

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO DIFERENTES CONTENEDORES
EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL CHILE SERRANO (*Capsicum
annuum*) EN CULTIVO SIN SUELO**

Por

DIANA URESTI DURÁN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre del 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

Tesis

**Evaluación del efecto de cuatro diferentes contenedores en el desarrollo y
rendimiento del chile serrano (*Capsicum annuum*) en cultivo sin suelo**

Por:

Diana Uresti Durán

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por:

**Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Asesor principal**

**Dr. Alberto Sandoval Rangel
Asesor**

**Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor**

**Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía**



**Coordinación
División de Agronomía
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre 2011**

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, así como a todo su personal, que me brindaron la oportunidad de ser parte de ella y me ha proporcionado el conocimiento para llegar a ser una profesionista y enfrentarme a nuevos retos.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza**, por su apoyo y generosa ayuda al colaborar en éste trabajo. Por su capacidad y claridad durante la transmisión de la metodología de este trabajo.

A la **Dra. Ana Lid del Angel Pérez**, que me dio la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, me brindo su apoyo y confianza.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres**, por su valiosa colaboración y participación en la revisión de este documento.

Al **Dr. Alberto Sandoval Rangel**, por su valiosa colaboración y participación en la revisión de este documento.

A todos **Mis Profesores** que tuvieron que ver en toda mi formación académica, que han hecho de mí una profesionista con ética.

Agradezco al **FORDECYT-CONACYT**, que me otorgó el apoyo económico para realizar este trabajo dentro del proyecto: **Agricultura Urbana Sostenible: suficiencia y mejora nutricional en familias de bajos recursos en el Centro de Veracruz**. Con numero clave 117137.

Agradezco al **CECOT- INIFAP** y su personal, por las atenciones e instalaciones prestadas durante la realización de este trabajo.

Al Dr. **Andrés Rebolledo Martínez**, por el apoyo en la realización de este trabajo.

Al M.C. **Ángel Capetillo Burela** que me brindó apoyo durante mi estancia dentro del INIFAP.

Al Ing. **Dulce Flores Morales**, por su amistad y apoyo.

DEDICATORIA

A mis Padres **Jesús Uresti Gil y Nelly Durán Valerio**, por su gran apoyo y por el esfuerzo que hicieron para que pudiera terminar una carrera profesional.

Con mucho cariño a mis Hermanas **Nelly y Daniela**, que me brindaron en cualquier instante todo su apoyo.

A **Manuel Martínez Mendoza**, por el apoyo incondicional, sus motivaciones y enseñanzas para seguir adelante, superarme y ser mejor persona y por el cariño que siempre me ha tenido.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Concepto del cultivo sin suelo y generalidades.....	4
Justificación del cultivo sin suelo.....	5
Ventajas y desventajas del cultivo sin suelo.....	5
Ventajas del cultivo sin suelo a nivel familiar.....	7
Agregados o sustratos.....	8
La solución nutritiva.....	8
Control del pH.....	9
Control de la C.E.....	9
Contenedores.....	10
Sistemas comerciales.....	12
Sistema NFT.....	13
Sistema flotante.....	18
Aeroponía.....	18

Bolsas verticales.....	19
Macetas verticales.....	20
Bancadas con arena.....	21
Estructura en cascada.....	21
Sistema de cultivo NGS.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Localización del sitio experimental.....	24
Descripción del sitio experimental.....	24
Material vegetativo.....	25
Descripción de tratamientos.....	25
Establecimiento del experimento.....	29
Variables evaluadas.....	34
Diseño estadístico.....	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	46
LITERATURA CITADA.....	47
APÉNDICE.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del chile serrano.....	30
Cuadro 2. Tabla de fertilizantes utilizados y sus especificaciones.....	30
Cuadro 3. Dosificación de fertilizantes por etapas del cultivo.....	31
Cuadro 4. Mediciones del pH y conductividad eléctrica.....	32
Cuadro 5. Variables de crecimiento.....	36
Cuadro 6. Variable peso fresco y seco total.....	40
Cuadro 7. Variable índice Spad.....	41
Cuadro 8. Variable de rendimiento.....	42
Cuadro 9. Variables del fruto.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escalera de PVC con tubos de 4”	26
Figura 2. Detalle de plantas.....	26
Figura 3. Sistema de tubos de PVC de 6”	27
Figura 4. Detalle de plantas.....	27
Figura 5. Sistema Camas de madera.....	28
Figura 6. Detalle de plantas.....	28
Figura 7. Sistema Bolsas de plástico.....	29
Figura 8. Detalle de plantas.....	29
Figura9. Gráfica de crecimiento del cultivo.....	39

APÉNDICE

Cuadros 10 A. Materiales para la elaboración y costos de la; Escalera de tubos de PVC de 4", Sistema de tubos de PVC de 6", Camas de madera, Bolsas de plástico.....	54
Cuadro 11 A. Especificaciones del sustrato.....	55
Cuadro 12 A. Concentración de datos altura.....	56
Cuadro 13 A. Concentración de datos diámetro.....	57
Cuadro 14 A. Concentración de datos índice Spad.....	58
Cuadro 15 A. Concentración de datos peso fresco de la parte aérea...	59
Cuadro 16 A. Concentración de datos peso fresco de la parte aérea...	60
Cuadro 17 A. Concentración de datos peso fresco raíz.....	61
Cuadro 18 A. Concentración de datos peso seco raíz.....	52
Cuadro 19 A. Concentración de datos peso fresco total.....	63
Cuadro 20 A. Concentración de datos peso seco total.....	64
Cuadro 21 A. Concentración de datos rendimiento.....	65
Cuadro 22 A. Concentración de datos peso fruto.....	66
Cuadro 23 A. Concentración de datos diámetro fruto.....	67
Cuadro 24 A. Concentración de datos longitud fruto.....	68
Cuadro 25 A. Concentración de datos grosor del pericarpio.....	69

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado durante el ciclo agrícola verano – invierno del 2010, dentro de las instalaciones del Campo Experimental. Cotaxtla en el municipio de Medellín, Veracruz. Bajo el proyecto de FORDECYT–CONACYT. Agricultura urbana sostenible: suficiencia alimentaria y mejora nutricional en las familias de bajos recursos en el centro de Veracruz. Se evaluaron cuatro contenedores de cultivo sin suelo, 1) Escalera de PVC de 4”, 2) Tubos de PVC de 6”, 3) Camas de madera, y 4) Bolsas de plástico negro. Con el objetivo de evaluar el efecto del contenedor en el crecimiento y desarrollo de Chile serrano variedad Soledad.

Los tratamientos se evaluaron en un diseño de cuatro bloques completos al azar, los datos se analizaron con el programa estadístico de la universidad de Nuevo León. Los resultados mostraron que las camas de madera obtuvieron los mejores resultados en las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo, calidad del fruto y rendimiento. Además de ser las más económicas y de fácil elaboración.

Palabras clave:

Cultivo sin suelo, producción para autoconsumo, diseño de contenedores de cultivo sin suelo.

INTRODUCCIÓN

Cada día más personas se preocupan por la calidad y el costo de sus alimentos. En este sentido, el cultivo sin suelo es una excelente opción que facilita el control de plagas y enfermedades y garantiza la producción casera de hortalizas libres (o con mínimas cantidades) de plaguicidas y residuos de aguas contaminadas. Esta tendencia a la autosuficiencia se expande rápidamente en los países más desarrollados y promete un auge aun mayor de este sistema de cultivo. Estudios recientes indican, que hay más de un millón de unidades hidropónicas caseras que operan exclusivamente en Estados Unidos de América, para producir alimentos. Rusia, Francia, Canadá, Sudáfrica, Holanda, Japón, Australia y Alemania son, entre otros, los países en donde se está incrementando el número de personas que practican el cultivo sin suelo.

Las técnicas del cultivo sin suelo son cada vez más atractivas debido a la reducción del espacio de suelo cultivable, la menor disponibilidad de agua adecuada para el riego y el aumento de las exigencias del mercado en calidad e inocuidad de las hortalizas de consumo en fresco.

Del mismo modo, el cultivo sin suelo es una alternativa para pequeñas familias que buscan autoabastecerse de alimentos y compartir con los miembros las

labores en el invernadero o huerto urbano. Sin embargo debido al alto costo de los materiales y accesorios para la agricultura altamente tecnificada como el cultivo sin suelo se ha tenido un desarrollo muy lento. Por esta razón se deben buscar a alternativas de diversificación a mediana escala acordes a este tipo de sistema tecnológico.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de los contenedores hidropónicos, en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de chile serrano.

HIPÓTESIS

Los contenedores usados en cultivo sin suelo afectan el crecimiento, rendimiento y calidad del chile serrano.

REVISIÓN DE LITERATURA

Concepto del Cultivo sin Suelo y Generalidades

Se entiende por cultivo sin suelo (*“soilles”* en inglés) el sistema en el cual la planta desarrolla su sistema radicular en un medio (normalmente sólido o líquido) confinado en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo (Abad et al., 1998). En esta técnica de cultivo se sustituye el suelo o tierra por sustrato inerte, acompañados por (elementos nutritivos disueltos en agua) solución de nutrientes (Sánchez y Escalante, 1988). Astorga *et al* (1999) menciona que el éxito de la producción hidropónica se basa en el conocimiento que se tenga de tres factores importantes: la planta, los nutrientes y el sustrato. Hoy día, el término hidroponía abarca todos los métodos y técnicas para cultivar plantas sin suelo en sustratos artificiales o en soluciones nutritivas bien aireadas (hidrocultura) (Pardossi, 2003).

