

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“EVALUACION DE TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL
TOMATE HORTÍCOLA (*LYCOPERSICON ESCULENTUM*) EN LOS
HÍBRIDOS PIETRO Y SYTA MEDIANTE EL SISTEMA DE
SLABS”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

ALEX ENRIQUE SALAZAR SALTOS

ING. AGR. MG. SEGUNDO CURAY Q.

CEVALLOS - ECUADOR

2015

El suscrito ALEX ENRIQUE SALAZAR SALTOS, portador de cédula de identidad número: 1803595584, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACION DE TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL TOMATE HORTÍCOLA EN LOS HÍBRIDOS PIETRO Y SYTA MEDIANTE EL SISTEMA DE SLABS”, es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



ALEX SALAZAR

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “EVALUACION DE TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL TOMATE HORTÍCOLA EN LOS HÍBRIDOS PIETRO Y SYTA MEDIANTE EL SISTEMA DE SLABS”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas establecidas.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



ALEX SALAZAR

Fecha:

empresario
17/02/16
f

**“EVALUACION DE TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL TOMATE
HORTÍCOLA EN LOS HÍBRIDOS PIETRO Y SYTA MEDIANTE EL SISTEMA
DE SLABS”**



Alex Salazar

REVISADO POR:



Ing. Agr. Mg. Segundo Curay Q.
TUTOR



Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui E.
ASESOR DE BIOMETRÍA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2015



Ing. Agr. Msc. Hernan Zurita.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Agr. MSc. Luis Villacis.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Agr. MSc. MARCO PEREZ
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haber guiado mi camino y haberme iluminado en cada uno de mis pasos por este sendero difícil de la vida.

A mis padres que son ejemplo de humildad, honestidad, trabajo y paciencia son por ellos que he podido concluir este sueño.

Al Ing. Agr. Mg. Segundo Curay, por su oportuno y acertado asesoramiento; además colaboro enormemente en la culminación de mi proyecto de investigación.

A la Ing. Cecilia Telenchana, por todas las concesiones que hizo para poder cristalizar mi trabajo.

Al Sr Belisario Valenzuela Camalle, gracias amigo Beli quien estuvo conmigo en los momentos difíciles y logros en todo este tiempo gracias por enseñarme todo lo que estuvo a tu alcance.

Agradezco a todos los que componen la empresa pionera Israel gracias por su apoyo.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, por brindarme los conocimientos obtenidos en el transcurso de mi formación profesional.

DEDICATORIA

La presente tesis dedico principalmente:

A mi hermano Gonzalo Heriberto Salazar Saltos por ser el motor durante mis estudios y compartir conmigo toda su experiencia.

A mis padres Lilia Saltos y Osvaldo Salazar, por el apoyo moral y económico, que ha sido necesarios para poder concluir con éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CAPÍTULO I	01
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO II.	04
REVISIÓN DE LITERATURA	04
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	04
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	04
2.2.1. Cultivo de tomate hortícola	04
2.2.1.1.Generalidades	04
2.2.1.2.Clasificación botánica	05
2.2.1.3.Valor nutritivo	05
2.2.1.4.Características botánicas	06
2.2.1.5. Híbridos	07
2.2.1.6.Condiciones de desarrollo	08
2.2.1.7.Labores del cultivo	09
2.2.1.8.Plagas y enfermedades	10
2.2.1.9.Cosecha	12
2.2.2. Hidroponía	12
2.2.2.1. Fuentes utilizadas para elaborar una solución nutritiva	15
2.2.2.2. Formulación de los nutrientes	16
2.2.2.3. Control de la solución nutritiva	17
2.2.2.4. Estado de desarrollo de la planta	17
2.2.2.5. pH	17
2.2.2.6. La conductividad eléctrica C.E.	17
2.2.2.7. Elementos nutricionales	18
CAPÍTULO III.	20
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	20
3.1. HIPÓTESIS	20
3.2. OBJETIVOS	20
3.2.1 Objetivo general	20
3.2.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO IV	21

	Pág.
MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	21
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	21
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	21
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	22
4.5. TRATAMIENTOS	23
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	23
4.7. VARIABLES RESPUESTAS	25
4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	26
4.9. PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	29
CAPÍTULO V	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN	30
5.1.1. Longitud de la planta a los 60, 90 y 120 días	30
5.1.2. Días a la floración	34
5.1.3. Días a la fructificación	36
5.1.4. Diámetro ecuatorial del fruto	38
5.1.5. Peso de fruto	43
5.1.6. Rendimiento	48
5.1.7. Rendimiento total	53
5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO	56
5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	59
CAPÍTULO VI	60
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	60
6.1. CONCLUSIONES	60
6.2. BIBLIOGRAFÍA	61
6.3. ANEXOS	65
CAPÍTULO VII	77
PROPUESTA	77
7.1. DATOS INFORMATIVOS	77
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	77
7.3. JUSTIFICACIÓN	77
7.4. OBJETIVO	78

	Pág.
7.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	78
7.6. FUNDAMENTACIÓN	78
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO	79
7.8. ADMINISTRACIÓN	81
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	81

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA 1.	VALORES NUTRICIONALES DE UNA PORCIÓN COMESTIBLE DE 100 GRAMOS DE TOMATES CRUDOS Y ELABORADOS	06
TABLA 2.	FUENTES UTILIZADAS PARA ELABORAR SOLUCIONES NUTRITIVAS	16
TABLA 3.	TRATAMIENTOS	23
TABLA 4.	CONTROLES FITOSANITARIOS	28
TABLA 5.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 60, 90 Y 120 DÍAS	30
TABLA 6.	PRUEBA DE DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 90 Y 120 DÍAS	31
TABLA 7.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 90 Y 120 DÍAS	32
TABLA 8.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS	33
TABLA 9.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA FLORACIÓN EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN	35
TABLA 10.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN	37
TABLA 11.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN	39
TABLA 12.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN	40
TABLA 13.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE DIÁMETRO	

	Pág.
	ECUATORIAL DEL FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 40
TABLA 14.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO AL SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 41
TABLA 15.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PESO DE FRUTO EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN 44
TABLA 16.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 45
TABLA 17.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE PESO DE FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 46
TABLA 18.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE PESO DE FRUTO AL QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 47
TABLA 19.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN 49
TABLA 20.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 50
TABLA 21.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 51
TABLA 22.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN 52

