

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO – UL**



**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS**

**“CONCENTRACIÓN IÓNICA TOTAL DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA  
EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE”**

**TESIS**

**QUE PRESENTA:**

**EDBER HIRAN HERNÁNDEZ GARCÍA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAH.**

**DICIEMBRE DEL 2011**



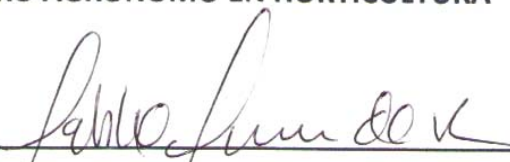


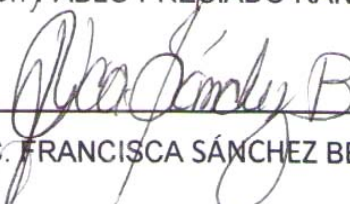
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO – UL**


La presente tesis titulada:  
**“CONCENTRACIÓN IÓNICA TOTAL DE LA SOLUCIÓN  
NUTRITIVA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE”**

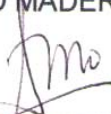
Presentada, bajo la dirección y asesoría del consejo particular que se indica, por:  
**EDBER HIRAN HERNÁNDEZ GARCÍA**


Como requisito parcial para obtener el título de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Asesor:   
\_\_\_\_\_  
Dr. PABLO PRECIADO RANGEL

Asesor:   
\_\_\_\_\_  
MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

Asesor:   
\_\_\_\_\_  
Ph.D. EDUARDO MADERO TAMARGO

Asesor:   
\_\_\_\_\_  
Ph.D. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coah. México

Diciembre del 2011



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO - UL**

La presente tesis titulada:  
**"CONCENTRACIÓN IÓNICA TOTAL DE LA SOLUCIÓN  
NUTRITIVA EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE"**

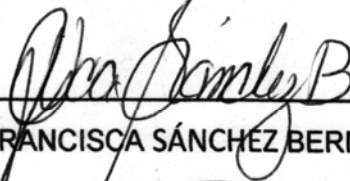
Presentada, bajo la dirección y asesoría del consejo particular que se indica, por:  
**EDBER HIRAN HERNÁNDEZ GARCÍA**

Como requisito parcial para obtener el título de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

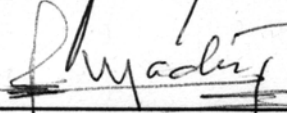
Presidente:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. PABLO PRECIADO RANGEL

Vocal:

  
\_\_\_\_\_  
MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

Vocal:

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. EDUARDO MADERO TAMARGO

Vocal suplente:

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

Torreón, Coah. México

Diciembre del 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis Asesores; Dr. Pablo Preciado Rangel, MC. Francisca Sánchez Bernal Dr. Eduardo Madero Tamargo y al Dr. Ángel Lagarda Murrieta. Por su colaboración y dedicación en la elaboración de este proyecto.

Al mis Maestros; Dr. Pedro Cano Ríos, MC. Juan de dios Ruiz, MC. Víctor Martínez Cueto, MC. Javier Araiza Chávez (QEPD), Ing. Francisco Suarez. Por todas sus enseñanzas y consejos que me brindaron durante mi formación profesional.

A mis Amigos; por las experiencias que vivimos juntos durante todos estos años, por el apoyo y participación en esta investigación.

## **DEDICATORIAS**

### **A MI ALMA MATTER:**

Por brindarme el privilegio de ser uno de sus egresados, por las oportunidades que se me brindaron durante mi formación profesional.

### **A MIS PADRES:**

Lucio Hernández Cortes y Oralia Eloísa García Morales

Por darme la vida, por brindarme los valores para ser una persona de bien, por darme la oportunidad para llegar a ser un profesional, Por el gran ejemplo que ha sido para mí durante tantos años, Por sus sabios consejos, enseñanzas, cariño y apoyo incondicional que me han brindado.

### **A MI ESPOSA:**

Rubí Berenice García Sánchez

Con todo mi amor, Por su apoyo incondicional, porque me brindo la bendición de ser padre, por todos estos años de sacrificio y paciencia, por lo que ha significado en mi vida, “Porque detrás de un buen hombre, esta una excelente mujer”.

### **A MI HIJA:**

Abril Zuleth Hernández García

Por ser mi principal motivo para ser mejor día con día, Por estos años llenos de alegría, Por lo difícil que es ser padre y estudiante a la vez, por ser la persona que llego a cambiar mi vida por completo, Te amo hija.

### **A MIS HERMANOS:**

Lucio Herbert Hernández García y Eder Iván Hernández García

Por el gran ejemplo que son para mí como personas, por los sabios consejos que me brindan, por las experiencias durante toda una vida.

## INDICE DE CUADROS

Paginas

Cuadro 1. Características físicas y químicas del sustrato (SOGEMIX PGM) utilizado en el experimento.....	27
Cuadro 2. Fertilizantes utilizados para la confección de la SN aplicada en el experimento, concentración, formula y concentra.....	29
Cuadro 3. Resultados de análisis del agua utilizada para la elaboración de la SN.....	29
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos evaluados, presión osmótica (PO) y porcentajes de dilución de la solución nutritiva en función del tiempo.....	31

## INDICE DE FIGURAS

Paginas

Figura 1. Longitud del vástago de las plántulas, por las diferentes Presiones Osmóticas de la SN.....	34
Figura 2. Peso seco del vástago de las plántulas, por las diferentes Presiones Osmóticas de la SN.....	35
Figura 3. Relación altura diámetro de las plántulas, por las diferentes Presiones Osmóticas de la SN.....	36
Figura 4. Área foliar de las plántulas, por las diferentes Presiones Osmóticas de la SN.....	37
Figura 5. Contenido de clorofila de las plántulas, por las diferentes Presiones Osmóticas de la SN.....	38
Figura 6. Peso fresco de vástago de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.....	39
Figura 7. Peso fresco de raíz de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.....	40
Figura 8. Volumen radical de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.....	41
Figura 9. Relación vástago raíz de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.....	42
Figura 10. Área foliar de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.....	43



## RESUMEN

La Presión Osmótica de la solución nutritiva afecta la absorción de agua y nutrimentos y, por consiguiente, el crecimiento y la nutrición de las plántulas durante su desarrollo en contenedores. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de diferentes Presiones Osmóticas y porcentajes de su concentración, sobre el crecimiento en plántulas de una variedad de tomate (*Lycopersicon esculentum*) tipo bola vr. "CAIMAN". A 37 días después de la siembra, se tomaron datos del crecimiento vegetativo de las plántulas y su contenido de clorofila. Con la presión osmótica de 0.36 atm y el porcentaje del 100 % (la SN sin dilución) en la solución nutritiva, se logró un mayor vigor de las plántulas. Con la utilización de la Presión Osmótica de las SN por efecto del aumento gradual en los porcentajes de 0.36 atm y 75 al 100 % en la concentración de la SN, se obtuvieron plántulas con mayor calidad.

**Palabras clave:** Plántulas, tomate, calidad, concentración iónica, Presión Osmótica

## INDICE

Paginas

AGRADECIMIIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE FIGURA.....	iv
RESUMEN.....	v
INDICE.....	vi
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Introducción.....	4
2.1.1 Historia y origen del tomate.....	4
2.1.2 Importancia económica y distribución geográfica. ....	4
2.1.3 Valor nutricional y consumo.....	5
2.2 Taxonomía y morfología.....	5
2.2.1 Semilla.....	5
2.2.2 Sistema radical.....	6
2.2.3 Tallo principal.....	6
2.2.4 Hoja.....	6
2.2.5 Flor.....	7

2.2.6 Fruto.....	7
2.3 Producción de plántulas de tomate en invernadero.....	7
2.3.1 Ventajas de la producción de plántulas en invernadero.....	8
2.3.2 Tecnología en producción de plántulas en invernadero.....	8
2.3.2.1 Invernadero pasivo.....	8
2.3.2.2 Invernadero activo.....	8
2.3.3 Infraestructura para producción de plántulas en invernadero.....	9
2.3.3.1 Charolas de germinación.....	9
2.3.3.2 Mesas para charolas.....	10
2.3.3.3 Sistema de riego.....	10
2.3.3.4 Tipos de sustratos.....	10
2.4 Requerimientos climáticos en la producción de plántulas.....	11
2.4.1 Temperatura.....	12
2.4.2 Humedad.....	12
2.4.3 Aire.....	13
2.4. Luminosidad.....	13
2.4.5 Medio de desarrollo radical.....	13
2.5 Desinfección de materiales en la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero.....	14
2.5.1 Desinfección de charolas de germinación.....	14
2.5.2 Desinfección de medio de soporte radical.....	15
2.6 Proceso de producción de plántula.....	15
2.6.1 Selección de semilla.....	15

2.6.2 Siembra.....	16
2.6.2.1 Siembra mecánica.....	16
2.6.2.2 Siembra manual.....	16
2.6.3 Germinación.....	17
2.6.3.1 Tecnología para germinación de plántulas.....	17
2.7 Practicas del manejo en el semillero.....	18
2.7.1 Manejo del riego en la producción de plántulas.....	18
2.7.2 Manejo nutricional en la producción de plántulas.....	19
2.7.2.1 Soluciones nutritivas.....	20
2.7.2.2 El pH.....	20
2.7.2.3 Presión Osmótica.....	21
2.8 Manejo fitosanitario en la producción de plántulas.....	21
2.8.1 Prácticas fitosanitarias recomendables.....	22
2.9 Principales plagas que afectan la producción de plántulas de tomate .....	22
2.9.1 Afidos ( <i>Aphisgossypii</i> , <i>Mayus persicae</i> ).....	22
2.9.2 Mosquita blanca ( <i>Bemisiatabaci</i> , <i>B.</i> <i>argentifolii</i> y <i>Trialeurodesvaporiorum</i> ) .....	23
2.9.3 Minador de la hoja ( <i>Liriomyzasativae</i> ).....	23
2.10 Principales enfermedades que afectan la producción de plántulas de tomate .....	24
2.10.1 Damping off ( <i>Rizoctonia ssp.</i> , <i>Pythium spp.</i> ).....	24
2.10.2 Pudrición de la raíz ( <i>Phytophoracapsici</i> ).....	24

2.10.3 Marchitez por fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> ).....	25
2.11 Selección y transporte de plántula.....	25
2.12 Manejo de las plántulas antes del trasplante.....	25
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 Localización geográfica.....	26
3.1.2 Área experimental.....	26
3.2 Materiales y métodos.....	26
3.2.1 Desinfección de charolas de germinación.....	27
3.2.2 Manejo de siembra.....	27
3.2.3 Preparación de sustrato.....	27
3.2.4 Siembra.....	28
3.2.5 Germinación y emergencia.....	28
3.2.6 Manejo nutricional de las plántulas. ....	28
3.2.7 Manejo del riego en las plántulas.....	30
3.3 Diseño experimental.....	30
3.4 Variables evaluadas.....	31
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>33</b>
4.1 Concentración iónica total.....	33
4.1.1 Longitud de vástago.....	33
4.1.2 Peso seco del vástago.....	35
4.1.3 Relación altura diámetro.....	36
4.1.4 Área foliar.....	37
4.1.5 Medición indirecta de clorofila.....	38
4.2 Incrementos graduales de la SN.....	39
4.2.1 Peso fresco de vástago.....	39

4.2.2	Peso seco de raíz.....	40
4.2.3	Volumen radical.....	41
4.2.4	Relación vástago raíz.....	42
4.2.5	Área foliar.....	43
4.3	Conclusiones.....	44
V.	LITERATURA CITADA.....	45
VI.	APENDICE.....	50

## I. INTRODUCCIÓN

En la producción del cultivo de tomate, la propagación de la plántula para trasplante es muy importante ya que el adecuado manejo de esta actividad dependerá en gran medida el éxito del cultivo, por lo que se recomienda realizar las labores de una manera muy profesional para conformar la actividad en una unidad de negocio rentable y sustentable. Es recomendable empezar de manera adecuada la actividad y lo primero es obtener plantas para trasplante de buena calidad, para que con esto se asegure el éxito de la producción(Linares, 2004).