Ellis y Swaney (1963), definen al cultivo en agua señalando que en su sentido más puro es un sistema que involucra el crecimiento de flores y vegetales sumergiendo sus raíces en una solución acuosa de nutrientes.

Además, los cultivos sin suelo pueden clasificarse en función del tipo de sustrato o contenedor, en función del método empleado para aportar la solución nutritiva (riego por goteo, subrrigación, en agua circulante, bandejas o mesas flotantes o aeroponía) o en función del uso de los drenajes (sistemas abiertos o de drenaje libre y sistemas cerrados o recirculantes) (Winsor *et al.*, 1998).

Justificación del Cultivo sin Suelo.

- Justificación ambiental - es independiente del proceso productivo en cuanto a los ciclos biológicos del suelo
- Justificación económica - la inversión dentro del concepto de la hidroponía es relativamente muy pequeña en relación con su rentabilidad socio económica
- Justificación social - la posibilidad de producir alimentos de calidad con alta productividad en pequeñas áreas, con personas que reciben unas pocas horas de capacitación y obtener productos para autoconsumo y venta generando ingresos (Izquierdo y Figueroa, 2003).

Ventajas y Desventajas del Cultivo sin Suelo

Las principales razones para la expansión de los cultivos en sustrato han sido evitar las enfermedades del suelo (en invernaderos contaminados, principalmente por el monocultivo) y las buenas prestaciones agronómicas de estos sistemas (Urban, 1997). Complementariamente, con la evolución de su tecnología y el perfeccionamiento de su manejo, pueden mejorar la eficiencia del uso del agua y de los abonos (sistemas cerrados) contribuyendo, además, a suprimir diversas faenas culturales de manejo del suelo (Savvas *et al.*, 2002).

Algunas de ellas se mencionan a continuación:

- Reducción de costos de producción en forma considerable.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas fuera de estación (temporada).
- Se requiere mucho menor espacio y capital para una mayor producción
- Menos consumo de agua.
- Mayor limpieza e higiene en el manejo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha.
- Cultivo libre de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Ayuda a eliminar parte de la contaminación.
- Se puede cultivar en ciudades.
- Permite contribuir a la solución del problema de la conservación de recursos.
- Es una técnica adaptable a tus conocimientos, espacios y recursos.
- Se puede cultivar en aquellos lugares donde la agricultura normal es difícil o casi imposible (Samperio, 1997).

Las mayores producciones y precocidad de los cultivos sin suelo, se deriva de las mejoras en el suministro hídrico y nutrición mineral, y de una buena oxigenación radicular, que permite conseguir una buena calidad en la producción (Morard, 1995).

Desventajas

- No existe una difusión amplia de lo que es hidroponía.
- Para un manejo a nivel comercial, se requiere de cierto grado de conocimientos técnicos, combinado con la comprensión de la fisiología vegetal, así como de química inorgánica.
- Se requiere cuidado con los detalles, teniendo conocimiento de la especie que se cultiva (Tello, 2010).

Ventajas del Cultivo sin Suelo a Nivel Familiar

Se ha realizado investigación sobre el desarrollo de sistemas hidropónicos o cultivo sin suelo, con el objetivo de encontrar sistemas que requieran menor inversión y facilidad de operación, además de que genere beneficios (AVRDC, 1992). Según Jensen (1991) la hidroponía promueve la inocuidad, permitiendo producir hortalizas limpias, sin residuos químicos ni microorganismos nocivos. Soto y Ramírez (2001) destacan que las hortalizas producidas en huertos familiares hidropónicos certifican su consumo en fresco y su calidad por parte de la familia.

Esta es una técnica que promueve el mejoramiento de las condiciones en espacios pequeños y alta concentración de población, como en el caso de las ciudades y en zonas habitaciones de interés social. En sitios urbanos donde no se dispone de tierras para cultivo conviene producir alimentos que no exijan grandes extensiones y altas inversiones para su ejecución (AVRDC, 1992).

Mediante la práctica del cultivo sin suelo se puede lograr el aprovechamiento de recursos aparentemente no viables como suelos degradados y espacios limitados. Para cultivar con hidroponía no se requiere de suelos fértiles ni espacios amplios, debido a que se puede disponer de alternativas diversas como depósitos y medios de cultivo (FFTC 1999, Jensen 1991).

Agregados o Sustratos

Es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo, son todos los materiales sólidos distintos al suelo, tiene la función de mantener la adecuada relación de aire y solución nutritiva para proporcionar a la raíz oxígeno y los nutrientes necesarios y sirve de anclaje radicular y que de este modo la planta se mantenga arraigada (Rodríguez, Muñoz y Alcorta, 2006).

El cultivo sin tierra o sin suelo, en efecto, permite el desarrollo del sistema radicular en un medio sólido ó líquido, contenido en un espacio limitado y aislado fuera del contacto con el suelo (tierra) (Samperio, 1997).

La Solución Nutritiva

En el cultivo sin suelo todos los elementos minerales esenciales se suministran a las plantas, exclusivamente en la solución nutritiva, disolviendo las sales minerales en agua. Es un factor importante la adecuada formulación y control de la solución, además de la elección de las fuentes de las sales minerales solubles (Montero, 2004). Además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (Carbono, Hidrógeno y Oxígeno), (Llanos, 2001).

En la mayoría de los cultivos la concentración media mínima necesaria de la solución nutritiva en las raíces es del orden de $1,5 \text{ dS. m}^{-1}$ (Sonneveld, 2003) aunque la calidad de frutos en hortalizas puede necesitar niveles de 2,5 a 3,0 dS. m^{-1} en la solución nutritiva (Pardossi, 2003). Para tomate en condiciones mediterráneas, el umbral de $3,8 \text{ dS. m}^{-1}$ de la solución nutritiva marca el límite por encima del cual habrá reducción de producción (Magan, 2003), dicho límite es mayor que el obtenido en invernaderos sofisticados del norte de Europa (Li *et al.*, 2001).

Control del pH

El rango de pH en el cual los nutrientes se encuentran disponibles porque son lo suficientemente solubles ocurre entre 5,5 y 7. Para medir el pH se utiliza un medidor portátil, el cual debe estar calibrado durante todo el período de uso, de acuerdo a las instrucciones comerciales (Carrasco e Izquierdo, 1997).

Control de la CE

Según Resh (2006) la medida de conductividad es usada para determinar los sólidos disueltos en agua. La cantidad de sólidos disueltos en ppm o mg/l por peso es directamente proporcional a la conductividad en mMho por unidad de volumen, la conductividad eléctrica en la mayoría de las soluciones nutritivas que se utilizan en el medio, casi siempre presentan una conductividad eléctrica de entre 1.5 a 3 mmhos/cm. La concentración de sales debe encontrarse entre 1.0 y 2.0 mmhos/cm en la solución (Orellana, 2001).

La medición de la conductividad eléctrica se realiza a través de un medidor portátil o automático. No se debe descuidar la calibración del instrumento según lo indicado por su proveedor (Carrasco e Izquierdo, 1997).

Contenedores

El contenedor es cualquier recipiente con una regular capacidad, en el que se depositará el agregado o el sustrato, la solución nutritiva y en definitiva la planta que se va a cultivar. Estos dependen proporcionalmente de la escala a la que se escoja producir.

Si el cultivo es domestico, pequeño, bastará con macetas, cubetas, cacerolas, ollas de barro o metálicas, piletas, bandejas, cajas de madera, cajones de concreto, ladrillo o fibra de vidrio o algunos reciclados como trozos de llanta, botes de conserva etc. Pero siempre y cuando estos recipientes estén debidamente impermeabilizados (si así lo requieren), para evitar que la solución o los nutrientes reaccionen con los materiales de que están hechos.

En el caso de cajas o contenedores de madera, pueden durar en producción continua de tres a cuatro años, si están reforzados y se utiliza un buen impermeabilizante (plástico). También son duraderos los contenedores hechos a base de plástico, vidrio o acrílico y además no requieren impermeabilización.

Todos los contenedores si excepción, también los circulares deberán contar con un desnivel o pendiente del 2 al 3 por ciento y un sistema de desagüe y orificio de salida habrá de tener un tapón (de plástico, hule o corcho) a fin de evitar el goteo.

Así mismo invariablemente y sin excepción, todos los contenedores, en cualquiera de sus tipos y tamaños, técnicas y aplicación, deberán ser opacos, para impedir que la luz penetre y llegue a las raíces de las plantas.

En un tamaño estándar, los contenedores pueden tener una anchura de 30 y 60 centímetros y una profundidad entre 15 y 20 centímetros, aunque puede ser menor cuando se trate de hortalizas menores. Se ha comprobado, en efecto, que estas son las medidas ideales, dado que las raíces de las plantas no necesitan desarrollarse en forma importante para ir en busca de nutrientes o de humedad, por lo que aplicar la técnica hidropónica el crecimiento de las raíces es menor.

En cuanto a los contenedores para la escala mediana o comercial, es aconsejable, variar la longitud de los mismos de 25 a 50 metros (si se usa un agregado como sustrato), porque las profundidades de estos contenedores serán las mismas; en cuanto a la anchura, se aconseja que no sobrepase 1 metro, pues podría dificultar, el manejo, podas y cosecha de los cultivos. En caso de un cultivo hidropónico comercial se recomienda, también, para sustituir el uso de contenedores por ser más económico, emplear zanjas sobre el suelo pero recubiertas de cemento o plástico, podrían cavarse a lo largo del suelo que se va a cultivar, con un desnivel de 3 a 5 centímetros a fin de facilitar el flujo de la solución nutritiva y al mismo tiempo drenar dichos canales, para la anchura lo recomendable son 80 centímetros a 1 metro dependiendo de la clase de cultivo. Para este tipo de cultivos (mediano o comercial), que requiere de controlar la temperatura, el aire, la conductividad eléctrica, y la vigilancia

fitosanitaria, se debe tomar las precauciones necesarias al construir, instalar en contenedor o la zanja.

