
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



EVALUACION DE 7 MEZCLAS DE SUSTRATOS DE
SEGUNDO AÑO PARA EL CULTIVO DEL
JITOMATE (*Lycopersicum esculentum*) EN INVERNADERO.

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O A G R O N O M O
P R E S E N T A N
J O S E C A B E Z A S V A L E N C I A
C A R L O S M A R T I N G O N Z A L E Z R O S A L E S
J O S E E D U A R D O I Ñ I G U E Z A G U I R R E
L A S A G U J A S , Z A P O P A N , J A L . F E B R E R O D E 1 9 9 6 .



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

IF095027/95
IF095027/95
IF095027/95

COMITE DE TITULACION CLAVE:

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
PRESENTE.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la División de Ciencias Agronómicas, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TRABAJO DE TITULACION, con el tema:

EVALUACION DE 7 MEZCLAS DE SUSTRATOS DE SEGUNDO AÑO PARA EL CULTIVO DEL
JITOMATE (Lycopersicon esculentum), EN INVERNADERO

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE TITULACION.
MODALIDAD: Colectiva.

NOMBRE DEL SOLICITANTE	CODIGO	GENERACION	ORIENTACION O CARRERA	FIRMA
JOSE CABEZAS VALENCIA	090647458	90-95	FITOTECNISTA	
CARLOS GONZALEZ ROSALES	087113515	90-95	FITOTECNISTA	
JOSE E. INIGUEZ AGUIRRE	084647209	90-95	FITOTECNISTA	

Fecha de Solicitud: 7 DE MARZO DE 1995

DICTAMEN

APROBADO (X) NO APROBADO ()

DIRECTOR: M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

ASESOR: M.C. JUAN FRANCISCO CASAS SALAS

ASESOR: ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ
DIRECTOR

M.C. JUAN FRANCISCO CASAS SALAS
ASESOR

ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO
ASESOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
Vo. Bn. Pdte. del Comité.

FECHA: 23 de Enero 1996.

DEDICATORIAS

- A MIS PADRES:** Federico Cabezas G.
Carmen Valencia G.
Con profundo agradecimiento por los esfuerzos realizados para mi formación, sus estímulos y apoyo moral permanente.
- HERMANOS:** Con mucho cariño por el gran apoyo que siempre me brindaron.
- ESPOSA E HIJA:** Olgalilia Gallegos A.
Blanca Lizbeth Cabezas G.
- TIOS:** Luis Cabezas G.
Jesús Cruz H.
José Valencia G.
- AMIGO:** Ing. Fernando Fernández

José Cabezas Valencia

A MIS PADRES: María Rosales Flores
Ramón González Gamboa
Por su apoyo y amor incondicional.

A MI FAMILIA: Porque siempre están cerca de mí cuando les necesito.

A MIS MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS:
Por compartir conmigo conocimientos, experiencias,
alegrías y tristezas.

A TODOS USTEDES: GRACIAS.

Carlos Martín González Rosales

A NORMA: Mi esposa, por haberme impulsado a realizar mis estudios profesionales y de quien recibí su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible alcanzar esta meta.

A MIS HIJAS: Norma Andrea, Mónica Lizeth y al que está por nacer, para que este trabajo algún día les sirva como estímulo y se den cuenta que con amor, esfuerzo, dedicación y sacrificio se puede llegar tan lejos como uno quiere.

A MIS PADRES: Ernesto Iñiguez L. y Alicia Aguirre J. que siempre se preocuparon por darme una buena educación, porque gracias a ellos siempre tuve los medios necesarios para mi formación, y porque me enseñaron que por el camino de la honradéz se pueden obtener grandes satisfacciones.

A MIS HERMANOS: Alicia, Ernesto, Elena, Bertha(+), Adriana y Laura, por el apoyo y las palabras de aliento que siempre me han dado.

A LOS INGENIEROS:
Eduardo Rodríguez Díaz
Javier Vásquez Navarro
Juan Fco. Casas Salas
Por la ayuda y orientación que me brindaron.

José Eduardo Iñiguez Aguirre

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
1.- INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos.	2
1.2. Justificación.	2
1.3. Hipótesis.	2
2.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen e historia del jitomate.	3
2.2. Taxonomía.	3
2.3. Características Botánicas.	4
2.4. Valor Nutritivo.	5
2.5. Importancia del jitomate.	5
2.6. Importancia de los invernaderos en la producción de hortalizas.	6
2.7. Principales plagas y enfermedades.	8
2.8. Temperatura, humedad y luminosidad.	15
2.9. Hidropónia.	17
2.9.1. Solución nutritiva.	18
2.9.2. Contenedores.	19
2.10. Sustratos.	20
2.10.1. Estopa de coco.	21
2.10.2. Jal.	21
2.10.3. Balastro.	22
2.10.4. Tezontle.	24
2.11. Fertirrigación.	25
2.12. Método de riego.	25
2.13. Plantación.	27
2.14. Entutorado.	28
2.15. Poda.	28
3.- MATERIALES Y METODOS	29
3.1. Localización del área de estudio	29
3.1.1. Características climáticas.	29
3.2. Análisis del agua de riego.	30
3.3. Materiales físicos.	31
3.4. Material genético.	33
3.5. Metodología.	33
4.- RESULTADOS Y DISCUSION.	38
4.1. Producción por planta.	38
4.2. Número de frutos por planta.	39
4.3. Producción por planta y proporción de sustrato.	40
4.4. Número de frutos por planta y proporción de sustrato.	40
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	42
6.- LITERATURA CITADA	43

INDICE DE CUADROS

N ^o	TITULO DEL CUADRO	PAGINA
1	Composición química aproximada de la estopa de coco.	21
2	Valores obtenidos del análisis del agua de riego. Pozo profundo, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.	30
3	Promedios obtenidos para la producción por planta (gramos). Ciclo Otoño-Invierno 94-95, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.	38
4	Promedios obtenidos de número de frutos por planta. Ciclo Otoño-Invierno 94-95, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.	39
5	Promedios obtenidos de producción por planta (gramos). Por proporción de sustrato. Ciclo Otoño-Invierno 94-95, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.	40
6	Promedios obtenidos de frutos por planta y proporción de sustrato. Ciclo Otoño-Invierno 94-95, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.	40

1. INTRODUCCION

En México el jitomate *Lycopersicum esculentum* está considerado como la segunda especie hortícola más importante (después del chile) por la superficie sembrada que ocupa, y como la primera por su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en el mercado durante todo el año, y se consume tanto fresca como procesada (puré), siendo una fuente rica en vitaminas.

Existen antecedentes de que en algunas zonas de México el uso de plásticos en la agricultura (en invernaderos) proporciona condiciones más adecuadas para el desarrollo de los cultivos, obteniéndose mayor calidad y cantidad de productos, así como adelantar el inicio de cosecha y producir en épocas no programadas.

En un inicio, el uso de sustratos se enfocó hacia la utilización de productos derivados de turbas para la producción de plántulas para el transplante de cultivos como chile, jitomate, melón y sandía principalmente. Posteriormente se utilizaron para la reproducción y producción de plantas ornamentales; procediendo estos sustratos de otros países. Actualmente, por la situación económica de nuestro país, los materiales de importación tienen un costo elevado, lo que encarece los sistemas de producción bajo la técnica de cultivo en sustrato. Por lo anterior la presente investigación se enfoca a determinar la posibilidad del uso del tezontle, balastro, jal y estopa de coco como sustrato para el cultivo de plantas hortícolas a un bajo costo y la factibilidad de utilizarlos en un segundo ciclo de producción.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Determinar cual es la mejor proporción de combinación de sustrato mineral con estopa de coco para la producción de jitomate *Lycopersicum esculentum* bajo condiciones de invernadero.

1.1.2. Determinar la posibilidad de utilizar los sustratos en un segundo año de producción.

1.2. JUSTIFICACION

La producción hortícola bajo invernadero en cultivo hidropónico es una alternativa para los productores de hortalizas, que tienen la necesidad de incrementar sus rendimientos a un bajo costo.

El uso de sustratos de la región, de origen mineral y orgánico representa una opción más para estos sistemas de producción; y más aun cuando estos productos se encuentran disponibles en suficiente volumen en varias zonas del estado de Jalisco y aledañas a él.

La utilización de sustratos en un segundo ciclo de producción puede representar un ahorro económico en el costo del cultivo.

1.3. HIPOTESIS

Los sustratos utilizados en un segundo ciclo en el cultivo del jitomate *Lycopersicum esculentum* bajo condiciones de invernadero incrementan los rendimientos en cuanto al número y peso de frutos por planta.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. ORIGEN E HISTORIA DEL JITOMATE

Vavilov (1951) citado por Chávez (1980), mencionó que el jitomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. La palabra tomate proviene de la voz Náhuatl "tomatl"; en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año 1835 (Chávez, 1980).

