

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION  
AGROPECUARIA**



**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum  
lycopersicum*) BAJO CONDICIONES DE AGRICULTURA  
PROTEGIDA Y TRADICIONAL EN MÉXICO**

**POR  
EDGAR IVAN AVIÑA JUAREZ**

**MONOGRAFIA**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Noviembre de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO ADMINISTRACION AGROPECUARIA  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*)  
BAJO CONDICIONES DE AGRICULTURA PROTEGIDA Y TRADICIONAL EN  
MÉXICO


Por


EDGAR IVAN AVIÑA JUAREZ

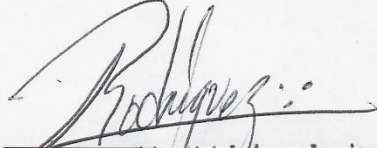
Que somete a consideración del comité asesor como requisito parcial, para  
obtener el título de:

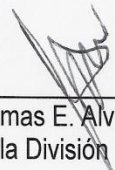
**INGENIERO AGRONOMO ADMINISTRADOR**


Aprobada

  
\_\_\_\_\_  
M.A.E. Tomas E. Alvarado Martínez  
Presidente del Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Enrique Navarro Guerrero  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alvaro Fernando Rodríguez Rivera  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
M.A.E. Tomas E. Alvarado Martínez  
Coordinador Interino de la División de Ciencias Socioeconómicas

  
DIV. CS. SOCIOECONOMICAS  
COORDINACION

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre de 2015

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios*

*Tú que me das esa fortaleza para seguir con los quehaceres de la vida, a tí señor que me proteges con tu luz en todo mi camino, por proteger a mis seres queridos y por enseñarme a levantarme después de mis derrotas.*

*A mis padres*

*Manuel Aviña Hernández y Martha Juárez Coronado*

*Agradezco de todo corazón a mis Padres por la confianza que han depositado en mí, por haberme dado la oportunidad y las herramientas necesarias para construir este sueño, que representa la mejor de mis experiencias. Gracias por estar conmigo en las derrotas y logros de mi vida que también han sido suyos e inspirados en ustedes. Por todo el ayer, les dedico todos los triunfos de mi vida, Los quiero mucho.*

*A mis hermanos*

*Jairo Javier Aviña Juárez y Silvia Aviña Juárez*

*Agradezco a mis hermanos por acompañarme en todo momento, superando las adversidades de la vida*

*A mi Alma Terra Mater*

*Por enseñarme a aprender algo nuevo en cada práctica y enseñarme a luchar día a día por ser una mejor persona.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivo General.....	2
Palabras clave .....	2
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
1.1 Generalidades del cultivo de tomate.....	3
1.2 Proceso de Producción del Cultivo de Tomate en México .....	3
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>9</b>
<b>PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO AGRICULTURA PROTEGIDA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Calidad del agua para invernaderos.....	11
2.2 estructura e instalaciones de invernaderos.....	12
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>18</b>
<b>PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO AGRICULTURA TRADICIONAL</b> .....	<b>18</b>
3.1 Fertirrigación del cultivo de tomate en el suelo .....	18
3.2 Riego por Goteo o por Cintilla.....	23
3.3 Sistemas de protección .....	26
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>28</b>
<b>ANÁLISIS FODA DEL CULTIVO DE TOMATE EN MÉXICO</b> .....	<b>28</b>
4.1 Análisis FODA de la producción de tomate bajo agricultura protegida.....	28
4.2 Análisis FODA en la producción de tomate a cielo abierto (tradicional) .....	29
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>32</b>

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*), es la especie hortícola más cultivado tanto a cielo abierto como en la agricultura protegida, así mismo es el cultivo más rentable, pues cumple con los dos requisitos indispensables, por un lado tiene un alto potencial de rendimiento desde 4 kg/m<sup>2</sup> hasta 25 kg/ m<sup>2</sup>, lo cual está en función de la experiencia del productor y del nivel tecnológico. Por otro lado tiene un alto consumo, ya que el consumo per cápita de los mexicanos en 1925 era de 1.0 kg y para el 2010 se incremento a 25.0 kg pero si se tratara de alcanzar a los italianos que su consumo per cápita es de 130.0 kg nos hacen falta 105.0 kg debido a que los mexicanos solo lo consumimos como condimento, es decir para darle sabor al arroz, a las sopa y a los guisados, solo algunos estratos de la sociedad lo consumen en ensaladas y salsas, por lo que sería importante considerar el consumirlo como platillo de tomate bola relleno, de tomate en salsa de tomate saladette, roma o guagiyo, pues el jitomate contiene vitamina C potasio y licopeno este último es el que le da el color rojo a los tomates y que al consumirlo limpia al organismo de toxinas y radicales libres causantes de infinidad de enfermedades degenerativas como el cáncer y la vejez prematura entre otras, por lo que es importante que los consumidores se enteren de estas cualidades para que el consumo se incremente.

En cuanto a la producción de este cultivo en México, de acuerdo datos de SAGARPA, en el 2008 se estimaban más de 9,000 hectáreas dedicadas a la producción protegida de hortalizas, desde las 721 registradas en 1999. Sin embargo la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC) estima que en la actualidad existen unas 15,000 ha en base a resultados del “Estudio de Oportunidades Externas para el Desarrollo de la Inteligencia Comercial del Mercado de Exportación de la Horticultura Protegida Nacional” implementado en la zona noroeste de México en 1999.

De la superficie protegida total, una gran parte corresponde al cultivo de tomate, siendo los tipos roma, bola y cereza, los más populares en dicha modalidad de producción. Sólo en Sinaloa existen unas 15,000 hectáreas dedicadas al cultivo de tomate, de las cuales más del 10% son protegidas. Debido a los buenos resultados obtenidos con dicha modalidad, se ha incrementado la superficie de producción en casa sombra, principalmente para el mercado de exportación.

En relación a los precios de mercado así como referente a la tecnología, la superficie total sembrada en una temporada se ve influenciada por los precios internacionales obtenidos en el año anterior, lo cual anima o desanima a la plantación de tomate en la temporada siguiente.

Analizando el tipo de variedad que se produce en nuestro país, los tomates tipo roma representan un 54% de la superficie sembrada en México, ya que su demanda ha aumentado con respecto al tipo bola. Es de gran importancia la estacionalidad de la producción, ya que durante la temporada de invierno (octubre-mayo), Sinaloa es el principal productor y exportador de tomate fresco. Otros importantes estados productores son Michoacán, Jalisco y BCS. Los productores de Sinaloa prevén que el uso de variedades de larga vida, riego por goteo, y acolchado plástico les ayudará a mantener sus altos niveles de rendimiento. Mientras que en la temporada de verano (mayo-octubre), Baja California toma el relevo, seguido por los estados de Michoacán, Jalisco y Morelos.

Por estas razones, se considero importante analizar los sistemas de producción del cultivo de tomate, que se llevan a cabo en México (Fonseca 2012)

### **Objetivo General**

Analizar los sistemas de producción del cultivo de tomate, bajo sistema de agricultura protegida y tradicional, en México.

### **Palabras clave; Producción, Sistemas, Tomate.**

Correo electronico; Edgar Iván Aviña Juárez, [ing\\_edgarivan@hotmail.com](mailto:ing_edgarivan@hotmail.com)

# CAPITULO I

## REVISIÒN DE LITERATURA

### 1.1 Generalidades del cultivo de tomate

#### Taxonomía

Reino: Vegetal  
División: Antofitas  
Subdivisión : Angiosperma  
Clase: Dicotiledónea  
Orden: Tubiflorales  
Familia: Solanáceas  
Género: Lycopersicum.  
Especie: Esculentum Mill.  
Nombre Científico: *Solanum Lycopersicum* L

El cultivo de tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio.

El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada, el tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o fruto y en mucha menor escala se utiliza como encurtido (FAO 2009)

### 1.2 Proceso de Producción del Cultivo de Tomate en México

#### Preparación del suelo

En la preparación del suelo se debe aflojar y rastrillar el suelo, desinfección de la tierra con Carbofuran 5G 20 a 30 kg/ha, formación de surcos de 60 a 80 cm de ancho con separaciones de entre 1.2 a 1.5 m para colocar una o dos hileras de plantas separadas a 30 cm entre estas y a 30 o 40 cm entre plantas, el tutorado es con una distancia entre postes de 12 metros y tendido de alambre cada 40 cm (Castellanos 2003)

#### Siembra

Para zonas con heladas tardías las siembras pueden iniciar a finales de febrero y marzo. Para zonas sin presencia de heladas se recomienda la siembra a partir del mes de septiembre y hasta noviembre (Castellanos 2003)

### **Método de siembra**

Mezclar sustrato en proporción de 2 partes de composta de estiércol seco desmenuzado por una parte de tezontle o tepojal cribado en una malla de 0.5 x 0.5 cm. Emplear semilla con 90% de germinación, colocar una semilla por golpe, en charolas de cajas germinadoras equivale a media libra/ha (Olguín 2001)

### **Tratamiento de fertilización**

Tratamiento de fertilización: 160-100-240 (N, P, K) Se recomienda realizar un análisis de suelo para un mayor aprovechamiento de los nutrientes o fertilizantes.

