

UCUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

Determinación de un sustrato, para el desarrollo del cultivo de tomate de riñón

(*Solanum lycopersicum*) en contenedores

Trabajo de titulación previo a la obtención

del título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Christian Xavier Castro Ordoñez

C.I: 0105317085

castroordoc@gmail.com

Director:

PhD. Eduardo José Chica Martínez

C.I: 0912795101

Cuenca, Ecuador

19 de Julio de 2022

RESUMEN

El suelo, es un sustrato altamente variable por lo que sus propiedades fisicoquímicas, muchas veces se desconocen o son difíciles de manejar. Este desconocimiento de las propiedades del suelo y la dificultad para modificarlas influye directamente en el desempeño de los cultivos, debido a que el suelo es el principal medio para aportar nutrición, agua y anclaje a los cultivos. Por tal motivo, en los sistemas de producción intensivos, se ha favorecido el desarrollo de sustratos y enmiendas diseñadas para modificar propiedades específicas del suelo, y consecuentemente favorecer el desarrollo de los cultivos. El tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*), es considerado un cultivo intensivo y de gran importancia económica, a nivel mundial y regional. En varios cantones de la provincia del Azuay, se cultiva en gran medida bajo condiciones de invernadero y en el suelo, por lo tanto, el objetivo de este proyecto fue, identificar combinaciones de tres componentes de sustratos de siembra, que optimicen el desarrollo de un cultivo de tomate en contenedores, bajo condiciones de invernadero típicas de valles Azuayos. Los componentes que se evaluaron fueron piedra pómez, partículas de poliestireno reciclado y compost. Los resultados mostraron que efectivamente las mezclas entre estos sustratos dieron resultados favorables para el desarrollo del cultivo, las mezcla entre piedra pómez y compost respondieron con resultados positivos tanto en el desarrollo del cultivo, así como también en relación costo/beneficio, en todas las variables evaluadas, estando muy por encima del tratamiento control.

Palabras clave: Sustrato. *Solanum Lycopersicum*. Compost. Piedra pómez. Poliestireno expandido.

ABSTRACT

The soil is a highly variable substrate, so its physicochemical properties are often unknown or difficult to handle. This ignorance of the properties of the soil and the difficulty to modify them, directly influences the performance of the crops, because the soil is the main means to provide nutrition, water and anchorage to the crops. For this reason, in intensive production systems, the development of substrates and amendments designed to modify specific soil properties has been favored, and consequently favor the development of crops. The kidney tomato (*Solanum lycopersicum*), is considered an intensive crop of great economic importance, worldwide and regionally. In several cantons of Azuay, it is grown largely under greenhouse conditions and in the soil. The objective of this project was to identify combinations of three components of planting substrates, which optimize the development of a tomato crop in containers, under typical greenhouse conditions of Azuayos valleys. The components that were evaluated were pumice, recycled polystyrene particles and compost. The results showed that indeed the mixtures between these substrates gave favorable results for the development of the crop, the mixtures between pumice stone and compost responded with positive results both in the development of the crop, as well as in cost / benefit ratio, in all the variables evaluated, being well above the control treatment.

Key words: Substrate. *Solanum Lycopersicum*. Compost. Pumice. Expanded polystyrene.

TABLA DE CONTENIDO

Determinación de un sustrato, para el desarrollo del cultivo de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) en contenedores 1

Autor:.....	1
Director:	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE TABLAS.....	7
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	9
11	
AGRADECIMIENTOS	12
DEDICATORIA	13
1 INTRODUCCIÓN.....	14
2 OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo General del Proyecto (OG)	14
2.2. Objetivos Específicos (OE)	14
3 HIPÓTESIS	15
4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15

4.1	Origen del tomate	15
4.2	Producción de cultivo de tomate en Ecuador	16
4.3	Cultivos en sustratos	16
4.4	Características de los sustratos propuestos para este estudio	17
4.4.1	Sustrato de origen mineral.....	17
4.4.2	Piedra pómez en cultivo sin suelo.	17
4.5	Sustratos de origen sintético en cultivo sin suelo.	17
4.5.1	Poliestireno expandido.	17
4.6	Sustratos de origen biológico en cultivo sin suelo.	18
4.6.1	Compost.....	18
4.7	Suelos en el Azuay	18
4.7.1	Características de los suelos del Azuay.....	18
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1	Ubicación geográfica del lugar de estudio.....	19
5.2	Materiales	20
5.3	Materiales biológicos.....	20
5.4	Materiales químicos.....	20
5.5	Materiales físicos.....	21
5.6	Equipos.	21
5.7	Software.....	21

5.8	Metodología.....	21
5.9	Manejo del experimento.	21
5.10	Características de la unidad experimental.....	22
5.11	Toma de datos.	23
6	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO.....	24
6.1	Diseño experimental	24
6.2	Distribución de los de los tratamientos.....	24
6.3	Análisis estadístico	24
7	RESULTADOS.....	25
7.1	Altura de planta	27
7.2	Diámetro del tallo	27
7.3	Número de hojas por planta.....	29
7.4	Número de racimos:.....	29
7.5	Días a floración.....	30
7.6	Número de frutos cuajados	30
7.7	Peso de frutos por planta	31
7.8	Índice de concentración de clorofila.....	32
7.9	Biomasa vegetativa.....	33
7.10	Análisis económico	34
7.11	Costos de producción.....	34

7.12	Rendimiento del cultivo	35
7.13	Costo beneficio	36
8	DISCUSIÓN.....	36
9	CONCLUSIONES.....	38
10	RECOMENDACIONES.....	38
11	BIBLIOGRAFIA.....	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Porcentaje de cada sustrato para los tratamientos	21
Tabla 2.	Variables que presentan distribución normal de los datos, según la prueba de Shapiro–Wilks.....	25
Tabla 3.	Variables que presentan homogeneidad de varianzas, según la prueba de Bartlett.....	26
Tabla 4.	Variables no paramétricas, según la prueba de Kruskal Wallis	26
Tabla 5.	Análisis de varianza de la variable altura de la planta.....	27
Tabla 6.	Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo.....	28
Tabla 7.	Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta.....	29
Tabla 8.	Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/planta)	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Área de estudio	20
Figura 2.	Distribución de tratamientos por lateral de riego en el invernadero	24
Figura 3.	Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable diámetro del tallo (cm)	28

Figura 4. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable número de racimos (U).....	30
Figura 5. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable número de frutos cuajados (U)	31
Figura 6. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable rendimiento por planta (Kg)	32
Figura 7. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable índice de concentración de clorofila (%).....	33
Figura 8. Biomasa vegetativa	34
Figura 9. Costos de producción (\$)	35
Figura 10. Rendimiento del cultivo (kg)	35

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

DDT: Días después de trasplante

Kg: kilogramos

m: metros

cm: centímetros

m s.n.m.: metros sobre el nivel del mar

l/h: litros por hora

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Christian Xavier Castro Ordoñez en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Determinación de un sustrato, para el desarrollo del cultivo de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) en contenedores", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 19 de julio de 2022



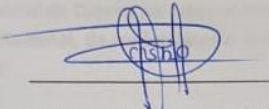
Christian Xavier Castro Ordoñez

C.I: 0105317085

Cláusula de Propiedad Intelectual

Christian Xavier Castro Ordoñez, autor/a del trabajo de titulación "Determinación de un sustrato, para el desarrollo del cultivo de tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*) en contenedores", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 19 de julio de 2022



Christian Xavier Castro Ordoñez

C.I: 0105317085

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento enorme a Dios por darme la vida y permitirme cumplir una de mis metas, también a todos quienes me apoyaron antes, durante y después de la elaboración de este proyecto, en especial a mi director de tesis, a mis profesores y compañeros.

Christián Xavier Castro Ordóñez.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mis padres Celia y Alberto, por darme la oportunidad de superarme, y ser mis pilares fundamentales en mi formación como profesional. A mis hijos Abigail y Rafael que, con su espíritu alentador y mi máxima inspiración, para superar cualquier problema en el camino de la vida.

Christián Xavier Castro Ordóñez.