2.2. TAXONOMIA

Reino : Vegetal.
Familia : *Solanaceae*.
Género : *Lycopersicum*.
Especie : *Esculentum*.
Nombre común : Jitomate o tomate.

(Valadez 1989).



BIBLIOTECA CENTRAL

2.3. CARACTERISTICAS BOTANICAS

Según Sobrino (1989), el tomate es una planta perenne de corta vida, en sus zonas de origen, que generalmente se cultiva como anual, es herbácea, ramificada de tallos sarmentosos cubiertos de pelos gruesos, semileñosos, hinchados en los nudos y ásperos al tacto son frágiles y no se sostienen sin tutores; el crecimiento de los tallos puede ser determinado o indeterminado que es lo más general. Las hojas son pinnadocompuestas, de folíolos más o menos lobulados, provistos de pelos glandulosos que desprenden un olor característico muy penetrante, especialmente con el roce; son más o menos ovales y acuminados, bordes dentados, color verde intenso y verde claro en el envés.

Toovey (1982), dice que las inflorescencias son laterales y nacen internodalmente, es decir, entre las hojas. El primer racimo nace por lo común después de ocho hojas, con más racimos cada tres hojas.

Fundamentalmente las flores tienen seis pétalos amarillos y seis sépalos, pero pueden existir más en floraciones fasciadas; las anteras, que se hallan en el extremo de filamentos muy cortos, están unidas y forman un tubo en forma de botella. Se abren según una escisión longitudinal para verter su polen sobre el estigma. El estilo es por lo general más corto que el tubo de la antera, aunque en días invernales el estigma puede sobresalir y originar dificultades para la constitución de los frutos.

Sobrino (1989), dijo que los frutos son bayas carnosas, con diferencias en forma y color, divididos interiormente en cavidades o lóculos, variables en número según la variedad.

Las semillas son de color blanquecino, reniformes y aplastadas, las cuales varían también en cantidad según la variedad.

2.4. VALOR NUTRITIVO

Los valores de los siguientes compuestos orgánicos e inorgánicos se obtuvieron con base en 100 gr. de parte comestible de frutos de tomate maduro listo para consumo (Valadez 1989).

Agua	_____	95.0 %
Proteínas	_____	1.1 gr.
Carbohidratos	_____	4.7 gr.
Ca	_____	13.0 mg.
P	_____	27.0 mg.
Fe	_____	0.5 mg.
Na	_____	3.0 mg.
K	_____	244.0 mg.
Acido ascórbico	_____	23.0 mg.
Tiamina(B1)	_____	0.06 mg.
Riboflamina(B2)	_____	0.04 mg.
Vitamina A	_____	900 U.I.*

* Una Unidad Internacional (U.I.) de vitamina A es equivalente a 0.3 mg. de vitamina A en alcohol.

2.5. IMPORTANCIA DEL JITOMATE

Valadez (1989), señala que el tomate ocupa un lugar preponderante en relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que requiere de 140 jornales por hectárea. En lo que respecta a la superficie sembrada, existen más de 90,000 ha., de las que aproximadamente el 33 % se sitúan en el estado de Sinaloa. En la siguiente tabla se presentan los principales estados productores de tomate de la República Mexicana.

Estado	Superficie (ha)
Sinaloa _____	30,150 /
Tamaulipas _____	7,312
Veracruz _____	3,386 /
Michoacán _____	2,901
Baja California Norte _____	2,840
Morelos _____	2,630
Guanajuato _____	2,095
Hidalgo _____	1,930
Sonora _____	1,400
Otros _____	15,440

Fuente: SARH (1986).

2.6. IMPORTANCIA DE LOS INVERNADEROS EN LA PRODUCCION DE HORTALIZAS

Un invernadero se puede definir como "construcciones agrícolas, que tienen por objeto la producción sistemática y fuera de estación de productos horto-frutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos en calidad y cantidad".

Principales ventajas de los invernaderos:

- Precocidad de cosechas (se acorta el ciclo vegetativo).
- Aumento de rendimientos (3-5 veces mayor que los obtenidos al aire libre).

- Posibilidad de obtener cosechas fuera de época.
- Frutos de mayor calidad (limpios, sanos, uniformes, etc.).
- Ahorro de agua (la evaporación es mínima).
- Mejor control de enfermedades y plagas.
- Posibilidad de obtener en la misma parcela de cultivo dos a tres cosechas al año.

Todas estas ventajas que proporcionan los invernaderos hay que saberlas explotar al máximo para poder sacar de ellos el mayor beneficio posible, pero esto no se consigue si el agricultor no tiene presente a la hora de ponerlos en explotación los tres principios fundamentales siguientes:

- Empleo de variedades selectas propias para su cultivo bajo invernadero.
- Control del medio ambiente (temperatura y humedad principalmente).
- Adecuadas técnicas de cultivo (riegos, fertilización, siembra, control de plagas, etc.).

Robledo y Martín (1988).

Según Bernat y otros (1990), los invernaderos ya no pueden considerarse factores de producción limitados a especialistas o técnicos. Muchos agricultores han cambiado sus sistemas de producción tradicionales y utilizan invernaderos, más o menos complejos, y deben tecnificar su producción.

De hecho, prácticamente cualquier tipo de agricultura, hoy en día, para ser rentable, debe ser muy tecnificada y el agricultor actual debe dominar una serie de técnicas de producción para poder ser competitivos.

2.7. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

PLAGAS:

Mosquita blanca *Bemisia tabaci* y/o *Trialeurodes vaporariorum*.- Entre los principales problemas que afectan a los cultivos de hortalizas se encuentran los insectos plaga, destacándose por su importancia la mosquita blanca. La mayor peligrosidad de este insecto está relacionado con la transmisión de enfermedades de tipo viral. Las mosquitas blancas son insectos chupadores, que se localizan en el envés de las hojas hospederas.

Durante el invierno los adultos permanecen inactivos en el envés de las hojas y sólo cuando la temperatura asciende se vuelven activos. La temperatura influye gradualmente en el desarrollo de este insecto. En general, un incremento de temperatura favorece el desarrollo y aumenta su actividad.

El daño directo lo causan por la succión de los nutrientes a la planta a través de su aparato bucal. Esta actividad ocasiona el amarillamiento de la hospedera, la cual detiene su crecimiento e incluso puede llegar a morir.

Otro daño causado es la excreción de mielecilla sobre las hojas en la cual se desarrolla una fungosis negra llamada fumagina. La fumagina ocasiona interferencia con la fotosíntesis, con la consecuente reducción del vigor de la planta. Además del daño directo las ninfas y adultos transmiten enfermedades, particularmente virales que pueden destruir comercialmente un cultivo en unos cuantos días. (Anaya et al 1992).

Control:

- Diazinón (Basudín). 1-1.5 lt/ha.
- Metamidofost (Tamarón 600). 1-1.5 lt/ha.
- Endosulfán (Thiodan 35). 1.5-2 lt/ha.

Fuente: Diccionario de Especialidades Agroquímicas (1993).

Pulgon *Mizus persicae* y *Eutettix tenellus*.- Según Anaya et al (1992), el daño directo causado por estos insectos al alimentarse del floema de las plantas afecta su desarrollo normal y provoca su muerte prematura frecuentemente por debilitamiento del sistema radicular, predisponiendo a la planta al ataque de otras plagas y enfermedades. Algunas especies producen toxinas salivales que necrosan los tejidos vegetales. Los daños indirectos se deben a la excreción de mielecilla que se acumula sobre la superficie foliar impidiendo la fotosíntesis y favoreciendo el desarrollo de fumagina: sin embargo el daño más importante es el resultado de su capacidad para transmitir virus fitopatógenos. En este sentido afectan a la mayor parte de las hortalizas y transmiten el 70 % de las enfermedades virales conocidas de estas plantas.

Control:

- Metamidofos (Agresor 600). 1.5 lt/ha.
- Diazinón (Basudin). 1-1.5 lt/ha.
- Paratión metílico (Folidol 2 %). 15-30 kg/ha.

Fuente: Diccionario de Especialidades Agroquímicas (1993).

Gusano alfiler *Keiferia lycopersicella* y Gusano minador *Liriomiza* spp y *Tetanichus* spp.- Anaya et al (1992) mencionaron que al emerger la larva, inmediatamente se introduce en el parénquima foliar construyendo una mina irregular. Cuando hay frutos barrena el pedúnculo para alimentarse de su interior.

Ocasionalmente pupa en el fruto o en las hojas dobladas.

Cuando actúa como minador puede causar serias defoliaciones y como consecuencia, los frutos se manchan por quemadura de sol; cuando el fruto es perforado, éste pierde su valor comercial.