### **Fuentes de nutrimentos**

Fuentes de nutrimentos: Nitrógeno: Urea (46% N), Nitrato de Amonio (33.5% N), Fosfato Diamónico (18-46-00); Fósforo: Superfosfato de Calcio Triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Superfosfato de Calcio Simple (20.5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); Potasio: Cloruro de Potasio (60% KCl).

### **Oportunidad de fertilización**

Oportunidad de fertilización: En trasplante: 80-80-140. en la floración: 60-00-50 al primer corte: 20-20-50 (Castilla 2003)

### **Control de maleza**

Control de maleza, efectuar dos deshierbes en forma manual o con el uso de acolchados que son cubiertas plásticas sobre el surco para evitar el crecimiento de maleza, o mecánica si se quiere realizar deshierbe químico con Metribuzin a dosis de 3.0ml /l de agua, asperjado a la maleza cuando esta tenga menos de 2 cm de altura, aplicarse por la mañana y con presencia de humedad en el suelo (Zaidan 1997)

### **Plagas**

Las plagas que pueden aparecer en el cultivo son: Minador de la hoja, Mosquita Blanca, Pulgón verde del jitomate, Araña roja y Gusano del fruto, se recomienda controlar las plagas del suelo con Diazinon 4% G, 25 kg/ha; del follaje: para insectos chupadores: Imidacloprid 18.8% + Lambda cialotrina 13.6% en dosis



de 200-300 cc/ha, Thiacloprid 150-200 cc/ha, Espiromesifen 400-600 cc/ha, Betacyflotrin 200-300; control alternativo: Aceite parafinico de petróleo, sales potásicas de Ácidos grasos (Coto 2009)

### **Enfermedades**

El control de enfermedades se recomienda asperjar plántulas, en caso necesario Mancozeb 2-3 kg/ha, Captan 2-3 kg/ha, Clorotalonil 2-3 kg/ha, Zineb 2-3 kg/ha ó Metalaxil + Clorotalonil 2-3 kg/ha (Macilwain 2004)

### **Rendimiento**

El rendimiento estará en base a la fertilización y el manejo, de 10-50 ton/Ha y en excelentes condiciones hasta 250 ton/ha (Fonseca, 2006)

### **Luminosidad o radiación**

La luz solar es un pre-requisito para el crecimiento de la planta, el crecimiento es producido por el proceso de fotosíntesis, el cual se da sólo cuando la luz es absorbida por la clorofila (pigmento verde) en las partes verdes de la planta mayormente ubicadas en las hojas, el tomate es un cultivo que no lo afecta el fotoperiodo o largo del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo, por lo que esperaríamos que en nuestro medio, no se tengan muchos problemas de desarrollo de flores y cuaje de frutos por falta de luz., en la práctica se ha observado que los distanciamientos de siembra pueden afectar el desarrollo de las primeras flores por falta de luz, principalmente en aquellas variedades que tienden a producir mucha ramificación o crecimiento de chupones laterales (Wiebe, 1997)

### **Temperatura**

La temperatura del aire es el principal componente del ambiente que influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, el cuaje de frutos, desarrollo de frutos, maduración de los frutos y la calidad de los frutos rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30° C durante el día y 15 - 18° C durante la noche, temperaturas de más de 35° C y menos de 10° C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, aunque puede haber diferencias entre cultivares, ya que las casas productoras de semillas, año con año, mejoran estos aspectos a nivel genético, por lo que hoy en día podemos encontrar variedades que cuajan perfectamente a temperaturas altas (Wiebe, 1997)

## **Humedad Relativa**

La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %; dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción; ya que por ejemplo, si tenemos condiciones de baja humedad relativa (-de 45%) la tasa de transpiración de la planta crece, lo que puede acarrear estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando directamente la polinización especialmente en la fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor (King, 1998)

## **Barreras vivas**

Esta práctica sirve para evitar severos daños al cultivo por los vientos fuertes o como barreras al movimiento de insectos vectores de virus, como mosca blanca las especies que se recomiendan son: maíz, sorgo, zacate kinggrass, caña de azúcar y crotalaria (Mintzer, 1992)

## **Curvas a nivel**

Se recomienda en terrenos de ladera, esta práctica contribuye a disminuir la erosión (Coto 2009)

## **Abonos verdes**

Se recomienda el uso en suelos con bajo contenido en materia orgánica, sirven para mejorar la estructura, aporte de nitrógeno e incremento de los microorganismos del suelo, entre los más recomendados se tienen: dolichus, cannavalia, mucuna, crotalaria; deben sembrarse antes de trasplante, o al inicio de las lluvias o incorporarse al suelo cuando llegan a floración, porque en esta etapa hay una mejor concentración de nutrientes en sus partes vegetativas (Alpi, 1991)

## **Análisis del suelo**

Para el establecimiento de un programa de fertilización que permita obtener altas producciones de tomate al menor costo posible es necesario conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo, esto se logra mediante análisis químico, el análisis de suelo es la base para las recomendaciones de fertilización y debe realizarse previo al trasplante, la fertilización debe realizarse según los resultados del análisis de suelos, los cuales deben hacerse cada dos años y en

un laboratorio confiable, para confiar en la recomendación del tipo y dosis de fertilizantes a aplicar y la corrección de acidez si es necesario (Michel, 2003)

## **Fertilización Química**

De acuerdo con el análisis del suelo y con los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate, la fertilización puede realizarse siguiendo las recomendaciones siguientes, en suelos con pH menores a 5.5, textura franco arcilloso o arcilloso, fósforo menor de 12 ppm. Se recomienda una de las siguientes alternativas de fertilización (Gewin, 2004).

Para llevar a cabo una fertilización adecuada o conveniente existen las alternativas siguientes.

### **Primera alternativa**

Al trasplante: aplicar 341 kg/ha de fórmula 15-15-15.

A la floración aplicar: 227 kg/ha de nitrato de calcio.

A la formación de frutos: aplicar. 130 kg/ha de urea.

Después de la primera cosecha aplicar 130 kg/ha de nitrato de potasio (13- 0-46).

### **Segunda alternativa**

Al trasplante aplicar: 259 kg/ha de fórmula 16-20-0

A la floración de frutos aplicar: 259 kg/ha de fórmula 15-15-15.

A la formación de frutos aplicar. 195 kg/ha de urea.

### **Tercera alternativa**

Al trasplante aplicar: 195 kg/ha de fórmula 18-46-0

A la floración aplicar 195 kg/ha de nitrato de amonio calcáreo.

A la formación de frutos aplicar: 162 kg/ha de Nitrato de potasio (13-0-46).

Después de la primera cosecha aplicar 97 kg/ha de urea.

### **Cuarta alternativa**

Fertilización foliar: efectuar cuatro aplicaciones de fertilizantes foliares cada quince días.

En suelos con el fósforo y potasio (P y K) altos y el grado de acidez (pH) se encuentre entre 5.5- 6.5 las alternativas de fertilización son:

### **Quinta alternativa**

Al trasplante aplicar: 340 kg/ha de fórmula 15-15-15.  
A la floración aplicar 282 kg/ha de sulfato de amonio.  
A la formación de frutos aplicar 130 kg/ha de nitrato de amonio.  
Después de cada cosecha aplicar 130 kg/ha de nitrato de potasio.

**Sexta alternativa**

Al trasplante aplicar 130 kg/ha de fórmula 18-46-0, 130 kg/ha de 0-20-0 y 130 kg/ha de muriato de potasio.  
A la floración aplicar 195 kg/ha de sulfato de amonio.  
Al desarrollo del fruto aplicar 162 kg/ha de urea.  
Al inicio de la cosecha aplicar 162 kg/ha de sulfato de amonio.  
Aplicar abonos foliares cada 7 días y no olvidar aplicar foliar mente calcio y boro (Eghball, 2000)

## **CAPITULO II**

### **PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO AGRICULTURA PROTEGIDA**

Actualmente, los consumidores están más interesados que nunca en el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo fresco (FIRA, 2003)

Por lo anterior, es necesario encontrar sistemas de producción apegados lo más cercano posible a la no aplicación de agroquímicos, siendo uno de los caminos, la agricultura protegida, la cual según la FAO (2001) en forma general, la define como un método agrícola innovador en México y Estados Unidos (FIRA 2003)

Gutiérrez *et al.*, (2000) menciona que básicamente los principales problemas de que enfrenta la agricultura protegida, en México y en algunos lugares del mundo, son la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción y la insuficiencia de capacitación e investigación; la comercialización debido a la oferta y demanda, en función del suministro constante de producto; las limitantes ambientales, los costos de producción, debido a que la mayoría de los productos autorizados son extranjeros y por consiguiente de precio elevado, mientras que la insuficiencia de capacitación e investigación, origina que los productores recurran a técnicos y/o instituciones extranjeras.