1 INTRODUCCIÓN

En la agricultura intensiva protegida, debido a la necesidad de aumentar la producción, es necesario tener mayor control ambiental del cultivo (Morell et al., 2008). Debido a que el suelo es un sustrato altamente variable, lo cual dificulta diseñar estrategias de manejo, que permitan optimizar el desempeño de los cultivos (Ceglie et al., 2015). Una de las soluciones para este problema, puede ser el diseño de sustratos optimizados, como ya han sido hechos en otros países, para producción bajo ambientes protegidos; no obstante, tradicionalmente estos sustratos han sido diseñados de forma empírica, y debido a que resulta muy complejo establecer los mejores materiales y mezclas no existen garantías de que las fórmulas desarrolladas hasta hoy, optimicen el desempeño del cultivo bajo condiciones locales. En Ecuador el cultivo de tomate, una de las principales actividades agrícolas del país y gran parte se cultiva bajo invernadero y en el suelo. Considerando que es un cultivo intensivo, de gran importancia, en el Austro no se han estudiado ni han evaluado sistemas de cultivo en contenedores, por lo tanto, en este proyecto se propone realizar ensayos orientados a diseñar sistemas alternativos para incrementar la productividad y sostenibilidad del cultivo.

Esta investigación tuvo como objetivo general identificar combinaciones de tres componentes de sustratos, que optimicen el desarrollo de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, Por otro lado también, se plantea como hipótesis que al menos una mezcla de las evaluadas para el cultivo de tomate mejora el rendimiento del cultivo con respecto al control.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo General del Proyecto (OG)

Identificar combinaciones de tres componentes de sustratos, que optimicen el desarrollo de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

2.2. Objetivos Específicos (OE)

- Caracterizar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas de tomate cultivadas, en diferente formulación de los sustratos.

- Determinar parámetros de eficiencia de usos de agua, nutrientes y económicos de los cultivos desarrollados sobre los sustratos evaluados.

3 HIPÓTESIS

HO: Ninguna de las mezclas de sustrato evaluadas es efectiva para mejorar el rendimiento del cultivo de tomate.

HA: Al menos una mezcla de sustrato evaluada mejora el rendimiento del cultivo de tomate.

4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Origen del tomate

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), tiene origen en Sudamérica, en la región andina que abarca Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú (Bai & Lindhout, 2007). Durante el siglo XVI se consumían en México de distintas formas y tamaños, hoy en día esta hortaliza ocupa el segundo lugar en ser la más cultivada en el mundo, debido a su alta demanda en el mercado (Pinguil, 2009).

El tomate es la segunda hortaliza de mayor importancia a nivel mundial, por ser la más producida y consumida, ampliamente aceptada ya que puede prevenir enfermedades como el cáncer, cardiovasculares y neuro-degenerativas (Dorais, Ehret, y Papadopoulos, 2008). Beckles (2012), agrega que son fuente rica de fibra, vitaminas A, C y licopeno.

La mayor producción de este cultivo se da en invernaderos, pudiendo rebasar las 700 t/ha en una sola temporada, a diferencia del cultivo a campo abierto donde produce normalmente entre 50 y 70 t/ha. Durante el periodo 2012 – 2017, los mayores productores de tomate a nivel mundial son Asia con 59.3%, seguido de América con 15,2%, Europa con 13.3%, África con 11.9%, y por último Oceanía con 0.3% (FAO, 2017).

4.2 Producción de cultivo de tomate en Ecuador

Actualmente el cultivo en ambiente protegido (invernadero) se ha incrementado, existiendo importantes áreas de producción (Ausay, 2015), principalmente en las provincias de Tungurahua, Imbabura, Pichincha y Azuay. la superficie total sembrada en el Ecuador es de 3,054 ha con una producción de 61,426 TM y con un total de 7,772 UPAs, concentrándose el 60% de la producción en la provincia de Tungurahua (INEC, 2018).

4.3 Cultivos en sustratos

El objetivo del cultivo en sustratos o mezcla de sustratos en la producción es proveer un medio para el desarrollo óptimo de las plantas (De Grazia, Tiftonell, y Chiesa, 2007). Los componentes de los sustratos y sus mezclas se seleccionan principalmente en función de sus características físicas y químicas (Papadopoulos, Bar-Tal, Silber, Saha, y Raviv, 2008) . Esta propiedad tiene gran influencia en el crecimiento y desarrollo del cultivo (Ortega et al., 2010).

Los sustratos pueden ser de origen sólido natural, de síntesis o residual, orgánico o mineral, puro o en mezcla, y en un contenedor permite que el sistema radical de soporte a la planta, y dependiendo de su composición, puede intervenir o no en su nutrición (Gayosso, Borges, Villanueva, Estrada, & Garruña, 2016).

Las ventajas del cultivo en sustratos diseñados se centran, en eliminar el vertido de los lixiviados, y con ello evitar la contaminación de suelos y acuíferos, aseguran la disponibilidad de agua y oxígeno a las raíces, optimizando el vínculo entre el aire y el agua en el sistema radicular y la nutrición está mucho más controlada. Además, los sustratos inertes se encuentran libre de plagas y enfermedades (Cruz et al., 2013), facilitan las labores culturales, como podas y tutorados, se suprimen los trabajos de abonados, preparaciones de suelo y eliminación de malezas. Las desventajas de este sistema pueden resultar en contaminantes cuando se evacuan los drenajes, también pueden aparecer enfermedades de raíz por ausencia de mecanismos de defensa (Soria & Olivert, 2002).

En los vertisoles las propiedades físicas y de humedad, presentan serias limitaciones para el uso adecuado en cultivos, su textura pesada y la presencia de minerales como arcillas expandibles, tienen una brecha pequeña entre el estrés hídrico y humedad excesiva, por lo tanto, la labranza del suelo se encuentra afectada por estos factores, en especial el anegamiento y como consecuencia reduce el periodo de desarrollo óptimo de las plantas (Ibañez, 2011).

4.4 Características de los sustratos propuestos para este estudio

4.4.1 Sustrato de origen mineral.

4.4.2 Piedra pómez en cultivo sin suelo.

La piedra pómez, es de origen volcánico con partículas pomáceas que, en condiciones naturales, es empleada en la producción de sustratos como menciona (Segura Castruita et al., 2008), ya que está constituida por el mineral pumicita, este elemento posee una forma vesicular y poros internos los cuales le confieren la propiedad de retención de humedad en suelos. Estas características tienen efecto significativo en los cultivos. Estudios realizados con base en el volumen de pómez de desecho industrial, comprobaron que el agua retenida por el sustrato es de 44.40 %, de la cual 56 % estaba disponible (Segura Castruita et al., 2008). La mezcla de piedra pómez con otros sustratos, dan alta capacidad de retención de humedad gravimétrica y volumétrica, y un espacio poroso (Gutiérrez, Hernández, Ortiz, Anicua, & Hernández, 2011).

4.5 Sustratos de origen sintético en cultivo sin suelo.

4.5.1 Poliestireno expandido.

El poliestireno expandido, es uno de los productos de síntesis de polímeros no biodegradables (Cruz et al., 2013). Puede llegar a medir 4-12 mm y una tiene coloración blanca, con una densidad inferior a 50 kg/m³, su pH es ligeramente neutro y sin actividad química, cuya propiedad principal es el aporte de aireación al sustrato, ya que no retiene agua (Martínez & Roca, 2011), suele utilizarse mezclado con otros sustratos, favoreciendo el contenido de aire dentro del rango óptimo (10-30%), e incrementa el agua fácilmente disponible. Son física,

química y estructuralmente estables a lo largo del tiempo (Graceson, Hare, Monaghan, & Hall, 2013).

4.6 Sustratos de origen biológico en cultivo sin suelo.

4.6.1 Compost.

El aprovechamiento de residuos orgánicos, a través de su modificación en abonos orgánicos, favorece el crecimiento de las plantas y ayuda a optimizar o mantener varias propiedades del suelo según (Ramos & Terry , 2014)el uso de compostados permite reemplazar la utilización de recursos no renovables y transformar en sustrato aprovechable (Graceson et al., 2013). Se ha convertido, en un sustrato idóneo para la producción de plantas en invernaderos y viveros (Ollo, 2014).

Las ventajas del uso del compost tienen efectos ambientales beneficiosos, entre ellos para el suministro de nutrientes y secuestro de carbono, supresión de plagas y enfermedades del suelo, aumento de biodiversidad, calidad nutricional y el rendimiento del cultivo (Martínez et al., 2013). La desventaja del compost, es la escasa capacidad de aireación, por esta razón se han buscado alternativas, como la de mezclar con otros materiales que contengan más poros (Ollo, 2014).

4.7 Suelos en el Azuay

La provincia del Azuay, situada al sur del país, tiene una superficie de 8.326,6 km² (Gobierno Provincial del Azuay, 2015), donde indican que los suelos más frecuentes en el Azuay son: alfisol, entisol, histosol, inceptisol, mollisol, y vertisol, donde principalmente se produce maíz hortalizas y frutales (Dercon et al., 1998) .

