

RESUMEN:

TÍTULO: “PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller), UTILIZANDO LA MEZCLA DE DIFERENTES SUSTRATOS”

La presente investigación se realizó durante nueve meses en el invernadero de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, su objetivo principal fue la producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), con una misma solución nutritiva. Se evaluó la adaptación de las plantas a los diferentes sustratos, incidencia de plagas y enfermedades y los costos de producción. Para el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, tratamiento A (50% arena + 50 % cascarilla de arroz), tratamiento B (50% arena + 50% biocarbón), tratamiento C (50% arena + 50% piedra pómez) y el tratamiento D (100% arena). La fertilización se realizó a diario debido a que los sustratos son medios inertes y no le brindan ningún nutriente a la planta. Por los rendimientos alcanzados y beneficio económico se recomienda la utilización del tratamiento A, con una producción de 57010,28 kg/ha y una relación beneficio/costo \$1.42 con este tratamiento el agricultor puede mejorar el rendimiento en sus cosechas.

PALABRAS CLAVES: hidroponía, plantas, sustrato, nutrientes.

INDICE

	Pág.
CAPITULO I.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPITULO II.....	10
II. OBJETIVOS.....	11
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2.3 HIPÓTESIS.....	11
CAPITULO III.....	12
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
3.1. ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y GENERALIDADES.....	13
3.1.1. Origen.....	14
3.1.2. Distribución.....	14
3.1.3. Generalidades.....	14
3.2. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	15

3.2.1.	Descripción de la planta.....	16
3.3.	COMPOSICIÓN NUTICIONAL DEL TOMATE.....	18
3.4.	REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO.....	18
3.5.	HIBRIDO.....	20
3.5.1.	Híbrido Nemo-Netta F1.....	20
3.5.2.	Características del híbrido Nemo-Netta.....	21
3.6	CULTIVO HIDROPÓNICO.....	22
3.6.1.	Ventajas del cultivo hidropónico.....	22
3.7.	SUSTRATOS.....	23
3.7.1.	Características de un buen sustrato.....	23
3.7.2.	Sustratos más utilizados.....	24
3.7.3.	Cascarilla de arroz.....	24
3.7.4.	Piedra pómez.....	25
3.7.5.	Arena.....	26
3.7.6.	Biocarbón.....	27
3.8.	REQUERIMIENTOS NUTICIONALES.....	28
3.8.1.	Elementos principales.....	28
3.8.2.	Elementos secundarios.....	31
3.8.3.	Elementos menores.....	33
3.9.	SOLUCIÓN NUTITIVA LA MOLINA.....	37
3.10.	SISTEMA HIDROPÓNICO.....	40
3.11.	INVESTIGACIONES REALIZADAS EN HIDROPONÍA.....	40
3.11.1.	Resultados obtenidos con la utilización de diferentes sustratos.....	40
3.11.2.	Recomendaciones de fertilización bajo invernadero para cultivo tradicional de tomate de mesa (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller),.....	41
3.11.3.	Recomendaciones de fertilización de la Universidad Agraria la Molina para cultivo hidropónico de tomate de mesa (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller),.....	41
	CAPITULO IV.....	43

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
4.1. MATERIALES.....	44
4.1.1. Materiales biológicos.....	44
4.1.2. Materiales químicos.....	44
4.1.3. Materiales físicos.....	45
4.2. METODOLOGÍA.....	47
4.2.1. Área de estudio.....	47
4.2.3. Características de la unidad experimental.....	48
4.2.3. Manejo del experimento.....	48
4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	59
4.3.1. Randomización de los tratamientos.....	60
4.3.2. Operacionalización de las variables.....	60
CAPITULO V.....	61
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
5.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE PLANTAS DE TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller),.....	62
5.2. ALTURA EN CENTÍMETROS DE PLANTAS DE TOMATE DE MESA (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), ALOS 10 DIAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	62
5.3. ALTURA EN CENTÍMETROS DE PLANTAS DE TOMATE DE MESA (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), ALOS 30 DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	64
5.4. ALTURA EN CENTÍMETROS DE PLANTAS DE TOMATE DE MESA (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), ALOS 60 DESPUÉS DEL TRASPLANTE.....	66
5.5. NÚMERO DE RACIMOS FLORALES DE TOMATE DE MESA (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), HASTA LOS TRES MESES DE PRODUCCIÓN.....	69

5.6.	PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), POR PLANTA EN Kg.....	70
5.7.	PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), TOTAL EN Kg.....	72
5.7.1.	Categorización de tomate de mesa (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), pequeños en kg.....	75
5.7.2.	Categorización de tomate de mesa (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), medianos en kg.....	77
5.7.3.	Categorización de tomate de mesa (<i>Lycopersicum esculentum</i> , Miller), grandes en kg	78
5.7.4.	Rendimiento total de tomate de mesa en la investigación en Tm/ha.....	80
5.8.	NIVEL DE FERTILIZACIÓN UTILIZADA EN ESTA INVESTIGACIÓN.....	81
5.8.1.	Nivel de fertilización por hectárea.....	82
5.9.	PLAGAS.....	83
5.9.1.	Saltamontes.....	83
5.9.2.	Mosca blanca.....	85
5.9.3.	Minador.....	88
5.10.	ENFERMEDADES.....	90
5.10.1.	Oidio.....	91
5.10.2.	Botrytis.....	93
5.11.	BACTERIAS.....	96
5.11.1.	Erwinia.....	96
5.12.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	99
5.12.1.	Costos fijos.....	99
5.12.2.	Costos variables.....	99
	CAPÍTULO VI.....	104
VI.	CONCLUSIONES.....	105
VII.	RECOMENDACIONES.....	107

VIII.	RESUMEN.....	107
IX.	SUMARY.....	109
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	111
XI.	ANEXOS.....	115

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller), UTILIZANDO LA MEZCLA DE DIFERENTES SUSTRATOS”

Tesis de Grado previo a la obtención del Título de Ingenieras Agrónomas

AUTORAS

Gloria Elisabeth Maza Pomavilla.

María Patricia Villa Pasato.

DIRECTOR

Ing. Fernando Larrea Calles.

CUENCA – ECUADOR

2011



CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación fue “Producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, con una misma solución nutritiva”.

En un mundo superpoblado, con suelos erosionados e índices cada vez mayores de contaminación; con climas cambiantes y persistentes, la hidroponía, por sus especiales características, brinda nuevas posibilidades donde los cultivos tradicionales están agotados como alternativas para los agricultores.

Con lo mencionado anteriormente y con el paso del tiempo será conveniente utilizar la hidroponía y no las viejas técnicas de cultivo; pero la verdadera razón, para en un futuro no muy lejano, promover este método tiene que ver con la superpoblación y la contaminación de los suelos.

Paz .et al. 2008. La hidroponía es la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de otros medios como: agua, arena, cascarilla de arroz, piedra pómez, aserrín entre otros, a los que se agrega una solución nutritiva con todos los elementos esenciales requeridos por las plantas para su desarrollo y crecimiento normal.

Actualmente la utilizan, principalmente, países que disponen de poca superficie de suelo como el caso de Japón y algunos países europeos.

Estos últimos casos son los que demuestran de alguna manera hacia a donde apuntará el futuro en cuanto a mejoras en el rendimiento de los cultivos.

Entre las ventajas de esta técnica, están: cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación; reducción de los costos de producción; independencia de los fenómenos

climatológicos (verano e invierno); permite producir cosechas fuera de tiempo; se produce en menor espacio más cantidad de vegetales; ahorro de agua y fertilizantes; no se utiliza maquinaria agrícola; casi no se utiliza productos fitosanitarios; mayor precocidad de los cultivos; mayores rendimientos.

El tomate es una de las plantas que más éxito ha tenido en la hidroponía practicada en Perú, dando una nueva alternativa a la actividad agrícola, permitiendo al productor reducir los costos de producción, espacio y tiempo.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, con una misma solución nutritiva. P

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la adaptación de las plantas a los diferentes sustratos.
2. Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo. Ev
3. Evaluar los costos de producción y la relación beneficio costo de cada tratamiento. Ev

2.3 HIPÓTESIS

Se planteó la siguiente hipótesis de trabajo para la producción de los tratamientos en estudio.

Ha: $A \neq B \neq C \neq D$



CAPÍTULO III
REVISIÓN DE LITERATURA

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y GENERALIDADES

3.1.1 Origen

Consuelo. 1991; Villela. 1993y Olimpia. 2000. Coinciden en plantear que el tomate cultivado, (*Lycopersicum esculentum*, Miller), es originaria del área norte de Perú, Ecuador, Bolivia y abarca una extensa región andina del norte de Chile en los andes de Sudamérica. El hábitat natural de esta especie es una estrecha franja costera que se extiende desde el Ecuador (0° de latitud) hasta el norte de Chile (30° de latitud sur y entre el Pacífico y los Andes entre latitudes que varían entre 0 a 2000 metros, se incluyen las Islas Galápagos, donde aproximadamente no llueve durante seis meses pero si existe una niebla constante a temperaturas de 17 a 24 °C.

3.1.2 Distribución

Wikipedia. 2009. Menciona que el tomate se originó muy probablemente en las tierras altas de la costa occidental de Sudamérica. Investigaciones posteriores han precisado que ésta y otras hortalizas se cultivaron en forma continua por las culturas que florecieron en los Andes desde tiempos preincaicos. El tomate viajó a Europa desde Tenochtitlan, capital del imperio azteca, después de la conquista de los españoles, donde se le conocía como xitomatl, "fruto con ombligo".

Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños y incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países Europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los Españoles y Portugueses difundieron el tomate a Oriente medio y África, y de allí a

otros países Asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Europa.

Los españoles distribuyeron el tomate a lo largo de sus colonias en el Caribe después de la conquista de Sudamérica. También lo llevaron a Filipinas y por allí entró al continente asiático.

3.1.3 Generalidades

Santander. 2007. El tomate es una de las plantas que más éxito ha tenido a lo largo de la historia de los cultivos hidropónico.

En Estados Unidos de América, el consumo de tomates (y de productos derivados de la hidroponía) ha aumentado de forma considerable en los últimos 20 años debido al cambio de mentalidad del americano promedio de consumir productos "más sanos", "mas orgánicos", con "menos aditivos" sin embargo, la realidad es que en el cultivo hidropónico también se usan diferentes insecticidas, bactericidas y otros, solo que son más fáciles de controlar sus concentraciones y se usan en menos oportunidades debido al aislamiento relativo que mejora el control de plagas del cultivo hidropónico.

La ventaja de cultivar el tomate en un cultivo hidropónico en ambiente controlado (en invernadero) es la capacidad de modificar todos los factores relacionados con su desarrollo de forma más minuciosa como cultivar en áreas con suelos no aptos (si se hace con técnica de hidroponía), evitar las pérdidas excesivas de agua por evaporación, control estricto de la temperatura, riego más efectivo, control de los efectos del viento y de la exposición directa a la luz solar y la capacidad de "aislarlo" de las posibles plagas (esto no es totalmente cierto dado que algunas plagas logran ingresar a los invernaderos y requieren acciones más específicas). Pero,

sobre todo la ventaja es poder aislarlo del suelo que puede aportar salinidad, concentraciones inadecuadas de nitratos y otros minerales, humedad inadecuada, oxigenación pobre de las raíces y enfermedades.

3.2 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

Nuez. 1999 y Jaramillo et al. 2007.

Dominio:	Eucariota
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales (Personatae)
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Nombre binomial:	<i>Solanum lycopersicum</i>
Género:	<i>Lycopersicum</i>
Especie:	<i>esculentum</i>
Hibrido:	Nemoneta
Descriptor:	Miller (1788)

3.2.1 Descripción de la planta

Infoagro. 2009.

- a) **Planta:** perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).
- b) **Sistema radicular:** raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, un cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).
- c) **Tallo:** eje con un grosor que oscila entre 2 - 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpodial) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.
- d) **Hoja:** compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del

parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

- e) **Flor:** su fórmula floral es **K (5), [C (5), A 5], G (2)** perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.
- f) **Fruto:** baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.
- g) **Semillas:** pequeñas aplanadas, amarillento-grisáceo, velludas, embebidas en una masa gelatinosa formada por el tejido parenquimático que llenan las cavidades del

fruto maduro, es una especie de diploide con 24 cromosomas en sus células somáticas.

3.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL TOMATE

Infojardin. 2009.

Agua	94%
Hidratos de carbono	3%
(fibra)	1%
Proteínas	1%
Lípidos	0,3%
Potasio	258mg/100g
Sodio	3mg/100g
Calcio	10mg/100g
Hierro	0,6mg/100g
Fósforo	24mg/100g
Vitamina C	
26mg/100g	
Vitamina A (retinol)	
207mg/100g	
Tiamina (Vit B1)	
0,06mg/100g	
Riboflavina (Vit. B2)	
0,04mg/100g	
Niacina (Vit. B3)	28
microgramos/100g	

3.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

SICA. 2001.

Suelo: Prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica.

pH: 6.0 – 7.0

Contenido de materia orgánica: Sobre el 2%.

CO₂: 700 – 800 ppm

INIAP. 2004. Menciona que el manejo de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para mantener un buen estado sanitario del cultivo.

Estos factores experimentan amplias variaciones de una zona a otra, por la altitud en que se encuentran, el tamaño del invernadero, el micro clima presente en la zona, la nubosidad, etc.

- **Temperatura**

El tomate tiene una velocidad óptima de crecimiento a una temperatura promedio de 18 a 30 °C y no resulta afectado por las temperaturas extremas, en la mayoría de plantas el crecimiento es mayor durante la noche, por ello es más importante la temperatura nocturna que la diurna.

Las bajas temperaturas del suelo pueden reducir la absorción de nutrientes y originar su déficit en la planta. En estas condiciones las plantas no pueden asimilar el fósforo desde el suelo.

- **Humedad del aire**

Una humedad relativa inferior al 50% es inconveniente porque la planta expulsa el agua en forma de vapor hacia la atmosfera, lo que puede marchitar la planta y favorecer el desarrollo del *oidio sp.* Valores muy altos pueden reducir la absorción del agua y de los nutrientes. Y ocasionar déficit de elementos como el calcio, induciendo desórdenes fisiológicos que reducen la cosecha. Son óptimos los valores entre el 50 y 70%.

- **Radiación**

La luz limitada en el invernadero dificulta crear un microclima favorable para el óptimo desarrollo de las plantas. Las plantas que crecen en medio de altas densidades de población no reciben suficiente luz, lo que limita su desarrollo. Intensidades altas de luz producen plantas con tallos cortos y gruesos, intensidades bajas de luz producen tallos largos y delgados.

- **Vientos**

En un invernadero de ambientación climática natural, el viento regula la temperatura y la humedad relativa, expulsa los excesos de humedad, reduce la temperatura y cumple una función vital en la polinización y oxigenación de la plantación, sin embargo el exceso puede ser perjudicial, ya que deteriora la estructura del invernadero.

3.5 HÍBRIDO

3.5.1 Híbrido Nemo-netta F1

INIAP.2009. Menciona que es una variedad precoz 65 – 75 días con crecimiento indeterminado de vida larga en estante muy productiva. Con una producción de 5 a 9 kg por planta.



Foto N° 1. Híbrido Nemo-netta F1

Fenología

INIAP. 2009. Menciona que la primera etapa de desarrollo del cultivo es la germinación, por lo general su crecimiento es alrededor de los 6 y 12 días, dependiendo de la humedad, la temperatura y de la variedad escogida.

En el siguiente período ya se tiene una planta joven llamada plántula, que se desarrolla entre los 21 y 35 días apta para el trasplante.

3.5.2 Características del híbrido Nemo-Netta

Ayres. 2005.

Tipo: Un híbrido de tomate adaptadas a campo abierto o de producción para el cultivo bajo protección.

Madurez: Medio de maduración, aproximadamente 80 días para la primera selección.

Características de la planta: Una planta vigorosa con un hábito de crecimiento indeterminado, las plantas deben ser podadas en espaldera y con no más de dos tallos. La densidad de plantación debe ser de 17 -21 000 plantas / ha. Separación no debe ser inferior a 35 cm entre plantas. Las plantas o bien se podrían formar un solo tronco de una cadena de apoyo y luego en capas hacia abajo, o podadas a dos tallos y se despunta a una altura de 2 metros. La densidad de plantación debe estar cerca de las plantas de 3-4 / m².

Características de la fruta: Nemo-Netta es una fruta de muy alta calidad con un peso medio del fruto de 150 a 180 g, cuando podadas a un solo tallo. Los frutos son uniformes, con forma de globo.

Resistencia: Altamente resistente a la *Verticilium*, *Fusarium*, Virus del mosaico del tabaco (TMV), Resistencia intermedia a los nematodos, La tolerancia a los nematodos se puede descomponer con las altas temperaturas del suelo.

