

## Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) con sustratos inertes

Juan Asdrúbal Flores-Pacheco<sup>1</sup>

Yenmi Murillo<sup>2</sup>

Ruddy Oporta<sup>3</sup>

Carlos Flores Pacheco<sup>4</sup>

Yanira Alemán<sup>5</sup>

### RESUMEN

Esta investigación mide el efecto del uso de sustratos hidropónicos en plantas de *Solanum lycopersicum* y *Capsicum annuum*. Este estudio experimental con enfoque cuantitativo analizó la variabilidad fenológica, productiva y relación de costo beneficio en los cultivos con relación a cada sustrato. Para ambos cultivos se establecieron cuatro tratamientos T1= Arena (50%) + Afrecho de arroz (50%), T2= Afrecho de arroz (100%), T3= Aserrín (50%) + Arena (50%), T4= Tierra (100%). Para cada tratamiento se establecieron 40 plantas (20 de *Solanum lycopersicum* y 20 de *Capsicum annuum*). Se tomó el 100% de las plantas para muestreo semanal. A partir del día ocho posterior a la emergencia y durante cuatro meses se cuantificaron variables de altura, diámetro del tallo, número de ramas y hojas, productividad (flores, frutos, biomasa). Con resultados significativos (P-valor: 0.05) con el tratamiento T1 y T3 tanto en variables fenológicas, morfométricas y productivas en ambas especies vegetales. En tanto, los tratamientos T2 y T4 registraron rendimientos productivos no significativos. En la prueba de comparación de medias independientes para la producción, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos T1 con 4 kg de producción/planta, y 25 kg de producción/m<sup>2</sup>.

**Palabras claves:** Fenología, productividad, morfometría, sustratos, hortalizas.

**Recibido:** 16 de noviembre de 2016

**Aceptado:** 16 de diciembre de 2016

1 Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Bluefields, Nicaragua. Correo electrónico: [juan18asdrubal@gmail.com](mailto:juan18asdrubal@gmail.com)

2 Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Bluefields, Nicaragua. Correo electrónico: [yenmil01\\_mg@yahoo.com](mailto:yenmil01_mg@yahoo.com)

3 Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Bluefields, Nicaragua. Correo electrónico: [ruddyoporta964@yahoo.com](mailto:ruddyoporta964@yahoo.com)

4 Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Bluefields, Nicaragua. Correo electrónico: [carlos.flores.pacheco@gmail.com](mailto:carlos.flores.pacheco@gmail.com)

5 Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Bluefields Indian & Caribbean University - BICU, Bluefields, Nicaragua. Correo electrónico: [yalemanfuentes@gmail.com](mailto:yalemanfuentes@gmail.com)

## **Hydroponic tomato production (*Solanum lycopersicum*) and chiltoma (*Capsicum annuum*) with inert substrates**

### **ABSTRACT**

This research measures the effect of the use of hydroponic substrates in *Solanum lycopersicum* and *Capsicum annuum* plants. This experimental study with a quantitative approach analyzed the phenological, productive and cost-benefit relationship in the crops relative to each substrate. For both cultures, four treatments were established: T1 = Sand (50%) + Rice bran (50%), T2 = Rice bran (100%), T3 = Sawdust (50%) + Sand (100%). For each treatment 40 plants were established (20 of *Solanum lycopersicum* and 20 of *Capsicum annuum*). 100% of the plants were taken for weekly sampling. Variables of height, stem diameter, number of branches and leaves, productivity (flowers, fruits, biomass) were quantified from day eight after the emergency and during four months. With significant results (P-value: 0.05) with T1 and T3 treatment in both phenological, morphometric and productive variables in both plant species. Meanwhile, treatments T2 and T4 registered non-significant yields. In the comparison test of independent means for production, significant statistical differences were found between treatments T1 with 4 kg of production / plant, and 25 kg of production / m<sup>2</sup>.

