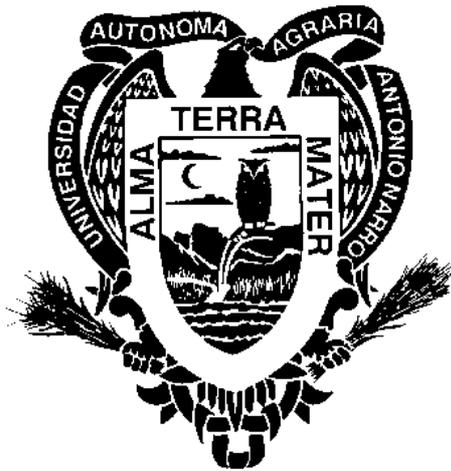


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



Producción de plántula de tomate bola (variedad Floradade) y efecto postrasplante en
invernadero.

Por:

José Gerardo Herrera Salazar

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2006.

1.-INTRODUCCIÓN

La producción agrícola es una oportunidad de negocio, sobre todo si la actividad se realiza con cultivos de exportación, o bien, de gran demanda comercial como las frutas y hortalizas, siendo esto un indicador de factibilidad financiera. 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. Con la integración de técnicas modernas de propagación de plantas y el manejo de cultivos protegidos se han podido lograr óptimos beneficios en el rendimiento y extraordinaria calidad de cosechas, además del ahorro de mano de obra e insumos, con la ventaja de lograr producciones, prácticamente, en cualquier época del año. En la propagación se utilizan semilleros o almácigos, que son parcelas o superficies reducidas de cultivo, que se construyen para proporcionar condiciones de desarrollo adecuadas para la producción de plántulas (3).

El tomate rojo es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, solo superado por el ganado vacuno.

Existen varias clasificaciones del tomate de acuerdo a su crecimiento, color o forma siendo esta última lo que ha predominado para su comercialización en nuestro país. Las variedades de tomate bola y saladett o guajillo son las de mayor producción, sin olvidar algunas como el cherry cuya participación en la producción es reducida.

En México el método principal de siembra utilizado es el de almácigo, que consiste en sembrar las semillas en un determinado lugar para trasplantarlas posteriormente al sitio destinado para su crecimiento, aunque últimamente el uso del invernadero ha cobrado fuerza sobre todo en los estados del norte de la República Mexicana, quienes cuentan con mejor nivel tecnológico (2).

La hidroponía es una tecnología para desarrollar plantas en solución nutritiva (agua y fertilizantes), con o sin el uso de un medio artificial (arena, grava, vermiculita, lana de roca, perlita, turbas etc.) para proveer soporte mecánico a la planta.

El sistema hidropónico líquido no tiene un medio de soporte; los sistemas en agregado tienen un medio sólido de soporte. (Jensen y Collins, 1985).

Para conseguir un crecimiento satisfactorio de las plántulas en los pequeños alvéolos de una bandeja de semillero, es necesario un suministro adecuado y constante de elementos nutritivos al medio de cultivo. La composición y la frecuencia de aplicación de la solución nutritiva al medio de cultivo determinan el estado nutritivo y por lo tanto el crecimiento de las plántulas. Desde este punto de vista resulta posible controlar la velocidad de crecimiento de las plántulas, controlando la concentración de elementos nutritivos en la solución de fertirriego aplicada al medio de cultivo. (Widders y Garton, 1982). Por lo anteriormente expuesto, los objetivos del presente estudio son:

2.-Objetivos:

-Evaluar el efecto de la solución nutritiva Sonneveld en dos concentraciones (100 y 50 %) y un testigo (agua), sobre la producción y calidad de plántula de tomate en hidroponía.

-Analizar la respuesta en desarrollo y fructificación de las plántulas de tomate después del trasplante, aplicando la solución nutritiva en una sola concentración (100%), en la producción de tomate en hidroponía.

3.-Hipótesis

-Se asume que al utilizar la concentración de la solución nutritiva al 100 % se obtendrán los mejores resultados de desarrollo y fructificación.

4.-REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e historia del tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*, Itálicas Mill), miembro de la familia de las solanáceas, es una planta nativa de la América tropical cuyo centro de origen se localiza en la región de los andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú; donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

Pero la evidencia histórica favorece a México como el centro mas importante de domesticación del tomate, ya que la utilización de formas domesticas en nuestro país tiene bastante antigüedad y sus frutos eran bien conocidos y empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México.(León y Arosemena,1980).

Clasificación taxonómica

El tomate ha sido clasificado de la siguiente manera: (Flores, 1980).

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Peteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Personatae
Familia	Solanaceae
Género	<i>Lycopersicon</i> (Itálicas)
Especie	<i>esculentum</i>

Poda y entutorado

Los tipos básicos de poda son dos a un tallo y a dos tallos. En la poda de un tallo se eliminan todos los brotes axilares del tallo principal, en la poda de dos tallos se deja crecer uno de los brotes axilares.

El entutorado permite una mejor aireación del cultivo y facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios en invernadero, el entutorado se sustenta en un entramado de alambre, solidario con la estructura del invernadero.

Para cada planta se emplea un hilo de plástico de polipropileno, efectuando el atado con una argolla de 3 a 4 cm de diámetro, que no ciña el tallo. El hilo se coloca en forma espiralada a medida que crece la planta, evitando que dañe los racimos. (Rodríguez, 1984, citado por Nuez, 1995).

Tomate variedad Floradade

Días a Maduración ----- 77 días después del trasplante
Tipo Cultivo----- Estaca, piso
Habito de crecimiento ----- determinado
Peso (g) ----- 142 de tamaño mediano
Forma/ Hombros ----- Globo profundo
Tipo Planta ----- Grande, determinada
Características ----- Firme, bueno para embarque. Mercado fresco comercial
Resistencias ----- [(R) ASC, F-1, F-2, St, V-1]

Donde:

R = Resistencia

ASC = *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici* (italicas)

F = *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

St = *Stemphylium solani*

V = *Verticilium dahliae*

Hábitos de crecimiento

Existen 2 tipos de crecimiento determinado e indeterminado:

Hábito indeterminado

Este hábito se usa para describir el tipo de crecimiento simpodico en donde una yema lateral esta siempre disponible a continuar el desarrollo vegetativo. Con esta disposición el crecimiento vegetativo es continuo, así que esta clase de plantas bajo condiciones ideales de

humedad y temperatura crecerían en forma indefinida, manifestándose como plantas perennes. (León, 1980)

El tomate indeterminado posee yemas terminales que no producen inflorescencias y por lo tanto frutos, siempre producen hojas y tallos nuevos. La planta puede crecer indefinidamente si no se muere por condiciones climáticas adversas. Las flores y los frutos se desarrollan progresivamente al mismo tiempo que se desarrolla la planta, por lo tanto, la cosecha puede durar varios meses. (Márquez, 1978).

Hábito determinado

Desarrolla primera inflorescencia y un nuevo punto de crecimiento en la forma normal, pero también hay una tendencia en las subsiguientes ramas laterales para terminar en una estructura floral, en donde no habrá desarrollo de un nuevo punto de crecimiento. En estas plantas, el desarrollo vegetativo es limitado y se detiene para finalizar en un racimo floral que produce la forma característica de hábito arbustivo. (León, 1980)

Los tomates determinados tienen la prioridad de formar inflorescencias en su yema terminal. La planta es pequeña y no necesita varas. La cosecha es de tiempo corto, de una semana a 10 días; los frutos maduran al mismo tiempo. (Márquez, 1978).

Producción de plántulas en invernadero.

Para cultivos intensivos de tomate se emplean plantas procedentes de semillero, no siendo normal en la actualidad la siembra directa, que solo se emplea en algunos casos en cultivos extensivos; hoy en día el alto coste de la semilla (debido al empleo de híbridos) ha generado el uso de tacos prensados de turba, macetillas de papel o plástico rellenas de sustrato, bandejas de alvéolos o procedimientos similares para trasplantar con cepellón

siendo cada vez mas frecuente que la preparación de los plantones corra a cargo de entidades especializadas (semilleros industriales).(Martínez, 1984 citado por Nuez, 1995).

La producción de plántulas en invernadero para trasplante crece y se populariza rápidamente. La tradicional siembra directa esta siendo sustituida por el trasplante de plántulas de invernadero que ha probado su eficiencia al disminuir los costos de producción e incrementar los rendimientos de las cosechas.

Los ahorros en costos comienzan por la semilla y la mano de obra. Una de las principales ventajas que ofrecen las plántulas es el ahorro de semilla al eliminar el desperdicio que lleva consigo la siembra directa. (Gómez, 1998).

En hortalizas, ornamentales y frutales se menciona que el éxito en la producción de plántulas en invernadero demanda una estricta disciplina para cumplir con todas las normas en el proceso de producción. Algunas empresas han por optado esta técnica, que ha probado su eficiencia al disminuir costos de producción e incrementar los rendimientos de las cosechas. (Hernández, 1998).

A continuación se citan las principales razones que justifican la producción de plántulas en invernadero:

1. El alto costo de las variedades de semillas híbridas para hortalizas
2. Mejor control de plagas, enfermedades y malezas
3. Mejores rendimientos
4. Ahorro de tiempo a la cosecha

El éxito en la producción de plántulas radica en la utilización de insumos de calidad (sustrato, fertilizantes, semilla, plaguicidas, etc.) y en su manejo.