4.7.1 Características de los suelos del Azuay.

- Alfisol:

Suelos formados en superficies jóvenes con un horizonte sub-superficial con un enriquecimiento secundario de arcilla, en condiciones de acidez o de alcalinidad. Se los asocia

a un horizonte superficial, generalmente pobre en materia orgánica (Gobierno Provincial del Azuay, 2015).

- Entisol:

Suelos muy jóvenes que se caracterizan por la poca o ninguna evidencia de formaciones de horizontes pedogénicos. (Gobierno Provincial del Azuay, 2015)

- Histosol:

En los histosoles generalmente se encuentra la presencia de tejidos vegetales reconocibles, estos suelos constan de material vegetal poco descompuesto mezclado con cantidades variables de material terroso (Gobierno Provincial del Azuay, 2015).

- Inceptisol:

Sus suelos evidencian un incipiente desarrollo pedogenético dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados (son considerados inmaduros en su evolución). Estos suelos son muy pobremente drenados a bien drenados y presentan pendientes fuertes (Gobierno Provincial del Azuay, 2015).

- Mollisol:

Los molisoles se caracterizan por presentar un horizonte mólico, es decir, un horizonte superficial oscuro con moderado a alto contenido de materia orgánica y un espesor superior a los 25 cm (Gobierno Provincial del Azuay, 2015).

- Vertisol:

Generalmente los vertisoles son formados por materiales sedimentarios compuestos por arcillas expansiva, cuando están húmedos son muy pegajosos y plásticos y cuando están totalmente secos se tornan demasiado duros y como resultado de esto es que se presentan fisuras o aberturas de diferentes tamaños (Gobierno Provincial del Azuay, 2015).

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica del lugar de estudio.

El estudio se desarrolló en uno de los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias campus Yanuncay, ubicado al sur de la ciudad de Cuenca con las coordenadas

2°55'14.0"S 79°01'24.6"W, con una humedad relativa de 70% y una temperatura media de 20°C dentro del invernadero

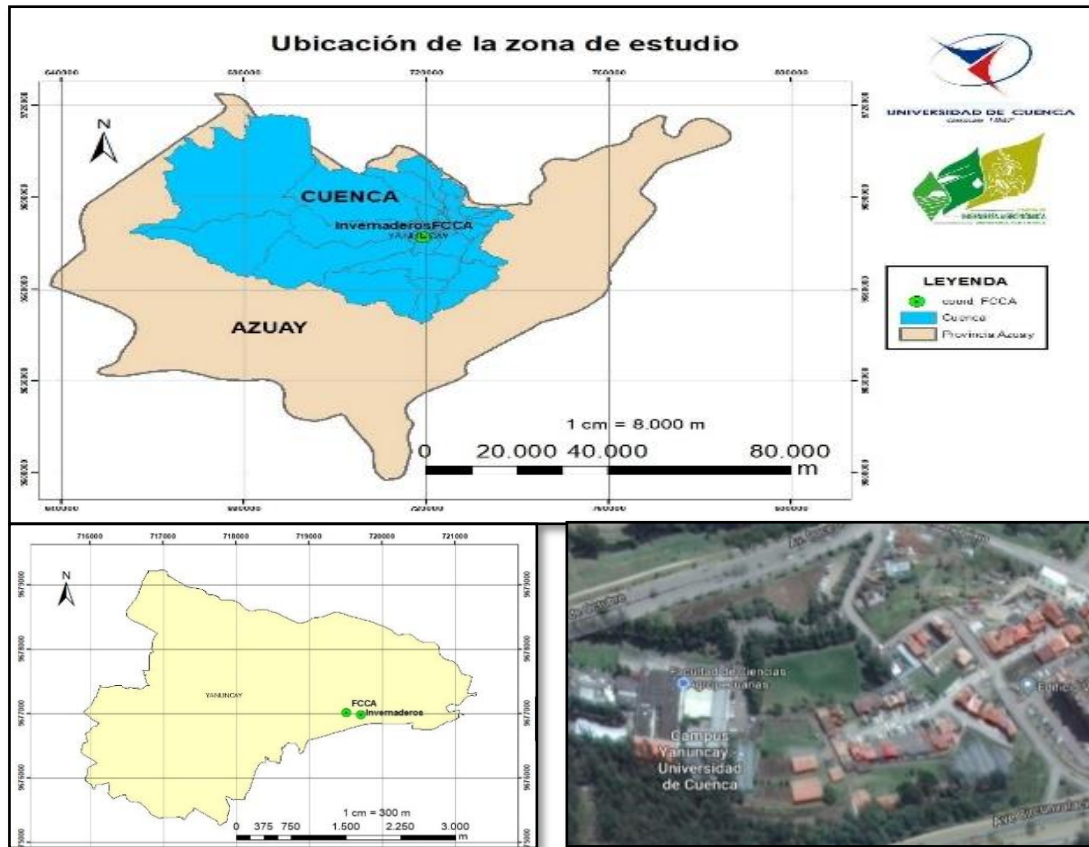


Figura 1. Área de estudio

Fuente: Google Maps

5.2 Materiales

5.3 Materiales biológicos.

- Material vegetal: Para el experimento se utilizaron 55 plántulas de tomate que fueron preparadas en el semillero, la variedad a usada fue Esperanza F1 (Nadya Genetics. Ltda).
- Compost (biocompost).

5.4 Materiales químicos.

- Nitrato de amonio
- Nitrato de calcio

5.5 Materiales físicos.

- Invernaderos, herramientas manuales, sistema de riego, macetas o contenedores, madera, alambre galvanizado, cinta de tutoreo.
- Mineral: Piedra pómez de origen comercial (Ecuagenera) con una granulometría entre 7mm a 10mm.
- Sintéticos: Partículas de poliestireno reciclado.
- Suelo del invernadero donde se desarrolló el experimento.

5.6 Equipos.

- Equipos para toma de datos.
- Balanzas
- Calculadora
- Laptop

5.7 Software.

- Microsoft office
- R Project

5.8 Metodología

5.9 Manejo del experimento.

1.1.1.1. Instalación del sistema de riego.

El sistema de riego fue por goteo de 3.0 L/h, con manguera de 16 mm. El riego estuvo controlado por un temporizador automático.

1.1.1.2. Mezcla y colocación de sustratos en los contenedores.

Los sustratos fueron preparados y mezclados antes del inicio del experimento como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de cada sustrato para los tratamientos

Tratamiento	Piedra pómez (%)	Compost (%)	Poliestireno no expandido (%)	Suelo nativo (%)
T1	90	0	0	10
T2	0	90	0	10
T3	0	0	90	10
T4	45	45	0	10
T5	45	0	45	10
T6	0	45	45	10
T7	60	15	15	10
T8	15	60	15	10
T9	15	15	60	10
T10	30	30	30	10
Control T11	0	0	0	100

5.10 Características de la unidad experimental.

El material vegetal que se utilizó para la siembra, se obtuvo de una casa comercial (Nadya Genetics Ltda) este es un híbrido precoz de vigor medio a alto con un sistema radicular muy fuerte de crecimiento indeterminado el fruto es de forma redonda ligeramente achatado, buen cierre apical de color rojo brillante sin hombros verdes, número de frutos por inflorescencia de 5 a 6 en promedio y un peso de 220 a 240 g; es resistente a *Verticilium spp*, *Fusarium*, *Meloidogyne spp*, además se puede cultivar hasta los 3.000 m s.n.m.

Para cada unidad experimental se utilizó un contenedor de 6.57 L de capacidad, con una planta de tomate sembrada, en cada una de ellas. Las unidades experimentales estaban distribuidas con un espaciamiento de 1.0 m entre filas y 0.7 m entre plantas.

- Capacidad del contenedor: 6.57 litros
- Distancia entre plantas: 0.70 m

- Distancia entre contenedores: 1.0 m
- Área total del ensayo: 46.2 m²
- Número de plantas por contenedor: 1 planta por contenedor
- Número total de plantas por tratamiento: dentro de la investigación se utilizaron un total de 5 plantas (repeticiones) por tratamiento
- Número total de plantas en la investigación: 55 plantas o unidades experimentales se utilizaron dentro del experimento.