Control:

- Abamectina (Agrimec 1.8). 0.3-1.2 lt/ha.
- Permetrina (Ambush). 400-600 cc/ha.
- Deltametrina (Decis) 500 cc/ha.

Fuente: Diccionario de Especialidades Agroquímicas (1993).

ENFERMEDADES:

Mildiu del tomate *Phytophthora infestans*.- Es conocida vulgarmente por los nombres de "gangrena", "niebla" y "atabacado". Se desarrolla en el interior de los tejidos de la planta, hojas, tallos y frutos. Su propagación se realiza a través de los restos vegetales, principalmente, y por las semillas, siendo las condiciones climáticas para que se inicie la germinación de las esporas, temperaturas superiores a los 10°C y menor de 35°C. La humedad relativa superior al 90% es favorable para la propagación y diseminación de la enfermedad.

Daños producidos: La planta aparece aparentemente quemada. En los tallos aparecen manchas irregulares, alargadas, de color pardo. En los frutos aparecen manchas de aspecto vítreo con superficie y margen irregular.

Control:

- Cimoxanilo 3% + cobre 15% + propineb 10% (antracol triple).
- Metiram 80% (polyram combi).
- Oxadixil 10% + mancozeb 56% (sandofan N).
- Evitar los excesos de humedad.

Antracnósis del tomate *Colletotrichum*.- Al tomate lo atacan dos géneros de *Colletotrichum*, el *C. phomoides*, que daña la parte aérea y el *C. atramentarium*, que tiene vida subterránea y aérea.

Daños ocasionados: En los frutos el ataque comienza con la aparición de manchas oscuras, circulares, hundidas y repartidas irregularmente. Las hojas raramente se ven afectadas salvo las cercanas al suelo que por ser más viejas son más sensibles al hongo, apareciendo pequeñas manchas necróticas con un contorno amarillento.

Control:

- Cobre 20% + maneb 8% (cobrever 208).
- Ferbam 10% + maneb 65% + zineb 10% (trimanzone).
- Mancozeb 80% (manzate DP-80).

Alternaria del tomate.- También llamada "negron". Aparece en primer lugar en los semilleros, las plántulas se marchitan, aparecen manchas oscuras en los tallos. También son intensos los ataques a partir de la maduración de los frutos y cuando las plantas están completamente desarrolladas. Las altas humedades y temperaturas cercanas a los 25°C favorecen la propagación de esta enfermedad.

Las hojas de la parte más baja son las primeras en ser afectadas por medio de manchas negruzcas- pardas, redondeadas, con apariencia de estar formadas por círculos exteriores amarillos. Estas manchas se necrozan, rizan la hoja y la destruyen. El síntoma característico en los frutos es la formación de grandes manchas oscuras, de hasta 5 cm. junto al cáliz, deprimidas y recubiertas de un moho negro. En los tallos; cerca de los puntos de inserción con las ramas se forman manchas oscuras que se van extendiendo en zonas concéntricas. En las plantas adultas estas manchas, aparecen mas alargadas.

Control:

- Mancozeb 80% (manzate DP-80).
- Mancozeb 80% (zandozebe).
- Mexalaxil 8% + mancozeb 64% (ridomil MZ-72).

Botrytis o podredumbre gris *Botrytis cinerea*.- Es frecuente la presencia de esta enfermedad en cultivos de solanáceas de invernadero al concluir, entre otros, estos factores de riesgo: Exceso de humedad, densas plantaciones y falta de ventilación. Daños ocasionados: El daño se inicia en los semilleros con fallos en la nacencia. En las hojas se observan manchas oscuras que se recubren de un micelio de color grisáceo. Estos daños se localizan, principalmente, en el borde de la hoja.

En los tallos se aparecen chancros de color oscuro que a menudo lo rodean, acaba por marchitar el brote en que se encuentra, por encima de la zona dañada.

En los frutos se producen podredumbres y manchas grisáceas que pueden llegar a afectar gran parte de los mismos, queda blando y oscuro.

Control:

- Benomilo 50% (Benlate).
- Dicofloanida 50% (Euparen 50).
- Carbendazima 50 % (Bavistin).

Fusarium .- Varias especies de hongos del género *Fusarium* pueden atacar a las plantas hortícolas, *F. solani* es una de ellas, produciendo como síntomas característicos amarilleo y marchitamiento general de la planta.

La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad oscila entre los 25-30°C, lo favorecen las humedades altas, exceso de abonado nitrogenado, en detrimento del potasio, y los suelos ácidos.

Los síntomas externos de la enfermedad son: amarilleo de las hojas más bajas seguido de marchitamiento. Quedan las hojas colgantes pero no hay defoliación.

Pueden aparecer manchas necróticas en los frutos cuando están en avanzado estado de madurez, y a veces, en proceso de maduración.

Control: -Desinfección del suelo a base de bromuro de metilo.

Marchitamiento bacteriano *Pseudomonas solanacearum*.- Además del tomate puede dañar a otras especies vegetales con marchitamiento general de la planta. La bacteria se conserva en el suelo, causa infección a través de las heridas, favorecida por temperaturas comprendidas entre 25-35°C, y la elevada humedad ambiental.

Los síntomas son: Clorosis y necrosis con marchitamiento en las hojas.

En los tallos aparecen exudados bacterianos.

Control:

- Utilización de variedades resistentes y semillas sanas.
- Evitar las heridas y los excesos de humedad.
- Desinfección de suelos, con aplicación, además de un nematicida.
- Tratamientos por vía foliar con fungicida- bactericidas.
- Rotación de cultivos sin solanáceas.

Sarna bacteriana *Xanthomonas vesicatoria*.- Se trata de una enfermedad que puede presentarse en semillero y en terreno, necesitando temperaturas comprendidas entre 27-30°C y alta concentración de humedad.

Daños ocasionados: En las hojas se presentan pequeñas manchas necróticas de 2 mm. de diámetro con un halo amarillento. Estas manchas tienen aspecto acuoso, al principio, luego de color pardo. La hoja acaba por secarse y caer.

En los frutos las manchas son hasta de 1 cm. de diámetro con aspecto aceitoso, luego oscuras y hundidas ligeramente por el centro; pero sin llegar a la pulpa.

En los tallos las manchas son similares a las de las hojas; pero más alargadas.

Control:

- Desinfección de suelo y semilla.
- Evitar altas densidades en la siembra y plantación.
- Procurar no excederse en los abonos nitrogenados.
- Reducir la concentración de humedad elevada.
- Evitar las heridas y, en todo caso desinfectarlas con productos fungicida bactericidas, así como los útiles de trabajo.
- Eliminar restos vegetales y plantas enfermas.

Virus mosaico del tabaco (TMV).- Es una estirpe del mosaico del tabaco adaptada al tomate. La enfermedad tiene lugar como consecuencia de las practicas culturales. La difusión por insectos es escasa.

Daños ocasionados: Es difícil su diagnóstico, pues, a veces, las manifestaciones pueden ser debidas a la asociación de dos razas de virus.

En las hojas se presenta un mosaico verde claro, verde oscuro, clorosis en las nervaciones, deformaciones, agallas, enrollamientos y disminución del crecimiento.

En los frutos se observan manchas pardo-oscuras y mosaicos, dichas manchas son pequeñas, redondas y penetran en el fruto.

Para su control hay que prevenir la difusión del virus: Destruir por el fuego los restos de plantas enfermas, utilizar semillas sanas y de variedades resistentes, desinfectar los útiles de trabajo y manos para evitar la transmisión mecánica.

Virus mosaico del pepino.- La difusión de esta virosis se realiza por medio de los pulgones y, muy escasamente a través de las practicas culturales y malas hierbas, la temperatura óptima de desarrollo oscila entre los 12-25°C.

Daños ocasionados: En las hojas se presenta un mosaico verde claro-verde oscuro, principalmente en las hojas apicales y reducción del crecimiento de la hoja que toma aspecto filiforme.

En los frutos se aprecian lesiones y dibujos en forma de anillos necróticos con frutos deformes, pequeños y escasos.

Para su control preventivo se deben destruir las plantas atacadas, malas hierbas, colocar mallas para evitar la entrada de insectos y combatir los pulgones. (Reche 1991).

2.8. TEMPERATURA, HUMEDAD Y LUMINOSIDAD

* **Temperatura:** Lo primero que se impone en un invernadero, como ya sabemos, es reducir las oscilaciones diurnas y estacionales de la temperatura ambiental para que las plantas puedan crecer en un nivel térmico óptimo. Determinar el nivel térmico óptimo para un cultivo, todavía es cuestión bastante compleja desde el punto de vista fisiológico. La temperatura ejerce mucha influencia sobre el crecimiento y metabolismo de la planta, y no hay tejido o proceso fisiológico que no esté influenciado.