**Keywords:** Phenology, productivity, morphometry, substrates, vegetables.

## INTRODUCCIÓN

La situación de la producción alimentaria en América Central reúne algunas paradojas. El innegable incremento de la producción de granos, suficiente en apariencia para la población del istmo, se da en el marco de un estancamiento de los rendimientos. En todos los países, los precios reales percibidos por los productores han bajado sensiblemente durante la crisis. La decisión política de abrir un mercado regional de alimentos se enfrenta con considerables diferenciales de precios y costos de producción de granos entre los países: las diferencias de precios de los insumos agroquímicos y servicios de mecanización son, según el análisis comparativo regional efectuado, el principal obstáculo a la competitividad de la producción acelerada e inocuo centroamericana, y al interior de la región para los países con más alto grado de tecnificación (FAO, 2007).

La hidroponía o cultivos sin tierra, es una forma sencilla, limpia y de bajo costo, para producir vegetales de rápido crecimiento y generalmente ricos en elementos nutritivos que no forman parte de la alimentación diaria de la población mundial de escasos recursos. Con esta técnica de agricultura a pequeña escala se utilizan los recursos que las personas tienen a la mano, como materiales de desecho, espacios sin utilizar, tiempo libre y al ser combinado con métodos orgánicos libres de contaminantes sintéticos (Castañeda, F. 1997).

Los huertos hidropónicos, han sido usados en muchos países de América Latina, como Chile, Colombia, Costa Rica y recientemente en Nicaragua, en sectores muy pobres en los que existen altos niveles de desempleo y subempleo, bajo nivel de escolaridad y falta de servicios básicos. Estos huertos hidropónicos han sido implementados, en su mayoría, por amas de casa, aunque también han participado sectores de agrícolas a baja escala y de agricultura urbana. Con los huertos hidropónicos se ha llegado a producir hortalizas sanas y frescas que complementan y mejoran su alimentación

y hasta han llegado a producir un ingreso económico, que, aunque es pequeño también es constante, ya que se obtiene de la venta del excedente producido (FAO, 2007).

La agricultura convencional practicada en diferentes regiones de todo el país es responsable de la degradación física, química y biológica de los suelos, y como resultado se da una disminución de la producción, necesitando el desarrollo de sistemas de producción agrícola económicamente viables, energéticamente eficientes, pues actualmente no basta con tan sólo producir, sino producir con sostenibilidad, con riesgos reducidos y, a la vez, protegiendo y conservando los recursos naturales y el medio ambiente en general (Flores-Pacheco y Zavala, 2012).

La zona seleccionada para el estudio se caracteriza por frecuentes inundaciones debido a la crecida del río Kama y en consecuencia el Río Escondido. Este fenómeno natural, provocado acción antrópica por la degradación del bosque sus riveras tienden a generar grandes pérdidas en la producción agropecuaria, a lo que debe sumarse un elevado índice demográfico que incrementa cada año exigiendo mayores niveles productivos, sin embargo, se cuenta únicamente con técnicas obsoletas y las mismas tierras dedicadas a la producción.

Es debido a esto que sus habitantes siembran únicamente musáceas, tubérculos y raíces, por tanto, se hace necesario introducir una nueva alternativa de producción que haga un balance en su dieta alimentaria que es pródiga por el Programa Especial de Seguridad Alimenticia (PESA) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) por medio del Ministerio de Agricultura (MAG) a fin de erradicar el hambre en Nicaragua y el mundo.

Esta investigación permitió identificar los sustratos más adecuados para la realización de esta técnica en la zona citada. También permitió la identificación de una

serie de factores técnicos dirigidos a mejorar su nivel productivo y por ende financiero convirtiendo la técnica en una opción alimenticia y de ingresos económicos para las comunidades más alejadas. De igual manera representa un insumo más para la creciente aportación científica y técnica de la universidad al desarrollo de la región y nación como tal pudiendo considerarse como una alternativa a ser considerada en los planes de desarrollo y productivo a desarrollarse por parte de las alcaldías, gobiernos y consejos nacionales inclusive como ejes de ministerios con cobertura nacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La ubicación del proyecto será el Municipio de Kukra Hill, Región Autónoma del Caribe Sur (RACS). El experimento se establecerá en el vivero del campus de BICU en la finca conocida como “Belén”.

El presente estudio es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo, debido a la manipulación de variables específicas a fin de obtener datos para el análisis del comportamiento fenológico y productivo de las plantas de Chiltoma (*Capsicum annum*) variedad tres cantos y de Tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Gem Pride.