5.11 Toma de datos.

La toma de datos se realizó semanalmente durante 17 semanas, los datos tomados fueron: altura de planta, número de hojas, diámetro en el cuello de la planta, índice de clorofila número de frutos, y número de inflorescencias, y laboratorio (peso de frutos, biomasa de hojas, biomasa de tallo y raíz, las variables evaluadas fueron:

- Altura de planta: medida semanalmente con una cinta métrica desde el cuello de la planta hasta el punto de crecimiento.
- Diámetro de la base del tallo: medida semanalmente con un calibrador en el cuello del tallo.
- Número de hojas: registrado semanalmente por conteo hasta la hoja más joven completamente expandida.
- Días a floración: contabilizados desde la fecha de trasplantes hasta la antesis del primer racimo.
- Número de racimos: contabilizados semanalmente hasta alcanzar el sexto racimo.
- Número de frutos cuajados: contabilizados por racimo semanalmente.
- Peso de frutos: registrado durante la cosecha por planta y por racimo.
- Índice de concentración de clorofila: medido semanalmente usando un medidor de concentración de clorofila por transmitancia.
- Biomasa vegetativa aérea y radicular: medida al final del experimento por secado a 72 °C por 72 horas.
- Costos de producción y rendimiento: para el análisis económico se realizará una comparación de costos asociados a la preparación de cada uno de los sustratos y el

rendimiento de producción comercial obtenido, es decir se calculará la relación beneficio costo considerando el valor de mercado de la producción al momento de la cosecha.

6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

6.1 Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco repeticiones por tratamiento (mezcla).

6.2 Distribución de los de los tratamientos.

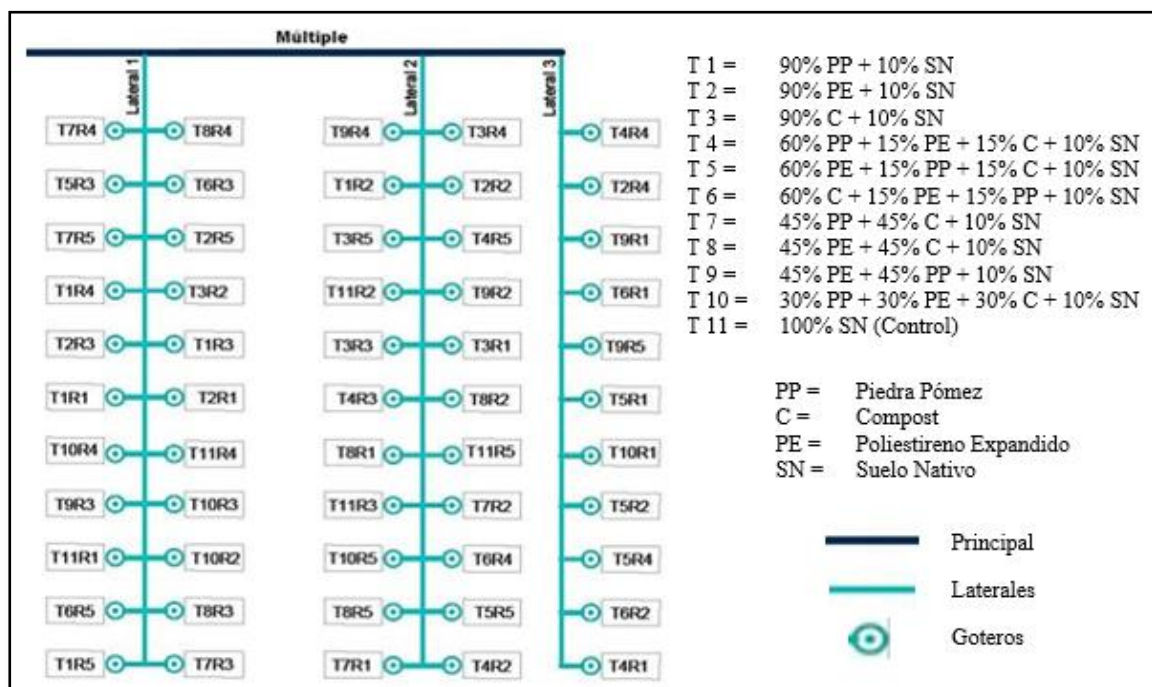


Figura 2. Distribución de tratamientos por lateral de riego en el invernadero

6.3 Análisis estadístico

Con los datos obtenidos de las 17 semanas del estudio de campo, se procedió a realizar pruebas de normalidad de datos (Shapiro–Wilks) y homogeneidad de varianzas (Bartlett) para cada variable (Tabla 2 y Tabla 3, correspondientemente).

Las variables que cumplieron los supuestos del ANOVA, $p > 0.05$ (altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, peso de frutos) se empleó la prueba de Tukey al 5% (prueba paramétrica) y para las variables restantes se aplicó una prueba no paramétrica $\alpha = 0.05$ (Kruskal Wallis).

Además, debido al número alto de combinaciones binarias posibles para 11 tratamientos con 55 unidades experimentales, y la dificultad de controlar el nivel de error, al realizar numerosas comparaciones en el experimento, solamente se realizó entre cada tratamiento y el control.

Es necesario, mencionar que para la variable número de racimos, solamente se realizó una contabilización de hasta el quinto racimo por planta, para evitar perjudicar a la producción, y para la variable días a floración, únicamente se observó el día que originó el primer racimo floral en antesis.

7 RESULTADOS

En general en los primeros 20 después del trasplante del cultivo, no se pudo identificar diferencias notables entre los tratamientos, sin embargo, a partir de los 20 días después del transplante (D.D.T), ya se pudo observar diferencias en las variables, sobre todo en altura de la planta y número de hojas, finalmente, en la semana 17 ya se alcanzó a identificar claramente las diferencias notables en todas las variables.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, previamente, se realizó las pruebas de Shapiro–Wilks y Bartlett a todas las variables estudiadas.

Tabla 2. Prueba de Shapiro–Wilks empleada a las variables en estudio, para representar la distribución normal de los datos, $p > 0.05$

Variable	n	W	p
Altura de la planta	55	0.97695	0.4184
Diámetro del tallo	55	0.96872	0.1957
Numero de hojas	55	0.98852	0.9002
Numero de racimos	55	0.96036	0.08639
Numero de frutos cuajados	55	0.87117	2.846E-05
Peso de frutos	55	0.97989	0.4832
Biomasa vegetativa aérea	55	0.93237	0.004107

Índice de concentración de clorofila	55	0.96322	0.09061
--------------------------------------	----	---------	---------

Las variables que no presentan distribución normal de los datos, es decir su valor de $p < 0.05$, son número de frutos cuajados y biomasa vegetativa aérea.

Por otro lado, las variables cuyas varianzas no son homogéneas, son número de racimos, número de frutos cuajados e índice de concentración de clorofila, es decir su valor de $p < 0.05$.

Tabla 3. Prueba de Bartlett empleada a las variables en estudio, para representar la homogeneidad de varianzas, $p > 0.05$

Variable	n	K ²	p
Altura de la planta	55	13.695	0.1873
Diámetro del tallo	55	7.7746	0.6508
Numero de hojas	55	11.986	0.286
Numero de racimos	55	INF	<2.2E-16
Numero de frutos cuajados	55	INF	<2.2E-16
Peso de frutos	55	15.283	0.1221
Biomasa vegetativa aérea	55	17.48	0.0644
Índice de concentración de clorofila	55	21.827	0.01601

Las variables que en las tablas anteriores (Tabla 2, Tabla 3) obtuvieron un valor de $p < 0.05$, se recurrió a la prueba de Kruskal Wallis, las variables restantes se aplicaron análisis de varianzas y pruebas de Tukey como corresponde.

Tabla 4. Prueba de Kruskal Wallis aplicada a las variables que no cumplieron los supuestos del ANOVA

Variable	n	K	p
Número de racimos	55	12.868	0.231
Número de frutos cuajados	55	12.317	0.264
Biomasa vegetativa aérea	55	15.29	0.131
Índice de concentración de clorofila	55	10.247	0.491

7.1 Altura de planta

Para la variable altura de planta, se obtuvo un valor máximo de 136.58cm en el tratamiento T10 y un valor mínimo de 10cm en el tratamiento T3 con una media $M=05.96$ y una desviación estándar $DE=21.56$, luego de realizado el ANOVA (Tabla 5) se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$).

Tabla 5. Análisis de varianza de la variable altura de la planta

ANOVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor p
Tratamientos	10	12,857	1,285.7	1	0.664
Residuos	40	30,907	772.7		124

7.2 Diámetro del tallo

Para la variable diámetro se obtuvo un valor máximo de 1.12 en el tratamiento T4 y un valor mínimo de 0.29 en el tratamiento T3 con una media $M=0.91$ y una desviación estándar $DE=0.15$, el ANOVA realizado (Tabla 6), indica que, si hay diferencias significativas entre los tratamientos, $p<0.05$.

