

**Evaluación de dos sustratos en la producción de tomate chonto (*Solanum*
Lycopersicum) variedad Rio Grande bajo sistema de huerta urbana
hidropónica en la ciudad de Ibagué**

Ejlale Abad Nieto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente

Agronomía

Ibagué

2019

**Evaluación de dos sustratos en la producción de tomate chonto (*Solanum*
Lycopersicum) variedad Rio Grande bajo sistema de huerta urbana
hidropónica en la ciudad de Ibagué**

Ejlale Abad Nieto

Trabado de investigación para optar el título de Agrónoma

**Director
Francisco Montealegre
Ingeniero Agrónomo**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente

Agronomía

Ibagué

2019

RESUMEN ANALITICO ESPECIALIZADO RAE

Tema	Agricultura urbana
Titulo	Evaluación de dos sustratos en la producción de tomate chonto (<i><u>Solanum Lycopersicum</u></i>) variedad Rio Grande bajo sistema de huerta urbana hidropónica en la ciudad de Ibagué
Autores	Ejlale Abad Nieto
Fuente bibliográfica	<p>FURLANI, P. 2003, Nutrición Mineral de Plantas en Sistemas Hidropónicos. Boletín informativo No. 21 Instituto Agronómico de Campinas, Sao Paulo, Brasil.</p> <p>RODRÍGUEZ, S. 2003. Forraje verde hidropónico. Memorias del Congreso Internacional de Hidroponía 2003. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.</p> <p>Howard, M. Resh, P. (1997). Cultivos Hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México.</p> <p>Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). Plant physiology. 3ra.Ed 758 pág. Sinauer Associates, Inc. Publisher.</p> <p>RESH HOWARD M. 1991. Hidroponics food production</p> <p>INCAP (s.f.) Huertos Hidropónicos como una alternativa de producción de hortalizas y vegetales en las escuelas (en red)</p>
Año	2019
Resumen	En la ciudad de Ibagué, zona Urbana, se evaluó la respuesta del cultivo de tomate chonto (<i><u>Solanum Lycopersicum</u></i>) variedad Rio Grande

	<p>en dos sustratos diferentes bajo sistema hidropónico, y un sustrato convencional de tierra como testigo, en total 3 sustratos con el fin de determinar el comportamiento de la planta en sus diferentes etapas de crecimiento, Para efectos del estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 1 tratamiento de arena, 1 tratamiento con sustrato de coco, 1 tratamiento con tierra y 16 repeticiones por tratamiento, en total 48 plantas, las variables evaluadas fueron: altura en las diferentes etapas vegetativas, diámetro del tallo basal, número de racimos por planta, rendimiento de tomates por planta</p> <p>La investigación determinó que no se observaron diferencias significativas entre el sustrato de coco y sustrato de arena, concluyendo así que los dos sustratos son funcionales como soporte mecánico en la producción de tomate bajo sistema hidropónico, referente al sustrato de tierra si se observa un rendimiento menor en comparación al sustrato de coco y de arena, en cuanto a las diferentes variables estudiadas</p>
Palabras claves	Hidroponía, Huerto, Solución nutritiva, Sustrato, Tomate chonto
Descripción del problema de investigación	Colombia, en la actualidad tiene problemas en las bases primarias de producción que se reflejan en la baja productividad y los elevados costos de producción, en cuanto a competencia esto genera limitantes algunas de las razones son falta de infraestructura, las barreras que enfrenta la zona rural para exponer su potencial productivo agrícola, y uno de los puntos más sensibles el adecuado uso de las tierras, la sobre explotación de los recursos hídricos, y la pobreza. Son algunos de los puntos que aquejan a la agricultura en términos generales en Colombia

	<p>Se estima que Colombia es uno de los países con mayor potencial de expansión de tierras para uso agrícola en el mundo, según la FAO, Colombia se ubica en el puesto 25 entre 223 países en la evaluación del potencial de expansión del área agrícola sin afectar el área de bosque natural (SAC, 2012). Este potencial de crecimiento, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se estima en 10 millones de hectáreas, dentro de las que se encuentran áreas no aprovechadas y otras que tradicionalmente se han utilizado sin atender criterios de vocación productiva.</p> <p>El acceso de la población rural a tierras de buena calidad es limitado, las tierras planas con buena agua e infraestructura son utilizadas en una ganadería poco productiva, la problemática social debido al conflicto, el desplazamiento, entre 1980 y julio de 2010 434.100 familias desplazadas se vieron obligadas a abandonar vender o entregar forzosamente 6.638.195 hectáreas (Perry, 2010)</p>
Objetivo general	Determinar la viabilidad de dos sustratos diferentes bajo condiciones hidropónicas en el comportamiento del tomate chonto (<i>Solanum Lycopersicum</i>) en etapa fenológica
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Observar la diferencia en el diametro del tallo basal en las diferentes etapas de crecimiento de las plantas en los sustratos de coco y arena • Determinar la diferencia entre los sustratos de coco y de arena, con respecto al número de racimos por planta en etapa productiva • Precisar cantidad de tomates por racimo en etapa de maduración en los sustratos de arena, coco • Determinar diferencias entre los sustratos hidropónicos y el convencional en cuanto altura en las diferentes etapas de crecimiento
Metodología	Investigación con bloques completamente al azar,

	<p>con 16 plantas por tratamiento con un total de 48 plantas a evaluar, tratamiento 1 sustrato de arena 16 plantas, tratamiento 2 sustrato de coco 16 plantas, tratamiento 3 (Testigo) sustrato tierra 16 plantas, cultivo tomate chonto (<u><i>Solanum Lycopersicum</i></u>), semilla Oro verde, variedad Rio grande, sustratos a evaluar: Arena Sustrato de coco</p> <p>Solución nutritiva: Sales minerales</p> <p>Insecticidas y fungicidas: Purines a base de plantas, para prevención de plagas y enfermedades con aplicaciones cada 5 días de forma rotativa, la toma de datos de las variables a estudiar se realizo cada 30 días después del trasplante</p>
<p>Conclusiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No se observó diferencia respecto a diametro de tallo basal en los sustratos de coco y arena en las diferentes etapas. • El número de racimos por planta obtuvo un resultado sin diferencias entre los dos sustratos en etapa productiva. • La cantidad de tomates por racimo fue mayor en el sustrato de coco en comparación al de arena, dando en promedio el de coco 7 tomates por planta y 5 tomates por planta en el sustrato de arena • Fueron predominantes las diferencias del testigo (sustrato tierra) en comparación con el sustrato de coco y de arena, dando porcentajes más bajos en etapa vegetativa, reproductiva y maduración. • En términos generales no se observaron diferencias significativas entre el sustrato de coco y de arena, en etapa fenológica de las plantas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos el sistema hidroponico urbano es una opción viable para cultivar

	en casa, tanto si se trabaja en sustrato de coco como arena para tomate chonto (<i>Solanum lycopersicum</i>)
--	--

Agradecimientos

Agradezco al universo por darme el valor, la fortaleza y la tenacidad para lograr la meta de terminar mi carrera profesional.