**Tabla 1: Ficha técnica del experimento.**

Aspecto/Material	Descripción
Material Macetera	Poliétileno
Altura	0.11 m
Diámetro mayor	0.155 m
Diámetro menor	0.115 m
Volumen por Macetera	0.0015 m <sup>3</sup>
Macheteras por tratamiento	40 unidades
Volumen total por tratamiento	0.06 m <sup>3</sup>
Cultivos utilizados	Chiltoma ( <i>Capsicum annum</i> ) Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )
Sitio del establecimiento	Invernadero artesanal
Fotoperiodo	12 horas diarias
Periodo de establecimiento	Diciembre - marzo

Ciclo del cultivo	4 meses
Estación climática	Estación seca
Régimen de riego	2 veces por día
Tratamiento pre-germinativo	No necesario
Método de siembra	Directa
Régimen de temperaturas	24° C – 30° C

**Tabla 2: Muestra y repeticiones**

Código	Tratamientos	Repeticiones por cultivo		Plantas por tratamientos
		Tomate	Chiltoma	
T1	Arena (50%) + Afrecho de arroz (50%)	20 plantas	20 plantas	20 plantas
T2	Afrecho de arroz (100%)	20 plantas	20 plantas	20 plantas
T3	Aserrín (50%) + Arena (50%)	20 plantas	20 plantas	20 plantas
T4	Tierra (100%) [Testigo]	20 plantas	20 plantas	20 plantas
<b>Total</b>				160 plantas

Uso del software estadístico SPSS 22.0 siendo un gestor de datos para su almacenamiento, procesamiento y presentación de resultados en base a múltiples análisis de índole descriptivo e inferencial por medio de tablas de frecuencia absoluta y relativa, contrastes de hipótesis, graficas de correlaciones binarias, matriz de estimación producción.

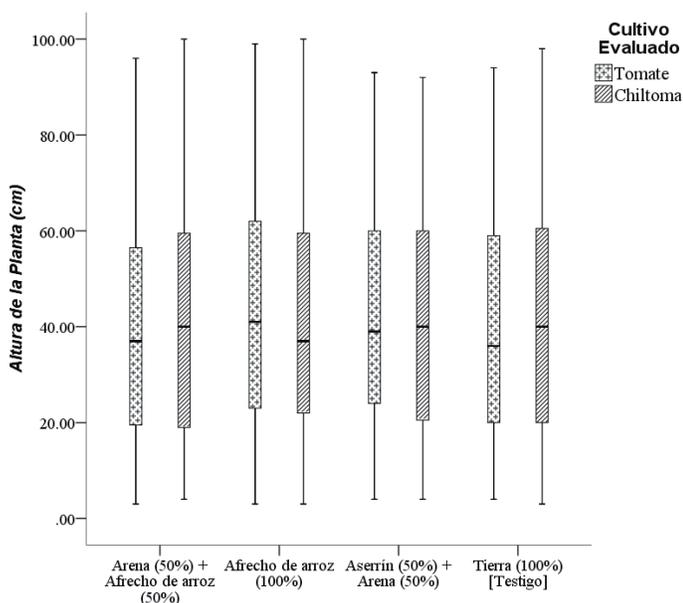
### Variables Evaluadas:

**Variables Fenológicas:** Altura de la planta (cm) y Diámetro del tallo (mm).

**Variables Productivas:** Número de flores, Número de frutos, Biomasa fresca (gr) Biomasa seca (gr), Rendimiento por planta.

Para determinar el peso de las plantas se segmentaron las plantas en 3 partes (parte subterránea, parte central –tallos- parte foliar) y se pesaron en fresco y se secaron durante 72 horas en un horno a 70 °C para obtener el peso seco de las mismas (Flores-Pacheco et al, 2010).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**Figura 1.** Altura (cm) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) bajo sistema de cultivos hidropónicos.

