severidad del daño causado por el Virus del Mosaico del Tabaco (MPV) correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Lo reportado por virus podemos decir que:

Los resultados obtenidos para severidad de las enfermedades virales del (MTV y MPV) son difíciles de explicar, ya que una planta

atacada, tiende a avanzar en síntomas de manera gradual, al respecto Agrios (1996), indica que la mayoría de los síntomas ocasionados por virus se asemejan a los ocasionados por mutaciones, deficiencia o toxicidad de nutrientes; la prueba mas definitiva de la presencia de un virus en una planta la proporciona su purificación, observación en el microscopio electrónico y con más frecuencia mediante pruebas como Elisa y PCR. Por lo que es probable que el diagnostico realizado en el laboratorio mediante inclusiones virales no haya sido eficientemente confiable y los síntomas observados correspondieran a deficiencias nutrimentales.

B = Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Tizón Tardío en plantas de tomate de la variedad Charlestón establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no así para los tratamientos (Cuadro 23).

Cuadro 23. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F
TRATA	2	5.268E-02	2.634E-02	1.235 NS
FECHA	14	19.092	1.364	63.925 **
TRATA * FECHA	28	.971	3.468E-02	1.626
Error	174	3.712	2.133E-02	
Total	218	24.243		

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 14.60 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Tizón Tardío en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, que muestra que: la fecha 13 presentó la mayor severidad de daño, 2.03; mientras que la fecha con menos severidad de daño fue la 9 con 1.00 (Cuadro 24 y Figura 3).

Cuadro 24. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
13	2.0300	A*
12	1.8000	B
14	1.2100	C
4	1.1500	CD
11	1.0900	DE
5	1.0700	DE
8	1.0500	DE
10	1.0500	DE
2	1.0300	E
6	1.0300	E
7	1.0300	E
15	1.0300	E
3	1.0000	E
1	1.0000	E
9	1.0000	E

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.1045

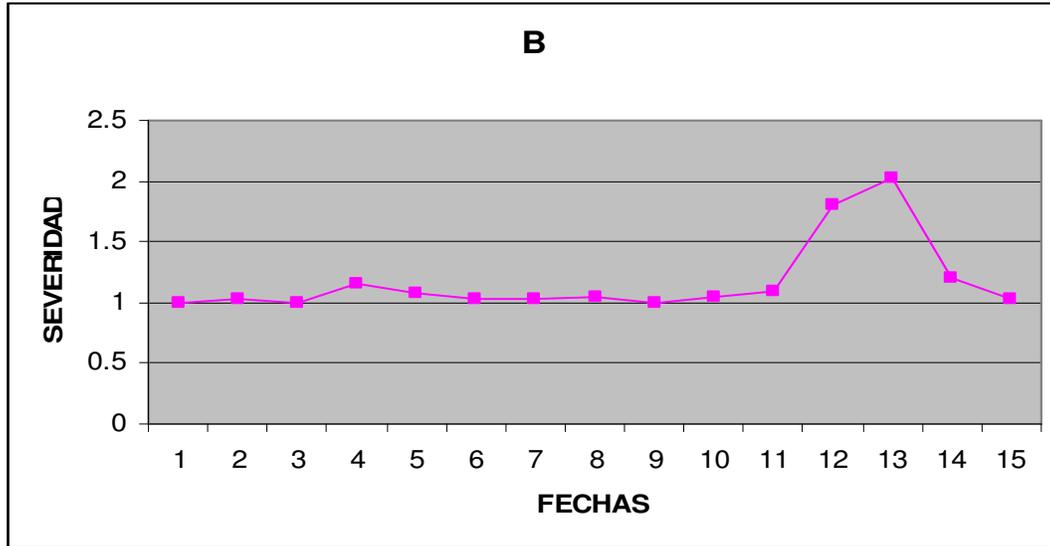


Figura 3. Severidad del daño causado por el Tizón Tardío correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestone en invernadero.

Una buena fertilización mineral, permite el escape a las enfermedades al inducir tejidos fuertes y vigorosos que dificultan la penetración de patógenos, como lo menciona Huber (1980) mientras que García (1981) indica que el ataque de *Phytophthora infestans* en plantas con altos niveles de nitrógeno podría en un tiempo muy corto ser desastroso.

Al respecto la utilización de productos con una alta concentración de fósforo y potasio, ejercen la doble función:

1). Abono foliar, al aportar potasio y fósforo rápidamente asimilable

2). Fungicida a través del ión fosfonato. Quien tiene acción sistémica (basipétala y acropétala), induciendo además que la planta produzca sustancias de defensa naturales (fitoalexinas y

compuestos fenólicos) como prevención frente al ataque de patógenos. Es efectivo sobre hongos Oomicetos tales como *Phytophthora infestans*. Atlántica (2).

C = Tizón Temprano (*Alternaria solani*).

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Tizón Temprano en plantas de tomate de la variedad Charlestón establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no para tratamientos (Cuadro 25)

Cuadro 25. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Tizón Temprano (*Alternaria solani*) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F
TRATA	2	5.184E-03	2.592E-03	1.054 NS
FECHA	14	.156	1.115E-02	4.534 **
TRATA * FECHA	28	2.523E-02	9.010E-04	.366
Error	174	.428	2.460E-03	
Total	218	.614		

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 4.90 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Tizón Temprano (*Alternaria solani*) en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, que muestra que: la fecha 4 presentó la mayor severidad de daño con 1.0830; mientras que la fecha con mas bajo valor de severidad de daño fue la 15 con 1.0 (Cuadro 26 y Figura 4)

Cuadro 26. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por el Tizón Temprano (*Alternaria solani*) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
4	1.0830	A*
5	1.0800	A
14	1.0170	B
1	1.0000	B
2	1.0000	B
6	1.0000	B
7	1.0000	B