A todas las personas que de una u otra forma hicieron parte de este proceso, infinitas gracias.

Ejlale Abad Nieto

Nota aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Ibagué, Tolima octubre de 2019

Evaluación de dos sustratos en la producción de tomate chonto (*solanum lycopersicum*) variedad Rio Grande bajo sistema de huerta urbana hidropónica en la ciudad de Ibagué

Resumen

En la ciudad de Ibagué, zona Urbana, se evaluó la respuesta del cultivo de tomate chonto (*solanum lycopersicum*) variedad Rio Grande en dos sustratos diferentes bajo sistema hidropónico, y un sustrato convencional de tierra como testigo, en total 3 sustratos con el fin de determinar el comportamiento de la planta en sus diferentes etapas de crecimiento, Para efectos del estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 1 tratamiento de arena, 1 tratamiento con sustrato de coco, 1 tratamiento con tierra y 16 repeticiones por tratamiento, en total 48 plantas, las variables evaluadas fueron: altura en las diferentes etapas vegetativas, diámetro del tallo basal, numero de racimos por planta, rendimiento de tomates por planta

La investigación determino que no se observaron diferencias significativos entre el sustrato de coco y sustrato de arena, concluyendo así que los dos sustratos son funcionales como soporte mecánico en la producción de tomate bajo sistema hidropónico, referente al sustrato de tierra si se observe un rendimiento menor en comparación al sustrato de coco y de arena, en cuanto a las diferentes variables estudiadas

PALABRAS CLAVE: Hidroponía, huerto, solución nutritiva, sustrato, tomate chonto

Evaluation of two substrates in the production of tomato chonto (*solanum lycopersicum*) Rio Grande variety under urban hydroponic garden system in the city of Ibague

Summary

In the city of Ibague, Urbana area, the response of tomato cultivation chonto (*solanum lycopersicum*) variety Rio Grande was evaluated in two different substrates under hydroponic system, and a conventional soil substrate as a control, in total 3 substrates in order to determine the behavior of the plant in its different growth stages. For the purposes of the study a randomized complete block design (DBCA) with 1 sand treatment, 1 treatment with coconut substrate, 1 treatment with soil and 16 repetitions per treatment, in total 48 plants, the variables evaluated were: height in the different vegetative stages, diameter of the basal stem, number of bunches per plant, yield of tomatoes per plant

The investigation determined that no significant differences were observed between the coconut substrate and sand substrate, thus concluding that the two substrates are functional as a mechanical support in tomato production under a hydroponic system, referring to the soil substrate if a lower yield was observed compared to the coconut and sand substrate, in terms of the different variables studied

KEY WORDS: Hydroponics, Orchard, Nutrient solution, Substrate, Chonto tomato

Tabla contenido

Introducción	14
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación del problema	16
1.3 Objetivo general.....	17
1.4 Objetivos específicos	17
Revisión literaria.....	18
2.1 Hidroponía	18
2.2 Sistemas hidropónicos	19
2.3 Ventajas y desventajas de la hidroponía	20
2.4 Importancia del tomate a nivel mundial.....	21
2.5 Sustratos.....	21
Fibra de coco.....	22
Arena.....	22
2.6 Descripción morfológica del tomate.....	23
2.7 Requerimiento agro-climático del tomate.....	23
Metodología de la investigación	25
3.1 Datos generales	26
3.2 Ubicación características geográficas y climatológicas del sitio experimental	26
3.3 Diseño experimental	26
3.4 Características climatológicas en los meses de ago, sep., oct, nov.....	27
3.5 Material de insumos.....	27
Resultados	28
Tabla 2. Resultados variables 30 días después del trasplante.....	28
Tabla 3. Resultados variables 60 días después del trasplante.....	30
Tabla 4. Resultados variables 90 días después del trasplante.....	31
Conclusiones.....	37
Recomendaciones	38
Lista de referencias	39

Capítulo 1

Introducción

La necesidad de acrecentar la producción de alimentos de tipo vegetal, el mal uso de las tierras, la escases de agua en la producción agrícola y la degradación ambiental son algunas de las causas que estimulan a buscar alternativas diferentes a las convencionales para el desarrollo de una agricultura sostenible a nivel global.

En los últimos años se ha apostado a la hidroponía a un nivel comercial en diferentes países, la hidroponía es una tecnología para desarrollar plantas en solución nutritiva (SN) (agua y fertilizantes), con o sin el uso de un medio artificial (arena, grava, vermiculita, lana de roca, etc.) para proveer soporte mecánico a la planta.

Los sistemas hidropónicos han sido clasificados como abierto (una vez que la SN es aplicada a las raíces de las plantas, ésta no es reusada), o cerrado (la SN excedente es recuperada, regenerada y reciclada) (Jensen y Collins, 1985).

La posibilidad de cultivar plantas en medio hidropónico, en zonas urbanas constituye un índice bien elocuente de la atracción que lleva implícita la Hidroponía, en algunas regiones de Colombia va aumentando significativamente esta modalidad de cultivo, en flores, forraje para ganado y hortalizas.

La agricultura urbana es una modalidad cautivante por igual tanto para el hombre como para la mujer y el niño de la ciudad, que se entretienen y embelesan con la huerta instalada en un rincón soleado del balcón, del patio o la terraza de su casa, con el valor agregado de tener la posibilidad de consumir todos los días en su mesa hortalizas frescas. A si pues en el hogar, en los colegios, en la horticultura, está latente la necesidad ahondar en este tipo de huertos Hidropónicos, ya que constituyen herramientas validas en el mejoramiento de la salud y cuidado del medio ambiente.