Tabla 6. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo

ANOVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor p
Tratamientos	10	0.5	0.5		0.
		74	74	2.587	016*
Residuos	40	0.8	0.2		
		89	24		

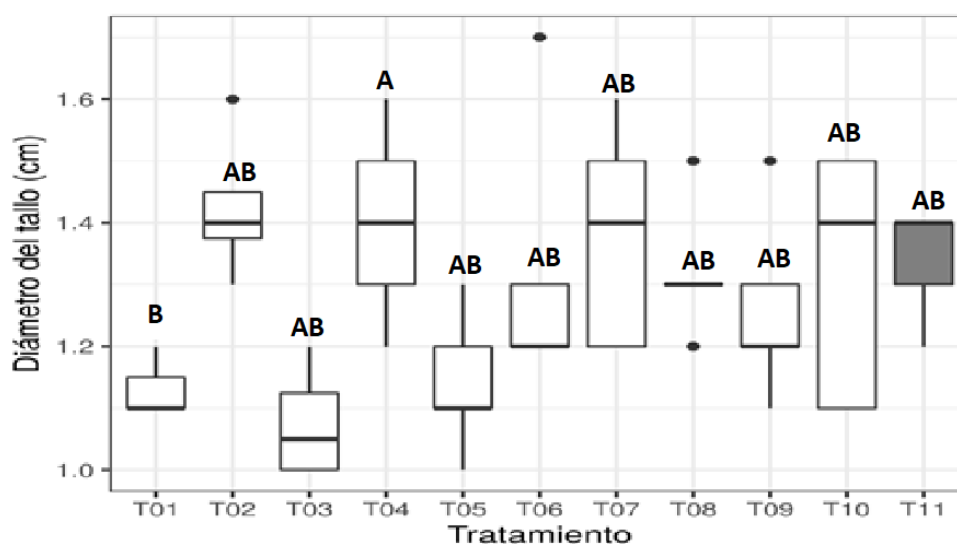


Figura 3. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable diámetro del tallo (cm)

Para conocer que tratamientos produjo mayor efecto o cuáles son los tratamientos diferentes entre sí, se empleó comparaciones múltiples de medias de cada tratamiento, donde se pudo observar que, si hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, en el tratamiento T4 se obtuvo mejores resultados y el tratamiento T1 está con resultados menos favorables (Figura 3).

7.3 Número de hojas por planta

Para la variable número de hojas se obtuvo un valor máximo de 19.87 en el tratamiento T8 y un valor mínimo 5.43 hojas por planta en el tratamiento T3, con una media $M=16.42$, y una desviación estándar $DE=0.34$, se realizó el ANOVA (Tabla 7), nos indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos $p>0.05$.

ANOVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor p
Tratamientos	10	13	13.	1	0.
		2.7	269	.412	21
Residuos	40	37	9.3		
		5.8	95		

Tabla 7. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta

7.4 Número de racimos:

En la variable número de racimos por planta se tomó datos hasta el quinto racimo no obstante obtuvo un valor máximo de 5.86 en el tratamiento T10 y una mínima de 0 en el tratamiento T1, con una media $M=4.80$ y una desviación estándar $DE=1.06$, para esta variable no hubo normalidad de datos tampoco homogeneidad de varianzas, luego se aplicó una prueba no paramétrica (Tabla 4), la cual resulto que no hay diferencia entre los tratamientos por lo que se realiza sólo un análisis descriptivo de esta variable. En general se observa que el número de racimos producidos fueron semejantes entre los tratamientos pero que sus medias son diferentes (Figura 4).

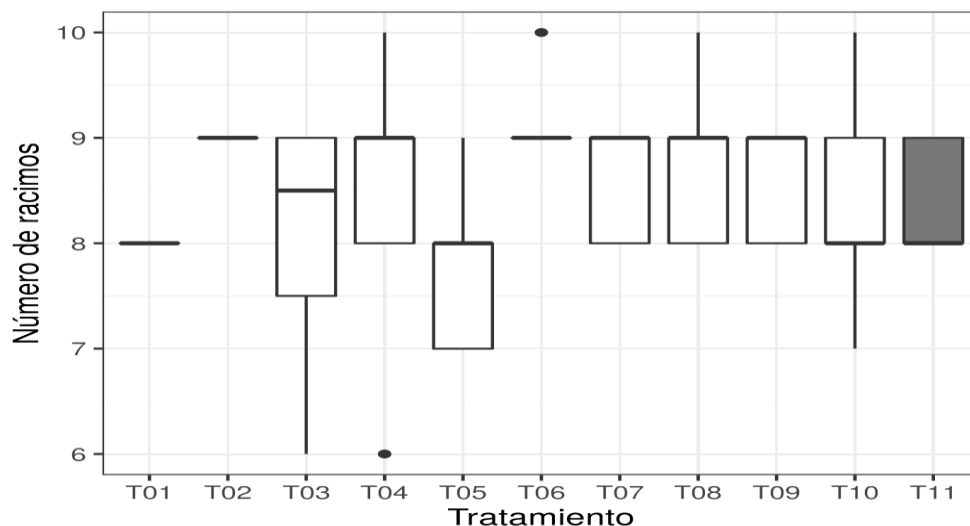


Figura 4. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable número de racimos (U)

7.5 Días a floración

Para la variable días a floración se analizó descriptivamente donde se determinó que el primer racimo floral en anthesis de todo el experimento fue entre los 41 días después del trasplante.

7.6 Número de frutos cuajados

Para el número de frutos cuajados, en casi todos los tratamientos se obtuvo un máximo de 25 frutos cuajados por planta, y un mínimo de frutos cuajados en el tratamiento T2 donde se obtuvo 17 frutos por planta, su media $M= 24.20$ y una desviación estándar $DE= 1.63$ prácticamente, todos los tratamientos produjeron el mismo número de frutos. No obstante, esto puede ser consecuencia de que todas las plantas recibieron el mismo tipo de poda de fruto, donde se dejó cinco frutos por racimo hasta el quinto racimo. Por otra parte, no existe homogeneidad de varianzas (prueba de Bartlett $P<0.05$) (Tabla 3), por lo que no se realizaron pruebas paramétricas en esta variable (Figura 5).

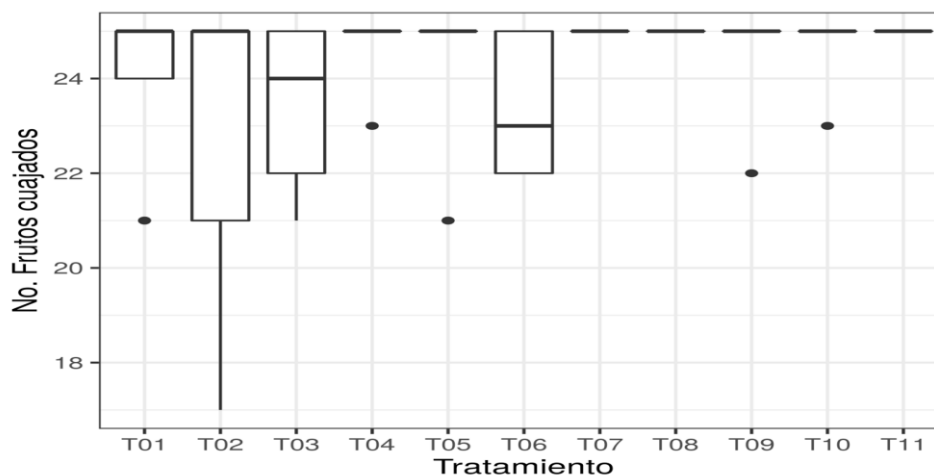


Figura 5. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable número de frutos cuajados (U)

7.7 Peso de frutos por planta

Para la variable peso de frutos por planta se obtuvo un peso máximo de 3445.80 en el tratamiento T4 y un mínimo de 0 en los tratamientos T1, T2 y T3 con una media $M=1215.60$ y una desviación estándar $DE=760.29$, según el ANOVA (Tabla 8) indica que, si existe diferencia significativa en los tratamientos, sin embargo, para conocer que tratamientos produjo mayor efecto o cuáles son los tratamientos diferentes entre sí, se empleó comparaciones múltiples de medias, donde se puede observar que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, esto es debido al número de tratamientos (11), donde la prueba (Tukey) se vuelve más extensa y no permite detectar diferencias pequeñas, este es un caso típico de un falso positivo.