8	1.0000	B
9	1.0000	B
10	1.0000	B
11	1.0000	B
12	1.0000	B
13	1.0000	B
3	1.0000	B
15	1.0000	B

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.0355

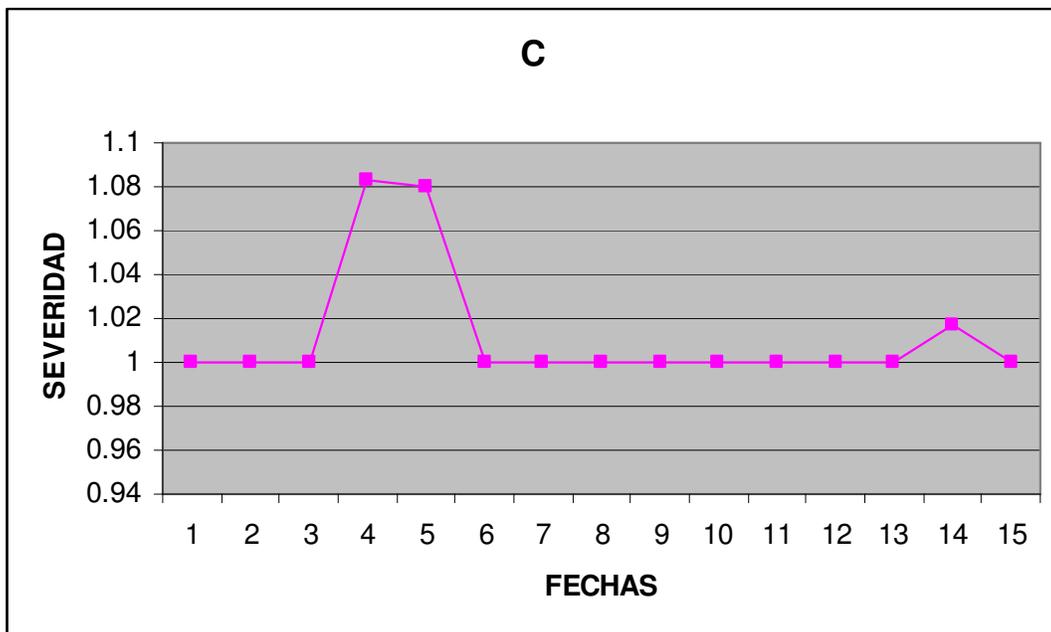


Figura 4. Severidad del daño causado por el Tizón Temprano (*Alternaria solani*) correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Cepeda (2004) reporta que una vez que se detecta la enfermedad se deberá tener un monitoreo y realizar aplicaciones constantes.

Agrios (1996), dice que la falta del Nitrógeno aumenta la susceptibilidad a la marchitez por tizón temprano y la aplicación excesiva del elemento causa mayor daño. Esto coincide con lo reportado por García (1998), Quien dice que el tiempo de aplicación del fertilizante nitrogenado tiene un marcado efecto sobre la expresión de la enfermedad.

D = Fusariosis (*Fusarium oxysporum*).

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Fusariosis en plantas de tomate de la variedad Charlestón establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no para tratamientos (Cuadro 27).

Cuadro 27. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Fusariosis *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F	
TRATA	2	1.054E-03	5.269E-04	.256	NS
FECHA	14	.179	1.279E-02	6.217	**
TRATA * FECHA	28	3.175E-02	1.134E-03	.551	
Error	174	.358	2.057E-03		
Total	218	.569			

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 4.5 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Fusariosis en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, muestra que la fecha 5 presentó la mayor severidad de daño con 1.107; mientras que la fecha con mas bajo valor de severidad de daño fue la 15 con 1.00 (Cuadro 28 y Figura 5)

Cuadro 28. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por

Fusariosis *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
5	1.1070	A*
11	1.0430	B
4	1.0330	B
1	1.0000	C
2	1.0000	C
6	1.0000	C
7	1.0000	C
8	1.0000	C
9	1.0000	C
10	1.0000	C
3	1.0000	C
12	1.0000	C
13	1.0000	C
14	1.0000	C
15	1.0000	C

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.0325

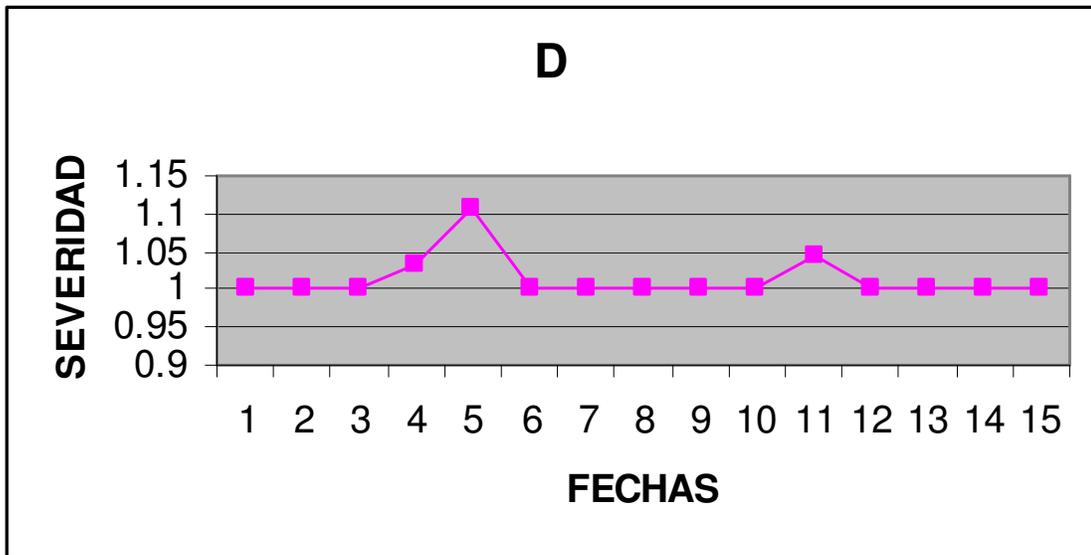


Figura 5. Severidad del daño causado por *Fusarium oxysporum*. Correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Agrios (1996) reporta que la disponibilidad del nitrógeno también aumenta la susceptibilidad del tomate a la marchitez por *Fusarium*.

Graham citado por Woolhouse (1983) dice que respuesta del potasio se refleja en el incremento en el rendimiento y una reducción de la infección del marchitamiento causado por un grupo de patógenos en el que destaca Fusariosis.

E = Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*).

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Mancha Bacteriana en plantas de tomate de la variedad Charleston establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero así también para los tratamientos (Cuadro 29).