Adaptado: A una amplia gama de condiciones.

La fruta: De alta calidad, larga vida útil.

3.6 CULTIVO HIDROPÓNICO

3.6.1 Ventajas del cultivo hidropónico

Filippetti. 2009. Los cultivos desarrollados mediante el sistema hidropónico tienen una serie de ventajas sobre los tradicionales, entre las cuales se pueden señalar las siguientes:

- Se puede cultivar en interiores, balcones, terrazas, patios, etc.
- Se requiere una superficie mucho menor para obtener igual cantidad de producción. Realizando instalaciones superpuestas, puede multiplicarse aún más el espacio.
- Se acorta el período de cultivo. El desarrollo de la planta es más rápido.
- Las plantas desarrollan poco sus raíces pues están directamente en contacto con los nutrientes, pero logran un crecimiento extraordinario de tallos, hojas y frutos.
- Requiere mucho menor mano de obra, ya que no es necesaria la remoción del suelo, efectuar trasplantes, limpiar los cultivos de malezas, aplicar fertilizantes, etc. reduciéndose además las tareas de recolección de los frutos, entre otras ventajas.

- La presentación de los productos obtenidos es superior a la de los cultivados en tierra.
- Mantiene los cultivos en un medio fitosanitario extraordinariamente bueno. Facilita el control de las plagas en los cultivos.
- Disminuye los gastos para las operaciones de cultivo.
- El sistema de cultivo hidropónico, permite la incorporación de personal, que por sus características (avanzada edad, discapacitados, etc.) no podrían realizar tareas en los cultivos tradicionales
- Resuelve el problema del cansancio del suelo.

3.7 SUSTRATOS

3.7.1 Características de un buen sustrato

Urrestarazu. 2005. En el libro “Tratado de los cultivos sin suelo” dice que, El sustrato ideal depende de la especie de planta así como el enfoque de cultivo. Pero si que podemos establecer unas condiciones básicas que son necesarias y benefician a la mayoría de plantas.

- a) Retención de agua:** un sustrato debe tener una gran capacidad de agua sin que se encharque de tal forma que proveemos a la planta de una reserva de agua y resistencia a la evaporación así como la disminución de riego.
- b) Drenaje:** Si bien queremos una buena retención para proveer a la planta necesitamos un buen drenaje para expulsar el agua restante.

- c) **Aireación:** Las raíces deben respirar al igual que las hojas y un buen contenido de oxígeno facilita la asimilación de nutrientes y el crecimiento de las raíces.
- d) **Textura:** Al coger con la mano el sustrato y aplastarlo debe ser esponjoso al tacto y no quedar compacto (arcilloso) y con facilidad poder soltarlo. Las raíces crecen más rápido en sustratos esponjosos que no en densos como los arcillosos.
- e) **Nutrientes:** La mezcla debe estar provista de nutrientes para el desarrollo de la planta.
- f) **Resistencia:** A factores externos ya sean: temperatura, hongos, etc.

3.7.2 Sustratos más utilizados

Urrestarazu. 2005. En el libro “Tratado de los cultivos sin suelo” dice que, los sustratos más utilizados son:

- Cascarilla de arroz.
- Arena, grava.
- Residuos de hornos y calderas.
- Piedra pómez.
- Aserrines y viruta.
- Ladrillos, tejas molidas.
- Turba rubia y vermiculita.

3.7.3 Cascarilla de arroz

Álvarez. 2004. Manifiesta que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición dado su alto contenido de sílice. Es liviano y su principal costo es el transporte, dado que para los molineros es un desecho.

Se presenta como material liviano, de buen drenaje, buena aireación, pero presenta una baja retención de humedad

inicial y es difícil conservar la humedad homogéneamente cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas. A medida que envejece va aumentando su capacidad de retención de humedad.

Simultáneamente adquiere un color café oscuro y se siente más suave al tacto. En estas condiciones la cascarilla puede seguir siendo utilizada durante varias cosechas, siempre y cuando se reponga la que se pierde al eliminar las raíces de la cosecha anterior.



3.7.4 Piedra pómez

Banned. 2005. Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1.500 - 1.800 kg/m³. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse.



3.7.5 Arena

Torres. et al. 1997. Infoagro.com. Según esta página, las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada.



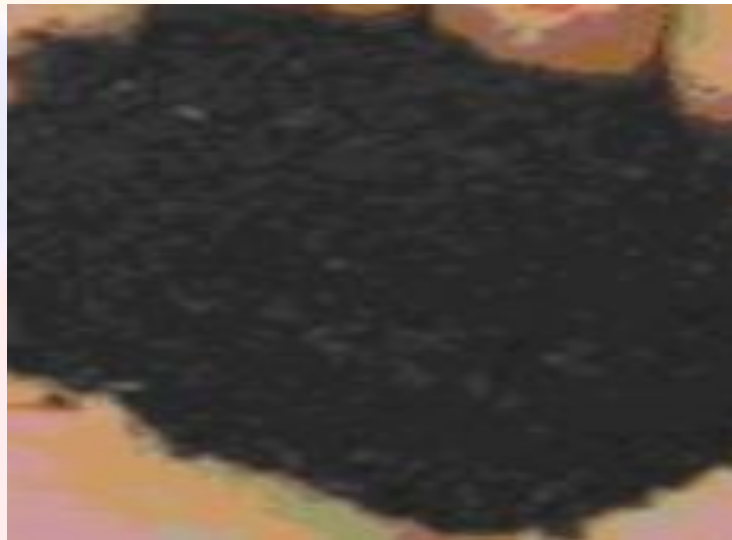
3.7.6 Biocarbón

NC&T.2011. Los científicos han llegado a la conclusión de que el carbón derivado de la biomasa sobrecalentada, el llamado "biocarbón", tiene una capacidad sin precedentes para mejorar la fertilidad del suelo, una capacidad que supera a las del compost, el estiércol animal, y todos los otros productos bien conocidos para la mejora de tierras de cultivo.

Ortega. 2009. Las propiedades del biocarbón son las siguientes:

- ✓ Aumento del crecimiento de las plantas. Sin embargo parece que en numerosos casos, sea necesario mezclarlo con un abono mineral.
- ✓ Reestructuración del suelo, mejorando sus propiedades físicas.
- ✓ Mejora de la retención en agua del suelo.
- ✓ Aumento del pH de los suelos ácidos.

- ✓ Ayuda al desarrollo de la microflora de los suelos y aumento de su actividad biológica.
- ✓ Disminución de la colada de nutrientes, en particular, de los nitratos.
- ✓ Disminución de emisiones de N_2 y de metano en los suelos hidromorfos.
- ✓ Disminución de la toxicidad alumínica en algunos suelos.



3.8 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

3.8.1 Elementos principales

Santander. 2007.

El nitrógeno, fósforo y potasio se denominan “elementos mayores” porque normalmente las plantas los necesitan en cantidades tan grandes que la tierra no puede suministrarla en forma completa. Se consumen en grandes cantidades.

- **Nitrógeno (N) Es absorbido en forma de nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+)**

Características

- ✓ Otorga el color verde intenso a las plantas.
- ✓ Fomenta el rápido crecimiento.
- ✓ Aumenta la producción de hojas.
- ✓ Mejora la calidad de las hortalizas.
- ✓ Aumenta el contenido de proteínas en los cultivos de alimentos y forrajes.

Deficiencia

- ✓ Aspecto enfermizo de la planta.
- ✓ Color verde amarillento debido a la pérdida de clorofila.
- ✓ Desarrollo lento y escaso.
- ✓ Amarillamiento inicial y secado posterior de las hojas de la base de la planta que continúa hacia arriba.

Toxicidad

Cuando se le suministra en cantidades desbalanceadas en relación con los demás elementos, la planta produce mucho follaje de color verde oscuro, pero el desarrollo de las raíces es reducido, la floración y la producción de frutos y semillas se retarda.

- **Fósforo (P) Las plantas lo toman en forma de óxido de fósforo (P₂O₅)**

Características

- ✓ Estimula la rápida formación y crecimiento de las raíces
- ✓ Facilita el rápido y vigoroso comienzo a las plantas
- ✓ Acelera la maduración y estimula la coloración de los frutos
- ✓ Ayuda a la formación de las semillas
- ✓ Da vigor a los cultivos para defenderse del rigor del invierno.

Deficiencia

- ✓ Aparición de hojas, ramas y tallos de color purpúreo; este síntoma se nota primero en las hojas más viejas.
- ✓ Desarrollo y madurez lenta y aspecto raquíptico en los tallos.
- ✓ Mala germinación de las semillas.
- ✓ Bajo rendimiento de frutos y semillas.

Toxicidad

Los excesos de fósforo no son notorios a primera vista, pero pueden ocasionar deficiencia de cobre o de zinc.

- **Potasio (K) Las plantas lo toman en forma de óxido de potasio (K₂O)**

Características

- ✓ Otorga a las plantas gran vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas.
- ✓ Ayuda a la producción de proteína de las plantas.
- ✓ Aumenta el tamaño de las semillas.
- ✓ Mejora la calidad de los frutos.
- ✓ Ayuda al desarrollo de los tubérculos.
- ✓ Favorece la formación del color rojo en hojas y frutos.

Deficiencia

- ✓ Las hojas de la parte más baja de la planta se queman en los bordes y puntas; generalmente la vena central conserva el color verde.; también tienden a enrollarse.
- ✓ Debido al pobre desarrollo de las raíces, las plantas se degeneran antes de llegar a la etapa de producción.
- ✓ En las leguminosas da lugar a semillas arrugadas y desfiguradas que no germinan o que originan plántulas débiles.

Toxicidad

No es común la absorción de exceso de potasio, pero altos niveles de él en las soluciones nutritivas pueden ocasionar deficiencia de magnesio y también de manganeso, zinc y hierro.

3.8.2 Elementos secundarios

Se llaman así porque las plantas los consumen en cantidades intermedias, pero son muy importantes en la constitución de los organismos vegetales.

- **Calcio (Ca) Es absorbido en forma de óxido de calcio (CaO)**

Características

- ✓ Activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas.
- ✓ Mejora el vigor general de las plantas.
- ✓ Neutraliza las sustancias tóxicas que producen las plantas.
- ✓ Estimula la producción de semillas.
- ✓ Aumenta el contenido de calcio en el alimento humano y animal.

Deficiencia

- ✓ Las hojas jóvenes de los brotes terminales se doblan al aparecer y se queman en sus puntas y bordes.
- ✓ Las hojas jóvenes permanecen enrolladas y tienden a arrugarse.
- ✓ En las áreas terminales pueden aparecer brotes nuevos de color blanquecino.
- ✓ Puede producirse la muerte de los extremos de las raíces.
- ✓ En los tomates y sandías la deficiencia de calcio ocasiona el hundimiento y posterior pudrición seca de los frutos en el extremo opuesto al pedúnculo.

Toxicidad

No se conocen síntomas de toxicidad por excesos, pero éstos pueden alterar la acidez del medio de desarrollo de la raíz y esto sí afecta la disponibilidad de otros elementos para la planta.

- **Magnesio (Mg) Las plantas lo absorben como óxido de magnesio (MgO)**

Características

- ✓ Es un componente esencial de la clorofila.
- ✓ Es necesario para la formación de los azúcares.
- ✓ Ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes.
- ✓ Actúa como transportador del fósforo dentro de la planta.
- ✓ Promueve la formación de grasas y aceites.

Deficiencia

- ✓ Pérdida del color verde, que comienza en las hojas de abajo y continúa hacia arriba, pero las venas conservan el color verde.
- ✓ Los tallos se forman débiles, y las raíces se ramifican y alargan excesivamente.
- ✓ Las hojas se tuercen hacia arriba a lo largo de los bordes.

Toxicidad

No existen síntomas visibles para identificar la toxicidad por magnesio.

- **Azufre (S)**

Características

- ✓ Es un ingrediente esencial de las proteínas.
- ✓ Ayuda a mantener el color verde intenso.

- ✓ Activa la formación de nódulos nitrificantes en algunas especies leguminosas (frijoles, soya, arvejas, habas).
- ✓ Estimula la producción de semilla.
- ✓ Ayuda al crecimiento más vigoroso de las plantas.

Deficiencia

- ✓ Cuando se presenta deficiencia, lo que no es muy frecuente, las hojas jóvenes toman color verde claro y sus venas un color más claro aún; el espacio entre las nervaduras se seca.
- ✓ Los tallos son cortos, endebles, de color amarillo.

3.8.3 Elementos menores

Las plantas los necesitan en cantidades muy pequeñas, pero son fundamentales para regular la asimilación de los otros elementos nutritivos. Tienen funciones muy importantes especialmente en los sistemas enzimáticos. Si uno de los elementos menores no existiera en la solución nutritiva, las plantas podrían crecer pero no llegarían a producir o las cosechas serían de mala calidad.

- **Cobre (Cu)**

Características

- ✓ El 70 % se concentra en la clorofila y su función más importante se aprecia en la asimilación.

Deficiencia

- ✓ Severo descenso en el desarrollo de las plantas.
- ✓ Las hojas más jóvenes toman color verde oscuro, se enrollan y aparece un moteado que va muriendo.
- ✓ Escasa formación de la lámina de la hoja, disminución de su tamaño y enrollamiento hacia la parte interna, lo cual limita la fotosíntesis.

Toxicidad

Clorosis férrica, enanismo, reducción en la formación de ramas y engrosamiento y oscurecimiento anormal de la zona de las raíces.

- **Boro (B)**

Características

- ✓ Aumenta el rendimiento o mejora la calidad de las frutas, verduras y forrajes, está relacionado con la asimilación del calcio y con la transferencia del azúcar dentro de las plantas.
- ✓ Es importante para la buena calidad de las semillas de las especies leguminosas.

Deficiencia

- ✓ Anula el crecimiento de tejidos nuevos y puede causar hinchazón y decoloración de los vértices radiculares y muerte de la zona apical (terminal) de las raíces.
- ✓ Ocasiona tallos cortos en el apio, podredumbre de color pardo en la cabeza y a lo largo del interior del tallo de la coliflor, podredumbre en el corazón del nabo, ennegrecimiento y desintegración del centro de la remolacha de mesa.

Toxicidad

Se produce un amarillamiento del vértice de las hojas, seguido de la muerte progresiva, que va avanzando desde la parte basal de éstas hasta los márgenes y vértices.

No se deben exceder las cantidades de este elemento dentro de las soluciones nutritivas ni dentro de los sustratos, porque en dosis superiores a las recomendadas es muy tóxico.

- **Hierro (Fe)**

Características

- ✓ No forma parte de la clorofila, pero está ligado con su biosíntesis.

Deficiencia

- ✓ Causa un color pálido amarillento del follaje, aunque haya cantidades apropiadas de nitrógeno en la solución nutritiva.
- ✓ Ocasiona una banda de color claro en los bordes de las hojas y la formación de raíces cortas y muy ramificadas.
- ✓ La deficiencia de hierro se parece mucho a la del magnesio, pero la del hierro aparece en hojas más jóvenes.

Toxicidad

No se han establecido síntomas visuales de toxicidad de hierro absorbido por la raíz.

- **Manganeso (Mn)**

Características

- ✓ Acelera la germinación y la maduración.
- ✓ Aumenta el aprovechamiento del calcio, el magnesio y el fósforo.
- ✓ Cataliza en la síntesis de la clorofila y ejerce funciones en la fotosíntesis.

Deficiencia

- ✓ En tomates y remolachas causa la aparición de color verde pálido, amarillo y rojo entre las venas.

- ✓ Síntoma de clorosis se presenta igualmente entre las venas de las hojas viejas o jóvenes, dependiendo de la especie; estas hojas posteriormente mueren y se caen.

- **Zinc (Zn)**

Características

- ✓ Es necesario para la formación normal de la clorofila y para el crecimiento.
- ✓ Es un importante activador de las enzimas que tienen que ver con la síntesis de proteínas, por lo cual las plantas deficientes en zinc son pobres en ellas.

Deficiencia

- ✓ Su deficiencia en tomate ocasiona un engrosamiento basal de los pecíolos de las hojas, pero disminuye su longitud; la lámina foliar toma una coloración pálida y una consistencia gruesa, apergaminada, con entorchamiento hacia afuera y con ondulaciones de los bordes.
- ✓ El tamaño de los entrenudos y el de las hojas se reduce, especialmente en su anchura.

Toxicidad

Los excesos de zinc producen clorosis férrica en las plantas.

- **Molibdeno (Mo)**

Características

- ✓ Es esencial en la fijación del nitrógeno que hacen las legumbres.

Deficiencia

- ✓ Los síntomas se parecen a los del nitrógeno, porque la clorosis (amarillamiento) avanza desde las hojas más

viejas hacia las más jóvenes, las que se ahuecan y se queman en los bordes.