El empleo de semilla certificada (híbridos), de sustratos basándose en mezclas, adecuado manejo integrado de plagas, control ambiental de ventilación, iluminación, sistemas de riego y fertirrigación permiten al final del ciclo obtener plántula de la más alta calidad.

(Gómez, 1998 y Minero, 1998.)

Características de un buen contenedor

Se requiere un volumen de sustrato limitado, en caso contrario, las raíces pueden extenderse hacia el exterior y alimentarse del suelo adyacente.

El riego a plenitud (capacidad total del contenedor) facilita la inundación del poro y hace desaparecer la succión de columna de agua, como consecuencia, en la base pueden darse condiciones de asfixia.

Aislamiento hídrico del medio.

Elevado potencial hídrico para propiciar un crecimiento no limitante.

Altos requerimientos de oxígeno (O₂) para satisfacer la demanda respiratoria del aparato radicular.

Utilización de materiales de gran porosidad.

Elevada retención de agua disponible y aireación suficiente a bajas tensiones.

Elevada conductividad hidráulica -dependiente del tamaño de la columna, la altura del contenedor y el sustrato seleccionado.

Porosidad gruesa, que facilite un drenaje rápido en caso de exceso de agua. (4).

Germinación

La germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre 18 – 25 °C y extremas entre 8.5 – 3.5 °C requiriendo una integral térmica de 88 °/ día para la germinación completa, aunque hay notables diferencias entre cultivares. (Martínez, 1984 citado por Nuez, 1995).

Trasplante

Investigaciones sobre la edad del trasplante de tomate han incluido plantas de 2 a 15 semanas de edad producidas en madera, turba y recipientes de plástico. Los pioneros de la investigación sobre la edad del trasplante usaron plantas de 7 semanas de edad y mayores, mientras que los trabajos en los primeros 30 años, se concentraron en plantas más jóvenes. Después de 60 años de investigación sobre la edad del trasplante, parece ser, que trasplantes de 2 a 13 semanas de edad puedan producir rendimientos comparables dependiendo de varios factores involucrados en la producción comercial. (Vavrina y Orzolek, 1993).

Ventajas de los trasplantes

El buen manejo de los trasplantes significa la primera oportunidad para elevar el rendimiento y la calidad, sin ir muy lejos, se puede decir que la característica más importante de los trasplantes es que nos permiten verificar el potencial productivo, que se mide por el porcentaje de germinación y la ausencia de enfermedades fungosas o virales, facilitan el manejo de la densidad de siembra y sirven también para regular el crecimiento herbáceo en las primeras etapas del cultivo, el cual no deberá ser excesivo. Otra ventaja de los trasplantes, es que se pueden aplicar soluciones especiales para proteger las raíces y al mismo tiempo, se pueden modificar las condiciones climáticas en el interior del invernadero, para darle a los tejidos de la planta una mayor resistencia, a tolerar los cambios de temperatura en el momento de la transición. (Mojarro, 1997)

Desventajas de los trasplantes

Este sistema permite una siembra rápida y por consiguiente con reducidos costos, pero tiene varios inconvenientes, algunos de los cuales valdrá la pena citar:

Gasto de semillas, sobre todo cuando se trata de híbridos de coste elevado.

La alimentación al trasplante con raíz desnuda. Al arrancar la planta, se destruye en parte el sistema radicular, que tiene como consecuencia una crisis a causa del trasplante que a veces se prolonga 15 días, atrasando el crecimiento y desarrollo de las plantas y originando eventualmente fallos en la implantación del cultivo. (Mojarro, 1997)

Hidroponía

Proviene del griego hydro que significa agua y ponnos que es labor o trabajo. Hidroponía etimológicamente significa trabajo en agua o cultivo en agua. Actualmente se considera como el establecimiento de cultivos sin suelo. La real academia de la lengua española lo define como un sistema de producción en el cual las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos disueltos en agua y en el que se sustituye el suelo por un sustrato (mineral u orgánico) inerte o por la propia solución nutritiva. (Miranda, 1999).

La historia de los cultivos sin suelo estará ligada inevitablemente a los grandes descubrimientos de los secretos fisiológicos de las plantas. En Inglaterra Woodward en 1699 fue el primer autor que hizo crecer a las plantas en diversos recipientes en medio líquido al que había añadido diferentes cantidades de suelo.

El siguiente paso fue evitar el acondicionar una cierta cantidad del suelo, así fue como el químico alemán Sachs en 1860 empezó, junto a otros autores contemporáneos como Knop a desarrollar el cultivo en solución nutritiva, llamada nutriculture. (Durany, 1977).

Desde entonces los cultivos sin suelo han experimentado un gran avance en todo el mundo, en Latinoamérica se desarrolla la llamada hidroponía popular, basada en la producción para el abastecimiento y el consumo propio con escasos medios e infraestructura muy simple. (Urrestarazu, 2000).

Una de las preguntas más difíciles de contestar y desde luego la primera que debe investigarse es la de que tan rentable es el cultivo hidropónico con relación al cultivo en suelo.

La respuesta a estas preguntas se hace difícil debido a que no es posible establecer con certeza cuanto cuesta establecer un sistema de producción en hidroponía, ya que este depende de muchos factores:

- Métodos y materiales de construcción
- Costo de mano de obra
- Tipo de sustrato disponible y su costo
- Fertilizantes disponibles y su costo
- Operación manual o automática
- Bajo cubierta o a cielo abierto
- Pequeña, mediana o gran escala. (Sánchez y Escalante, 1981).

Sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Un sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radical del cultivo, presenta un volumen físico limitado, debe encontrarse aislado del suelo y tiene como función mantener la adecuada relación del aire y disolución nutritiva para proporcionar a la raíz el oxígeno y los nutrientes necesarios, los sustratos sólidos ofrecen a las plantas anclaje. (Ansorera, 1994.)

Características de un buen sustrato

- El sustrato ideal debe ser estable, es decir, no perder fácilmente sus cualidades físicas (apelmazamiento).
- Ligero, es decir con una baja densidad aparente.
- Con macroporos que permitan la aireación de las raíces, espacio del 20 % del volumen total.
- Su pH debe estar alrededor de 6-6.5 que es el ideal para casi todas las plantas.
- Estéril, es decir, libre de organismos patógenos para las plantas.
- Con capacidad de retención de nutrientes, para ello debe estar presente la materia orgánica que tiene buena capacidad de intercambio iónico.
- Con capacidad de retener agua pero sin poner en peligro la aireación, volumen de agua retenido debe ser el 25 % del total.
- Mojable, esto es, que si se seca tiene que volver a mojarse con facilidad (problema que tiene la turba). (Urrestarazu, 1997).

Propiedades físicas de los sustratos

La densidad aparente de un sustrato debe ser baja, ya que de esta manera las raíces tienen facilidad para penetrar a través del mismo, al tiempo que el peso de la maceta no es grande. Los sustratos artificiales normalmente son orgánicos en gran parte, ya que la materia orgánica tiene propiedades tales como baja densidad, elevada porosidad, gran capacidad de intercambio iónico, alta capacidad de retención de agua, etc.

La otra parte del sustrato artificial está formada por sustancias minerales naturales o artificiales (tierra volcánica, arena, perlita, vermiculita, etc.). Estos productos minerales tienen una elevada densidad real y una densidad aparente muy baja y son muy porosos.

En general un sustrato artificial tiene una granulometría mucho más gruesa que un suelo, lo que facilita la aireación aunque en detrimento de la retención de agua. Por ello, al hacer una mezcla a base de sustancias orgánicas y minerales, hay que tratar de buscar el equilibrio entre retención de agua y aireación. (Urrestarazu, 1997).

Propiedades químicas de los sustratos

Las propiedades químicas de un sustrato son importantes, ya que de ellas dependerá en gran parte la disponibilidad de nutrientes. Según sea el pH del sustrato estarán disponibles en mayor o menor medida los iones de unos u otros minerales.

Así por ejemplo, con un pH bajo están poco disponibles los iones de calcio, azufre y potasio, mientras que a pH alto son poco asimilables los iones de fósforo, hierro, manganeso, zinc, etc. Por estos motivos el pH de un sustrato debe estar alrededor de 6,5, ya que este es al parecer el punto de máxima disponibilidad de nutrientes.

El sustrato ideal debe tener nutrientes en forma asimilable para la planta (nitrógeno, potasio, fósforo, azufre, calcio, magnesio y hierro entre los macroelementos y cobre, zinc, sodio, manganeso, boro, cloro y molibdeno entre los microelementos). Estos nutrientes, sobre todo el N, P y K, deben ser aportados mediante abonados ya que las necesidades de la planta son grandes y el espacio con sustrato de una maceta es pequeño. (Urrestarazu, 1997).

Otras características de los sustratos

Características deseables

- Elevada disponibilidad.
- Reproducibilidad de los resultados obtenidos manteniendo las condiciones externas estandarizadas.
- Mínimo costo de los materiales.
- Manipulación fácil y barata.