La respuesta a la temperatura es, además sustancialmente diferente según el proceso metabólico o el tejido, considerando un mismo proceso fisiológico -por ejemplo, la fotosíntesis o la respiración- "responde " a la temperatura según modalidades diferentes de acuerdo con el estado de desarrollo de las plantas.

Las diferentes especies cultivadas, no están influenciadas por la temperatura de manera unívoca, sino cada una y según características propias, aunque es posible establecer algunas "estrategias" o comportamientos comunes.

Las plantas son organismos heterotermos, es decir, que no han desarrollado la capacidad, típica en los animales superiores, de controlar la temperatura de los propios tejidos manteniéndola entre los límites constantes y óptimos. El metabolismo de sus células está por ello expuesto a las continuas oscilaciones de la temperatura ambiental. Además, la temperatura es el parámetro ambiental más variable tanto temporal como espacialmente.

* Humedad: Diferentes factores concurren a la hora de determinar en el interior de un invernadero unas condiciones de humedad elevada, tales como cambios gaseosos con la atmósfera exterior y muy reducidos con las ventanas cerradas, temperatura elevada y reducción de la condensación de agua sobre la superficie interior del recubrimiento como consecuencia del empleo creciente de estrategias aptas para aumentar el aislamiento térmico.

El aumento de humedad puede producir cambios en el crecimiento y desarrollo de las plantas, pero también en la incidencia de las enfermedades fungosas y, en última instancia, la producción.

La humedad atmosférica desempeña un papel importante en el proceso de transpiración del agua por las hojas y sobre el potencial hídrico foliar, sobre la regulación de la conductancia estomática y en la temperatura de las hojas, y realiza estos procesos mediante funciones primarias de la planta como la fotosíntesis, la absorción y el transporte de agua y elementos minerales.

El movimiento del agua del suelo a la atmósfera, por medio de la planta, puede ser eficazmente asimilado como un flujo, ampliamente dependiente de los procesos controlados metabólicamente desde un punto -el suelo- con potencial hídrico más elevado a otro -la atmósfera- con potencial hídrico más bajo a través de una secuencia de compartimientos caracterizados por conductancias(o resistencias) específicas.

* **Luminosidad:** La energía solar radiante es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de plantas cultivadas en el interior de un invernadero para la cual cualquier técnica cultural, desde la frecuencia de irrigación a la densidad de implantación, se adecua a la intensidad de flujo radiante solar en el interior de la protección y a sus variaciones estacionales.

La luz actúa sobre el crecimiento y el desarrollo de las plantas como fuente energética para la asimilación fotosintética del CO₂, así como fuente primaria de calor y estímulo para la regulación del desarrollo.

Por efecto de la protección se verifica inevitablemente en el interior del invernadero, la tendencia a hacer más herméticas las estructuras con el fin de evitar pérdidas de calor y reducir los consumos energéticos mediante el empleo de telas dobles o pantallas, esto implica inevitablemente la consecuencias de una atenuación ulterior de la intensidad luminosa.

Podemos señalar que la luz es la fuerza motriz de la fotosíntesis y como factor determinante para la adquisición de la energía y del carbono para la planta.

El proceso fotosintético está constituido por un conjunto de reacciones fotoquímicas y enzimáticas estrechamente interdependientes según una secuencia lineal. (Alpi y Tognoni, 1991).

2.9. HIDROPONIA

Sánchez y Escalante (1981), describieron que el término hidropónia se deriva de los vocablos griegos "hydro" o "hudor", que significa agua, y "phonos", equivalente a trabajo o actividad. Literalmente se traduce como "trabajo del agua" o "actividad del agua".

Se puede definir a la hidropónia como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua y en el que, en vez de suelo, se utiliza como sustrato un material inerte, o simplemente la misma solución.

La hidropónia es un sistema de cultivo que tiene por objeto optimizar las funciones que el suelo desempeña, es decir, proporcionarle al cultivo un sustrato con las condiciones más idóneas desde los puntos de vista físico, químico y fitosanitario, eliminando a su vez, la acción de todos aquellos factores que en el suelo, por su naturaleza, lo llevan inevitablemente a modificaciones que se traducen en limitantes para el desarrollo de los cultivos (por ejemplo: salinización, pérdida de la textura, etc.).

Cualquier método de cultivo en hidropónia consta de los componentes siguientes: Solución nutritiva, contenedores, sustrato, sistema de riego y drenaje.

2.9.1. Solución nutritiva

Durany en 1982 señaló que la solución nutritiva es el elemento más delicado y más importante de todos los sistemas hidropónicos, y el buen resultado del cultivo, depende en gran parte, de sus características.

La solución debe contener todos los elementos minerales que las plantas absorben en gran cantidad (macroelementos) y que son absorbidos en pequeñísimas cantidades (microelementos).

La fórmula, tanto en cuanto a la proporción entre los diversos elementos, como en cuanto a su relativa concentración, varía sobre todo en relación con la especie cultivada y con la fase de desarrollo en que ésta se encuentra.

Sánchez y Escalante (1981), mencionaron que bajo un sistema de cultivo hidropónico, con excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de una solución nutritiva y en forma asimilable por las raíces de las plantas, por lo tanto se considera un requisito la solubilidad de los iones esenciales en el agua.

Las fuentes más comunes y baratas de los elementos esenciales son los fertilizantes comerciales. Algunos fertilizantes proporcionan dos o inclusive más nutrientes, lo cual facilita la elaboración de la solución y reduce su precio.

2.9.2. Contenedores

Los contenedores son recipientes de distinto tamaño y material, que contienen el sustrato en el que se cultivan las plantas. De acuerdo con el método que se emplee, los contenedores se pueden construir de materiales como: concreto, cemento, asbesto, madera, lámina de fierro galvanizada o sin galvanizar, lámina de aluminio, poliéster, plástico, ladrillo, polivinilo, polietileno, cartón asfaltado, etc.

Con excepción de los plásticos y el cartón asfaltado, los demás materiales deben impermeabilizarse ya que, por ejemplo el cemento o el concreto reaccionan con la solución nutritiva alterando su composición química y su pH.

Para algunos cultivos y en determinados casos puede ser preferible utilizar macetas, en vez de tinas, mismas que pueden ser de barro, madera, lámina, polietileno, etc. En este caso el riego se efectúa generalmente por goteo, por aspersión en el sustrato (un aspersor por maceta), por capilaridad o simplemente por regadera. (Sánchez y Escalante 1981).

2.10. SUSTRATOS

Según Durany (1982), la elección del material a emplear como sustrato reviste gran importancia en cuanto a sus requisitos físicos y químicos pueden, directa e indirectamente influenciar el crecimiento de las plantas. Desde el punto de vista físico el sustrato debe poseer una excelente porosidad que asegure la aireación del medio y facilite la respiración de las raíces y una adecuada capacidad de reproducción hídrica que asegure a la planta un justo grado de humedad.

En 1988 Sánchez y Escalante recomendaron que un sustrato debe poseer las siguientes características:

- Excelente aireación.
- Excelente drenaje.
- Un continuo y fácil suministro de agua.
- Una nutrición totalmente controlable durante todo el ciclo de vida de las plantas y adaptada a las cambiantes exigencias que las diferentes especies presentan durante las distintas etapas de su desarrollo.
- Estéril y fácilmente esterilizable.
- pH controlable.
- De fácil manejo para evitar las labores que bajo cultivo son las más pesadas (preparación del terreno, abonado, deshierbes, irrigaciones, etc.).
- Que admita la posibilidad de regular su propia temperatura mediante el calentamiento de la solución nutritiva.

Cuartero et al (1991) al probar sustratos nuevos y de segundo ciclo (lana de roca y resinas fenólicas) en el cultivo del tomate encontraron que la producción y tamaño del fruto obtenidos en ambos tipos de sustratos (nuevo y de reuso) fue similar. Aconsejando utilizar los sustratos al menos por dos ciclos de cultivo.



2.10.1. Estopa de coco.

Debido a la gran producción del cocotero en nuestro país, se genera actualmente una gran cantidad de estopa de coco. Presenta una imputrescibilidad que lo hace importante en el desarrollo de cultivos en maceta.

Anatómicamente la fibra esta constituida por haces fibrovasculares de longitud promedio de 1.8 mm. El peso de la estopa de coco seca es de aproximadamente 360 gr. en promedio por lo que se calcula que una producción anual/ha de 6,600 cocos se generaría 2.37 Ton. de estopa seca/ha/año.

Cuadro 1. Composición química aproximada de la estopa de coco:

FRACCION	FIBRA	MEDULA	ESTOPA
Homocélulosa	44.4	51.4	62.4
%	29.3	39.2	30.9
Lignina	16.9	11.0	9.6
Pentosanos	3.3	4.9	2.7
Cenizas	5.1		
Grasas sap.	0.7		
Grasas insap	11.2		
Proteinas			

Panduro (1977), citado por Moreno y Mojarro (1995).