Enfatizar en este tipo de proyectos de investigación que validen y corroboren las ventajas de apostarle a nuevas alternativas de producción agrícola como la hidroponía, de esta manera ampliar los conocimientos necesarios para la implementación y posicionamiento de estas técnicas agrícolas, donde van implícitos unos puntos claves, como soluciones nutritivas, infraestructura y viabilidad de los diferentes sustratos en la producción de las plantas en su etapa fenológica

1.1 Planteamiento del problema

Colombia, en la actualidad tiene problemas en las bases primarias de producción que se reflejan en la baja productividad y los elevados costos de producción, en cuanto a competencia esto genera limitantes algunas de las razones son falta de infraestructura, las barreras que enfrenta la zona rural para exponer su potencial productivo agrícola, y uno de los puntos más sensibles el adecuado uso de las tierras, la sobre explotación de los recursos hídricos, y la pobreza. Son algunos de los puntos que aquejan a la agricultura en términos generales en Colombia

Se estima que Colombia es uno de los países con mayor potencial de expansión de tierras para uso agrícola en el mundo, según la FAO, Colombia se ubica en el puesto 25 entre 223 países en la evaluación del potencial de expansión del área agrícola sin afectar el área de bosque natural (SAC, 2012). Este potencial de crecimiento, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se estima en 10 millones de hectáreas, dentro de las que se encuentran áreas no aprovechadas y otras que tradicionalmente se han utilizado sin atender criterios de vocación productiva.

El acceso de la población rural a tierras de buena calidad es limitado, las tierras planas con buena agua e infraestructura son utilizadas en una ganadería poco productiva, la problemática social debido al conflicto, el desplazamiento, entre 1980 y julio de 2010 434.100 familias desplazadas se vieron obligadas a abandonar vender o entregar forzosamente 6.638.195 hectáreas (Perry, 2010)

1.2 Justificación del problema

Con el fin de mejorar la competitividad del sector a través de mayores rendimientos, calidad y posicionamiento de los diferentes mercados, es importante la incorporación de nuevas técnicas que aumenten la capacidad de producción y comercialización de los diferentes sistemas de productivos.

Según el Departamento Nacional de Planeación (2007), el incremento de la productividad agropecuaria y el desarrollo de sistemas productivos altamente competitivos requieren del uso eficiente de los factores productivos primarios como también el desarrollo de procesos de innovación tecnológica que permitan incrementar rendimientos de producción.

La investigación debe centrarse en fortalecer las ventajas competitivas, en lugar de insistir en políticas centradas en subsidios que no reducen la pobreza rural. (Botero, 2012)

1.3 Objetivo general

Determinar la viabilidad de dos sustratos diferentes bajo condiciones hidropónicas en el comportamiento del tomate chonto (*solanum lycopersicum*) en etapa fenológica

1.4 Objetivos específicos

- Observar la diferencia en el diametro del tallo basal en las diferentes etapas de crecimiento de las plantas en los sustratos de coco y arena
- Determinar la diferencia entre los sustratos de coco y de arena, con respecto al número de racimos por planta en etapa productiva
- Precisar cantidad de tomates por racimo en etapa de maduración en los sustratos de arena, coco
- Determinar diferencias entre los sustratos hidropónicos y el convencional en cuanto altura en las diferentes etapas de crecimiento

Capítulo 2

Revisión literaria

2.1 Hidroponía

Hidroponía, es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. La hidroponía permite en estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, etc. A partir de este concepto se desarrollaron técnicas que se apoyan en sustratos (medios que sostienen a la planta), o en sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes, sin perder de vistas las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes.

Se inicia con el crecimiento de plantas en los océanos primigenios y otras grandes masas de agua, y data aproximadamente desde el tiempo que la tierra fue creada. El cultivo hidropónico es anterior al cultivo en tierra. Como herramienta de cultivo manejado por el hombre, muchos creen que empezó en la antigua Babilonia, en los famosos Jardines Colgantes que se conocen como una de las Siete Maravillas del Mundo Antigo, en lo que probablemente fuera uno de los primeros intentos exitosos de cultivar plantas sin suelo.

Además, existen referencias que esta técnica fue utilizada en la antigua China, India, Egipto, también la cultura Maya la utilizaba, y existen notas que fue utilizada por algunas tribus asentadas en el lago Titicaca; desarrollándose mucho más tarde a niveles muy elevados, en países con limitaciones serias de suelo y agua. Como la posible primera experiencia de cultivo hidropónico, hacia el año 600 A. C., el Rey Nabucodonosor II (Rey de los Caldeos), quiso hacer un regalo a su esposa Amytis, que añoraba el paisaje montañoso y verde del norte de Media (Oriente Medio) de donde procedía. Para demostrar su amor por ella Nabucodonosor II mandó a construir nada menos que los conocidos como Jardines Colgantes de Babilonia, aunque nunca se imaginó que estaba construyendo una de las Siete Maravillas del Mundo Antigo.

De igual forma, los Jardines Flotantes de China, son considerados ejemplos hidropónicos, al igual que las formas de cultivo que se emplearon en Cachemira. Se afirma también, que existen jeroglíficos egipcios, de cientos de años AC que describen el cultivo de plantas en agua a lo largo del Nilo a través de un primitivo esquema hidropónico.

Actualmente, más del 70% de la vegetación existente en el planeta es hidropónica, ya que un elevado porcentaje crece naturalmente en los océanos y otros cuerpos de agua.