Cuadro 29. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F	
TRATA	2	9.669E-03	4.834E-03	2.629	**
FECHA	14	.113	8.078E-03	4.392	**
TRATA * FECHA	28	8.850E-02	3.161E-03	1.719	
Error	174	.320	1.839E-03		
Total	218	.548			

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 4.3 %

Cuadro 30. Comparación de medias (DMS) correspondiente a los tratamientos para Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Tratamientos	Valores	Simbología
3	1.096	A*
2	1.072	AB
1	1.040	B

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$).

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Mancha Bacteriana en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, que muestra que la fecha 14 presentó la mayor severidad de daño, 1.100; mientras que la fecha con mas bajo valor de severidad de daño fue la 15 con 1.00 (Cuadro 31 y Figura 6)

Cuadro 31. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
14	1.1000	A*
12	1.0100	B
3	1.0000	B
4	1.0000	B
5	1.0000	B
6	1.0000	B

7	1.0000	B
8	1.0000	B
9	1.0000	B
10	1.0000	B
11	1.0000	B
1	1.0000	B
13	1.0000	B
2	1.0000	B
15	1.0000	B

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.0307.

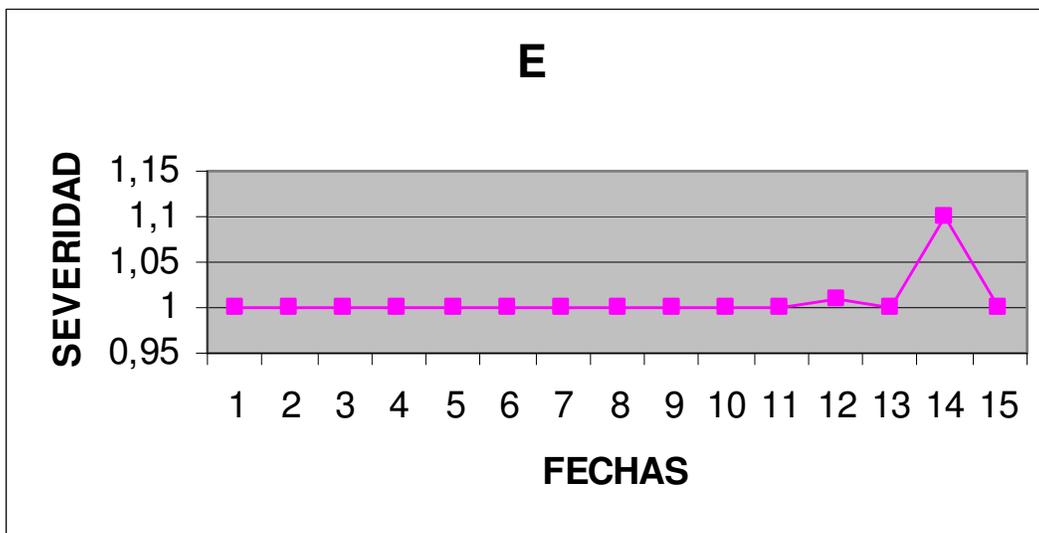


Figura 6. Severidad del daño causado por Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*) correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Los resultados obtenidos para severidad de la enfermedad causada por la Mancha Bacteriana corresponden a la buenas prácticas agronómicas que se tenían en el lugar ya que como lo reporta Agrios (1996) indicando que las enfermedades Bacterianas son muy difíciles de controlar, con frecuencia se requiere de una combinación de varios métodos de control para combatir en las que destacan; las medidas sanitarias que permiten reducir el inóculo por medio de podas severas y aislamiento de plantas dañadas, así también el uso de productos químicos ha sido el más eficiente pues permite crear una capa protectora al cultivo.

F = Fitoplasmas

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Fitoplasmas en plantas de tomate de la variedad Charlestone establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no para tratamientos. Mientras que la fecha 5 presentó la mayor severidad de daño (Cuadro 32).

Cuadro 32. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Fitoplasmas en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F	
TRATA	2	4.878E-03	2.439E-03	1.572	NS
FECHA	14	2.835E-02	2.025E-03	1.805	**
TRATA * FECHA	28	5.673E-02	2.026E-03	1.306	
Error	174	.270	1.552E-03		
Total	218	.358			

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 3.9 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Fitoplasmas en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, la que muestra que la fecha 4 presentó la mayor severidad de daño, 1.05; mientras que la fecha con mas bajo valor de severidad de daño fue la 15 con 1.00 (Cuadro 33 y Figura 7).

Cuadro 33. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por

Fitoplasmas en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
4	1.0500	A*
2	1.0000	B
3	1.0000	B
1	1.0000	B
5	1.0000	B
6	1.0000	B
7	1.0000	B
8	1.0000	B
9	1.0000	B
10	1.0000	B
11	1.0000	B
12	1.0000	B
13	1.0000	B
14	1.0000	B
15	1.0000	B

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.0282

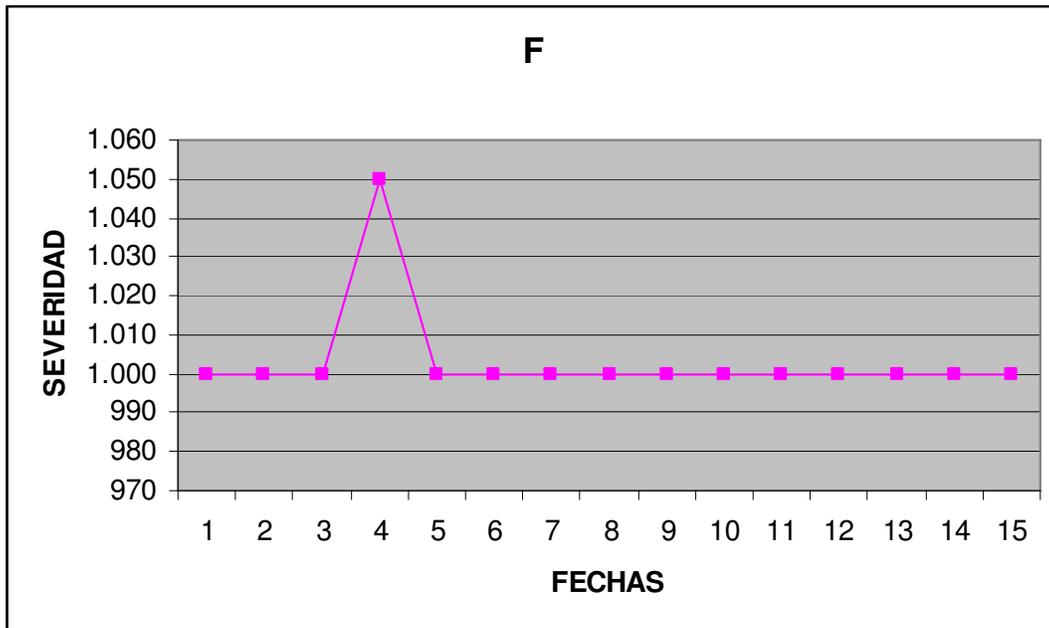


Figura 7. Severidad del daño causado por Fitoplasmas correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Delgadillo (1999) indica que los síntomas de la enfermedad pueden ser provocados por insectos vectores como son chicharritas y también el psilido de la papa.