2.10.2. Jal

Corona(1982), citado por Moreno y Mojarro(1995), menciona que la jal presenta características tales como la porosidad, peso específico, gran capacidad de absorción de agua y su inercia química lo que lo hace ideal.

Otra ventaja es su abundancia dentro del estado de Jalisco y parte de Nayarit. Este material cuya evolución y cristalización forma parte de vidrios volcánicos-básicos, neutros y ácidos, son componentes de las cenizas volcánicas de amplia distribución en América Latina.

Su composición química es muy variable; las proporciones varían de Si y Al y a falta de estructuras cristalizadas que le dan un carácter amorfo, sus propiedades físicas y químicas denotan una gran superficie externa e interna, elevada porosidad y alta permeabilidad y una escasa o alta reactividad química en función de las propiedades indicadas.

Composición química:

SiO ₂	_____	50-75 %
FeO ₃	_____	2-3 %
K ₂ O	_____	4-7 %
NaO ₂	_____	3-6 %
CaO	_____	1-2 %
MgO	_____	0.3-0.5 %
pH	_____	7.4-7.6

Características físicas:

Densidad	_____	0.841 g/cc
Cap. de absorción	_____	31.7-43 %
Espacio poroso	_____	75-85 %

2.10.3. Balastro

Fernández (1969), citado por Moreno y Mojarro (1995), señaló que los basáltos o comúnmente conocidos como balastros o tezontles pueden definirse como una labradorita con olivino.

Sus elementos esenciales son : Feldespáto básico sobre todo en forma de microlitos, el piroxeno augita en microlitos y en fenocristales, y el peridoto olivino en forma de fenocristales. Que siempre abundan en ellos.

Son basáltos rocas negras muy oscuras, pesadas, compactas o vaculares, con frecuencia magnética por la abundancia de la magnetita el equivalente antiguo de los basáltos es el melafido, la roca es casi siempre compacta, de colores negruscos o verdosos ó verdosos oscuros, a causa de la constante alteración de los elementos; la augita se transforma en clotita o en uralata, el olivino se serpentiza y las vacuolas se llenan de productos secundarios (calcita, seolitas, calcedonia, etc.).

El balastro es una roca ígnea de grano fino, el tamaño de este grano es menor de 0.05 mm de tamaño que se puede observar sin necesidad de microscopio. La composición mineral del balastro es aproximadamente mitad piroxeno y mitad plagioclasa, hasta con 5% de oxido de hierro, se encuentra en conos volcánicos; por lo general el color es negruzco y verde oscuro pero puede ser rojizo o marrón, debido a que la oxidación de los minerales se convierten en oxidos de hierro que son de color rojo.

La textura puede ser gruesa y puede haber muchos poros. Esto hace a la roca muy permeable y el agua puede penetrar con facilidad, es muy rico en nutrientes como el potasio y el fósforo así como elementos traza. Harvey(1987), citado por Moreno y Mojarro(1995).

Meritano (1979), citado por Moreno y Mojarro (1995), indica, que el balastro tiene propiedades de alta porosidad (son de grano fino), y por consiguiente son buenos almacenadores de agua.

2.10.4. Tezontle

Piedra volcánica de color gris oscuro o rojizo, ligera y porosa, que absorbe bien el agua y los abonos. Por ello, se emplea para corregir los sustratos densos y compactos.

Molido puede mezclarse con la tierra y en trozos más grandes se usa para formar la capa de drenaje. Munguía (1994), citado por Moreno y Mojarro (1995).

Seitner (1968), citado por Moreno y Mojarro (1995), señaló que los sustratos de interés en esta investigación, se determinó la granulometría del tezontle que fue de 6.19% de gránulos mayores de 3.36 mm.

Se determinó la densidad aparente volumétrica y el contenido de humedad retenida en los sustratos, es decir, se consideró que la retención de humedad debería de guardar una relación con la porosidad del sustrato. Se encontró que uno de los tipos de tezontles por ser basáltos originados de cenizas volcánicas, mostraron una relación de masa/volumen (densidad volumétrica) menor.

En relación al contenido de humedad del sustrato cabe hacer notar que no es propiamente agua retenida por el sustrato, sino más bien, es el agua que se encuentra dentro de los poros, incrementada por el agua que dada la propia finura de las partículas le impide ser drenado.

El tezontle, el cual realmente es un material poroso y sin embargo, por estar formado por el mayor diámetro de partículas le impide retener humedad entre los intersticios de las mismas, alcanzando por esta circunstancia sólo el 14.8% de humedad.

2.11. FERTIRRIGACION

Rodríguez en 1994 señala que el uso eficiente de los fertilizantes puede verse incrementado o disminuido en función del correcto o inadecuado manejo del agua. En cada caso las técnicas de fertilización tendrán que adaptarse a la clase de riego.

La fertirrigación es sencillamente la aplicación simultánea, por medio de un sistema de riego del agua y los fertilizantes para el desarrollo y producción de los cultivos. Esta forma de aplicación está asociada comúnmente al uso de sistemas de riego localizado (goteo, microaspersión y espagueti) y su uso está adquiriendo una importancia, cada vez más generalizada en algunas explotaciones agrícolas del país, entre los que destacan los cultivos hortícolas y los ornamentales.

La fertirrigación considera la programación de los riegos y de la fertilización que debe apoyarse en criterios técnicos para hacer más óptima la utilización de los recursos y hacer más redituable la explotación de las especies cultivadas.

2.12. METODO DE RIEGO

Según Alpi y Tognoni (1991), el papel del agua en la vida de las plantas es indudablemente muy importante. Interviene en la constitución del protoplasma; actúa como disolvente de los gases los iones minerales y otros solutos que penetran y se desplazan por el interior de la planta; constituye el ingrediente necesario para asegurar la turgencia de las células, representa el reactivo principal en muchos procesos fisiológicos fundamentales. Cuando la intensidad de la transpiración es superior a la absorción radicular en la planta se produce un déficit hídrico que influye negativamente en el crecimiento y en la entidad de los rendimientos. Los efectos que se derivan de ello varían con la intensidad y duración del estrés así como el estado de desarrollo de la planta.

Técnicas de riego:

En la práctica del riego es de suma importancia la determinación del momento óptimo para su aplicación y de la cantidad de agua a suministrar en cada riego.

La decisión de regar puede ser tomada en función del aspecto exterior de la planta, del estado de carencia hídrica en los tejidos de la planta, del contenido en humedad del suelo o de la insolación.

Métodos de riego:

Los métodos de distribución del agua en los invernaderos pueden ser muy diferentes, ya que dependen de la naturaleza del terreno, de las exigencias de las plantas cultivadas, de las técnicas de cultivo, del costo de la mano de obra, de las disponibilidades hídricas y de la posibilidad de automatización de la instalación.

Cuando la cantidad de agua es muy limitada, o bien cuando es conveniente un riego localizado más o menos continuo en el tiempo, es preferible emplear el método de riego por goteo que distribuye el agua en el terreno por medio de goteros dispuestos a lo largo de las líneas de riego formadas por tubos de plásticos con un diámetro de 12-15 mm. También se puede hacer un riego localizado, utilizando tubos de material plástico de diámetro variable provistos de orificios que tienen un diámetro que oscila de 1.6 mm al principio hasta 2.1 mm en el extremo terminal, de modo que se consigna un caudal constante en toda la longitud del tubo.

Para el riego de plantas en contenedor, también se utiliza otro sistema (Chapin tube system), constituido por una tubería principal de unos 3 cm de diámetro, sobre la que se insertan, a distancia conveniente colectores que llevan a su vez un determinado número de tubos de diámetro mucho más pequeño. Cada uno de estos tubitos de material plástico se coloca en el interior de cada contenedor para regarlo.

2.13. PLANTACION

En 1989 Rodríguez señaló que para el cultivo bajo invernadero es recomendable la plantación de plantas con cepellón, o sea, en charolas de germinación.

Debiéndose tener los siguientes cuidados cuando la planta esté preparada para el trasplante:

- No colocar las plantas al sol directamente.
- Sumergir o mojar el cepellón en algún fungicida antes de plantarse.
- Realizar esta labor en los momentos de menor calor (comienzo del día o atardecer para obtener así una mejor "pega").

Las plántulas en el momento del trasplante deben tener un tamaño de 10-15 cm y con 6-8 hojas verdaderas ya formadas.

El terreno debe estar previamente preparado, así como marcado el lugar que va a ocupar la planta, debiéndose abrir un hoyo del tamaño adecuado para que quepa el cepellón. Debe dejarse el cuello de la planta a nivel con el suelo.