Características funcionales

- Alta porosidad (superior al 60%).
- Baja densidad aparente.
- Contenidos adecuados de aire y agua distribuidos en función de las dimensiones del contenedor, el tipo de cultivo y la técnica de riego.
- Mantenimiento de una estabilidad física, química y biológica en el tiempo.
- El pH inferior a 7.0 y adecuado al tipo de cultivo.
- Baja conductividad eléctrica
- Libres de fitotoxicidad: taninos, polifenoles, metales pesados, contaminantes radiactivos.
- Ausencia de malas hierbas y patógenos
- Resistencia a la esterilización
- Inocuidad tras su destrucción

Sustratos naturales.

Tezontles

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro, también contienen calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH del tezontle es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La capacidad de intercambio catiónico es tan baja que debe considerarse como nula. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. (Fernández et. al, 1998).

Turbas (peat moss)

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen (cuadro 1), se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras, las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3.5 y 8.5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros. (Fernández et al, 1998)

Cuadro 1. Propiedades de las turbas. (Fernández et. al, 1998)

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (gr/cm ³)	0.06 – 0.1	0.3 – 0.5
Densidad real (gr/cm ³)	1.35	1.65 – 1.85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 - 84
Capacidad de absorción de agua (gr/100 gr m.s.)	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7.6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33.5	24
Agua de reserva (% volumen)	6.5	4.7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25.3	47.7
C.I.C. (meq/100 gr)	110 – 130	250 o más

Sustratos artificiales.

Perlita.

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1000-1200 °C de una roca sílicea volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³.

Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad, su C.I.C. es prácticamente nula (1.5-2.5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años (cuadro 2). Su pH está cercano a la neutralidad (7-7.5) y se utiliza a veces mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc. (Fernández et. al. 1998)

Cuadro 2. Propiedades de la perlita. (Fernández et. al. 1998)

Propiedades físicas	Tamaño de las partículas (mm de diámetro)		
	0-15 (Tipo B-6)	0-5 (Tipo B-12)	3-5 (Tipo A-13)
Densidad aparente (Kg/m ³)	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso (%)	97.8	94	94.7
Material sólido (% Volumen)	2.2	6	5.3
Aire (% volumen)	24.4	37.2	65.7
Agua fácilmente disponible (% volumen)	37.6	24.6	6.9
Agua de reserva (% volumen)	8.5	6.7	2.7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	27.3	25.5	19.4

Solución nutritiva

Una solución nutritiva es una solución acuosa que contiene oxígeno disuelto y todos los nutrientes en forma de iones disociados (Pérez-Melian, 1977). Los nutrientes son aportados como fertilizantes comerciales. La relación entre los nutrientes, la concentración total de los mismos y la conductividad eléctrica de la solución unida al pH es lo que conforma la solución ideal. (Steiner, 1966).

La formulación de la solución nutritiva, consiste en modificar la composición de agua de riego a fin de que el contenido de nutrientes sea tal, que permita optimizar el rendimiento agronómico de los cultivos y la rentabilidad de los mismos, así, si el contenido de un cierto ion disuelto en el agua de riego es deficitario, mediante fertilizantes se añadirá la cantidad necesaria, en cambio, cuando el contenido de un ion sea superior al deseado para un determinado cultivo es necesario diluir el agua con otra de mejor calidad. (Sonneveld y Straver, 1994)

Los aspectos de la solución nutritiva (Sonneveld, 1994) que en mayor medida influyen en la producción son:

La relación mutua entre los cationes.

La relación mutua entre los aniones.

La concentración de los nutrimentos, debido a que éstos se encuentran en forma iónica; la concentración se expresa mediante la conductividad eléctrica (CE),

El pH

La temperatura.

Formulación de los nutrientes

Con frecuencia se solicita una formulación óptima para las diversas cosechas en particular. Sin embargo estas formulaciones no son estrictamente necesarias y no tienen que serlo, puesto que la formulación óptima depende de muchas variables, las cuales difícilmente pueden ser controladas (cuadro 3).

Una formulación específica depende de las siguientes variables:

1. Especie y variedad de la planta
2. Estado y desarrollo de la planta
3. Parte de la planta que será cosechada (raíz, tallo, hoja, fruto, flor)
4. Época del año-duración del día
5. Clima-Temperatura, intensidad de la luz, hora e iluminación del sol

Por lo general una formulación estándar permite el buen desarrollo de una gran cantidad de especies, cada una busca dentro de la solución los elementos que necesita y los absorbe en las proporciones que los necesita. Normalmente sobra un poco de cada elemento y este exceso suele ir al drenaje (Carpena et al., 1987. Adams, 1994).

Cuadro 3. Fuentes utilizadas para elaborar soluciones nutritivas. (5)

Elemento	Fuente	Formula	Composición	Observaciones
Nitrógeno	Amoníaco	NH_4OH	N- NH_4 : 109 gr/lt	Una sal altamente soluble y pura
	Nitrato de Calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	N- NO_3 : 12% Ca: 18%	
	Ácido Nítrico	HNO_3	N- NO_3 : 160 gr/lt	
	Nitrato de Amonio	NH_4NO_3	N- NO_3 : 13-15 %	Altamente soluble muy pura
	Nitrato de Potasio	KNO_3	N- NH_4 : 13-15 %	
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	N- NO_3 : 13% K: 39% N- <i>Org</i> : 46% C- CO_2 : 20%		

Fósforo	Fosfato Monoamónico	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N-NH ₄ : 12% P ₂ O ₅ : 60%	
	Fosfato diamónico	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	N-NH ₄ : 21% P ₂ O ₅ : 53%	
	Fosfato Monopotásico	KH_2PO_4	P ₂ O ₅ : 55% K ₂ O: 30%	Muy bueno para corregir las deficiencias de P y K
	Ácido Fosfórico	H_3PO_4	P ₂ O ₅ 1040 gr/lit.	
Potasio	Cloruro de Potasio	KCl	K ₂ O :60% Cl-Cl: 48%	Deberá utilizarse solamente en caso de deficiencias en K, y cuando no este presente el cloruro sódico en la solución Tiene una solubilidad muy baja, pero se disuelve en agua caliente
	Nitrato de Potasio	KNO_3	K ₂ O :46% N-NO ₃ : 13%	
	Sulfato de Potasio	K_2SO_4	K ₂ O: 50% S-SO ₄ : 24%	
	Potasa Cáustica	KOH	K: 60%	
Calcio	Sulfato de Calcio	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		Muy insoluble, no puede ser utilizado en las soluciones nutritivas.
	Nitrato de Calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		
Magnesio	Nitrato de Magnesio	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	Mg: 53g/Lt N-NO ₃ : 60g/Lt	Excelente, barato, altamente soluble, sal pura
	Sulfato de Magnesio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg: 9% S-SO ₄ : 12%	
Azufre	Sulfato de Amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		
Hierro	Quelato de Hierro	Terasol-Fe	Fe: 20 %	La mejor fuente de Hierro
Manganeso	Sulfato de Manganeso	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mn: 28%	

Cobre	Sulfato de Cobre	$\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu: 25%	
	Nitrato de Cobre	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Cu: 300 grs/Lt	
Zinc	Sulfato de Zinc	ZnSO_4	Zn: 22%	
Boro	Ácido bórico	H_3BO_3	B: 16.4%	La mejor fuente de boro, se disuelve en agua caliente
Molibdeno	Molibdato de Amonio	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$	Mo: 60%	
Cobalto	Sulfato de Cobalto	$\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Co: 20%	
Sílice	Silicato de Sodio	Na_2SiO_3	Si: 30% Na: 25%	

Técnicas de cultivo sin suelo

Sistemas abiertos

También conocidos como sistemas a disolución perdida, son aquellos en que la disolución sobrante drena, percola, se filtra en el subsuelo o simplemente sufre escorrentía fuera del suelo fértil o contenedor de cultivo, sin que el cultivo vuelva a tener ningún contacto con la misma. . (Urrestarazu, 2000).

Cuadro 4. Ventajas e inconvenientes de los sistemas abiertos. (Urrestarazu, 2000).

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> - Elección de un buen equilibrio entre aire, agua y elementos minerales. - Posibilidad de utilización de aguas de mala calidad agronómica. - Relativa simplicidad de las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de un sustrato eventualmente renovable. - Conocimiento de las necesidades hídricas de las plantas.

<ul style="list-style-type: none"> - Control del aporte utilizado de pH y C. E. - El exceso de iones de drena permanentemente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad para mantener constante la temperatura de las raíces.
--	--

Sistemas cerrados

Son aquellos en que la disolución sobrante vuelve a incorporarse total o parcialmente, como suministro a la fertirrigación del mismo cultivo. Incluimos también aquellos sistemas en los que la disolución nutritiva es también estática. (Urrestarazu, 2000).

Cuadro 5. Ventajas e inconvenientes de los sistemas cerrados. (Urrestarazu, 2000).

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> - Buena posibilidad de aireación de las raíces en la fase inicial del cultivo y una mayor duración de las raíces en fases posteriores. - Eliminación del sustrato - Facilidad y rapidez en los cambios del cultivo - Facilidad de desinfección 	<ul style="list-style-type: none"> - Desequilibrio de la disolución - Control de la disolución por análisis frecuentes. - Cambios en función de los resultados de los análisis. - Exclusión de las regiones donde las aguas son de mala calidad. - Disponibilidad de oxigenación limitada en climas mediterráneos. - Costo y complejidad de las instalaciones - Sensibilidad a las adversidades

Fertirriego

El fertirriego es la aplicación de fertilizantes a los cultivos por medio del agua de riego, así mismo la aplicación de los agroquímicos al suelo o a los cultivos por este medio se le denomina quimigación.