Efecto de diferentes concentraciones de potasio y nitrógeno en la productividad de tomate en cultivo bajo invernadero, la escasa precipitación pluvial y temperaturas extremas son características del estado de Zacatecas, lo que propician la aplicación de nuevas tecnologías y sistemas de cultivo en donde el gasto de agua sea mínimo y la producción permanezca en el ámbito competitivo, la precipitación anual registrada en las zonas del norte-este, donde el clima es de semi-seco a muy seco, es de 600 a menos de 200 mm, en cambio en la zona sur-oeste se presentan condiciones de mayor humedad, con climas de semi-fríos, templados y semi cálidos, con rangos de precipitación que van de 600 a mayores de 1,000 mm (FIRA, 2003)

Esta situación, junto con la demanda creciente de alimentos y el deterioro del medio ambiente, obliga a los productores a utilizar técnicas que permitan el uso de los recursos de manera más eficiente, utilizando sistemas de cultivo como la agricultura protegida bajo estas condiciones para la producción de hortalizas en invernadero es ideal, pues tiene un alto grado de eficiencia en el uso de agua, ya que se reducen las pérdidas por evaporación y se evita la percolación;

además, es poco el terreno que debe recibir el riego, porque las raíces no necesitan crecer en exceso para buscar sus nutrientes, pues el método les permite llegar directamente a la raíz en las cantidades necesarias para el óptimo desarrollo de la planta, ya que ésta se encuentra en bolsas de plástico utilizadas como contenedor.

El fruto fresco es rico en vitamina C; el poder calórico del tomate es modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasa., el tomate es fuente importante de sales minerales (Potasio y Magnesio, principalmente) de su contenido en vitaminas destacan B<sub>1</sub> B<sub>2</sub> B<sub>5</sub>, A, C y E y carotenoides como el licopeno (pigmento que da el color característico al tomate (Nuez, 2001)

La calidad del fruto del tomate se determina por su apariencia (color, tamaño, forma, ausencia de desórdenes fisiológicos y descomposición), firmeza, textura y materia seca, sus propiedades sensoriales (sabor) y nutracéuticas (beneficios para la salud), la calidad sensorial del tomate se atribuye principalmente a la concentración de compuestos volátiles responsables del aroma de ácidos y de azúcares; su calidad nutracéutica se define por su contenido de minerales, vitaminas, carotenos y flavonoides (Papadopoulos, 2004)

El cultivo del tomate en invernadero ha crecido enormemente en los últimos 20 años, impulsado principalmente por la demanda de tomate fresco durante todo el año, además de que recientemente se han desarrollado mejores cultivos para invernadero, con mejor calidad de la fruta y con rendimientos de más del doble por planta, comparados con el producido de forma tradicional (Lesur, 2006)

El establecimiento de relaciones N/K adecuadas en las diferentes fases del cultivo, se identifica como uno de los problemas fundamentales que afecta el comportamiento productivo del tomate en invernadero (Jensen, 2002)

Esta relación determina el equilibrio entre los procesos vegetativos y reproductivos, pues el potasio actúa como regulador de crecimiento cuando la disponibilidad del nitrógeno es alta, a nivel internacional existen diversos estudios en donde se evaluó el efecto individual del nitrógeno y el potasio en el cultivo protegido del tomate, definiéndose relaciones óptimas para estos nutrientes en términos de kg/ha, que varían de 1:1.5 a 1.4 en función de la variedad, manejo del cultivo y clima existente (Hernández, 2009)

La relación entre Potasio y Nitrógeno da origen a las soluciones nutritivas de crecimiento y producción, de crecimiento, mientras que una relación de 300 ya que una relación K/N=1 de 200 ppm de Potasio y 200 ppm de Nitrógeno da como resultado una solución nutritiva ppm de Potasio y 200 ppm de Nitrógeno, y otra de 200 ppm de Potasio y 133 ppm de Nitrógeno dan la relación para producción K/N =1.5. Lo anterior se utilizó con muy buenos resultados en la producción de fresa, donde los resultados reportan un incremento del 50%

(Manríquez, 2004)

## 2.1 Calidad del agua para invernaderos

El agua utilizada para cultivos de invernaderos deberá ser analizada antes de la construcción de los mismos, es frecuente y lamentable que se construyan y posteriormente querer enmendar los problemas causados por una mala calidad del agua, hemos visto invernaderos que tuvieron que instalar ósmosis inversa para eliminar sales con éxito aunque muy costoso el equipo y el proceso, pero hay algunos elementos que aún con ósmosis la eliminación es difícil, tal es el caso del boro, también es necesario aclarar que si el límite de tolerancia es ligeramente rebasado el efecto negativo en el rendimiento y calidad del producto es poco y se va incrementando conforme es mayor la diferencia (Harley, 2008)

En algunos casos por ejemplo en cosecha de tomate se recomienda incrementar la conductividad eléctrica con el uso de sales que normalmente tienen los fertilizantes sintéticos (Eghball, 2000).

Variables	Unidades	Valor Obtenido	Valor Sugerido
Factores de Ph			
Ph		6.73 f	5.4 – 6.8
Carbonatos (CO <sub>3</sub> )	Ppm	0	0
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	Ppm	140 d	<100
Bicarbonatos (CaCO <sub>3</sub> )	Ppm	115	<122
Dureza	Ppm	2,117 d	<150
Macroelementos			
Nitrógeno (N) total disponible	Ppm	5.6	<10
Nitrato (NO <sub>3</sub> -N)	Ppm	5.6	<10
Amonio (NH <sub>3</sub> -N)	Ppm	0.0	<10
Fósforo (P)	Ppm	2.3 a	<0.3
Fosfato (PO <sub>4</sub> )	Ppm	6.8 a	<1
Potasio (K)	Ppm	37 a	<10
Calcio (Ca)	Ppm	420	0-120
Magnesio (Mg)	Ppm	259	0-24
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	Ppm	3,055	30-45
Factores de Salinidad			
Conductividad eléctrica (gral.)	usiemens/cm	4,420 d	<2,000
Conductividad eléctrica (plántulas)	usiemens/cm	4,420 d	<750
Sólidos disueltos totales (gral.)	Ppm	2,829 d	<1,300
Sólidos disueltos totales (plántulas)	Ppm	2,829 d	<480
RAS		6.2 d	<4

Sodio (Na)	Ppm	464 d	<70
Cloro (Cl)	Ppm	176 d	<700
Turbidez			
	NTU	1.2 e	<1
Elementostraza			
Fluor (F)	Ppm	1 b	< 0.2
Cobre (Cu)	Ppm	0.01	<0.2
Zinc Zn)	Ppm	0.00	<0.3
Fierro (Fe)	Ppm	0.069	<4.0
Manganeso (Mn)	Ppm	0.021	<1.0
Boro (B)	Ppm	0.23	<0.5

Cuadro No. 1. Indicadores de P.H. en el suelo

Fuente:

En donde:

A: El agua puede estar contaminada con fertilizante o detergente

B: Seguro para la mayor parte de los cultivos excepto la familia de liliáceas

C: Puede ocasionar manchado en hojas y taponamiento de goteros (riego)

D: El agua no se recomienda para invernaderos o deberán tomarse medidas especiales

E: Pudiera provenir de suelo, alga, fierro, manganeso, fertilizante, etc.