La producción de plántulas vigorosas y bien desarrolladas en el invernadero es un requisito para el trasplante, ya que algunas condiciones ambientales en el campo, como el viento, el agua y la temperatura, provocan estrés, lo cual reduce la sobrevivencia al trasplante (Preciado *et al.*, 2003). Uno de los factores que afectan en desarrollo vegetativo, la calidad y el crecimiento de las plántulas antes de ser trasplantadas al campo y después del trasplante es la nutrición de la misma (Guzmán, 2002).

La fertilización en esta etapa vegetativa contribuye en gran medida a la producción de plántulas vigorosas, con tallos leñosos y buen crecimiento radical, lo cual permite disminuir el estrés al ser trasplantadas en campo. El método más usual de fertilización en esta etapa fenológica es la aplicación de soluciones nutritivas en cada riego (Mexquititla, 2010)

La concentración iónica total y consiguiente presión osmótica es una característica de gran importancia en la solución nutritiva, ya que una alta presión osmótica disminuye la energía libre del agua y, por lo tanto, restringe la absorción de agua y algunos nutrimentos, por lo cual se requiere una mayor cantidad de energía para llevar a cabo este proceso fisiológico (Preciado *et al.*, 2003).

La producción de plántulas en las pasadas décadas se especializó y consolidó como una industria, la especialización de esta industria ofrece múltiples beneficios tales como la uniformidad y el crecimiento predecible de las plantas, reducción del tiempo al trasplante, la posibilidad de automatizar los procesos manuales y reducir las pérdidas, todo lo cual conlleva a mejorar la eficiencia, la rentabilidad y la competitividad en el mercado (Muñoz, 2002). La producción de plántulas hortícolas es, quizás, uno de los campos en los que la mecanización de operaciones y el empleo de técnicas de control climático y operacional han alcanzado mayor nivel. En el país, solamente se reportan 113 hectáreas de invernadero destinadas a la producción de plántulas (Ayala, 2002).



## **1.1 Objetivo**

Evaluar el efecto de la solución nutritiva en su concentración iónica total, así como incrementos graduales de plántulas de tomate.

## **1.2 Hipótesis**

Con la presión osmótica de 0.36 atm de la solución nutritiva y con las diluciones del 75 y 100 %. Se obtendrán plántulas con características vigorosas, por consiguiente más aptas para su trasplante.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 Introducción**

El tomate es un fruto con alto valor comercial y una enorme importancia mundial, El consumo del fruto del tomate es debido a la utilización en forma muy variada, además, de sus excelentes cualidades organolépticas, alto valor nutricional y el contenido de licopeno y vitamina C (Muñoz, 2002).

#### **2.1.1 Historia y origen del tomate**

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos, Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas, tamaños e incluso rojos y amarillos, El tomate viajó a Europa desde Tenochtitlan, capital del imperio azteca, después de la conquista de los españoles, donde se le conocía como *xitomatl*, "fruto con ombligo" de donde proviene el nombre actual en muchos estados de México, jitomate(Linares, 2004).

#### **2.1.2 importancia económica y distribución geográfica**

En México el tomate se ubica entre las primeras cuatro hortalizas más importantes, Se cultivan alrededor de 70 000 hectáreas; Sinaloa, Morelos, san Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán son los principales estados productores, También es de las principales hortalizas de exportación. Con la entrada del TLC con Estados Unidos y Canadá, en la ventana comercial de invierno, ofrece un mercado de

consumo de 2.2 millones de ton de tomate fresco, En México, desde 1976 al 2004, ha tenido un aumento considerable en superficie bajo invernadero, A finales de 2003 la superficie con estructuras de protección rondaba las 1500 ha. Y de estas en torno al 70 % se cultivaban con tomate de distintas variedades (Castellanos *et al.*, 2008).

### **2.1.3 Valor nutricional y consumo**

El tomate es una fuente importante de ciertos minerales como el potasio y el magnesio. De su contenido en vitaminas destacan la B1, B2, B5 y la vitamina C. Presenta también carotinoides como el licopeno. La vitamina C y el licopeno son antioxidantes con una función protectora de nuestro organismo. Las categorías principales de tomate para consumo son las siguientes: Tomate fresco, procesado, secos ó deshidratados, concentrados de tomate(Camacho, 2007)

## **2.2 Taxonomía y morfología**

El tomate es una planta de tipo arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta. Existen variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado. Perteneciente a la Familia de las *Solanáceas*, de la Especie, *Lycopersicum*(Nuez, 1999).

### **2.2.1 Semilla**

La semilla del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal.

El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula (Muñoz, 2002).

### **2.2.2 Sistema radical**

El sistema radical del tomate conste de una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias, Bajo condiciones de suelo la raíz principal crece unos 2.5 cm diarios hasta llegar a 60 cm de profundidad, Simultáneamente se producen ramificaciones y raíces (Castellanos *et al.*, 2007).

### **2.2.3 Tallo principal**

Es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos, por ello es importante vigilar su vigor y sanidad; el diámetro de la base puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado e indeterminado. El tallo está cubierto por vellosidades que salen de la epidermis. En las axilas de las hojas del tallo surgen los tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta (Jones, 1999).

### **2.2.4 Hoja**

Las hojas tienen un eje principal o peciolo, que se utiliza para el monitoreo nutrimental y de este eje salen pequeñas "hojitas" llamadas foliolos, se denomina simpodio a un sector del tallo compuesto de tres hojas y un ramillete floral para el caso de variedades de crecimiento indeterminado. Una hoja típica de tomate alcanza hasta 50 cm de largo, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales (Cadenaset *al.*,2003)

### **2.2.5 Flor**

Las flores son pequeñas, penduculadas, de color amarillo y forman corimbos axilares. El cáliz tiene 5 sepálos, la corola tiene 5 pétalos que conforman un tubo pequeño pues esta soldada inferiormente, y los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate (Camacho, 2007).

### **2.2.6 Fruto**

La forma, el tamaño y el peso de los frutos, depende de la variedad y del manejo, aspectos importantes a considerar al momento de definir que variedad plantar. Una vez que las flores han sido polinizadas, los frutos tardan en madurar alrededor de 55 a 60 días, esto depende de la variedad y de las condiciones ambientales (León, 2001).

## **2.3 Producción de plántulas de tomate en invernadero**

La producción de plántulas hortícolas es quizás uno de los campos en los que la mecanización de operaciones y el empleo de técnicas de control climático y operacional han alcanzado mayor nivel. En cuanto a la experiencia nacional, en la década de los 70' comienza la producción de trasplantes en Sinaloa, bajo el modelo "speedling" extinguiéndose al resto de México (Urrutia, 2002). En el país, solamente se reportan 113 hectáreas de invernaderos destinadas a la producción de plántulas (Ayala, 2002).

### **2.3.1 Ventajas de la producción de plántulas en invernadero**

La principal ventaja es la obtención de una plántula vigorosa y sana mediante la aplicación y el control de las condiciones ambientales, a través de la utilización de materiales que ayuden a un manejo eficiente y con el menor empleo de insumos, cuyo adicional objetivo es lograr cosechas anticipadas o fuera de época (Loustalot, 2000).

### **2.3.2 Tecnología en producción de plántulas en invernadero**

#### **2.3.2.1 Invernadero pasivo**

La utilización de invernaderos sencillos de bajo costo con un limitado nivel de tecnología, dificulta el control del clima en su interior debido a su baja hermeticidad, a la dificultad de colocación de sistemas de conservación de energía (dobles cubiertas o pantallas térmicas), y a la reducida ventilación, entre otros factores. Por todo esto, el cultivador apenas puede controlar las diferentes variables ambientales (Camacho, 2007).

#### **2.3.2.2 Invernadero activo**

Son aquellos diseñados para lograr un máximo control de los factores climáticos. Estos invernaderos incorporan equipos que permiten optimizar el microclima en el interior. Desde el punto de vista del equipamiento, los invernaderos están dotados de sistemas de conservación de energía (dobles cubiertas y pantallas térmicas), y de otros sistemas de control climático como calefacción, humidificación y aporte de CO<sub>2</sub>, por mencionar algunos (Castellanos, 2008).

### **2.3.3 Infraestructura para producción de plántulas en invernadero**

Las exigencias de sanidad y calidad de plántulas, el elevado costo de las semillas híbridas, la mano de obra, la producción estacional, la competencia del sector y la legislación existente, hacen necesario que las instalaciones de un semillero sean bien estudiadas y proyectadas, con la distribución y dependencias necesarias, Además de realizar un análisis muy estricto y meticuloso (De la Torre, 1999).

#### **2.3.3.1 Charolas de germinación**

Se refiere a la elección del tipo de bandejas. Una charola debe tener dimensiones de 67 x 34.60 cm, con diferentes profundidades de cono, El material más utilizado es el poliestireno, Los recipientes utilizados en la propagación de plántulas requieren de ciertas características que ayuden al mejor manejo, desde la germinación hasta el trasplante, con el menor empleo de insumos, Éstas incluyen la ligereza, flexibilidad, disponibilidad en el mercado, aprovechamiento del espacio y el rehusó del material (Del Castillo, 2002).

El sistema comúnmente empleado en la propagación de plántulas son las charolas de germinación, hechas de plástico y unicel con 200 a 300 cavidades, las cuales son fácilmente llenadas con sustrato y sembradas, Son numerosas las ventajas que ofrece la producción de plántulas, al emplear charolas de germinación; se germinan las semillas en un ambiente protegido y controlado, se selecciona el sustrato de cultivo, el desarrollo y crecimiento es controlable, las plántulas se trasplantan con cepellón lo cual evita el “adormecimiento” que ocurre en trasplantes con raíz desnuda, se incrementa la sanidad, la prevención de enfermedades es de bajo costo, se producen gran número de

plantas en superficies relativamente reducidas, uniformidad en desarrollo y tamaño, mejor uso de semilla y espacio, etc(Estay 2006).

### **2.3.3.2 Mesas para charolas**

Deben utilizarse materiales sin tendencia a la corrosión se recomiendan los rieles de aluminio y soportes de acero galvanizado, y que permitan además una buena nivelación las camas del cultivo deben tener un pendiente de 0.02% para que la humedad se distribuya de manera homogénea (Castellanos 2008).

### **2.3.3.3 Sistema de riego**

Este equipo se utiliza para suplir las necesidades de las plántulas, ya sea riego o aplicación de productos fertilizantes, entre otros. Por lo mismo, es muy importante que el diseño del aguilón logre la mayor uniformidad de aplicación (Vázquez, 2010).

### **2.3.3.4 Tipos de sustratos**

Actualmente en la horticultura tecnificada la producción de plántulas en semilleros está basada en la utilización de bandejas con alveolo rellenos con turbas como sustrato “peat moss”. Por otro lado hay un creciente interés por nuevos materiales alternativos entre los cuales por su disponibilidad la fibra de coco resulta de gran interés para México, en el caso de la turba se utiliza una mezcla de turba + perlita + vermiculita, composición conocida en el mercado como “Mezcla №. 3” (CIFACITA, 2001).



Para el cultivo de tomate se utiliza una amplia gama de sustratos y materiales completamente inertes o nutrientes ricos en materia orgánica. También es común el uso de mezclas de dos o más tipos de sustrato (Castellanos, 2008).

En los semilleros se utilizan se utilizan sustratos a base de turba, vermiculita, lana de roca y mezclas de algunos de ellos; varían dependiendo del cultivo, destino de plantación y del ciclo. Así (De la Torre 1999) sugiere las combinaciones siguientes.