- ✓ No se forma la lámina de las hojas, por lo que sólo aparece la nervadura central.
- ✓ Afecta negativamente el desarrollo de las especies crucíferas (repollo, coliflor, brócoli), la remolacha, tomates y legumbres.

Toxicidad

En tomate, los excesos se manifiestan con la aparición de un color amarillo brillante; en la coliflor, con la aparición de un color púrpura brillante en sus primeros estados de desarrollo.

- **Cloro (Cl)**

Deficiencia

- ✓ Se produce marchitamiento inicial de las hojas, que luego se vuelven cloróticas, originando un color bronceado; después se mueren.
- ✓ El desarrollo de las raíces es pobre y se produce un engrosamiento anormal cerca de sus extremos.

Toxicidad

Los excesos producen el quemado de los bordes y extremos de las hojas; su tamaño se reduce y hay, en general, poco desarrollo.

3.9 SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA

Delfín. 2004. Dice que la solución hidropónica la Molina fue formulada después de varios años de investigación en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir con facilidad. En

hidroponía es común la aplicación de dos soluciones concentradas, denominadas A y B; (La preparación se explica en metodología).

a) Para la etapa de crecimiento vegetativo.

Concentración para 1000 litros de agua	
Nitrato de Potasio KNO ₃	400,0 g
Nitrato de Amonio NH ₄ NO ₃	290,0 g
Fosfato Monopotásico (MgSO ₄ .7H ₂ O)	165,0 g
Nitrato de Calcio (Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O)	375,0 g
Sulfato de Magnesio (MgSO ₄ .7H ₂ O)	280,0 g
Sulfato de Potasio (K ₂ SO ₄)	-----
Quelato de Hierro	30,0 g

b) Para la etapa de floración

Concentración para 1000 litros de agua	
Nitrato de Potasio KNO ₃	400,0 g
Nitrato de Amonio NH ₄ NO ₃ *	225,0 g
Fosfato Monopotásico (MgSO ₄ .7H ₂ O) *	120,0 g
Nitrato de Calcio (Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O)	375,0 g
Sulfato de Magnesio (MgSO ₄ .7H ₂ O)	280,0 g
Sulfato de Potasio (K ₂ SO ₄) *	90,0 g
Quelato de Hierro	30,0 g
Solución de Micronutrientes *	400,0 ml

*En esta solución se reduce las concentraciones de Nitrato de amonio, Fosfato monopotásico y se incrementa Sulfato de potasio, Solución de micronutrientes.

c) Para la etapa de fructificación

Concentración para 1000 litros de agua	
Nitrato de Potasio KNO ₃	400,0 g
Nitrato de Amonio NH ₄ NO ₃ *	290,0 g
Fosfato Monopotásico (MgSO ₄ .7H ₂ O) *	230,0 g
Nitrato de Calcio (Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O)	375,0 g
Sulfato de Magnesio (MgSO ₄ .7H ₂ O) *	330,0 g
Sulfato de Potasio (K ₂ SO ₄) *	316,0 g
Quelato de Hierro	30,0 g
Solución de Micronutrientes	400,0 ml

*En esta solución se ha incrementado las concentraciones de Nitrato de amonio, Fosfato monopotásico, Sulfato de magnesio y Sulfato de potasio.

d) Solución de micronutrientes (para todas las etapas de desarrollo).

Sales para 1 litro de agua	Pesos
Sulfato de Magnesio (MgSO ₄ .7H ₂ O)	10,0 g
Ácido Bórico	6,0 g
Sulfato de Zinc	2,2 g
Sulfato de Cobre	1,5 g
Molibdato de Amonio	0,3 g

3.10 SISTEMA HIDROPÓNICO

Alfredo R; et al. 2000, según el libro “Manual Práctico de Hidroponía” se dice que, Existen diferentes tipos de sistemas hidropónicos desde los más simples de funcionamiento manual o semiautomático, hasta los más sofisticados y totalmente automatizados. No todo sistema es efectivo para todos los cultivos.

Los sistemas hidropónicos se pueden dividir en dos:

- a) S
sistemas hidropónicos en agua.
- b) S
sistemas hidropónicos con agregados o sustratos.

Para el presente trabajo se utilizara el sistema (b).

3.11 INVESTIGACIONES REALIZADAS EN HIDROPONÍA

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron un promedio en rendimiento de 237.52 Tm/ha para la solución nutritiva B (Perú).

3.11.1 Resultados obtenidos con la utilización de diferentes sustratos

Llerena. 2006. Menciona que en la investigación realizada en “COMPORTAMIENTO DE DOS GENOTIPOS, DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum* Miller) EN DIFERENTES SUSTRATOS HIDROPONICOS EN YUYUCOCHA” en la provincia de Imbabura realizado en el año 2006, obtuvieron un promedio en rendimiento de 90.65

Tm/ha para la mezcla de sustratos (arena + cascarilla) en proporción 1:1.

3.11.2 Recomendación de fertilización bajo invernadero para cultivo tradicional de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum* Miller).

SICA. 2001. Menciona que para obtener un rendimiento de 160 – 200 Tm/ha. Recomienda el siguiente nivel de fertilización.

Fertilizantes	Niveles de fertilización kg/ha
N	150
P2O5	120
K2O	290 - 340

En el Ecuador el cultivo tradicional de tomate mantiene un lugar preponderante entre las hortalizas que se cultivan, ocupa el segundo lugar nacional desde el punto de vista de superficie sembrada y el primero por su valor de producción, su rendimiento a nivel nacional en el año 2010 es de 21.12 Tm/ha; (MAGAP / III CNA / SIGAGRO; INEC / ESPAC 2011).

3.11.3 Recomendaciones de fertilización de la Universidad Nacional Agraria la Molina para cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum* Miller)

SOLUCIÓN LA MOLINA	kg			Cantidad de agua
	N	P2O5	K2O	
Etapa de crecimiento	0,2	0,04	0,2	1000 litros

etapa de floración	0,17	0,05	0,25	1000 litros
Etapa de fructificación	0,2	0,06	0,35	1000 litros



CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

4.1.1 Materiales biológicos

- ascarilla de arroz. C
- cocarbón. Bi
- plantas de tomate de mesa variedad Nemoneta. Pl

4.1.2 Materiales químicos

- a) **sales fertilizantes:** S
- sulfato de potasio. Ni
 - sulfato de amonio. Ni
 - fosfato monopotásico. F
 - sulfato de calcio. Ni
 - sulfato de magnesio. S
 - sulfato de potasio. S
 - sulfato de zinc. S
 - sulfato de cobre. S
 - ácido bórico. Á

- olibdato de amonio M
- uelato de hierro Q
- b) **aguicidas** PI
- erafin (imidacloprid) S
- empo (deltametrina) T
- zufre micronizado (azufre) A
- opas (penconazol) T
- azumin (kasugamicina) K
- bamectin (avermectina) A
- hyton (sulfato de cobre pentahidratado) P
- core (difenoconazol) S
- tavax (carboxin 20% + captan 20%) Vi

4.1.3 Materiales físicos

- ena. Ar
- edra pómez. Pi
- omba eléctrica de ½ HP. B
- eomembrana. G

- Alambre galvanizado. Al
- Cajas de goteo. Ci
- Cajas para tutorio. Ci
- Cables. P
- Cuchillas. M
- Diagramador eléctrico. Pr
- Herramientas. Ti
- Manguera hidroneumática. T
- Válvulas de paso y accesorios. V
- Válvulas solenoides. V
- Exómetro. FI
- Plástico. PI
- Bola. Pi
- Mochila. Br
- Manta de campo. Li
- Botuleros. R
- Lapicero. L

- alculadora. C
- alanza en gramos. B
- alanza en kg. B
- avetas de plástico. G
- ámara fotográfica C

4.2 METODOLOGÍA

4.2.1 Área de estudio

Esta investigación se realizó en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, la misma que se encuentra ubicada al sur – este de la ciudad. Con una duración de 9 meses, iniciándose en el mes de Octubre de 2010.

Provincia: Azuay

Cantón: Cuenca

Parroquia: Yanuncay

Longitud: 78°52'30"

Latitud: 2°50'24"

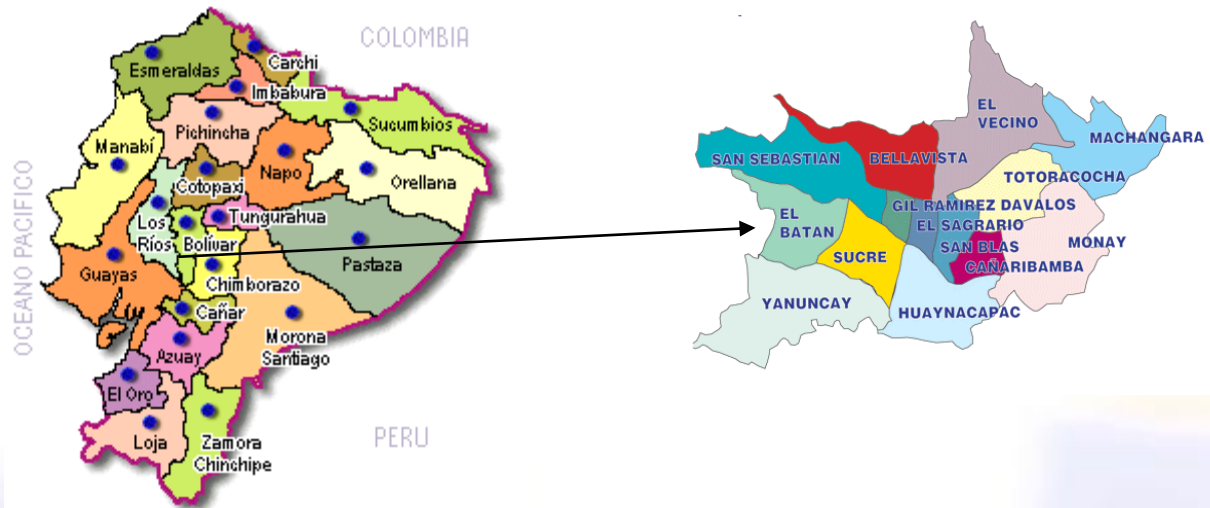
Pluviosidad: 847 mm/año

Temperatura: 12°C

Altitud: 2650 m s.n.m

Formación bioclimática: Húmedo – Templado

Fuente: INAMHI. 2005 y Tacuri, Tucto. 2009.



4.2.2 Características de la unidad experimental

Largo de la cama	6 m
Ancho de cama	0.30 m
Área de la cama	1.80 m ²
Distancia entre plantas	0.30 m
Distancia entre camas	1 m
Área total del ensayo	194.6 m ²
Número de plantas por cama	20
Número total de plantas por tratamiento	100
Número total de plantas en la investigación	400

4.2.3 Manejo del experimento

a) Instalación del sistema de riego

Se comenzó ubicando los tanques para la solución nutritiva (tanque 1 y tanque 2), luego se procedió a la instalación de

la bomba de $\frac{1}{2}$ Hp, una manguera y una válvula para cada tanque.

En el lugar del experimento se instaló la bomba de $\frac{1}{2}$ Hp, con la válvula solenoide, de la cual se instaló al programador de riego, de la bomba se distribuyó dos tubos PVC, en los cuales fueron colocadas dos cintas de goteo por cama las cuales tuvieron un gotero cada 0.30 m



Foto N° 2. Instalación del sistema de riego

b) Construcción de camas

Se procedió a nivelar el terreno, para armar las camas de 6 metros se colocaron 2 estacas de 0.70m en cada extremo y a lo largo de esta se plantaron tablas afiladas de 0.50m de largo cada 0.60m, las cuales sirvieron para sostener el alambre y la geomembrana.

Se cortó la geomembrana de 6.50m de largo por 0.70m de ancho para armar las camas.



Foto N° 3. Construcción de camas

c) Preparación de sustratos

Cascarilla de arroz

Se dejó remojar la cascarilla de arroz por 15 días en tanques de agua, con la finalidad de liberar toxinas y alcoholes que son dañinos para las plantas.

Piedra pómez

Se dejó por 12 horas en agua, luego se lavó con abundante agua para eliminar los residuos.

Arena

Se lavó con abundante agua, para eliminar los residuos de limos que se encuentran en este material.

d) Mezcla de sustratos

La mezcla para los tratamientos A, B y C se realizó en proporción 1:1 y para el tratamiento D se utilizó solo arena.

Tratamiento A: 50% Arena + 50% Cascarilla de arroz.

Tratamiento B: 50% Arena + 50% Bio-carbón.

Tratamiento C: 50% Arena + 50% Piedra pómez

Tratamiento D: 100% Arena gruesa.



Foto N° 4. Mezcla de sustratos

e) Colocación de los sustratos en las camas

Una vez realizada la mezcla de sustratos, se procedió al llenado de las camas con los sustratos correspondientes, las cuales tenían una dimensión de 6 metros de largo por 0.30 m. de ancho y 0.25 m. de alto, camas que tuvieron dos agujeros al extremo que servía para drenaje.



Foto N° 5. Colocación de los sustratos en las camas

f) Preparación de la solución nutritiva

Delfin. 2001. Soluciones nutritivas en hidroponía, menciona que se debe pesar, disolver por separado con cuidado los fertilizantes en las cantidades indicadas y con la ayuda de un agitador se remueve hasta disolverlo completamente.

Solución concentrada A para 1000 litros de agua

- trato de potasio (400 g) Ni
- trato de amonio (290 g) Ni
- fosfato monopotásico (165 g) F
- trato de calcio (375 g)** Ni

Disolver en tres litros de agua el nitrato de potasio, luego agregar el nitrato de amonio. Disolver el fosfato monopotásico en aproximadamente el 250 ml de agua y

agregar sobre la solución de nitrato de potasio y de amonio, agregar agua poco a poco hasta observar un color claro, una vez que los tres fertilizantes están mezclados agregar agua hasta completar un volumen final de 5 litros.

✓

E

En un recipiente disolver el nitrato de calcio y colocar directamente un tanque por separado ya que no se debe mezclar con los anteriores porque forma precipitados.

Solución concentrada B para 1000 litros de agua

•

sulfato de magnesio (280 g)

S

•

quelato de hierro (30 g)

Q

•

micronutrientes (20 g)

M

En un recipiente, disolver el sulfato de magnesio en un litro de agua. Agitar vigorosamente hasta que se disuelva totalmente.

En otro recipiente, verter la mezcla de micronutrientes sobre agua destilada o hervida. Agitar hasta disolver totalmente. Echar esta solución sobre la solución de sulfato de magnesio.

Echar el quelato de hierro sobre la solución que contiene sulfato de magnesio y micronutrientes. Agitar continuamente hasta disolverlo totalmente.

Finalmente, agregar agua hasta completar un volumen final de 2 litros.

Preparación de los micronutrientes

Se disuelve los fertilizantes en 200 ml de agua y se agrega las sales en el siguiente orden:

- sulfato de cobre (1.5 g) S
- sulfato de zinc (2.2 g) S
- molibdato de amonio (0.3 g) M
- ácido bórico (6 g) Á

A esto se le agregará agua hasta completar 1000 ml para la solución.

g) Trasplante

Una vez preparadas las camas se procedió al trasplante, al momento de trasplantar se tuvo cuidado de no lastimar las raíces ya que los sustratos a emplearse no tienen la misma textura de un suelo. Esta labor se realizó en las primeras horas de la mañana.

La distancia de siembra fue de 0.30 m. entre plantas. Los dos primeros días se regaron solo con agua.



Foto N° 6. Trasplante

h) Frecuencia de riego

La frecuencia de riego depende del estado de desarrollo del cultivo, de las condiciones climáticas del invernadero. Las plantas bien desarrolladas, con abundante cantidad de hojas, requieren un riego más frecuente, pues pierden agua con rapidez a través de la transpiración de sus hojas. Es decir al inicio del cultivo se debe dar frecuencias bajas de riego y, al final incrementar los volúmenes.

i) Construcción de infraestructura para el tutoreo

Se cortaron postes de 3 metros de largo y se pelaron la corteza, luego se realizaron los hoyos de 0.50 metros de profundidad cada 3 metros, en donde fueron plantados los postes, también se realizaron hoyos de 0.30 metros de profundidad para colocar los trinquetes los mismos que sirvieron para sujetar los postes. En la parte superior se colocaron palos de 12 metros de largo en forma longitudinal y sobre estos se colocó alambre galvanizado calibre 10 en forma paralela.



Foto N° 7. Construcción de infraestructura para el tutoreo

j) Tutoreo

Cuando las plantas alcanzaron una altura de más o menos 0.30 a 0.40 m. se procedió a realizar el tutoreo, para lo cual se utilizó una piola plástica de polietileno de color verde la misma que se ató a la zona basal de la planta, con el otro extremo de la piola se sujetó al alambre galvanizado horizontal situado por encima de la planta (2,50 m sobre el suelo) , con el fin de sujetar a la planta y crezca erecta.