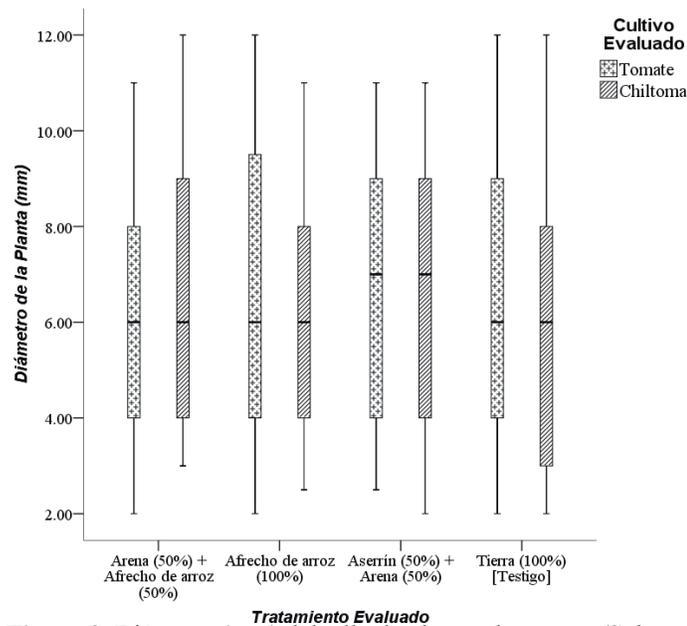
La altura en cm de las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) aumento gradualmente de acuerdo a las diferentes fechas (días después de la siembra) muestreadas presentan diferencia significativa al intervalo de confianza del 95% (P-valor: 0.05) en los distintos tratamientos evaluados. Indistintamente del cultivo que los sustratos T1 = Arena (50%) + Afrecho de arroz (50%) y T3 = Aserrín (50%) + Arena (50%) presentan mejores características físicas (porosidad y retención de nutrientes) por lo cual las plantas presentan un mayor desarrollo en estos tratamientos que el T2 = Afrecho de arroz (100%) y T4 = Tierra (100%) además que el tratamiento T2 y T3 presentan mayor retención de los nutrientes debido a su estabilidad térmica (Barker y Pilbean 2010). Por la variación del clima los sustratos T1 y T3 presentan una temperatura ambiente lo que permitió que la planta siempre mantuviera la humedad relativa.

En todos los tratamientos y para ambos cultivos el punto de inflexión se dio entre los 50 y 70 ddt, lo

cual es más apreciable para los T1 y T3. Ese cambio notorio en la dinámica de crecimiento, se debe a que en el periodo mencionado citado las plantas presentaban formación de racimos y fructificación, los sustratos del T2 y T4 iniciaban esta fase con una semana de retraso y con menor vigorosidad que sus comparaciones; es decir, hubo una mayor demanda de fotoasimilados para la formación de frutos. Khan y Sagar (1967), menciona para las solanáceas que cuando los primeros tres racimos en fructificación están creciendo rápidamente, hay gran demanda de asimilados y estos son suministrados por las hojas medias.

Por su parte en relación a lo antes expuesto Montes en 2008 afirman que, este aumento de altura, esto debido a la retención de nutrientes en estos dos sustratos contrastando con las plantas en las que se aplicó fertilizantes de igual proporción que en los otros tratamientos. Consideramos imprescindible señalar que la importancia de este comportamiento radica en que las plantas poseen un potencial genético en cuanto a la absorción de nutrientes y captación de agua al simular la tierra con otros sustratos se está induciendo a la planta a tomar una nueva adaptabilidad publicado Barker y Pilbean 2010, lo que viene a afectar directamente la eficiencia de crecimiento de las plantas. Respecto a la dinámica de crecimiento, la información de las variables de estudio obtenidas a los 30 dds expresan diferencias significativas para ambos cultivos. Las plántulas con mayor altura se obtuvieron en la T1 (0.17 m) y el T3 (0.15 m) seguidas de las crecidas en aserrín (12 cm). Este hecho incita a decir que dichos sustratos poseen nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plántulas. Los sustratos que presentaron plántulas con mayor altura también presentaron mayor porcentaje de emergencia y germinación, lo cual se puede atribuir particularmente a las características propias del sustrato y las pocas reservas de nutrientes de las semillas. Por su parte Solís (1999), mencionan que utilizar la combinación de afrecho de arroz + aserrín como sustrato solo o en mezcla es favorable, debido a que tiene la capacidad

de activar los procesos microbiológicos, fomentando simultáneamente su estructura, aireación y capacidad de retención de humedad, también actúa como regulador de la temperatura, retarda la fijación de ácidos fosfóricos minerales, haciendo que el fósforo sea más asimilable.