Estos canales o contenedores pueden hacerse a campo abierto, si el clima de la región o la temporada lo permiten. También se aconseja colocar a los lados de los mismos una carpeta de cemento o plástico para cubrir la tierra y evitar que se contamine la solución nutritiva, o que interfiera con el cultivo.

Otra variante de estos cultivos, todavía más económica y fácil de realizar, consiste en unir una serie de costales, de los que se utilizan para contener azúcar, fríjol, sal o algún otro básico: es un sistema muy barato, fácil de obtener y que no presenta posibilidad de contaminar. Para prepararlos solo hay que coserlos uno tras otro, hasta alcanzar la longitud deseada (Samperio, 1997).

Sistemas Comerciales

Existen diferentes sistemas utilizados en hidroponía. Según FAO (1990) el término aplica para cada unidad de producción de cultivos en donde no se usa suelo como medio de cultivo. Estos incluyen cultivos en agua (de donde se originó el nombre de hidroponía) y cultivos en sustrato que a la vez se dividen en sustrato inertes y sustratos naturales orgánicos (Montero, 2004).

Los sistemas hidropónicos propiamente dichos más empleados son el Película Nutritiva, (del inglés "Nutrient Film Technique" NTF), el cultivo en bandejas flotantes y la aeroponía, que son sistemas cerrados (Castilla, 2005).

Sistema de Cultivo con Película Nutritiva o NFT

Se caracteriza por la forma práctica de cultivar sobre canales construidos con diversos materiales, utilizando para el desarrollo de la planta una mínima cantidad de solución nutritiva, llamada también película nutritiva (Samperio, 2004).

La NFT es una técnica de cultivo en agua en el cual las plantas crecen teniendo su sistema radicular dentro de una lámina de plástico, a través de la cual circula continuamente la solución de nutrientes. El término Nutrient Film Technique fue utilizado para remarcar que la profundidad del flujo del líquido que pasaba a través de las raíces de las plantas debía ser muy pequeño (laminar), para que de esta forma siempre pudieran disponer del oxígeno necesario (Resh, 2006).

Materiales de una unidad básica

La instalación del sistema de cultivo con NFT deberá constar de los siguientes elementos:

- a) Soportes para sostener los canales
- b) Canales de cultivo
- c) Tanque o depósito general con la solución
- d) Red de descarga
- e) Electrobomba
- f) Red de recolección de la solución nutritiva.

Los materiales que se utilizan en los cultivos con NFT tienen que ser invariablemente inertes y no tóxicos para las plantas, por ello no son recomendables los metales, por otra parte habrán de ser resistentes a la degradación por los rayos solares.

La base que soportara los canales, contenedores o tubos debe ser rígida, pues debe soportar tanto el peso de la instalación como el del cultivo, por esto es que tales soportes o bases se construyen generalmente de madera o concreto, o con tubería que puede ser metálica, ya que estos no tendrán contacto con la solución nutritiva. La base sobre la que descansen los canales deberá estar a una altura que resulte cómoda para el cultivador, es decir, que no sea necesario inclinarse para la siembra o cosecha.

Los contenedores: canales o zanjas

Deben tener un fondo plano, liso y sin depresiones ni desniveles mayores de 0.5 por ciento, equivalente a 0.5 cm por cada metro lineal; y tienen que ser, asimismo, rígidos, para que puedan soportar el peso del cultivo y el peso de la solución. Estos canales pueden ser tubos de PVC otra forma de instalación son los canales que el mismo cultivador puede construir excavando zanjas en el suelo, de manera que se haga un canal con las medidas necesarias, y cubrir después la zanja excavada con una mezcla de cemento y arena a fin de que el fondo y los lados del canal sean firmes, lisos y tersos, recubriéndolos después con el plástico, se recomienda usar plástico negro para invernadero, del mismo tipo que el de las bolsas utilizadas para desarrollar plántulas. Aunque se debe

tomar en cuenta que los plásticos se degradan con mayor rapidez y los rayos ultravioleta del espectro solar hacen que envejeczan, es por esto por lo que los canales de plástico flexible de doble color (blanco para el exterior y negro en el interior), además de económicos, resultan de gran utilidad, ya que el lado exterior blanco refleja en gran parte los rayos solares y evita en cierto grado el calentamiento de la solución; mientras que el lado negro del interior impide el paso de la luz hasta las raíces y el desarrollo de algas.

Otra alternativa muy interesante que se utiliza en la provincia de Almería España, donde el 80 % de las instalaciones de NFT utilizan canales de cartón plastificado con excelentes resultados, tanto por el manejo del flujo de la solución en el sistema, como por el bajo costo del material e instalación de los canales.

Si se requiere una cantidad importante de canales o tubos y no se desea comprarlos en el mercado, se puede recurrir a un taller de metal mecánica para que haga un molde de acuerdo a nuestro diseño, y solicitar luego a algún fabricante de tubos de PVC que los elabore; pero estos pedidos deben ser de por lo menos 3,000 unidades, pues de otro modo a la empresa no le resultaría costeable.

Sistema de Riego en General

Deben contar con dos componentes principales, que a su vez tienen otros componentes:

- a) Cabezal de distribución, que tiene una doble función: la de filtrar la solución nutritiva y la de distribuirla a lo largo de todo el sistema de riego. Este cabezal cuando esta automatizado consta de: tanques de almacenamiento, electrobomba, electroválvula y/o válvula manual, dosificador, o sistema de inyección de nutrientes y filtros.
- b) Red de distribución encargada de distribuir la solución nutritiva a los cultivos.

Tanques de Almacenamiento

Pueden utilizarse tinacos, una cisterna, reservorio para el agua. Se tiene que distribuir de la siguiente manera, un deposito para la solución madre, uno a mas para los macronutrientes y otro para micronutrientes y finalmente, un tanque para ácido (fosfórico u otro elemento para el control del pH).

Electrobomba de Uso Agrícola

Dependiendo del tipo y potencia del motor, así como de la presión de salida, las bombas arrojan su descarga o caudal a diferentes alturas o presiones, la capacidad de la electrobomba debe ser de acuerdo al gasto de agua requerido; hay que tomar en cuenta el tipo de líquido que se bombea, la solución nutritiva que se bombeará experimenta una reacción al contacto con los metales, por lo que se debe solicitar una bomba con impulsor de plástico. Y tomar en cuenta

donde se encuentra el líquido, es decir si esta a una altura por debajo de la bomba, se necesitará una bomba de aspiración, pero si la bomba está por debajo del nivel del depósito, entonces habrá que pedir una bomba de carga.

La aplicación de la bomba es determinante es decir si se va a utilizar para riego de aspersión o simplemente para hacer que recircule la solución nutritiva.

Electroválvula ó Válvula Manual

Este dispositivo se coloca al principio del sistema de riego con tres finalidades: para detener o hacer circular la solución nutritiva, para el cambio de sector de riego, y para regular el caudal cuando se necesite.

Sistema de inyección de nutrientes o dosificadores.

Son dispositivos de inyección de nutrientes que aplican las cantidades programadas de elementos nutritivos en la entrada del sistema de riego y que funcionan de acuerdo al gasto.

Red de Distribución

Está integrada por: una tubería principal. Tuberías secundarias; dependen de la línea de suministro primaria. Líneas portagoteros; tendrán que instalarse en línea recta para evitar quiebres o dobleces que pueden disminuir el flujo. Goteros o emisores; son los dispositivos utilizados para aplicar la solución nutritiva dirigida hacia la raíz de la planta, con caudal calculado y controlado (Samperio, 2004).

Sistema Flotante

Este sistema está constituido por superficies cubiertas por agua relativamente profundas (15 – 20 cm) con grandes cantidades de solución nutritiva estática y sobre la cual se colocan las bandejas con plantas, generalmente lechugas, las dimensiones pueden ser de 60 cm de ancho por 20 de profundidad y 30 cm de longitud. La solución nutritiva es recirculada a través de un tanque nutritivo. Allí se oxigena bombeando aire según Jensen (1991), citado por (Resh, 2006).

Aeroponía

Es un sistema hidropónico que se caracteriza porque las raíces de las plantas crecen en el aire, siendo nebulizadas periódicamente por la solución nutritiva. Inicialmente se hace germinar las semillas en bloques de turba o sustrato similar, y una vez que las plántulas se han desarrollado, se insertan en la parte superior o lateral de contenedores huecos (cajas, cajones o recipientes similares), quedando así las raíces en su interior y suspendidas en el aire. También en el interior y parte inferior a lo largo de todo el contenedor corre una tubería con nebulizadores insertados, que son utilizados para irrigar periódicamente con solución nutritiva las raíces de las plantas (Sánchez y Escalante, 1988).

Según Zobel, Tredeci y Torrey (1976), las plantas crecen bien en aeroponía debido a la excelente aireación de las raíces, presentan siempre un buen crecimiento radical.