F: El pH deberá ajustarse (Fonseca, 2008)

## 2.2 estructura e instalaciones de invernaderos

### Estructura de un invernadero

La elección de un tipo de invernadero, es decir de su estructura, está en función de una serie de factores o aspectos técnicos:

Tipo de suelo; Se deben elegir suelos con buen drenaje y de alta calidad aunque con los sistemas modernos de fertirriego es posible utilizar suelos pobres con buen drenaje o sustratos artificiales, son preferibles lugares con pequeña pendiente orientados de norte a sur, los vientos se tomarán en cuenta, la dirección, intensidad y velocidad de los vientos dominantes, exigencias bioclimáticas de la especie en cultivo, características climáticas de la zona o del área geográfica donde vaya a construirse el invernadero; disponibilidad de mano de obra (factor humano); imperativos económicos locales (mercado y comercialización), (Manríquez, 2004)

### Tipos de invernaderos

Los invernaderos se pueden clasificar de distintas formas, según se atienda a determinadas características de sus elementos constructivos (por su perfil



externo, según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, según el material de la estructura, con la finalidad de escoger una buena estructura se basa la clasificación según la conformación estructural o perfil externo (Tipper, 1995)

### **Invernaderos planos o tipo parral**

Este tipo de invernadero se utiliza en zonas poco lluviosas, aunque no es aconsejable su construcción, la estructura de estos invernaderos se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal (Baixauli, 1996)

### **Invernadero en raspa y amagado**

Su estructura es muy similar al tipo parral pero varía la forma de la cubierta, se aumenta la altura máxima del invernadero en la cumbre, que oscila entre 3 y 4,2 m, formando lo que se conoce como raspa, en la parte más baja, conocida como amagado, se unen las mallas de la cubierta al suelo mediante vientos y horquillas de hierro que permite colocar los canalones para el desagüe de las aguas pluviales, la altura del amagado oscila de 2 a 2,8 m, la de las bandas entre 2 y 2,5 m (Azqueta, 1994)

### **Invernadero asimétrico**

Difiere de los tipo raspa y amagado en el aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar, para ello el invernadero se orienta en sentido este-oeste, paralelo al recorrido aparente del sol; la inclinación de la cubierta debe ser aquella que permita que la radiación solar incida perpendicularmente sobre la cubierta al mediodía solar durante el solsticio de invierno, época en la que el sol alcanza su punto más bajo, este ángulo deberá ser próximo a  $60^{\circ}$  pero ocasiona grandes inconvenientes por la inestabilidad de la estructura a los fuertes vientos, por ello se han tomado ángulo comprendidos entre los  $7$  y  $9^{\circ}$  en la cara sur y entre los  $15$  y  $23^{\circ}$  en la cara norte (Fragoso, 2003)

### **Invernaderos de capilla**

Los invernaderos de capilla simple tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas., si la inclinación de los planos de la techumbre es mayor a  $25^{\circ}$  no ofrecen inconvenientes en la evacuación del agua de lluvia la ventilación es por ventanas frontales y laterales, cuando se trata de estructuras formadas por varias naves unidas la ausencia de ventanas cenitales dificulta la ventilación (Field, 1995)

### **Invernaderos de doble capilla**

Los invernaderos de doble capilla están formados por dos naves yuxtapuestas. Su ventilación es mejor que en otros tipos de invernadero, debido a la ventilación cenital que tienen en cumbrera de los dos escalones que forma la yuxtaposición de las dos naves; estas aberturas de ventilación suelen permanecer abiertas constantemente y suele ponerse en ellas malla mosquitera (Fragoso, 2003)

Además también poseen ventilación vertical en las paredes frontales y laterales, este tipo de invernadero no está muy extendido debido a que su construcción es más dificultosa y cara que el tipo de invernadero capilla simple a dos aguas (Field, 1995)

### **Invernadero túnel o semicilíndrico**

Se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica, el empleo de este tipo de invernadero se está extendiendo por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación al ser estructuras prefabricadas (García, 1964)



(<http://www.servoclima.es>) Foto: Ing. Braulio Ávila Pérez

Es una buena opción para el que quiere iniciarse en el mundo del cultivo, tanto a pequeña escala como cubriendo grandes extensiones de terreno, estos invernaderos están preparados para soportar largos periodos de tiempo sometidos a las inclemencias meteorológicas sin necesidad de mantenimiento

(Hernández, 2009)

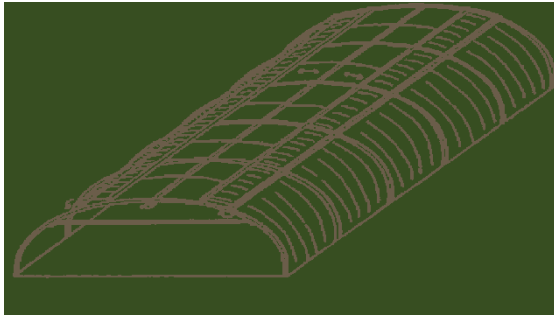


(<http://www.servoclima.es>) Foto: Ing. Braulio Ávila Pérez

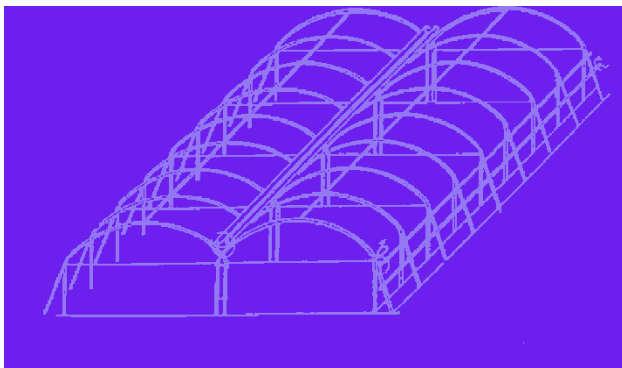
Todos los invernaderos independientemente del tipo de invernadero ayudan muchos en la producción de cultivos ya que se puede llegar a cosecha en temporadas en las cuales el cultivo esta escaso, un ejemplo es el caso del tomate que mientras a campo abierto solo se puede dar un ciclo, dentro de un invernadero da el doble de ciclos, lo cual beneficia mucho al productor tanto en precio como en nivel de producción por ha. (Gutiérrez, 2000)



(<http://www.servoclima.es>) Foto: Ing. Braulio Ávila Pérez

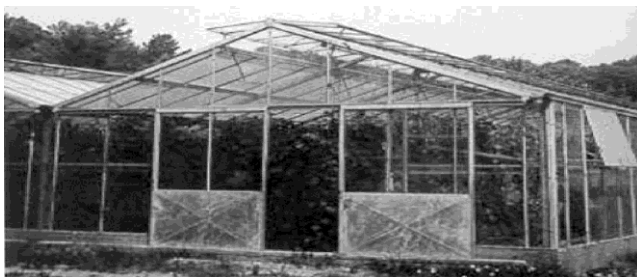


**Vertitúnel:** En algunas regiones del país se ha desarrollado un invernadero con canalones y techo de forma arqueada, con ventilación cenital y permite un manejo adecuado -de las cubiertas a utilizar (Gonzales, 2000)



**Rústico:** Originarios de Almería, España, están hechos de palos y alambres como las estructuras de las parras de la vid, actualmente los palos se sustituyen por caños galvanizados como sostén o por muertos enterrados (doble alambre del 8). Son de gran resistencia a los vientos pero deficiente en la ventilación, ya que es complicado que posean ventanas (Estrada, 2002)

**Holandés:** De vidrio, con paneles que descansan sobre los canales que recogen agua de lluvia, anchura de 3.2 m y separación de postes de 3 m, carecen de ventanas laterales, pero tienen ventanas cenitales, son de buen comportamiento térmico y alto grado de control de condiciones ambiental, su costo es alto (Corpeño, 2004)



(<http://www.servoclima.es>) Foto: Ing. Braulio Ávila Pérez

## Macro túnel



(<http://www.servoclima.es>) Foto: Ing. Braulio Ávila Pérez

Es una estructura de acero, muy liviana en forma de túnel que sostiene una película plástica especial y que al ir unido con cada túnel se forman naves, los componentes de las estructura son de acero, cubierta plástica, soga y accesorios de sujeción, el material base es acero galvanizado, la cubierta es de polietileno con aditivos especiales para dar una duración de 2 años expuesta permanentemente a la intemperie, además de que puede dar características muy especiales como: termicidad, difusión solar, anti goteo anti polvo, antiviral, sombra adecuada para el mejor desarrollo de los cultivos (Armenta, 2000)

## **CAPITULO III**

### **PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO AGRICULTURA TRADICIONAL**

#### **3.1 Fertirrigación del cultivo de tomate en el suelo**

Los cultivos hortícolas intensivos del sureste de español requieren en la actualidad un gran esfuerzo en relación al desarrollo e investigación en nuevas líneas de trabajo conducentes a mejorar la calidad de los frutos, manteniendo la productividad y con un gasto optimizado de abonos (input), existen ya líneas de investigación que indican que se están aplicando niveles excesivamente altos en nitrógeno y niveles cada vez más bajos en potasio, de ahí que en definitiva puede que estemos bajando la calidad de dichas hortalizas y hasta contaminando el medio ambiente (Figuroa, 2003)