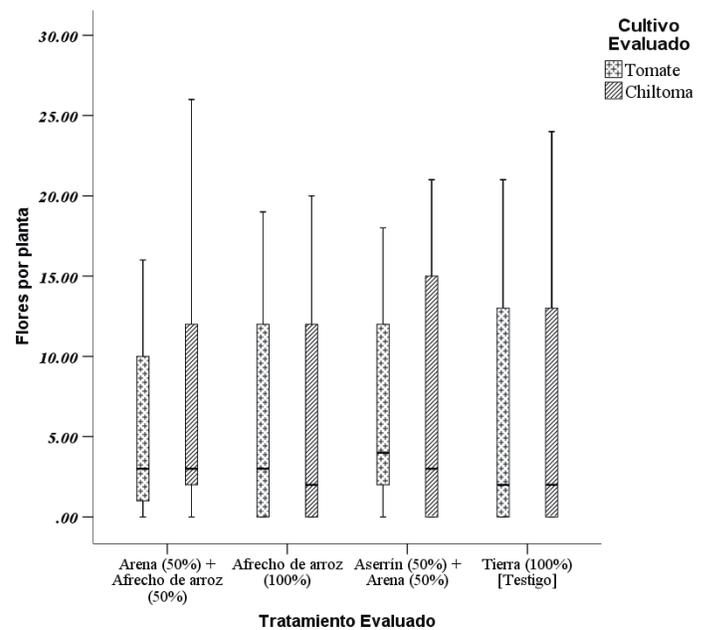


**Figura 2.** Diámetro (mm) del tallo de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) bajo sistema de cultivos hidropónicos.

Para esta variable, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos a partir los primeros 50 dds. De manera similar que la variable altura la diferencia fue significativa en T1 con respecto a los otros tratamientos en ambos cultivos; a partir del día 75 las plantas desarrolladas en este tratamiento presentaron mayor grosor de tallo (1.7 cm), mientras que en los sustratos restantes fluctuó entre 0.9 a 1.4 cm. Para los 125 dds la diferencia no se modificó y permaneció el tratamiento citado como el más significativo con 2.1 cm, valor que está por debajo de los reportados en la literatura, según Ponce 1995 el diámetro del tallo puede llegar a los 2.5 cm de tal forma que a mayor diámetro incrementa el número de frutos y en consecuencia el rendimiento, como lo sustenta Moorby (1981), menciona que una mayor área de parénquima implica mayor reserva de asimilados que pueden ser utilizados

en el fruto en crecimiento, así como una mayor área de xilema posibilita un mayor transporte de agua y nutrimentos hacia los órganos reproductivos.

Estos resultados están estrechamente relacionados con las características fisicoquímicas del sustrato. Sin embargo, el diámetro total de tallo y sus diferentes tejidos pueden ser afectados por factores ambientales y de manejo, las temperaturas elevadas (30° C) propician el crecimiento de tallos delgados (Folquer, 1976) y con mayor proporción de tejido parenquimatoso (Chamarro; 1995 y Picken, et al., 1986). Asimismo, luminosidades bajas dan lugar a tallos delgados y débiles con mayor proporción de tejido parenquimatoso principalmente en plantas de chiltoma, en el caso del tomate se detiene el crecimiento. Además, una mayor área de parénquima, puede implicar mayor reserva de asimilados, lo que, en condiciones restrictivas, por algún tipo de estrés como es alta densidad o área foliar excesiva (sombreamiento), se considera que estas reservas son parcialmente movilizadas a los frutos en crecimiento (Moorby, 1981).



**Figura 3.** Número de flores en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) bajo sistema de cultivos hidropónicos.

Los tratamientos T1 y T3 presentaron diferencia estadística con  $P > 0.05$  para la variable número de flores (Figura N° 3) tanto en el cultivo de tomate y chiltoma lo que se debe a una mejor absorción de nutrimentos de la solución nutritiva utilizadas dadas las características del sustrato ya discutidas en la gráfica número uno. Otro aspecto a considerar estos tratamientos posee componentes orgánicos y estos presentan un mejor contenido de nutrientes asimilables, según Adams et al., (1973), las deficiencias minerales, particularmente en nitrógeno, fósforo y potasio, retrasan el desarrollo de las flores pudiendo provocar incluso el aborto de las mismas en toda planta de tipo hortícola como es el caso de las evaluadas. Este efecto puede ser especialmente importante en plantas sometidas a estrés hídrico y temperaturas elevadas, lo que promueve la excreción del estilo, reducir la autopolinización y cuajado del fruto; tal es el caso del T4 que presentó el menor número de flores.