Bolsas Verticales

Estas bolsas colgantes, que penden de un soporte en la parte superior y que están provistas de barrenos o agujeros de una pulgada de diámetro, que servirá para sembrar o trasplantar las plántulas, y que estarán a suficiente distancia entre ellos como para que la planta pueda disponer de su propia área de desarrollo. Este sistema permite solo el cultivo de plantas de poca altura, que no requieran tutores y puedan sostenerse con solo el anclaje de sus raíces en el sustrato tales como: lechugas, fresas, cilantro, espinacas, ajos, hierbas de olor, etcétera. Para la instalación, es generalizado el uso de bolsas de plástico, que se llenaban con sustrato, estas bolsas se ataban en los extremos, y efectuada ya la siembra en ellas, se colgaban a 1 metro de distancia una de otra, dejando pasillos disponibles de 1.20 m de ancho; el riego que se aplica es por goteo, efectuado en la parte superior de las bolsas, la solución llega a las bolsas mediante una línea general, de la que se derivan varias líneas menores de aproximadamente 5 mm de diámetro interior, una vez aplicada, la solución se filtraba por gravedad llegando así a las plantas de la parte inferior. Como variante de esta técnica, a las bolsas se les puede hacer unos amarres a cierta distancia unos de otros, de tal manera que se crean compartimentos para una mayor sujeción de las plantas y una buena distribución del sustrato (Samperio, 2004).

Macetas Verticales

Presenta el mismo sistema de cultivo vertical, pero en macetas de unicel (poliuretano expandido) apiladas, siendo una ventaja, pues al estibar las macetas de esta manera se aprovecha al máximo el espacio. Las macetas, de forma piramidal trunca invertida tienen la base cuadrada y en esta un barreno central de 1 pulgada de diámetro para ser insertada un tubo de PVC o galvanizado, y otros cuatro orificios de $\frac{1}{4}$ de pulgada equidistantes entre sí, para permitir que la solución se filtre a la maceta siguiente. Así mismo, para su apilamiento cuenta con cuatro muescas en la parte superior de sus caras internas. En la práctica, se ha comprobado que las medidas más convenientes son las siguientes: el ancho de la base de la maceta cuadrada será de 17 a 18 cm, y de 25 cm en la parte superior, con una altura de 23 cm y una capacidad de 3 litros.

El suelo en el cual se asientan las columnas debe tener un desnivel o inclinación de 0.5 a 1 por ciento en la dirección del drenado. Para que la columna de macetas tenga una adecuada sujeción, se anclara en el piso un tubo galvanizado o de PVC cuya longitud dependerá del número de macetas que se insertaran en él, deberá contar con un banco o charola para apoyar la maceta y esta se colocara en la base, que habrá de tener las mismas dimensiones que la maceta, debe estar recubierta de plástico o algún otro material inerte. Se sugiere que la distancia entre las columnas sea de 1 m entre una y otra, con un pasillo de 1.20 m para permitir el paso de la luz así como la ventilación. La solución nutritiva se distribuirá a través de una tubería principal,

fabricada con tubo de PVC de dos pulgadas como máximo. De este tubo se harán las tomas necesarias que alimentaran a las columnas. Los tubos de estas líneas secundarias de distribución medirán 1 pulgada de diámetro y estas deberán contar con una llave de paso, se tomaran las líneas ascendentes constituidas por un tubo de 1 pulgada, las cuales llegaran a los cabezales ubicados en la parte superior de cada columna, que a su vez tendrán ½ pulgada de diámetro, y de donde (línea de distribución superior) bajara otra línea con tubo también de ½ pulgada de diámetro, para aplicar a esta línea los espaguetis, que son mangueras muy delgadas (generalmente de 1 mm de diámetro interior), por donde desaloja el goteo, estos espaguetis serán cuatro como mínimo por columna. Es recomendable para el cultivo de plantas de poca altura (Samperio, 2004).

Bancadas con Arena

Este es uno de los sistemas usados en Venezuela para los cuales se construyen bancadas con ladrillos y hormigón. Las bancadas se rellenan con arena, usando sistema de riego por subirrigación. La arena usada es sílice puro con textura gruesa (Resh, 1997).

Estructura en Cascada

Este sistema es favorable en cultivos de lechugas, rábanos, cilantro y otras hortalizas. Recomendado para plantas pequeñas. El aprovechamiento del espacio se mejora si la estructura se organiza en forma de A, esta estructura

debe orientarse de norte a sur, para que la sombra de una planta no se proyecte en la otra, debe guardarse la distancia necesaria entre grada y grada, para permitir el crecimiento de la planta. La pendiente de los canales no debe sobrepasar al 2 % para que la solución corra adecuadamente (Resh, 1997).

Sistema de Cultivo NGS

El sistema de cultivo NGS representa una nueva forma de cultivo hidropónico, desarrollado completamente en Almería (España) por la empresa New Growing System, S. L. en 1991.

El sistema NGS es una modalidad del cultivo hidropónico, caracterizado por la ausencia de sustrato, es decir se trata de un cultivo hidropónico puro, en el que las raíces se desarrollan en una Solución Nutritiva Recirculante (SNR) que circula en circuito cerrado, permitiendo un ahorro de agua y fertilizantes.

La SNR discurre por el interior de un conjunto de laminas de polietileno (PE) superpuestas en forma de V la disposición de las laminas se hace de tal forma que la solución nutritiva, después de recorrer un tramo de la lamina más o menos largo según los diferentes modelos, pasa o cae a la lamina siguiente por medio de unos agujeros que se encuentran en la parte inferior o en las caras laterales de dichas laminas. Desde el momento en que es liberada por el sistema de goteo hasta que alcanza la ultima lamina (colectora), la solución nutritiva recorre un largo camino; es a lo largo de este camino cuando la SNR se pone a disposición de las raíces: agua nutrientes y oxígeno. La SNR se recoge al final con un embudo conectado al colector que canaliza los drenajes

por gravedad, hacia un depósito ubicado en el cabezal de riego, donde se repone el agua y los nutrientes consumidos por la planta el sistema. El sistema NGS es un sistema de cultivo que aprovecha el cien por cien de los drenajes (Urrestarazu, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El experimento se realizó durante el ciclo agrícola verano-invierno del año 2010, en las instalaciones del Campo Experimental Cotaxtla, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el Km 34 Carretera Federal Veracruz – Córdoba, en el Municipio de Medellín, Veracruz. A una altitud de 40 msnm, 2260 msnm, con coordenadas geográficas 18° 16´ Latitud Norte y 96° 16´ Longitud Oeste.

Descripción del Sitio Experimental

Clima:

El clima presente en la región es el Aw₀ correspondiente al más seco de los subhúmedos, con una temperatura promedio anual de 24 °C y 1200 mm anuales de precipitación, de los cuales aproximadamente el 90% caen durante el periodo de Junio a Noviembre y la diferencia entre los meses de diciembre y enero, con un periodo prácticamente seco de febrero a mayo.

Suelo:

Aunque el experimento que se describe no contempla el uso de suelo que a continuación se describe, se hace referencia al tipo de suelo predominante en la zona de estudio; el cual es el correspondiente a uno de origen aluvial, textura

migajón-arcillosa, buen drenaje superficial e interno, y pH ligeramente ácido, predominan los suelos vertisoles pélicos (Mosqueda, 1993).

Material Vegetativo

Se utilizó chile serrano *Capsicum annuum*, criollo "Soledad" utilizado y apreciado por los consumidores en fresco, llamado serranito o soledad en Veracruz, que para muchos es el ancestro del serrano actual (Horticultivos, 2011). La planta fue adquirida en el vivero "La Pepegua", Municipio de Medellín, Veracruz, germinada en vasos de unicel y con tierra negra en invernadero.

Descripción de Tratamientos

Se establecieron cuatro sistemas de cultivo sin suelo diferentes (tratamientos), cada uno con cuatro repeticiones (contenedores), y cada repetición constó con siete plantas; se establecieron bajo las mismas condiciones de temperatura, ambiente (25° C a 30° C promedio), el sustrato que se utilizó fue una mezcla de peat moss y grava, a razón de 70% y 30% respectivamente, suministrando la misma cantidad de solución nutritiva. El cultivo utilizado fue el chile serrano *Capsicum annuum*, la plántula fue obtenida de un productor de la región, que la obtuvo por medio de germinación de semilla en vasos de unicel con tierra negra de la región y bajo condiciones de invernadero.

1.- Escalera de PVC con Tubos de 4''

- Es un sistema de cultivo sin suelo en el que se construye una armazón con tubos de PVC de 2'' conectados entre sí con codos de 90° y 45 ° y conectores "T" de 2'' en forma de escalera, que solo cumple la función de soporte los contenedores consisten de cuatro tubos de PVC de 4'' de diámetro, 150 cm de longitud sentadas en la escalera de PVC a 25 cm entre cada una de ellas, los tubos se sellaron por un extremo con tapas plásticas y pegamento, para evitar la fuga de solución y del otro extremo solo se puso malla sombra para que la maceta tuviera drenaje y evitar exceso de humedad, se perforaron 7 orificios, de 5 cm de diámetro de forma equidistante a lo largo de su borde, con la ayuda de una broca para instalar cerraduras y taladro, dejando una distancia de 20 cm de distancia entre hoyo y hoyo, donde se trasplantaron las plántulas. (Figura 1 y 2).



Figura 1. Sistema Escalera tubos de PVC de 4''



Figura 2. Detalle de plantas

2.- Sistema de Tubos de PVC de 6'' al Suelo

- Sistema de cultivo sin suelo en el que se utilizo tubos de PVC con un diámetro de 6'' con una longitud de 150 cm, los orificios se hicieron con el mismo procedimiento, material y diámetro que se menciona en los tubos de PVC de 4'' la distancia entre orificio y orificio es de 20 cm y la separación en el suelo entre contenedor y contenedor es de 10 cm.

Debido al elevado peso de los contenedores (llenos de sustrato) que son un poco más grandes y no pueden ser soportadas en una escalera de PVC como en el sistema anterior, sobre el suelo se colocó un plástico negro y sobre éste los cuatro contenedores para evitar el contacto directo con el suelo (Figura 3 y 4).