También se entiende por fertirrigación a la aplicación de los fertilizantes y más concretamente, a los elementos nutritivos que abastecen a los cultivos conjuntamente con el agua de riego, se trata por lo tanto, de aprovechar los sistemas de riego como medio para la distribución de estos elementos nutritivos disueltos en el agua. (Domínguez, 1993).

Domínguez en 1993 enlista las ventajas y desventajas de la fertirrigación.

Ventajas de la fertirrigación

1. Adecuado manejo y aplicación de nutrientes
2. Incrementa los rendimientos y la calidad de los productos
3. Ahorra los costos de fertilización
4. Reduce la contaminación
5. Facilita las labores agrícolas.

Desventajas de la fertirrigación

1. Se requiere de inversión inicial y personal calificado
2. Defectos de fertilización en sistemas mal diseñados, operados o con fugas.
3. Peligros al usar mezclas de fertilizantes (no compatibles).
4. Taponamiento de emisores de riego
5. Desperdicio de fertilizantes

Cadahia en 1998, menciona que las desventajas de la fertirrigación se deben al mal manejo del equipo, fertilizantes, pérdida de mano de obra e inversiones iniciales.

Subirrigacion

El término irrigación subterránea o subirrigación puede ser considerado como la provisión de agua a la zona radicular de las plantas por debajo de la superficie del suelo con la finalidad de asegurar una combinación adecuada de agua y aire en la zona radicular del suelo. Con el uso de subirrigación se persigue cubrir la demanda nutricional del cultivo de forma que se minimicen las pérdidas por lixiviación, mientras se aumenta el porcentaje absorbido por las plántulas, a la vez que se evita la posible la contaminación de acuíferos, sobre todo por nitratos, ocasionado por uso inadecuado y excesivo de fertilizantes químicos.(Hernández,1998).

Solubilidad de los fertilizantes

Los fertilizantes ideales no tapan los componentes del sistema de riego, son solubles en el agua de riego, no forman precipitados, grumos o natas y no cambian el pH de la solución del suelo a condiciones problemáticas. Es importante que se conozca la solubilidad de los fertilizantes en el agua, para evitar problemas de taponamiento para inyectar soluciones saturadas que puedan generar precipitados fácilmente. (Domínguez, 1993.)

Compatibilidad de los fertilizantes

En general no se recomienda combinar o mezclar químicos para aplicarlos por medio de los sistemas de riego. Los fertilizantes con calcio no deben de usarse con fertilizantes de azufre en el fertirriego. Por ejemplo, mezclar nitrato de calcio y sulfato de amonio en la misma agua de riego origina la formación del sulfato de calcio, que puede precipitarse.

Si bien cada uno de ellos es bastante soluble, el yeso o sulfato de calcio es de baja solubilidad, esto puede causar taponamiento de los emisores del sistema de riego. (Rodrigo, 1992).

Obstrucciones al sistema de riego

Uno de los mayores problemas de los sistemas de microirrigación es la obstrucción de los emisores y otros componentes de la instalación causada por diferentes fenómenos y el tiene como consecuencia una reducción de la uniformidad de aplicación del agua.

Estas obstrucciones pueden ser ocasionadas por:

1. El tamaño de los orificios en los emisores.
2. La baja velocidad del agua en varios puntos del sistema.
3. La presencia de contaminante en el agua de riego

Los dos primeros deberán ser considerados al momento del diseño y cálculo hidráulico del sistema de riego y la tercera causa del taponamiento se analizara según el origen del material que produce la obstrucción, los cuales pueden ser:

- a. de origen físico
- b. de origen químico
- c. de origen biológico

Las obstrucciones por agentes físicos serán originadas por cualquier partícula que se encuentre en la fuente de agua y puede ser de material inorgánico, es decir, arenas, limos y arcillas o de material orgánico, como partes de plantas o residuos de animales y larvas entre otros.

La mayor parte de las obstrucciones de origen químico se deben principalmente a las características del agua, ya sea las que originalmente tiene antes de introducirlas al sistema, como sales disueltas, pH, temperatura etc., o bien, debido a los productos químicos que se agregan con objeto de realizar la fertirrigación. Algunas de estas características son variables, como es el caso de la temperatura, con temperatura baja aumenta la precipitación

de elementos solubles debido a su menor solubilidad; en cambio, disminuye la proliferación de bacterias.

Para el caso de las obstrucciones de origen biológico, debemos considerar que el agua es un medio ecológico en el que encuentran su hábitat natural numerosas especies de microorganismos, especialmente algas y bacterias. Los depósitos de almacenamiento si no están cubiertos, son lugares ideales para la proliferación de las bacterias y las algas, ya que el agua en reposo, una buena iluminación y temperatura adecuada son condiciones que favorecen su crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se localiza en el sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°01´ 00” longitud oeste y 25°02´ 00” latitud norte, a una altura de 1,743 metros sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 14 a 18°C y precipitación media anual ubicada en el rango de los 300 a 400 milímetros; al centro tiene un rango de 400 a 500 milímetros y al norte de 300 a 400 milímetros; con de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. Los vientos predominantes soplan en dirección noreste con velocidad de 22.5 km/h. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días en la parte noreste y suroeste y en el resto de 40 a 60 días, con granizadas de uno a dos días en la parte sureste y de 0 a 1 día en el resto.

El experimento se estableció en un invernadero de 50 metros cuadrados, tipo túnel modificado, el cual consta de una cubierta de polietileno de larga duración, las paredes son de policarbonato, un cabezal de riego, un sistema de riego por goteo, un extractor de aire, una pared húmeda y un higrómetro para estimar la humedad relativa

Figura 1. Estructura del invernadero.



Metodología de la primera etapa.

Etapas de formación de plántulas. Desde la siembra hasta que las plántulas alcanzaron una altura de 15 a 20 cm de altura.

A continuación se describe el protocolo correspondiente a la primera etapa del trabajo

1.-Instalación del sistema de riego por subirrigación con pendiente del 1% y con la solución nutritiva recirculando; a su vez se colocó un programa de riego de 2 minutos por evento es decir 7 eventos al día.(cuadro 6).

Cuadro 6 .Programa de riego de eventos del reloj automático o timer, 7 eventos diarios (2 minutos por evento) en etapa de plántula.

<u>INICIO</u>	<u>FIN</u>
1- 9:15 -----	9:17
2- 11:15 -----	11:17
3- 12:30 -----	12:32
4- 14:15 -----	14:17
5- 15:15 -----	15:17
6- 16:30 -----	16:32
7- 18:15 -----	18:17

2.- Se desinfectaron 9 charolas de poliestireno de 200 cavidades introduciéndolas en un recipiente con agua hirviendo para eliminar hongos o bacterias que pudieran causar problemas.

3.- Se preparó y caracterizó el sustrato a base de perlita 3/4 y peat moss 1/4 (cuadro 7) que luego se colocaron en las charolas.

Cuadro 7.Caracterización del sustrato, efectuado en el laboratorio de fertilidad de suelos.

Mezcla de sustrato	pH	CE	MO (%)	Cenizas (%)	Humedad (%)	Material seca (grs.)	Da(g/cc)	Dr(g/cc)	CA	EPT
¾ Perlita + ¼ peat moss	6.9	0.7	9.5 2	90.48	2.80	97.20	0.16	0.85	19.43	81

4.- Se preparó la solución nutritiva Sonneveld al 100 y 50 % de su concentración para aplicar por subirrigación a las charolas.

5- Siembra, se utilizaron semillas de tomate determinado de la variedad Floradade, para acelerar la germinación se estibarón las charolas y se cubrieron con un plástico negro de baja densidad y peso. Se sembró suficiente semilla para producir plántulas de las cuales se tomaron 24 para la segunda etapa. La siembra se realizó el 8 de agosto del 2005.

6.-Germinación. Las plántulas que empezaron a emerger a los 6 días, a una temperatura de 25 ° C, se colocaron en el invernadero, con un orden aleatorio (Figura 2).

7.-A los 15 días después de la germinación se hizo un cepillado o brushing, para generar plantas de menor altura y mayor vigor, el cual consistía en pasar la mano por la superficie de las plántulas, provocando un temporal y ligero acame de las plántulas.

8.- Se monitoreó la solución nutritiva recirculante, midiendo pH y CE.

Cuadro 8. Solución nutritiva de Sonneveld 1994, para 200 litros de agua.

KNO ₃	140 Gramos
Ca NO ₃	156 Gramos
Mg NO ₃	52 Gramos
Mg SO ₄	72 Gramos
(NH ₄) ₂ HPO ₄	36 Gramos
Quelato de Hierro	4 Gramos
Quelato de manganeso	0.6 Gramos
Zn SO ₄	0.03Gramos
H ₃ BO ₃	0.4 Gramos
Cu SO ₄	0.04Gramos
Mo O ₄ NH ₄	0.2 Gramos

9.-el experimento se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar, donde los tratamientos fueron: tratamiento 1(solución nutritiva al 100%), tratamiento 2 (solución nutritiva al 50%) y tratamiento 3 (testigo, agua) se evaluaron las variables: longitud de raíz, diámetro basal, número de hojas, peso fresco de plántula y materia seca (foliar y raíz).