2.2 Sistemas hidropónicos

Existen diferentes sistemas hidropónicos, desde el más sencillo manual o semiautomático, hasta los más sofisticados completamente automatizados Rodríguez Delfín. Ea al (2004)

- Recirculante o NFT

Este sistema consiste en hacer recircular en forma permanente una película fina constituida por una determinada cantidad de solución nutritiva permite absorción de nutrientes y del agua durante el periodo vegetativo de la planta. Esta película no deberá alcanzar una altura superior a los 5 o 7 centímetros desde la base del contenedor Sampeiro Ruiz G (1997)

- Raíz flotante

Se hace en un medio líquido que contiene agua y sales nutritivas en baja concentración (7 cm³ de solución nutritiva por cada 1 000 cm³ de agua). Este sistema es muy conveniente para el cultivo de albahaca, apio, berro, escarola y varios tipos de lechuga, con excelentes resultados en ahorro de tiempo y rendimientos por cada metro cuadrado cultivado. En el sistema de raíz flotante las raíces crecen dentro de la solución nutritiva. Las plantas están sostenidas sobre una lámina de icopor con la ayuda de un cubito de esponja; el conjunto de lámina y plantas flota sobre la superficie del líquido. Este sistema se recomienda para climas frescos porque en los climas muy calientes, el oxígeno (indispensable para que las raíces respiren y tomen los nutrientes) se evapora con mayor rapidez. Marulanda Tabares CH. (2003)

- Riego por goteo

La solución nutritiva y el agua son suministradas a cada planta a través de goteros conectados en mangueras de goteo de polietileno de color negro. El riego se hace aplicando pequeñas cantidades de solución nutritiva directamente en la zona radicular. El sistema es muy usado para la producción de cultivos de fruto como tomate, pimiento, melón, pepinillo y sandía. Riego por goteo. Universidad nacional agraria la molina UNALM (2005)

2.3 Ventajas y desventajas de la hidroponía

HIDROPONIA	
Ventajas sistema hidropónico según (Vera 2008)	Desventajas sistema hidropónico según (Beltrano <i>et al</i>, 2015)
<ul style="list-style-type: none"> • Cultivos libres de parásitos, bacterias y hongos 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo inicial es elevado
<ul style="list-style-type: none"> • Permite producir cosechas todo el año 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere tener un conocimiento amplio sobre esta técnica de cultivo
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor producción en menos espacio 	<ul style="list-style-type: none"> • Las plantas son más susceptibles a cualquier cambio. En la producción a campo abierto el suelo juega un papel fundamental como amortiguador. Por tal motivo las plantas en suelo tienen una mayor capacidad para tolerar cambios bruscos.
<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de agua en la hidroponía se aprovecha mejor el agua. Para ello se instalan sistemas de riego cerrados, en los cuales se recircula el agua una y otra vez pasando por métodos de purificación. • Amigable con el medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • El cuidado de todos los detalles es indispensable, El hecho de adoptar la hidroponía como sistema de cultivo no facilitará la vida de los productores como muchos suponen. En lugar de eso requerirá de mayor atención que el cultivo en suelo.
<ul style="list-style-type: none"> • Se evita maquinaria agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> • El cuidado de todos los detalles es indispensable
<ul style="list-style-type: none"> • Se evita sobre explotación de los suelos agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas son demasiado dependientes y susceptibles

2.4 Importancia del tomate a nivel mundial

El tomate es una de las principales hortalizas cultivadas en el mundo por su alto valor económico. China lidera el ranking con una producción de 50.125 millones de kilos, el 31% del total, el Segundo lugar lo ocupa India con 17.500 millones de kilos el 10,82%, Estados Unidos en tercer lugar con una producción de 13.206`95 millones de kilos, el 8`16% del total.

Observando los 30 países mayores productores de tomate a nivel mundial, vemos que el que obtiene un mayor rendimiento es Holanda, con 47`6 kilos por metro cuadrado, el Segundo lugar es para Portugal con 9`04 kilos por metro cuadrado, y como datos oficiales de la FAO relativos a la producción total el tercer lugar es para Estados Unidos en cuanto a rendimiento que obtiene 8`80 kilos por metro cuadrado, (Hortoinfo.es).

2.5 Sustratos

La producción de cultivos en sustratos es un sistema donde la planta desarrolla su sistema radical en un medio confinado, en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo.

El término sustrato en la agricultura se aplica a todo material sólido, natural o de síntesis distinto al suelo in situ, que colocado en un contenedor o bolsa, en forma pura o mezcla, permite el desarrollo del sistema radicular y el crecimiento del cultivo que puede intervenir o no en la nutrición de la planta (Castellanos y Vargas, 2009).

Una ventaja importante de los sustratos con respecto al cultivo en suelo, es que los sustratos tienen una alta porosidad (>85%), de la cual una buena porción está en forma de macro poros; mientras que en el suelo la porosidad total en algunas ocasiones puede alcanzar un 50% en suelos bien drenados (meso poros y micro poros) (Díaz, 2004).

Fibra de coco

Es un subproducto de la industria copera, que se genera después de que el mesocarpio fibroso del coco ha sido procesado para obtener las fibras más largas, que se destinan a la fabricación de cuerdas para la tapicería, etc. Mientras que las cortas y el polvo se utilizan como sustrato. Las fibras de coco presentan una densidad media de 0.09 g/cm, capacidad de retención de agua con un valor medio de 63%, capacidad de aireación media 32%, agua fácilmente disponible de un 25%. (Castellanos y Vargas, 2009). Este sustrato es muy utilizado en Hidroponía ofrece algunas ventajas para la producción en este sistema.

Estas son algunas de las características físicas y químicas que ofrece este sustrato:

pH:	5,5-6,5
Conductividad eléctrica:	< 0,8 ms/cm
Porcentaje de aireación:	10-40 %
Capacidad de retención de agua:	25-50 %
CIC (capacidad de intercambio catiónico):	70-100 meq/100 g
C/N (relación carbono nitrógeno):	80:1
Contenido en celulosa:	20-30 %

Arena

Es un material de naturaleza silíceo ($\text{SiO}_2 > 50\%$) y de composición variable que depende de los componentes de la roca silicatada original (Abad et al., 2004). Se consideran arenas, todos aquellos materiales cuyas partículas van de 0.05 a 2 mm de diámetro. La densidad aparente de este material es superior a 1.5 g cm⁻³ y en general el espacio poroso total es muy similar al de los suelos, y está en el orden de 50%, Las partículas con diámetro inferior de 0.5 mm presentan una buena capacidad de retención de agua, por lo contrario partículas con diámetro mayor a 0.5 mm presentan una mejor capacidad de aireación y menor capacidad de retención de agua (Castellanos y Vargas, 2009). La arena impide movimientos ascendentes del agua, lo que evita el traslado de sales del suelo natural subyacente. La arena disminuye la evaporación, evita el desarrollo

de malas hierbas, mejora la aireación de la zona radicular y aumenta la temperatura del sustrato (Baudoín and Nisen, 2002).