	Pág.
TABLA 23.	ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO TOTAL 54
TABLA 24.	PRUEBA DE TUKE Y AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL 55
TABLA 25.	PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLU- CIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE RENDIMIEN- TO TOTAL 55
TABLA 26.	PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIA- BLE RENDIMIENTO TOTAL 56
TABLA 27.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares) 57
TABLA 28.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATA- MIENTO 58
TABLA 29.	INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATA- MIENTO 58
TABLA 30.	CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%..... 59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Árbol de problemas	02
FIGURA 2. Esquema del ensayo en el campo	24
FIGURA 3. Crecimiento en longitud de la planta con respecto a soluciones nutritivas	32
FIGURA 4. Crecimiento en longitud de la planta con respecto a híbridos de tomate hortícola	33
FIGURA 5. Crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto con respecto a soluciones nutritivas	41
FIGURA 6. Crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto con respecto a híbridos de tomate hortícola	42
FIGURA 7. Peso de fruto con respecto a soluciones nutritivas	46
FIGURA 8. Peso de fruto con respecto a híbridos de tomate hortícola	47
FIGURA 9. Rendimiento con respecto a soluciones nutritivas	51
FIGURA 10. Rendimiento con respecto a híbridos de tomate hortícola	52

RESUMEN

El ensayo se efectuó con el propósito de: evaluar tres soluciones nutritivas en el cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum* Mill), en los híbridos Pietro y Syta, mediante cultivo semi hidropónico, utilizando el sistema de Slabs; a más de, determinar la eficiencia económica de los tratamientos.

Los tratamientos fueron seis; se utilizó el diseño de parcelas divididas en arreglo factorial de 3 (soluciones nutricionales) x 2 (híbridos), con tres repeticiones.. Se hizo el análisis de variancia, pruebas de significación de Tukey al 5%. Pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% y la relación beneficios costo (RBC).

Los mejores resultados se obtuvieron con la solución nutritiva S2 (pág. 27), al obtenerse mayor longitud de la planta a los 90 días (43,60 cm) y a los 120 días (136,56 cm). Los frutos reportaron mayor diámetro ecuatorial, tanto en el cuarto closter de producción (6,22 cm), como en el quinto closter de producción (6,44 cm) y sexto closter de producción (6,17 cm); siendo los de más peso en el cuarto closter de producción (125,66 g), quinto closter de producción (122,73 g) y sexto closter de producción (116,10 g), por lo que se alcanzaron los mejores rendimientos tanto en el cuarto closter de producción (3,83 kg/tratamiento), como en el quinto closter de producción (3,71 kg/tratamiento) y sexto closter de producción (3,54 kg/tratamiento); reportando consecuentemente el mayor rendimiento total (21,67 kg/tratamiento).

El híbrido Pietro (H1), reportó el mayor crecimiento en longitud de la planta a los 120 días (123,99 cm), como el mejor diámetro ecuatorial del fruto en el sexto closter de producción (5,50 cm), el mayor peso de fruto en el quinto closter de producción (114,35 g) y en el sexto closter de producción (105,62 g), reportando el mayor rendimiento en el quinto closter de producción (3,65 kg/tratamiento) y en el sexto closter de producción (3,44 kg/tratamiento), por lo que alcanzó el mayor rendimiento total (21,31 kg/tratamiento).

Los tratamientos de la solución nutritiva S2 S2H1 (solución nutritiva S2, híbrido Pietro) y S2H2 (solución nutritiva S2, híbrido Syta H2), alcanzaron la mayor relación beneficio costo de 0,52, donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,52 veces lo invertido.

I. SUMMARY

The test was conducted in order to: evaluate three nutrient solutions in the cultivation of horticultural tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in Syta Pietro and hybrids, using semi hydroponics, using the system Slabs; more than determine the economic efficiency of the treatments.

The treatments were six; design divided into factorial arrangement of 3 plots (nutritional solutions) x 2 (hybrid), with three replications .. was used analysis of variance, Tukey tests of significance of 5% was made. Tests least significant difference at 5% and the cost benefit ratio (RBC).

The best results were obtained with the nutrient solution S2 (p. 27), the obtained longest plant 90 days (43.60 cm) and 120 days (136.56 cm). The fruits reported greater equatorial diameter, in the fourth production cluster (6.22 cm), as in the fifth production cluster (6.44 cm) and sixth production cluster (6.17 cm); being the most weight in the fourth cluster production (125.66 g), fifth cluster production (122.73 g) and sixth cluster production (116.10 g), so the best returns were achieved both the fourth production cluster (3.83 kg / treatment), as in the fifth production cluster (3.71 kg / treatment) and sixth production cluster (3.54 kg / treatment); consequently reporting the highest total yield (21.67 kg / treatment).

Pietro (H1), hybrid reported the highest growth in plant length at 120 days (123.99 cm), as the best equatorial diameter of the fruit in the sixth cluster production (5.50 cm), the largest weight fruit in the fifth cluster production (114.35 g) and sixth production cluster (105,62 g), reporting the highest performance in the fifth cluster production (3.65 kg / treatment) and sixth cluster production (3.44 kg / treatment), which reached the highest total yield (21.31 kg / treatment).

Treatments S2H1 S2 nutrient solution (nutrient solution S2, hybrid Pietro and S2H2 (nutrient solution S2, hybrid Syta H2), reached the highest cost benefit ratio of 0,52, where net profits were 0.52 times the investment .

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El desconocimiento de soluciones nutritivas en el cultivo semi hidropónico en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill), incidirá en una migración del campo a la ciudad porque por la baja rentabilidad, por una escasa producción, aumentando la contaminación ambiental que afectara en un nivel de vida baja para los agricultores.

El tomate hortícola se originó en el Ecuador, pero en la actualidad se ha diversificado en casi todo el mundo, por medio de la investigación tecnológica en este cultivo se ha impulsado mejores rendimientos (García, 1989).

El cultivo de tomate hortícola por su naturaleza se puede cultivar de diferentes métodos de avanzada como es el sistema hidropónico y semi hidropónico. El cultivo de tomate hortícola cuando se siembra en sustratos se puede optimizar el recurso agua como también la solución nutricional. El sistema de riego que se emplea es por goteo. Para la nutrición de este cultivo se debe emplear soluciones madre las cuales contengan, macro y micro elementos. La misma autora dice que cuando se cultiva tomate en un sistema semi hidropónico aumentando producción porque le damos el medio óptimo para que el vegetal se desarrolle correctamente y del máximo potencial de producción el híbrido. La hidroponía se implanta en cualquier tipo de suelo ya que se ocupa como soporte para el sustrato, de esta manera se incentiva como una opción para la agricultura urbana (Batallas, 2011).

En la región sierra tiene los mayores índices de producción y calidad de este producto haciéndole la región apropiada para cultivar este producto (Serrano, 1983).