Figura 3. Sistema de tubos de PVC de 6''



Figura 4. Detalle de plantas

3. -Camas de Madera

- Sistema de cultivo sin suelo en el cual se construyó una cama de madera de 244 cm de longitud y 15 cm de altura, que se dividió en cuatro partes iguales de 60 por 60 cm, recubierta al fondo y en las orillas por plástico negro, se encuentra ubicada en el suelo (Figura 5 y 6).



Figura 5. Sistema Camas de madera



Figura 6. Detalle de plantas

4.- Bolsas de Plástico Negro

Sistema de cultivo sin suelo en el que se utilizó bolsas de plástico negro con un diámetro de 20 cm y una altura de 30 cm, se ubicaron en el suelo en cuatro filas cada una con siete plantas (Figura 7 y 8).



Figura 7. Sistema Bolsas de plástico



Figura 8. Detalle de plantas

Establecimiento del Experimento (Descripción de actividades)

Llenado de los Contenedores

Se utilizó como sustrato una mezcla de peat moss y grava en una proporción de 70 % y 30 % posteriormente se llenaron los contenedores a un 95 % de su volumen.

Trasplante

El trasplante se realizó el día 9 de julio del 2010, plantando 7 plantas en cada repetición; con un total de 28 plantas por tratamiento y 112 en total del experimento.

Riegos

Previo al trasplante se aplicó un riego para saturar el sustrato, sacar el aire de los contenedores y el endurecimiento del mismo. En las primeras 2 semanas solo se aplicó agua. A partir de la tercera semana se aplicó solución nutritiva. La aplicación del riego (solución nutritiva) fue completamente manual, suministrándola con un vaso de un litro.

Fertilización (Solución Nutritiva).

La solución nutritiva empleada se describe en el cuadro 1 con los requerimientos nutricionales, los fertilizantes empleados en el cuadro 2, y la dosificación el cuadro 3.

Para la elaboración de la dosificación, se usó como guía el siguiente listado de requerimientos nutricionales de chile serrano *Capsicum annuum* según la etapa fenológica, de acuerdo a los estándares de manejo recomendados por el Campo Experimental Cotaxtla.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del chile serrano *Capsicum annum*.

		Etapa Fenológica			Unidades
Nutrientes		Juvenil	Desarrollo	Producción	
Macro Nutrientes	N	93	181	239	ppm
	P	15	58	81	
	K	96	217	349	
	Ca	96	171	199	
	Mg	12	48	72	
	S	16	64	96	
Micro Nutrientes	Cu		0.07		
	B		0.7		
	Fe		4.9		
	Mn		1.97		
	Mo		0.05		
	Zn		0.25		

Cuadro 2. Tabla de fertilizantes utilizados y sus especificaciones.

Fertilizantes utilizados y sus especificaciones		
fertilizante comercial	Forma molecular	Elemento mineral que aporta
Urea	CO(NH ₂) ₂	N
Sulfato de amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄	N
Fosfato diamónico DAP	(NH ₄) ₂ HPO ₄	P
Cloruro de potasio	KCL	K
Nitrato de calcio	Ca(NO ₃) ₂	Ca
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	Mg
Sulfato de cobre	CuSO ₄	Cu
Bórax pentahidratado	Na ₂ B ₄ O ₇	B
EDTA de hierro al 6 % (quelatos)	NAFe EDTA	Fe
Sulfato manganoso	MnSO ₄	Mn
Molibdato de amonio	Na ₂ Mo O ₄	Mo
Sulfato de zinc	ZnSO ₄	Zn

Cuadro 2. Tabla de fertilizantes utilizados y sus especificaciones.

Cuadro 3. Dosificación de fertilizantes por etapas del cultivo.

Fertilizante comercial	Dosificación g/100 l agua		
	Juvenil	Desarrollo	Producción
Urea	2.6318	5.12	10.09
Sulfato de amonio	1.44	2.55	5.52
Fosfato diamónico DAP	3.2608	12.6	17.6
Cloruro de potasio	16	36.16	58.2
Nitrato de calcio	48	85.5	99.5
Sulfato de magnesio	12.1656	48.66	72
Sulfato de cobre		0.0277	
Bórax pentahidratado		0.6363	
EDTA de hierro al 6 % (quelatos)		3.7669	
Sulfato manganoso		0.7296	
Molibdato de amonio		0.0128	
Sulfato de zinc		0.0714	

Control del pH y CE

Se hicieron mediciones del pH y conductividad eléctrica para controlar los niveles de acidez o alcalinidad de la solución nutritiva en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo.

Cuadro 4. Mediciones del pH y conductividad eléctrica.

Etapa de desarrollo	Mediciones de pH y Conductividad eléctrica	
	pH	CE
Juvenil	7	1.6
Desarrollo	8.15	2.69
Producción	7.7	3.3

Fertilización foliar

Se realizaron aspersiones al follaje con fertilizante foliar Humiextra, Guano y Rooting (productos comerciales) se aplicó la dosificación que el producto recomienda.

Control sanitario

Se hicieron aspersiones preventivas de Confidor para la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*), araña roja (*Tetranychus urticae*), así mismo se presentaron problemas con nematodos y se hicieron aplicaciones de Furadan. La aplicación de los agroquímicos se realizó con un aspersor de mochila. Las dosis aplicadas se tomaron de las recomendaciones de los fabricantes.

Cosecha

Se tuvieron diferentes fechas de corte debido a que la maduración de los frutos se dio de manera irregular, se registró el número de fruto por planta.

Variables Evaluadas

Se tomaron datos cada 10 días, desde el trasplante en julio hasta enero fecha en que la planta completo su ciclo vegetativo.

Altura de planta

Se tomaron las 5 plantas de en medio y se midieron con una cinta métrica, desde la superficie del sustrato hasta la parte más alta de la planta reportándose en centímetros.

Diámetro del tallo

Se midió el diámetro del tallo, 5 cm arriba del sustrato con un vernier digital se reportó en cm.

Peso fresco y seco de la parte aérea de la planta

Se peso en fresco en una bascula, después se metió a la estufa a 100 grados por 24 horas y se peso.

Peso fresco y seco de la raíz

Se peso en fresco en una bascula, después se metió a la estufa a 100 grados por 24 horas y se peso.

Peso fresco y seco total de la planta

Se peso en fresco en una bascula, después se metió a la estufa a 100 grados por 24 horas y se peso.

Índice Spad

Se midió el contenido de clorofila presente en las plantas con un Medidor de clorofila SPAD – 502, marca Konica Minolta.

Rendimiento

Se multiplicó el peso promedio del fruto por el número total de frutos de tratamientos.

Peso fresco del fruto

Se pesó el peso total de todos los frutos cosechados por fecha de corte.

Longitud del fruto

Con una regla se midieron los frutos de cada tratamiento desde donde empieza el pedúnculo hasta la punta del fruto.

Diámetro del fruto

Se midió con un vernier a mitad del fruto.

Grosor del pericarpio

Se cortaron varios frutos por repetición y con un vernier se tomó el grosor del pericarpio expresado en milímetros.

Número de flores y frutos

Se contaron el número de flores totalmente abiertas y el número de frutos presentes y se registraron en la libreta de campo. No obstante en la variable número de frutos no se consideró el tamaño ni la madurez del fruto, solo se contaron los chiles en la planta.

Longitud de la raíz

Con una regla se midió desde la base del tallo hasta la punta de la raíz más larga. Esta medición se hizo solo una vez al final del experimento.

Diseño Estadístico

Los datos se analizaron bajo el modelo bloques completos al azar, se realizaron medias de Tukey 0.01, Se utilizó el Programa Estadístico de la Universidad de Nuevo León (PEUNL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de Crecimiento

Los resultados de los análisis de varianza para las variables de morfología y biomasa indicaron la presencia de diferencias significativas para la variable de altura, peso fresco y seco de la parte aérea y peso fresco total de la planta. Mientras que las variables, diámetro del tallo, peso fresco y seco de la raíz y peso seco total, no fueron estadísticamente diferentes. En el Cuadro 5 se presentan los resultados de los promedios y la separación de medias por la prueba de Tukey.

Los cuadros detallados del análisis de varianza de las variables de crecimiento se incluyen en el Apéndice 1 al final del documento (Cuadros 12 A, 13 A, 15 A, 16 A, 17 A, 18 A).

Cuadro 5. Concentración de resultados de medias y prueba de Tukey para las variables de crecimiento.