Tabla 8. Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/planta)

ANOVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F	Valor p
Tratamientos	10	11,2	1,1	2	0.
		84,626	28,463	.491	0183*
Residuos	40	1,9	45		
		92,492	2,943		

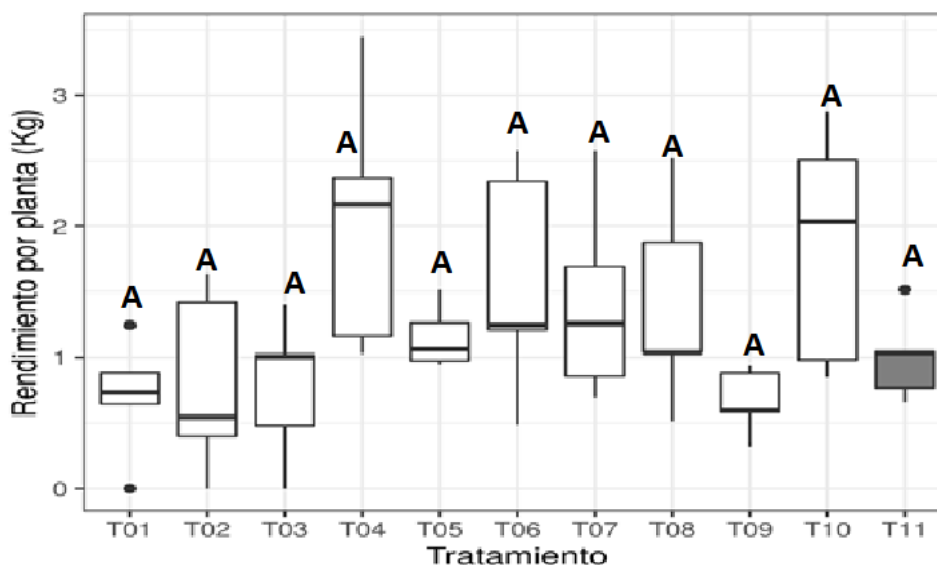


Figura 6. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable rendimiento por planta (Kg)

7.8 Índice de concentración de clorofila

Para la variable índice de contenido de clorofila, se obtuvo una concentración máxima de clorofila en el tratamiento T3, con un valor de 93, y una concentración de 0 en los tratamientos T1, T3 y T7, con una media $M=26,84$ y una desviación estándar $DE= 16,7$, en el caso de esta variable, para determinar la homogeneidad entre las varianzas se utilizó la prueba de Bartlett's K-squared ($p=0.016$) (Tabla 3) por lo tanto, no fueron homogéneas, igualmente se aplicó la prueba de Kruskal Wallis (Tabla 4), la misma que indica que no existe diferencia significativa, $p<0.05$. (Figura 7)

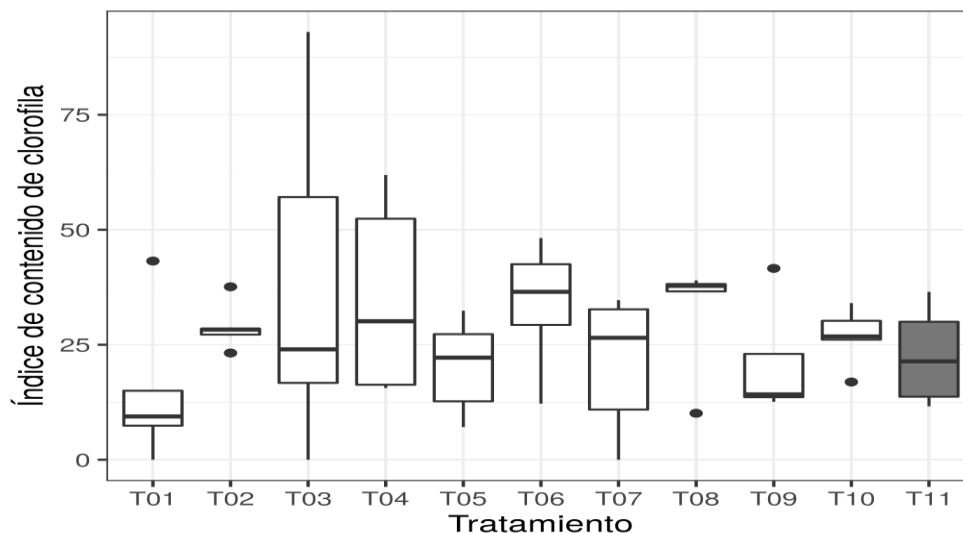


Figura 7. Gráfico de cajas para la comparación de medias de los tratamientos para la variable índice de concentración de clorofila (%)

7.9 Biomasa vegetativa

En la variable biomasa vegetativa se determinó que el tratamiento con mayor biomasa fue el tratamiento T7 con 295.90gr y el tratamiento con menor biomasa fue el T3 con 0, una media $M= 84.32$ y una desviación estándar $DE= 16.76$, debido a que estos datos presentaron varianzas homogéneas entre los tratamientos, pero no fueron normales, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 4) para determinar si existieron diferencias entre los tratamientos. Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis indican que no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p=0.4191$) (Figura 8).

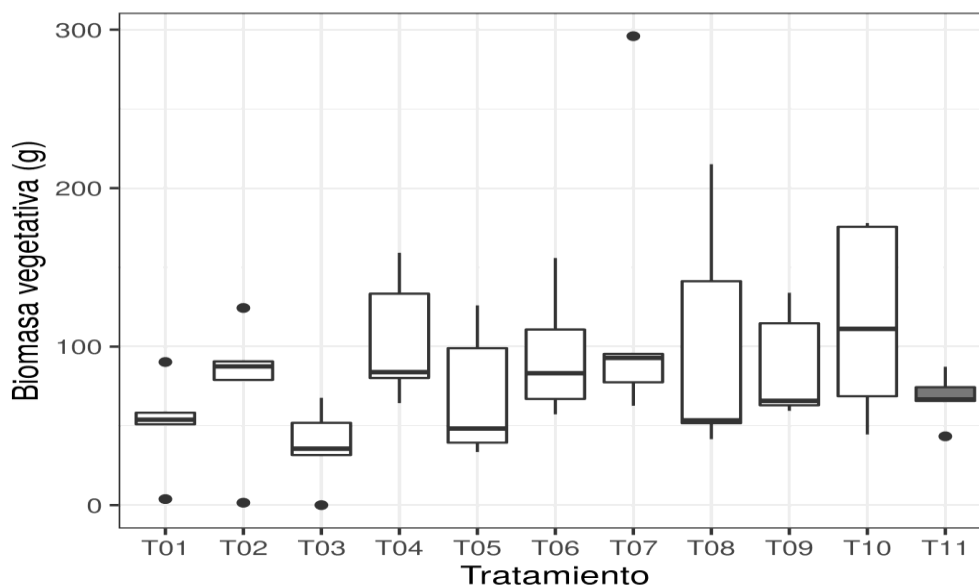


Figura 8. Biomasa vegetativa

7.10 Análisis económico

Para el análisis económico se realizó una comparación de costos de los materiales asociados (inversión) a la preparación de cada uno de los sustratos y el rendimiento de producción comercial obtenido, es decir se calculó la relación beneficio costo considerando el valor de mercado de la producción al momento de la cosecha

7.11 Costos de producción

Para los costos de producción se tomó en cuenta únicamente el costo del sustrato de cada tratamiento, donde se pudo determinar que el tratamiento con mayor costo de producción fue el tratamiento T1 con un costo de 0.57\$ por tratamiento, por otro lado, los tratamientos con menos costo de producción fue el tratamiento testigo T11 y tratamiento T3 que no tuvo valor comercial, ya que el tratamiento testigo T11 fue tomado del mismo invernadero y el tratamiento T3 fue reciclado (Figura 9).