<b>Sustrato</b>		<b>Turba rubia</b>	<b>Turba parda</b>	<b>Perlita gruesa</b>
<b>Ciclo</b>	Invierno	50-60%	30-40%	10-15%
<b>Ciclo</b>	Verano	30-40%	40-50%	15-20%

## 2.4 Requerimientos climáticos en la producción de plántulas

En las etapas iniciales de la vida de las plantas son muy sensibles a los estados de estrés climático, por ello el control de estos es de suma importancia en el semillero. Mediante el control climático se incrementa la calidad y la producción, se reduce la mortalidad y disminuye la aplicación de fitosanitarios. La temperatura es un factor fundamental para la actividad metabólica y el crecimiento de los vegetales, por lo tanto es un factor a controlar (Utria, 2007).

### **2.4.1 Temperatura**

La respuesta a la temperatura depende de las especies, variedades y sustratos y varía entre 15 y 30 °C, con los cuales se logran mejores porcentajes de germinación y se reduce el tiempo de ésta, siendo los límites máximos entre 32 y 40 °C. Condiciones de 5 a 15 °C retardan la germinación. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos (Medina, 2004).

### **2.4.2 Humedad**

La humedad requerida en el sustrato para lograr la germinación depende de la capacidad de la semilla para absorber el agua y de las características físicas que ésta posea. En el suelo, la humedad disponible dependerá del tipo de sustrato empleado como soporte (Cadenaset *al.*, 2003).

La humedad relativa óptima oscila entre 60 % y 80 %. Con humedades superiores al 80 % incrementa la incidencia de enfermedades en la parte aérea de la planta y puede determinar, además, el agrietamiento de los frutos o dificultades en la polinización ya que el polen se apelmaza. En el otro extremo, una humedad relativa menor al 60% dificulta la fijación de los granos de polen al estigma, lo que dificulta la polinización (Blancard, 2000).

### **2.4.3 Aire**

La respiración o consumo de oxígeno y liberación de bióxido de carbono se incrementan durante el proceso de germinación, por lo que demanda un ambiente rico en oxígeno. El oxígeno también es importante para el buen funcionamiento de la raíz, al igual que el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ya que este último activa los nutrientes del suelo y regula el potencial de hidrogeno (pH) por medio del ácido carbónico que se forma al reaccionar el CO<sub>2</sub> con el agua (Nuez, 1999).

### **2.4.4 Luminosidad**

La intensidad y calidad de luz influyen en la germinación. Se ha reportado que la germinación de semillas es promovida por una intensidad de luz indirecta, pero en condiciones apropiadas de riego y ventilación, las plantas pueden sobrevivir a una intensidad de luz mayor. El tomate necesita de condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados (Anónimo, 2007).

### **2.4.5 Medio de desarrollo radical**

Es el medio de soporte para el desarrollo de la plántula. Durante la germinación y el crecimiento radical provee de humedad, nutrientes y un adecuado intercambio de aire. Así mismo, permite el acondicionamiento de la plántula para su trasplante. Se requiere además, un medio que permita el fácil desplazamiento de la raíz. La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, el cual tiene que ser excelente ya que no soporta el anegamiento. No obstante, prefiere

suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (Nuez, 1999).

## **2.5 Desinfección de materiales en la producción de plántulas bajo Invernadero**

### **2.5.1 Desinfección de charolas de germinación**

El método de desinfección más rápido aunque no el más recomendable, es utilizar hipoclorito de sodio en bajas concentraciones  $2\text{gl}^{-1}$ . La mejor forma de desinfección, consiste en lavar las bandejas con agua caliente, Es necesario construir una tina de lavado con un calentador provisto de un termostato automático que mantenga el agua a una temperatura de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las charolas se sumergen durante cuatro minutos y se secan al sol por 24 horas (Del Castillo, 2002).

Para extender la vida útil de la charola de polietileno y mantener su higiene, es practico impermeabilizar las bandejas dos veces al año con algún producto a base de cobre; Cuprimicin, Caldo bordelés, etc. Esto funciona como una barrera química que evita la penetración de la raíz de la planta en las paredes de las celdas, forzando el desarrollo del sistema radical secundario más fuerte. Otra opción es utilizar desechables por ciclo (Castellanose *et al.*, 2008).

## **2.5.2 Desinfección de medio de soporte radical**

La desinfección se puede realizar utilizando diferentes procedimientos, tales como: Esterilización con vapor y/o productos químicos permitidos por la SAGARPA, Solarización de suelos, que consiste en cubrir el suelo a trabajar con películas de plástico. Si se utiliza suelo hortícola o ciertos sustratos no comerciales, deben ser previamente desinfectados, ya que ciertas enfermedades fúngicas (*fusarium*, *verticillium*, entre otras), y bacterianas, así como algunos nematodos, pueden encontrarse en estos tipos de suelos (García, E. 2010).

La solarización es un método eficiente de desinfección física, Este proceso consiste en elevar la temperatura en el sustrato por efecto de calentamiento solar. Se debe colocar bien la lamina de plástico sellado perfectamente el área a desinfectar y evitando roturas en este material; humedecer el suelo con varios riegos durante los dos o tres primeros días hasta llegar a unos 40 o 60 Lm<sup>2</sup>; mantener el dispositivo durante cinco o seis semanas, cerrando bien el invernadero y cambiando el plástico de las cubiertas (Sánchez, 2004).

## **2.6 proceso de producción de plántula**

### **2.6.1 Selección de semilla**

Debe tenerse especial cuidado en utilizar semilla certificada con las características genéticas deseadas. Hay que tomar nota de la variedad, fecha de envasado, número de lote, cantidad de semilla por libra y porcentaje de determinación, entre otros factores. La calidad de las semillas está determinada por el porcentaje de pureza física (≥98 %), y el

porcentaje de germinación (□98 %). Las semillas utilizadas en invernaderos suelen ser híbridos. Dentro de su proceso de acondicionamiento previo al envasado, son tratadas principalmente como fungicidas (Loustalot, 2000).

## **2.6.2 Siembra**

Hay dos tipos de llenado de bandejas, el mecánico y el manual. Es muy importante tener cuidado durante este proceso, ya que si el sustrato queda compactado al llenar las charolas, la falta de aireación dificultara la formación de raíces y el drenaje será deficiente. Después del llenado de las bandejas con el sustrato, se procede a sembrar de forma mecánica o manual. Debido al elevado costo de la semilla, la siembra en charolas debe hacerse de forma controlada para evitar sembrar más de una semilla por cavidad (Lenschak, 2001).

### **2.6.2.1 Siembra mecánica**

Para la siembra mecánica, se utilizan sembradoras neumáticas que consisten en una plancha que tiene un plato con perforaciones en su parte baja, Dichas perforaciones coinciden con el centro de las celdas de las charolas a través de las cuales se succiona la semilla mediante vacío con una aspiradora. Este tipo de sembradoras ofrece mucha precisión y rapidez. Este equipo puede sembrar hasta de tres charolas por minuto(Ayala, 2002).

### **2.6.2.2 La siembra manual**

Se realiza preferentemente con mujeres, pues resultan más eficientes para esta actividad. En este caso, se les entrega un recipiente con semillas y se les pide que

depositen una por cavidad. La siembra es más lenta pero precisa. Una vez sembradas todas las charolas, se recomienda tapar la semilla con vermiculita (Castellanos, 2008).

### **2.6.3 Germinación**

La germinación puede distinguirse en tres etapas. En la primera, que dura unas 12 h, se produce una rápida absorción de agua por la semilla. La segunda etapa consta de un periodo de reposo de unas 40 h durante el cual no se observa ningún cambio en la anatomía ni en la actividad metabólica de la semilla. En la tercera etapa la semilla comienza a absorber agua de nuevo, iniciándose la etapa de crecimiento asociada con la emergencia de la radícula (Ayala, 2002).

#### **2.6.3.1 Tecnología para germinación de plántulas**

La cámara de germinación ayuda a la semilla a acelerar su proceso de germinación, lo cual resulta en nacimientos o brotes uniformes y rápidos. En el caso de tomate, cuando las charolas ya han sido sembradas, se recomienda estibarlas, antes de introducirlas en la cámara de germinación, manteniendo una temperatura de 28 °C y una humedad relativa de 80 %, Cuando no se cuenta con este tipo de cámaras, pueden estibarse las charolas y cubrirse con un plástico negro para darles más calor. En zonas templadas, se debe supervisar constantemente que la temperatura no sea excesiva (Lenschak, 2001).

## **2.7 Practicas del manejo en el semillero**

Las labores de cultivo en los semilleros son de suma importancia y deben ser perfectamente coordinadas, sincronizadas, oportunas y supervisadas debido a que los ciclos del cultivo son intensivos y relativamente cortos, normalmente de 30-35 días. El seguimiento del cultivo, desde la siembra hasta el embarque es fundamental, se deben extremar precauciones de limpieza de los materiales e instalaciones. Sistemáticamente visitar el cultivo y observar su crecimiento y desarrollo y actuar en caso necesario. Vigilar muy de cerca los cambios climáticos extremos (De la Torre, 1999).

### **2.7.1 Manejo del riego en la producción de plántulas**

El riego se realiza antes de que las charolas pasen a la cámara de germinación, donde se introducirán con el sustrato a capacidad de campo. Durante el proceso de producción de plántula, debe tenerse especial cuidado en evitar la lixiviación del fertilizante o deficiencias de agua, Además, debe cuidarse que la lamina de riego sea exactamente la requerida para provocar punto de goteo, es decir, debe permitir la formación de una gota al fondo de la charola sin que esta caiga (Vázquez, 2010).

Debido a la alta densidad de plantas por m<sup>2</sup>, la microaspersión es el sistema de riego más adecuado. El agua de riego debe tener las siguientes características; pH 7.0 - ligeramente inferior; Conductividad eléctrica lo más baja posible en sales, 0.15 dsm<sup>-1</sup>, temperatura: 25 °C. La frecuencia de riego durante el desarrollo de la plántula depende de las condiciones climáticas, tipo de sustrato, variedad y edad de la plántula, Cuando se presentan bajas temperaturas dentro del invernadero (15 °C), se riega una vez al



día; cuando además persisten días nublados, se sugiere regar cada tercer día. Cuando la temperatura es muy alta (45-50 °C), se riega de cuatro a cinco veces al día (CIFACITA, 2001).

La edad de la plántula también influye en la frecuencia de riego. A partir de los siete días cuando emergen las primeras hojas verdaderas y durante los quince días siguientes, los riegos son más frecuentes, ya que se inicia la fertilización y se cuenta con un sistema radical adecuado para aprovechar nutrientes. Poco antes de pasar a invernadero de producción, cuando la plántula se encuentra formada, se reduce el número de riegos y se tiende a “castigarla” un poco para que no tenga demasiada turgencia (Nuez, 1999).

### **2.7.2 Manejo nutricional en la producción de plántulas**

El fósforo juega un papel relevante en la producción de plántulas principalmente en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas, en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno se tiene que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo (Del Castillo, 2002).

Los fertilizantes de uso más extendidos en la producción de plántulas son los abonos simples en forma de sólidos solubles y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la fórmula

Nutritiva aunque existen en el mercado nutrientes complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los nutrientes simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo (Loustalot, 2000).

### **2.7.2.1 Soluciones nutritivas**

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente. Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Favela *et al.*, 2006).

### **2.7.2.2 El pH**

El pH se define una vez que se establece la proporción relativa de los aniones y los cationes, y la concentración total de ellos en me-L, lo cual significa que el pH es una propiedad inherente de la composición química de la SN y no puede cambiar independientemente. El pH apropiado de la SN para el desarrollo de los cultivos se encuentra entre los valores 5.5 y 6.5; sin embargo, el pH de la SN no es estático, ya que depende del CO<sub>2</sub> en el ambiente (De Rijcket *et al.*, 1998).