G = Cenicilla Polvorienta (*Oidiopsis* sp).

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Cenicilla Polvorienta en plantas de tomate de la variedad Charlestón establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no para tratamientos (Cuadro 34)

Cuadro 34. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por Cenicilla Polvorienta (*Oidiopsis* sp) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F	
TRATA	2	5.963E-03	2.982E-03	.592	NS
FECHA	14	.810	5.785E-02	11.491	**
TRATA * FECHA	28	.281	1.003E-02	1.992	
Error	174	.876	5.034E-03		
Total	218	1.973			

C.V. = 7.09 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Cenicilla Polvorienta en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, que muestra que la fecha 1 presentó la mayor severidad de daño, 1.230;

mientras que la fecha con menos severidad de daño fue la 15 con 1.00 (Cuadro 35 y Figura 8)

Cuadro 35. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por Cenicilla Polvorienta (*Oidiopsis* sp) en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
1	1.2300	A*
2	1.0900	B
4	1.0700	B
3	1.0500	BC
5	1.0000	C
6	1.0000	C
7	1.0000	C
8	1.0000	C
9	1.0000	C
10	1.0000	C
11	1.0000	C
12	1.0000	C
13	1.0000	C
14	1.0000	C
15	1.0000	C

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.0508

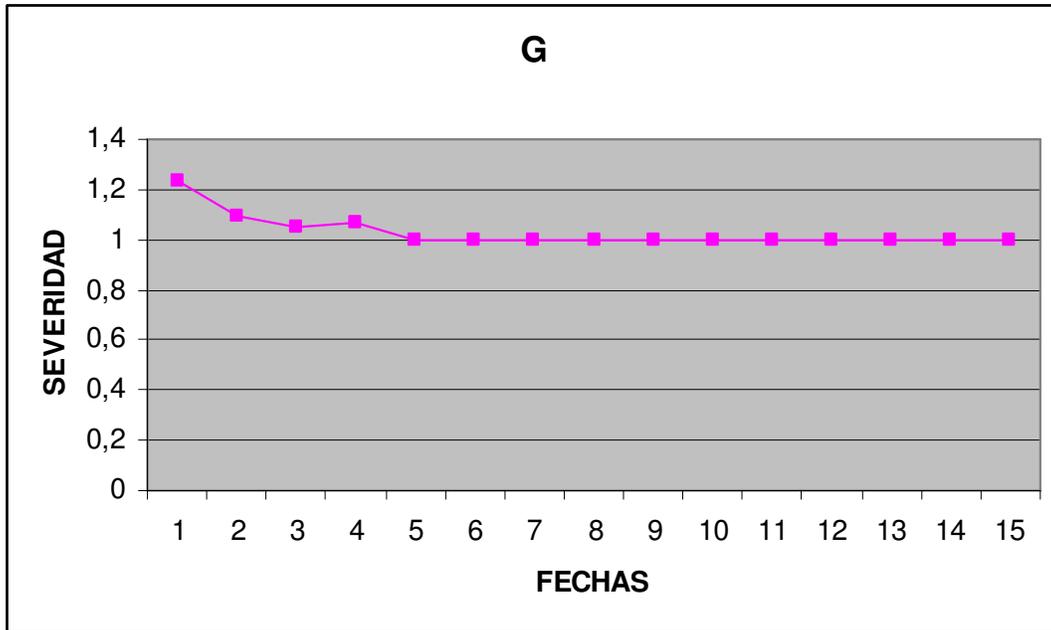


Figura 8. Severidad del daño causado por *Cenicilla Polvorienta* (*Oidiopsis* sp). correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero

H = *Cercospora* sp.

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por *Cercospora* en plantas de tomate de la variedad Charlestón establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no para tratamientos.

Cuadro 36. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por *Cercospora* sp en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G. L.	S. C	C. M.	F
TRATA	2	.114	5.721E-02	1.037 NS
FECHA	14	1.787	.128	7.504 **
TRATA * FECHA	28	.583	2.082E-02	1.224
Error	174	2.960	1.701E-02	
Total	218	5.449		

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 13.05 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por

Cercospora en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, la que muestra que la fecha 6 presentó la mayor severidad de daño con valor de 1.267; mientras que la fecha menos severidad de daño fue la 13 con 1.00 (Cuadro 37 y Figura 8).

Cuadro 37. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por *Cercospora* sp en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
6	1.267	A*
12	1.227	A
7	1.213	A
8	1.107	B
10	1.080	BC
9	1.053	BC
15	1.053	BC
13	1.040	BC
4	1.000	C
5	1.000	C
11	1.000	C
1	1.000	C
2	1.000	C
14	1.000	C
13	1.000	C