2.6 Descripción morfológica del tomate

- **Las flores** son perfectas, pentámeras o hexámeras, los estambres se encuentran soldados entre sí, formando un cono estaminal alrededor del pistilo, cuyo estigma, en la mayoría de los casos se encuentra por debajo de la superficie del cono estaminal, con lo cual se asegura la autopolinización
- **Las hojas** son compuestas, imparipinadas y usualmente recubiertas de una fina vellosidad, los bordes de las hojas son lobulados
- **El fruto** es una baya de forma y tamaño variable, dependiendo del número de lóculos que van desde 1 a 10. Mac Guillivray y Ford consideran el fruto dividido en 5 partes: pared externa e interna, tejido locular, pulpa gelatinosa, piel y semillas.
- **Los tallos** y ramas son de consistencia herbácea, por lo cual la planta no se sostiene por sí sola, siendo necesario el empleo de tutores para su cultivo
- El tipo de **raíz** depende del sistema del cultivo, así los tomates sembrados en forma directa tienen un sistema radicular pivotante, profundo y poco ramificado, en tanto que los sembrados para trasplante poseen raíces superficiales y ramificadas **semillas** Según Hawthorn y pollard la semilla es ligeramente pubescente y aplanada, el embrión está colocado en espiral embebido por el endospermo, en un fruto se pueden encontrar hasta 100 y 300 semillas

2.7 Requerimiento agro-climático del tomate

- **Clima**

Las plantas de tomate es un cultivo de clima cálido que prospera bien en un amplio régimen de pisos bioclimáticos (0 – 2000 msnm)

- **Temperatura**

Esta hortaliza se produce mayor a temperaturas mensuales promedios de 21 a 25 °C. Sin embargo, en nuestro país Colombia existen siembras comerciales a temperaturas bajas (16 – 19 °C) y altas (27 – 30 °C). La temperatura y humedad relativas altas, favorecen los

ataques de enfermedades del follaje. Las temperaturas altas nocturnas ($> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$) producen la caída de las flores o heterostilia (esterilización de la flor) debido a fallas en la polinización de las mismas, esto es debido al alargamiento del pistilo que impide la polinización del estigma. Por otro lado, temperaturas inferiores a $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ afectan la producción de polen, originándose frutos partenocarpicos. La maduración del fruto es muy influenciada por temperaturas que afectan tanto la precocidad y como la coloración

- **Humedad**

La humedad relativa por su lado, debe ser inferior al 90 %, valores superiores favorecen las enfermedades fúngicas. Se consideran como óptimos valores de humedad relativa entre 70 y 80 %. En condiciones de baja humedad relativa la tasa de transpiración crece, lo que acarrea estrés hídrico, cierre estomático y reducción de la fotosíntesis en las fases de fructificación. Valores extremos de humedad con baja iluminación reducen el cuajo de tomates y la reducción en la viabilidad del polen.

- **Radiación solar**

La planta de tomate es insensible al foto periodo (entre 8 y 16 horas), aunque requiere de buena iluminación. Una iluminación ilimitada reduce la fotosíntesis neta, lo que implica una mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia negativa en el desarrollo vegetativo de la planta y los procesos de floración, fecundación, y acumulación de ácido ascórbico. Los valores de radiación giran en torno a los $0,86\text{ MJ/m}^2$, el cual es considerado un umbral mínimo para la floración y cuajado.

Capítulo 3

Metodología de la investigación

Investigación con bloques completamente al azar, con 16 plantas por tratamiento con un total de 48 plantas a evaluar

Tratamiento 1 sustrato de arena 16 plantas

Tratamiento 2 sustrato de coco 16 plantas

Tratamiento 3 (Testigo) sustrato tierra 16 plantas



90 días después del trasplante

Bloque 1 tratamientos arena

Bloque 2 tratamientos coco

Bloque 3 tratamientos tierra

3.1 Datos generales

Cultivo: Tomate chonto
Variedad: Rio grande
Fecha de siembra: 4 agosto del 2018
Fecha de trasplante: 24 agosto 2018

3.2 Ubicación características geográficas y climatológicas del sitio experimental

Departamento: Tolima
Municipio: Ibagué
Ubicación: Zona urbana
Coordenadas: - Norte: 4° 26' 26.817"
- Oriente: 75° 11' 12.224"
- Latitud: 4, 4407824

3.3 Diseño experimental

Diseño: bloques completamente al azar
Tamaño del experimento: 4x4 = 16 m²
De tratamientos: 3 tratamientos de arena, coco, tierra
De repeticiones: 16
De unidades experimentales: 48

R7	R8	R15	R16	R7	R8	R15	R16	R7	R8	R15	R16
R5	R6	R13	R14	R5	R6	R13	R14	R5	R6	R13	R14
R3	R4	R11	R12	R3	R4	R11	R12	R3	R4	R11	R12
R1	R2	R9	R10	R1	R2	R9	R10	R1	R2	R9	R10
		T1				T2				T3	
		Arena				Sustrato coco				Tierra (testigo)	