### **2.7.2.3 La Presión Osmótica**

La cantidad total de los iones de las sales disueltas en la SN ejerce una fuerza llamada presión osmótica (PO); en la medida que aumenta la cantidad de iones se incrementa esta presión. La PO es una propiedad físico-química de las soluciones, la cual depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos, En la medida que la PO es mayor, las plantas deben invertir más energía para absorber el agua y los nutrimentos (Jones, 1999). En general, el tomate es una de las especies hortícolas con capacidad para soportar mayor PO. La época del año (condición ambiental) influye en la PO de la SN que pueden soportar las plantas: en el invierno éstas tienen mejor desarrollo con alta PO que en el verano. La PO también influye en la absorción de agua y de los nutrimentos, pues a mayor PO, menor es la absorción; además, la absorción de nutrimentos se ve afectada de manera diferencial: la absorción de  $\text{SO}_4$  es más restringida que la de  $\text{NO}_3$  y  $\text{H}_2\text{PO}_4$  (Preciado *et al.*, 2003).

## **2.8 Manejo fitosanitario en la producción de plántulas**

Los tratamientos fitosanitarios en los semilleros son indispensables para conseguir y mantener plántulas con gran calidad fitosanitarias, Además de la prevención de enfermedades y el combate de plagas durante la producción de plántulas, deben tomarse medidas fitosanitarias para evitar que organismos fitopatógeno pongan en peligro la producción de plántulas sanas (Agrios, 2002).

### **2.8.1 Prácticas fitosanitarias recomendables**

Desinfectar el área de las cámaras de germinación y de los invernaderos donde se va a desarrollar la plántula con una solución de cloro al 1 %. Esta operación debe realizarse antes de la siembra. El sembrador debe desinfectar sus manos periódicamente con una solución de alcohol al 70%. De manera obligatoria, en las puertas del invernadero deberán colocarse tapetes sanitarios de material resistente y áspero para quitar el lodo impregnado de sustancias desinfectantes (como soluciones de cloro), y para evitar la introducción de suelo contaminado de patógenos al interior del invernadero (García, D. 2010).

## **2.9 Principales plagas que afectan la producción de plántulas de tomate**

El manejo integrado de plagas permite al productor el acceso a mercados de exportación que exigen la calidad fitosanitaria. Dicho manejo incluye distintas estrategias de control biológico, químico, cultural y mecánico. Para adoptar estas medidas con la planificación adecuada se hace indispensable el conocimiento de características de especies perjudiciales de cada zona de cultivo (Stallet *et al.*, 2001).

### **2.9.1 Afidos (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*)**

Son Insectos chupadores con forma de pera y cuerpo flexible con o sin alas y protuberancias en el abdomen. *Aphis gossypii* es alrededor de 2mm de largo, de color verde pálido en la temporada cálida y seca, y rosado en temporadas más frescas. *Myzus persicae* o áfido verde, cuyo tamaño oscila entre 1.6 y 2.4mm es de color

amarillo pálido a verde. Se alimentan punzando las hojas y succionando la savia. Como resultado, las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja (Estay, 2006).

### **2.9.2 Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*, *B. argentifolii* y *Trialeurodes vaporariorum*)**

*Bemisia tabaci*: las moscas adultas son de cuatro alas y alrededor de 1.5 mm de largo. La identificación y diferenciación de los adultos de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* se realiza en base a la posición de las alas. *T. vaporariorum* tiene las alas horizontales, mientras que *B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo. Se dice que esta última especie es la que causa mayores pérdidas económicas para los productores. Las plantas infectadas presentan menos vigor y las hojas se cubren con mielecilla que desarrolla un hongo semejante a tizón. La mosca blanca se alimenta del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. En las plantas infectadas las hojas se vuelven amarillentas y se caen (Lacasa, 2010).

### **2.9.3 Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*)**

El adulto de *Liriomyza sativae* es una mosca negra lustrosa con marcas amarillas variables de 1 a 1.8 mm de largo. Los adultos insertan los huevos en las hojas y las larvas se alimentan entre haz y envés, lo que crea una mina u horadación sinuosa. Los huevecillos, de unos 0.2 mm de largo, son en ocasiones visibles a través de la epidermis superior de la hoja (NCSU, 1999).

## **2.10 Principales enfermedades que afectan la producción de Plántulas de tomate**

Las plántulas de tomate son afectadas durante toda su producción, causando fuertes bajas en la productividad y calidad. El manejo de los factores climáticos dentro del invernadero es clave para reducir la incidencia de estos problemas, es necesario complementar este control, con el adecuado uso de productos químicos, la producción de plántulas de tomate es afectada principalmente por enfermedades vasculares (Meleroet *al.*, 2002).

### **2.10.1 Damping off (*Rizoctonia ssp.*, *Pythium spp.*)**

El complejo de patógenos causantes del damping off se asocian generalmente con el daño pre emergente. Las hifas de estos hongos penetran en forma directa a través de las células jóvenes de la epidermis de la raíz, produciendo zoosporangios y oósporas en la superficie del tejido enfermo. Estos hongos se producen vía sexual y asexual, y se diseminan por el suelo, el agua de riego y los residuos de cosecha (Miguel, 2002).

### **2.10.2 Pudrición de la raíz (*Phytoporacapsici*)**

Estos patógenos causan diferentes tipos de daño, como exceso de humedad, ahogamiento y pudrición de raíces bajo condiciones favorables de temperatura, de 11-35 °C, y una óptima de 25-28 °C. Son hongos sumamente agresivos debido a su gran velocidad de crecimiento y su abundante esporulación (PH, 2006)

### **2.10.3 Marchitez por fusarium (*Fusarium oxysporum* F. Sp. *Lycopersici*)**

Este hongo puede ser diseminado a través de la semilla y trasladarse a grandes distancias por la tierra adherida a la maquinaria agrícola, los rastrojos de la planta infectada y el agua de riego. La infección tiene lugar a través de las raíces, desarrollándose más rápido cuando la temperatura del suelo es alta. Las plantas enfermas muestran clorosis, achaparramiento, coloración café del xilema y, con mayor frecuencia, marchitez (Sánchez, 2004).

## **2.11 Selección y transporte de plántula**

Para el trasplante, es preciso contar con plantas sanas y vigorosas, Esta selección se realiza en el invernadero, guardando las medidas profilácticas necesarias para el manejo de las plántulas, Las plántulas seleccionadas se acomodan en cajas de plástico desinfectadas. Antes de iniciar el llenado de una nueva caja, el seleccionador debe humedecer sus guantes en una solución de cloro 1 % (Godoy, 2007).

Las plantas que no fueron seleccionadas para el trasplante por ser poco vigorosas, se reacomodaron en el vivero para trasplantarse posteriormente. Las plantas enfermas o descabezadas son desechadas. El transporte de la plántula a campo se realiza normalmente en cajas de plástico con 600 plántulas Para evitar la transmisión de enfermedades (Bueno, 2001).

## **2.12 Manejo de las plántulas antes del trasplante**

Cuando el tiempo es adecuado para realizar el trasplante, es decir, para llevar las plantas del semillero al terreno de siembra, conviene regar el semillero un día antes de sacar la plántula, para facilitar el desprendimiento de la planta con sus raíces y tratarlas cuatro o cinco horas antes con fungicidas, para protegerla durante la fase crítica de arraigue en el terreno de siembra (Muñoz, 2002).



### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Localización geográfica**

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada al suroeste del estado de Coahuila y al noroeste de estado de Durango, localizándose entre los meridianos  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  longitud este del meridiano de Greenwich y los paralelos  $24^{\circ} 10'$  y  $26^{\circ} 45'$  de latitud norte, teniendo además una altura promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar (Santibáñez, 1992).

##### **3.1.2 Área experimental**

El presente experimento se desarrollo en un invernadero dentro de las instalaciones la UAAAN-UL (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna) en el departamento de Horticultura. Un invernadero de tipo semicircular. El invernadero presenta las siguientes dimensiones; 12 m de ancho x 30 m de largo. Equipado con 2 extractores y pared húmeda. Donde se presentan las siguientes condiciones climáticas; temperatura media de  $24^{\circ}$  C, humedad relativa 60% aproximadamente.

#### **3.2 Materiales y métodos**

El material biológico evaluado fue el tomate tipo bola, Var. "Caimán". La siembra se realizó el día 12 de octubre del 2010, en contenedores de 200 (10 x 20) cavidades cónicas invertidas. El volumen de cada celda fue de 25 ml. La altura de los contenedores fue de 7 cm y dimensiones de 36 cm de ancho por 62 cm de largo. El

sustrato utilizado turba comercial “Peat Moos” con las siguientes características, cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del sustrato (SOGEMIX PGM) utilizado en el experimento.

SOGEMIX PGM ANÁLISIS DEL SUSTRATO													
pH	C.E	NO3	NH4	PO4	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	B
		-----	---	---	PPM	---	---	---	---	---	---	---	---
5.5-6.5	0.7	56	8	11	55	100	30	13	1.1	0.1	0.5	0.2	0.2
Densidad en peso Seco	Cont. humedad	Porosidad % V/V	Retención de Agua W/W	Densidad húmedo	Humeda P.F	Materia Orgánica							
-- g/l	30-50 %	15-20 %	700-900 %	130-160 kg/m3	30-50 %	-----%							

V/V = Volumen/Volumen en maceta de 6" W/W = Peso/Peso

### 3.2.1 Desinfección de charolas de germinación

Las charolas de polietileno fueron desinfectadas antes de la siembra, lavándolas con cloro al 2%, lavando cavidad por cavidad con ayuda de un cepillo de forma cilíndrica. También se lavo y desinfecto de la misma manera, el área donde se colocaron las charolas. Se acondiciono un lugar con buena intercepción de luz, desnivel, etc.

### 3.2.2 Manejo de siembra

### 3.2.3 Preparación de sustrato

Antes de la siembra se humedeció el sustrato con agua, hasta llegar al punto de capacidad de campo. Se coloco el sustrato ya preparado sobre las charolas,

esparciéndolo uniformemente, sin compactar el sustrato dentro de las cavidades ya que esto pudiera perjudicar en la germinación y desarrollo radical.

#### **3.2.4 Siembra**

Ya colocado el sustrato en las charolas de germinación, se procedió a colocar una semilla por cavidad de tomate tipo bola, cv“Caimán”, una vez sembradas todas las charolas, se colocaron dentro de una bolsa negra, para acumular calor y beneficiar a la germinación.

#### **3.2.5 Germinación y emergencia**

La germinación se presentó aproximadamente 5 días después de la siembra, a partir de que se observaron las primeras plántulas germinadas se procedió a destapar y desempalmar todas las charolas, se distribuyeron sobre la mesa, y se esperaron otros 5 días aproximadamente para la aparición de hojas verdaderas.

#### **3.2.6 Manejo nutricional de las plántulas**

A partir de la aparición de hojas verdaderas, se comenzó a fertilizar con la SN. La SN se preparó con los fertilizantes presentados en el Cuadro 2. Esta se proporcionó a través del riego, frecuentando esta fertilización durante 36 días, cambiando la concentración de la SN en cada tratamiento en tres intervalos de 10 días y el último de seis días, las aplicaciones en intervalos se deben ya que al proporcionarle a las plántulas los nutrimentos en forma gradual, se asimilan de mejor forma Favelaet *al.*, (2006). La SN, se diseñó tomando en cuenta el análisis de agua, Cuadro 3

Cuadro 2. Fertilizantes utilizados para la confección de la SN aplicada en el experimento, concentración, fórmula y concentración.

<b>FERTILIZANTES UTILIZADOS EN LA SN</b>		
<b>FERTILIZANTE</b>	<b>FORMULA</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>
Acido Nítrico	HNO <sub>3</sub>	95 % - d=1.5 gL <sup>-1</sup>
Fosfato potásico	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	28 % - 23 %
Nitrato Potásico	KNO <sub>3</sub>	13 % - 46 %
Nitrato De Calcio	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	14.2 % - 1.3% - 26 %
Nitrato De Magnesio	MgNO <sub>3</sub>	11 % - 10 %
Acido Sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98 % - d=1.8 gL <sup>-1</sup>

Cuadro 3. Resultados de análisis del agua utilizada para la elaboración de la SN.