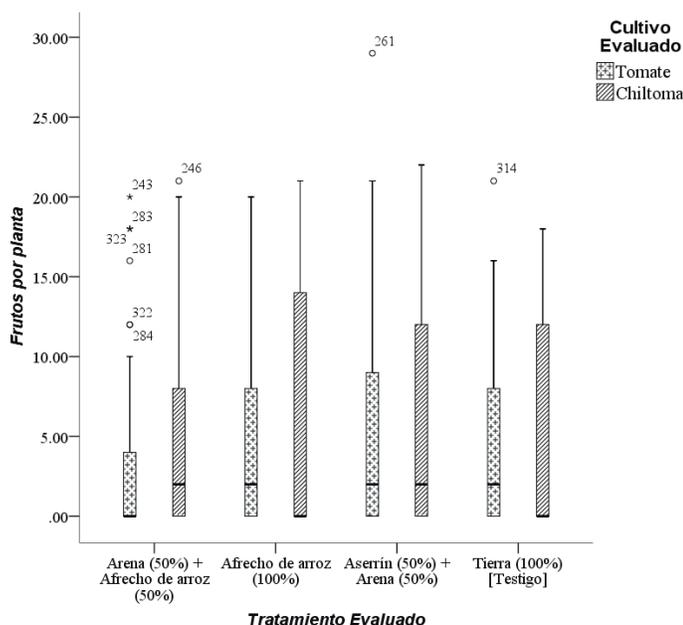


Figura 4. Número de frutos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) bajo sistema de cultivos hidropónicos.

Respecto al número de frutos totales por planta, para este experimento resultó significativamente mayor en el tratamiento T1 con 44 frutos por planta (8.8 frutos por racimo) de tomate, seguido del T3 y T4. Para el caso de chiltoma se siguió el mismo orden con un valor

máximo de 44 fruto (7.33 racimos por planta). Estos resultados son similares a los obtenidos por Zarate (2007) que utilizó como sustrato fibra de coco.

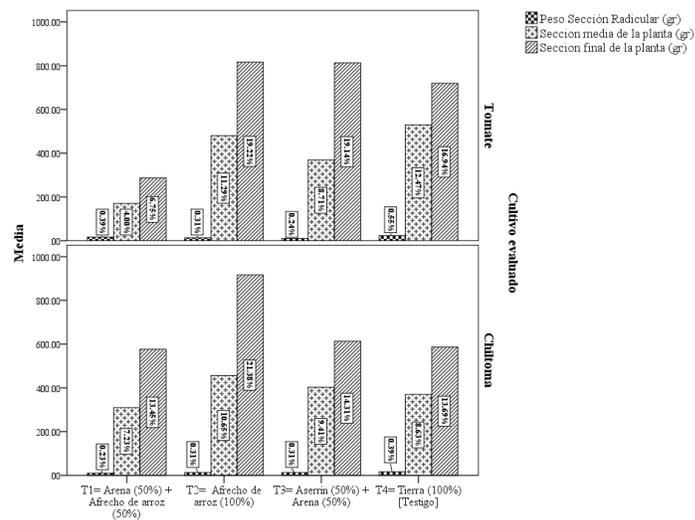


Figura 5. Peso fresco (gr) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) bajo sistema de cultivos hidropónicos.

Características de fruto (tamaño, diámetro y peso) para estas variables resulta claro seleccionar al T1 y T3, ya que estadísticamente es la que presenta los mejores resultados (107.8 g en tomate, 113 gr en chiltoma). La razón de obtener los mejores resultados en este tratamiento se debe posiblemente al efecto constante de la solución nutritiva utilizada y la mezcla de los sustratos orgánicos, según Wereing y Patrick (1975), el número de frutos involucra procesos fisiológicos como la relación fuente demanda. Sin embargo, Cancino (1990) encontró que el tamaño de fruto (estrechamente relacionado con el peso del fruto) depende de tres a cinco pares de genes, aspecto que concuerda con lo señalado por Ashcroft et al. (1993), en que el tamaño del fruto está controlado por factores genéticos, además de factores fisiológicos; tales como maduración, despunte y defoliación. Asimismo, Ponce (1995) mencionó que la competencia se establece entre los frutos de un mismo racimo, y tiende a disminuir el tamaño del fruto por inflorescencia, siendo pequeños los del extremo y más en los últimos racimos de la planta.