3.4 Características climatológicas en los meses de ago, sep., oct, nov

Promedio temperatura: Baja: 18,9°C

Alta: 28,5°C

Promedio humedad relativa: 75%

Precipitación media: 155mm

Horas sol: 5.4 h

3.5 Material de insumos

Semilla: Oro verde, variedad Rio grande

Bolsas de siembra: Bolsa plástica de 30 x 30 capacidades 9 litros de sustrato

Sustratos a evaluar: - Arena

-Sustrato de coco

Solución nutritiva: Sales minerales



Solución nutritiva madre

Plástico para invernadero: 20 m2

Insecticidas y fungicidas: Purines a base de plantas

Capítulo 4

Resultados

DATOS 30 DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE

VARIABLES	ALTURA	# HOJAS	DIAMETRO TALLO
ARENA	19	36	2,4
COCO	18	26	2,3
TIERRA	12	15	1,5

Tabla 2. Resultados variables 30 días después del trasplante

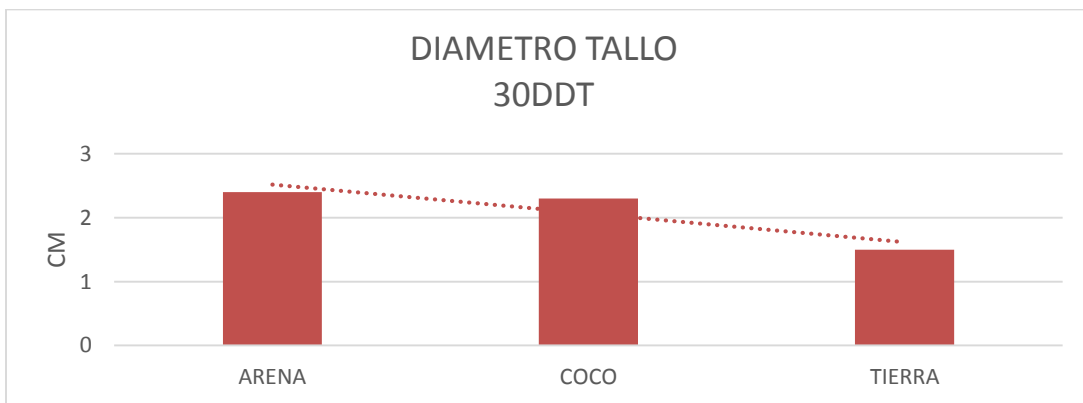
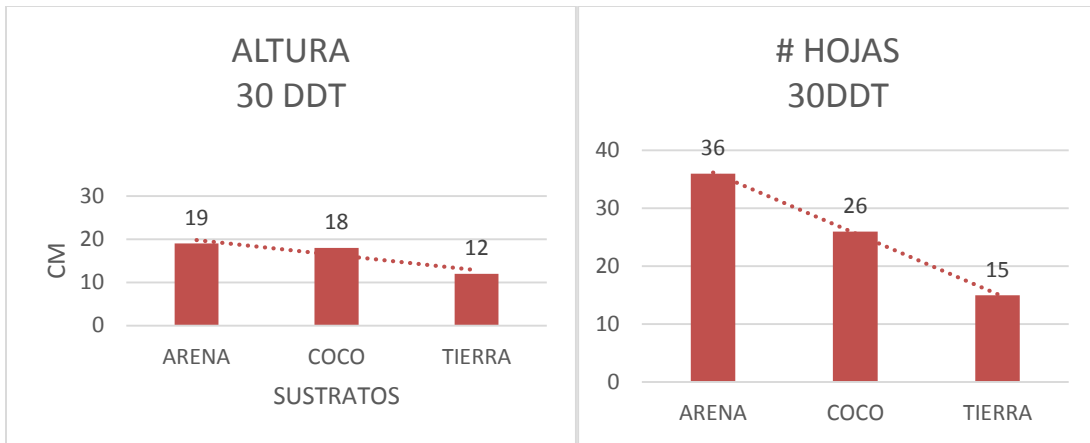


Sustrato coco 30 días después trasplante

Sustrato arena 30 días después trasplante

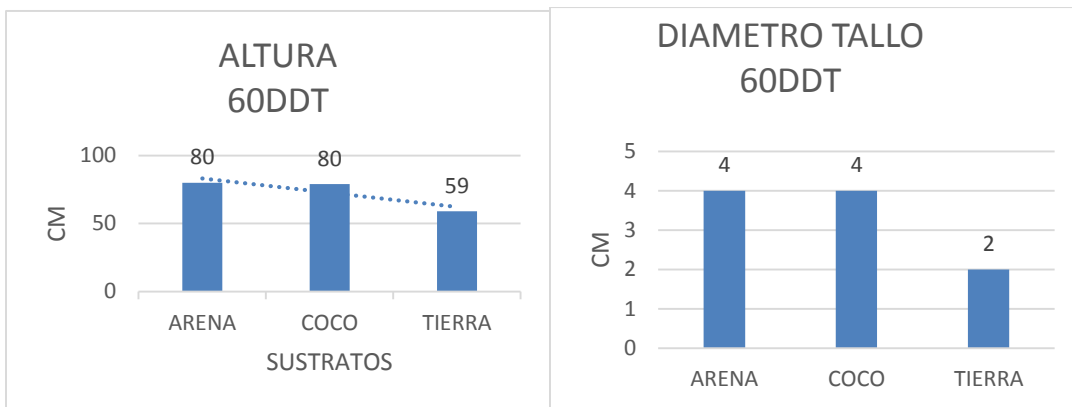


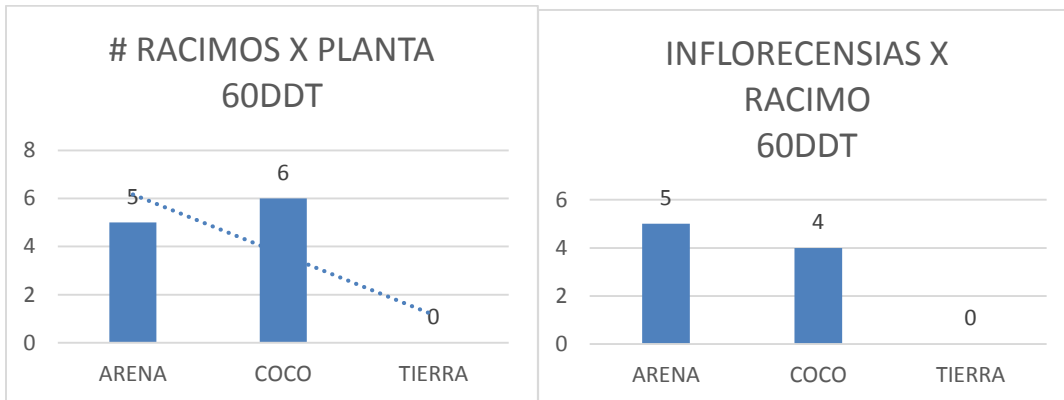
Sustrato tierra 30 días después del trasplante



DATOS 60 DIAS DESPUES DEL TRANSPLATE				
VARIABLES	ALTURA	DIAMETRO TALLO	# RACIMOS X PLANTA	INFLORESCIENCIAS X RACIMO
ARENA	80	4	5	5
COCO	80	4	6	4
TIERRA	59	2	X	X