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.0933

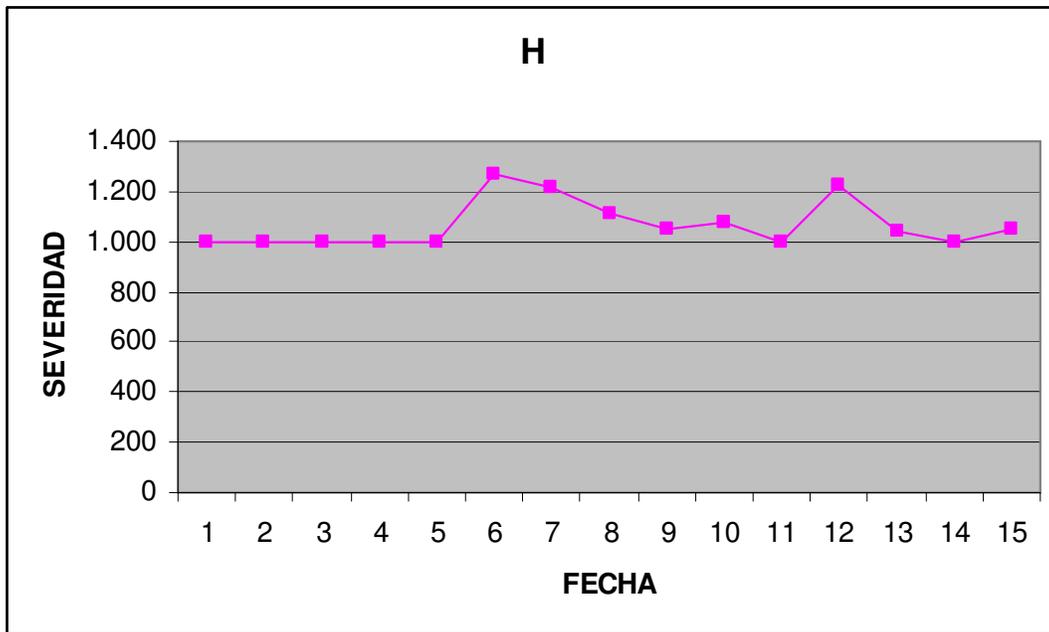


Figura 9. Severidad del daño causado por *Cercospora* sp correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero

Resh (2001), dice que las prácticas de cultivo son las muy eficientes para el control de la enfermedad.

I = *Cladosporium* sp

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por *Cladosporium* Polvorienta en plantas de tomate de la variedad Charleston establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo y para tratamientos (Cuadro 38).

Cuadro 38. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por *Cladosporium* sp en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F	
TRATA	2	.187	9.349E-02	4.054	**
FECHA	14	14.054	1.004	43.537	**
TRATA * FECHA	28	2.209	7.888E-02	3.421	
Error	174	4.012	2.306E-02		
Total	218	20.497			

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 15.18 %

Cuadro 39. Comparación de medias (DMS) correspondiente a los tratamientos para *Cladosporium* sp en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Tratamientos	Valores	Simbología
3	1.208	A*
2	1.166	AB
1	1.137	B

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$).

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por *Cladosporium* en plantas de tomate de la variedad Charleston desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, que muestra que: la fecha 9 presentó la mayor severidad de daño con valor de 1.77; mientras que la fecha con menos severidad de daño fue la 15 con 1.00 (Cuadro 40 y Figura 8).

Cuadro 40. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por *Cladosporium* sp en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
9	1.773	A*
8	1.6000	B
7	1.4670	C
6	1.3200	D
10	1.3200	D
13	1.0430	E
11	1.0170	E
12	1.0130	E
4	1.0000	E
5	1.0000	E
1	1.0000	E
2	1.0000	E
3	1.0000	E
14	1.0000	E
15	1.0000	E

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.1087

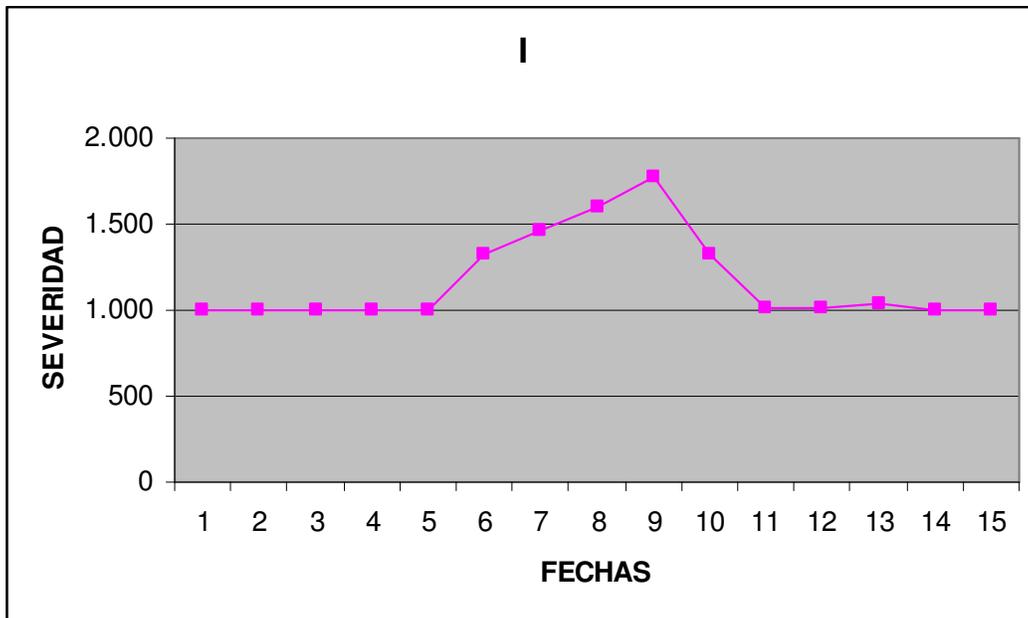


Figura 10. Severidad del daño causado por *Cladosporium* sp correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charleston en invernadero

Blancard (1995), dice que el ataque de la enfermedad es más común en lugares cerrados porque se crea el clima idóneo para su desarrollo.

J = Tizón *Septoria* sp.

El Análisis de Varianza para severidad del daño causado por *Septoria* en plantas de tomate de la variedad Charleston establecidas en el invernadero mostró diferencia altamente significativa para fechas de muestreo pero no para tratamientos (Cuadro 41)

Cuadro 41. Análisis de Varianza para severidad del daño causado por *Septoria* sp en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

	G.L.	S.C	C.M.	F	
TRATA	2	.104	5.184E-02	1.751	NS
FECHA	14	39.969	2.855	96.421	**
TRATA * FECHA	28	1.411	5.040E-02	1.702	
Error	174	5.152	2.961E-02		
Total	218	46.639			

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

C. V. = 17.20 %

En cuanto a la comparación de medias correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por *Septoria* en plantas de tomate de la variedad Charlestón desarrolladas en invernadero, se utilizó la prueba de DMS, la que muestra que la fecha 15 presentó la mayor severidad de daño con valor de 2.56; mientras que: la fecha con menos severidad de daño fue la 5 con 1.00 (Cuadro 43 y Figura 8)