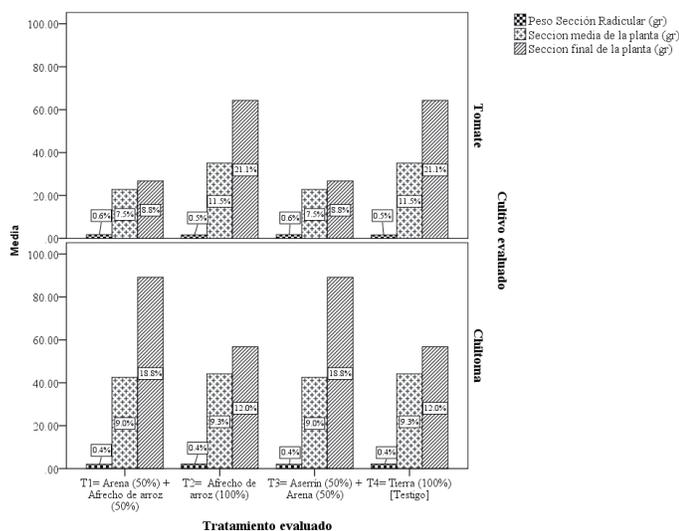
El peso fresco de las hojas siguió aumentando la tercera época de crecimiento (50 días), explicable por la elongación de las hojas las cuales exhibieron la mayor altura en la cuarta época de crecimiento (60 días), momento en que comenzó el rápido secado del follaje por la disminución de su actividad Fisiológica el cual coincide con la muerte de la planta. Las variables peso fresco y peso seco de hojas guardaron estrecha relación a lo largo de todo el período vegetativo; las dos variables lograron su máximo valor a los 50 días. El mayor porcentaje de humedad en las hojas (67.8%) se encontró en la cuarta época de crecimiento (60 días), coincidiendo con la Época en la cual las hojas alcanzaron mayor altura, indicando que el contenido de humedad en las hojas está estrechamente relacionado con el tamaño y no con el número de éstas. Para el caso T2 presento lo valore más elevados en ambos cultivos y T3 destaca en chiltoma continuando bajo el supuesto del componente orgánico que regula asimilación de nutrientes.

más alta que en la encontrada en la combinación zeolita con afrecho de arroz. El contenido de materia seca en los frutos de tomate se ubicó entre el 4,5 y 5,4%. Estos valores se encuentran en el rango para una buena calidad de tomate que está entre un 4,8 a 7,0% (Zarate, 2007), y fue dependiente de la interacción entre el afrecho y el sustrato. Estos resultados concuerdan con previos estudios que reportan no encontrar diferencias dependiendo del material sea de origen orgánico o inorgánico sobre peso del fruto de tomate y pepino (Solís, 1999). En el presente estudio, la mezcla realizada entre afrecho de arroz y aserrín no alcanzó el valor mínimo de porcentaje de peso seco en frutos, aunque solo se encuentra 0,03% por debajo del rango recomendado por Resh (1992).

### CONCLUSIONES

Al finalizar esta investigación se logra acepta la hipótesis alternativa al demostrar diferencia estadísticamente significativa al 95% de confiabilidad por medio de la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) para los tratamientos T1 = Arena (50%) + Afrecho de arroz (50%) y T3 = Aserrín (50%) + Arena (50%) los cuales presentaron los presentes mayores índices de producción (flores y frutos) así como los aspectos de desarrollo fenológico (altura, diámetro, numero de ramas de la planta) que también fueron evaluados con un P-valor: 0.05 que los tratamientos T2 = Afrecho de arroz (100%) y T4 = Tierra (100%), esto presuntamente al calor generado en estos últimos que de acuerdo a lo expresado en el capítulo anterior interfiere con los procesos de asimilación de agua y nutrientes. Estos resultados fenológicos y productivos incidieron directamente en la rentabilidad de los cultivos los cuales siguieron el mismo comportamiento en este particular.