En Cuenca y en la región del austro se ha desarrollado algunos cultivos , sobre todo en el cultivo de lechuga. En Azogues se hizo un cultivo en una terraza (tercer piso); en Gualaceo también se desarrolló un cultivo que prácticamente estuvo suspendido en un balcón. A nivel doméstico, los costos para hacer un cultivo semi hidropónico no son altos pues se podría utilizar o adaptar una bomba de pecera para

hacer un sistema de riego, utilizar un timer para que prenda y apague la bomba de la pecera regando unas cincuenta o cien plantas. Este proceso llegaría a costar entre 20 o 30 dólares (El Mercurio, 2014).

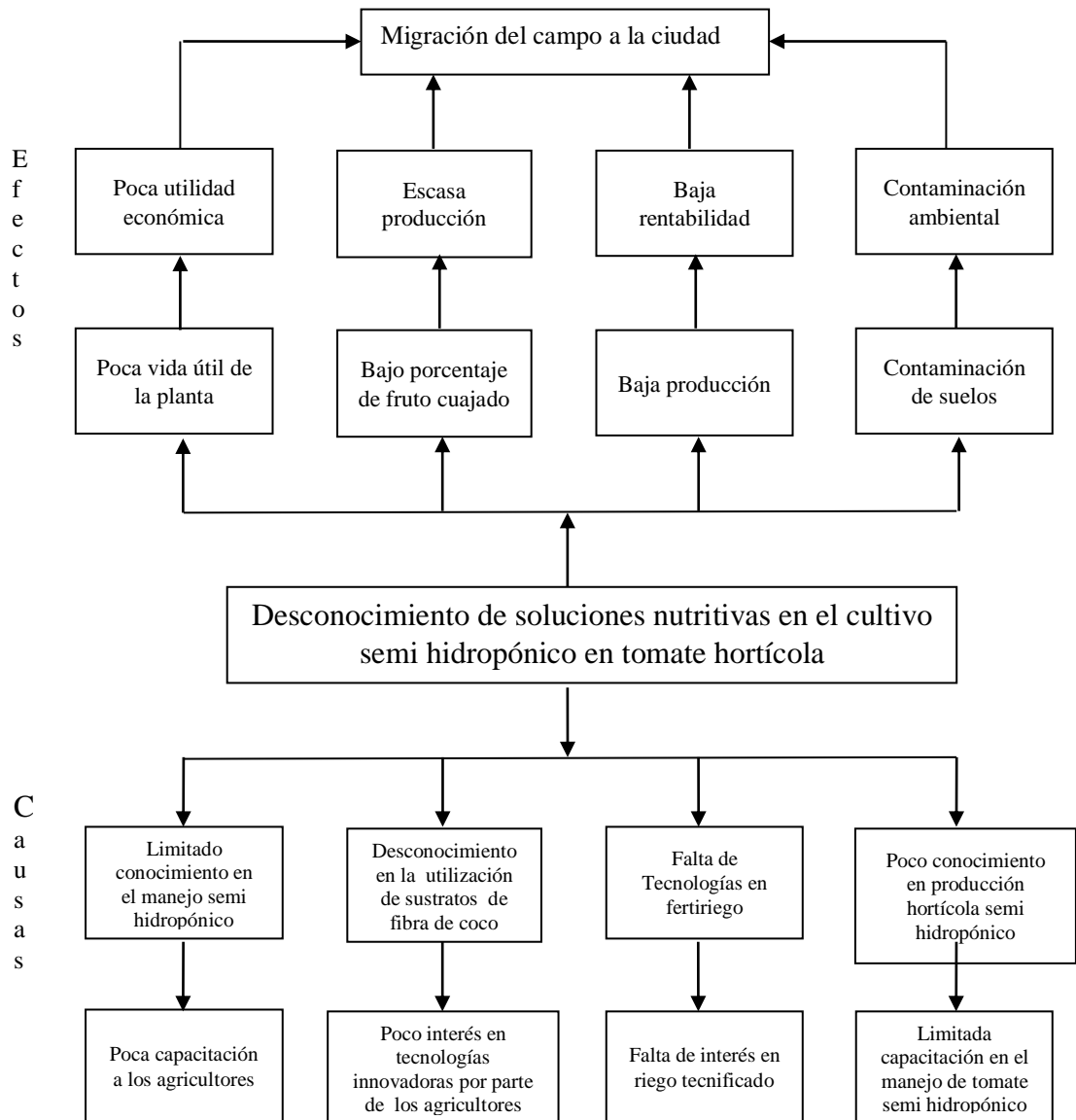


FIGURA 1. Árbol de problemas

Elaboración: Alex Salazar, 2015.

El método para la investigación es crítico - propositivo de la realidad para dar solución con la finalidad de saber las necesidades y establecer el problema específico para con las variables de la investigación proponen soluciones constructivas al problema.

Según el MAGAP (2010), por medio de la constitución de la República del Ecuador manifiesta que: políticas de Estado para el Sector Agropecuario Ecuatoriano. La Constitución Política de la República y otros cuerpos legales derivados o conexos, establecen políticas de Estado a favor del sector agropecuario, en razón al carácter estratégico de la agricultura y su rol generador de empleos y de divisas, a la vez que disponen una atención prioritaria de este sector, por parte del Estado, para garantizar un ambiente sano, ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad, la seguridad y soberanía alimentaria, es decir el buen vivir, sumakkawsay (Asambleablog.wordpress.com, 2015).

La producción convencional de tomate hortícola es ineficiente para el consumo nacional e internacional, por este motivo se debe desarrollar un proyecto innovador de producción y calidad , con una buena rentabilidad para el agricultor , asegurando el abastecimiento nacional e internacional ;por lo tanto el cultivo de tomate riñón bajo este sistema de “Slabs” es aceptable de aplicarlo ya que existe mayor eficiencia en la regulación de la nutrición con: la utilización más eficiente del agua y los fertilizantes, con una mayor densidad de plantas la cual obtendremos mayor producción por unidad de superficie y mayor intensidad del uso del terreno. Por estos motivos es obligatorio realizar este tipo sistema de agricultura semi hidropónica para obtener una agricultura rentable (Altiplano, 2015).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Sangacha (2011), efectuó un ensayo con el objetivo de determinar el o los híbridos de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum* Mill) de mayor producción: Fortuna (H1), Miramar (H2), Nemoneta (H3), Densus (H4), Syta (H5) y Fanny (H6), cultivados bajo cubierta plástica, en donde se demostraron que el híbrido Syta, registró el mayor número de flores por racimo (13,57), mayor número de frutos cosechados (592,33) y el mejor rendimiento (49,30 kg/tratamiento), con mayor porcentaje de frutos de primera (9,13%) y segunda categoría (11,62%). Fue uno de los híbridos más precoz (142,00 días), con menor incidencia (1,88%) y severidad (0,13%) de Bacteriosis (*Pseudomonas syringaetomato*) y Botrytis (*Botrytis cinerea*) (3,71% de incidencia y 0,52% de severidad). Forma de fruto redonda, 0,46% de frutos con cracking, cierre pistilar normal, grosor del pericarpio 2,33 cm, 12,77 lb/cm² de presión a la pulpa y 31,48% de incidencia y 0,93% de severidad de Roya (*Puccinia* sp.). El híbrido Miramar, reportó el segundo mejor número de flores por racimo (13,04) y el segundo mejor rendimiento (43,39 kg/tratamiento). Fue el más tardío a la cosecha (146,00 días); con buen número de frutos cosechados (576,33), forma del fruto achatado, 0,46% de frutos con cracking, sierre pistilar normal, grosor del pericarpio 1,75 cm, 12,35 lb/cm² de presión a la pulpa. Del análisis económico se concluye que, el híbrido Syta, alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,85, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,85 veces lo invertido, siendo el tratamiento de mayor rentabilidad desde el punto vista económico.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Cultivo de tomate hortícola