<b>ANALISIS DE AGUA</b>	
pH	7.80
C.E (dS/m)	1.15
<b>Cationes solubles</b>	
Ca (meq/L)	7.01
Mg (meq/L)	0.95
Na (meq/L)	2.71
K (meq/L)	0.22
<b>Σ cationes</b>	<b>10.89</b>
<b>Aniones solubles</b>	
CO <sub>3</sub> (meq/L)	0.00
HCO <sub>3</sub> (meq/L)	3.12
CL(meq/L)	2.30
SO <sub>4</sub> (meq/L)	5.23
<b>Σ Aniones</b>	<b>10.65</b>
<b>Sal predominante</b>	<b>Sulfato de calcio</b>
RAS	1.36
Boro (mg/L)	0.30
Nitratos (NO <sub>3</sub> , mg/L)	7.64
Clasificación	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

### **3.2.7 Manejo del riego en las Plántulas**

El riego se proporciono dependiendo la demanda hídrica del cultivo y de la variación en las temperaturas dentro del invernadero, sin caer en estrés hídrico. Se proporciono en las primeras 2 semanas de octubre aproximadamente de 9 mL de agua por planta y en las próximas 3 semanas 6 mL planta, dependiendo la fluctuación de temperaturas.

### **3.3 Diseño experimental**

Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron analizados mediante un análisis de varianza y para la separación de medias, se utilizo la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) con el programa estadístico sas ver 90. Se establecieron los tratamientos en base a las diferentes presiones osmóticas; 0.36, 0.72 y 1.08 atm. en tomate tipo bola, cv. "caimán". Se distribuyeron en doce tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento, teniendo un total de 48 hileras de ocho plántulas por hilera. Cada uno de los doce tratamientos se rego con solución nutritiva, durante 36 días, cambiando el porcentaje de concentración de cada solución (25 %, 50%, 75%, 100%), en tres intervalos de 10 días y el ultimo de seis días. Cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos evaluados, presión osmótica (PO) y porcentajes de dilución de la solución nutritiva en función del tiempo.

Tratamiento	PO atm	Días de aplicación*			
		0	5	10	6
1	0.36	25% de 0.36	50% de 0.36	75% de 0.36	100% de 0.36
2	0.36	50% de 0.36	75% de 0.36	100% de 0.36	100% de 0.36
3	0.36	75% de 0.36	100% de 0.36	100% de 0.36	100% de 0.36
4	0.36	100% de 0.36	100% de 0.36	100% de 0.36	100% de 0.36
5	0.72	25% de 0.72	50% de 0.72	75% de 0.72	100% de 0.72
6	0.72	50% de 0.72	75% de 0.72	100% de 0.72	100% de 0.72
7	0.72	75% de 0.72	100% de 0.72	100% de 0.72	100% de 0.72
8	0.72	100% de 0.72	100% de 0.72	100% de 0.72	100% de 0.72
9	1.08	25% de 1.08	50% de 1.08	75% de 1.08	100% de 1.08
10	1.08	50% de 1.08	75% de 1.08	100% de 1.08	100% de 1.08
11	1.08	75% de 1.08	100% de 1.08	100% de 1.08	100% de 1.08
12	1.08	100% de 1.08	100% de 1.08	100% de 1.08	100% de 1.08

\*Cada 10 días se incrementó el porcentaje de la concentración de las aplicaciones, ya que al proporcionarle a las plántulas los nutrientes en forma gradual, se asimilan de mejor forma (Favela et al., 2006).

### 3.4 Variables evaluadas

Se evaluaron, 13 parámetros, relacionados a calidad y vigor en la plántula, la evaluación se realizó a los 36 días de la siembra, en cada tratamiento se tomaron al azar 12 plántulas, tres por cada repetición, dando un total de 156 plántulas evaluadas.

- *Longitud de vástago (LV)*; Se midió del nivel del cepellón al meristemo apical haciendo uso de una regla de precisión con mm.
- *Díámetro de vástago (DV)*; Para su medición se utilizó un vernier o pie de rey, tomando la medida a partir de la parte más baja del vástago.

- *Peso fresco del vástago (PFV) y peso seco del vástago (PSV)*; Se eliminaban de la raíz dejando solo el vástago principal con hojas, después se pesaron en una báscula digital, Para el peso seco del vástago se utilizó la ayuda de la estufa, hasta secarlo por completo, tomando pesos constantes durante 72 hrs, y después se procedió a pesar en báscula digital.
- *Peso fresco de raíz (PFR) y Peso seco de la raíz (PSR)*; Estos parámetros se obtuvieron de la misma manera del peso fresco y seco del vástago, con diferencia que en este se evaluó la raíz.
- *Peso seco total (PST)*; Se contempló la suma de los pesos secos del vástago, hojas y raíz, en cada una de los tratamientos.
- *Volumen radical (VR)*; Se evaluó con ayuda de una probeta con capacidad de 20 mL con 10 mL de agua, en la cual se sumergió la raíz, y el volumen desplazado de agua nos indicó el volumen radical.
- *Relación vástago raíz (V/R)*; Se obtuvo dividiendo la altura de vástago entre el volumen radical.
- *Relación altura diámetro (A/D)*; Se obtuvo dividiendo la altura entre el diámetro.
- *Numero de hojas (NH)*; Se contaron manualmente antes de evaluar los demás aspectos.
- *Área foliar (AF)*; Se utilizó un integrador de área foliar, Leaf Area Meter CL-202.
- *Medición indirecta de clorofila (SPAD)*; Se utilizó el medidor indirecto de clorofila el SPAD-502.

## **IV. RESULTADO Y DISCUCIONES**

### **4.1 Concentración iónica total**

Como no existió interacción significativa entre la concentración y iónica de la SN y los incrementos graduales de la misma continuación se discuten por separado.

#### **4.1.1 Longitud de vástago**

El análisis de varianza para la longitud de vástago, presento diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). La mayor altura de planta correspondió a la PO de 0.36, mientras que con la presión osmótica de 0.72 se obtuvo la menor altura. Los anteriores resultados también fueron encontrados por *Preciado et al.*, (2003), quien encontró la menor altura con bajas PO. Las plántulas que tienen alturas de 15 a 20 cm son las más recomendadas para el trasplante, como las obtenidas en la presente investigación (Figura 1), ya que con alturas superiores los tallos de las plántulas están delgados y débiles, los cuales originan problemas de establecimiento después del trasplante.



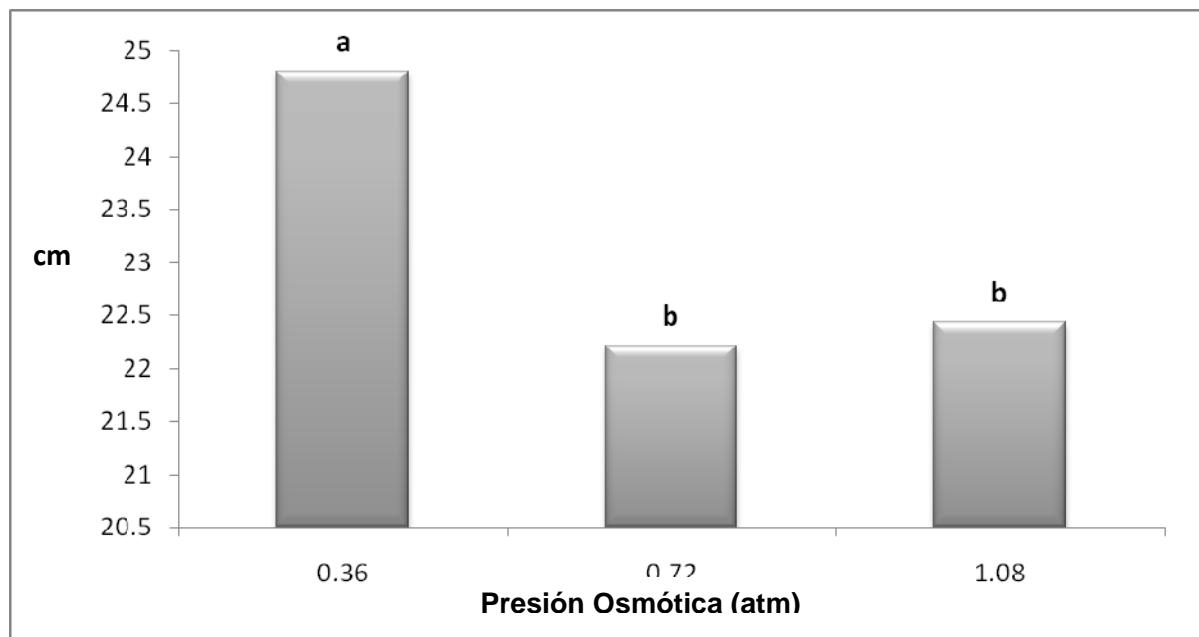


Figura 1. Longitud del vástago de las plántulas, por las diferentes presiones osmóticas de la SN

#### 4.1.2 Peso seco del vástago

El análisis de varianza para el peso seco del vástago, presento diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). El tratamiento con mayor peso seco del vástago en las plántulas, corresponde a la PO de 0.36, mientras que con la presión osmótica de 0.72 se obtuvo el menor peso seco del vástago. Los resultados anteriores coinciden con los de Preciado *et al.*, (2006) (Figura 2), quienes afirman que existe una correlación positiva entre el peso de materia seca de las plántulas con parámetros de calidad como; la producción temprana, el número y peso fresco de los frutos, también menciona que el peso seco de la materia es un sustituto aceptable debido a la consistencia de la proporción del peso de las hojas en las plántulas y el vigor de las mismas.

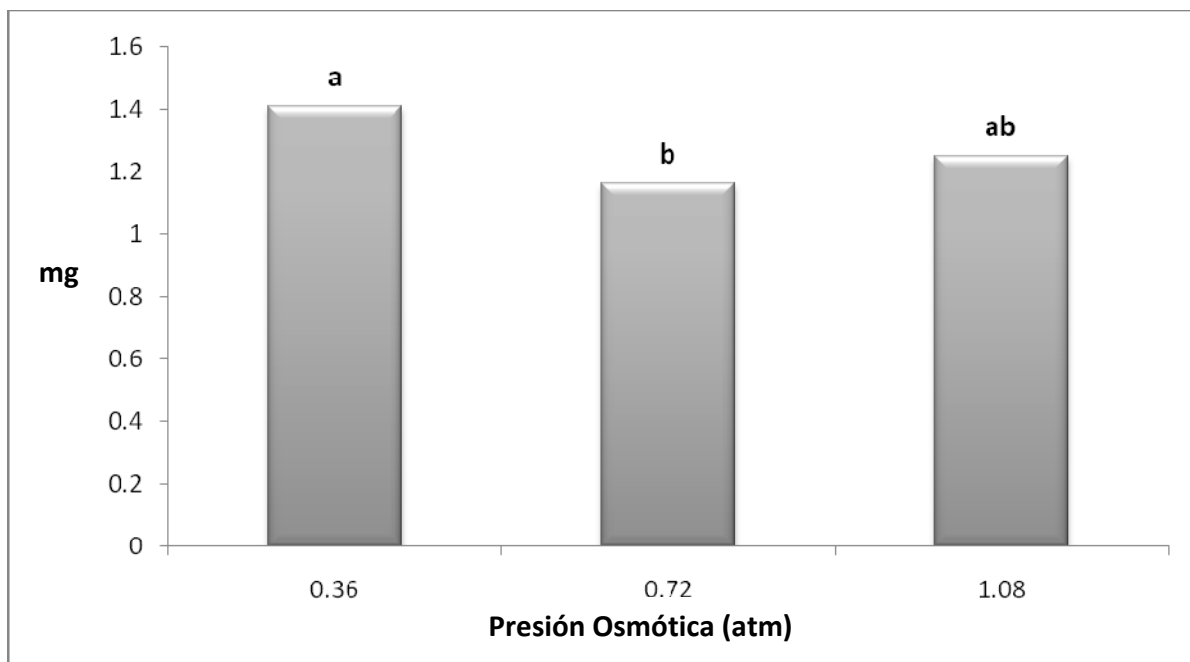


Figura 2. Peso seco del vástago de las plántulas (mg), por las diferentes presiones osmóticas de la SN.