Tabla 3. Resultados variables 60 días después del trasplante





DATOS 90 DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE				
	ALTURA	DIAMETRO TALLO	# RACIMOS X PLANTA	TOMATES X RACIMO
ARENA	113	4,8	7	5
COCO	119	5	7	7
TIERRA	74	3	3	2

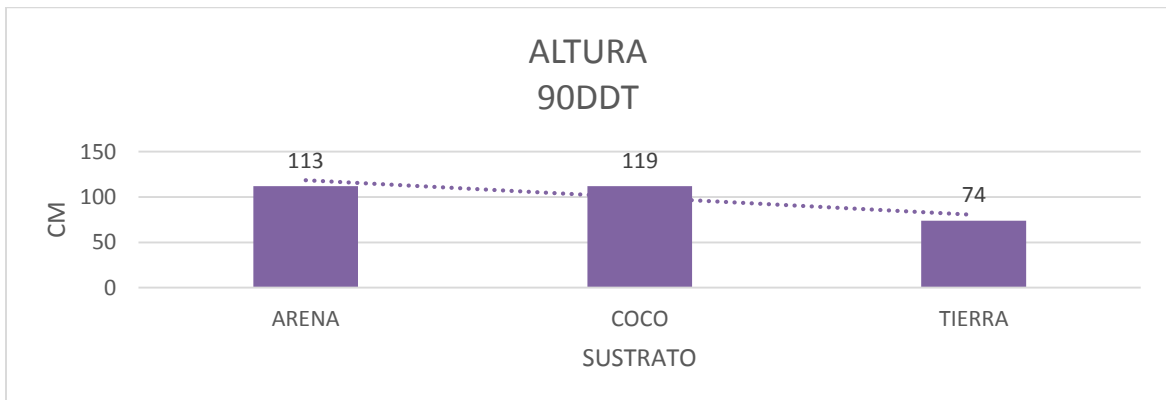
Tabla 4. Resultados variables 90 días después del trasplante



Bloque 1 tratamiento arena 90 días después del trasplante



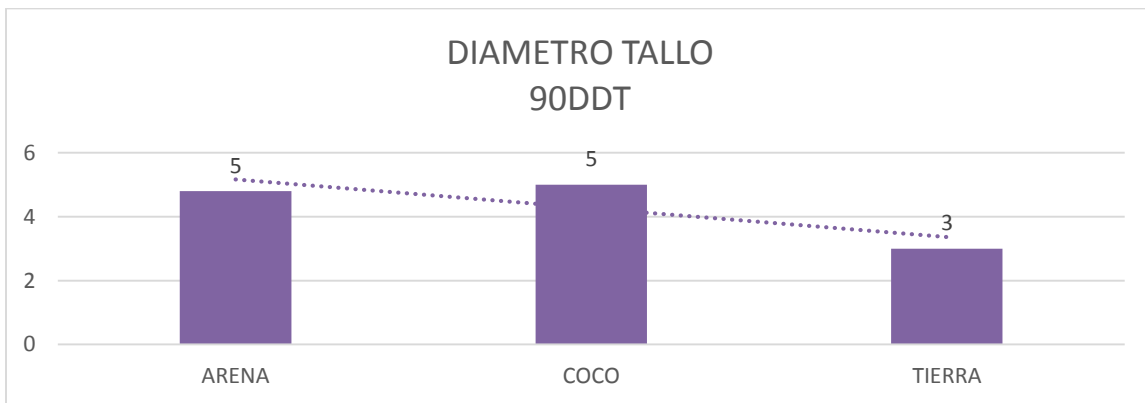
Cosecha tratamiento sustrato arena



Análisis de varianza resultado cosecha

Análisis de varianza de un factor				
RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	16	1815	113,4375	240,2625
Columna 2	16	1911	119,4375	16,3958333
Columna 3	16	1184	74	101,2
ANÁLISIS DE VARIANZA				
Origen de la variación	Suma de cuadrados	Libertad de los cuadrados	F	Probabilidad crítica para F
Entre grupos	19498,0417	2	9749,02083	81,7280465
Dentro de los grupos	5367,875	45	119,286111	0,00
Total	24865,9167	47		3,20431729

H₁: se determina que si existen diferencias en la altura de las Plantas en los tres sustratos

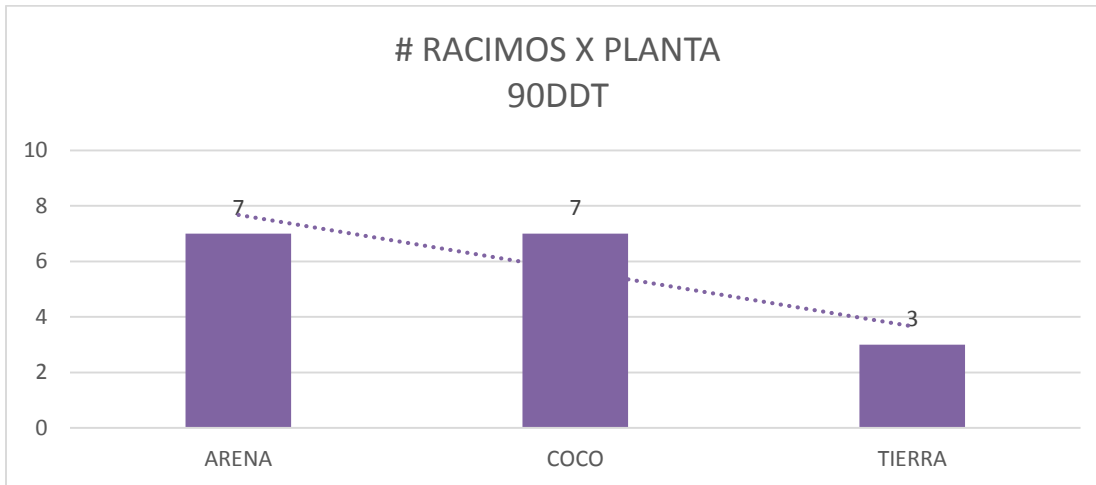


Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	16	72	4,5	0,53333333		
Columna 2	16	80	5	0,13333333		
Columna 3	16	50	3,125	0,11666667		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de la variación de cuadrados de libertad de los cuadrados				F	Probabilidad crítica para F	
Entre grupos	30,1666667	2	15,0833333	57,7659574	0,00	3,20431729
Dentro de los	11,75	45	0,26111111			
Total	41,9166667	47				

$$57,76 > 3,20$$

Valor calculado (57,76) es mayor que el valor crítico (3,20) por tanto se desecha la hipótesis nula H_0