2.2.1.1. Generalidades

Toovey (1987) indica que, el tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum* Mill) es oriundo de las estribaciones occidentales de los Andes (América

del Sur). Existen algunas otras especies nativas de esta región, pero carecen de importancia comercial, aunque resultan muy valiosas como: resistentes a enfermedades en los programas de cultivo de tomate.

Gordon y Bander (1979) manifiestan que, el tomate aparentemente es originario de Sudamérica, pero fue en México donde se cultivo por primera vez. Los colonizadores europeos lo llevaron a Europa a mediados del siglo XVI, donde no fue ampliamente utilizado durante muchos años, aunque en Estados Unidos fue introducido en el siglo XVIII, tardó más o menos 100 años en ser aceptado como fruto comestible.

2.2.1.2. Clasificación botánica

Tamaro (1977) cita la siguiente clasificación taxonómica del tomate:

Reino:	Vegetal
División:	Espermatophyta
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Metaclamidea o Gamopétalas
Orden:	Tubiflorales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Lycopersicum</i>
Especie:	<i>Esculemtum</i>
N. científico:	<i>Lycopersicum esculemtum</i> Mill.
N. vulgares:	Tomate, jitomate.

2.2.1.3. Valor nutritivo

Anderlini (1989), anota que desde el punto de vista alimenticio el tomate no puede ser considerado como alimento energético o plástico por que las cantidades empleadas en nuestra alimentación son insignificantes; hay que tomarlo en cuenta como activador de la movilidad y de la secreción gástrica.

TABLA 1. VALORES NUTRICIONALES DE UNA PORCION COMESTIBLE DE 100 GRAMOS DE TOMATES CRUDOS Y ELABORADOS

Nutrientes	Unidad	Crudo	Elaborado
Agua	%	94	94
Calorías	kcal.	19	21
Proteínas	G	0,7	0,8
Grasas	G	Trazas	Trazas
Hidratos carbono	G	4	4
Calcio	Mg	12	6
Fósforo	Mg	24	19
Hierro	Mg	0,4	0,5
Potasio	Mg	222	217
Vitamina A	UI	822	900
Tiamina	Mg	0,05	0,05
Riboflavina	Mg	0,04	0,03
Niacina	Mg	0,7	0,7

Fuente: USDA. Home and Garden. Boletín No. 72.

Según Masache (1994), el tomate es una hortaliza que se destaca por su consumo en fresco, conservado al natural o transformado en extracto concentrado, en salsas adoptadas por la cocina de numerosos países y hasta en dulces. El tomate es un activador de la secreción gástrica, su aroma estimula el apetito y hace más agradables los alimentos insípidos. Es rico en aminoácidos y ácidos orgánicos.

2.2.1.4. Características botánicas

Planta

Rodríguez et al (2001) menciona que, la planta es de tipo perenne de porte arbustivo que se cultiva anualmente. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado.

Raíz

Maroto(1983) indica que, el tomate hortícola presenta una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias.

Tallo

Suquilanda (2003) indica que, el tallo es erguido durante los primeros estadios, pero pronto se tuerce a consecuencia del peso. Su superficie es angulosa provista de pelos glandulares que desprenden un líquido de color verde amarillento y de aroma muy característica que actúa como repelente para varios insectos.

Hojas

Rodríguez et al (2001) expresan que, “las hojas en el tomate son compuestas y se insertan sobre los diversos nudos en forma alterna. El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once foliolos. Al igual que el tallo están provistas de glándulas secretoras de la citada sustancia aromática”.

Flores

Maroto (1983) manifiesta que, es 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 racimoso.

Fruto

Tamaro (1977) indica que el fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas.

2.2.1.5. Híbridos

Syta

Tomate indeterminado redondo de calibre grueso, larga vida de mostrador, Para invernadero o campo abierto, muy uniforme, de sierre pistilar

perfecto. Plantas muy vigorosas semiabiertas, frutos globosos de 200 a 220 gramos., muy consistentes y buen color. El inicio de producción está entre los 70 – 100 días después del trasplante en climas medios y cálidos. Resistentes TMV, Verticilium, Fusarium raza 2, nemátodos, Cladosporium raza 3 (Vademecum Agrícola, 2001).

Híbrido Pietro

Tomate de larga vida, ligeramente redondeado indeterminado grueso y firme. Planta de gran adaptabilidad produce frutos grandes, planta vigorosa con buena cobertura foliar y entrenudos cortos. Racimos uniformes de cinco a siete frutos, mantienen gran calibre hasta el último racimo con excelente post cosecha. Planta con entrenudos cortos, frutos de color rojo y de calibre grande 230-250 g. se adapta bien a campo abierto e invernadero. Tolerancias: TA: ToMV / Verticilium / *Fusarium oxysporum* Lycopersici 1,2 - TI: *Stemphylium* sp y Nemátodos (Imporalaska, 2015).

2.2.1.6. Condiciones de desarrollo

Clima

Suquilanda (2003) indica que, el tomate es una planta que prospera en muchas altitudes y que se adapta bien a una gran variedad de climas, con la excepción de aquellos en que se producen heladas puesto que resulta más sensible a este fenómeno. Sin embargo prefiere climas cálidos. En cultivo de tomate en el Ecuador prospera entre climas cálido a frío.

Temperatura

Rodríguez et al (2001) indican que, para el tomate, las temperaturas óptimas según su ciclo de vida son las siguientes: temperaturas nocturnas de 15 a 18°C; Temperaturas diurnas de 24–25°C; Temperatura ideal en la floración de 21°C; Temperatura ideal para su desarrollo vegetativo de 22–23°C; Temperatura en que paraliza su desarrollo vegetativo a los 12°C; Temperatura por debajo de los 7°C necesitará una ayuda artificial de calefacción”.