Tratamientos	Variables											
	Altura cm		Diametro		Peso fresco parte aérea		Peso seco parte aérea		Peso fresco raíz		Peso seco raíz	
Tubos de 4"	26.47	c	3.53	a	39.05	b	7.90	b	9.65	a	2.57	a
Tubos de 6"	30.05	bc	4.00	a	84.80	ab	16.35	ab	12.97	a	3.4	a
Camas	46.06	a	4.35	a	102.15	a	28.07	a	45.25	a	13.17	a
Bolsas	34.40	b	3.93	a	110.52	a	25.62	a	52.57	a	14.35	a

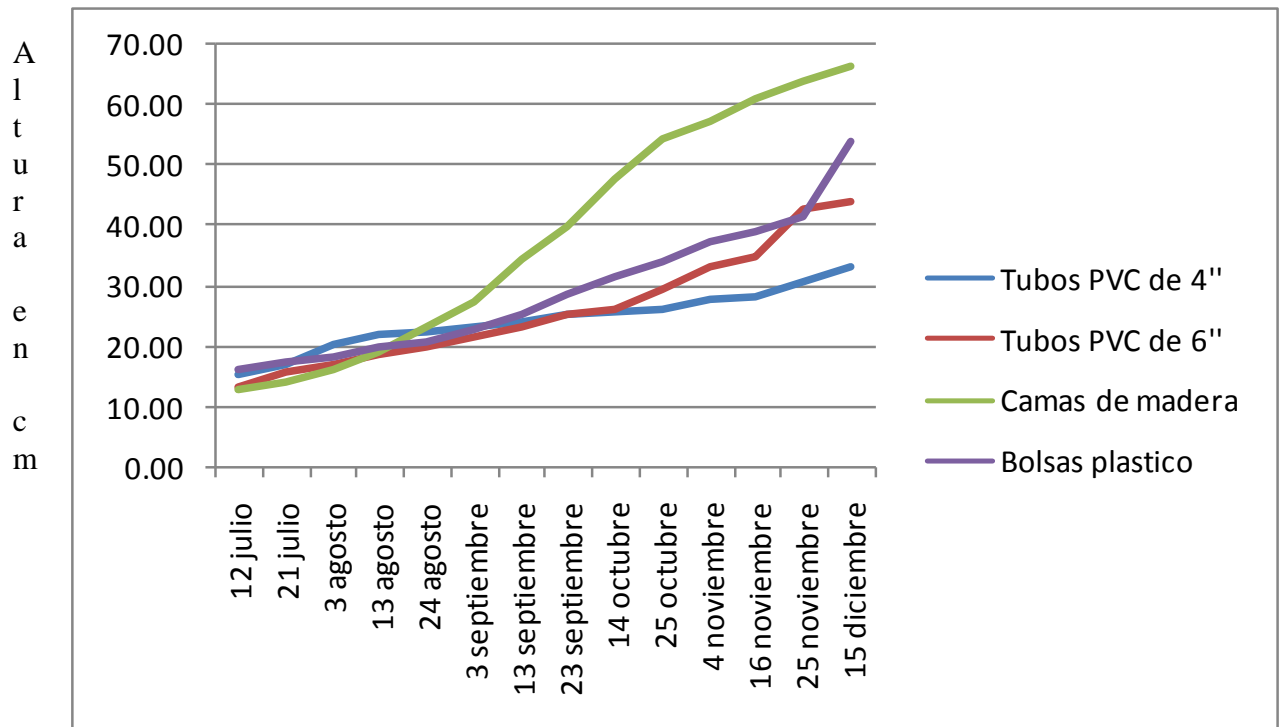
Altura de Planta

El análisis indicó que el mejor tratamiento fue el de camas. No se presentó diferencia entre las bolsas y los tubos de 6", mientras que el tratamiento que presentó las plantas con menor altura fue el de tubos de 4". Es posible que el mejor comportamiento del tratamiento de camas fuese debido al mayor volumen de los contenedores, lo cual según se sabe promueve el buen desarrollo radical (Lemaire *et al.*, 1989) y permite entre otras ventajas la buena aireación del sustrato (Abad y Noguera ,1998).

La figura 9 presenta los datos de altura de las plantas obtenidos para cada muestreo, indicando el comportamiento dinámico de la variable.

El crecimiento del cultivo durante los meses de julio a diciembre, muestra que las camas de madera alcanzaron una ventaja significativa respecto a los demás contenedores. En el mes de septiembre se observa la mayor tasa de crecimiento (Figura 9).

Figura 9. Gráfica de crecimiento del cultivo.



Peso Fresco y Seco de la Parte Aérea

Para la variable peso fresco de la parte aérea, no se presentaron diferencias entre los tratamientos de camas, bolsas y tubos de 6'', el que presentó un menor peso fueron los tubos de 4''. El efecto que produce el tamaño del contenedor afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas provocado por el espacio disponible para el crecimiento de las raíces (Lemaire *et al.*, 1989). La respuesta del peso seco de la parte aérea fue igual a la observada para el peso fresco. Aunque los tratamientos de camas y bolsas son iguales entre sí

(Cuadro 5) nuestros resultados recomiendan el uso del tratamiento de camas, ya que este presentó el mejor resultado para la variable altura de planta.

Peso Fresco y Seco Total de la Planta

Los resultados de los análisis de varianza para las variables de peso fresco y seco total de la planta, indicaron diferencias significativas entre tratamientos para el peso fresco total, mientras que para la variable, peso seco total, no hubo diferencias estadísticas significativas, el Cuadro 6 presenta los resultados de los promedios y comparación de medias por la prueba de Tukey.

Los cuadros detallados para el análisis de varianza de las variables de peso fresco y seco total se incluyen en el Apéndice 1 al final del documento (Cuadros 19 A y 20 A).

Cuadro 6. Concentración de resultados de medias y prueba de Tukey para el peso fresco y seco total de la planta.

Tratamientos	Variables			
	Peso fresco total		Peso seco total	
Tubos de 4"	48.7	b	10.47	a
Tubos de 6"	97.77	ab	19.75	a
Camas	147.4	ab	41.25	a
Bolsas	163.1	a	39.97	a

La comparación de medias mostró que para la variable peso fresco total, el tratamiento con bolsas fue el mejor tratamiento, y el que presentó menor peso fueron los tubos de PVC de 4". El mayor desarrollo vegetativo que presentó el tratamiento de bolsas, provocado por la profundidad del contenedor (30 cm), lo cual aportaba mayor espacio para el crecimiento que los demás tratamientos. En los tratamientos de tubos de PVC se les puede atribuir un incremento en la salinidad del sustrato, por las características de los contenedores, y a que el sustrato después de estar este colocado en el contenedor y la cantidad de sales aportadas con el agua de riego es superior a las cantidades absorbidas por las plantas o las pérdidas por lixiviación, y el efecto de esa concentración que tiene en las raíces es negativo para el desarrollo del cultivo, puesto que una elevada salinidad también reduce el área foliar y el crecimiento de las plantas (Sonneveld, 1979).

Índice Spad

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de las medias y prueba de Tukey para la variable de índice Spad en la que no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

El cuadro detallado para el análisis de varianza de la variable índice Spad se incluyen en el Apéndice 1 al final del documento (Cuadro 14 A).

Cuadro 7. Concentración de resultados de medias y prueba de Tukey para el índice Spad.

Tratamientos	Variable	
	Índice Spad	
Tubos de 4"	50.81	a
Tubos de 6"	50.40	a
Camas	49.65	a
Bolsas	51.69	a

Rendimiento

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de las medias y prueba de Tukey para la variable rendimiento en la que se presentan diferencia significativa entre los tratamientos.

El cuadro detallado para el análisis de varianza de la variable rendimiento se incluyen en el Apéndice 1 al final del documento (Cuadro 21 A).

Cuadro 8. Concentración de resultados de medias y prueba de Tukey para la variable rendimiento.

Tratamientos	Variable	
	Rendimiento	
Tubos de 4"	83.25	ab
Tubos de 6"	66.75	b
Camas	163.75	a
Bolsas	176	a

El rendimiento de chile serrano no presento significancia estadística entre los tratamiento de camas y bolsas, pero si hubo diferencias altamente significativas respecto a los tratamientos de tubos de PVC de 6". Las variaciones en rendimiento entre los tratamientos de camas y bolsas respecto al de tubos de PVC, fue provocado posiblemente por las condiciones del contenedor en el que se disponía de un mayor espacio, permitía una mejor aireación de las raíces, mayor crecimiento de las mismas y la absorción de nutrientes, al igual que una temperatura adecuada, a diferencia de los tubos cerrados, en el que el crecimiento radical es limitado o menor y se concentraron mas las temperaturas en el interior y podría limitar el crecimiento y rendimiento, si el volumen radical fuese muy pequeño, la temperatura de la raíz pudo afectar considerablemente el crecimiento y nutrición de la planta (Adams, 1993).

Variables del fruto

Los resultados de los análisis de varianza para las variables del fruto indicaron la presencia de diferencias significativas las variables, peso, diámetro, longitud y grosor del pericarpio. En el Cuadro 9 se presentan los resultados de los promedios y la separación de medias por la prueba de Tukey.

Los cuadros detallados para el análisis de varianza de las variables del fruto se incluyen en el Apéndice 1 al final del documento (Cuadros 22 A, 23 A, 24 A y 25 A).

Cuadro 9. Concentración de resultados de medias y prueba de Tukey para las variables de fruto.

Tratamientos	Variables del fruto							
	Peso		Diametro		Longitud		Grosor del pericarpio	
Tubos de 4"	2.00	c	7.50	c	5.88	c	1.17	c
Tubos de 6"	2.60	c	8.26	bc	6.57	bc	1.40	bc
Camas	4.72	a	10.59	a	8.12	a	1.97	a
Bolsas	3.61	b	9.06	b	7.72	ab	1.68	b

Peso

El mejor tratamiento fue las camas, seguido por las bolsas y finalmente entre los tubos de 6" y 4" no hubo diferencias significativas.

Diámetro

En el diámetro de fruto se manifestó una diferencia altamente significativa en el tratamiento de camas, con los tratamientos de bolsas y tubos de 6" no hubo diferencias significativas entre los tubos de 4" y los de 6".

Longitud

El análisis de comparación de medias indicó que el mejor tratamiento fue el de camas (Cuadro 9). No se presentó diferencia entre las bolsas y los tubos de 6", mientras que el tratamiento que presentó las plantas con menor altura fue el de tubos de 4".

Grosor del pericarpio

El análisis de comparación de medias indicó que el mejor tratamiento fue el de camas (Cuadro 9). No se presentó diferencia estadísticamente significativa entre las bolsas y los tubos de 6", mientras que el tratamiento que presentó las plantas con menor altura fue el de tubos de 4".