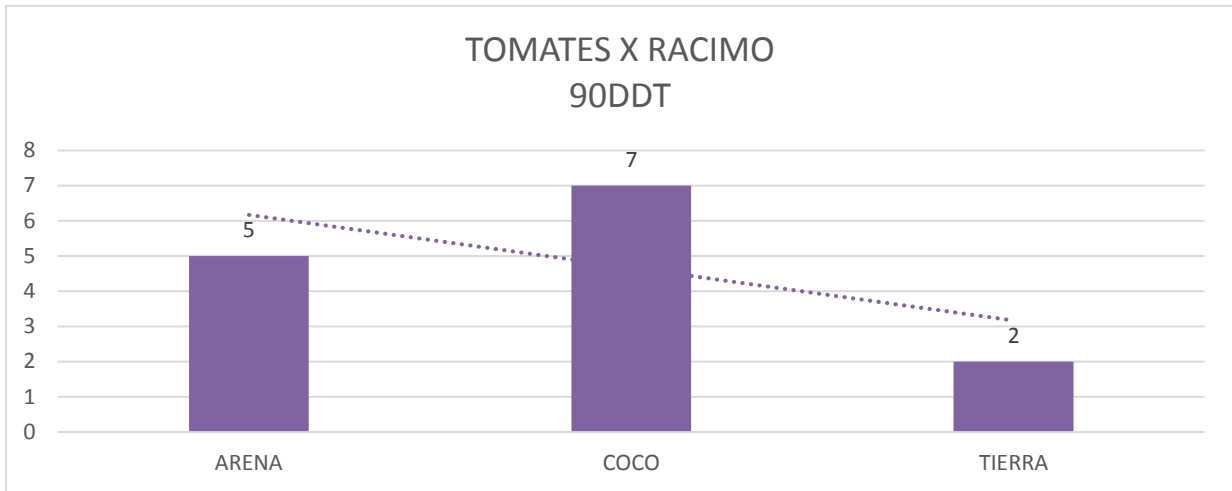
H_1 : se determina que si existen diferencias en el diámetro del tallo de las Plantas en los tres sustratos



Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Arena	15	99	6,6	2,25714286		
Coco	15	105	7	3		
Tierra	8	24	3	0,28571429		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de la variación	de cuadrados de libertad	de los cuadrados	F	Probabilidad	crítico para F	
Entre grupos	92,4	2	46,2	21,3888889	0,00	3,26742352
Dentro de los grupos	75,6	35	2,16			
Total	168	37				

H₁: Hipótesis alternativa, se rechaza la hipótesis nula, uno de los sustratos muestran diferencias, el intervalo de confianza, no incluye el cero por lo tanto existe una diferencia en uno de los tratamientos.

Menos racimos por planta en el sustrato 3



Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	15	79	5,26666667	1,06666667		
Columna 2	15	71	4,73333333	0,63809524		
Columna 3	5	11	2,2	0,2		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de la variación	de cuadrados	de libertad	de los cuadrados	F	Probabilidad	crítica para F
Entre grupos	35,7333333	2	17,8666667	23,1783784	0,00	3,29453682
Dentro de los grupos	24,6666667	32	0,77083333			
Total	60,4	34				

H_1 : Hipótesis alternativa Probabilidad es menor que Alfa,

$0,00 < 0,05$ rechaza hipótesis nula

Se muestran diferencias en la cantidad de Tomates por racimo en los tres sustratos

Conclusiones

- No se observó diferencia respecto a diametro de tallo basal en los sustratos de coco y arena en las diferentes etapas.
- El número de racimos por planta obtuvo un resultado sin diferencias entre los dos sustratos en etapa productiva.
- La cantidad de tomates por racimo fue mayor en el sustrato de coco en comparación al de arena, dando en promedio el de coco 7 tomates por planta y 5 tomates por planta en el sustrato de arena
- Fueron predominantes las diferencias del testigo (sustrato tierra) en comparación con el sustrato de coco y de arena, dando porcentajes más bajos en etapa vegetativa, reproductiva y maduración.
- En términos generales no se observaron diferencias significativas entre el sustrato de coco y de arena, en etapa fenológica de las plantas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos el sistema hidropónico urbano es una opción viable para cultivar en casa, tanto si se trabaja en sustrato de coco como arena para tomate chonto (*Solanum lycopersicum*)

Recomendaciones

- En trabajo de campo en producciones masivas es recomendable utilizar un sistema de riego sistematizado, por goteo con este sistema el ahorro de agua es muy valioso, para mantener el sustrato húmedo y la planta absorba los nutrientes cuando lo requiera
- El desconocimiento del manejo agronómico del cultivo puede reducir los rendimientos, el éxito depende más del conocimiento del manejo agronómico como clima apropiado para el cultivo, siembra, riegos, control de plagas y enfermedades que el conocimiento de la técnica. Manejo y experiencia La falta de experiencia en el manejo de las soluciones nutritivas pueden alterar su composición y afectar propiedades organolépticas del cultivo
- El número de plantas es limitado solamente por la iluminación; así pues, es posible una mayor densidad de plantación; lo cual dará como resultado una mayor cosecha por unidad de supe

Lista de referencias

FURLANI, P. 2003, Nutrición Mineral de Plantas en Sistemas Hidropónicos. Boletín informativo No. 21 Instituto Agronómico de Campinas, Sao Paolo, Brasil.

Howard, M. Resh, P. (1997). Cultivos Hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México.

INCAP (s.f.) Huertos Hidropónicos como una alternativa de producción de hortalizas y vegetales en las escuelas (en red) Publisher.

RESH HOWARD M. 1991. Hidroponics food production.

RODRÍGUEZ, S. 2003. Forraje verde hidropónico. Memorias del
Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). Plant physiology. 3ra.Ed 758 pág. Sinauer Associates, Inc.
Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