Humedad

Suquilanda (2003) señala que, son preferibles humedades medias del 50 al 60% y suelos no encharcados. Además manifiesta que, las altas humedades favorecen al desarrollo de enfermedades criptógamas.

Luminosidad

Serrano (1983) considera que, la luminosidad tiene una gran importancia en el desarrollo de la planta fundamentalmente cuando es escasa ya que existe un alargamiento de los entrenudos y una orientación forzada en busca de la luz

2.2.1.7. Labores del cultivo

Trasplante

Serrano (1983), menciona que se trasplanta en un suelo húmedo que fue regado previa mente, después del trasplante se acerca los goteros a las plántulas. Se volverá a regar a más tardar 1 a 2 horas de haber comenzado y se comprueba que la tierra alrededor de las plántulas humedecidas.

Poda

Agripac (2000) indica que, “los tipos básicos de poda son dos: a un eje o dos ejes. En la poda a un tallo o eje se eliminan todos los brotes axilares del tallo principal permitiendo el crecimiento indefinido de la guía. En la poda a dos tallos, se deja crecer uno de los brotes axilares tras la inflorescencia; con ello se dispone de dos tallos. Una variedad es la poda Ardí que consiste en despuntar el tallo principal y utilizar los brotes secundarios”.

Serrano (1983) explica que, la poda del tomate es una práctica necesaria cuando se cultiva en invernaderos, la misma que consiste en dejar

uno o varios tallos como guías en cada planta, eliminando todos los brotes que salen de las axilas de las hojas de esos tallos al igual que los chupones que salen a ras del suelo.

Anderlini (1989) indica que, la poda sirve para equilibrar la vegetación y la fructificación de la planta, eliminando brotes axilares que desarrollándose da origen a los brotes laterales.

2.2.1.8. Plagas y enfermedades

Plagas

Serrano (1983), indica las siguientes plagas: Pulgón (*Aphis sp.*), estos insectos segregan una melaza pegajosa y dulce que recubre todo el follaje; sobre esta sustancia se desarrolla un hongo llamado negrilla, que obstruye los estomas y disminuye la fotosíntesis de las hojas, atraídas por esta melaza pueden invadir las hormigas. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) el daño es similar al insecto anterior y su control es bastante difícil y costoso. Minador (*Lyriomiza solani*) la larva de esta mosca de color amarillo y negro produce daños, los huevos son puestos entre las epidermis de las hojas se alimentan del tejido parenquimatoso, labrando galerías entre ambas epidermis. Gusano verde (*Heliothis armigera*), la larva de esta mariposa noctuidea penetra dentro de los frutos cuando son pequeños; Chinche (*Nezaraviridula, Nysiusericae*), Insectos planos de 3 a 5 mm que se alimentan absorbiendo el jugo de los vegetales mediante su pico, que clavan en tallos, hojas y frutos. deformándolos y agrietándolos.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1992), registra que el tomate tiene otras plagas: Tierreros y trozadores (*Agrotis sp*), trozan las plantas y se alimentan de tejidos vegetales; se puede controlar con una buena preparación del terreno y cebos envenenados. Cogollero (*Scrobipalpula sp.*), barrenan el tallo y las ramas ocasionando la caída de las flores. Barrenador (*Melanogramiza sp.*), perfora el tallo, el cogollo se seca y el suministro de savia se bloquea, se controla con la preparación de un cebo de Monocotrofos, Dipterex y azúcar. Gusano Cachón (*Manduca sexta*), ocasiona la defoliación de las plantas, el combate se basa en el Control

Biológico. Arañita Roja (*Tetranychus sp*), produce amarillamiento, secamiento y enroscamiento del follaje.

Enfermedades

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1992), las enfermedades que atacan al tomate riñón, son las siguientes: Sancocho (Damping off, *Phytophthora sp.*, *Phytium sp.*, *Rhizoctonia sp.*), se presentan con marchitamiento de plántulas, pudrición y adelgazamiento de la base del tallo, el combate se basa en la regulación de la humedad, desinfección del suelo, siembras ralas y aplicaciones de cal. Marchites (*Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas solani*), produce amarillamiento de hojas inferiores, amarillamiento y marchites de la base, eventual secamiento total. Antracnosis (*Colletotrichum sp.*), causa hundimientos pardos y negros circulares, pudrición blanda. Pudrición radicular (*Sclerotium rolfsii*), ocasiona hundimientos amarillos; formaciones blancas y eventualmente color marrón, marchites y decaimiento empezado por el nivel del cuello. Tizón temprano (*Alternaria solani*), produce necrosis de la hoja y defoliación, necrosis alargada con anillos concéntricos en los tallos o pudrición de collar y depresión en el pedúnculo. Tizón tardío o gotera (*Phytophthora infestans*), presenta necrosis irregular acuosa en hojas y tallos, manchas acuosas café grisáceas en los frutos. Mildew veloso (*Cladosporium fulvum*), se manifiesta con áreas amarillas irregulares en las hojas, muerte prematura. Pudrición suave (*Erwinia carotovora*), es característico por la pudrición acuosa; en estado avanzado el fruto parece una bolsa de agua de olor putrefacto.

Nemátodos

Nemátodos (*Meloidogyne sp*), la planta presenta crecimiento anormal, nodulación de las raíces, amarillamiento desde las hojas bajas hacia arriba; se recomienda la rotación de cultivo, variedades resistentes, desinfección de semilleros. Se puede combatir con Nematicidas (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1992).

Virus

Virosis, se presenta con la decoloración formando un mosaico; se observan estrías necróticas en las hojas y tallos. Hojas pequeñas y coloreadas de

amarillo y violeta (Stolbur). Achaparramiento por entrenudos cortos (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1992).

2.2.1.9.Cosecha

Agripac (2000) señala que, esta labor se efectúa cuando los frutos han alcanzado la madurez fisiológica. Sin eliminar el pedúnculo del fruto, ya que esto ocasionando una deshidratación. Lo correcto es utilizar cajas anchas en las que se coloque una capa de tomates con su pedúnculo hacia abajo y otra hacia arriba.

2.2.2. Hidroponía

Resh (1997) manifiesta que el término "hidroponía" procede de las palabras griegas hydros (agua) y ponos (cultivo). El diccionario de la Real Academia Española lo define como: Cultivo de plantas en soluciones acuosas, por lo general con algún soporte inerte. Este método no es nuevo más bien es antiguo existen registro que los egipcios iniciaron con este tipo de actividad, también los chino e hindúes.