Cuadro 42. Comparación de medias (DMS) correspondientes a fechas de muestreo para severidad del daño causado por *Septoria* sp en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Fecha	Media	Simbología
15	2.560	A*
14	1.8400	B
12	1.2500	C
13	1.1000	D
11	1.0300	D
6	1.0000	D
7	1.0000	D
8	1.0000	D
9	1.0000	D
10	1.0000	D
1	1.0000	D
2	1.0000	D

3	1.0000	D
4	1.0000	D
5	1.000	D

* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba DMS ($P < 0.05$). DMS = 0.1232

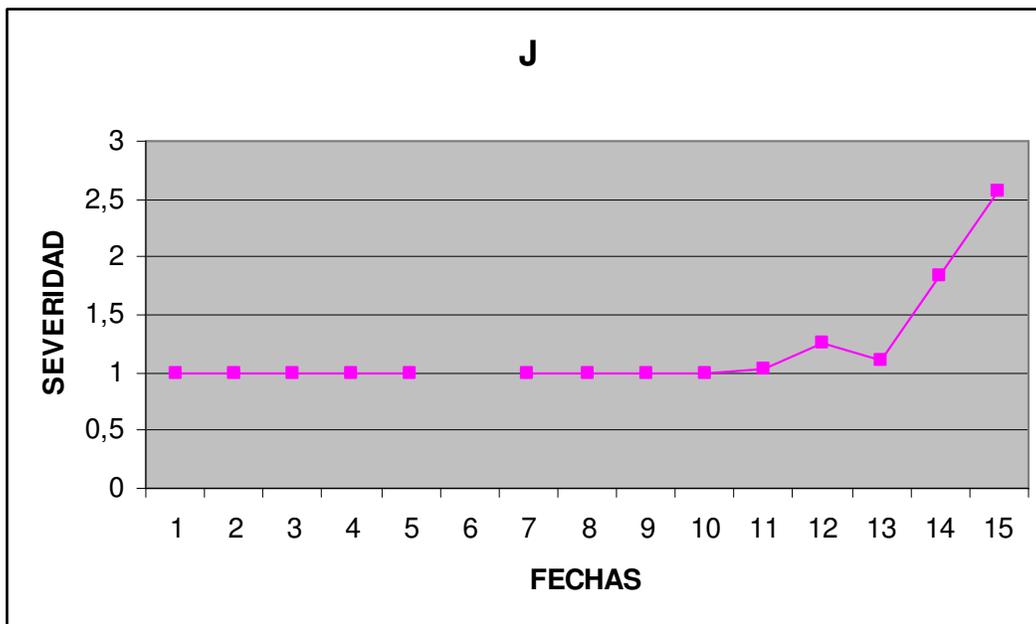


Figura 11. Severidad del daño causado por *Septoria* sp correspondiente a las fechas de muestreo en plantas de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Blancard (1995) reporta que *Septoria* es un problema que aun no se conoce bien, pues este a diferencia de *Alternaria* o *Phytophthora* no daña al fruto pero si al área foliar.

Resh (2001) reporta que una fertilización correcta y equilibrada es la base para un buen desarrollo de las plantas, sanas y resistentes a los patógenos que pueden atacarla.

Para las enfermedades Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*) y (*Cladosporium* sp), el ANVA mostró diferencias efectos significativas entre tratamientos y la prueba de medias DMS, indicó que el T3 =75 % Turba y 25 % Perlita, presento el valor mas alto de severidad de las enfermedades esto debido a que los niveles de humedad fueron más altos que en el resto de los tratamientos que favoreció el desarrollo de las enfermedades, así como lo reporta Cepeda (2004), quien dice que el ciclo de una enfermedad es más rápida en lugares protegidos (Invernaderos) por los altos niveles de humedad y temperatura.

Las enfermedades que presentaron mayor severidad durante el ciclo de cultivo de tomate var. Charleston fueron: Virus del Mosaico del Tabaco con 2.74, correspondiente a la fecha 15 (plantas establecidas en suelo), *Septoria* con 2.56 en la fecha 15

(plantas establecidas en suelo) y Tizón Tardío con 2.03 en la fecha 13. Es decir los máximos valores de severidad encontrados fueron para suelo; al respecto Jiménez (2005) indica que los sustatos son materiales libres de agentes causantes de enfermedades.

Para el resto de las enfermedades que se generaron los valores de severidad fueron bajos entre 1 y 2 que corresponden en la escala propuesta a un rango de 0 -25 % como se muestra en el (Cuadro 45 y Figura 12)

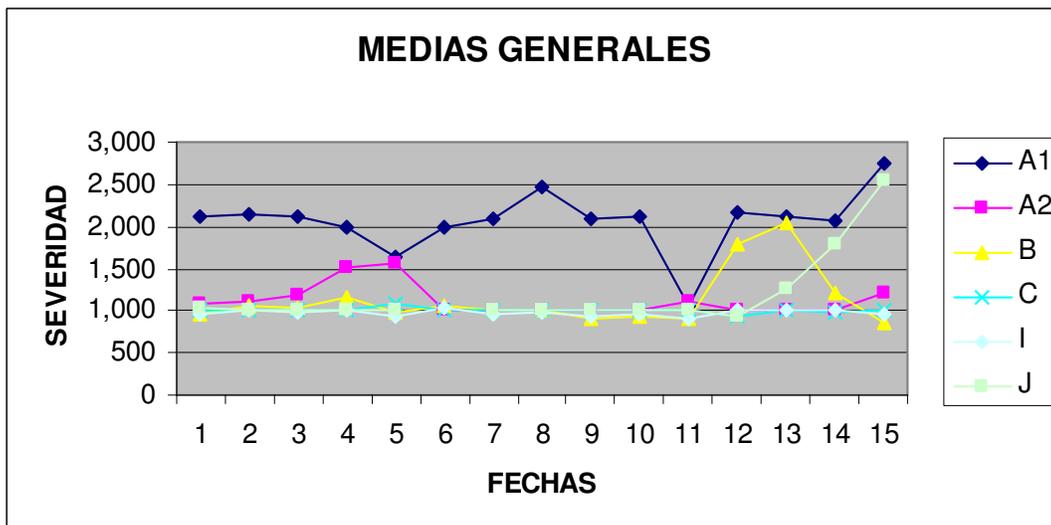


Figura 12. Severidad de las enfermedades presentes en las 15 fechas de muestreo en el cultivo de tomate de la variedad Charlestón en invernadero.