El planteamiento en el caso de tomate sería bajar los niveles de nitratos (un 40% sobre 12-14 milimoles) y aumentar el potasio (un 20% sobre 7-8 milimoles), para ello se deben aplicar también niveles medios-altos de conductividad eléctrica. Este planteamiento puede medirse mediante los parámetros, producción y calidad del fruto, en comparación con un sistema de fertirrigación estándar, pero fundamentalmente, requiere que veamos la importancia que tiene actualizar nuestros sistemas de abonado y fertirrigación, ya que las nuevas variedades híbridas suelen incluir un elevado número de resistencias y consecuentemente mayor vigorosidad en la planta, lo que en definitiva suele redundar en menor calidad de los frutos, por ello y dadas las exigencias de los mercados a los que van dirigidos, debemos influir de forma decisiva en mantener o elevar dicha calidad, en definitiva, el sector, los agricultores y técnicos agrícolas deben adaptarse y experimentar en centros de investigación estos nuevos sistemas de fertirrigación, de manera que se siga dando respuesta a un mercado cada vez más exigente y competitivo. (FIRA, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, 2003)

Nuevas tendencias de abonados en tomate que optimizan resultados agronómicos, las nuevas líneas de trabajo y desarrollo, tanto en el asesoramiento técnico como en la aplicación práctica de la fertirrigación en el cultivo de tomate, pasan por las siguientes directrices:

- Disminuir las aplicaciones totales de nitrógeno (en sus diversas formas)
- Aumento en la aplicación de los niveles de potasio.

Normalmente, los cultivos hortícolas se hallan excesivamente nitrogenados, este hecho produce directamente una serie de problemas agronómicos:

1º.- Plantas excesivamente vigorosas, tiernas y con tendencias a convertirse en cultivos vegetativos, tendentes a la producción de excesiva biomasa, hojas y tallos, lo que inducen una menor tendencia a la fructificación.

2º.- Frutos más blandos y de peor calidad organoléptica.

3º.- Mayor incidencia de enfermedades de origen fúngico, aumenta la probabilidad de afectarse por *Mildium* spp., Bacterias y *Botrytis*.

La aplicación de niveles bajos de potasio, directamente suponen una menor consistencia y calidad pos cosecha del fruto, frutos blandos, faltos de consistencia, de color y de sabor, la planta tiene una elevada demanda de potasio, toma potasio "*ad livitum*", es decir, asimila potasio en elevadas cantidades, tanto como le aportemos; actualmente, los cálculos teóricos (de los técnicos) andan sobre 6-8 mili moles y en determinadas ocasiones y tipos de tomate pueden ser excesivamente bajos. Fácilmente, se pueden establecer equilibrios nutricionales que alcancen los 9-10 mili moles, esta nueva situación puede mejorar la calidad del fruto y no mermar en ningún momento la producción (Mintzer, 1992)

### **Riego y fertilización del tomate en suelo**

La práctica real de la fertilización de cultivos hortícolas, debe seguir las prescripciones generales de la fertilización, en lo relativo a restitución de la materia orgánica del suelo y establecimiento de la fertilización mineral previa realización de análisis de suelo y consideración las extracciones del cultivo, equilibrio mineral de los macronutrientes (NPK), pérdida de nutrientes por parte del suelo a causa principalmente del riego. Las extracciones medias aproximadas en el cultivo del tomate (según Lesur, 2006), son:

Nitrógeno (N) 250 kg/ha; Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 90 kg/ha; Potasa (K<sub>2</sub>O) 400 kg/ha en la práctica de la fertirrigación, el procedimiento a seguir consiste en la elaboración previa de una solución concentrada con los fertilizantes que se van a utilizar, en función de su solubilidad y evitando mezclas que puedan ser poco recomendables, en cuanto a la calidad del agua utilizada para la fertirrigación (en forma de concentración salina), debe ser tenida en cuenta a la hora de efectuar un programa de fertirrigación, teniendo en cuenta que que una CE (conductividad eléctrica) de 1.000 micromhos/cm, equivale a una concentración de 0,64 g/l de sales totales (Maroto, 2000), por otro lado; Serrano (1995) indica que, en fertirrigación, pueden utilizarse sin problemas aguas de una CE hasta 1.500 micromhos/cm y en un suelo normal tras la aplicación de la fertirrigación se puede alcanzar una CE de hasta 3.500 micromhos/cm (Lesur, 2006)

Centrándonos en el cultivo del tomate, la planificación de tareas previas a la plantación y recomendaciones técnicas sobre la fertirrigación, requieren de una serie de determinaciones analíticas que van desde el análisis del suelo, análisis del agua; en relación con la aportación de materia orgánica, normalmente se

realiza cada dos o tres años, si dicha materia alcanza valores inferiores al 1,5%, se aplican unos 25.000 k/ha (Cadahía, 2001)

La técnica denominada “fertirrigación” o riego localizado permite la posibilidad de aportar y dosificar los fertilizantes de forma repartida durante todos los días del ciclo de cultivo, en función del proceso fotosintético y realizado a la medida de un cultivo, entre las ventajas que éste sistema nos aporta, tenemos un ahorro de agua, dosificación racional de los fertilizantes, nutrición optimizada del cultivo y utilización de aguas de riego incluso de mala calidad (Cadahía, 2001)

### **Aplicaciones suplementarias de fertilizantes**

La fertilización suplementaria va a depender del tipo de riego que tengamos, ya que con el riego por goteo podemos aplicar con la frecuencia que deseamos sin incurrir en mayores gastos, si los riegos son de aspersión o gravedad, las fertilizaciones serán manuales, las cuales se recomienda realizarlas más o menos cada 15 días para no incurrir en mucho gasto de mano de obra, la frecuencia de aplicación de los nutrientes se ha hecho de acuerdo a las necesidades diarias del cultivo; dentro de los productos utilizados para la nutrición del tomate podemos mencionar desde los granulados o fórmulas completas de liberación lenta tipo osmocotes, fórmulas completas granulares como 18-46-0, 15-15-15, 0-0-60, 10-30-10, 12-60-0 y fórmulas completas especiales tipo Nitrofoska, como Blaukorn 12-12-17-2, Perfekt 15-5- 20-2, Suprem 20-5-10-3, todas con elementos menores, principalmente Boro, Hierro, Zinc, fórmulas completas, de solubilidad inmediata, hechas a base de sales dentro de las que podemos mencionar el Hakaphos, Albatros, Technigro, Solufeed; sales puras como el Nitrato de Potasio, Nitrato de Calcio, Nitrato de Magnesio, Fosfato Monoamónico, Fosfato Monopotásico, Sulfato de Potasio y Sulfato de Magnesio, para las fuentes puras de nitrógeno se puede utilizar Urea, Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio; y para las fuentes puras de fósforo tenemos el ácido Fosfórico (Jong 2008)

En el caso de necesitar aportar elementos menores, podemos utilizar los quelatos y sulfatos de hierro, manganeso, zinc, boro y cobre; aunque estos normalmente se aportan en forma foliar mediante formulaciones disponibles en el mercado, las cuales se recomiendan según las necesidades de cada sitio, el uso de todos los productos antes mencionados dependerá principalmente del tipo de productor, el precio, el nivel tecnológico (riego por goteo), del estado químico del suelo (pH del suelo) y de la disponibilidad de estos productos en la zona, entre otros (Olguín, 2001)



## **Potasio**

Este elemento es necesario en el tomate para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumentos de sustancias sólidas, coloración y brillantes de los frutos ayuda a eliminar la acción perjudicial de otros elementos, favoreciendo la asimilación de los minerales esenciales. Su carencia se manifiesta en la reducción del crecimiento de los tallos, el K juega un papel importante en la cantidad de azúcares que acumula el fruto; al igual que el fósforo, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitaminas C (Wiebe, 1997)

## **Nitrógeno**

Es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de la planta, el tomate es sensible a la deficiencia de nitrógeno en la fase vegetativa y durante la maduración, la falta de este elemento afecta el desarrollo de la planta, el follaje se vuelve verde pálido o amarillo, las hojas jóvenes y las ramificaciones son finas; se produce un florecimiento tardío y disminución en el peso de los frutos.