Los análisis de varianza (ANVA), se elaboraron con el programa de la UANL, de la Facultad de Agronomía (Olivares, 1995).

Metodología de la segunda etapa

Etapa que comprende desde el trasplante hasta la cosecha

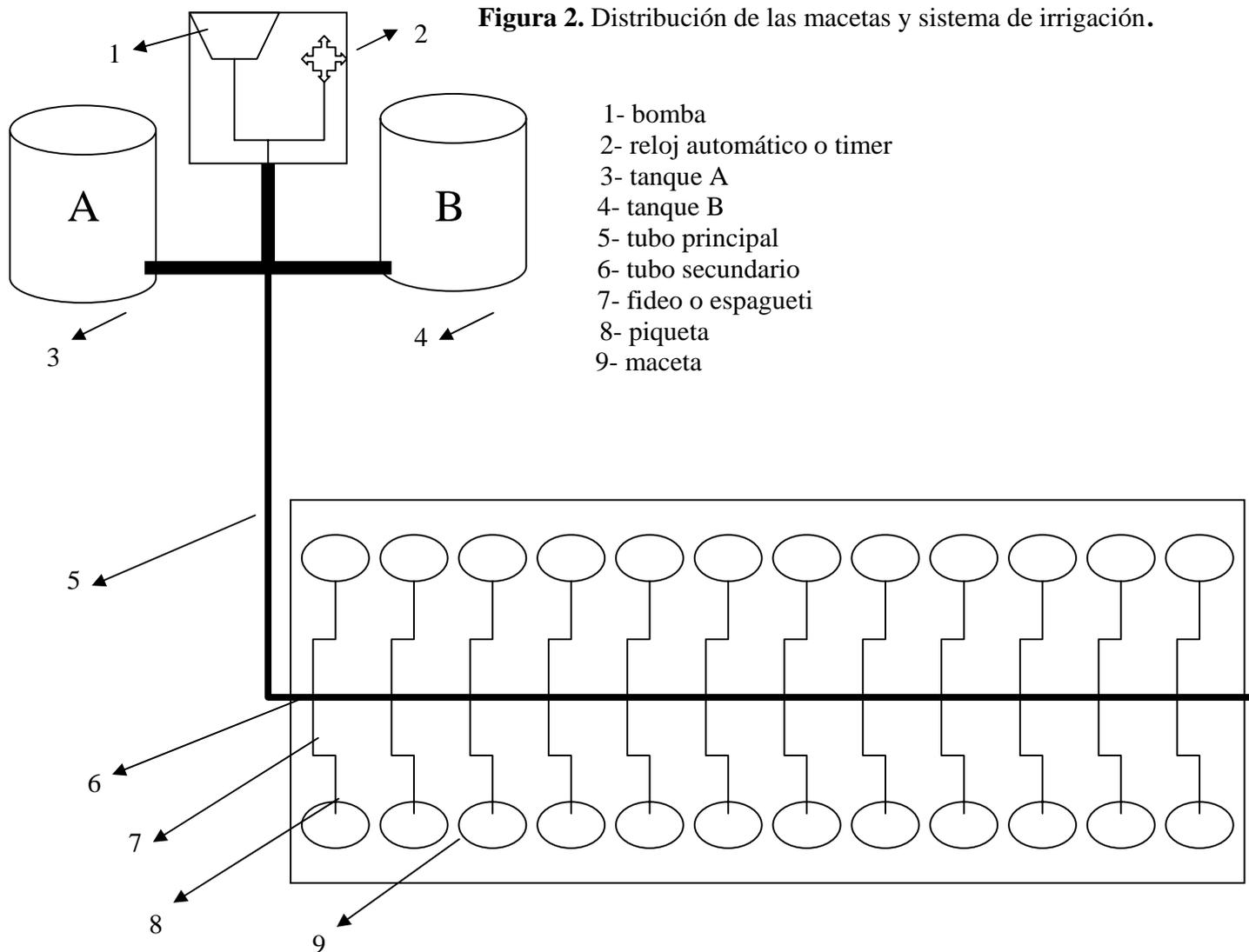
1.-Las plantas fueron colocadas en macetas de polietileno negro con capacidad de 8 litros por maceta, con un diámetro de 27.5 cm y 15 cm de altura y con perforaciones en la parte inferior para que la solución pudiera drenar fácilmente, las cuales se llenaron con sustrato previamente preparado el cual era de 3/5 de perlita, 1/5 de peat moss y 1/5 de tezontle. Esta técnica se le conoce como: cultivo en macetas de Bentley (Bentley containers system).

Esta técnica es un cultivo hidropónico desarrollado por el Dr. Maxwell Bentley, este responde a la idea de costos más baratos, pero igualmente eficientes. Las macetas se saturaron de agua antes del trasplante, esto para que la planta no resintiera tanto el cambio del medio de crecimiento.

2.-Inmediatamente después se procedió a colocar el sistema riego y acomodar aleatoriamente las macetas, el sistema de fertirriego utilizado fue el de goteo por medio de espagueti con piquetas, que fue conectado directamente a la maceta (al lado de la base de la planta).

3.- La solución utilizada fue la Sonneveld al 100 % para todas las plantas. Para la aplicación de la solución se colocaron 2 tanques denominados A y B, en el tanque A se colocó el fertilizante que contenía el calcio, ya que este elemento precipita a los fosfatos y los sulfatos, y en el tanque B el resto de los fertilizantes (Figura 2).

Figura 2. Distribución de las macetas y sistema de irrigación.



4.-Los riegos fueron modificados, por las necesidades hídricas de la planta, ya que la planta tenía mayor altura y densidad de follaje, los tiempos eran de 4 minutos por evento es decir 7 eventos por día (cuadro 9).

Cuadro 9. Programa de riego de eventos del reloj automático o timer, 7 eventos diarios (4 minutos por evento) en etapa de producción.

<u>INICIO</u>	<u>FIN</u>
1- 9:15 -----	9:19
2- 11:15 -----	11:19
3- 12:30 -----	12:34
4- 14:15 -----	14:19
5- 15:15 -----	15:19
6- 16:30 -----	16:34
7- 18: 15 -----	18:19

5.-Cuando las plantas alcanzaron una altura al grado que empezaban a sufrir el acame, se realizó el tutoreo o entutorado de todas las plantas. (24 de septiembre 05), utilizando para ello anillos plásticos e hilo de rafia.

6.-Se monitoreó constantemente el pH de la solución y la conductividad eléctrica, las cuales fueron ajustadas primero con ácido nítrico y después conforme la planta entró en etapa de floración se ajustó con ácido fosfórico, ya que este favorece y ayuda a la floración. Se ajustó el pH de 6.9 a 5.9 y la CE no subió por arriba de los 3 mmhos/cm.

7.-Se tomaron lecturas de los volúmenes de entrada de solución a la planta (gotero de botella) y lo drenado de la planta (bandeja de drenaje) para verificar si drenaba el 30 % que es lo normal antes de realizar el próximo riego, estos fueron colocados en el lote de plantas, el gotero de botella fue colocado en medio del lote de las plantas y la bandeja de drenaje se colocó en un extremo, este monitoreo se realizó durante el ciclo del cultivo, estas lecturas se tomaron diariamente entre las 12:30 y 2: 00 de la tarde.