La Universidad Nacional Agraria La Molina en su Boletín Informativo Número 12 del año 2005, cita que el sistema semi hidropónico es un sistema que necesita de un ambiente controlado para que se aplique este sistema caso contrario no se podrá llegar a ser un sistema operativo.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1999), manifiesta que para aumentar la producción existen interacciones las cuales debemos llegar a dominar para que conjuguen y de esa manera poder optimizar recursos. La tecnificación agrícola debe tener como componente nutrientes solubles que sean óptimos para una buena absorción. El tomate necesita de elementos 16 elementos de las cuales 4 (N, P, K, Ca) tienen que superar los 40 ppm conocidos como macronutrientes. Los demás elementos se requieren en cantidades menores a 10 ppm, conocidos como micronutrientes (Cloro, Zinc, Boro, Hierro, Cobre, Manganeso, Molibdeno). Las plantas obtienen el oxígeno

del medio ambiente y del agua, el hidrógeno lo obtienen del agua y el carbono a través del CO₂ del medio ambiente.

Andrade (2007), dice que los cultivos sembrados en un medio semi hidropónico se utilizan un medio inerte en las cuales se ponen nutrientes o fertilizantes de alta pureza y solubilidad para optimizar y ayudar al cultivo a que produzca la mayor cantidad de peso establecido en su formato de la variedad que corresponda.

Urrestarazu (2000), expresa que son dos causas principales que causan la salinidad y son: los fertilizantes que tienen liberación lenta a causa de eso se acumulan y aumentan las cargas produciendo salinidad especialmente los que tienen N. Por la cantidad de sales disueltas en el agua de riego más la solución nutricional y que esto sea mucho para que pueda absorber el vegetal.

El Vademecum Agrícola(2001), menciona que la solución nutritiva es responsable del 50% de la productividad pero una vez incorporados al suelo sufren cambios y pérdidas por percolación, volatilización, fijación, etc, lo consiguiente una sola parte del nutriente es absorbido por el cultivo; una media de absorción de los minerales esenciales es a la mitad. Para el tomate existe una referencia de 150 kg/ha de nitrógeno, 60 kg/ha de fósforo, 190 kg/ha de potasio, 25 kg/ha de magnesio y 30 kg/ha de azufre.

Calderón (2004), señala que la utilización del fertilizante deberá ser de acuerdo a su estado fenológico y fisiológico del vegetal, el costo del fertilizante deberá ser más alto si la concentración del elemento y su alta solubilidad.

Universidad Nacional Agraria La Molina (2005), manifiesta que el cultivo necesita una administración óptima de la solución nutricional a través del sistema por goteo que tiene una eficiencia del 95%. Este sistema se realiza aplicando una pequeña cantidad de agua pero frecuente directo a cada planta.

La hidroponía es de interés a todas las personas, no importa si es productor, estudiante ó técnico, solo se necesita tener un espacio donde pueda

disfrutar del placer de cultivar sus propias hortalizas y la certeza de una alimentación 100% sana libre e inocuo. La hidroponía es una forma de cultivo que se puede aplicar a cualquier tipo de plantas, ya sean para la producción familiar o comercial, y puede practicarse tanto en espacios abiertos como cerrados. Resulta realmente fascinante ver como se ha ido desarrollando la hidroponía a través de los años. Sus comienzos datan del siglo XVII, cuando el Inglés John Woodward, hizo sus primeras observaciones sobre la importancia de los minerales disueltos en agua, en la nutrición de las plantas, lo que ponía fin a la teoría sustentada hasta entonces, de que eran las partículas de tierra las que alimentaban a las plantas. Pero debieron pasar antes dos siglos de contribuciones de distintos científicos, hasta que el Botánico Alemán Julio Von Sachs realizó alrededor de los años 1860, las que se pueden considerar las primeras conclusiones científicas que probaban la posibilidad de efectuar cultivos sin tierra. Este científico, demostró que bajo condiciones determinadas, se podían cultivar plantas prescindiendo de la tierra. Solo hacía falta diluir en agua, cantidades de abonos químicos en proporciones determinadas, para que éstas crecieran normalmente (Altiplano, 2015).

Ventajas de la hidroponía. La producción de los cultivos desarrollados mediante el sistema semi hidropónico tiene una serie de ventajas sobre los tradicionales, entre las cuales se pueden señalar las siguientes: la presentación de los productos obtenidos es superior a la de los cultivados en tierra. 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, logrando 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, 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. Resuelve el problema del cansancio del suelo. Cultivo libre de parásitos, bacterias, hongos y contaminación. Reducción de costos de producción. Permite producir cosechas en contra estación. Ahorro de agua, balance ideal de aire, agua y nutrientes, Humedad uniforme,

Excelente drenaje. Permite una mayor densidad de población. Se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o el exceso de un nutriente. Perfecto control del pH. No depende tanto de los fenómenos meteorológicos. Más rendimientos por unidad de superficie. Posibilidad de cultivar repetidamente la misma especie de planta. Posibilidad de varias cosechas al año. Uniformidad en los cultivos. Se requiere mucha menor cantidad de espacio para producir el mismo rendimiento del suelo. Reducción de los costos de producción. Proporciona excelentes condiciones para semillero Se puede utilizar agua con alto contenido de sales (Las sales minerales son moléculas inorgánicas de fácil ionización en presencia de agua). Mayor limpieza e higiene. Posibilidad de enriquecer los productos alimenticios con sustancias como vitaminas o minerales. Se reduce en gran medida la contaminación del medio ambiente y de los riesgos de erosión. Casi no hay gasto en maquinaria agrícola ya que no se requiere de tractor, arado u otros implementos semejantes (Altiplano, 2015).

Desventajas de la hidroponía. Se requiere de conocimiento de nutrición vegetal y desarrollo de los cultivos en general. Asesoría técnica profesional. Conocimiento sobre factores climáticos. Requiere para su manejo a nivel comercial de conocimiento técnico combinado con la comprensión de los principios de fisiología vegetal y de química orgánica. A nivel comercial el gasto inicial es relativamente alto. Se requiere cuidado con los detalles. Se necesita conocer y manejar la especie que se cultive en el sistema. Requiere de un abastecimiento continuo de agua. Requiere una alta vigilancia contra parásitos, bacterias, hongos y contaminación (Altiplano, 2015).

2.2.2.1. Fuentes utilizadas para elaborar una solución nutritiva

El calcio deberá suministrarse por medio del nitrato de calcio o el nitrato doble de calcio y magnesio. El nitrato de calcio también aportará nitrógeno nítrico. Cualquier otro nitrógeno deberá ser aportado como nitrato de potasio, el cual proveerá de algún potasio. Todo el fósforo deberá obtenerse a partir del ácido fosfórico o del fosfato mono potásico o del fosfato mono amónico, el cual también aportará algún potasio y algo de nitrógeno amoniacal. Las necesidades de potasio que aún existan podrán obtenerse a partir del sulfato de potasio, el cual también aportará

algo de azufre. El azufre que necesitamos añadir podrá obtenerse de otros sulfatos, tales como sulfato de magnesio, el cual es también usado para aportar parte de magnesio. El magnesio a veces va incluido la mitad como sulfato y la otra mitad como nitrato. Esta característica permite que la solución contenga menos azufre que el sulfato, no sobrepasando así la relación nitrato/azufre de 7:1, para no causar la acumulación de azufre en el sustrato, aunque esto normalmente no causa ningún problema (Altiplano, 2015).