#### 4.1.3 Relación altura diámetro

El análisis de varianza para la relación altura diámetro, presento diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). El tratamiento con mayor relación altura diámetro de plántulas, corresponde a la PO de 0.36, mientras que con la presión osmótica de 0.72 se obtuvo la menor relación altura diámetro (Figura 3). Los datos anteriores coinciden con lo mencionado por Muñoz (2002), quien menciona que la concentración de la SN durante el acondicionamiento nutritivo reduce la velocidad media de crecimiento y la relación altura/diámetro de las plántulas. La relación que debe existir entre la altura y el diámetro es un indicador de calidad, ya que se recomienda una plántula de tamaño bajo y diámetro relativamente alto, para tener un mejor éxito en el trasplante y manejo de plántulas Guzmán (2002).

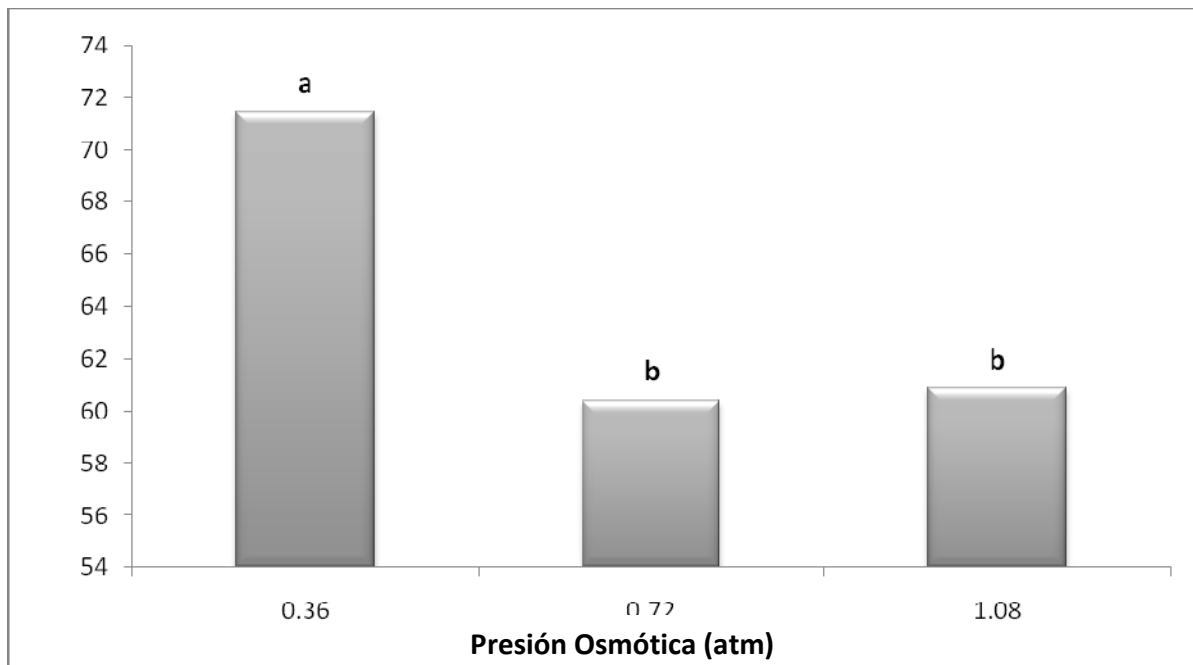


Figura 3. Relación altura diámetro de las plántulas, por las diferentes presiones osmóticas de la SN.

#### 4.1.4 Área foliar

El análisis de varianza para el área foliar, presento diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). El tratamiento con mayor área foliar en las plántulas, corresponde a la PO de 0.36, mientras que con la presión osmótica de 1.08 se obtuvo la menor área foliar (Figura 4). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Preciado *et al.*, (2003), quienes mencionan que el número y tamaño de las hojas son indicadores significativos de la calidad de plántulas. También afirman que el incremento de la superficie foliar es de gran importancia fisiológica para las plantas, debido a la mayor superficie fotosintéticamente activa, lo cual favorece la producción de carbohidratos lo que induce a un incremento en la síntesis de proteínas y por consiguiente un aumento en la producción de biomasa.

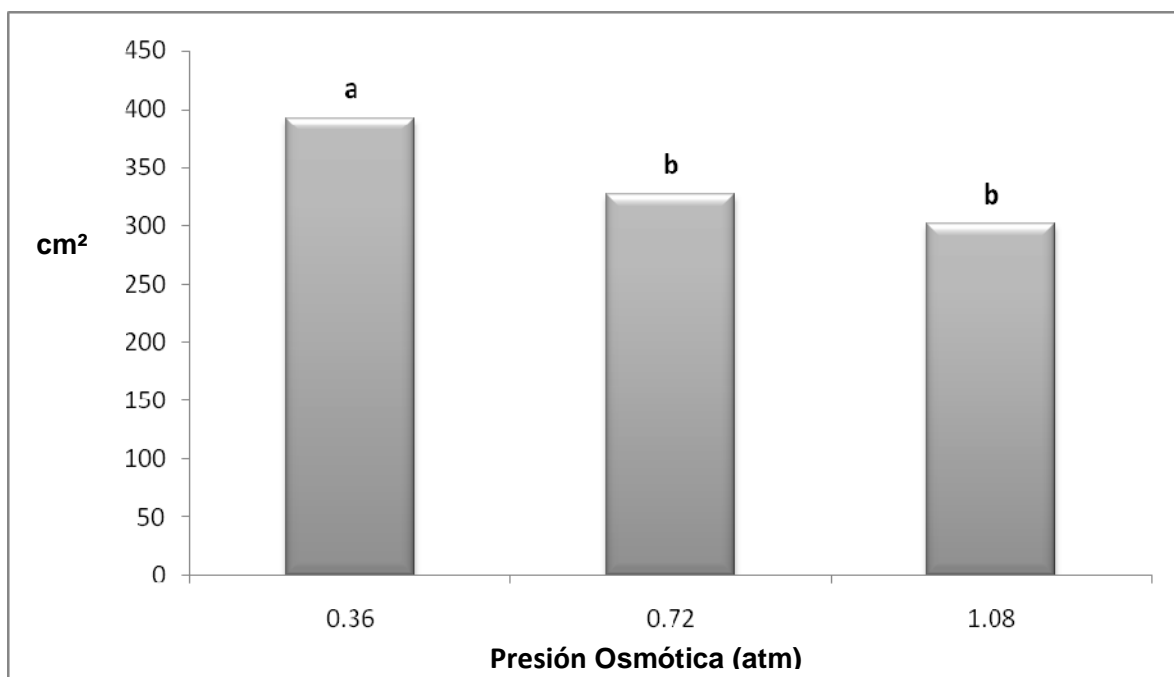


Figura 4. Área foliar de las plántulas, por las diferentes presiones osmóticas de la SN.

#### 4.1.5 Medición indirecta de clorofila

El análisis de varianza para el Contenido de Clorofila (SPAD), presento diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). El tratamiento con mayor contenido de clorofila en unidades SPAD, corresponde a la PO de 1.08, mientras que con la presión osmótica de 0.36 se obtuvo el menor contenido de clorofila (Figura 5). Un contenido nutrimental alto es un buen indicador ya que forma parte integral de la molécula de clorofila, lo que a su vez se asocian con un buen crecimiento vegetativo, vigoroso, alta actividad fotosintética de lo cual depende el rendimiento Utria (2007). El aumento de clorofila se debe a que existe mayor concentración de nitrógeno en la SN.

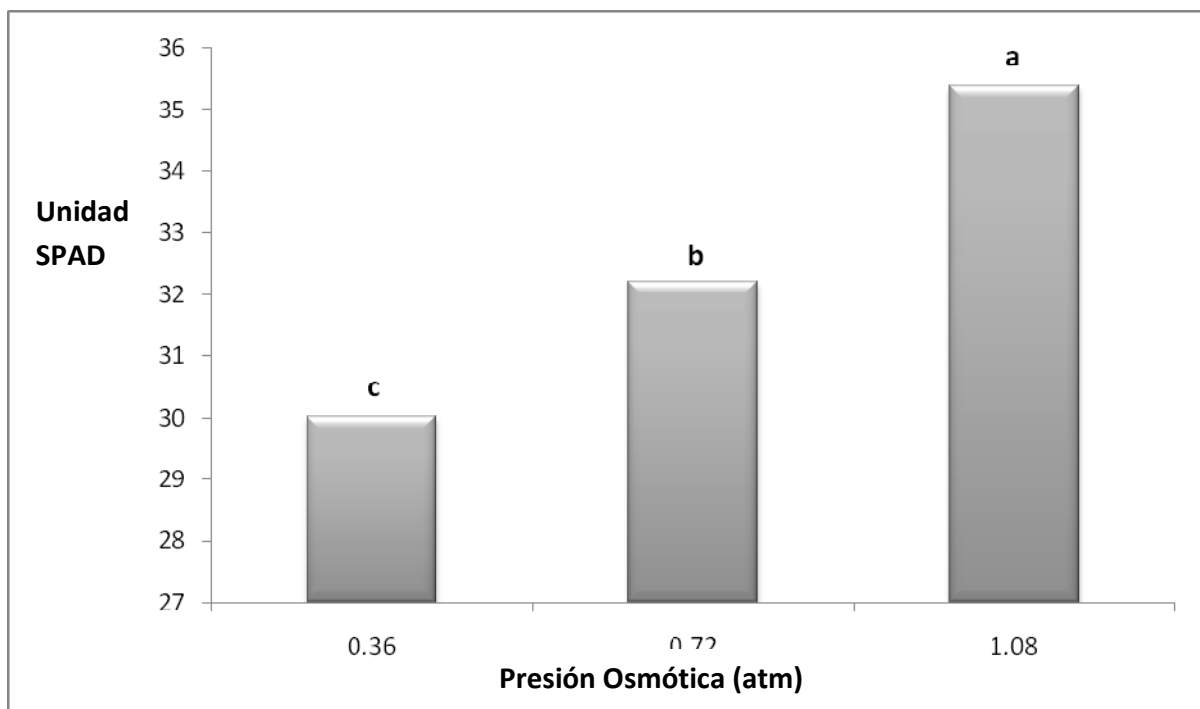


Figura 5. Contenido de clorofila de las plántulas, por las diferentes presiones osmóticas de la SN.