Cuadro 43. Severidad de las enfermedades presentadas en el cultivo de tomate de la variedad Charleston en invernadero.

DESCRIPCION	Severidad %	
	Máxima	Mínima
Virus del mosaico del Tabaco (VMT)	2.747	1.053
Virus del mosaico del Pepino (VPM)	1.56	1.00
Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	2.03	1.00
Tizón Temprano (<i>Alternaria solani</i>)	1.083	1.00
Fusariosis (<i>Fusarium oxysporum</i>)	1.107	1.00
Mancha Bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>)	1.100	1.00
Fitoplasmas	1.05	1.00
Cenicilla Polvorienta (<i>Oidiopsis</i> sp)	1.23	1.00
<i>Cercospora</i> sp	1.267	1.00
<i>Cladosporium</i> sp	1.773	1.00
<i>Septoria</i> sp	2.560	1.00

Lo que respecta a rendimiento, Jerónimo (2005) de la Universidad de Nuevo León reportó lo siguiente:

Al efectuar el análisis de varianza para el rendimiento total (g) por planta se detectaron diferencias altamente significativas entre los efectos medios de los tratamientos. Por lo tanto se procedió a realizar la comparación múltiple de medias (Cuadro 43).

Cuadro 44. Análisis de varianza para la comparación de tres sustratos en cuanto al rendimiento total (g) por planta de tomate, considerando el rendimiento en varios cortes.

	GL	S. C	C. M.	F
Trata	2	10508506.67	5254253.333	10.881* *
Error	27	13038390.00	482903.333	
Total	29	23546896.67		

NS = No significativo

** = Altamente Significativo

La comparación de medias mostró que el tratamiento 2: 75% - 25% perlita – turba, (Cuadro 44), tuvo los mayores rendimientos (5209 g) y exhibió diferencia significativa respecto a los demás, y entre los promedios de los Tratamientos 1 (3809 g) y el Tratamiento 3 (4183 g) no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 44. Comparación de medias de rendimiento de tomate (g) en tres sustratos.

Trata	Medias	Error	Intervalo de confianza 95%
-------	--------	-------	----------------------------

	(g)	Estándar	Límite inferior	Límite superior
1	3809.00	219.751	3358.109	4259.891
2	b	219.751	4758.109	5659.891
3	5209.00	219.751	3732.109	4633.891
	a			
	4183.00			
	b			

a, b, letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos ($p = 0.05$).

Los rendimientos por planta fueron relativamente bajos con respecto a lo que se espera en la producción de tomate en invernadero bajo las condiciones en que se estableció el experimento (Pardosi citado por Jerónimo, 2006).

Estos efectos y bajos rendimientos se debieron a la excesiva salinidad del agua de riego (1.4 ds/m) con la que fueron preparadas las soluciones nutritivas en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo. La alta salinidad de la solución preparada se evidenció cuando se tomó la conductividad eléctrica del agua de drenaje, en donde se llegaron a presentar conductividades hasta del orden de 10 a 14 ds/m.

CONCLUSIONES.

- Se presentaron 11 enfermedades durante el desarrollo del Tomate var. Charleston en invernadero.
- Para las enfermedades Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*) y (*Cladosporium* sp), el ANVA mostró diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de medias DMS, indicó que el T3 =75 % Turba y 25 % Perlita, presentó el valor mas alto de severidad de las enfermedades, esto debido a que los niveles de humedad que fueron más altos que en el resto de los tratamientos lo que favoreció el desarrollo de las enfermedades
- Las enfermedades que mostraron mayor severidad de daño durante el desarrollo del tomate fueron: Virus del Mosaico del Tabaco con 2.74, correspondiente a la fecha 15 (plantas establecidas en suelo), Septoria con 2.56 en la fecha 15 (plantas establecidas en suelo) y Tizón Tardío con 2.03 en la fecha 13.
- Las enfermedades con menos severidad fueron: Fitoplasmas con valor de 1.05, Cenicilla Polvorienta (*Oidiopsis* sp) con valor de 1.100 y Tizón Temprano (*Alternaria solani*) con valor de 1.083.

- La severidad de las enfermedades son relativamente bajas debido a un buen control que se tuvo de las mismas.
- El rendimiento mas alto lo presentó e T2 = 25 % Turba y 75 % Perlita, con un promedio de (5209 g).

RESUMEN.

En México el tomate es la segunda especie hortícola más importante por superficie sembrada, se encuentra en los mercados durante todo el año; su fruto se consume tanto fresco como procesado y es una fuente rica de vitaminas. A pesar de cultivarse en 27 Estados de México, solo cinco concentran en promedio el 74.2% de la producción, destacándose Sinaloa como el principal productor, seguido de Baja California, San Luís Potosí, Jalisco y Nayarit. Es uno de los cultivos de mayor valor económico e importancia social por la cantidad de mano de obra que demanda. Actualmente se cuenta con cultivares de tomate altamente rendidores, por lo que es la especie que más se cultiva en invernadero y con sistemas hidropónicos en el mundo (SAGARPA, 2002).

Con la finalidad de evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades del tomate var. Charleston creciendo en sustratos hidropónicos y suelo bajo invernadero, se estableció el presente trabajo en el invernadero del campo experimental de la ex - hacienda “El Canadá” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con 3 tratamientos T1 = 50% Turba y 50% Perlita, T2 = 25% Turba y 75% Perlita, T3 = 75% Turba y 25% Perlita, que correspondieron a los sustratos hidropónicos y T4 = Testigo (Siembra en Suelo). Las hojas que presentaron daños en los folíolos se colectaron y procesaron en los laboratorios de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, para su identificación.

La severidad de las enfermedades se evaluaron en 14 fechas, a partir del 07/ Noviembre/2004, para ello se tomaron 5 plantas por tratamiento y 5 folíolos por planta. Tomando una escala arbitraria con valores de 1-5 donde: 1 correspondió al valor de 0% de severidad (Planta Sana). El 2 al valor 1-25% de severidad, el número 3 de 26 -50 %, el número 4 de 51-75 % de severidad y el número 5 de 76 -100 % de severidad.

El rendimiento se evaluó cuando los tomates alcanzaron su madurez fisiológica (rojos).