El exceso de N desequilibra la disponibilidad de K y P, y trae como consecuencia un excesivo desarrollo vegetativo en perjuicio del fructificado, se produce frutos huecos y livianos, con poco jugo, pocas semillas, tallos succulentos, las hojas crecen excesivamente y la planta se vuelve susceptible a enfermedades, en suelos arenosos se debe adicionar abonos orgánicos y fraccionar el fertilizante (Coto, 2009)

## **Calcio**

Este elemento estimula la formación de raíces y hojas, es esencial para las paredes celulares, provee energía a las células y regula el flujo de nutrientes hacia ellas, la deficiencia de calcio provoca marchitamiento de la planta, muerte de la parte superior del tallo y de los puntos de crecimiento (Field, 1995)

## **Azufre**

Este elemento es vital para el crecimiento de las plantas y para el desarrollo de proteínas y semillas, participa en la formación de ácidos amínicos, vitaminas y clorofilas, facilita la asimilación del N, el contenido de azufre en suelos orgánicos puede llegar hacer hasta el 1%, mientras que en los suelos inorgánicos fluctúa entre 0.02 y 0.2 %, en regiones de alta precipitación el azufre es eliminado de la capa superficial del suelo, los síntomas visuales de deficiencia de S son amarilla miento intervenial en las hojas, se enrojecen los pecíolos y tallos, hay entre nudos más corto y hojas más pequeñas, las hojas más jóvenes y próximas a las yemas son las más afectadas bajo condiciones

de deficiencia no solo se reduce el rendimiento, sino también la calidad de los frutos (López, 2009)

### **Magnesio**

Es un componente de la clorofila, es el pigmento verde de las plantas, la clorofila es esencial para el proceso de fotosíntesis en el cual las plantas combinan dióxido de carbono y agua para formar azúcares

Las deficiencias se presentan con más frecuencia en suelos ácidos, arenosos, deficientes en calcio, en la etapa del crecimiento aparece clorosis en la punta de las hojas inferiores evidenciándose entre las nervaduras, pero en estados avanzados toda la hoja se torna de color amarillo, este síntoma se extiende a las hojas medias, en la etapa de fructificación, la clorosis se hace más evidente y las hojas más bajas de la planta adquiere color morado (Alpi, 1991)

### **Fosforo**

En el cultivo de tomate es necesario aplicar este elemento antes del trasplante la siembra, debido a que posee problemas de asimilación por parte de las plantas. Una buena disponibilidad de P acelera el desarrollo radicular de la planta, la fructificación es temprana, mejora la producción y la calidad del fruto, la falta del P disminuye la absorción de N provoca la reducción del crecimiento, reduce la floración y fructificación, y desarrollo de los frutos, los síntomas más característicos de la deficiencia en P son la coloración rojiza o púrpura (violáceo) en las hojas jóvenes y en el envés o parte dorsal de las hojas (Gutiérrez, 2000)

### **Micronutrientes**

Es un grupo de elementos químicos necesarios para el buen desarrollo de las plantas. La carencia de un micro elemento puede ser provocada por el exceso que otro realiza sobre la planta una hacinamiento de bloqueo; el pH del suelo influye: un pH alto (7.5) provoca la carencia de manganeso (Mn), cobre (Cu), Zinc (Zn), Hierro (Fe), boro (B), molibdeno (Mo), en la planta; un pH bajo (5.5) puede provocar carencia de molibdeno (Fragoso, 2003)

### **Boro**

Es esencial para la buena polinización, favorece el cuajado de flores y frutos en el desarrollo de la semilla, su carencia perturba el crecimiento celular provocando la muerte en los puntos de crecimiento, tanto en el tallo como en la raíz (Mintzer, 1992)

## **Manganeso**

Además de fomentar resistencia contra plagas y enfermedades, el manganeso actúa como catalizador en las acciones enzimático y fisiológico; además se relaciona con la respiración y la síntesis de clorofila (García, 1994)

## **Zinc**

Es un elemento de gran importancia en el crecimiento y producción puede llegar a actuar como limitante en la realización de estas funciones si la disponibilidad es escasa. La deficiencia se observa con mayor frecuencia en suelos arenosos y con alto contenido de fósforo, actúa como elemento regulador de crecimiento, su deficiencia puede llegar a causar reducción en la longitud de los entrenudos y alteraciones en el tamaño y formas de las hojas (FAO, 2009)

## **Hierro**

La deficiencia de este elemento se presenta primero en las hojas jóvenes de la planta se detiene el crecimiento al no haber movimiento del elemento de las hojas adultas a los meristemas (FAO, 2009)

### **3.2 Riego por Goteo o por Cintilla**

Este es el sistema más eficiente ya que el método de aplicar agua en cantidades pequeñas en forma controlada a la zona radicular de las plantas, consiste en una serie de cintillas con emisores integrados que se colocan en las camas, en donde encuentran las plantas de cultivos, principalmente de hortalizas debido al alto costo, normalmente se obtiene mayor rendimiento y es más eficiente que los sistemas de riego por aspersión si se combina la fertirrigación y el uso de acolchados con un manejo adecuado, el incremento del rendimiento, calidad de producto y precocidad se mejoran en forma drástica, el costo de la instalación del riego por goteo es relativamente alto, sin embargo, el costo de mano de obra para operarlo es muy bajo, la mayor ventaja del sistema de riego por goteo es que se requiere menor gasto de agua por hectárea, factor de gran relevancia en el Noreste de México, además, provee una gran uniformidad del agua en los cultivos a través del ciclo cuando es bien manejado, además, de dosificar el fertilizante al cultivo según la etapa fenológica. La cintilla comúnmente utilizada es de un calibre 4 (menor costo pero menos resistente), 6 (intermedio en costo y resistencia) y 8 (mayor costo pero más resistente) con grosor de pared en milésimas de pulgada de grosor de pared y de ½ pulgada de diámetro, se maneja con una presión de 10 a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) con longitudes de hasta 120m en suelos con buena nivelación (Olguin, 2001)

Normalmente se utiliza para un ciclo de cultivo o máximo dos cuando no es enterrada y no tiene mucho daño por ratas o insectos, en suelos arenosos la cintilla no debe enterrarse, debido a que la humedad no sube por capilaridad ocasionando la muerte de las plántulas recién trasplantadas, sin embargo, aún en suelos arcillosos muchos productores no entierran la cintilla, con el objeto de no tener problemas para recogerla al terminar el ciclo y reutilizarla (Olguin 2001)

El sistema de riego por goteo consiste de un sistema de filtración; sistema de inyección de plaguicidas y/o fertilizantes; sistema de protección, válvulas y medidores de presión, conducción primaria, conducción secundaria y cintilla de goteo, a continuación se explicará brevemente cada punto y al final se presentan fotos de algunos de sus componentes (Fragoso, 2003)

### **Sistema de riego por goteo**

En la foto izquierda con dos horas del primer riego y la foto derecha después de cuatro horas del primer riego, esto va a depender de la etapa en la que se encuentre el cultivo ya que de ahí se parte para determinar si el riego será a traspaso o solamente un poco como se observa en la imagen de la izquierda (Martínez, 2000)



[http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico\\_aguas.htm](http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico_aguas.htm)

Cultivo de tomate (izquierda) y chile con acolchado recién trasplantado con el sistema de riego por goteo, la cintilla es de media pulgada de diámetro con un gasto de 460 litros por hora de calibre 6 con emisores cada 30cm (Salomón, 2007)



([http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico\\_aguas.htm](http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico_aguas.htm))

### **Tubería secundaria en el sistema de riego por goteo**

Se observa la conexión del tubín en la manguera lay-flat de dos pulgadas (izquierda), posterior al tubín va conectada la cintilla de riego (derecha) (Trexler, 2005)

### **Filtro de malla indispensable en el sistema de riego por goteo**

Para evitar el taponamiento de los emisores y favorecer a una lámina de riego más uniforme y de forma que a todas las plantas les toque la misma cantidad de agua para así obtener un mejor desarrollo durante el ciclo (Martínez, 2000)



([http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico\\_aguas.htm](http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico_aguas.htm))

## **Tubería principal de PVC, válvulas y manómetros para controlar la presión en el sistema de riego por goteo**

Debe ser entre 10 y 15 psi, respuesta fisiológica del tomate (*solanum lycopersicum*) una-maravilla, a diferentes láminas de riego y su efecto en la absorción de nutrientes, la aplicación del riego en el cultivo de tomate debe ser cuidadosa, ya que tanto la sequía como el exceso de agua repercuten en la calidad y producción, se ha encontrado una correlación estrecha entre sequías intensas y rajaduras en el fruto, el exceso de agua se asocia con la presencia de enfermedades radicales de la planta y en consecuencia con bajos rendimientos. El tomate necesita un suministro controlado de agua durante todas las etapas del cultivo, para garantizar un óptimo de calidad y rendimiento, sin embargo es durante e inmediatamente después del trasplante, en la floración y durante el desarrollo del fruto, que un déficit hídrico influiría negativamente, tanto en el rendimiento como calidad del fruto (Gutiérrez, 2000)