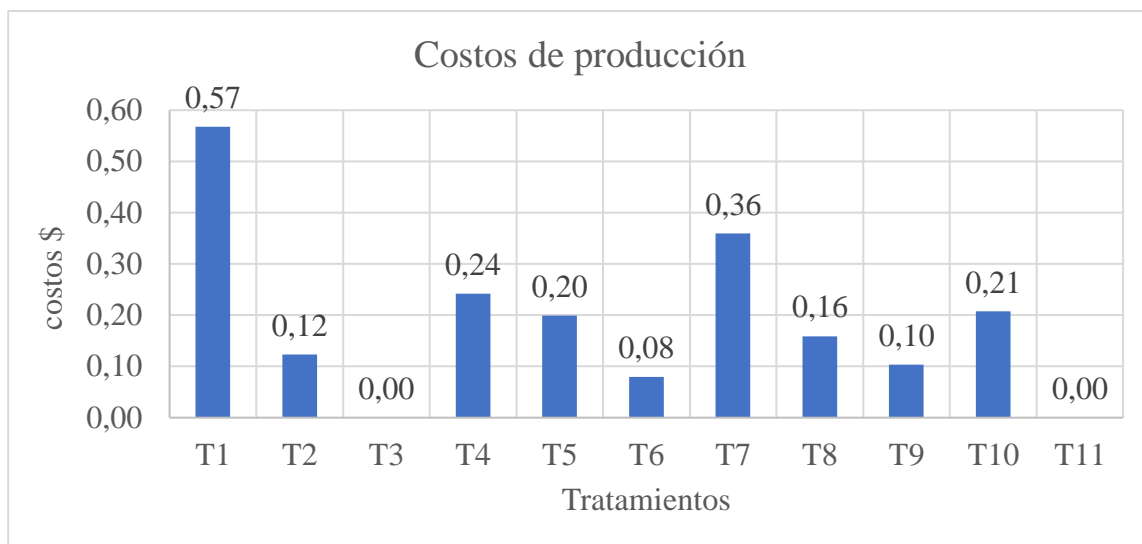


Figura 9. Costos de producción (\$)

7.12 Rendimiento del cultivo

Para determinar el rendimiento de cada tratamiento, se consideró el peso frutos en kg, donde se obtuvo qué, el tratamiento T4 obtuvo un peso promedio de 2.04 kg por planta, por otro lado, el tratamiento con menos peso fue el tratamiento T6 con un peso promedio de 0.66kg por planta, y el tratamiento control T11 alcanzó un peso promedio por planta de 1.00 kg (Figura 10).

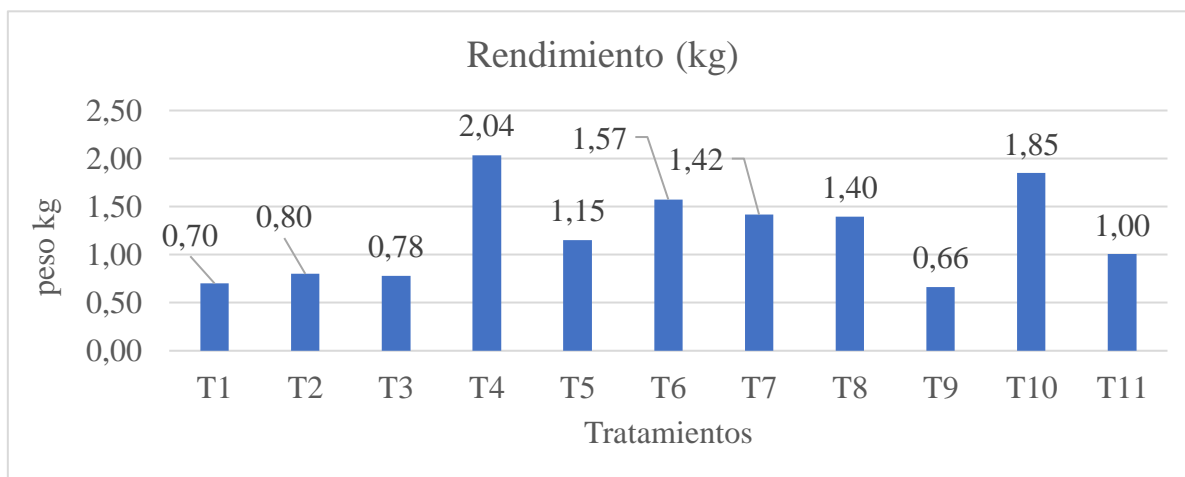


Figura 10. Rendimiento del cultivo (kg)

7.13 Costo beneficio

En el análisis económico costo/ beneficio, se determinó que el tratamiento con mayor ganancia fue el tratamiento T4, donde se obtuvo una ganancia de \$1.20 por otro lado el tratamiento T1 obtuvo una ganancia de \$-0.07, es decir estuvo por debajo del costo de producción. Para los tratamientos T3 y tratamiento testigo T11, los costos de producción fueron \$0,00 sin embargo, no superan y están dentro del rango de ganancias al igual que los demás tratamientos.

8 DISCUSIÓN

En los resultados de esta investigación se muestra que, en casi todas las variables evaluadas no existen diferencias estadísticamente significativas, excepto en la variable diámetro del tallo donde se determinó que tratamiento T4 obtuvo 1.12 cm con mejores resultados y el tratamiento T1 con un valor de 0.29 cm es decir todas la mezcla del tratamiento T4 que comprende un 45% de piedra pómez y 45% de compost, en este experimento, si influyen en el rendimiento del cultivo, se han realizado varios estudios muy parecidos donde se ha demostrado que el uso de sustratos en contenedores mostraron resultados favorables para ese cultivo, para Ortega et al. (2010) donde se usaron sustratos en mezcla y han demostrado que mejora en su rendimiento, de igual forma (Grazia & Tittonell, 2007) usaron mezclas de sustratos (compost) donde obtuvieron un desarrollo precoz, de igual forma para (Gayosso, Borges, Villanueva, Estrada, & Garruña, 2016) el cultivo en un sustrato puro o en mezcla, en un contenedor y dependiendo de su composición, influye en su desarrollo. Por otro lado en cuanto al manejo del cultivo resultó más fácil, es decir se puede controlar de mejor forma las malezas, además de contaminación por agentes patógenos en el suelo, de igual forma (Grazia & Tittonell, 2007), así como también (Soria & Olivert, 2002) no reportaron en cuanto a presencia de plagas o enfermedades en sus experimentos Cruz et al. (2013) sugiere que los sustratos inertes se encuentran libre de plagas y enfermedades.

Las ventajas del cultivo en sustratos diseñados se centran, en eliminar el vertido de los lixiviados, y con ello evitar la contaminación de suelos y acuíferos, aseguran la disponibilidad de agua y oxígeno a las raíces, optimizando el vínculo entre el aire y el agua en

el sistema radicular y la nutrición está mucho más controlada. Además, los sustratos inertes se encuentran libre de plagas y enfermedades Cruz et al. (2013), facilitan las labores culturales, como podas y tutorados, se suprimen los trabajos de abonados, preparaciones de suelo y eliminación de malezas. Las desventajas de este sistema pueden resultar en contaminantes cuando se evacuan los drenajes, también pueden aparecer enfermedades de raíz por ausencia de mecanismos de defensa (Soria & Olivert, 2002).

En cuanto a la eficiencia de uso de agua y nutrientes, efectivamente se pudo determinar que la lámina de agua aplicada y la dosis de fertilizante aplicada es mejor controlado que en un cultivo convencional como lo realizaron Cruz et al. (2013), sin embargo, en este experimento se aplicó la misma lámina de agua para todos los tratamientos incluido el testigo, por lo tanto, no se considera relevante.

En cuanto a los costos de producción, se pudo determinar que, las mezclas con mayores costos fue el tratamiento 1, donde se utilizó un 90% de compost, que según los resultados nos dio un precio de \$0.57 por tratamiento, también el tratamiento 7 donde se utilizó un 60% de piedra pómez, con un valor de \$0.37 debido a que fue el sustrato con mayor precio en el mercado, por otro lado, los tratamientos con menor costo de producción fueron los tratamientos T3 que comprendía un 90% de poli estireno, este sustrato fue reciclado por lo tanto obtuvo un valor comercial \$0.00, al igual que el tratamiento testigo T11 que fue de un valor comercial \$0.00, este sustrato fue tomado del mismo invernadero donde se realizó el experimento.

Para las ganancias en producción en el experimento se pudo determinar que el tratamiento con mejores resultados fue el tratamiento T4 y T6 llegando a alcanzar una ganancia en el mercado de \$1.20 y en el tratamiento T6 se obtuvo una ganancia de \$1.10, no obstante, los tratamientos con menores ganancias fueron el tratamiento T1 que nos dio una pérdida de \$0.07, ya que el costo de producción fue mayor a la producción.

9 CONCLUSIONES

Dentro del experimento para las variables evaluadas, únicamente el diámetro del tallo obtuvo diferencias estadísticamente significativas, el tratamiento T4, mezcla que comprende 45% piedra pómez y 45% compost, obtuvo resultados favorables en este experimento, por lo tanto, en esta variable se acepta la hipótesis alternativa.

En las variables altura de planta, número de hojas, número de racimos, número de frutos por planta, índice de clorofila, biomasa vegetativas y peso de frutos, en el análisis estadístico no se detectaron diferencias estadísticas significativas, por lo tanto, se concluye que todos los tratamientos en estas variables fueron iguales por lo tanto rechaza la hipótesis alternativa.