Foto N° 8. Tutoreo

k) Poda y deshoje

Se trabajo con un solo eje, cada semana se eliminaron los brotes axilares que crecen en el tallo, y a partir del cuarto mes con la ayuda de una tijera se cortaron las hojas bajas y; las heridas se desinfectó con Vitavax 300 en dosis de 8g por litro de agua, estas labores se realizaron para mejorar la iluminación, aireación y, en consecuencia, la sanidad.

También se realizó la poda de flores y aclareo de frutos debido a que el racimo floral presentó un alto número de flores, dejando entre 8 a 10 flores por racimo esto permitió tener una fruta de mejor tamaño y calidad.



Foto N° 9. Poda y deshoje

l) Pinzamiento o despunte

Consiste en eliminar el brote terminal de forma que cese su desarrollo, con esta operación se consigue un aumento del tamaño del fruto y mayor precocidad.

m) Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, para lo cual se utilizaron baldes plásticos, luego se pesó y se seleccionó. Los frutos se cosecharon rojos, pintones y de todos los tamaños.

Durante la recolección es aconsejable extraer los frutos con el pedúnculo, esto, además de mejorar la presentación de venta en el mercado permite diferenciarlos de los tomates cosechados a campo abierto.

Los tomates se clasificaron en tres categorías:

- Grande (> a 200 g).

- Mediano (de 101 a 200 g).
- Pequeño (< a 101 g)



Foto N° 10.Cosecha

n) Selección

Para comercializar los tomates se seleccionaron y clasificaron en diferentes grupos de acuerdo al tamaño y color del fruto, es decir los rojos y pintones para facilitar su conservación. Se clasificaron los más gruesos (primero), los medianos (segundo) y los pequeños (tercero).



Foto N° 11. Selección

o) Envasado

Se realizó en cajas de plástico y el peso fue de 42 libras.



Foto N° 12. Envasado

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó en la investigación fue de Bloques al Azar (DBA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales.

Para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%.

4.3.1 Randomización de los tratamientos (Ver Anexo N° 2)

4.3.2 Operacionalización de las variables

Las variables que se evaluaron durante la investigación fueron:

- **Toma de datos (Prendimiento)**

A los 10 días de haber realizado el trasplante, se registró el porcentaje de prendimiento.

- **Toma de datos (Altura)**

Se midió utilizando una cinta métrica, a los 30, 60, 90 días después del trasplante.

- **Toma de datos (Racimos florales)**


Se registró el número de racimos florales por planta desde el inicio hasta los tres meses de producción.

- **Toma de datos (Producción/planta)**

Al momento de la cosecha se peso los tomates previos a la clasificación, para obtener la producción por planta en kg.

- **Costos de producción y rendimiento**

Se registró los costos de producción, y rendimiento por cada uno de los tratamientos.



CAPÍTULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez finalizada la investigación de acuerdo a los objetivos planteados se exponen los siguientes resultados estadísticos.

Para los tratamientos que fueron significativos y altamente significativos se realizó la Prueba de Duncan al 5%.

5.1 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE PLANTAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

Número de plantas	%
400	100

En un total de 400 plantas hubo un prendimiento uniforme que nos da un porcentaje de 100%.

5.2 ALTURA EN CENTÍMETROS DE LAS PLANTAS DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller) A LOS 10 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

Cuadro N° 1. Altura en cm de las plantas de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) a los 10 días después del trasplante.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				Σ Rep.
	A	B	C	D	
I	8.15	7.80	9.70	7.90	33.55
II	9.00	6.80	10.50	6.10	32.40
III	9.60	9.20	9.70	6.90	35.40
IV	10.30	11.10	9.50	7.50	38.40
V	7.90	9.90	11.30	8.50	37.60
Σ Trat.	44.95	44.80	50.70	36.90	20/177.35
\bar{x} i.	8.99	8.96	10.14	7.38	8.86

Cuadro N° 1.1 ADEVA de la altura en cm de plantas de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) a los 10 días después del trasplante.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	40.47	----			
Tratamientos	3	20.28	6.76	5.93*	3.49	5.95
Repeticiones	4	6.56	1.64	1.44 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	13.63	1.14			

CV = 12.05 %

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% de la altura en cm de plantas de tomate de mesa a los 10 días después del trasplante.

TRAT.	\bar{x}_i	Rangos
C	10,14	a
A	8,99	a
B	8,96	a b
D	7,38	c

El Análisis de Varianza (ADEVA) para el prendimiento a los 10 días en cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se obtiene un valor para tratamientos de significativo (*) por lo que se acepta la $H_a: A \neq B \neq C \neq D$, al 5%. Realizado la prueba de Duncan al 5%, determina 3 rangos (a, b, c). El rango (a) involucra el tratamiento C (arena + piedra pómez) con 10.14 cm de altura y el tratamiento A (arena + cascarilla) con 8.99 cm de altura se ubican en el

primer lugar por lo que indica que son los mejores sustratos, en segundo lugar está el tratamiento B (arena + biocarbón) con 8.96 cm de altura ya que participa del rango (a b) y en tercer lugar está el tratamiento D (arena) con 7.38 cm de altura ya que participa del rango (c) y es el tratamiento menos eficiente.

Para repeticiones se obtiene un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la $H_0: I=II = III=IV=V$, es decir que el prendimiento de las plantas de tomate de mesa a los 10 días fueron iguales en los cinco bloques.

El C.V de 12.87 % indica que la altura de las plantas a los 10 días después del trasplante tuvo una variación normal.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron una altura de 10 cm, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo una altura de 8.86 cm de altura.

5.3 ALTURA EN CENTÍMETROS DE LAS PLANTAS DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller), A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

Cuadro N° 2. Altura en cm de las plantas de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), a los 30 días después del trasplante.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	36.12	31.56	29.69	25.64	123.01
II	27.84	28.56	30.92	25.95	113.27

III	28.12	31.63	26.08	26.99	112.82
IV	31.32	28.60	28.77	26.43	115.12
V	28.44	30.84	27.50	26.65	113.43
\sum Trat.	151.84	151.19	142.96	131.66	20/577.65
\bar{x} i.	30.37	30.24	28.59	26.33	28.88

Cuadro N° 2.1 ADEVA de la altura en cm de plantas de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), a los 30 días después del trasplante.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	127.19	----			
Tratamientos	3	53.16	17.72	3.81*	3.49	5.95
Repeticiones	4	18.24	4.56	0.98 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	55.79	4.65			

$$CV = 7.47 \%$$

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% de la altura en cm de plantas de tomate de mesa a los 30 días después del trasplante.

TRAT.	\bar{x} i.	Rangos
A	30.37	a
B	30.24	a
C	28.59	a
D	26.33	a

El Análisis de Varianza (ADEVA) para el prendimiento a los 30 días en cultivo hidropónico de tomate de mesa

(*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se obtiene un valor para tratamientos de significativo (*) por lo que se acepta la $H_a: A \neq B \neq C \neq D$, al 5%. Realizado la prueba de Duncan al 5%, determina un solo rango (a), que involucra el tratamiento A (arena + cascarilla) con 30.37 cm de altura, el tratamiento B (arena + biocarbón) con 30.24 cm de altura, el tratamiento C (arena + piedra pómez) con 28.59 cm de altura y el tratamiento D (arena) con 26.33 cm de altura, esto indica que todos los tratamientos incrementaron la altura de las plantas de una manera igual a pesar que en el ADEVA se obtuvo un valor significativo.

Para repeticiones se obtiene un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la $H_o: I=II=III=IV=V$, es decir que el prendimiento de las plantas de tomate de mesa a los 30 días fueron iguales en los cinco bloques.

El C.V de 7.47 % indica que la altura de las plantas a los 30 días después del trasplante tuvo una variación normal.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron una altura de 15.58 cm, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo una altura de 28.88 cm de altura.

5.4 ALTURA EN CENTÍMETROS DE LAS PLANTAS DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller), A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.

Cuadro N° 3. Altura en cm de las plantas de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), a los 60 días después del trasplante.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	111.50	102.78	99.89	94.50	408.67
II	100.67	100.45	101.55	98.32	400.99
III	104.0	101.89	94.82	95.11	395.82
IV	102.0	104.80	99.00	98.83	404.63
V	104.11	102.21	96.61	94.84	397.77
∑ Trat.	522.28	212.13	491.87	481.60	20/2007.88
\bar{x}_i	105.26	102.43	98.37	96.32	100.39

Cuadro N° 3.1 ADEVA de la altura en cm de plantas de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), a los 60 días después del trasplante.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	332.64	----			
Tratamientos	3	206.54	68.85	8.33**	3.49	5.95
Repeticiones	4	26.91	6.73	0.81 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	99.19	8.27			

CV = 2.86 %

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% de la altura en cm de plantas de tomate de mesa a los 60 días después del trasplante.

TRAT	\bar{x}_i	Rangos
A	105.26	a
B	102.43	a b

C	98.37	c d
D	96.32	d

El Análisis de Varianza (ADEVA) para el prendimiento a los 60 días en cultivo hidropónico de tomate de mesa (***Lycopersicum esculentum*, Miller**), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se obtiene un valor para tratamientos altamente significativo (**) por lo que se acepta la $H_a: A \neq B \neq C \neq D$, al 5 y al 1%. Realizado la prueba de Duncan al 5%, determina cuatro rangos (a, b, c, d). El rango (a) involucra el tratamiento A (arena + cascarilla) con 105.26 cm de altura se ubica en el primer lugar por lo que indica que es el mejor sustrato, en segundo lugar está el tratamiento B (arena + biocarbón) con 102.43 cm de altura ya que participa del rango (a b), en tercer lugar está el tratamiento C (arena + piedra pómez) con 98.37 cm de altura ya que participa del rango (c d) y el tratamiento D (arena) con 96.32 cm de altura participa del rango (d) y es el menos eficiente.

Para repeticiones se obtiene un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la $H_o: I=II=III=IV=V$, es decir que el prendimiento de las plantas de tomate de mesa a los 60 días fueron iguales en los cinco bloques.

El C.V de 2.86 % indica que la altura de las plantas a los 60 días después del trasplante tuvo una variación mínima.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron una altura de 69.22 cm, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo una altura de 100.39 cm de altura.

5.5 NÚMERO DE RACIMOS FLORALES DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller) HASTA LOS TRES MESES DE PRODUCCIÓN.

Cuadro N° 4. Número de racimos florales de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) hasta los tres meses de producción.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	8.41	8.02	8.02	7.18	31.63
II	7.39	7.63	7.69	7.74	30.45
III	7.63	7.54	7.47	7.86	30.50
IV	7.30	7.19	7.79	7.74	30.02
V	8.25	8.31	7.80	7.70	32.06
∑ Trat.	38.98	38.69	38.77	38.22	20/154.66
\bar{x} i.	7.79	7.73	7.75	7.64	7.73

Cuadro N° 4.1 ADEVA de número de racimos florales de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) hasta los tres meses de producción.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	2.28	----			
Tratamientos	3	0.06	0.02	0.16 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	0.75	0.18	1.50 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	1.47	0.12			

$$CV = 4.48 \%$$

El Análisis de Varianza (ADEVA) en cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller)

utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó diferencias no significativas (^{NS}) para los tratamientos, por lo que se acepta la $H_0: A = B = C = D$; lo que indica que el número de racimos florales tomadas hasta los tres meses de producción se incrementaron de una manera igual.

Para repeticiones, se determinó un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la $H_0: I = II = III = IV = V$, es decir que el número de racimos florales fueron iguales en los cinco bloques.

El C.V para el número de racimos florales fue de 4.48 %, indica que el experimento fue manejado de una manera adecuada.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron un número de racimos florales antes del cuajado de los frutos de 5.5 racimos por planta, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), desde el inicio de la floración hasta los tres meses de producción se obtuvo un promedio de 7.73 racimos por planta.

5.6 PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller) POR PLANTA EN Kg.

Cuadro N° 5. Producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) por planta en kg.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.

I	4.99	4.82	4.39	3.64	17.85
II	4.12	2.99	4.04	3.58	14.74
III	4.48	5.06	5.01	4.16	18.71
IV	4.44	4.29	5.15	4.82	18.69
V	4.54	4.74	3.99	3.37	16.63
\sum Trat.	22.58	21.89	22.59	19.58	20/86.63
\bar{x} i.	4.52	4.38	4.52	3.92	4.33

Cuadro N° 5.1 ADEVA de la producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) por planta en kg.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	6.78	----			
Tratamientos	3	1	0.33	1.27 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	2.72	0.68	2.62 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	3.06	0.26			

CV = 11.78 %

El Análisis de Varianza (ADEVA) en cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó diferencias no significativas (^{NS}) para los tratamientos, por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D; lo que indica que la producción de tomate en kg por planta fueron iguales.

Para repeticiones da un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: I = II = III =IV = V, es decir que la producción de tomate en kg por planta fueron iguales en los cinco bloques.

El C.V de 11.78 %, indica que el experimento fue manejado de una manera adecuada en relación a la producción.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron 5.25 kg por planta, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo un promedio de 4.33 kg por planta.

5.7 PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller) TOTAL EN Kg.

Cuadro N° 6. Producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) total en kg.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	99.81	96.34	87.89	72.87	356.92
II	82.49	59.74	80.87	71.70	294.80
III	89.54	101.20	100.22	83.26	374.23
IV	88.86	85.77	102.92	96.35	373.90
V	90.81	94.75	79.79	67.33	332.69
∑ Trat.	451.52	437.81	451.70	391.51	20/1732.53
\bar{x} i.	90.30	87.56	90.34	78.30	86.63

Cuadro N° 6.1 ADEVA de la producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) total en kg.

F de V	GI	SC	CM	F cal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	2736.79	----			
Tratamientos	3	489.17	163.06	1.74 ^{NS}	3.49	5.95

Repeticiones	4	1124.71	281.18	3.00 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	1122.91	93.58			

CV = 11.17 %

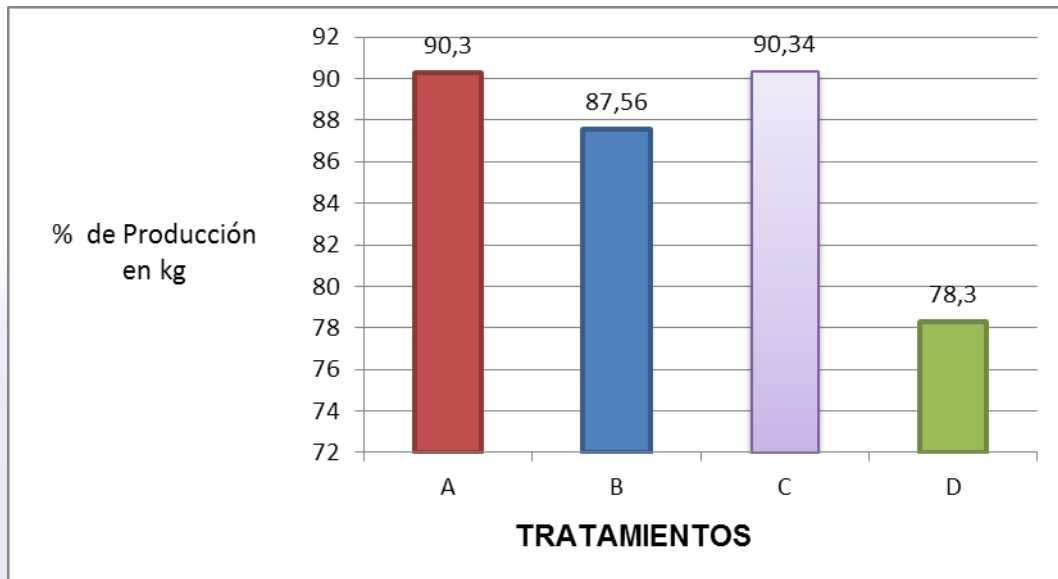


Gráfico N° 1. Producción total del ensayo expresado en kg.

El Análisis de Varianza (ADEVA) en cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum*, Miller) utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó diferencias no significativas (^{NS}) para los tratamientos, por lo que se acepta la $H_0: A = B = C = D$, lo que indica que la producción total de tomate de mesa para los tratamientos fueron iguales.

Para repeticiones también se determinó diferencias no significativas (^{NS}) por lo que se acepta la $H_0: I = II = III = IV = V$, es decir que la producción total de tomate de mesa fue igual en los cinco bloques.

El C.V de 11.17 %, indica que el experimento fue manejado de una manera adecuada.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron una producción de 237.52 Tm/ha, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo una producción de 86.63 Tm/ha, es un rendimiento bajo debido a las condiciones ambientales.