### **Sistema de Filtración**

Dependiendo de la fuente de agua serán los requerimientos del sistema de filtrado: agua superficial: además del filtrado con mallas (150 a 200 mesh) o discos (que están de moda por su alta eficiencia y facilidad para limpiar), es necesario instalar un filtro de arena que va previo al filtro de malla para la remoción de partículas de materia orgánica, algas, bacterias y otros organismos de la vida acuática, en caso de traer arena tendrá que instalarse un hidrociclón (Mintzer 1992)

### **Sistema de Inyección de Fertilizante y/o plaguicidas**

Normalmente se utiliza un venturió bomba resistente a la corrosión, lo ideal es utilizar bombas para no forzar mucho la bomba de agua superficial o del pozo, sin embargo, debido a que se requiere de energía eléctrica, que en muchos lotes no se tiene, por lo tanto utilizan el venturi que succiona el fertilizante mediante el diferencial de la presión del riego, el fertilizante o plaguicida deberá ser aplicado antes del sistema de filtrado para evitar que los contaminantes o precipitados taponeen los emisores (Arjona, 2002)

## **3.3 Sistemas de protección**

### **Válvulas**

Su objetivo es repartir el agua en diferentes secciones con el fin de mantener la presión en el sistema de tal forma que no sea muy bajo o alto lo que provocará una mala distribución del agua o el rompimiento de partes del sistema de riego, respectivamente (Larín, 2009)

Conducción primaria y secundaria: La conducción primaria se calcula en base al gasto de la fuente de agua, su cálculo debe contemplar el gasto que la tubería puede conducir a una velocidad adecuada (2.0 a 2.5 m/s) para que el consumo de energía no sea elevado por tener un diámetro menor al recomendado o el costo de la tubería no sea muy alto por exagerar en el diámetro requerido, una regla práctica es elevar al cuadrado el diámetro de la tubería (pulgadas) (Fragoso, 2003)

### **Válvula Check**

El principal sistema de protección y que de hecho es obligatorio principalmente en pozos es la válvula check, su objetivo es evitar la contaminación de los mantos acuíferos con fertilizante y/o plaguicidas, esta deberá ir inmediatamente después de la bomba (Wiebe, 1997)

### **Válvula de aire**

Normalmente pensamos que la válvula de aire solo funciona para extraer el aire y hacer que el flujo del agua en la tubería sea normal, es cierto y es necesario para esto, sin embargo, en lugares en donde la bomba está por debajo del nivel del lote a regar, la válvula de aire cumple una función muy importante, de hecho si no se coloca una válvula de aire lo más cerca de la bomba provocará que la tubería se rompa por la succión generada al regresarse el agua del lote hacia el pozo. El resto de las válvulas de aire deberán ir en las partes más altas del lote y al finalizar cada sección para que el sistema sea eficiente en la conducción del agua (Jones, 2009)

### **Reguladores de presión y expulsión de emergencia**

existen equipos que regulan la presión con el fin de evitar que se rompa la tubería, lo que hace es que al momento de incrementar la presión automáticamente expulsa agua para bajar la presión, esto puede suceder si el operador accidentalmente cierra todas las válvulas o solamente abre muy pocas por lo que la presión puede elevarse, este sistema de regulación de presión en riego por goteo normalmente se coloca entre 25 y 30psi, mientras que el sistema de riego por goteo funciona en el rango de presión de 10 a 15 psi siendo el óptimo en los 10 psi (Martínez, 2000)

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS FODA DEL CULTIVO DE TOMATE EN MÉXICO**

La toma de decisiones es un proceso cotidiano mediante el cual se realiza una elección entre diferentes alternativas a los efectos de resolver las más variadas situaciones. En todo momento se deben tomar decisiones. Para realizar una acertada toma de decisiones respecto a un tema, es necesario conocerlo, comprenderlo y analizarlo, para así poder darle solución. Es importante recordar que "sin problema no puede existir una solución", por ello, las empresas deberían analizar la situación teniendo en cuenta la realidad particular de lo que se está analizando, las posibles alternativas a elegir y las consecuencias futuras de cada elección. Lo significativo y preocupante, es que existe una gran cantidad de empresas que enfrentan sus problemas tomando decisiones de forma automática e irracional (no estratégica), y no tienen en cuenta que el resultado de una mala o buena elección puede tener consecuencias en el éxito o fracaso de la empresa.

El análisis FODA es una herramienta para conocer la situación real en que se encuentra una organización, empresa o proyecto, y planear una estrategia de futuro.

Este recurso fue creado a principios de la década de los setentas y produjo una revolución en el campo de la estrategia empresarial. El objetivo del análisis FODA es determinar las ventajas competitivas de la empresa bajo análisis y la estrategia genérica a emplear por la misma que más le convenga en función de sus características propias y de las del mercado en el que se mueve.

#### **4.1 Análisis FODA de la producción de tomate bajo agricultura protegida**

##### **Fortalezas**

- ✚ Doble producción en el mismo ciclo
- ✚ El precio siempre es accesible por la temporada en que se cosecha
- ✚ Mejor amarre de frutos
- ✚ Plagas y enfermedades controladas durante todo el ciclo
- ✚ Nutrición más balanceada y mejor rendimiento
- ✚ El material del invernadero se cambia cada 5 años
- ✚ Mejor Posicionamiento en el mercado

##### **Debilidades**

- ✚ Alto costo de capital
- ✚ Inexperiencia técnica y laboral



- ✚ Escases de proveedores de insumos especializados
- ✚ Malas prácticas agrícolas y de manufactura

### **Amenazas**

- ✚ Altos costos de infraestructura
- ✚ E.U.A está empieza importar de Canadá por sus bajos precios y altos rendimientos
- ✚ Heladas que afectan repentinamente al invernadero
- ✚ Alza del dólar

### **Oportunidades**

- ✚ Programas de dependencia para instalación y equipamiento

## **4.2 Análisis FODA en la producción de tomate a cielo abierto (tradicional)**

### **Fortalezas**

- ✚ Mayor polinización de forma biológica

### **Debilidades**

- ✚ Menor cuaje de frutos
- ✚ Menor aprovechamiento de fertilizantes
- ✚ Difícil llevar un control de plagas y enfermedades
- ✚ Se pierde el 30% de plántula al trasplante
- ✚ Cultivo expuesto a las condiciones climáticas
- ✚ Se llega a cosechar solamente una vez
- ✚ Rendimiento no es uniforme por Ha.

### **Amenazas**

- ✚ Cambio climático
- ✚ Depredadores del campo (ratas y topes)
- ✚ Alza del dólar

### **Oportunidades**

- ✚ Agricultura por contrato

La agricultura protegida destaca por sus altos niveles de producción y eficiencia por lo cual en los últimos años, maestros, investigadores e Ingenieros prevén que un futuro no menor a 10 años la mayoría de la agricultura será bajo

condiciones de invernadero, así que el productor debe adaptarse cada día más a este sistema

## **CAPITULO V CONCLUSIONES**

El sistema de agricultura protegida, así como el de producción en forma tradicional son importantes en la agricultura del país, ya que en ambos sistemas, el productor puede obtener un buen nivel de producción, lo cual está en función de sus recursos disponibles, de sus condiciones y sobre todo de los factores internos y externos que influyen en sus procesos de producción y comercialización.

Sin embargo es importante destacar las ventajas que ofrece la agricultura protegida, ya que se pueden alcanzar hasta dos ciclos en un año y de forma tradicional solo uno, de esta forma se obtiene consecuentemente el doble de producción y en etapas durante las cuales existe mucha demanda y poca oferta de tomate. La producción de tomate bajo agricultura protegida ayuda también a darle un mejor manejo al fruto obteniendo beneficios; tales como la comercialización a gran escala y la exportación, dándole un buen acomodo y clasificación al fruto de forma que se pueda comercializar en varias presentaciones.

En campo abierto o de forma tradicional, el cultivo está expuesto al comportamiento del clima, al ataque de plagas y enfermedades, entre otras. Razón por la cual destaca el sistema de producción en agricultura protegida y controlada, por lo que el productor debe considerar esta alternativa como la posibilidad más viable en su proceso de producción, sin descuidar uno de los principales elementos de su permanencia en esta actividad, el cual se refiere al mercado.