Se descartan los tratamientos T2 = Afrecho de arroz (100%) y T4 = Tierra (100%) ya que sus variables fenológicas, productivas y financieras son significativamente menores a sus contrastes ya citados, esto se debe a que estos sustratos no poseen la



**Figura 6.** Peso seco (gr) en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annum*) bajo sistema de cultivos hidropónicos.

Los valores de peso seco encontrados no fueron significativamente diferentes entre afrechos y sustratos. Más aún, se pudo ver un efecto altamente significativo (P-valor: 0.05) de la interacción afrecho × sustrato en la materia seca de los frutos evaluados. Es de esta manera como la materia seca hallada en tomates cultivados en la mezcla afrecho cielo abierto con zeolita fue 16,6%

adecuada capacidad de retención de nutrientes (T2) lo que implica una pérdida total al momento del riego, por otra parte el T4 experimenta compactación con el riego sucesivo lo que implica una baja disponibilidad de oxígeno disuelto necesario para la fase de asimilación de nutrientes de las raíces.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, P. Winsor, W. y Donald, J. 1973. The effects of nitrogen, potassium and subirrigation on the yield, quality and composition of single-truss tomatoes. *J. Hort. Sci.* 48: 123-133.
- Ashcroft, W; Gurban, R; Wares, C. and Nick, H. 1993. Arcadia and Goulburn: Determinate fresh market tomatoes for arid production areas. *HortiScience* 28 (8), 854-857 p.
- Barker, A.; Pilbean, D. *Handbook of Plant Nutrition*. Taylor & Francis Group. 2007. pp 622.
- Cancino, B. 1990. Efecto del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponía bajo invernadero. *Revista. Chapingo serie horticultura* 73-74:26-30.
- Castañeda, F. 1997. Manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin usar tierra. INCAP/OMS MDE/102, Guatemala.
- Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. En Nuez, F. *El cultivo del tomate*. Edit. Mundi-Prensa Barcelona, España. 43-91 p
- Flores-Pacheco, J.A., Godoy, S., Rostrán, J. y Bárcenas M. 2010. Poda en la producción de melón (*Cucumis melo*) sometido a dos tipos de fertilización en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura del Campus Agropecuario. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León. 128 pp.
- Flores-Pacheco, J.A. y Zavala, E. 2012. Efectos de la implementación de cobertura con frijol común (*Phaseolus vulgaris*) sobre el comportamiento de nutrientes en el suelo de sistemas productivos de palma africana (*Elaeis guineensis*) en el municipio de Kukra Hill, RAAS. *Bluefields Indian & Caribbean University*. Pp 117.
- Folquer, F. 1976. *El tomate: estudio de la planta y su producción*. 2a ed. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 104 p.
- Khan, A. Sagar, G. 1967. The distribution of the products of photosynthesis of the leaves of a tomato plant during the phase of fruit production. *Horticultura Research* 7: 61-69 p.
- Montes L. Alfredo. 2008. *Cultivos de hortalizas en el trópico*. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. Departamento de horticultura. 208 p. 2005.
- Moorby, J. 1981. *Transport systems in plants*. Lonman and technical. New York, EUA. 169 P.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2007. *Manual Buenas Prácticas Agrícolas*. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org>.
- Picken, A. Steward, K. Klapwijk, D. 1986. Germination and vegetative development. In: Atherton J, G.; Rudich, J. (Eds.) *The tomato crop*. Chapman and Hall Ltd. New York, EUA. 111-165 p.
- Ponce, O. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 96 p.
- Resh, H. 1992. *Cultivos hidropónicos: Nuevas técnicas de producción*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 369.
- Solís, A. V. 1999. Evaluación del rendimiento, calidad, precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero en Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 85 p.
- Wereing, P. Patrick, J. 1975. Source-sink relations and partition of assimilates. In J. P. Cooper Celd, photosynthesis and productivity in different environments. Cambridge Univ. Press. 481-499 p.
- Zarate, B. 2007. *Producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) hidropónico con sustratos, bajo invernadero*, tesis de maestría. C.I.D.I.R. Oaxaca, México.