En el análisis económico de los tratamientos en este experimento se concluyó que el sustrato con mayor costo de producción fue la piedra pómez (T1) usado al 90%, sin embargo, fue el tratamiento con menor producción por planta, dando valores de pérdida, Por otro lado, el tratamiento con menores costos de producción fueron los sustratos poli estireno expandido y suelo nativo que no tuvieron costo, sin embargo, su producción no dio ganancias representativas, sin embargo los tratamientos con mejores resultados en relación costo beneficio, fue el tratamiento (T4) donde se usó 45% compost y 45% piedra pómez dando una ganancia de \$1.20.

10 RECOMENDACIONES.

- Dentro del Austro Ecuatoriano, aún no han sido usados mezclas de sustratos, por lo que es necesario realizar más experimentos con diferentes porcentajes, antes de recomendar a los agricultores.
- Realizar más experimentos con en diferentes tipos de cultivos y con más sustratos de diferentes orígenes a partir de los resultados ya obtenidos de este experimento.
- Evaluar parámetros de temperatura, humedad relativa, humedad en los contenedores.

11 BIBLIOGRAFIA

Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar, AAIC. (2003). *El cultivo de tomate riñón en invernadero (lycopersicon esculentum)*. Quito: Editorial Abya Yala.

Ausay, E. (2015). *Respuesta de tomate riñón (lycopersicum esculentum mill) cv dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertiriego por goteo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Facultad de Recursos Naturales - Escuela de Ingeniería Agronómica.

Baixauli, C. y Aguilar, J. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Bai, Y., & Lindhout, P. (2007). Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? *Annals of Botany*, 100(5), 1085-1094. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm150>

Beckles, D. M., (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*solanum lycopersicum L.*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 63(1), 129-140. doi: 10.1016/j.postharvbio.2011.05.016

Bernal, A., Hernández, A., Mesa, M., Rodríguez, O., González, P. J. y Reyes, R. (2015). Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de murgas, provincia la habana. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 30-40. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200005&lng=en&tlng=en

Ceglie, F. G., Bustamante, M. A., Ben Amara, M. y Tittarelli, F. (2015). The challenge of peat substitution in organic seedling production: Optimization of growing media formulation through mixture design and response surface analysis. *PLoS One*, 10(6), e0128600. doi:10.1371/journal.pone.0128600

Cruz Crespo, E., Can Chulim, A., Sandoval Villa, M., Bugarín Montoya, R., Robles Bermúdez, A. y Juárez López, P. (2013). Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias*, 2(2), 17-26. Recuperado de <https://doaj.org/article/789f9d38697f4087be95a984986d8472>

De Grazia, J., Tittonell, P. A. y Chiesa, Á. (2007). Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*capsicum annuum*). *Ciencia E Investigación Agraria*, 34(3), 195-204. doi:10.4067/S0718-16202007000300003

Dercon, G., Bossuyt, B., Biévre, B. d. y Cisneros, F. (1998). Zonificación agroecológica del austro ecuatoriano. Cuenca: U Ediciones. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=RkkgAAAAMAAJ>

Dorais, M., Ehret, D. y Papadopoulos, A. (2008). Tomato (*solanum lycopersicum*) health components: From the seed to the consumer. *Phytochemistry Reviews*, 7(2), 231-250. Doi:10.1007/s11101-007-9085-x

FAO. (2017). FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

Gayosso, S., Borges, L., Villanueva, E., Estrada, M. A. y Garruña, R. (2016). Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50(5), 617-631. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30246698007.pdf>

Gobierno Provincial del Azuay. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Azuay actualizado 2015 - 2030. (). Cuenca: Retrieved from http://www.azuay.gob.ec/prv/wpcontent/uploads/2017/07/2015.Plan_De_sarrollo_Ordenamiento_Territorial_Azuay.pdf

Graceson, A., Hare, M., Monaghan, J. y Hall, N. (2013). The water retention capabilities of growing media for green roofs. *Ecological Engineering*, 61, 328-

334. doi:10.1016/j.ecoleng.2013.09.030

Gutiérrez-Castorena, M. D. C., Hernández Escobar, J., Ortiz-Solorio, C. A., Anicua Sánchez, R., & Hernández Lara, M. E. (2011). Relación porosidad-retención de humedad en mezclas de sustratos y su efecto sobre variables respuesta en plántulas de lechuga. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(3), 183-196. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000300010&lng=en&tlng=en

Hidalgo Franklin, (2019). Determinación de los requerimientos hídricos óptimos del tomate (*solanum lycopersicum* L.) mediante el cálculo de la evapotranspiración y k_c , en la zona de mocache. Recuperado de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3687>

Ibañez, J. J. (2011, Oct 21.). Vertisoles: Uso y manejo. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/10/21/140108>

INEC. (2018, diciembre). Estadísticas Agropecuarias. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>

Jaramillo, J., Rodriguez, V., Gil, L., Garcia, M., Climaco, J. y Quevedo, D. (2003). Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/24532786/cartilla-tecnologia-para-el-cultivo-del-tomatecliente>

Martinez, P. y Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. En *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo* (pp. 37-77) Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/237100771_Sustratos_para_el_cultivo_sin_suelo_Materiales_propiedades_y_manejo

Martínez-Blanco, J., Lazcano, C., Christensen, T., Muñoz, P., Rieradevall, J., Møller,

J., . . . Boldrin, A. (2013). Compost benefits for agriculture evaluated by life cycle assessment. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4), 721-732. doi:10.1007/s13593-013-0148-7

Miguel Ángel Segura Castruita, Pablo Preciado Rangel, Guillermo González Cervantes, José Ernesto Frías Ramírez, Guillermo García Legaspi, Jorge Arnaldo Orozco Vidal, & Miguel Enríquez Sánchez. (2008). Adición de material pomáceo a sustratos de arena para incrementar la capacidad de retención de humedad. *Interciencia*, 33(12), 923-928. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/210127088>

Morell, Hernández y López. (2008). Finca la rosita. ii: Factores limitantes de los suelos. *Cultivos Tropicales*, 29(2), 17-20. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362008000200003&lng=en&tlng=en

Ollo Alcasena, M. A. (2014). Evaluación de distintos compost (industrial y doméstico) como ingrediente de sustrato y la acción de lavado sobres los mismos en pensamiento. Pamplona: Universidad Pública de Navarra - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Retrieved from https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=od_____2347::eba5ec51e584532340b5e2e8e13e6b18

Ortega, L., Sanchez, J., Ocampo, J., Sandoval, E., Salcido, B. y Manzo, F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*lycopersicum esculentum mill*) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximha*, 6(3), 339-346. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015002.pdf>

Papadopoulos, A. P., Bar-Tal, A., Silber, A., Saha, U. K. y Raviv, M. (2008). Inorganic and synthetic organic components of soilless culture and potting mixes. En *Soilless culture: Theory and practice* (pp. 505-543) Elsevier B.V.

doi:10.1016/B978-044452975-6.50014-9

Perez, J. (2010). Estudio de densidad de siembra y abonamiento orgánico del cultivo desacha inchi, (*plukenetia volubilis* L.) en la localidad de lamas. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín - Facultad de Ciencias Agrarias - Escuela Profesional de Agronomía.

Quesada Bolaños, P. (2011). Uso de compost y arena volcánica como sustratos en un sistema hidropónico abierto para cultivo protegido de tomate (*lycopersicon esculentum* mill). San Carlos: Tecnológico de Costa Rica - Escuela de Agronomía.

Ramos Agüero, D. y Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=en&tlng=en

Segura Castruita, M. Á., Preciado Rangel, P., González Cervantes, G., Frías, J. E., García Legaspi, G., Orozco Vidal, J. A., & Enríquez Sánchez, M. (2008). Adición de material pomáceo a sustratos de arena para incrementar la capacidad de retención de humedad. *Interciencia*, 33(12). <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=33913810>

Silva, J. (2015). Evaluación de cuatro programas de fertilización foliar complementaria en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) L. var. Sheila bajo invernadero, 2015. Quito: Universidad Central del Ecuador - Facultad de Ciencias Agrícolas - Escuela de Ingeniería Agronómica. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7781/1/T-UCE-0004-57.pdf>

Soria, C. B., & Olivert, J. M. A. (2002). Cultivo sin Suelo de Hortalizas. <http://agriculturers.com/wp-content/uploads/2016/12/Cultivo-sin-suelo-de-hortalizas.pdf>

Yuling Bai y Pim Lindhout. (2007). Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*, 100(5), 1085-1094. doi:10.1093/aob/mcm150