A continuación se dará un riego a la plantación con agua de la mejor calidad posible.

En caso de excesivas temperaturas en los días de la plantación se pueden humedecer los pasillos.

Hay que tener en cuenta que el fruto del tomate requiere de 40 a 60 días desde la floración para alcanzar la madurez completa por tanto en base a estos datos y las demandas de los mercados debe organizarse la plantación escalonadamente, para cubrir un mayor período de producción.

2.14. ENTUTORADO

Como su nombre lo indica son los posibles sistemas de soporte de plantas que suelen emplearse bajo invernadero.

El sistema holandés consta de un entramado de alambre que pasa paralelamente a la línea de plantación a una altura de 2-2.5 m, del cual penden los hilos de rafia a los cuales van atadas las plantas.(Rodríguez,1989).

2.15. PODA

La poda consiste principalmente en eliminar los brotes laterales con el fin de conservar el tallo principal. Una planta de crecimiento indeterminado que se deja crecer libremente, se desarrolla en forma inadecuada. Sin poda, la planta se desarrolla como un arbusto con muchos tallos laterales y terciarios, que se forman a partir de las yemas axilares de las hojas. El tomate sin podar produce muchos frutos pero de poco valor comercial.

El tomate de tipo determinado no requiere poda porque es de floración apical. Por ello se controla a sí misma.

Los objetivos de la poda son:

- Formar y acomodar la planta al sistema de tutoraje.
- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr más eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado y el amarre de acuerdo al sistema de empalado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto en calidad, como en volumen.

(Manuales para producción agropecuaria,1981).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El experimento se realizó en un invernadero de la Unidad Experimental de Cultivos Protegidos de la División de Ciencias Agronomicas del CUCBA de la Universidad de Guadalajara, la cual se localiza en el predio "Las Agujas", municipio de Zapopan, Jal. (Carretera a Nogales, km. 14.5).

Está localizado geográficamente a los 20°43' de Latitud Norte y a los 103°23' de Logitud Oeste, a una altura de 1590 msnm; en donde la temperatura media anual es de 22.9°C.

Las lluvias oscilan entre 1419.2 mm como máxima promedio anual y 409.5 mm como mínima promedio anual. La precipitación media anual es de 885.5 mm.

3.1.1. Características climaticas

El clima, según Enriqueta Garcia (1981), es Awo (w)(e) g, donde:

- A Clima tropical subhúmedo con lluvias en verano.
- wo El clima más seco de los subhúmedos con un cociente Precipitación/Temperatura menor a 43.2.
- (w) Por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que el más seco, y porcentaje de lluvias entre 5 y 10.2 del total anual.
- (e) Extremoso, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14°C.
- g El más cálido del solsticio de verano.



3.2. ANALISIS DEL AGUA DE RIEGO

El agua utilizada para el riego del experimento se obtuvo del pozo profundo que se encuentra en las instalaciones del CUCBA, a la cual se le realizó un examen físico-químico en los laboratorios de la misma institución, con el objeto de conocer la calidad de la misma, del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 2. Valores obtenidos del Análisis del Agua de Riego. Pozo Profundo, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
pH		7.5
Conductividad Eléctrica	milimhos/cm	1.20
Cationes Totales	meq/l	0.17
Calcio	meq/l	0.02
Magnesio	meq/l	0.15
Potasio	meq/l	0.10
Sodio	meq/l	0.92
R.A.S.		3.17
Aniones Totales	meq/l	1.29
Cloruros	meq/l	0.14
Sulfatos	meq/l	0.08
Carbonatos	meq/l	0.00
Bicarbonatos	meq/l	1.07
C.S.R.		0.90
Clasificación		C ₁ S ₁

3.3. MATERIALES FISICOS

Los materiales utilizados son los siguientes:

a) MATERIALES DE INFRAESTRUCTURA:

Invernadero tipo "Capilla".- Recinto protegido. Con dimensiones de 7.0 m de ancho por 20.0 m de fondo, con altura lateral de 3.0 m y 4.0 m de altura central, con ventilación lateral y cenital.

Plástico.- Su función es cubrir el invernadero. El utilizado fue polietileno transparente UV-II.

Fajillas de madera.- Tienen la función de sujetar el plástico al invernadero. Las fajillas de 1 x 0.5 pulgadas se fijaron con el alambre galvanizado a la estructura del invernadero.

Malla anti-insecto.- Se utilizó una tela sintética de poro fino, conocida como "tricot".

Equipo de bombeo.- Se utiliza para suministrar el agua de riego. Se contó con una bomba centrífuga de 1.0 HP de potencia a la cual se le instalo un filtro y un manómetro para el control de la presión de aplicación.

Tubería de polietileno.- Como línea principal se utilizó tubería de 1 pulgada de diámetro y como líneas regantes de 1/2 pulgada.

Emisores.- Se utilizaron manguerillas de polietileno negro de 3 mm. de diámetro interior.

Dosificador.- Tiene la finalidad de dar el riego con una dosis de fertilizante óptima. Con un rango de inyección de 0.2 a 1.6 y un gasto de operación de 11 GPM. Marca Dosatrón.

b) MATERIALES DE LOS TRATAMIENTOS:

Sustratos.- Estopa de coco, balastro, jal, tezontle. Se utilizaron como tratamientos en proporciones de 100%, 50%-50%, 75%-25%.

Báscula.- Para pesar frutos.

Semilla.- Híbrido 418 de Pionner, crecimiento determinado conocido como "Lenor o Elanor".

Bolsa de plástico.- Negras y blancas. Se utilizaron como contenedores del sustrato. La bolsa negra se colocó en el interior de la bolsa blanca, con el objeto de evitar el deterioro de la bolsa negra por incidencia de los rayos solares y evitar así el calentamiento del sustrato.

c) MATERIALES PARA EL MANEJO DEL CULTIVO:

Fertilizantes.- Para la nutrición del cultivo se utilizó: Superfosfato de calcio triple, nitrato de calcio, Triple 17, sulfato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de magnesio, fertilizante soluble Technigro 20-09-20 y 20-18-20, Fertiquel combi, Poliquel multi, Nitrophoska foliar y sólido, Urea, nitrato de potasio y quelatos de hierro y magnesio.

Insecticidas.- Para proteger y controlar las diversas plagas se utilizó: Tamarón, Endosulfan, Pentaclor 600, Arrivo y piretrinas.

Fungicidas.- Con la finalidad de prevenir y controlar las enfermedades de la raíz y del tallo se utilizaron los siguientes productos: Previcur, Derosal y Babistin.

Aspersora.- Se utilizó para aplicar los diversos productos fitosanitarios y nutrientes foliares que durante el ciclo del cultivo se requirieron. Se trabajó con una aspersora marca "Pacto 7" con capacidad de 8 lts.

Termómetro.- Se utilizó para el registro de las temperaturas máximas y mínimas dentro del invernadero. Marca "Brannan".

Higrómetro.- Permitió conocer el porcentaje de humedad relativa dentro del invernadero. Marca "Brannan".

3.4. MATERIAL GENETICO

Se utilizó plantula obtenida de semilla Pionner 418 de crecimiento determinado denominada "Lenor o Elanor". Días relativos hasta la madurez 110-130 días; tolerante a las plagas y enfermedades (TMV).

3.5. METODOLOGIA

El día 19 de octubre de 1994 se realizó el sorteo para determinar la distribución de bloques completamente al azar, quedando establecidos los tratamientos de la siguiente manera:

4 4	1 1	2 2	6 6	3 3	7 7	5 5
4 4	1 1	2 2	6 6	3 3	7 7	5 5
4 4	1 1	2 2	6 6	3 3	7 7	5 5
4 4	1 1	2 2	6 6	3 3	7 7	5 5
4 4	1 1	2 2	6 6	3 3	7 7	5 5
4 4	1 1	2 2	6 6	3 3	7 7	5 5
1 1	5 5	7 7	6 6	2 2	3 3	4 4
1 1	5 5	7 7	6 6	2 2	3 3	4 4
1 1	5 5	7 7	6 6	2 2	3 3	4 4
1 1	5 5	7 7	6 6	2 2	3 3	4 4
1 1	5 5	7 7	6 6	2 2	3 3	4 4
1 1	5 5	7 7	6 6	2 2	3 3	4 4
3 3	2 2	6 6	7 7	5 5	4 4	1 1
3 3	2 2	6 6	7 7	5 5	4 4	1 1
3 3	2 2	6 6	7 7	5 5	4 4	1 1
3 3	2 2	6 6	7 7	5 5	4 4	1 1
3 3	2 2	6 6	7 7	5 5	4 4	1 1
3 3	2 2	6 6	7 7	5 5	4 4	1 1
5 5	3 3	2 2	1 1	4 4	6 6	7 7
5 5	3 3	2 2	1 1	4 4	6 6	7 7
5 5	3 3	2 2	1 1	4 4	6 6	7 7
5 5	3 3	2 2	1 1	4 4	6 6	7 7
5 5	3 3	2 2	1 1	4 4	6 6	7 7
5 5	3 3	2 2	1 1	4 4	6 6	7 7

TRATAMIENTOS:

- 1.- Estopa de coco 100%
- 2.- Estopa de coco 50% - Jal 50%
- 3.- Estopa de coco 75% - Jal 25%
- 4.- Estopa de coco 50% - Balastro 50%
- 5.- Estopa de coco 75% - Balastro 25%
- 6.- Estopa de coco 50% - Tezontle 50%
- 7.- Estopa de coco 75% - Tezontle 25%

Así pues, se tuvieron:

- 7 Tratamientos.
- 4 Repeticiones por tratamiento.
- 12 Plantas por repetición.
- 48 Plantas por tratamiento.
- 336 Plantas totales.