Para las enfermedades Mancha Bacteriana (*Xanthomonas campestris*) y (*Cladosporium* sp), el ANVA mostró diferencias significativas entre tratamientos y la prueba de medias DMS, indicó que el T3 =75 % Turba y 25 % Perlita, presentó el valor más alto de severidad de las enfermedades esto debido a que los niveles de

humedad fueron más altos que en el resto de los tratamientos lo que favoreció el desarrollo de las enfermedades.

Las enfermedades que presentaron mayor severidad durante el ciclo de cultivo tomate var. Charleston fueron: Virus del Mosaico del Tabaco con 2.74, correspondiente a la fecha 15 (plantas establecidas en suelo), *Septoria* con 2.56 en la fecha 15 (plantas establecidas en suelo) y Tizón Tardío con 2.03 en la fecha 13.

Las enfermedades con menos severidad fueron: Fitoplasmas con valor de 1.05, Cenicilla Polvorienta (*Oidiopsis* sp) con valor de 1.100, Tizón Temprano (*Alternaria solani*) con valor de 1.083.

En general la severidad de las enfermedades fueron bajas debido al buen control que se tubo de las mismas.

El rendimiento mas alto lo presentó e T2 = 25 % Turba y 75 % Perlita, con un promedio de (5209 g).

LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. Quinta reimpresión de la segunda edición. Editorial Limusa. México. 838 p.
- Anderlini, R. 1979. El cultivo del tomate. 3^a Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 419 p.
- Bazan, de S. C. 1975. Enfermedades de cultivos Frutícolas y Hortícolas Editorial Jurídica. S. A. Impreso en Perú.
- Bautista, M. y Alvarado, L. J. 2005. Producción de Jitomate en Invernadero. Ed. Colegio de Postgraduados. México.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero 1^{er} Simposio Nacional; técnicas modernas de producción de tomate, papa y otras solanáceas. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. México.
- Barnett, H. L. and Hunter. B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess. Publishing company 4^a Ed. 241p.
- Borror, D. J., DeLong, D. M. and Triplehorn, Ch. A. 1979. An introduction to the study of insect, Fifth edition. Saunders College Publishing. 827p.
- Cronquist. A. 1981. Introducción a la botánica. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. México.
- Cepeda, S. M. 2004. Problemas Parasitológicos de tomate ed. Trillas. México. 181 p.
- Cadahia, L. C. 2000. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi Prensa. 2 edición. España. 475 p.

- Cárdenas, S. E. 1999. Diagnostico de Virus Mediante Inclusiones Virales, Microscopia Electrónica y Rango de Hospedantes. Ed. Colegio de Posgraduados. Montecillo México. 147 p.
- Calderoni, A. V. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. S. A. Impreso en Perú.
- Delgadillo, F. S. 1999. Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al “permanente del jitomate” en Guanajuato. XXVI Congreso Nacional de Fitopatología. 320. p.
- DEAQ. 2004. Diccionario de especialidades agroquímicas. Ed. PLM. México.
- FAO. 2002. Estadísticas de producción de tomate www.fao.org
- García, G. M. 1998. Severidad del Tizón Tardío en relación con el contenido nutricional de la papa en Arteaga, Coahuila y galeana, N. L. Tesis de Licenciatura UAAAN. Buena vista Saltillo Coahuila; México. 99 p.
- Huber, D. M. 1980. The role of mineral nutrition in defense in “Plant diseases: An Avanced treatise” Vol. V, 318 – 406. Academic Press, New York.
- Jarrillo, A. M. 2003. Características morfológicas y aspectos biológicos del psílido del tomate *Bactericera cockerelli*. En los talleres de Paratrioza. Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero México.
- Jerónimo, A. H. 2006. Evaluación de tres sustratos para la producción de tomate en hidroponía (*Lycopersicon esculentum*, mill) bajo condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. UANL. Marin Nuevo Leon México.
- Kenneth, F. B. 1974. Annual Review of Phytoathology. Vol. 12. Annual reviews inc.

- Lamaire, F., A. Dartigues and L. M. Riviere. 1985. properties of substrate made with epent mushroom com-post. *Acta Horiticulturae*
- León G. H. M. y Arosemena D. M. 1980 El Cultivo del Tomate en el Valle de Culiacán para Consumo Fresco. INIA. Culiacán, Sinaloa, México.
- Narro, F. E. A. 1995. Nutrición y sustancias humicas en el cultivo de la Papa. UAAAN. 1995. memorias del VI congreso nacional de productores de papa IICA.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.
- Messiaen, C. M. Blancard, D. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Ediciones Mundi Prensa. 576 p.
- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatogenos. Primera edición U.A. Ch. Chapingo, México. 362 p.
- Roberts, D. A. y Boothroyd, C. W. 1978. Fundamentos de la Patología Vegetal. Editorial Acriba. Zaragoza, España. 392 p.
- Resh, H. M. 1982. Cultivos Hidroponicos 2ª Edición. Ediciones Mundi-prensa. España. 392 p.
- Resh, H. M. 2002. Cultivos Hidroponicos Nuevas Tecnicas de Producción 5ª Edición. Ediciones Mundi-prensa. España. 558 p.
- SAGARPA, 2002 Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Volumen 1. Centro de Estadísticas Agropecuarias. D. F. México.
- Schaad, N. W. C., Jones, J. B. and Chug. 1980. The American Phytopathological Society. Minnesota. 3 edition.
- Serrano. C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernadero. Edición. Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.

Sánchez Del C. F., 2001. Producción de hortalizas basada en doseles escaleriformes. Sexto symposium internacional de fertirriego. Morelia Michoacán.

Salisbury, F. B. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo editorial Iberoamerica. S. A de C. V. 759 p.

Vazquez, P. R 2004. Producción de tomate bola (Lycopersicon esculentum, Mill) bajo diferentes sustratos hidropónicos. Tesis de Licenciatura UAAAN. Buena vista Saltillo Coahuila; México. 81 p.

Woolhouse, H.W. 1983. Advances in Botanical Research. Vol. 10. academic press

Yañez, R. J. 2002. Nutrición y Regulación del Crecimiento en Hortalizas y Frutales ed. UAAAN.

Paginas We

(1) <http://www.odi.ucr.ac.cr/crisol/invernad.html>

(2) Atlântica Agrícola S. A de C. V.

http://www.anasac.cl/app/Catalogo/Frontend/producto.asp?cod_doc=702&volver=2