## BIBLIOGRAFIA

- Aing B. A., Cadahía L. C. 2001. Sustratos y su utilización. In: Castellanos Z. J., Guzmán Z.
- Adams, P; L. C. Ho. 1993 Effect of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot Plant soil 154: 127-132 p
- Alpi, A.; Tognoni, F. 1991. Cultivo en Invernadero. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Arjona, C. 2002. Taller sobre tomate. Comité hortofrutícola del Valle del Cauca, Cali Colombia. Asofrucol 74 p.
- Armenta, C.I. 2000. Dinámica poblacional de insectos asociados a la canola en el Valle del Mayo, Sonora. Informe Técnico Canola. CEVY-CIRNO-INIFAP. Navojoa, Sonora s/n p.
- Azqueta, D. 1994. Valoración de la calidad ambiental. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. Madrid, España.
- Berenguer J. J., Escobar I & Cuartero J. 2003. Gastos de cultivos de tomate tipo cereza en invernadero. Actas de Horticultura 39:47-48.
- Baixauli, S. y A.E. Lugo 1996 the storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle Biotropica 14: 161-187.
- Cadahia R P, C Márquez H, U Figueroa V, N Rodríguez D, V Martí- nez C, A Moreno R (2001) Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. In: Memoria de la XVII Semana Internacional de Agronomía, FAZ-UJED. J J Martínez R, S Berúmen P, J Martínez T, A Martínez R, M Vázquez N (eds). Gómez Palacio, Dgo. 5-9 Sep. Pp: 30-54.
- Cassio (2004) Manejo de la fertirrigación en suelo. In: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. J Z Castellanos R, J J Muñoz (eds). 2a ed. Ed. Intagri. INCAPA pp: 103-123.
- Castellanos J. Z. 2003. Análisis de costos de inversión y producción de tomate en invernadero. p. 321-332. En: J. J. Muñoz-Ramos y J. Z. Castellanos (eds), Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México
- Coto, N. y J. Frankling 2009 Ecosystem function and ecosystem management En: R. D. Simpson y N. Christensen Jr. (*editores*). Ecosystem function and human activities: reconciling economías and ecology. International Thomson Publishing, New York, N.Y
- Corpeño, B. 2004. Manual del Cultivo del Tomate. Centro de Investigación. Desarrollo y Exportación de Agronegocios. San Salvador, El Salvador. 31 p
- Eghball B (2000) Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost Soil Sci. Soc. Amer. J. 64:2024- 2030.
- Espinosa, C. 2004, Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coah. México. Octubre 13,14 y 15 del 2004

- Estrada, E. I; García, M. A.; Baena, D.; Gutiérrez, A.; Cardozo C. I.; Sánchez, M. S.; Vallejo, F. A. 2002. Cultivo del Tomate Variedad UNAPAL Maravilla. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 23 p.
- Fonseca , H (2006).; Cooman, A.; Medina, A. 2001. Riego y fertilización. En: Escobar H (ed). Producción de tomate bajo invernadero. Fundación Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano. 29 – 42 p.
- FAO 2009. Guía de estudio y drenaje No. 56. 298 p
- Figueroa V U (2003) Uso sustentable del suelo. In: Abonos Orgánicos y Platicultura. Gómez Palacio, Durango, México. FAZ UJED. SMCS y COCYTED. Pp: 1-22.
- FIRA, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (2003) Agricultura Orgánica. Normas internacionales ANEXOS. Apéndice 1, Productos Permitidos. A. Fertilizantes del Suelo y Vegetales. Boletín Informativo. Núm. 322 Volumen XXXV 10a. Epoca Año XXXI Diciembre 2003. pp:105-106.
- Field, J; Ojeda, W; López, I; Rojas, A; Salazar, I. 1995 Requerimientos de Riego para Tomate de Invernadero. Terra. Latinoamérica, abril-junio, año/vol.25, número 002, Universidad Autónoma Chapingo. México 127-134 p.
- Fonseca A E (2006) Producción de tomate en invernadero. In: Cuarto Simposio Internacional de Producción de cultivos en Invernadero. E Olivares S (ed). UANL. Facultad de Agronomía. Monterrey, N. L. México. Pp: 1-8.
- Fragoso, P. 2003. Estimación del contenido y captura potencial de carbono en especies maderables del predio “Cerro grande”, municipio de Tancítaro Michoacán. Tesis de Licenciatura U.M.S.N.H. Michoacán México. 65 pp.
- Garcia 1994, R.K., S. Brown, R.A. Houghton, A.M. Solomon, M.C. Trexler, y J. Wisniewski. 1994. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. Science, 263, 185-190.
- Gewin, B.; (2004) Enfermedades del tomate. Guía Práctica para Agricultores. Peto Seed Company, 61 páginas.
- Gutierrez, R. (2000). Fertilización de los cultivos de clima medio. Bogotá: Monómeros Colombo Venezolano. 262 p.
- Hernández, R. F. 2009. Estudios sobre mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en el estado de Morelos. Agricultura Técnica en México 3 (5) p Johnson, W.H. 1981 Whiteflies cause problems for California growers. Department of Entomology University of California USA. 13 p
- Harley, D., Y A. 2008. Necesidades de agua de los Cultivos. CNR-
- Jong, J. B, Stall, R.E.; Zitter, T. A. (2008) Compendium of tomato diseases, third printing 73 páginas
- Jensen, G., L. 2002. Desarrollo Forestal Sustentable: Captura de Carbono en las Zonas Tzeltal y Tojolabal del Estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología, Cuadernos de Trabajo 4. México, D.F.

- Trexter, E. 2005. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, D.F. Offset Larios. 3ª ed. Corregid
- King 1998, M. IV Foro de Expectativas del sector Agroalimentario y Pesquero. Oral Presentation ISHS Conference, F.L. March. University of California. 1991. Integrated pest Management for citrus. Univ of Calif. Div. Agriculture and Natural Resources Publication 3303, 2ª De Library of Congress Oakland, C.A. 144 p
- López A. 2009. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero. 11 de marzo
- Lesur, A, 2006. Tesis "Efecto del ácido giberelico y la relación potasio-nitrógeno en fresas de la variedad Camarrosa. Cultivadas por hidroponía". Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Larin, G. H. M. 2009. Manual para el Cultivo de Tomate en Invernadero. Gobierno del estado de Chihuahua. Chihuahua, Chi. 239 p.
- Macilwain 2004. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRNE. Desplegable técnica No. 5. Constitución, B. C. S. México
- Mintzer, I.M. 1992. Confronting Climate Change. Risk Implications and Responses. Cambridge, University Press, Cambridge.
- Manríquez, A, 2004. Tesis "Efecto del ácido giberelico y la relación potasio-nitrógeno en fresas de la variedad Camarrosa. Cultivadas por hidroponía". Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Martinez, G., L. Soto, Ben de Jong, K. Nelson, P. Farias, Pajal Yakac Tic, J. Taylor. 2000. Desarrollo Forestal Sustentable: Captura de Carbono en las Zonas Tzeltal y Tojolabal del Estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología, Cuadernos de Trabajo 4. México, D.F.
- Martínez 2004, J.; Hurtado, G.; Aparicio, V.; Argueta, Q.; Larín, M. (n.d.) Guía Técnica. Cultivo de Tomate. CENTA, El Salvador, 47 páginas.
- Nuez F. 2001. El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Olguin, Z. 2001. Invernaderos. Instalación y manejo. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Papadopoulos, T. 2004. "Manejo del ambiente y los factores nutricionales para la producción de tomate de alta calidad en invernaderos". Memorias del Congreso Internacional de Hidroponía 2004. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chih., México.
- Tripper, Y., Yagmur, B & Gumus 1995 Organic tomato production under greenhouse conditions
- Trexter, E. 2005. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, D.F. Offset Larios. 3ª ed. Corregid
- Wiebe J M (1997) Tipos varietales. In: El Cultivo del Tomate. (ed). Ed. Mundi-Prensa México. pp: 95-129.
- Zaidan, O. 1997. La producción del tomate. Ministerio de relaciones exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y

Desarrollo rural, Centro Internacional para el Desarrollo Agrícola del estado de Israel.

### **Paginas Web consultadas**

[http://portal2.edomex.gob.mx/icamex/investigacion\\_publicacion/horticola/jitomate/](http://portal2.edomex.gob.mx/icamex/investigacion_publicacion/horticola/jitomate/)  
[http://www.actahort.org/books/614/614\\_114.htm](http://www.actahort.org/books/614/614_114.htm)  
<http://www.carel.com>  
<http://www.cropking.com/organic.shtml>  
<http://www.cuencarural.com/frutihorticultura/frutihorticultura/77396>  
<http://www.edison.upc.edu>  
<http://www.elriego.com>  
<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2772S/y2772s0c.htm>  
<http://www.infoagro.com>  
[http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico\\_aguas.htm](http://www.infoagro.com/riegos/diagnostico_aguas.htm)  
<http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtml#ixzz2kRydlhdl>  
<http://www.sercoriego.cl>  
<http://www.servoclima.es>  
<http://www.tecna.es>  
[http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/03Prod\\_tomate\\_invernadero.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/03Prod_tomate_invernadero.pdf)