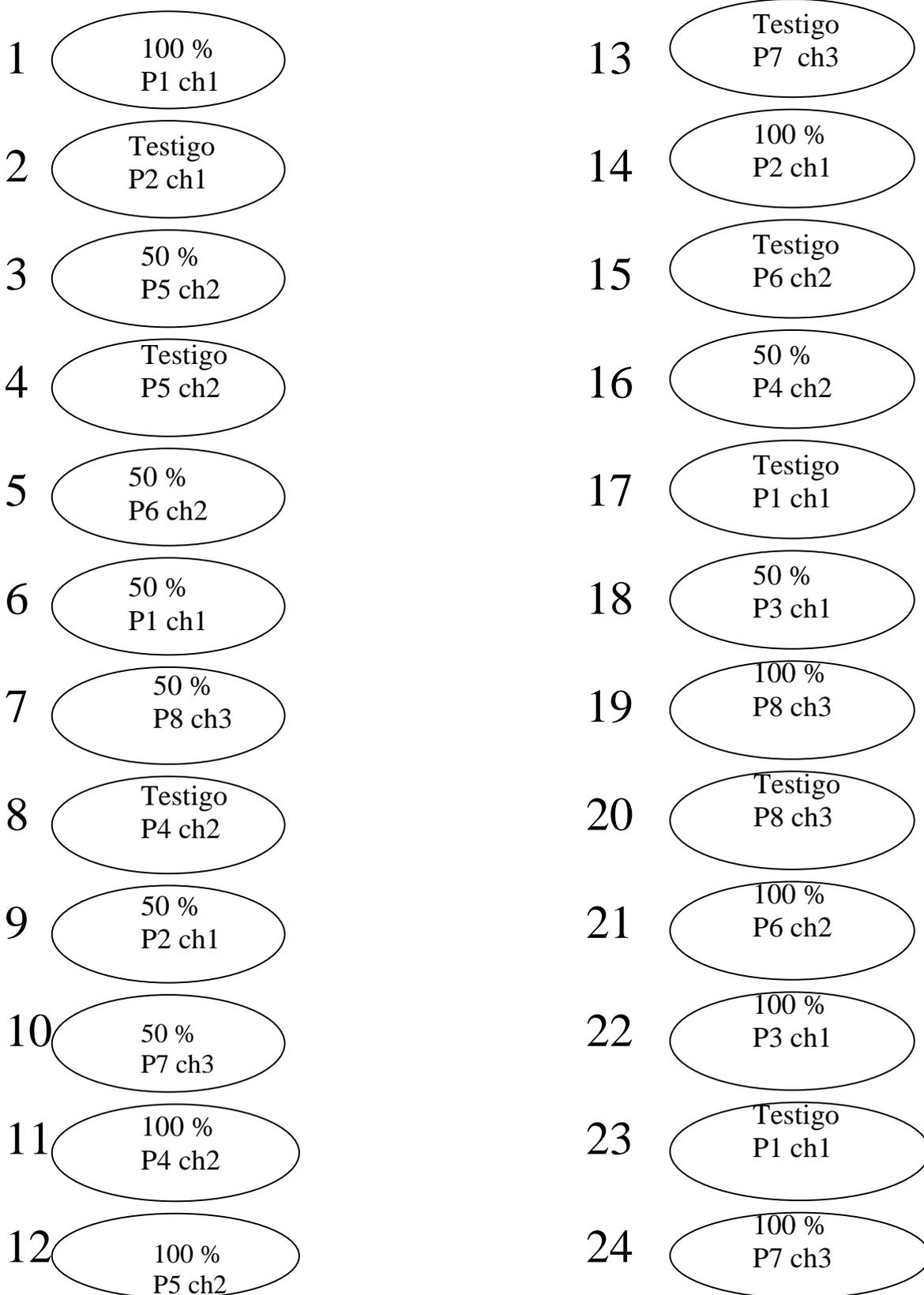
8.- Las labores de destallado o desbrote se realizaron a lo largo del ciclo con una navaja de corte o exacto (corty) para brotes grandes y manualmente para brotes pequeños (previa desinfección de las manos la cual se hizo con alcohol), y consistía en quitar los brotes de las axilas de las hojas cada 10 días para evitar la formación de nuevos que ocasionarían frutos mas pequeños. También se combatió con aplicación de plenum la mosquita blanca y cenicilla polvorienta con intermicyn , únicos problemas de plagas y enfermedades que se nos presentaron en el cultivo.

9.-el experimento se estableció bajo un diseño de bloques completamente al azar. Se realizaron cuatro cortes de frutos. Las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta, diámetro ecuatorial, diámetro polar, ° brix, peso de los frutos, diámetro de tallo y peso seco de la planta. Los análisis de varianza (ANVA), se elaboraron con el programa de la UANL, de la Facultad de Agronomía (Olivares, 1995). Para realizar las operaciones al fruto se utilizaron los siguientes materiales:

- Refractómetro manual ATAGO ATC-1E brix 0-32 % a 20°c
- Vernier SCIENCE WARE 0-150-mm, 0-9 (0.01 mm)
- Bascula analítica. Toro rey
- Navajas de acero inoxidable BT international
- Papel higiénico

Figura 3. Croquis del acomodo de las plántulas.

Donde: P = planta, ch = charola, 100 y 50 % = concentraciones de la solución nutritiva Sonneveld, Testigo = agua.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados y discusión de la etapa 1. Formación de plántulas desde la siembra hasta que alcanzaron una altura de 15 a 20 cm de altura.

ALTURA DE PLÁNTULA (centímetros).

En el Cuadro 10, se presentan los resultados del ANVA para altura de plántula, donde se observó que hubo una diferencia altamente significativa entre tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de plántula de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	5593.460938	410.91**	0.000	3.11	4.88
ERROR	105	13.612203				
TOTAL	107					

C.V. = 15.70 %

Donde:

** = Valor altamente significativo

* = Valor significativo

NS= Valor no significativo

La comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para altura de plántula, indicó que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos, resultando mejor el tratamiento 1 (solución Sonneveld al 100%) con una media de 32.38 cm, seguido del 2 (solución Sonneveld al 50%) con una media de 28.86 cm y posteriormente el tratamiento 3 (agua) con una media de 9.25 cm. (Cuadros 11 y 12).

Lo anterior coincide con Hernández (1998), quien demostró que al utilizar tratamientos a base de soluciones nutritivas, generó mejores alturas de plántulas que el testigo (agua sin subirriación), incrementando la altura hasta en un 48 %.

Cuadro 11. Comparación de medias (DMS al 0.05) para altura de plántula de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	32.3861 A
2	28.8667 B
3	9.2528 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 12. Comparación de medias (DMS al 0.01) para altura de plántula de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	32.3861 A
2	28.8667 B
3	9.2528 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

LONGITUD RAÍZ (centímetros).

En el cuadro 13, se presentan los resultados del ANVA para longitud de raíz, indicó que hubo una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de varianza para longitud de raíz de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	469.850586	7.5981**	0.001	3.11	4.88
ERROR	105	61.837929				
TOTAL	107					

C.V. = 75.43 %

En cuanto a la comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para longitud de raíz nos muestra que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos, resultando que el mejor el tratamiento fue el dos con una media de 13.08 cm y el tratamiento 1 con una media de 11.88 cm y por ultimo el tratamiento 3 con una media de 6.31 cm.(Cuadros 14 y 15)

Estos resultados coinciden con lo encontrado por Ansorera, (1994) que indica que debe de haber buena relación de aire y solución nutritiva para proporcionar a la raíz el oxígeno y los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de ella. También Picken et al. (1986) dice que estudios realizados sobre el crecimiento y desarrollo de la raíz, han experimentado un considerable avance debido al desarrollo de técnicas de nutrición.

Cuadro 14. Comparación de medias (DMS al 0.05) para longitud de raíz de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	13.0806 A
1	11.8833 A
3	6.3111 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 15. Comparación de medias (DMS al 0.01) para longitud de raíz de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	13.0806 A
1	11.8833 A
3	6.3111 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

DIÁMETRO DE VÁSTAGO EN PLÁNTULA (milímetros).

En el cuadro 16, se presentan los resultados del ANVA para diámetro de vástago en plántula, donde nos muestra que hubo una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 16. Análisis de varianza para diámetro de vástago en plántula de tomate en milímetros de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	55.243439	329.5287**	0.000	3.11	4.88
ERROR	105	0.167644				
TOTAL	107					

C.V. = 14.73 %

En cuanto a la comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para los tratamientos nos muestra que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos, resultando el mejor el tratamiento el uno con una media de 3.56 mm y el tratamiento dos con una media de 3.41 mm y posteriormente el tratamiento 3 con una media de 1.35 mm.(Cuadros 17 y 18).

Fernández (1995) mencionó que las adversidades técnicas y nutritivas de la realización del trasplante, pueden influir en el comportamiento de la planta en el terreno definitivo, esto en cuanto a vigor y producción se refiere.

Cuadro 17. Comparación de medias (DMS al 0.05) para diámetro de vástago en plántula de tomate en milímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.5694 A
2	3.4194 A
3	1.3528 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 18. Comparación de medias (DMS al 0.01) para diámetro de vástago en plántula de tomate en milímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.5694 A
2	3.4194 A
3	1.3528 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

NUMERO DE HOJAS

En el cuadro 19, se presentan los resultados del ANVA para número de hojas, donde nos muestra que hubo una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 19. Análisis de varianza para número de hojas de tomate de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	12.925934	49.4534**	0.000	3.11	4.88
ERROR	105	0.261376				
TOTAL	107					

C.V. = 19.04 %

En cuanto a la comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para los tratamientos nos muestra que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos, resultando el mejor el tratamiento el uno con una media de 3.11 y el dos con una media de 2.94 y por ultimo el tratamiento 3 con una media de 2. (Cuadros 20 y 21).

Lozada (2002) observó que al utilizar diferentes tratamientos a base de sustratos (peat moss y perlita), espumas hidrofílicas y soluciones nutritivas (Hoagland y Douglas) no hubo diferencia en el número de hojas en las plantas, esto según prueba de DMS al 0.05.

Cuadro 20. Comparación de medias (DMS al 0.05) para número de hojas de tomate de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.1111 A
2	2.9444 A
3	2.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 21. Comparación de medias (DMS al 0.01) para número de hojas de tomate de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.1111 A
2	2.9444 A
3	2.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

PESO FRESCO DE LA PLÁNTULA, FOLIAR Y RAIZ (gramos).

En el cuadro 22, se presentan los resultados del ANVA para número de hojas, donde nos muestra que hay una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 22. Análisis de varianza para peso fresco de la plántula, foliar y raíz de tomate en gramos de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	219.455444	154.7547**	0.000	3.11	4.88
ERROR	105	1.418086				
TOTAL	107					

C.V. = 38.45 %

En cuanto a la comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para los tratamientos nos muestra que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos, resultando el mejor el tratamiento el uno con una media de 5.01 gr, seguido del numero dos con una media de 3.96 gr y como ultimo el tratamiento 3 con una media de 0.31 gr.(Cuadros 23 y 24).