En el Ecuador el cultivo tradicional de tomate mantiene un lugar preponderante entre las hortalizas que se cultivan, ocupa el segundo lugar nacional desde el punto de vista de superficie sembrada y el primero por su valor de producción, su rendimiento a nivel nacional en el año 2010 es de 21.12 Tm/ha; (MAGAP / III CNA / SIGAGRO; INEC / ESPAC 2011). Comparada con esta investigación con la utilización de mezcla de diferentes sustratos se obtuvo mejores rendimientos; el Tratamiento A con 92.81 Tm/ha, el Tratamiento B con 89.99 Tm/ha, el Tratamiento C con 92.85 Tm/ha y finalmente el Tratamiento D con 80.47 Tm/ha. En base se puede decir que la hidroponía es una nueva alternativa para el futuro ya que los rendimientos son elevados en comparación con los cultivos tradicionales.

INIAP.2009, menciona que el híbrido Nemo-netta F1 es precoz 65 – 75 días con crecimiento indeterminado de vida larga en estante muy productiva. Con una producción de 5 a 9 kg por planta, realizando el despunte a los dos metros de altura. Comparado con la presente investigación se obtuvo rendimientos inferiores que varía de 3.92 a 4.52 kg/planta ya que el despunte se realizó a los 2.5 metros de altura obteniendo frutos de menor tamaño.

Llerena. E, 2006 menciona que en la investigación realizada en “COMPORTAMIENTO DE DOS GENOTIPOS, DE

TOMATE RIÑON (*Lycopersicum esculentum*, Miller) EN DIFERENTES SUSTRATOS HIDROPONICOS EN YUYUCOCHA” en la provincia de Imbabura realizado en el año 2006, se obtuvo un promedio en rendimiento de 90.65 Tm/ha para la mezcla de sustratos (arena + cascarilla) en proporción 1:1. Comparado con la presente investigación con la utilización de mezcla (arena + cascarilla) en proporción 1:1 se obtuvo un rendimiento de 92.81 Tm/ha, los rendimientos son semejantes debido a la utilización de los mismos sustratos

5.7.1 Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) pequeños en kg.

Cuadro N° 7. Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) pequeños en kg.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	11.47	13.12	9.90	9.98	44.48
II	13.64	18.46	13.87	15.75	61.72
III	8.96	8.43	9.52	7.98	34.89
IV	8.41	10.11	7.18	8.95	34.65
V	17.69	11.18	11.76	11.09	51.72
∑ Trat.	60.17	61.30	52.23	53.75	20/227.47
\bar{x}_i	12.03	12.26	10.45	10.75	11.37

Cuadro N° 7.1 ADEVA de categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) pequeños en kg.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	190.90	----			
Tratamientos	3	11.90	3.97	1.04 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	133.05	33.26	8.68 ^{**}	3.26	5.41
E. Exp.	12	45.95	3.83			

CV = 17.21 %

El Análisis de Varianza (ADEVA) en cultivo hidropónico de tomate de mesa (***Lycopersicum esculentum*, Miller**) utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó diferencias no significativas (^{NS}) para los tratamientos, por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, lo que indica que la categorización de tomates pequeños fueron iguales.

Para Repeticiones da un valor altamente significativo (^{**}) por lo que se acepta la Ha: I ≠ II ≠ III ≠ IV ≠ V, lo que indica que la categorización de tomates pequeños fue diferente en los cinco bloques debido a ubicación del invernadero.

El C.V de 17.21 %, indica que el experimento tuvo una mínima variación en lo que se refiere a la producción de tomates pequeños.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron una producción de 28.13 kg, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo una

producción de 11.37 kg, es un rendimiento bajo debido a la utilización de sustratos en mezcla.

5.7.2 Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) medianos en kg.

Cuadro N° 8. Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) medianos en kg.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	63.96	56.44	57.49	47.48	225.38
II	47.59	34.37	49.85	48.53	180.34
III	50.84	59.14	57.67	57.33	224.97
IV	49.86	47.89	59.69	63.72	221.15
V	54.43	59.51	51.03	42.50	207.47
∑ Trat.	266.68	257.35	275.73	259.56	20/1059.32
\bar{x} i.	53.34	51.47	55.15	51.91	52.97

Cuadro N° 8.1 ADEVA Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) medianos en kg.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	1025.94	----			
Tratamientos	3	62.54	20.85	0.42 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	362.38	90.60	1.81 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	601.02	50.09			

CV = 13.36 %

El Análisis de Varianza (ADEVA) en cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó diferencias no significativas (^{NS}) para los tratamientos, por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, esto indica que la categorización de tomates medianos fueron iguales.

Para repeticiones da un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: I = II=III= IV = V, lo que indica que la categorización de tomates medianos fueron iguales en los cinco bloques.

El C.V de 13.36 %, indica que el experimento tuvo una mínima variación en lo que se refiere a la producción tomates medianos.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron una producción de 67.77 kg, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo una producción de 52.97 kg, es un rendimiento bajo debido a la utilización de sustratos en mezcla.

5.7.3 Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), grandes en kg.

Cuadro N° 9. Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), grandes en kg.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	24.51	24.26	18.17	14.69	81.63
II	21.26	5.76	18.08	7.51	52.60

III	29.74	35.36	33.87	18.12	117.09
IV	30.46	27.93	36.61	23.80	118.79
V	18.69	25.85	17.01	14.09	75.64
\sum Trat.	124.66	119.16	123.74	78.20	20/445.76
\bar{x} i.	24.93	23.83	24.75	15.64	22.29

Cuadro Nº 9.1 ADEVA Categorización de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), grandes en kg.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	1398.93	----			
Tratamientos	3	298.11	99.37	4.07*	3.49	5.95
Repeticiones	4	808.09	202.02	8.28**	3.26	5.41
E. Exp.	12	292.73	24.39			

CV = 22.16 %

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% de la categorización de tomate de mesa grandes en kg.

TRAT	\bar{x} i.	Rangos
A	24.93	a
C	24.75	a
B	23.83	a b
D	15.64	c

El Análisis de Varianza (ADEVA) para categorización de tomates grandes en cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se obtiene un valor para tratamientos de

significativo (*) por lo que se acepta la $H_a: A \neq B \neq C \neq D$, al 5%. Realizado la prueba de Duncan al 5%, determina 3 rangos (a, b, c). El rango (a) involucra el tratamiento A (arena + cascarilla) con 24.93 kg y el tratamiento C (arena + piedra pómez) con 24.75 kg y se ubican en el primer lugar por lo que indica que son los mejores sustratos, en segundo lugar está el tratamiento B (arena + biocarbón) con 23.83 kg ya que participa del rango (a b) y en tercer lugar está el tratamiento D (arena) con 15.64 kg ya que participa del rango (c) y es el tratamiento menos eficiente.

Para Repeticiones se obtiene un valor altamente significativo (**) por lo que se acepta la $H_a: I \neq II \neq III \neq IV \neq V$, es decir que la categorización de tomates grandes el kg fue diferente en los cinco bloques debido a la ubicación.

El C.V de 22.16 % indica que hubo una variación en lo que se refiere a la producción de tomates grandes.

Tacuri, Tucto. 2009. Menciona que en la investigación realizada en “CULTIVO HIDROPÓNICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS” en la provincia del Azuay realizado en el año 2009, obtuvieron una producción de 45.81 kg, comparado con la presente investigación con la utilización de la solución nutritiva B (Perú), se obtuvo una producción de 22.29 kg, es un rendimiento bajo debido a la utilización de sustratos en mezcla y a las condiciones ambientales.

5.7.4 Rendimiento total de tomate de mesa en la investigación en Tm/ha.

Cuadro N° 10. Rendimiento total de tomate de mesa en la investigación en Tm/ha.

TRATAMIENTO	Rendimiento ensayo	Rendimiento kg/ha	Rendimiento Tm/ha
-------------	--------------------	-------------------	-------------------

	total/kg		
A	451,52	92809,87	92,81
B	437,81	89991,78	89,99
C	451,70	92846,87	92,85
D	391,51	80474,82	80,47
∑ Trat.	1732,53	356123,34	356,12
\bar{x}_i	433,13	89030,835	89,03

Para sacar el rendimiento en Tm/ha se tomó en cuenta el área total empleada en la investigación.

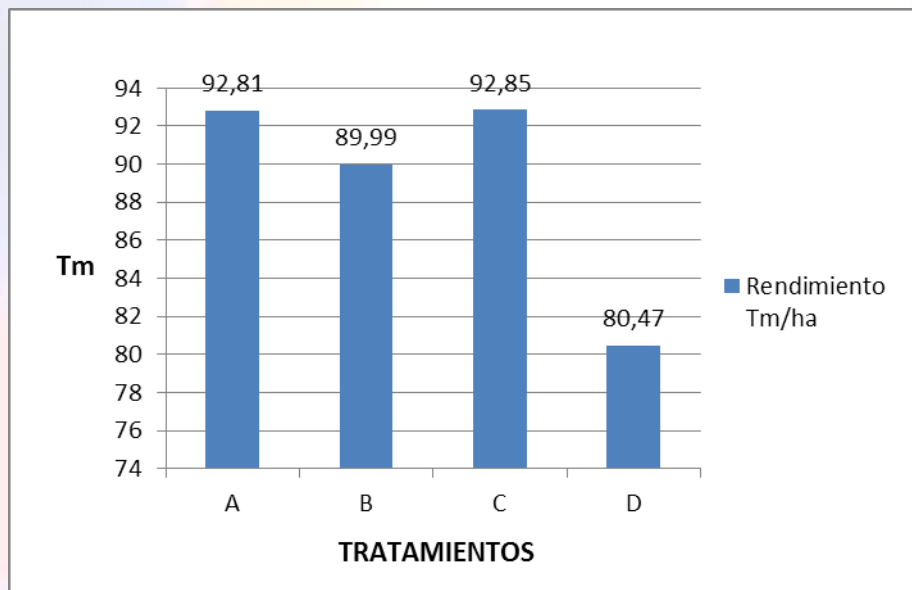


Gráfico N° 2. Rendimiento de tomate de mesa en Tm/ha.

5.8 NIVEL DE FERTILIZACIÓN UTILIZADA EN ESTA INVESTIGACIÓN

SOLUCIÓN LA MOLINA	kg/ciclo de cultivo			Cantidad de agua
	N	P2O5	K2O	
Etapa de crecimiento (60 días)	3,28	0,66	3,28	16416 litros
etapa de floración (30 días)	2,79	0,82	4,1	16416 litros

Etapa de fructificación (120 días)	8,76	2,63	15,32	43776 litros
Total				76608 litros

La etapa de crecimiento fue de 60 días a partir del trasplante regando 3 minutos por 3 periodos (10:00am, 12:00pm y 14:00pm) a cada planta por día.

La etapa de floración fue a los 30 días a partir del crecimiento vegetativo, regando 6 minutos por 3 periodos (10:00am, 12:00pm y 14:00pm) a cada planta por día.

La etapa de fructificación con una duración de 120 días a partir de la etapa de la floración y cuajado de los primeros frutos, regando 4 minutos por 3 periodos (10:00am, 12:00pm y 14:00pm) a cada planta por día.

En la etapa de crecimiento la cantidad de agua utilizada por día fue de 273,6 litros y 0.68 litros por planta.

En la etapa de floración la cantidad de agua utilizada por día fue de 547.2 litros y 1.37 litros por planta.

En la etapa de fructificación la cantidad de agua utilizada por día fue de 364,8 litros y 0.91 litros por planta.

Para los cuatro tratamientos la cantidad de agua utilizada en el ciclo de cultivo en (7 meses es de 76.608 litros).

5.8.1 Nivel de fertilización por hectárea

SOLUCIÓN LA MOLINA	kg/ciclo de cultivo			Cantidad de agua
	N	P2O5	K2O	
Etapa de crecimiento (60 días)	168,55	33,92	168,55	843577 litros
etapa de floración (30 días)	143,37	42,14	210,69	843577 litros
Etapa de fructificación (120 días)	450,15	135,15	787,26	2249538 litros

Total kg/ha	762,08	211,20	1166,50	3936691 litros
-------------	--------	--------	---------	----------------

5.9 PLAGAS

Las plagas que se presentaron en este cultivo fueron: Saltamontes, Mosca blanca y Minador.

5.9.1 Saltamontes (*Tettigonia viridissima*).



Foto N° 13. Saltamontes

Cuadro N° 11. Plantas afectadas por saltamontes en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				Σ Rep.
	A	B	C	D	
I	4.00	2.00	2.00	1.00	9.00
II	1.00	2.00	2.00	1.00	6.00
III	4.00	3.00	4.00	2.00	13.00
IV	2.00	4.00	3.00	3.00	12.00
V	2.00	1.00	5.00	1.00	9.00

Σ Trat.	13.00	12.00	16.00	8.00	49.00
\bar{x}_i	2.60	2.40	3.20	1.60	2.45

Cuadro N° 11.1 ADEVA de plantas afectadas por saltamontes en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	28.95	----			
Tratamientos	3	6.55	2.18	1.77 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	7.70	1.93	1.57 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	14.7	1.23			

CV = 45.27 %

Porcentaje de plantas afectadas por saltamontes en cultivo de tomate de mesa.

Número de plantas	%
52	13

El Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar el ataque de saltamontes en cultivo hidropónico de tomate de mesa (***Lycopersicum esculentum*, Miller**), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se obtiene un valor para tratamientos de no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, lo que indica que el ataque de saltamontes fue igual.

Para repeticiones da un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: II = II = III =IV = V, esto indica que el ataque de saltamontes fue igual en los cinco bloques.

El C.V de 45.27 % indica que hubo una mínima variación en el ataque se saltamontes.

En un total de 400 plantas hubo un total de 52 plantas afectadas que expresado en porcentaje nos da un valor del 13%.

5.9.2 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Síntomas

INIAP. 2003. Menciona que absorben los jugos celulares; con poblaciones altas ocasionan amarillamiento y desecación de las hojas. Aparecen manchas negras aceitosas en las hojas bajas y en los frutos; las mismas, que son producto de las heces de las moscas, se transforman en un hongo conocido como *fumagina* que impide la transpiración de la hoja y le ocasiona la muerte.

Se desarrollan a temperaturas de 20 a 25°C y humedades relativas del 80% favorecen su desarrollo. Por debajo de los 10°C se interrumpe su desarrollo.

Manejo etológico

Se colocó 4 trampas de plásticos de color amarillo pálido, en dimensiones de 1 metro de largo por 0.50 metros de ancho los mismos que estaban empapados de aceite comestible. Ya que la mosca blanca se presento a los tres meses de establecido el cultivo.

Se retiraban las trampas, y se colocaban nuevas trampas cada 15 días.

Manejo químico

Se utilizaron dos productos en mezcla, estos fueron Serafin (imidacloprid), que es un producto de categoría II, franja amarilla, en dosis de 0.5 cc por litro de agua y Tempo

(deltametrina), que es un producto de categoría III, franja azul, en dosis de 0.5 cc por litro de agua.

Estos controles se realizaron 1 vez durante la investigación.



Foto N° 14. Mosca blanca

Cuadro N° 12. Plantas afectadas por mosca blanca en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				Σ Rep.
	A	B	C	D	
I	3.00	0	1.00	0	4.00
II	0	1.00	2.00	0	3.00
III	2.00	2.00	0	3.00	7.00
IV	1.00	0	0	1.00	2.00
V	1.00	0	1.00	1.00	3.00
Σ Trat.	7.00	3.00	4.00	5.00	20/19.00
\bar{x} i.	1.40	0.60	0.80	1.00	0.95

Cuadro N° 12.1 ADEVA de plantas afectadas por mosca blanca en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	18.95	-----			
Tratamientos	3	1.75	0.58	0.48 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	2.80	0.70	0.58 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	14.4	1.20			

CV = 115.31 %

Porcentaje de plantas afectadas por mosca blanca en cultivo de tomate de mesa.

Número de plantas	%
19	4,75

El Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar el ataque de mosca blanca en el cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó un valor para tratamientos de no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, lo que indica que el ataque de mosca blanca fue igual.

Para repeticiones también se determinó un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: I = II = III =IV = V, esto indica que el ataque de mosca blanca fue igual en los cinco bloques.

El C.V de 115.31 % indica que hubo una alta variación en el ataque de mosca blanca debido a elevadas temperaturas dentro del invernadero.

En un total de 400 plantas hubo un total de 19 plantas afectadas que expresado en porcentaje nos da un valor del 4.75 %, esto indica que hubo una mínima incidencia en el ensayo lo cual fue controlado con la mezcla de dos productos químicos Serafin (imidacloprid) y Tempo (deltametrina), este control se realizó 1 vez durante el experimento.

5.9.3 Minador (*Liriomyza sativae*).

Síntomas

INIAP. 2004. Menciona que aparecen hojas con galerías en su parte interior; si se las abre, se puede encontrar una larva de color verdoso de 4 a 6 mm de longitud. Ataca también a los racimos florales y los destruye, de igual manera ataca a los frutos, brotes axilares y terminales de la planta. En ataques severos puede causar la destrucción parcial o total del cultivo.