TABLA 2. FUENTES UTILIZADAS PARA ELABORAR SOLUCIONES NUTRITIVAS

Fertilizante	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Mo	B	Co	Cu
Nitrato de amonio	35												
Nitrato de calcio	10,9			22									
Nitrato de potasio	13		38,33										
Nitrato de magnesio	16				27,00								
Aminoquel	4,2												
Urea	46												
Gel calcio				30									
Quel mg					13,00								
Fosfato mono potásico		22,71	28,33										
Fosfato monoamónico	12	26,64											
Ácido fosfórico		86											
Ácido sulfúrico		18,00											
Ácido Nítrico	68												
Sulfato de amonio	6					30,00							
Sulfato de potasio			6			24,00							
Sulfato de magnesio					10,00	13,00							
Molibdato de amonio													
Sulfato de amonio	21					24,00			27				
Sulfato de zinc						19,80		40,50					
sulfato de hierro						21,00	36,00						
Oligomix					1,6		2,8	2,00	1,50	0,1	1,2	0,002	0,1
Acción	7	0,87	1,67					1	1				

Fuente: Alex Salazar (2015)

2.2.2.2. Formulación de los nutrientes

Para formular las soluciones nutritivas es necesario proporcionar fórmulas de acuerdo a la concentración y solubilidad de la misma, se usa particularmente los ppm, mol/l, etc. Partes por millón quiere decir que es una parte de masa o volumen en millón. Para una optimización del fertilizante depende de la variedad, especie, temperatura, estado fenológico, si el producto final es de flor, raíz.

2.2.2.3. Control de la solución nutritiva

La absorción relativa de los diversos elementos minerales por las plantas esta afectada por: condiciones ambientales naturaleza de la cosecha.

2.2.2.4. Estado de desarrollo de la planta

Por lo general una vez absorbido las sales nutricionales se debe controlar los índices de intoxicación parcial o una desnutrición, por lo cual debemos visualizar con instrumentos apropiados para medir pH y conductividad eléctrica, tanto de la solución como del sustrato.

2.2.2.5. pH

Rodríguez Delfín *et al* (2004), dice que el vegetal puede consumir los elementos en el rango apropiado de pH para que sean útiles Si se pasa del rango permitido daría una mayor acidez o alcalinidad perjudicial para la asimilación de los nutrientes solubilizastes. El pH aconsejable es de 5,5 a 6,5.

El pH de la solución nutritiva es una medida del grado de acidez o alcalinidad de la solución. Las plantas pueden tomar los elementos en un rango óptimo de pH comprendido entre 5,0 y 7,0. El pH se puede medir pos cintas o pontenciómetro u pHmetro.

2.2.2.6. La conductividad eléctrica C.E.

Calderón (2004), considera que la concentración de la solución puede deducirse midiendo la conductividad eléctrica de la misma, mediante el uso de un conductivímetro. Las sales nutritivas conducen la corriente eléctrica y así a mayor cantidad de sales nutritivas habrá mayor conductividad eléctrica. Cuando el clima es seco, soleado y con viento la planta consume más agua que cuando el clima es húmedo y sombrío. En general puede decirse que la planta consume igual cantidad de nutrientes en ambos casos, pero diferente cantidad de agua. Así pues la

concentración de la solución deberá estar acorde con las condiciones del clima. La conductividad eléctrica es la capacidad de la solución para transportar electricidad.

2.2.2.7. Elementos nutricionales

Montoya (2011), determina que los elementos químicos son esenciales para la vida del vegetal. Existen 17 elementos esenciales los cuales son móviles (N, P, K, Mg, Ca) e inmóviles nutrientes móviles se manifiestan en el follaje del vegetal. Los elementos químicos actúan en la planta de la siguiente manera:

Nitrógeno . Cuando existe poco nitrógeno la planta se vuelve pequeña raquílica con amarillento en las hojas viejas. Demasía los tejidos se vuelven carnosas, las hojas son grandes, aumenta la longitud de la planta, nula floración, susceptibles a plagas y enfermedades.

Fosforo. Ayuda a la formación de los sistemas de reproducción del vegetal. Cuando hay poco fosforo existe un mejoramiento de las hojas, poca flor, poca masa radicular, no existe problema de intoxicación por este elemento.

Potasio. Poco potasio, poco cuaje del fruto deforme clorosis en el follaje. Si existe adecuado porcentaje de potasio ayuda ala asimilación de calcio que proporciona dureza a la hoja.

Magnesio. Déficit: primeros síntomas en las hojas adultas. Clorosis internerval. En la zona clorótica es característica la aparición de pigmentos de antocianina, debido a la poca producción de clorofila.

Calcio. El calcio es necesario para la robusticidad del vegetal y firmeza del fruto caso contrario va a existir una clorosis posteriormente una necrosis grave especialmente en las hojas jóvenes.

Azufre. Clorosis general iniciando por las zonas jóvenes.

Manganeso. Aparición de manchas cloróticas internevas y posterior necrosis. Primeros síntomas en hojas jóvenes, pero también en hojas adultas.

Cobre. Déficit: afecta el crecimiento. Clorosis y necrosis en hojas jóvenes. La clorosis se inicia por los bordes. La no corrección provoca la marchitez total de la planta.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

Ha = Las soluciones nutritivas influyen en el desarrollo fisiológico y en la producción en el cultivo semi hidropónico de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill).

Ho = Las soluciones nutritivas no influyen en el desarrollo fisiológico y en la producción en el cultivo semi hidropónico de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill).

3.2. OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo general

Aportar con tecnología para el manejo del cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill), en el sistema semi hidropónico.

3.2.2. Objetivos específicos

Evaluar tres soluciones nutritivas en el cultivo de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill), en los híbridos Pietro y Syta, mediante cultivo semi hidropónico, utilizando el sistema de Slabs.

Determinar la eficiencia económica de los tratamientos.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se llevó a cabo en la propiedad del señor Ingeniero Agrónomo Segundo Curay, ubicado en la parroquia Montalvo, caserío Luz de América, perteneciente al cantón Ambato, provincia de Tungurahua, a 6 km al Suroriente del cantón Ambato, con una altitud de 2 890 m.s.n.m. Las coordenadas geográficas son: 01°22' 08" de latitud Sur y 78° 36' 22" de longitud Oeste (sistema de posicionamiento global GPS).