## 4.2 Incrementos graduales de la SN

### 4.2.1 Peso fresco de vástago

El análisis de varianza para el peso fresco de vástago, presento diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). El tratamiento con mayor peso fresco obtenido en vástagos de las plántulas, corresponde a la SN sin dilución, mientras que con la dilución del 25 % se obtuvo el menor peso fresco del vástago (Figura 6). Los resultados anteriores coinciden con lo encontrado por Preciado *et al.*, (2003) en plántulas de melon, quienes indican que al existir una concentración relativamente alta de sales en la solución en la cual se encuentra la raíz, el crecimiento de la parte aérea se reduce de manera significativa. Preciado *et al.*, (2003) mencionan que una presión osmótica alta requiere que la planta realice un ajuste osmótico para mantener un gradiente favorable para la absorción de agua y nutrientes, dando como resultado una disminución en el crecimiento y peso seco de la parte superior de la planta

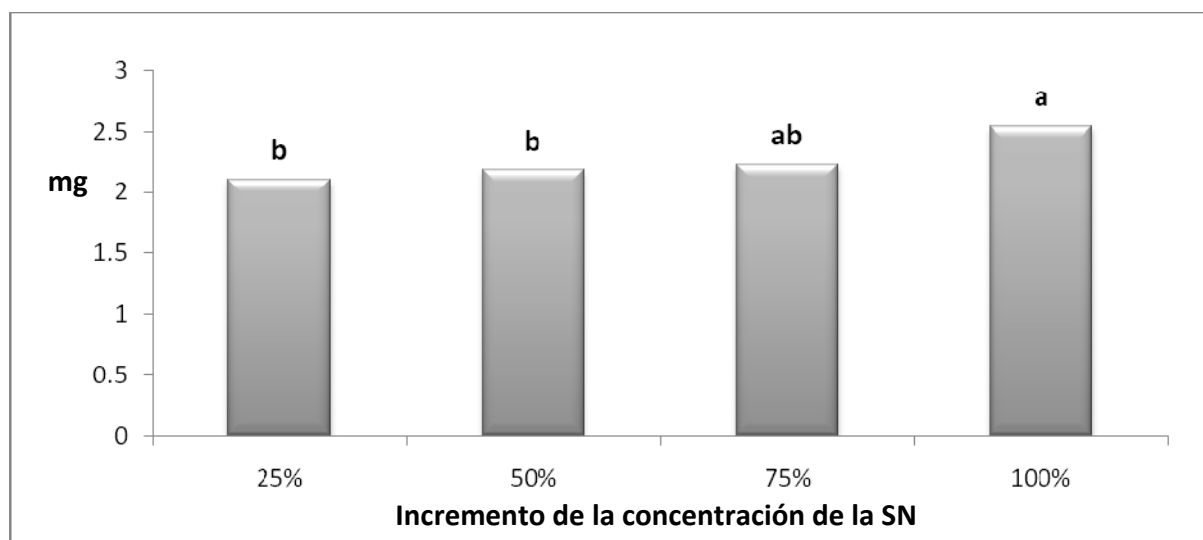


Figura 6. Peso fresco de vástago de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.

#### 4.2.2 Peso seco de raíz

El análisis de varianza para el peso fresco de raíz, presento diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). El tratamiento con mayor peso fresco obtenido en la raíz de las plántulas, corresponde a la SN sin diluir, mientras que con la dilución del 25 % se obtuvo el menor peso fresco de raíz (Figura 7). Los resultados obtenidos difieren de los mencionados por Villar *et al.*, (2006) en plántulas de tomate de cascara, quienes mencionan que una concentración relativamente alta provoca un grado ligero de estrés hídrico en la plántula, lo cual también se manifiesta en la reacción del crecimiento del vástago, mientras que la producción de carbohidratos se canaliza preferentemente hacia la raíz, con lo cual aumenta el peso de la raíz

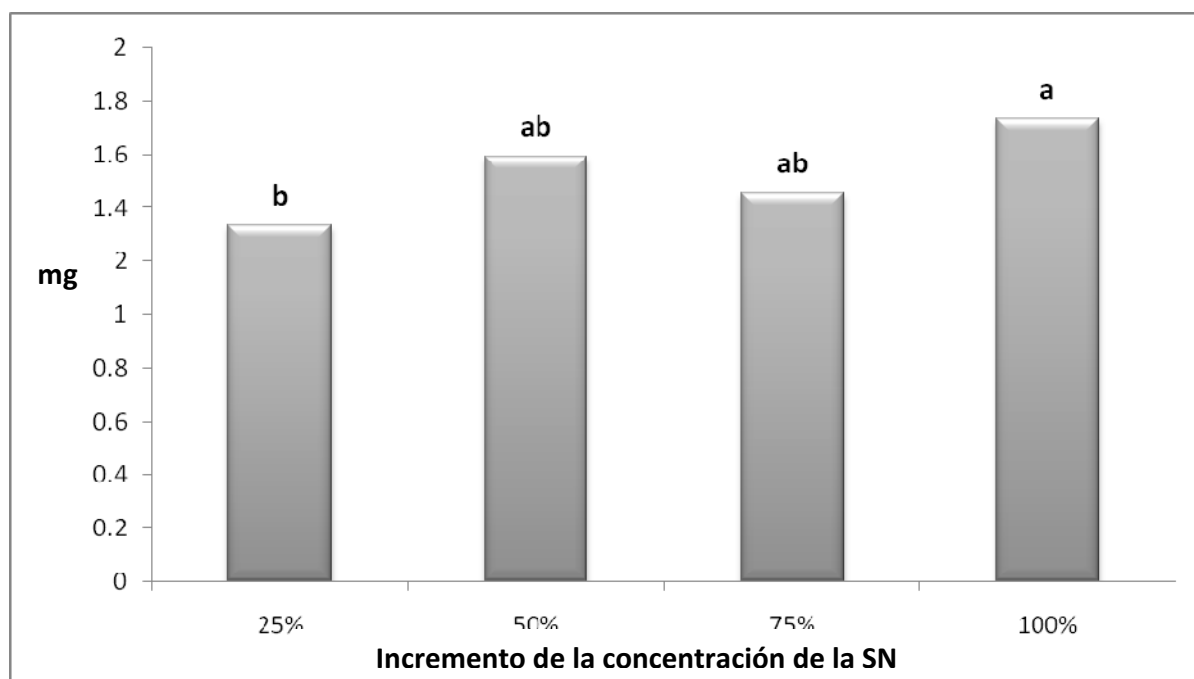


Figura 7. Peso fresco de raíz de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.

### 4.2.3 Volumen radical

El análisis de varianza para el volumen radical, presento diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). El tratamiento con mayor volumen radical en plántulas, corresponde a la dilución de la SN del 75 %, mientras que con la dilución del 50 % se obtuvo el menor volumen radical (Figura 8). Los resultados anteriores coinciden con los de Preciado *et al.*, (2003) quienes indicaron que una baja concentración de nutrientes en la SN, al contener una menor cantidad de nutrimentos de lo que la planta necesita, se pueden inducir deficiencias nutrimentales y por ende, un menor crecimiento de la raíz y del vástago. Los resultados antes mencionados difieren de los de Villar *et al.*, (2006) quienes indican que las raíces generalmente responden al exceso de minerales mediante desarrollo más lento, es decir, con mayores concentraciones se tiene menor volumen radical.

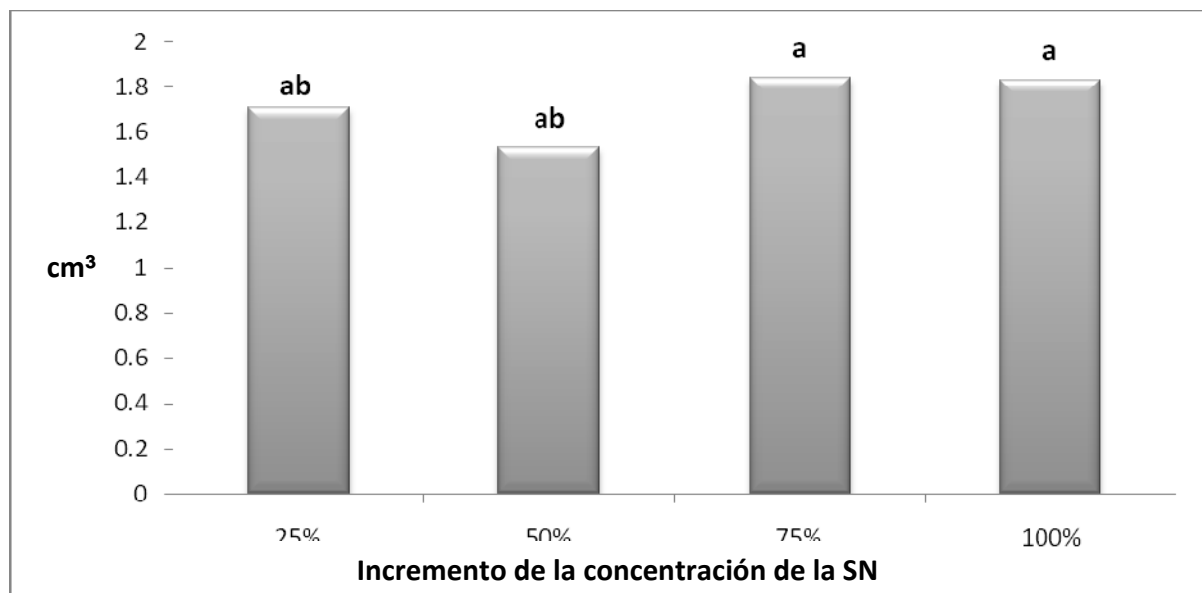


Figura 8. Volumen radical de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.



#### 4.2.4 Relación vástago raíz

El análisis de varianza, para la relación vástago raíz, presento diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). El tratamiento con mayor relación vástago raíz de las plántulas, corresponde a la dilución de la SN del 25 %, mientras que con la dilución del 50 % se obtuvo la menor relación (Figura 9). Estos resultados fueron similares a los de Guzmán (2002) quien menciona que con menores diluciones se favorece al crecimiento de la parte aérea y con mayor dilución se favorece al crecimiento de la raíz, por lo tanto se afirma que las diluciones altas son las más efectivas, ya que aumentan el desarrollo radical más que el aéreo, lo que favorece en el trasplante, con un mejor manejo de plántula, buena asimilación de nutrientes y H<sub>2</sub>O por la raíz etc.

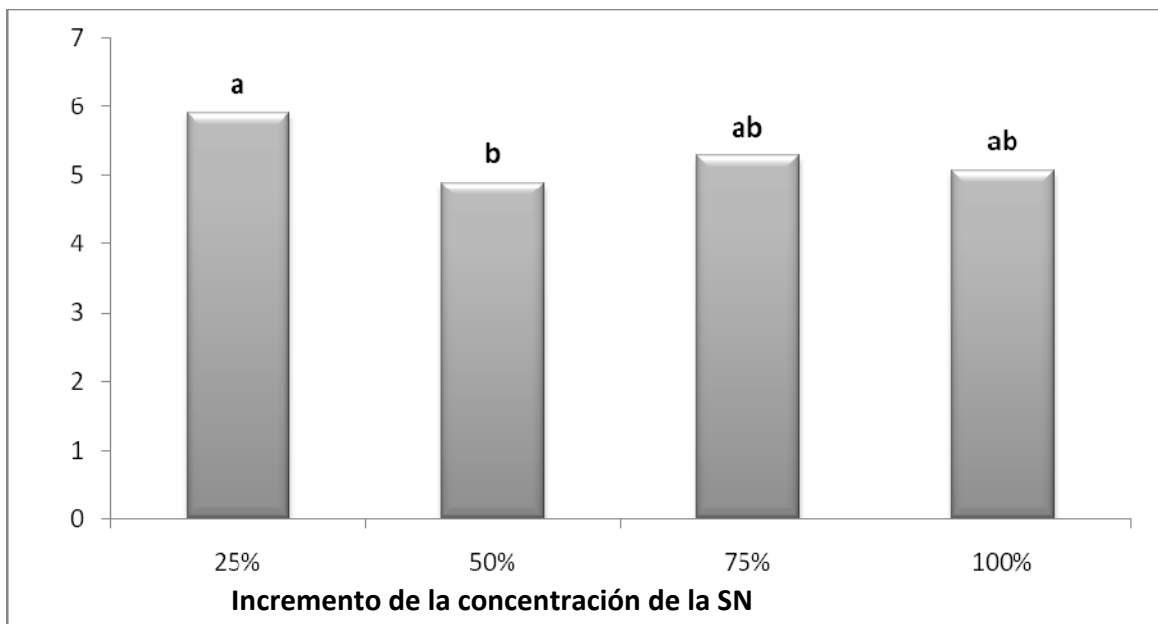


Figura 9. Relación vástago raíz de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.

#### 4.2.5 Área foliar

El análisis de varianza para el área foliar, presentó diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). El tratamiento con mayor área foliar en las plántulas, corresponde a la dilución de la SN del 75 %, mientras que con la dilución del 50 % se obtuvo la menor área foliar (Figura 10). Los resultados anteriormente mencionados concuerdan con los obtenidos por Utria et al., (2007) quienes mencionan que el área foliar determina el potencial de la actividad fotosintética y la producción de biomasa, como un indicador del crecimiento vegetal. Un índice de área foliar determina la capacidad fotosintéticamente activa, la cual a su vez, es un indicador de calidad en los cultivos, al tener una mayor área foliar se tendrá mayor rendimiento Cano (2011).