Se desarrolla a temperaturas de 20 a 25°C y humedades relativas del 40% favorecen su desarrollo.

Manejo físico

Se realizó un control revisando cada una de las plantas, especialmente los brotes axilares y terminales, eliminando a los minadores que se encontraban.

Manejo químico

Se utilizó un producto que fue el Abamectin (avermectina) que es un producto de categoría II, franja amarilla, en dosis de 0.5 cc por litro de agua.

Estos controles se realizaron 2 vez durante la investigación



Foto N° 15. Minador

Cuadro N° 13. Plantas afectadas por minador en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	6.00	3.00	10.00	9.00	28.00
II	7.00	5.00	7.00	9.00	28.00
III	9.00	8.00	5.00	7.00	29.00
IV	4.00	7.00	9.00	8.00	28.00
V	9.00	6.00	8.00	8.00	31.00
∑ Trat.	35.00	29.00	39.00	41.00	²⁰ /144.00
\bar{x}_i	7.00	5.80	7.80	8.20	7.20

Cuadro N° 13.1 ADEVA de plantas afectadas por minador en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	67.2	-----			
Tratamientos	3	16.80	5.60	1.38 ^{NS}	3.49	5.95

Repeticiones	4	1.70	0.43	0.11 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	48.70	4.06			

$$CV = 27.99 \%$$

Porcentaje de plantas afectadas por minador en cultivo de tomate de mesa.

Número de plantas	%
144	36

El Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar el ataque de minador en el cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó un valor para tratamientos de no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, lo que indica que el ataque de minador fue igual.

Para repeticiones también se determinó un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: I = II = III = IV = V, lo que indica que el ataque de minador fue igual en los cinco bloques.

El C.V de 27.99 % indica que hubo variación en el ataque de minador.

En un total de 400 plantas hubo un total de 144 plantas afectadas que expresado en porcentaje nos da un valor del 36 %, esto indica que hubo incidencia en el ensayo lo cual fue controlado con un producto químico Abamectin (avermectina) este control se realizó dos veces durante el experimento.

5.10 ENFERMEDADES

Las principales enfermedades que se presentaron fueron: *Oidium sp.* Y *Botrytis sp.*

5.10.1 Oídium (*Erysiphe sp.*)

Síntomas

INIAP. 2003. Menciona que las hojas y tallos aparecen cubiertos de pústulas de un polvo blanquecino. Las hojas afectadas se amarillean y luego se secan. En ataques severos se pierden racimos florales, hojas e incluso plantas.

Se desarrollan a humedad relativa inferior al 60% acompañada de temperaturas de 17 a 30°C, los periodos secos permiten la maduración y la dispersión de las esporas.

Manejo físico

Se colocó baldes de agua en el interior del invernadero para así reducir la evapotranspiración y aumentar la humedad relativa.

Manejo químico

Se dio un control con Azufre micronizado (azufre) que es un producto de categoría IV, franja verde, en dosis de 2 g por litro de agua.

Estos controles se realizaron 3 veces durante la investigación



Foto N° 16. Oidio

Cuadro N° 14. Plantas afectadas por oidio en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	7.00	6.00	5.00	13.00	31.00
II	5.00	9.00	7.00	8.00	29.00
III	9.00	10.00	12.00	11.00	42.00
IV	11.00	7.00	9.00	7.00	34.00
V	6.00	8.00	8.00	6.00	28.00
∑ Trat.	38.00	48.00	41.00	45.00	20/164.00
\bar{x} i.	7.60	8.00	8.20	9.00	8.20

Cuadro N° 14.1 ADEVA de plantas afectadas por oidio en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	99.20	-----			
Tratamientos	3	5.20	1.73	0.33 ^{NS}	3.49	5.95

Repeticiones	4	31.70	7.93	1.53 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	62.30	5.19			

CV = 27.78 %

Porcentaje de plantas afectadas por oidio en cultivo de tomate de mesa.

Número de plantas	%
164	41

El Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar el ataque de oidio en el cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó un valor para tratamientos de no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, lo que indica que el ataque de Oidio fue igual.

Para repeticiones también se determinó un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: I = II = III =IV = V, lo que indica que el ataque de Oidio fue igual en los cinco bloques.

El C.V de 27.78 % indica que hubo variación en el ataque de Oidio.

En un total de 400 plantas hubo un total de 164 plantas afectadas que expresado en porcentaje nos da un valor del 41 %, esto indica que hubo incidencia en el ensayo lo cual fue controlado con Azufre micronizado (azufre), este control se realizó tres veces durante el experimento.

5.10.2 Botrytis (*Botrytis cinerea*)

Síntomas

INIAP. 2004. Menciona que moho gris en las hojas, racimos florales, frutos y tallos. Anillos blancos o amarillentos en los frutos. Plantas recién trasplantadas con ahorcamiento del cuello color marrón claro, presencia de tejido seco.

Se desarrolla con una humedad relativa de 95% acompañada de temperaturas de 17 a 23°C puede invadir el invernadero en 24 horas.

Manejo químico

Se utilizó Score (difenoconazol), que es un producto de categoría III, franja azul, en dosis de 0.8 cc por litro de agua, luego de 15 días se realizó una rotación con Phyton (sulfato de cobre pentahidratado), que es un producto de categoría IV, franja verde, en dosis de 1 cc por litro de agua.

Cuadro N° 15. Plantas afectadas por *Botrytis* sp. en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	0	0	1.00	0	1.00
II	0	1.00	0	2.00	3.00
III	0	2.00	2.00	1.00	5.00
IV	1.00	0	0	0	1.00
V	0	1.00	0	0	1.00
∑ Trat.	1.00	4.00	3.00	3.00	20/11.00
\bar{x}_i	0.20	0.80	0.60	0.60	0.55

Cuadro N° 15.1 ADEVA de plantas afectadas por *Botrytis* sp. en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01

Total	19	10.95	-----			
Tratamientos	3	0.95	0.32	0.56 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	3.20	0.80	1.40 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	6.80	0.57			

CV = 137.27 %

Porcentaje de plantas afectadas por *Botrytis sp.* en cultivo de tomate de mesa.

Número de plantas	%
11	2,75

El Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar el ataque de *Botrytis sp.* en el cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó un valor para tratamientos de no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, lo que indica que el ataque de *Botrytis sp.* fue igual.

Para repeticiones también se determinó un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: I = II = III = IV = V, lo que indica que el ataque de *Botrytis sp.* fue igual en los cinco bloques.

El C.V de 137.27 % indica que hubo una alta variación en el ataque de *Botrytis sp.* debido a bajas temperaturas en el invernadero.

En un total de 400 plantas hubo un total de 11 plantas afectadas que expresado en porcentaje nos da un valor del 2.75 %, esto indica que hubo incidencia en el ensayo lo cual fue controlado con Score (difenoconazol) y luego de quince

días se realizó una rotación con Phytol (sulfato de cobre pentahidratado).

5.11 BACTERIAS

La bacteria que se presentó fue *Erwinia*.

5.11.1 Erwinia (*Erwinia carotovora*)

Síntomas

INIAP. 2004. Menciona que presencia de manchas negras en el tallo, pústulas que exhalan líquido amarillo, amarillamiento del follaje y marchitamiento de la planta.

Son bacterias polífagas que intervienen bajo condiciones de hidrometría elevada y temperaturas que varían de 5 a 37°C. Altas humedades en el suelo incrementan la severidad del ataque en los tallos. Las bacterias se movilizan en superficies humedecidas de las plantas. Se facilita su transporte en el agua de riego, se acelera su propagación con humedades relativas sobre el 90%. Si existe infección y presencia de rocío en las hojas este al ser nuevamente absorbido por las hojas puede masificar la infección.

Manejo químico

Se utilizó Kasumin (kasugamicina), que es un producto de categoría IV, franja verde, en dosis de 1.5 cc por litro de agua. Este producto fue aplicado dos veces durante el ciclo de cultivo.



Foto N° 17. *Erwinia*

Cuadro N° 16. Plantas afectadas por *Erwinia carotovora* en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				\sum Rep.
	A	B	C	D	
I	1.00	1.00	1.00	4.00	7.00
II	1.00	6.00	1.00	1.00	9.00
III	0	1.00	0	0	1.00
IV	1.00	1.00	1.00	0	3.00
V	2.00	0	1.00	1.00	4.00
\sum Trat.	5.00	9.00	4.00	6.00	20/24.00
\bar{x}_i	1.00	1.80	0.80	1.20	1.20

Cuadro N° 16.1ADEVA de plantas afectadas por *Erwinia carotovora* en cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller).

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular
--------	----	----	----	-------	------------

					0,05	0,01
Total	19	39.20	-----			
Tratamientos	3	2.80	0.93	0.43 ^{NS}	3.49	5.95
Repeticiones	4	10.20	2.55	1.17 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	26.20	2.18			

CV = 123.04 %

Porcentaje de plantas afectadas por *Erwinia carotovora* en cultivo de tomate de mesa.

Número de plantas	%
24	6

El Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar el ataque de *Erwinia carotovora* en el cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos, se determinó un valor para tratamientos de no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: A = B = C = D, lo que indica que el ataque de *Erwinia carotovora* fue igual.

Para repeticiones también dio un valor no significativo (^{NS}) por lo que se acepta la Ho: I = II = III = IV = V, lo que indica que el ataque de *Erwinia carotovora* fue igual en los cinco bloques.

El C.V de 123.04 % indica que hubo una alta variación en el ataque de *Erwinia carotovora*.

En un total de 400 plantas hubo un total de 24 plantas afectadas que expresado en porcentaje nos da un valor del 6 %, esto indica que hubo incidencia en el ensayo lo cual fue controlado con un producto químico con Kasumin

(kasugamicina), este control se realizó dos veces durante el experimento.

5.12 ANÁLISIS ECONÓMICO

5.12.1 Costos fijos

Cuadro N° 17. Costos fijos por ha.

RUBROS	DURACIÓN AÑOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL/AÑO \$
Costos directos					
Construcción del invernadero	5	m ²	10000	10	20000
Alambre galvanizado N 10	5	rollos	20	40	160
Bomba eléctrica de 1/2 HP	5	unidad	1	250	50
Cintas de goteo	2	metros	840	0,35	147
Cintas para tutoreo	2	rollo	51	3	76,5
Geomembrana	5	metros	4676,25	4	3741
PVC	5	metros	18	2,1	7,56
Grapas	2	cajas	513,8	0,58	149,00
Postes	3	unidad	1541	1,5	770,5
Tiras	3	metros	3083	0,5	513,83
Programador eléctrico	10	unidad	1	230	23
Tanques para la solución	5	unidad	2	200	80
Válvulas de paso y accesorios	5	unidad		100	20
Válvulas solenoides	5	unidad	1	42	8,4
Mano de obra	1	días	97	10	970
Servicios básicos	1				100
Transporte	1	alquiler	54	5	270
Materiales de oficina	1				50
TOTAL					26816,80

5.12.2 Costos variables

Cuadro N° 18. Costos variables por ha.

FERTILIZANTES	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL/AÑO
---------------	----------	------------------	----------------	-----------------

			US\$	US\$
Nitrato de amonio	1085,8	kg	0,49	532,04
Nitrato de potasio	1574	kg	1,48	2329,52
Nitrato de calcio	1475,84	kg	0,7	1033,09
Sulfato de potasio	786,22	kg	2	1572,44
Sulfato de magnesio	1213,77	kg	0,37	449,09
Fosfato mono potásico	756,42	kg	2,8	2117,98
Sulfato de cobre	8,22	kg	4,8	39,46
Sulfato de zinc	8,22	kg	2	16,44
Ácido bórico	23,62	kg	1,9	44,88
Molibdato de amonio	1,18	kg	70,6	83,31
Quelato de hierro	118,19	litro	5,62	664,23
Vigor plant	10	litro	5	50,00
Cascarilla de arroz	257	saco	1,4	359,80
Piedra pómez	51,38	metro cúbico	20	1027,60
Arena	205,55	metro cúbico	16	3288,80
Arena en mezcla	308,34	metro cúbico	16	4933,44
Biocarbón	513,87	saco	3,44	1767,71
Plantas	20555	Número	0,12	2466,60
TOTAL				22776,42

Cuadro N° 19. Costos fijos y variables de los tratamientos por hectárea.

TRATAMIENTO	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	TOTAL
A	26816,79533	13403,35	40220,15
B	26816,79533	14811,26	41628,06
C	26816,79533	14071,15	40887,95
D	26816,79533	14687,87	41504,67

Cuadro N° 20. Beneficio bruto de la producción de los tratamientos categoría grande.

TRATAMIENTO	Producción frutos grandes kg /ha	Valor kg grandes	BENEFICIO BRUTO \$
A	25623,84	0,7	17936,69
B	24493,32	0,7	17145,32
C	25434,74	0,7	17804,32
D	16074,00	0,7	11251,80
TOTAL			64138,13

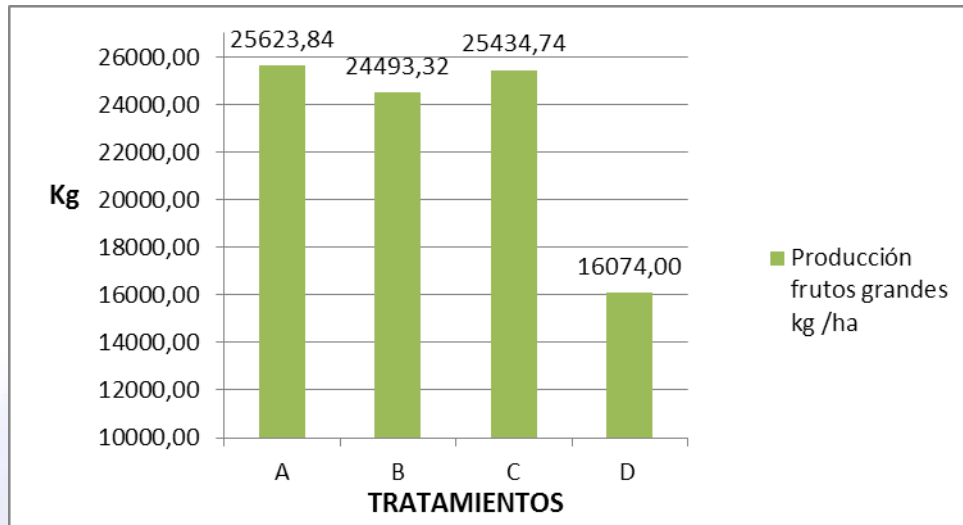


Gráfico N° 3. Producción frutos grandes kg/ha.

Cuadro N° 21. Beneficio bruto de la producción de los tratamientos categoría mediano.

TRATAMIENTO	Producción frutos medianos kg /ha	Valor kg medianos	BENEFICIO BRUTO \$
A	54816,03	0,6	32889,62
B	52898,25	0,6	31738,95
C	56676,26	0,6	34005,76
D	53352,52	0,6	32011,51
TOTAL			130645,84

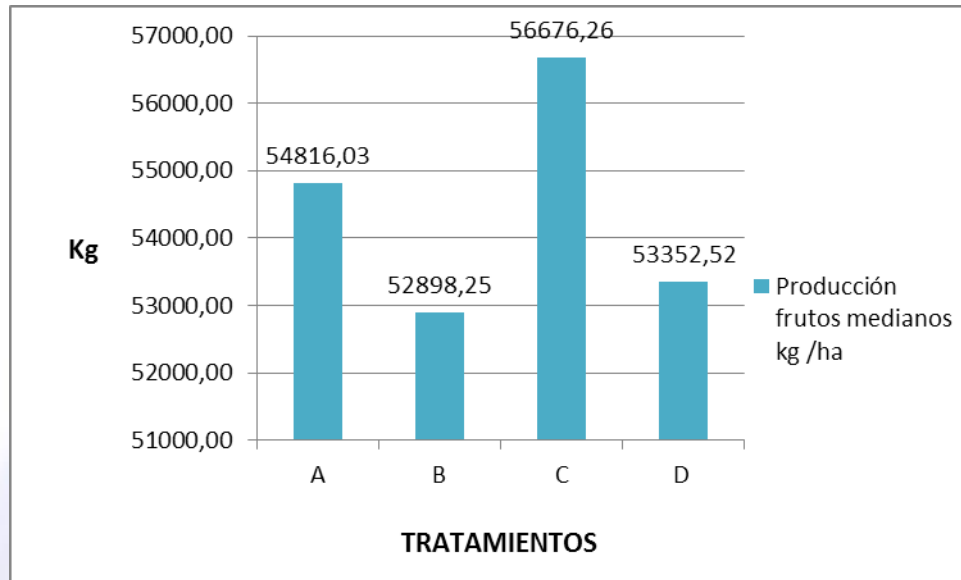


Gráfico N° 4. Producción frutos medianos kg/ha.