Los trabajos iniciales para el establecimiento del experimento consistieron en 3 lavados previos del sustrato y su correspondiente desinfección.

Posteriormente se realizó un análisis del sustrato obteniéndose un pH de 6.67 y una Conductividad eléctrica de 0.25 mmhos/cm, condiciones consideradas como idóneas para el establecimiento del cultivo.

El trasplante se realizó el 24 de octubre de 1994, aplicando los fungicidas Previcur y Derosal en dosis de 15 cc y 25 cc respectivamente, disueltos en 20 lt de agua.

Los trabajos de riego se dividieron en dos tipos:

- a) Riego con agua sola.
- b) Fertirrigación.

Los riegos con agua sola se aplicaron cuando la C.E. del sustrato se incrementaba entre 3 y 3.5 mmhos/cm; el volumen de agua aplicado era en exceso con la finalidad de lavar las sales acumuladas.

La fertirrigación inicial hasta la formación de los primeros frutos (5 de diciembre) se basó en las aplicaciones de fertilizante Technigro 20-18-20 a razón de 50 gr en cada aplicación, disueltos en el agua de riego.

Nitrato de calcio en dos aplicaciones con dosis de 90 gr cada una.

Nitrophoska 10-5-15 en dos aplicaciones de 75 cc cada una disueltos en el agua de riego.

Fertiquel Combi en dos aplicaciones de 80 gr cada una incorporados al agua de riego.

Se fertirrigó en cuatro ocasiones con ácido fosfórico a razón de 25 cc por aplicación, con el objeto de bajar el pH de la solución e incorporar el fósforo a la nutrición de la planta.

En ésta etapa inicial se fertilizó foliarmente con 5 aplicaciones de Nitrofoska en dosis de 125 cc disueltos en 10 lt de agua; así como Fertiquel Combi, tres aplicaciones, en dosis de 40 gr disueltos en 10 lt de agua.

En una segunda etapa (a partir del 8 de diciembre) del cultivo se fertirrigó con los siguientes productos:

Poliquel, 5 aplicaciones de 60 cc cada una.

Nitrato de Potasio en 18 aplicaciones de 140 gr cada una.

Nitrato de Calcio en 12 aplicaciones de 110 gr cada una.

Sulfato de Amonio en ocho aplicaciones de 110 gr cada una.

Fertiquel Combi en cinco aplicaciones de 30 gr cada una.

Sulfato de Magnesio en seis aplicaciones en 65 gr cada una.

Del mismo modo se realizó una aplicación de Technigro (150 gr), Quelatos de Hierro y Magnesio (60 cc) y Fosfato diamónico (145 gr).

En todos los casos se utilizó ácido fosfórico y/o ácido Nítrico para bajar el pH de la solución nutritiva.

En forma foliar se realizaron aplicaciones de:

Fertiquel Combi en cuatro aplicaciones de 20 gr cada una, disueltos en 10 lt de agua.

Nitrofoska, dos aplicaciones, de 120 cc cada una, disueltos en 10 lt de agua.

Las plagas y enfermedades que se presentaron se controlaron con aplicaciones de Tamarón, Endosulfan, Pentaclor 600, Arrivo, Bavistin, Previcur y Derosal.

Es conveniente señalar que los riegos se aplicaron en la primera etapa del cultivo cada tercer día, y posteriormente se regó diariamente.

Con el objeto de mantener la planta en forma erecta, se entutoró el cultivo, utilizando hilo rafia cuando la planta alcanzó una altura de 50 cm (15 de Noviembre).

Se realizaron tres podas de formación durante el ciclo del cultivo (30 de noviembre de 1994, 4 de enero de 1995 y 4 de marzo de 1995).

Para la cosecha del fruto se realizaron 10 cortes, iniciando el 1 de Febrero de 1995 y terminando el 16 de marzo de 1995.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza ($P < 0.05$) no mostraron significancia para las variables peso por planta y número de frutos por planta.

4.1. PRODUCCION POR PLANTA

Los promedios estimados para la variable producción por planta para cada uno de los tratamientos analizados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Promedios obtenidos para la producción por planta (gramos). Ciclo otoño-invierno 94-95, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.

TRATAMIENTO	MEDIA
1.- Estopa de coco 100%	1074.2 a
2.- Estopa de coco 50%-Jal 50%	1119.6 a
3.- Estopa de coco 75%-Jal 25%	1089.7 a
4.- Estopa de coco 50%-Balastro 50%	1316.0 a
5.- Estopa de coco 75%-Balastro 25%	1161.1 a
6.- Estopa de coco 50% -Tezontle 50%	1412.6 a
7.- Estopa de coco 75%-Tezontle 25%	1410.2 a

Duncan $P < 0.05$, letras iguales no difieren estadísticamente

En el cuadro 3 al observar los promedios obtenidos se aprecia que existe una tendencia a que los tratamientos 6 y 7 (estopa de coco 50%-tezontle 50% y estopa de coco 75%-tezontle 25%) influyen en el rendimiento por planta.

Lo anterior se puede atribuir a la mejor aireación y retención de humedad que proporciona la mezcla de estos sustratos tal como lo menciona Moreno y Mojarro (1995), citando a Seitner (1968).

4.2. NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA

Los promedios estimados para la variable número de frutos por planta para cada uno de los tratamientos analizados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Promedios obtenidos de número de frutos por planta. Ciclo otoño-invierno 94-95, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.

TRATAMIENTO	MEDIA
1.- Estopa de coco 100%	8.500 a
2.- Estopa de coco 50%-Jal 50%	8.950 a
3.- Estopa de coco 75%-Jal 25%	8.400 a
4.- Estopa de coco 50%-Balastro 50%	9.125 a
5.- Estopa de coco 75%-Balastro 25%	7.950 a
6.- Estopa de coco 50%-Tezontle 50%	9.925 a
7.- Estopa de coco 75%-Tezontle 25%	10.100 a

Duncan $P < 0.05$, letras iguales no difieren estadísticamente.

En el cuadro 4 se muestra que los tratamientos 7 y 6 (estopa de coco 75%-tezontle 25% y estopa de coco 50%-tezontle 50%) tienen una tendencia a influir en el número de frutos por planta.

Lo anterior se puede atribuir a la mejor aireación y retención de humedad que proporciona la mezcla de estos sustratos tal y como lo mencionan Moreno y Mojarro (1995), citando a Seitner (1968).

4.3. PRODUCCION POR PLANTA Y PROPORCION DE SUSTRATO

Cuadro 5. Promedios obtenidos de producción por planta (gramos). Por proporción de sustrato. Ciclo otoño-invierno 94-95, Zapopan, Jalisco. División de Ciencias Agronómicas.

TIPO DE SUSTRATO	25%	50%	75%	100%
Estopa de coco		1282.7	1220.3	1074.2
Balastro	1161.1	1316.0		
Jal	1089.7	1119.6		
Tezontle	1410.2	1412.6		

En el cuadro 5 se observa que al disminuir la proporción de estopa de coco se incrementa la producción por planta(gramos). Asimismo en el resto de los sustratos al incrementarlos del mismo modo se incrementa el rendimiento por planta.

Lo anterior nos indica que al incrementar la proporción del sustrato se mantienen condiciones de aire-sustrato-agua más idóneas para el cultivo.

4.4. NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA Y PROPORCION DE SUSTRATO

Cuadro 6. Promedios obtenidos de frutos por planta y proporción de sustrato. Ciclo otoño-invierno 94-95, Zapopan, Jalisco, División de Ciencias Agronómicas.

TIPO DE SUSTRATO	25%	50%	75%	100%
Estopa de coco		9.330	8.810	8.500
Balastro	7.950	9.125		
Jal	8.400	8.950		
Tezontle	10.100	9.925		

En el cuadro 6 se observa que al disminuir la proporción de estopa de coco se incrementa el número de frutos por planta al igual que en la producción por planta.