Ennis (1997) comenta al respecto que el ambiente temprano que rodea a la plántula es de vital importancia y determinara si la planta habrá de desarrollarse en todo su potencial.

Cuadro 23. Comparación de medias (DMS al 0.05) para peso fresco de la plántula, foliar y raíz de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	5.0139 A
2	3.9667 B
3	0.3111 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 24. Comparación de medias (DMS al 0.01) para peso fresco de la plántula, foliar y raíz de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	5.0139 A
2	3.9667 B
3	0.3111 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

MATERIA SECA, FOLIAR Y RAÍZ (gramos).

En el cuadro 25, se presentan los resultados del ANVA para materia seca (foliar y raíz), donde nos muestra que hay una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 25. Análisis de varianza para materia seca, foliar y raíz de tomate en gramos de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	0.748748	113.0974**	0.000	3.11	4.88
ERROR	105	0.006620				
TOTAL	107					

C.V. = 41.88 %

En cuanto a la comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para los tratamientos nos muestra que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos, resultando el mejor el tratamiento el uno con una media de 0.28 gr y el tratamiento 2 con una media de 0.26 gr y como ultimo el tratamiento 3 con una media de 0.02 gr.(Cuadros 26 y 27).

Esto coincide con Huterwal (1983) que menciona que el agua es el principal elemento que interviene en el crecimiento. Pero la porción mayor, generalmente el 90 % de la materia seca de todas las plantas esta constituida por elementos químicos, también, García (1988) indica que los elementos minerales tienen influencia en el grado de hidratación de las plantas.

Cuadro 26. Comparación de medias (DMS al 0.05) varianza para materia seca, foliar y raíz de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	0.2899 A
2	0.2645 A
3	0.0284 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 27. Comparación de medias (DMS al 0.01) varianza para materia seca, foliar y raíz de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	0.2899 A
2	0.2645 A
3	0.0284 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

Resultados y discusión de la etapa 2, que comprende desde el trasplante hasta la cosecha.

PESO SECO DE LA PLANTA (gramos).

En el cuadro 28, se presentan los resultados del ANVA para peso seco de la planta, donde nos muestra que hay una diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 28. Análisis de varianza para peso seco de la planta de tomate en gramos de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	3507.296875	4.4145*	0.024	3.47	5.78
ERROR	21	794.494019				
TOTAL	23					

C.V. = 20.72 %

Donde:

** = Valor altamente significativo

* = Valor significativo

NS= Valor no significativo

En cuanto a la comparación de medias para la DMS al 0.05 indicó que hubo diferencia significativa, el mejor el tratamiento fue el tres con una media de 160 gr y seguido por los tratamientos dos y uno con medias de 126 gr y 121 gr respectivamente.

En cuanto a la comparación de medias para la DMS al 0.01 mostró que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.(Cuadros 29 y 30).

Cuadro 29. Comparación de medias (DMS al 0.05) para peso seco de la planta de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
3	160.0000 A
2	126.8750 B
1	121.2500 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 30. Comparación de medias (DMS al 0.01) para peso seco de la planta de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
3	160.0000 A
2	126.8750 A
1	121.2500 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

DIÁMETRO DEL TALLO DE LA PLANTA (centímetros).

En el cuadro 31, se presentan los resultados del ANVA para diámetro del tallo de la planta, donde nos muestra que hay una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 31. Análisis de varianza para diámetro del tallo de la planta de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	19.163940	15.5030**	0.000	3.47	5.78
ERROR	21	1.236142				
TOTAL	23					

C.V. = 10.89 %

En cuanto a la comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para los tratamientos nos muestra que hubo diferencia significativa entre los tratamientos, resultando el mejor el tratamiento tres con una media de 11.97 cm, seguidos del tratamiento 1 con una media de 9.58 cm y el tratamiento dos con una media de 9.07 cm.(Cuadros 32 y 33).

Esto no coincide con Fernández (1995) quien mencionó que las adversidades técnicas y nutritivas de la realización del trasplante, pueden influir en el comportamiento de la planta en el terreno definitivo, esto en cuanto a vigor y producción se refiere.

Cuadro 32. Comparación de medias (DMS al 0.05) para diámetro del tallo de la planta de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
3	11.9750 A
1	9.5875 B
2	9.0750 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 33. Comparación de medias (DMS al 0.01) para diámetro del tallo de la planta de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
3	11.9750 A
1	9.5875 B
2	9.0750 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

DIÁMETRO ECUATORIAL (centímetros).

En el cuadro 34, se presentan los resultados del ANVA para diámetro ecuatorial del fruto en cm, donde nos muestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, razón por la cual no se realizó la comparación de medias DMS.

Cuadro 34. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de fruto de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	63.386719	3.201 NS	0.060	3.47	5.78
ERROR	21	19.798922				
TOTAL	23					

C.V. = 8.71 %

Velásquez (2004) reportó, que para frutos cosechados en un cultivo sin suelo utilizando solución nutritiva, no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

DIÁMETRO POLAR (centímetros).

En el cuadro 35, se presentan los resultados del ANVA para diámetro polar el fruto, donde nos muestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, , razón por la cual no se realizó la comparación de medias DMS.

Cuadro 35. Análisis de varianza para diámetro polar de fruto de tomate en centímetros de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	58.945313	2.7175 NS	0.088	3.47	5.78
ERROR	21	21.691219				
TOTAL	23					

C.V. = 10.46 %

Coincide con una investigación hecha por Jiménez (2005) donde al realizar la prueba de medias del diámetro polar de tomates de la variedad Floradade, con un nivel de significancia la 0.05, no encontró diferencias significativas, pero para sustratos reportó que su mejor tratamiento fue el de perlita mas turba a solución perdida, dichos diámetros tuvieron una media de 4.81 centímetros cada uno.

GRADOS BRIX

En el cuadro 36, se presentan los resultados del ANVA para grados brix en el fruto, donde nos muestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, , razón por la cual no se realizó la comparación de medias DMS.

Cuadro 36. Análisis de varianza para grados brix del fruto de tomate de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	1.492432	2.5795 NS	0.098	3.47	5.78
ERROR	21	0.578570				
TOTAL	23					

C.V. = 13.53 %

PESOS TOTALES DE LOS FRUTOS DE LAS PLANTAS (gramos).

En el cuadro 37, se presentan los resultados del ANVA para los pesos totales de los frutos de las plantas, donde nos muestra que hay una diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

Cuadro 37. Análisis de varianza para los pesos totales de los frutos de las plantas de tomate en gramos de la variedad Floradade.

FV	GL	CM	F	P>F	FT (0.05)	(0.01)
TRATAMIENTOS	2	1272982.0	11.4427	0.001	3.47	5.78
ERROR	21	111248.2				
TOTAL	23					

C.V. = 25.73 %

En cuanto a la comparación de medias (DMS al 0.05 y 0.01) para los tratamientos nos muestra que hubo diferencia significativa entre los tratamientos, resultando el mejor el tratamiento dos con una media de 1556.15 gr y el tratamiento uno con una media de 1496.06 gr y pro ultimo quedo el tratamiento tres con una media de 837.15 gr. (Cuadros 38 y 39).

Estos resultados coinciden con Mojarro (1997) quien indica que incrementando la calidad de la plántula, se pueden incrementar los rendimientos y la calidad de los tomates.

Cuadro 38. Comparación de medias (DMS al 0.05) para los pesos totales de los frutos de las plantas de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	1556.1500 A
1	1496.0625 A
3	837.1500 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

Cuadro 39. Comparación de medias (DMS al 0.01) para los pesos totales de los frutos de las plantas de tomate en gramos de la variedad Floradade.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	1556.1500 A
1	1496.0625 A
3	837.1500 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

-En la etapa de plántula los resultados de los mejores tratamientos fueron:

Altura de plántula ----- 1
 Longitud de raíz ----- 1 y 2
 Diámetro de vástago de plántula ----- 1 y 2
 Número de hojas ----- 1 y 2
 Peso fresco de la plántula ----- 1
 Materia seca (raíz y foliar) ----- 1 y 2

-En la etapa de cosecha los resultados de los mejores tratamientos fueron:

Peso seco de la planta ----- DMS 0.05 - 3
 DMS 0.01 - 1, 2 Y 3
 Diámetro de tallo dela planta ----- 3
 Diámetro ecuatorial -----NS
 Diámetro polar ----- NS
 Grados brix ----- NS
 Pesos totales de los frutos ----- 2 y 1

Donde:

1 = tratamiento 1 (solución nutritiva Sonneveld al 100%)

2 = tratamiento 2 (solución nutritiva Sonneveld al 50%)

3 = tratamiento 3 (testigo, agua)

NS = no significativo

De acuerdo con los resultados de esta investigación es necesario para una buena producción de plántulas de tomate de la variedad Floradade y su buen desarrollo postraplante en invernadero utilizar solución nutritiva; lo anterior coincide con Mojarro (1997), quien indica que incrementando la calidad de la plántula, se pueden incrementar los rendimientos y la calidad de los tomates; con Ennis (1977), quien comenta que el ambiente temprano que rodea a la plántula es de vital importancia y determinará si la plántula habrá de desarrollarse en todo su potencial. y con Achtnich (1972), quien menciona que utilizar un sistema de riego por subirrigación y solución nutritiva es favorable para la producción de tomate

Así pues para una buena producción de plántulas de tomate de la variedad Floradade es necesario utilizar solución nutritiva Sonneveld al 50% para producción de plántula, ya que favorece el desarrollo de las mismas y evita la producción de plántulas muy altas y por ende mas pesadas que no son adecuadas para el trasplante.