Cuadro N° 22. Beneficio bruto de la producción de los tratamientos categoría pequeño.

TRATAMIENTO	Producción frutos pequeños kg /ha	Valor kg pequeño	BENEFICIO BRUTO \$
A	12367,93	0,5	6183,97
B	12600,21	0,5	6300,10
C	10735,87	0,5	5367,93
D	11048,30	0,5	5524,15
TOTAL			23376,16

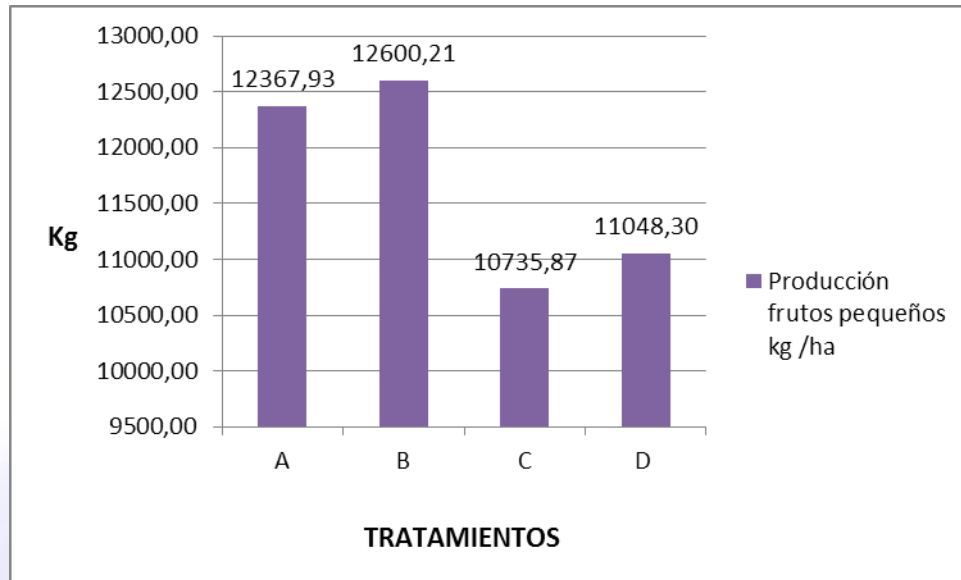


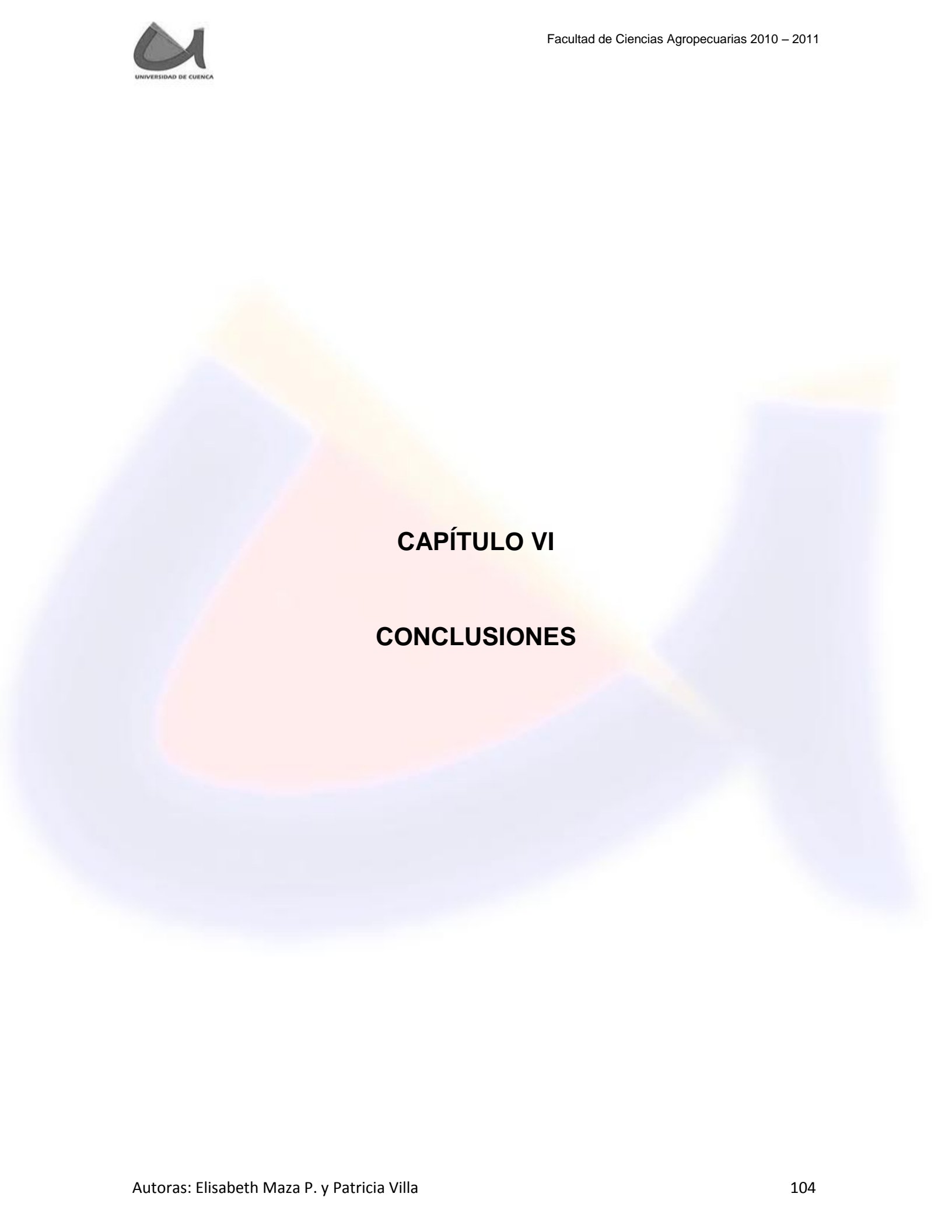
Gráfico N° 5. Producción frutos pequeños kg/ha.

Cuadro N° 23. Total de beneficio bruto por tratamiento.

CATEGORIAS	TRATAMIENTO A	TRATAMIENTO B	TRATAMIENTO C	TRATAMIENTO D
Grandes	17936,69	17145,32	17804,32	11251,80
Medianos	32889,62	31738,95	34005,76	32011,51
Pequeños	6183,97	6300,10	5367,93	5524,15
TOTAL	57010,28	55184,38	57178,01	48787,46

Cuadro N° 24. Beneficio/costo de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	COSTOS DE PRODUCCIÓN \$	BENEFICIO BRUTO \$	BENEFICIO NETO \$	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO \$
A	40220,15	57010,28	16790,13	1,42
B	41628,06	55184,38	13556,32	1,33
C	40887,95	57178,01	16290,06	1,40
D	41504,67	48787,46	7282,80	1,18



CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

Una vez realizada esta investigación en el campo se obtuvieron los siguientes resultados:

- E
El mejor tratamiento en cuanto a producción total fue el tratamiento C (50% arena + 50% piedra pómez) con una producción 92.85 Tm/ha, luego el tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) con una producción de 92.81 Tm/ha.
- E
El cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos con una misma solución nutritiva, responde igual en los cuatro tratamientos en lo correspondiente al prendimiento luego del trasplante.
- E
En cuanto al porcentaje de plagas y enfermedades detectadas en esta investigación fueron las siguientes: *Oidio* 41%. Minador 36%, Salta montes 13%, *Erwinia* 6%, Mosca blanca 4.75% y *Botrytis* 2.75%.
- L
Los costos de producción para los tratamientos fueron de:
Tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz): \$ 40220.15, Tratamiento B (50% arena + 50% biocarbón): \$ 41628.06, Tratamiento C (50% arena + 50% piedra pómez): \$ 40887.95 y Tratamiento D (100% arena): \$ 41504.67, luego de analizar los costos se concluye que el tratamiento con mayor costo de producción fue el tratamiento B y el de menor costo de producción fue el tratamiento A
- L
La relación beneficio costo es la siguiente:

El Tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) fue el de mayor rentabilidad, por cada dólar invertido hay una ganancia de \$ 0.42, para el Tratamiento C (50% arena + 50% piedra pómez) hay una ganancia de \$ 0.40, para el Tratamiento B (50% arena + 50% biocarbón) hay una ganancia de \$ 0.33 y finalmente el de menor rentabilidad fue el Tratamiento D (100% arena) con \$ 0.18 de ganancia por dólar invertido.

- E
n altura de las plantas a los 10 días después del trasplante, el Tratamiento C (50% arena + 50% piedra pómez) alcanzó mayor altura con un promedio de 10.14 cm.
- L
a altura de las plantas a los 30 días después del trasplante, el Tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) alcanzó mayor altura con un promedio de 30.37 cm.
- L
a altura de las plantas a los 60 días después del trasplante. El Tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) alcanzó una mayor altura promedio de 105.26 cm.
- L
os racimos florales contados desde el inicio hasta los tres meses de producción dan diferencias no significativas para tratamientos y repeticiones, esto indica que el número de racimos florales fueron iguales.
- L
a producción de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), en kg por planta. Los mejores tratamientos fueron el A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) con una media de 4.52 kg y el tratamiento C

(50% arena + 50% piedra pómez) con 4.52 kg por planta.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones de esta investigación se da a conocer las siguientes recomendaciones:

- En un cultivo hidropónico de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller), utilizando la mezcla de diferentes sustratos. Se recomienda utilizar el Tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) la misma que tiene un rendimiento de 92.81 Tm/ha, con un costo de producción/ha de \$ 40220.15. Y la relación beneficio/costo de \$ 1.42.
- Realizar una nueva investigación utilizando el Tratamiento C (50% arena + 50% piedra pómez) que tiene un rendimiento de 92.85 Tm/ha, con un costo de producción de \$ 40887.95y con una relación beneficio/costo de \$ 1.40. Ya que en cuanto a rendimiento en Tm/ha existe una mínima diferencia comparado con el tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz).
- Realizar investigación utilizando diferentes frecuencias de riego.
- Manejar un ambiente adecuado dentro del invernadero para evitar la incidencia de plagas y enfermedades.

VIII. RESUMEN

“PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicum esculentum*, Miller), UTILIZANDO LA MEZCLA DE DIFERENTES SUSTRATOS”.

La hidroponía actualmente la utilizan los países que dispones de poca superficie de suelos como el caso de

Japón y algunos países europeos. En un futuro con un mundo súper poblado, con suelos erosionados e índices cada vez mayores de contaminación; con climas cambiantes y persistentes, la hidroponía, por sus especiales características brinda nuevas posibilidades para los agricultores. Por estas razones se ha realizado esta investigación.

La presente investigación se realizó durante nueve meses, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca ubicado en la parroquia Yanuncay, cantón Cuenca, provincia del Azuay, se investigó la “PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicon esculentum*, Miller), UTILIZANDO LA MEZCLA DE DIFERENTES SUSTRATOS” con una misma solución nutritiva. También se evaluó la adaptación de las plantas a los diferentes sustratos, incidencia de plagas y enfermedades y los costos de producción.

Para su evaluación, se utilizó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Se evaluó mediante análisis de varianza (ADEVA) y prueba de significación de rango múltiple de Duncan al 5% y comparaciones ortogonales entre sustratos. La operacionalización de las variables se detalla a continuación.

Se evaluaron las siguientes variables: el porcentaje de prendimiento a los 10 días después del trasplante, altura de plantas a los 30 y 60 días después del trasplante, número de racimos florales desde el inicio hasta los tres meses de producción, producción por planta en kg, costos de producción por tratamiento y rendimiento en Tm/ha de cada tratamiento.

La fertilización se realiza a diario debido a que los sustratos son medios inertes y no le brindan ningún nutriente a la

planta y con la fertilización diaria se cumple con los requerimientos del cultivo.

El Tratamiento C (50% arena + 50% piedra pómez) con una producción de 92.85 Tm/ha fue el de mejor rendimiento, seguido por el Tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) con una producción de 92.81 Tm/ha, luego el Tratamiento B (50% arena + 50% biocarbón) con una producción de 89.99 Tm/ha y finalmente el Tratamiento D (100% arena) con una producción de 80.47 Tm/ha.

El cultivo fue afectado por oidio en un 41 % y por minador en un 36 %. En un área de 194.6 metros cuadrados.

Por los rendimientos alcanzados y beneficio económico se recomienda la utilización del tratamiento A (50% arena + 50% cascarilla de arroz) con una producción 57010.28 kg/ha y una relación beneficio/costo de \$ 1.42 con este tratamiento el agricultor asegura mejor rendimiento en sus cosechas.

IX. SUMMARY

"Table tomato production (*Lycopersicum esculentum*, Miller), using the mixture of different substrates".

Hydroponics is currently used by countries that have low surface soils such as Japan and some European countries. In the future with a super world populated with eroded soils and indexes increasingly greater pollution; with persistent and changing climates, hydroponics, for their special characteristics provides new opportunities for farmers. For these reasons, this research has been done.

The present research was carried out for nine months, in the Faculty of agricultural sciences of the University of Cuenca greenhouse located in the parish Yanuncay, Cuenca city,

Azuay province, he investigated the "PRODUCTION OF TABLE TOMATO (*Lycopersicum esculentum*, Miller), USING THE MIXTURE OF DIFFERENT SUBSTRATES" with the same nutrient solution. The adaptation of plants to different substrates, incidence of pests and diseases and the production costs were also assessed.

A design of blocks at random (DBA) with 4 treatments and 5 repetitions was used for its evaluation. It is assessed using analysis of variance (ADEVA) and test of significance of Duncan multiple range to 5 per cent and orthogonal comparisons between substrates. The operationalization of the variables is detailed below.

We assessed the following variables: the percentage of taking 10 days after the transplant, floors to 30 and 60 days after the transplant, number of flower clusters from the beginning to the three months of production, production per plant kg, costs of production by treatment and performance in Tm / has of each treatment.

Fertilization is carried out daily because the substrates are inert media and do not provide you any nutrients to the plant and with daily fertilization it meets the requirements of the crop.

Treatment C (50% + 50% sand pumice) with a production of 92.85 Tm / has was the best performance, followed by the treatment (50% + 50% sand husk of rice) with a production of 92.81 Tm / has, then treatment B (50% sand + 50% biocarbón) with a production of 89.99 Tm / has and finally (d) treatment (100% sand) 80.47 Tm producing / has.

The crop was affected by powdery mildew by 41% and Minelayer by 36%. In an area of 194.6 square meters.

Achieved yields and profit is recommended the use of A treatment (50% + 50% sand husk of rice) with a production 57010.28 kg / ha and a benefit/cost of \$1.42 relationship with this treatment the farmer ensures best performance in their crops.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. A
Ifredo. R; et al. (2000) Manual práctico de hidroponía. Makaanobooks. E.I.R.L.Lima-Perú,pp.10-13,14,79-84.
2. N
uez. F. (1999) “El Cultivo de Tomate”. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, pp. 15-20.
3. I
NAMHI. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2005. Anuario Meteorológico, Quito-Ecuador.
4. I
NIAP. 2003. El cultivo de tomate riñón en invernadero (*Lycopersicum esculentum*), pp. 49.
5. INIAP. 2004. El cultivo de tomate riñón en invernadero (*Lycopersicum esculentum*), pp. 47.
6. R
odríguez. A. (1997) Hidroponía una esperanza para Latinoamérica, Lima-Perú 381 p.
7. T
acuri. Tucto. 2009 CULTIVO HIDROPONICO DE TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*, Miller) (Tesis) CON EL USO DE DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS. P 25.
8. U
rrestarazu. M. Tratado de cultivo sin suelo, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España, pp 115-129.