En los sustratos balastro y jal se observa un incremento en el número de frutos al aumentar la proporción de ellos, más no así en el sustrato tezontle.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de analizar los resultados de la presente investigación se puede concluir que los mismos no mostraron significancia, pero si una tendencia al aumento en la producción (peso y número de frutos) influida por dos de los siete sustratos utilizados.

Así pues las combinaciones de los sustratos: estopa de coco 50%-tezontle 50% y estopa de coco 75%-tezontle 25% (tratamientos 6 y 7 respectivamente) resultaron ser los que presentaron en mayor grado la tendencia a aumentar la producción, tanto en número como en peso de frutos del cultivo de jitomate.

Dados los resultados se concluye que conforme disminuye la proporción de estopa de coco en combinación con los sustratos utilizados (tezontle, balastro y jal) se observa un incremento en la producción, pudiendo esto ser atribuido a una adecuada relación agua-sustrato-aire, que le permite a la planta un mejor ambiente radicular.

En los resultados de la actual investigación se concluye, que es factible la reutilización de sustratos en un segundo ciclo.

Finalmente se recomienda que se realicen investigaciones en las cuales se evalúen otras diferentes proporciones de tezontle con estopa de coco para llegar a determinar la combinación óptima.

Así como también investigar la adecuada relación agua-sustrato-aire, además de las dosis de fertilización.

6. LITERATURA CITADA

A.Alpi-F., Tognoni, 1987. CULTIVO EN INVERNADERO. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Anderlini, R. 1989. EL CULTIVO DEL TOMATE. Ed. CEAC. Barcelona, España.

Bernat, J.C. y otros. 1990. INVERNADEROS:CONSTRUCCION, MANEJO, RENTABILIDAD. Ed. AEDOS. Barcelona, España.

Blancard, D. 1992. ENFERMEDADES DEL TOMATE. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Cuartero, J., Liñan, J. y Troncoso, A. 1991. EVALUACION AGRONOMICA DE SUSTRATOS INERTES PARA CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO. II Congreso Nacional de Fertirrigación. Almería, España.

Denisen, E.C. 1987. FUNDAMENTOS DE HORTICULTURA. Ed. Limusa. México.

Durany, C.U. 1982. HIDROPONIA. Ed. Sintesis. Barcelona, España.

Ibar, A.L. y Juscafresa, S.B. 1987. TOMATES, PIMIENTOS, BERENJENAS. Ed. AEDOS. Barcelona, España.

Matallana, A.J. y Montero, J.I. 1989. INVERNADEROS. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Moreno, D.C.J. y Mojarro, V.J. 1995. CHILE JALAPEÑO *Capsicum annum* L. EN CULTIVO HIDROPONICO Y DIFERENTES SUSTRATOS AUTOCTONOS, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. Tesis profesional. División de Ciencias Agronómicas. C.U.C.B.A. Universidad de Guadalajara. México.

Reche, M.J. 1991. ENFERMEDADES DE HORTALIZAS EN INVERNADERO. Ed. Servicio de Extensión Agraria Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.

Robledo, P.F. y Martín V.L. 1988. APLICACION DE LOS PLASTICOS EN LA AGRICULTURA. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Rodríguez, D.E. 1994. APLICACION DE ACIDOS HUMICOS, FITOHORMONAS Y ACOLCHADOS PLASTICOS, EN CHILE POBLANO *Capsicum annum*, L. BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. Tesis de Maestría. División de Ciencias Agronómicas, C.U.C.B.A. Universidad de Guadalajara. México.

_____. 1994. SOLUCIONES NUTRITIVAS PARA LA FERTIRRIGACION. División de Ciencias Agronómicas. C.U.C.B.A. Universidad de Guadalajara. México.

Rodríguez, P.A. 1991. SEMIFORZADO DE CULTIVOS MEDIANTE EL USO DE PLASTICOS. Ed. Limusa. México.

Rodríguez, R.R. y otros. 1989. EL CULTIVO MODERNO DEL JITOMATE. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Sánchez del Castillo, F. y Escalante R.E. 1981. HIDROPONIA. Ed. Patronato Universitario (PATUACH) de la UACH. Chapingo, México.

SEP. 1981. TOMATES. Manuales para la Producción Agropecuaria. SEP/Trillas. México.

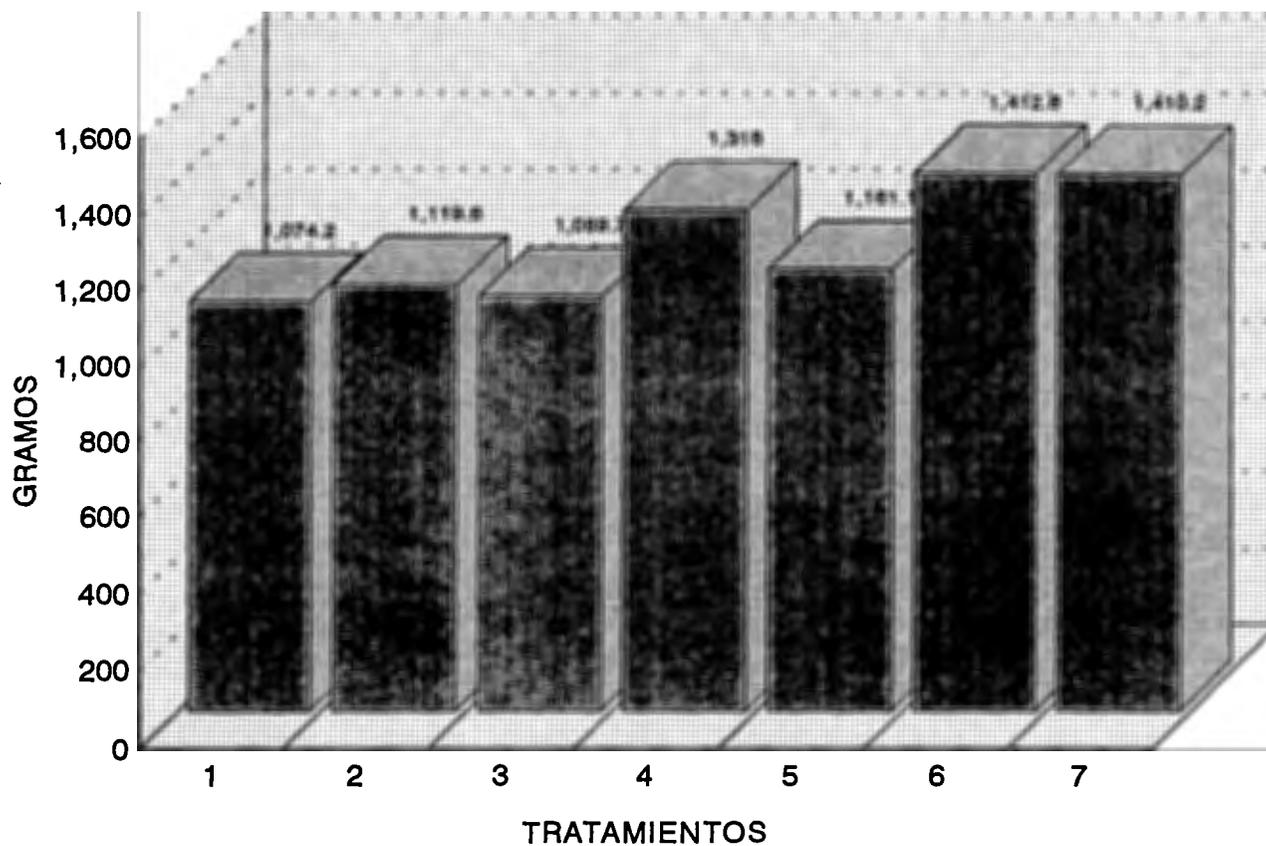
Serrano, C.Z. 1979. CULTIVO DE HORTALIZAS EN INVERNADEROS. Ed. AEDOS. Barcelona, España.

Sobriño, I.E. y Sobriño V.E. 1989. TRATADO DE HORTICULTURA HERBACEA. Ed. AEDOS. Barcelona, España.

Toovey, F.W. y otros. 1982. PRODUCCION COMERCIAL DE TOMATES. Ed. Acriba. Zaragoza, España.

Valadez, L.A. 1989. PRODUCCION DE HORTALIZAS. Ed. Limusa. México.

PROMEDIOS DE PRODUCCION POR PLANTA CICLO O.I. 94-95. ZAPOPAN, JAL.



DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS.
TESIS PROFESIONAL

PROMEDIOS DE NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA CICLO O.I. 94-95. ZAPOPAN, JALISCO