CONCLUSIONES

Se concluye que de los cuatro tratamientos, el contenedor de camas fue el que arrojó mejores resultados en términos de:

- Mayor rendimiento.
- Mayor crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Mejor calidad en el fruto.

Adicionalmente fue posible observar otras ventajas del sistema de contenedor de camas:

- El aprovechamiento de la solución fue mejor, ya que no se presentaron problemas de compactación, o acumulación de sales.
- El material con el que se construyó fue de madera reciclada (tarimas) de bajo costo y de fácil construcción.
- El sustrato requerido fue menor que en las bolsas, que fue el segundo mejor contenedor respecto al rendimiento y desarrollo del cultivo.
- El manejo del cultivo es sencillo y se facilitan las labores culturales.

LITERATURA CITADA

Abad, M., y Noguera, P. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. En fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales. Cadahia, C. editorial Mundi – Prensa. Madrid. P 287- 342.

Adams, P. 1993. Crop nutrition in hydroponics. Acta Hort, 323:289-305

Astroga Torres, A; Bouquet Barcia, H; Chinchinilla Garita, R. 1999. Planteamiento estratégico para una empresa de cultivos hidropónicos. Cartago, CR. p. 13 – 40.

AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center). 1992. Growing vegetables using AVRDC hydroponic method (Slide Script). Japan. 11 p.

Carrasco, G., Ph. D., Juan Izquierdo Ph. D., (FAO) Manual técnico. La empresa hidropónica de media escala: la Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante (NFT). Universidad de Talca, Chile. 1997. 1996

Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Ediciones mundi-prensa. Madrid, Barcelona, México.

Ellis, C. y Swaney, M. W. 1963. Soiless Growth of plants, Reinhold Publishing Corporation; New York, USA.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, IT). 1990. Soiless culture for horticultural crop production. 180 p.

FFTC (Food and Fertilizer Technology Center.). 1999. Protective structures for improved crop production. Seminario Internacional sobre cultivos intensivos de alto valor (en línea). Korea. Disponible en <http://www.fftc.agnet.org/library/article/ac1999a.html>.

Horticultivos. 2011.

<http://www.horticultivos.com/component/content/article/49-front-page/322-el-cultivo-del-chile-serrano-en-mexico>. Consultado en mayo del 2011.

Izquierdo J. y Figueroa J. F. 2003. Manual Técnico, La huerta hidropónica popular (HHP). FAO – RLC 2003

Jensen, M. 1991. Hydroponic culture for the tropics: opportunities and alternatives. Department of Plant Sciences, University of Arizona (en línea). Disponible en: <http://www.fftc.agnet.org/library/article/eb329.html#0>

Lemaire, F. 1989. Cultures en post et conteneurs. INRA-PHM. Horticole, Paris- Limoges p.184.

Lesur, L. 2006. Manual del cultivo del chile. Editorial Trillas. México. P 80.

Li, Y. 2001. Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*licopersicum esculentum L.*). *Scientia horticulturae*, 88:11-29

Llanos P. P. H. 2001 La Solución Nutritiva, nutrientes comerciales, formulas completas, WALCO S.A. Bogotá, Colombia.

Mangan, J. J. 2003. Efectos de la salinidad sobre el tomate en cultivo en sustrato en las condiciones del sureste peninsular: resultados experimentales. En: Mejora de la eficiencia del uso del agua en cultivos protegidos.

Montero, C. S. M. 2004. Evaluación de seis estructuras de producción hidropónica diversificada en el trópico húmedo de Costa Rica. Universidad Earth, Guácimo, Costa Rica.

Montero, C. S. M., Singh, B. K., Taylor, R. 2006. Evaluación de seis estructuras de producción hidropónica diversificada en el trópico húmedo de Costa Rica. Universidad Earth. Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica.

Morand, P. 1995. Les culture es vegetales hors sol. Publications agricoles d' Agen. France.

Mosqueda, V. R. 1993. Impacto de la tecnología Postcosecha en la calidadde frutas tropicales. Simposio Postcosecha de frutas y hortalizas tropicales. V congreso Nacional de horticultura, Veracruz. Veracruz.17 p.

Orellana, L.F. 2001. Hidroponía, manejo de soluciones nutritivas sin suelo, Agricultura no 45 18- 20.

Pardossi, A. 2003. El manejo de la nutrición mineral en los cultivos sin suelo. En mejora de la eficiencia del uso del agua en cultivos protegidos.

Resh, H. M. 1997. Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción. Trad. Carlos, de J. 4 ed. Madrid, ES. Ediciones Mundi-empresa. 509 p

Resh, H. M. 2006. Cultivos Hidropónicos. Nuevas Técnicas de Producción. Quinta edición. Editorial Mundi – Prensa. España. P 116.

Samperio, R. G. 1997. Hidroponía básica. Editorial Diana. México D.F.

Samperio, R. G. 2004. Un paso más en la Hidroponía. Editorial Diana. México D.F.

Sánchez, C. F. y Escalante, R. E. R. 1988. Hidroponía. Universidad autónoma Chapingo. México.p17.

Sánchez, C. F. y Escalante, R. E. R. 1988. Aeroponía. Hidroponía. Universidad autónoma Chapingo. México. p115

Savvas, D., Passam, H. 2002. Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embryo publications. Athens, Greece.

Sonneveld, C. 1979. Effects of salinity on the growth and mineral composition of sweet pepper and egg plant grown under glass. Acta Hort., 89:71-78.

Sonneveld, C. 2003. Efectos de la salinidad en los cultivos sin suelo. En mejora de la eficiencia del uso del agua en cultivos protegidos Fernández, M., Lorenzo, p., Cuadrado, i. m. editorial dirección general de investigación y formación agraria, Hortimed, FIAPA, Cajamar, Almería p 149-168.

Soto Bravo, F; Ramírez Azofeifa, M. 2001. Hidroponía. Editorial INA. San José, CR p 11-14

Tello, C. G. V. 2010. Proyecto Fodecyt, evaluación de huertos hidropónicos como modelos económicos – productivos para la seguridad alimentaria y disminución de pobreza en Sichitepequez y Retalhuleu. Guatemala.

Urban, L. 1997. Introduction a la production sous serre: L' irrigation fertilisante en culture hors sol. Tome 2. Editorial tec- doc.Paris

Urrestarazu, M. G. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Editoriales Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México. P 555-557

Winsor, G. W. 1998. 90. Scharz, M., baudoin, W. soilles culture for horticulture crop producción.FAO. Plant production and protection paper, 101. FAO. Roma.

Zobel, W. R., Tredeci, P., Torrey, J. G. 1976. Method for growing plants Aeroponically. *Plant physiology* 57, p 334-34

APÉNDICE

Cuadros 10 A. Materiales para la elaboración y costos de la Escalera de tubos de PVC de 4", Sistema de tubos de PVC de 6", Camas de madera, Bolsas de plástico.

Materiales Necesarios y Costos para la elaboración de cada Sistema

Escalera de PVC con tubos de 4"		
Material	Cantidad	Costo unitario \$
Tubos de PVC 4"	4 unidades de 150 cm de largo	117.24
Tubos de PVC 2"	6 m	61.72
Codo PVC 90° de 2"	14	2.5
Codo de PVC 45° de 2"	4	2.75
Conector PVC "T" de 2"	14	3.04
Pegamento para PVC	1 bote de 1 lt	28.45
Tapa de PVC 4"	4	7.75
Malla sombra	4 unidades de 50 x 50 cm	10
TOTAL		688.59

Sistema de tubos de PVC de 6" al suelo		
Material	Cantidad	Costo unitario \$
Tubos de PVC 6"	4 unidades de 150 cm de largo	331.9
Malla sombra	8 unidades de 50 x 50 cm	10
Cichos de plástico	8 unidades	20/bolsa co 100 u
TOTAL		1357.6

Camas de madera		
Material	Cantidad	Costo unitario \$
Madera de 244 cm de largo x 15 de ancho	2	35.34
Madera de 60cm largo x 15 ancho	5	8.69
Plástico negro	1m de ancho por 3m de largo	10
Clavos de 3.5"	20 unidades	1
Martillo	1 unidad	70
TOTAL		244.13

Bolsas de plástico negro		
Material	Cantidad	Costo unitario \$
Bolsas de plástico negro	28 unidades	2
TOTAL		56

Cuadro 11 A. Especificaciones del sustrato

Sustrato	Cantidad	costo unitario \$
Peat moss	1 bulto de 25 kg	299.99
Grava	0.09m ²	100

Cuadro 12 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable altura de planta.

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	23.38	28.39	28.79	25.31	
Tubos de 6"	26.93	34.20	28.41	30.67	
Camas	43.11	47.35	42.71	51.08	
Bolsas	35.81	36.31	32.05	33.43	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	870.97	290.32	41.47	0
Repeticiones	3	45.88	15.29	2.18	0.16
Error	9	63	7		
Total	15	979.86			
C.V. %	7.73				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Camas	46.06 A				
Bolsas	34.4 B				
Tubos de 6"	30.05 BC				
Tubos de 4"	26.47 C				
Nivel de significancia p= 0.01					
Tukey = 7.88					

Cuadro 13 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable diámetro de planta.

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	2.73	4.02	3.61	3.77	
Tubos de 6"	3.96	4.26	3.74	4.07	
Camas	4.77	4.25	4.10	4.29	
Bolsas	4.09	3.94	3.92	3.79	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	1.358	0.452	3.378	0.068
Repeticiones	3	0.176	0.058	0.44	0.732
Error	9	1.206	0.134		
Total	15	2.741			
C.V. %	9.25				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Tubos de 4"	3.532				
Tubos de 6"	4.007				
Camas	4.352				
Bolsas	3.935				
NS					

Cuadro 14 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable índice de SPAD de planta.