Vínculos de internet

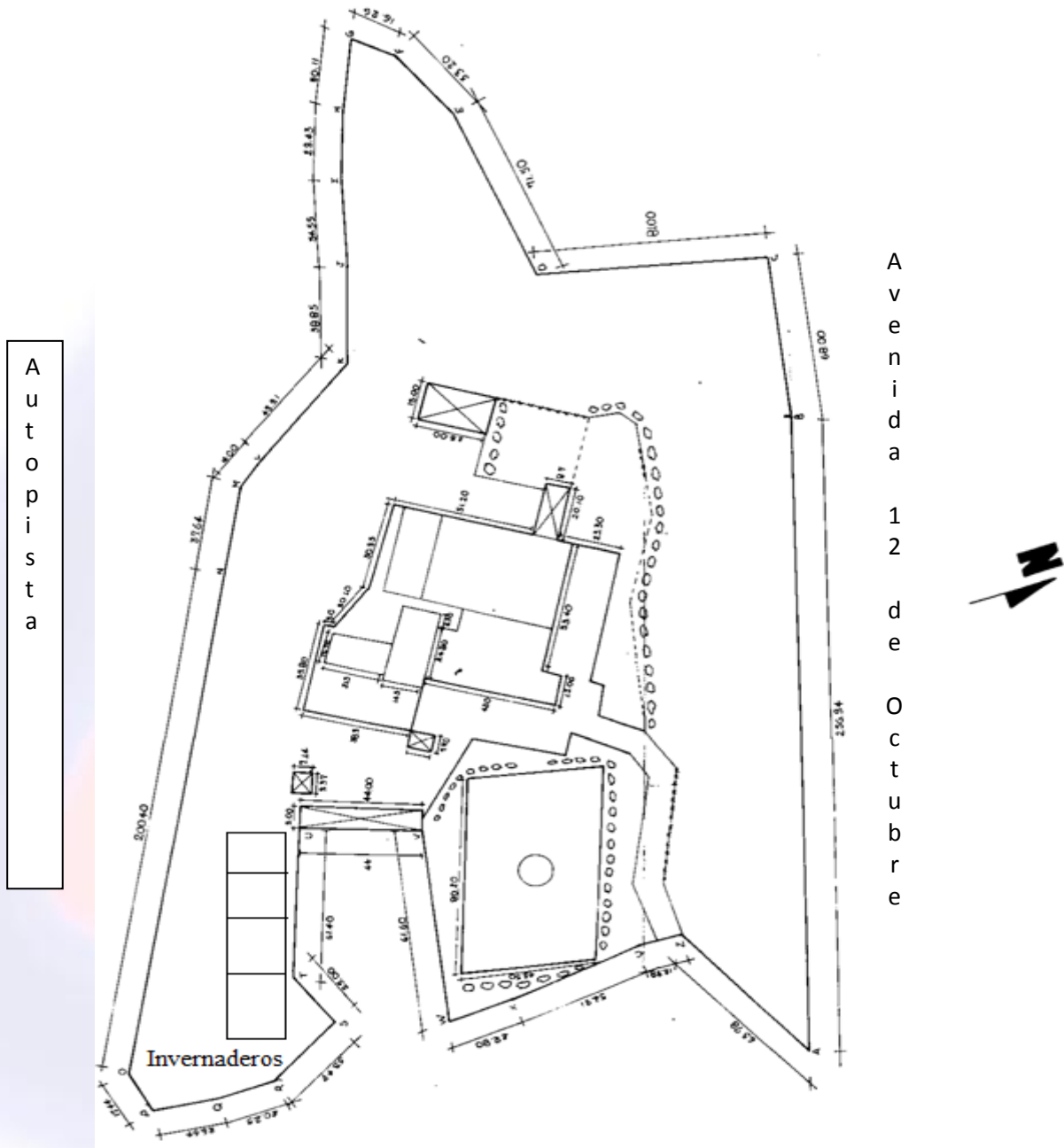
1. Á
Ivarez, A.F. 2004. Producción de plantines de tomate. Elaboración de Semilleros (en línea). Pag 348, 349. Consultado 25 de julio de 2011 Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/232/2/03%20AGP%2052%20>
2. A
Ayres, S. 2005. Tomate NEMO-Netta. (en línea). Consultado el 26 de Julio de 2011. Disponible en <http://www.starkeyayres.co.za/factsheet/Nemo-Netta.pdf>
3. Banned. Y. 2005. Sustratos. (en línea). Consultado el 13 de Julio de 2010 Disponible en <http://www.cannarias.com/foros/showthread.php?p=25179>
4. Consuelo. 1991, Villela 1993 y Olimpia 2000 (en línea). Consultado el 16 de Junio de 2011 Disponible en <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:yjTUTSTzNWYJ:www.buscagro.com/www.buscagro.com/>.
5. Delfín, R. 2001. Soluciones nutritivas en hidroponía: formulación y preparación. (en línea). Consultado el 20 de Julio de 2011 Disponible en <http://www.diazdesantos.es/libros/rodriguez-delfin-a-soluciones-nutritivas-en-hidroponia-formulacion-y-preparacion-L0511100700003.html>
6. Filippetti, V. 2009. Cultivos hidropónicos. (en línea). Consultado el 13 de Julio de 2010 Disponible en http://hidroponia.gcaconsultora.com.ar/info_hidrop.html
7. INIAP, 2009. (en línea). Consultado el 20 de Julio de 2011 Disponible en: <http://www.iniap-ecuador.gov.ec/db.php>
8. J
Aramillo, J. et al. 2007. Manual técnico: buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (en línea). Consultado el

- 22 de Julio de 2011 Disponible en la URL:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>
9. L
lerena, E. 2006. COMPORTAMIENTO DE DOS GENOTIPOS, DE TOMATE RIÑÓN *Lycopersicum esculentum*, Mill EN DIFERENTES SUSTRATOS HIDROPONICOS EN YUYUCOCHA (en línea). Consultado el 25 de Julio 2011 Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/232/2/03%20AGP%2052%20TESIS%20COMPLETA.pdf>
10. (MAGAP / III CNA / SIGAGRO; INEC / ESPAC 2011).TOMATE RIÑÓN: SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO A NIVEL NACIONAL SERIE HISTÓRICA 2000 – 2010 (en línea). Consultado el 25 de Julio de 2011. Disponible en http://www.magap.gob.ec/sigagro/spr/spr_tomater.htm
11. Ortega, O. 2009. El biocarbón procedente del reciclado de biomasa. (en línea). Consultado el 28 de Septiembre de 2010 Disponible en <http://www.zonacatastrofica.com/el-biocarbon-procedente-del-reciclado->
12. Paz, S. et al. 2008. La hidroponía y su dependencia en el futuro. (en línea). Consultado el 05 de Julio de 2010 Disponible en <http://pensamientocomision44030.blogspot.com/>
13. Salado, F. 2009. El tomate productos, salud.(en línea). Consultado el 12 de Julio de 2010 Disponible en <http://frutasfranciscosalado.com/?tag=tomate-racimo>
14. Santander, F. 2007. El cultivo de tomates hidropónicos. (en línea). Consultado el 09 de Julio de 2010 Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos40/tomates-hidroponicos/tomates-hidroponicos.shtml>

15. Santander, F. 2007. Cultivo de tomate hidropónico. (en línea). Consultado el 14 de Julio 2010 Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>
16. Santander, F. 2007. Cultivo de tomate hidropónico. (en línea). Consultado el 22 de Julio 2011 Disponible en http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Tomate_Hidropo_nico.htm
17. Torres, V. et al. 1997. Tipos de sustratos de cultivo. (en línea). Consultado el 14 de Julio de 2010 Disponible en http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos_2.htm.
18. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2005. Centro de Investigación de Hidroponía y nutrición Mineral. Solución Nutritiva La Molina. Lima – Perú. (en línea). Consultado el 28 de septiembre de 2010 Disponible en www.cannabiscave.net/foros/attachment.php?attachment_id=89192&d
19. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2005. Centro de Investigación de Hidroponía y nutrición Mineral. Solución Nutritiva La Molina. Lima – Perú. (en línea). Consultado el 22 de Julio de 2011 Disponible en <http://www.google.com.ec/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla%3Aes-ES%>.
20. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2005. Centro de Investigación de Hidroponía y nutrición Mineral. Solución Nutritiva La Molina. Lima – Perú. (en línea). Consultado el 28 de Septiembre de 2010 Disponible en <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/solucion1.htm>
21. Wikipedia.2009. (en línea). Consultado 15 de Noviembre de 2011 Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_lycopersicum

ANEXOS

ANEXO 1. CROQUIS DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

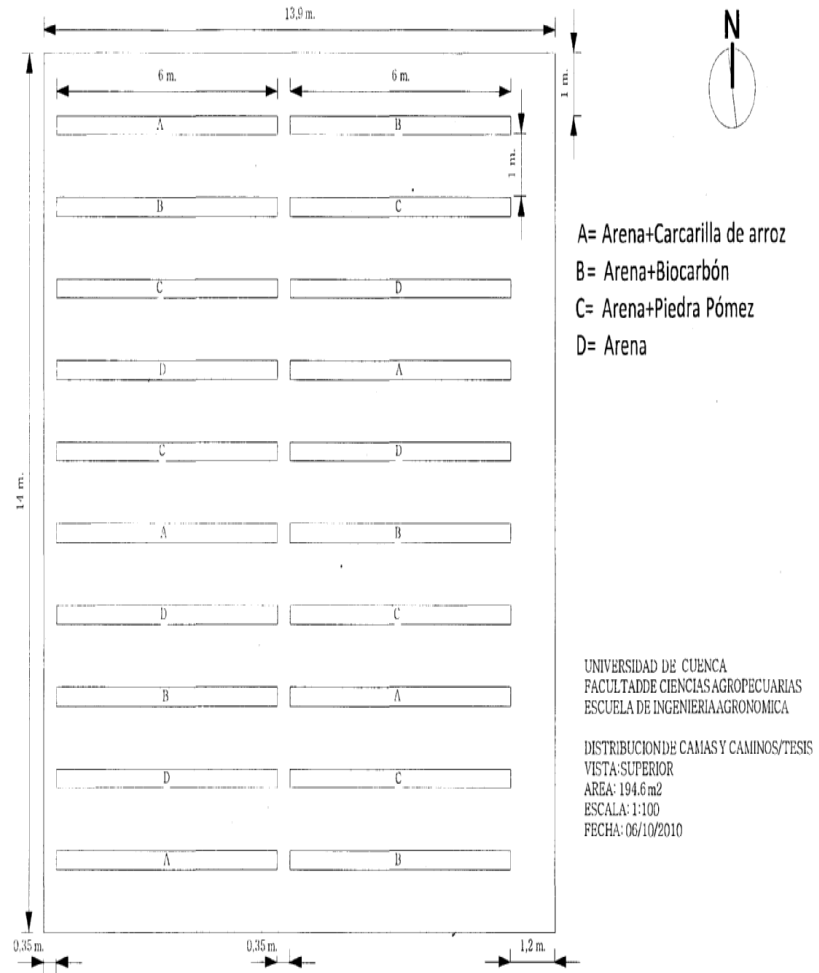


Calle Diego Tapia

Facultad de C.C.A.A. (2002)

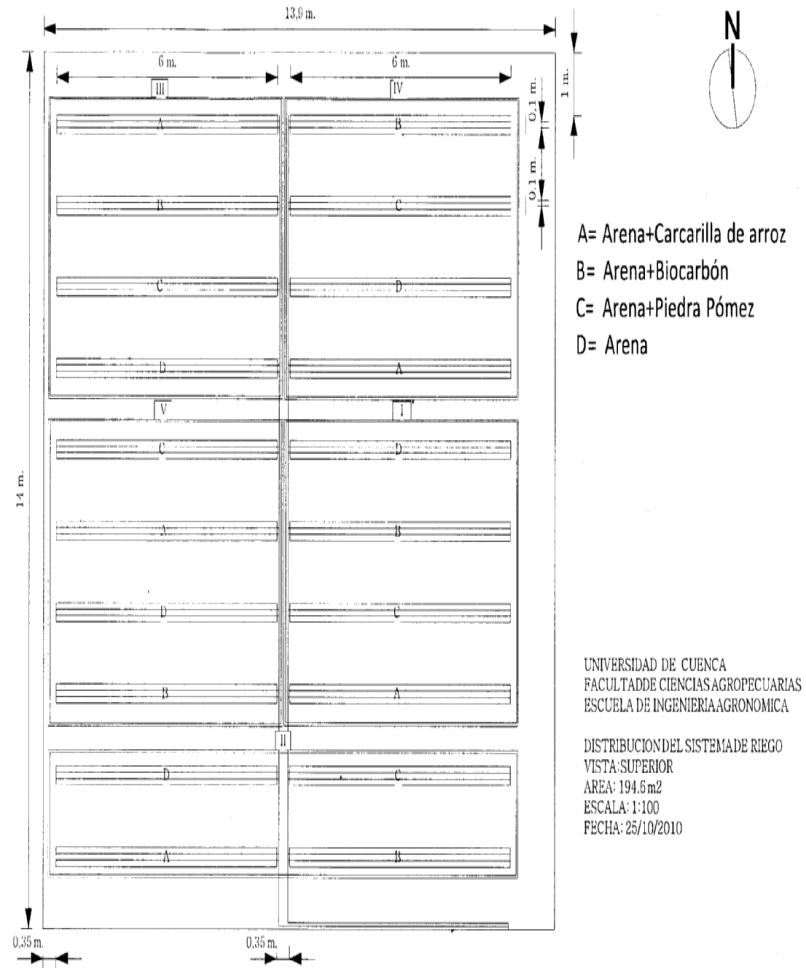
ANEXO 2.

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE CAMAS Y CAMINOS DENTRO DEL INVERNADERO
PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA HIDROPÓNICO



ANEXO 3.

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL INVERNADERO
PRODUCCIÓN DE TOMATE DE MESA HIDROPÓNICO



ANEXO 4.

Cuadro N° 1. Calculo del Análisis de Varianza.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	A	B	C	D	∑ Rep.
I	8.15	7.80	9.70	7.90	33.55
II	9.00	6.80	10.50	6.10	32.40
III	9.60	9.20	9.70	6.90	35.40
IV	10.30	11.10	9.50	7.50	38.40
V	7.90	9.90	11.30	8.50	37.60
∑ Trat.	44.95	44.80	50.70	36.90	20/177.35
\bar{x}_i	8.99	8.96	10.14	7.38	8.86

CALCULOS:

$$1. FC = \frac{\sum X^2_{ij}}{tr} = \frac{(177,35)^2}{20} = 1572.65$$

$$2. SC \text{ Totales} = \sum X^2_{ij} - FC$$

$$= (8.15)^2 + (9)^2 + (9.6)^2 + \dots + (7.5)^2 + (8.5)^2 - 1572.65$$

$$= 1613.12 - 1572.65$$

$$= 40.47$$

$$3. SC \text{ Trat.} = \frac{\sum X^2_{i.}}{r} - FC$$

$$= \frac{(44.95)^2 + \dots + (36.9)^2}{5} - 1572.65$$

$$= 1593.54 - 1572.65$$

$$= 20.28$$

$$4. SC \text{ Rep} = \frac{\sum X^2_{.j}}{t} - FC$$

$$= \frac{(33.55)^2 + \dots + (37.6)^2}{4} - 1572.65$$

$$= 1579.21 - 1572.65$$

$$= 6.56$$

5. **SCE. Exp.** = Dif. = SCTot. – SCTrat- SC Rep.

$$= 40.47 - 20.28 - 6.56$$

$$= 13.63$$

Cuadro N° 1.1 ADEVA de la altura en cm de plantas de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*, Miller) a los 10 días después del trasplante.

F de V	GI	SC	CM	Fcal.	F. Tabular	
					0,05	0,01
Total	19	40.47	----			
Tratamientos	3	20.28	6.76	5.93*	3.49	5.95
Repeticiones	4	6.56	1.64	1.44 ^{NS}	3.26	5.41
E. Exp.	12	13.63	1.14			

$$CV = 12.05 \%$$

Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 %

$D = Q \& (2; 3; \dots; p; fe) S_x$

$$D = Q_{0.05}(2; 3; 4; 12)0.48$$

$$3.08 \quad 3.23 \quad 3.33$$

$$1.48 \quad 1.55 \quad 1.60$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{CM.E.Exp/r}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{1.14/5}$$

$$S_{\bar{x}} = 0.48$$

TRAT.	\bar{x}_i	Rangos
C	10,14	a
A	8,99	a
B	8,96	a b
D	7,38	c

Comparaciones entre las medias de tratamientos

	Duncan	
$C-A = 10,14 - 8,99 = 1,15$	1,48	NS
$C-B = 10,14 - 8,96 = 1,18$	1.55	NS
$C-D = 10,14 - 7,38 = 2,76$	1.60	S
$A-B = 8,99 - 8,96 = 0,03$	1,48	NS
$A-D = 8,99 - 7,38 = 1,61$	1.55	S
$B-D = 8,96 - 7,38 = 1,58$	1,48	S

ANEXO 5. Fotografías de la investigación



Foto N° 1. Nivelación del terreno.



Foto N° 2. Construcción de camas.



Foto N° 3. Mezcla de los sustratos.



Foto N° 4. Trasplante.



Foto N° 5. Realización de hoyos para el tutoreo.



Foto N° 6. Armado de infraestructura para el tutoreo.



Foto N° 7. Tutoreo.



Foto N° 8. Floración y cuajado.



Foto N° 9. Eliminación de chupones.



Foto N° 10. Podas sanitarias.



Foto N° 11. Controles fitosanitarios.



Foto N° 12. Densidad de la plantación.



Foto N° 13. Producción de tomate.



Foto N° 14. Cosecha y pesado de los frutos.



Foto N° 15. Nutrientes empleados en la investigación.