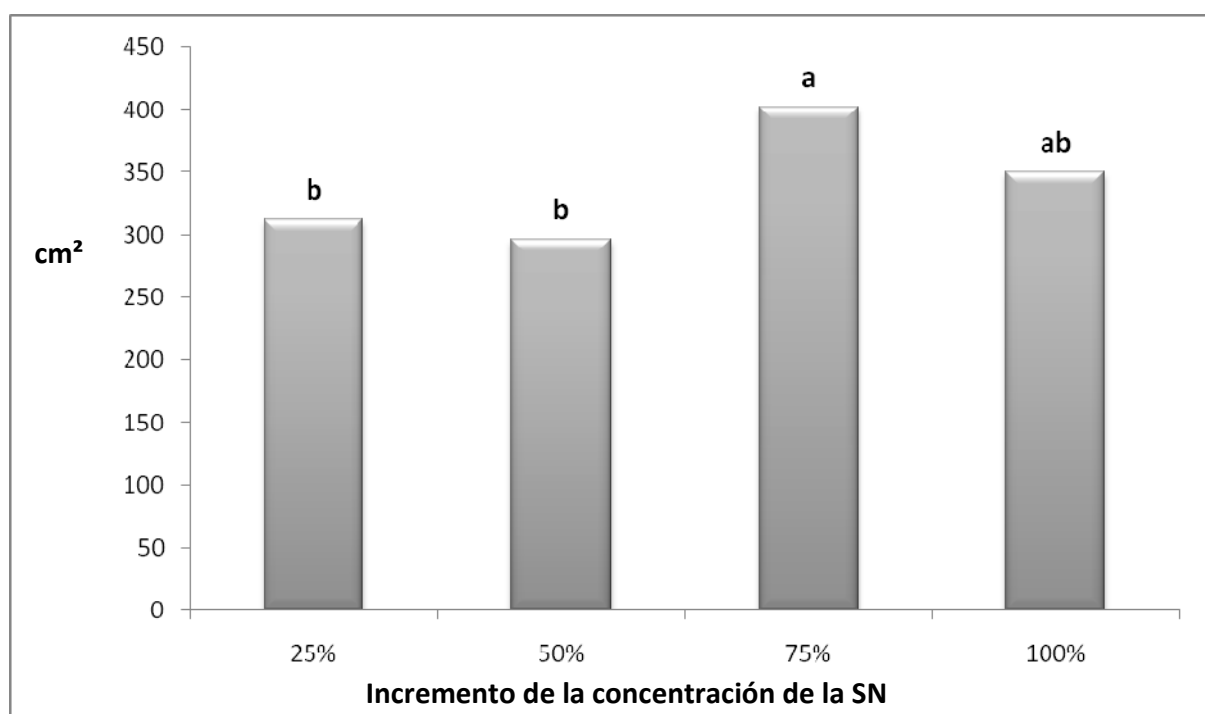


Figura 10. Área foliar de las plántulas, por las diferentes diluciones de la SN.

### **4.3 Conclusiones**

La Presión Osmótica de la solución nutritiva afecta el crecimiento y la nutrición de las plántulas durante su desarrollo en contenedores.

Con la presión osmótica de 0.36 atm en la solución nutritiva, se logró un mayor vigor de las plántulas; Aumento el área foliar, contenido de clorofila, peso seco de vástago, relación altura diámetro, longitud del vástago.

En las concentraciones los porcentaje del 75 al 100 % fueron con los que se obtuvo un mejor desarrollo y calidad de plántulas incrementándolas plántulas; peso fresco del vástago, peso seco radical, volumen radical, relación vástago raíz y área foliar

## V. LITERATURA CITADA

Agrios, G.N. 2002. Fitopatología. Editorial, Limusa. . México. D.F.

Anónimo, 2007. Hortalizas, frutas y flores. Editorial, Agro Síntesis S.A de C.V

Ayala T., F. 2002. En la producción de hortalizas, flores y frutas. Agro síntesis S.A de C.V. (Eds.) p. 13-18.

Blancard, D. 2000. Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar. Ediciones, Mundi-Prensa. 212-245. Madrid, España.

Bueno, M., 2001. El trasplante. La fertilidad de la tierra No. 4. Revista de agricultura ecológica. p. 6-8

Cadenas, F.J., V.J. Gonzales, J.M. Hernández. 2003. El cultivo protegido del tomate, Camacho F. 2003. Técnicas de producción en cultivo protegido (tomo II). Ediciones Agras técnicas, España.

Camacho, F. 2007. El cultivo del tomate. Material didáctico del diplomado internacional en agricultura protegida. Universidad de Almería, España. INTAGRI, México.

Cano R.P 2011. Producción hortícola en invernadero, curso otoño-invierno 2011. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Castellanos, J.Z; Borbón M.C. 2008. Panorama de la agricultura protegida en México. Editorial, INTAGRI.

CIFACITA. 2001. Evaluación de la Toxicidad sobre aplicaciones de Actara en el Cultivo de Tomate. Almería, España.

De la Torre M., F. 1999. Los semilleros hortícolas. p. 203-228. Técnicas de producción en los cultivos protegidos. Instituto la Rural, Almería, España.

De Rijck, G.; E. Schdrevens. 1998. pH influence by the elemental composition of nutrient solution. PlantNutr. p. 20-35.

Del Castillo, S.E. 2002. Producción de plántulas. Compendio de conferencias sobre invernaderos, p. 79-82.

Estay. P, 2006. Catalogo de Pesticidas II. Laboratorio de Entomología Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. La platina, Chile.

García, D.J. 2010. Biología y hábitos de los afidos o pulgones. Tercer diplomado internacional de "horticultura protegida". Departamento de producción vegetal de la universidad de Almería. España.

García, E.R. 2010. Manejo de enfermedades en semillero. Tercer diplomado internacional de "horticultura protegida". Departamento de producción vegetal de la universidad de Almería. España.

Godoy, H.H. 2007. Influencia del injerto y nutrición en tomate sobre rendimiento, materia seca, extracción y diagnostico de nutrimentos en la planta y suelo, en invernadero. Tesis de maestría en ciencias en edafología. Colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Guzmán, P. J.M. 2002. Acondicionamiento nutritivo en semilleros y respuestas postrasplante en hortalizas. Departamento producción vegetal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Jones, JR. J.B. 1999. Tomato plant culture. Ed. CRC press. Florida, USA. 199P.

Lacasa, P.A. 2010. Manejo integrado de las moscas blancas. Tercer diplomado internacional de "horticultura protegida". Departamento de producción vegetal de la universidad de Almería. España.

Lenscak, M.P. 2001. Avances en la estrategia de producción de plántulas de tomate. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. Escuela politécnica superior.

León G., H.M. 2001. Manual para el cultivo del tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.

Linares, O.H. 2004. El cultivo de tomate en invernadero. Curso teorico-practico, Dic. 2004

Loustalot, L. Ma. 2000. Producción de plántulas con alta tecnología. Compendio de conferencias sobre invernaderos. Almería. España.

Medina. G. 2004. Condiciones agroclimáticas de México y la horticultura protegida. Pp. 40-60. In: J.Z. Castellanos (Ed). Manual de producción hortícola en invernadero. INTAGRI. México.

Melero, J. M. y Gómez, J. 2002. "Enfermedades de los semilleros". Hortofrutícola N°4

Miguel, A. 2002. El injerto como método de prevención de enfermedades en hortalizas 167-171, En: 12° Symposium internacional Ecología y Producción Integrada de Cultivos Hortícolas de Invernadero.

Mixquititla, C.G. 2010. Estado de desarrollo de la plántulas al trasplante y su efecto en rendimiento y calidad de frutos de tomate determinado cultivado en hidroponía u invernadero. Vol. 7:p. 40-52

Muñoz., R., J.J. 2002. Acondicionamiento nutritivo de plántulas de tomate y pimiento en semilleros y su respuesta postrasplante. Tesis Doctoral. Universidad de Almería, España

NCSU, 1999. Insect and disease control guide y “2004 Florida weed, insect&disease control. Productores De Hortalizas “Plagas Y Enfermedades”.

Nuez, F., 1999., El Cultivo Del Tomate 1 edición. Editorial, Mundi-prensa. Madrid. España.

Preciado R.P, Baca C., Tirado T., Liptay.,Deufault., Baca., 2003. Presión Osmótica de la Solución Nutritiva en la Producción de Plántulas de Melón. TERRA Latinoamericana Vol. 21:p. 461-470

Preciado, R.P., Favela, CH.E. 2006. Manual Para La Preparación De Soluciones Nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila.

Productores de hortalizas, 2006. “Plagas y enfermedades del tomate” guía de identificación y manejo. México.

Sánchez, C.M. 2004. Enfermedades vasculares. Manejo de enfermedades en tomate. Curso de INCAPA.

Stall R.E., Zitter A.T. 2001. Plagas Y Enfermedades Del Tomate. The American Phytopathological Society. Ediciones, Mundi-prensa.

Utria B.E, Reynaldo E.I, Cabrera J. 2007. Aplicación de biosolidos en el cultivo de plántulas de tomate. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias vol. 16: p.65-69

Vázquez, G.V. 2010. Manejo del riego y balance de crecimiento. Tercer diplomado internacional de "horticultura protegida". Departamento de producción vegetal de la universidad de Almería. España.

Villar J.J Magdaleno, Peña Lomeli A. 2006. Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate de cascara. Revista Chapingo, Serio horticultura. Vol. 12: p.223-229



## VI. APENDICE

FACTOR	LV	DV	PFV	PFR	PSV	PSR	PST	VR	V/R	A/D	NH	AF	MIC
	--	--	--	gr	--	--	--	cm <sup>3</sup>			#	cm <sup>2</sup>	spad
<b>PO</b>	0.000	0.052	0.132	0.224	0.015	0.256	0.172	0.873	0.124	≤.000	0.324	0.000	≤.000
<b>DIL</b>	0.885	0.140	0.004	0.005	0.715	0.061	0.101	0.012	0.017	0.776	0.160	0.000	0.044

Factor	atm	LV	DV	PFV	PFR	PSV	PSR	PST	VR	V/R	A/D	NH	AF	MIC
		--	--	--	gr	--	--	--	cm <sup>3</sup>			#	cm <sup>2</sup>	spad
		24.80	0.35	2.39	1.57	1.41	0.28	1.61	1.75	5.62	71.45	5.52	392.02	30.03
PO	0.36	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c
		22.21	0.37	2.21	1.42	1.16	0.24	1.40	1.74	5.10	60.42	5.22	327.30	32.20
	0.72	b	a	a	a	b	a	a	a	a	b	a	b	b
		22.43	0.35	2.18	1.58	1.25	0.26	1.56	1.70	5.11	60.85	5.39	301.60	35.38
	1.08	b	a	a	a	ba	a	a	a	a	b	a	b	a
		23.02	0.35	2.10	1.33	1.27	0.23	1.38	1.71	5.90	64.97	5.30	312.30	30.76
DIL	25%	a	a	b	b	a	a	a	ba	a	a	a	b	a
		22.50	0.34	2.18	1.59	1.30	0.29	1.66	1.53	4.88	65.38	5.27	296.52	32.75
	50%	a	a	b	ba	a	a	a	ba	b	a	a	b	a
		23.15	0.36	2.23	1.45	1.20	0.24	1.44	1.84	5.27	64.12	5.25	402.08	33.30
	75%	a	a	ba	ba	a	a	a	a	ba	a	a	b	a
		22.58	0.36	2.54	1.73	1.31	0.28	1.63	1.83	5.06	2.54	5.69	350.31	33.33
	100%	a	a	a	a	a	a	a	a	ba	a	a	ba	a
PO*DIL		<b>NS</b>	<b>NS</b>	*	**	**	**	**	<b>NS</b>	**	<b>NS</b>	*	*	<b>NS</b>