En cuanto a producción y cosecha se refiere, pudimos observar que da lo mismo usar la solución nutritiva Sonneveld al 100% y al 50%, por lo que se recomienda utilizar la concentración de la solución nutritiva Sonneveld al 50%, ya que visto desde el punto de vista de costos, esto nos proporcionaría un mayor ahorro de fertilizantes utilizados, abaratando el proceso de producción de tomate de la variedad Floradade.

CONCLUSIONES

Etapa I. Formación de plántulas desde la siembra hasta que alcanzaron una altura de 15 a 20 cm.

-Para las variables : longitud de raíz, diámetro de vástago en plántula, número de hojas y materia seca.

-Los mejores tratamientos fueron: el 1 (Solución nutritiva Sonneveld al 100%) y el 2 (Solución nutritiva Sonneveld al 50%).

-Para las variables altura de plántula y peso fresco el mejor tratamiento fue el 1 (Solución nutritiva Sonneveld al 100%).

Etapa II. Comprende desde el trasplante hasta la cosecha.

- Para la variable pesos totales de frutos los mejores tratamientos fueron: el 1 (Solución nutritiva Sonneveld al 100%) y el 2 (Solución nutritiva Sonneveld al 50%).

- Para la variable diámetro de tallo de planta el mejor tratamiento fue el 3 (Testigo, Agua).

- Para las variables peso seco, diámetro ecuatorial, diámetro polar y grados brix no mostraron diferencias significativas entre tratamientos.

Conclusiones generales

De acuerdo con los resultados de esta investigación es necesario para una buena producción de plántulas de tomate de la variedad Floradade y su buen desarrollo postraplante en invernadero utilizar solución nutritiva.

Así pues para una buena producción de plántulas de tomate de la variedad Floradade es necesario utilizar Solución nutritiva Sonneveld al 50% para producción de plántula, ya que favorece el desarrollo de las mismas y evita la producción de plántulas muy altas y por ende mas pesadas que no son adecuadas para el trasplante.

En cuanto a producción y cosecha se refiere, da lo mismo usar la solución nutritiva Sonneveld al 100% y al 50%, por lo que se recomienda utilizar la concentración de la solución nutritiva Sonneveld al 50%, debido a que nos proporcionaría un mayor ahorro de fertilizantes utilizados, así como también menor gasto de capital en el proceso de producción de tomate de la variedad Floradade.

BIBLIOGRAFÍA

Achnich, W., 1972. Recent development in water distribution and application with special reference and drainage, paper number 13. Water use seminar Damascus. Siria.

Aguilera, C. J., 1996. Efecto de diferentes niveles de residuos celulósicos en calidad y rendimiento de jitomate bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Licenciatura. Departamento de fitomejoramiento. UAAAN.

Ansorera, J. 1994. Sustrato, propiedades y características. Editorial Mundi- prensa. Madrid. España.

Burgueño, H., 1997. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico: las soluciones nutritivas, el color en los acolchados plásticos, el uso de acondicionadores de suelo y fuentes de fósforo. Volumen 3. Editorial bursag. Culiacán, Sinaloa.

Cadahia, C. 1988. Fertilización en riego por goteo de cultivos hortícolas. Editorial ERT (fertibería). Madrid, España.

Canovas, D.; Díaz, D. R. 1993. Cultivos Sin suelo. Curso Superior de Especialización. ED. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Almería.

Canovas, F.; Magna, J.J.; Boukhalfa, A. 1997. Cultivos sin suelo. Hidroponía. En Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos del Sureste español. Ed. Instituto de la Caja Rural de Almería. Almería.

Domínguez, V. A., 1993. Fertirrigación. Editorial mundi-prensa. Madrid, España.

Durany, U., 1997. Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra. Editorial sintes. Barcelona, España. Pp. 6 – 17.

Ennis, J., 1997. Como criar niños y cultivos vigorosos. Revista productores de hortalizas. Año 6, numero 9, México.

Erres, V.; Artetxe, A.; Beunza, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura Nº 125 - Diciembre 1997.

Fernández J. A., 1995. El momento del trasplante y tamaño del contenedor afecta al crecimiento y desarrollo de la coliflor. VI congreso de sociedad española de ciencias hortícolas.

Fernández, M. M.; Aguilar, M. I.; Carrique J. R.; Tortosa, J.; García, C.; López, M.; Pérez, J.M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. Publicaciones Universidad de Almería. Almería.

García P. I., 1988. Evaluación de 5 cultivos forrajeros con la técnica hidropónica y la aplicación de biozyme bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional de licenciatura. Departamento de horticultura-UAAAN.

Gómez B. J. ,1998. Insumos de calidad: plántulas de calidad. Revista hortalizas. Frutas y flores. Publicación periódica, abril 1998. pp. 22-24.

Hernández. M. J., 1998. Producción de plántulas de cuatro especies hortícolas utilizando el sistema de flotación en soluciones hidropónicas. Tesis profesional licenciatura. Departamento de horticultura. UAAAN.

Huterwal. G. O., 1983. Hidroponía. Cultivos sin tierra. Editorial albatros. Buenos aires, Argentina.

Jiménez, A. J., 2005. Producción de tomate en dos sustratos hidropónicos a solución perdida y recirculada. Tesis profesional licenciatura. Departamento de fitomejoramiento. UAAAN.

Jensen, M. H. y W. L. Collins. 1985. Hydroponic vegetable production. Hort. Rev. 483-559.

León, G. H. y Arosamena, 1980. El cultivo del tomate para consumo fresco en el valle de Culiacán. SARH. Culiacán, Sinaloa, México. Pp. 11-134.

Lozada, R. A., 2002. el uso de espumas hidrofílicas y otros sustratos en dos soluciones nutritivas para la producción de plántulas de brócoli. Tesis profesional. Licenciatura. Departamento de horticultura. UAAAN.

Maroto, J.V. 1990. Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Márquez Y. 1978. Guía para el control de hongos para del suelo en el cultivo del tomate utilizando el sistema tectirrigación. División agropecuaria, merk, sharp y dohme de México. Pp. 1-5.

Martínez, E; García, M. Cultivos sin suelo: hortalizas en clima mediterráneo. Editorial Horticultura. Madrid.

Mojarro, B., 1997. Precosidad y alto rendimiento. Revista productores de hortalizas, mes de mayo. México.

Mínero A. A., 1998. Producción y manejo de trasplantes, sustratos, fertilización y riego. Revista productores de hortalizas, publicación periódica. Agosto de 1998. pp. 14 – 21.

Miranda I. 1999. Hidroponía. UACH. Preparatoria agrícola. Editorial agribot. Chapingo, México. Pp. 1-63.

Nuez, V. F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. Editorial mundi-prensa .Madrid. España.

Olivares. S. E., 1995. Paquete estadístico. Facultad de agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Pérez - Melian, 1977. Solucion nutritiva. Xoba, volumen 1, numero 1. CIAGB.

Picken, A. J. F., Stewart, K., Klapwijk, D. 1986. Germination and vegetative development. New York.

Rodrigo L. I., 1992. Riego localizado. Editorial mundi-prensa. Madrid, España.

LLurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista Horticultura N° 125 - Diciembre 1997.

Sade, A. 1997. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Ed. Hazera España 90, S.A. Tel Aviv. Israel.

SAGAR.1997. Curso de diseño de sistemas de riego. Celaya, Guanajuato.

Sánchez y Escalante. 1981.Un sistema de producción, hidroponía, principios y métodos. Estado de México.

Sonneveld. C. and Straver N. 1994. Nutrient solutions for vegetables and flower grown in water or substrates.

Steiner, A. 1966. Influence of the chemical composition of a nutrient solutions on the production of tomato plants. Plant and soil.

Urrestarazu, M. 1997. Manual De Cultivo Sin Suelo. Editorial Servicio de Pu.

Urrestarazu M., 2000. Manual de cultivo sin suelo. Editorial mundi- prensa. Almería, España. Pp. 50-54.

Vavrina, C.S. and Orzolek, D.M. 1993. Tomato transplant age: a review. Hort technology. 3(3): 313- 316.

Velásquez, G. E. N., 2004. Producción de tomate saladett en sistema de cultivo con y sin suelo. Tesis profesional. Licenciatura. Departamento de horticultura.

Widders, I. E. and Garton, R. W.,1992. Effect of preplant nutrient conditioning and elemental accumulation in tomato seedling scientia horticulturae 52, 9-17.

- (1)- <http://www.faxsa.com.mx>
- (2)- <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- (3)- <http://www.sra.gob.mx>
- (4)- <http://www.tecnociencia.com>
- (5)- <http://www.terralia.com>