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	50.83	51.20	47.51	53.71	
Tubos de 6"	51.49	47.67	51.34	51.13	
Camas	49.61	53.62	47.21	48.18	
Bolsas	51.91	52.93	52.30	49.65	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	8.691	2.897	0.495	0.697
Repeticiones	3	6.863	2.287	0.391	0.764
Error	9	52.636	5.848		
Total	15	68.191			
C.V. %	4.78				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Tubos de 4"	50.812				
Tubos de 6"	50.407				
Camas	49.654				
Bolsas	51.697				
NS					

Cuadro 15 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable peso fresco de la parte aérea de planta.

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	25.2	50	35.6	45.4	
Tubos de 6"	68.3	79	82.6	109.3	
Camas	70.4	139	83.1	116.1	
Bolsas	124.4	113	89.8	114.9	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	12216.273	4072.091	13.832	0.001
Repeticiones	3	2196.296	732.098	2.486	0.126
Error	9	2649.421	294.38		
Total	15	17061.992			
C.V. %	20.39				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Bolsas	110.525 A				
Camas	102.15 A				
Tubos de 6"	84.8 AB				
Tubos de 4"	39.05 B				
Nivel de significancia $p= 0.01$					
Tukey = 51.129					

Cuadro 16 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable peso seco de la parte aérea de planta.

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	6.4	10	7.1	8.1	
Tubos de 6"	11.4	16.1	17.5	20.4	
Camas	17.4	46	19	29.9	
Bolsas	32.6	21.2	21.6	27.1	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	1022.112	340.704	5.923	0.016
Repeticiones	3	139.551	46.517	0.808	0.522
Error	9	517.632	57.514		
Total	15	1679.296			
C.V. %	38.92				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Camas	28.075 A				
Bolsas	25.625 A				
Tubos de 6"	16.35 AB				
Tubos de 4"	7.9 B				
Nivel de significancia p= 0.05					
Tukey = 16.76					

Cuadro 17A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable fresco de la raíz.

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	20.1	5.9	7.8	4.8	
Tubos de 6"	15.2	9.3	14.2	13.2	
Camas	38.9	78.4	23.9	39.8	
Bolsas	100.1	15.9	52.4	41.9	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	5784.463	1928.154	3.832	0.051
Repeticiones	3	985.229	328.409	0.652	0.603
Error	9	4527.424	503.047		
Total	15	11297.118			
C.V. %	74.48				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Tubos de 4"	9.65				
Tubos de 6"	12.975				
Camas	45.25				
Bolsas	52.574				
NS					

Cuadro 18 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable peso seco de la raíz.

Tratamientos	REPETICIONES					
	I	II	III	IV		
Tubos de 4"	2.8	4.1	2.2	1.2		
Tubos de 6"	2.9	3.4	4.1	3.2		
Camas	4.8	27.3	8.8	11.8		
Bolsas	24	6	14.2	13.2		
ANALISIS DE VARIANZA						
	FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento		3	468.524	156.174	3.21	0.076
Repeticiones		3	22.184	7.394	0.152	0.925
Error		9	437.88	48.653		
Total		15	928.59			
C.V. %		83.29				
TABLA DE MEDIAS						
Tratamientos	Medias					
Tubos de 4"	2.575					
Tubos de 6"	3.4					
Camas	13.174					
Bolsas	14.35					
NS						

Cuadro 19 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable peso fresco total de la planta

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	45.3	55.9	43.4	50.2	
Tubos de 6"	83.5	88.3	96.8	122.5	
Camas	109.3	217.4	107	155.9	
Bolsas	224.5	128.9	142.2	156.8	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	32213.859	10737.953	7.527	0.008
Repeticiones	3	1632.468	544.156	0.381	0.771
Error	9	12839.234	1426.581		
Total	15	46685.562			
C.V. %	33.06				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Bolsas	163.1 A				
Camas	147.4 AB				
Tubos de 6"	97.775 AB				
Tubos de 4"	48.7 B				
Nivel de significancia $p= 0.01$					
Tukey = 112.554					

Cuadro 20 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable peso seco total de la planta

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	9.2	14.1	9.3	9.3	
Tubos de 6"	14.3	19.5	21.6	23.6	
Camas	22.2	73.3	27.8	41.7	
Bolsas	56.6	27.2	35.8	40.3	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	2776.303	925.434	4.454	0.035
Repeticiones	3	223.989	74.663	0.3594	0.786
Error	9	1869.884	207.764		
Total	15	4870.177			
C.V. %	51.73				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Camas	41.25 A				
Bolsas	39.97 A				
Tubos de 6"	19.75 A				
Tubos de 4"	10.47 A				
Nivel de significancia p= 0.01					
Tukey = 42.953					

Cuadro 21 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable rendimiento

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	
Tubos de 4"	21.00	143.00	117.00	52.00	
Tubos de 6"	36.00	82.00	61.00	88.00	
Camas	97.00	210.00	193.00	155.00	
Bolsas	180.00	145.00	167.00	212.00	
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	36849.687	12283.229	6.995	0.01
Repeticiones	3	5209.687	1736.562	0.983	0.555
Error	9	15894.562	1766.062		
Total	15	57953.937			
C.V. %	34.32				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Bolsas	176 A				
Camas	163.75 A				
Tubos de 4"	83.25 AB				
Tubos de 6"	66.75 B				
Nivel de significancia p= 0.05					
Tukey = 92.874					

Cuadro 22 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable peso del fruto

Tratamiento s	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
	VI	VII	VIII	IX	X
Tubos de 4"	1.7	2.4	2.5	2.1	2.2
	1.7	2.3	1.4	1.9	1.8
Tubos de 6"	2.3	3.1	2.2	2.6	3.4
	2.4	2.4	2.7	2.6	2.4
Camas	4.8	4.5	4.3	5.1	4.8
	4.9	5.4	4.2	4.9	4.3
Bolsas	4.4	4.5	3.8	3.2	3.7
	2.9	3.4	2.8	3.5	3.9
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	42.616	14.205	86.035	0
Repeticiones	9	2.235	0.248	1.504	0.196
Error	27	4.458	0.165		
Total	39	49.31			
C.V. %	12.56				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Camas	4.72 A				
Bolsas	3.61 B				
Tubos de 6"	2.61 C				
Tubos de 4"	2 C				
Nivel de significancia p= 0.01					
Tukey = 0.6239					

Cuadro 23 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable diámetro del fruto

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
	VI	VII	VIII	IX	X
Tubos de 4"	6.14	8.02	7.95	7.34	8.32
	7.61	8.76	5.99	7.13	7.81
Tubos de 6"	7.07	9.27	7.4	7.63	8.51
	7.62	7.77	9.39	8.13	9.88
Camas	10.82	9.4	12.16	9.99	10.92
	11.39	9.84	10.93	10.14	10.34
Bolsas	8.81	9.4	8.18	9.52	11.1
	8.7	8.11	8.24	7.89	10.66
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	52.258	17.419	20.357	0
Repeticiones	9	9.177	1.019	1.191	0.339
Error	27	23.103	0.855		
Total	39	84.539			
C.V. %	10.44				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Camas	10.593 A				
Bolsas	9.061 B				
Tubos de 6"	8.267 BC				
Tubos de 4"	7.507 C				
Nivel de significancia p= 0.01					
Tukey = 1.42					

Cuadro 24 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable longitud del fruto

Tratamientos	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
	VI	VII	VIII	IX	X
Tubos de 4"	7	6.2	6	6.6	5.9
	5.4	4.9	5.5	5.5	5.8
Tubos de 6"	6.3	6	7.8	7	7.6
	7.1	7.4	5.2	6.9	4.4
Camas	7.9	9.5	8.1	7.6	8.6
	8.2	9	7	8	7.3
Bolsas	9.5	9.5	9.4	6.1	5.3
	6.4	8.5	6.5	8.6	7.4
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	31.91	10.636	10.502	0
Repeticiones	9	14.382	1.598	1.577	0.172
Error	27	27.346	1.012		
Total	39	73.639			
C.V. %	14.23				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Camas	8.12 A				
Bolsas	7.72 AB				
Tubos de 6"	6.57 BC				
Tubos de 4"	5.88 C				
Nivel de significancia p= 0.01					
Tukey =		1.545			

Cuadro 25 A. Concentración de datos y su análisis de varianza y prueba de

Tukey para la variable grosor del pericarpio

Tratamiento s	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	V
	VI	VII	VIII	IX	X
Tubos de 4"	1	1.09	1.27	1.31	1.22
	1.08	1.25	1.12	1.18	1.21
Tubos de 6"	1.42	1.39	1.56	1.61	1.12
	1.4	1.55	1.28	1.34	1.38
Camas	2.25	2.13	1.46	2.13	1.66
	2.01	2.22	1.76	1.94	2.18
Bolsas	1.41	1.54	1.64	1.75	1.93
	1.8	1.55	1.71	1.89	1.62
ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	3	3.605	1.201	34.168	0
Repeticiones	9	0.205	0.022	0.649	0.746
Error	27	0.949	0.035		
Total	39	4.76			
C.V. %	12.03				
TABLA DE MEDIAS					
Tratamientos	Medias				
Camas	1.974 A				
Bolsas	1.684 B				
Tubos de 6"	1.405 BC				
Tubos de 4"	1.173 C				
Nivel de significancia p= 0.01					
Tukey = 0.287					