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

4.2.1. Clima

De manera general, el clima del sector es templado frío, donde se registra una temperatura media anual de 12,85°C, humedad relativa media anual de 74%, precipitación de 482,3 mm, evaporación 118,64 mm, heliofanía 1 742,6 horas luz, nubosidad 7 octavos y velocidad de viento 3,23 m/seg con frecuencia Este (INAMHI, 2014).

4.2.2. Clasificación ecológica

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge (1982), se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo (bs-MB), en transición con estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Material experimental

4.3.2. Cubierta plástica

Cubierta plástica tipo cercha

4.3.3. Herramientas y equipos

Sistema de fertiriego, Slabs, tijeras de podar, azadones, alambre liso galvanizado no. 10, clavos, rastrillos, bomba de mochila, piola, estacas,

4.3.4. Agroquímicos

Amistar 50, Antracol, Confidor 350sc, Daconil, Dersal, Previcur, Ridodur, Score 250 Ec, Swith 62,5, Phyton, Kasumin, Agrygent, Fitoraz, Antracol,

Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, boro, cobre, molibdeno. Nitrato de amonio, fosfato monopotásico, nitrato de potasio, ácido fosfórico, ácido nítrico, nitrato de calcio, fosfato mono amónico, sulfato de magnesio.

4.3.5. Materiales varios

Conductivímetro, material de escritorio y fotográfico.

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

4.4.1. Soluciones nutricionales

Solución nutricional 1	S1
Solución nutricional 2	S2
Solución nutricional 3	S3

4.4.2. Híbridos de tomate hortícola

Pietro	H1
Syta	H2

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron seis como se detalla en el tabla 3.

TABLA 3. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Soluciones nutricionales	Híbridos de tomate hortícola
1	S1H1	Solución nutricional 1	Pietro
2	S1H2	Solución nutricional 1	Syta
3	S2H1	Solución nutricional 2	Pietro
4	S2H2	Solución nutricional 2	Syta
5	S3H1	Solución nutricional 3	Pietro
6	S3H2	Solución nutricional 3	Syta

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de parcelas divididas en arreglo factorial de 3 (soluciones nutricionales) x 2 (híbridos), asignando las parcelas principales al factor soluciones nutricionales, con tres repeticiones.

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado. Pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, soluciones nutricionales e interacción. Pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para diferenciar el factor híbridos.

El análisis económico de los tratamientos, se realizó siguiendo la metodología de la relación beneficios costo(RBC).

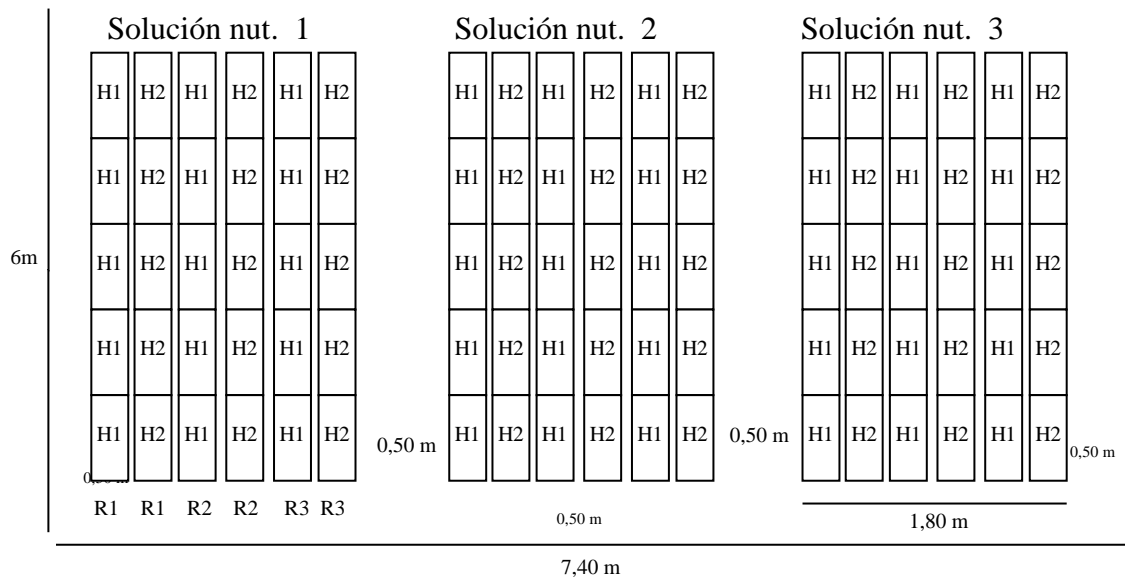
4.6.1. Características del ensayo

Cada tratamiento se conformó de cinco slabs, cada uno de ellos con cuatro plantas, desarrolladas en sustrato de fibra de coco.

Número de slabs por tratamiento:	5
Largo del slab:	1 m
Ancho del slab:	0,30 m
Profundidad del slab:	0,25 m
Área de cada slab:	0,30 m ²
Número de plantas por slab:	4
Número de plantas/tratamiento:	20
Distancia entre plantas:	0,20 m
Número total de parcelas:	18
Largo de la parcela:	5 m
Ancho de la parcela:	0,30 m
Área de la parcela:	1,5 m ²
Número de plantas/total ensayo:	360
Superficie total del ensayo:	44,40 m ²
Superficie total de las parcelas:	27 m ²
Superficie de caminos :	17,40 m ²
Número de plantas a evaluar/trat:	12

4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo

El esquema de la disposición del ensayo en el campo se presenta en la figura 2.



Características de un slab

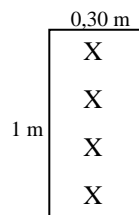


FIGURA 2. Esquema del ensayo en el campo

4.7. VARIABLES RESPUESTA

4.7.1. Longitud de la planta

Se registró el crecimiento en longitud de la planta, midiendo con flexómetro desde la base hasta la inserción de la hoja bandera, a 12 plantas tomadas al azar de cada tratamiento; efectuando lecturas a los 60, 90 y 120 días del trasplante.

4.7.2. Días a la floración

Se contaron los días transcurridos desde el trasplante hasta cuando se observó la formación de closter de producción, en el 60% de plantas de cada tratamiento (12 plantas), efectuando lecturas en cada piso de producción (seis pisos de producción).

4.7.3. Días a la fructificación

Se registraron los días transcurridos desde el trasplante hasta cuando se observó la presencia de frutos cuajados, en el 60% de plantas de cada tratamiento (12 plantas), efectuando lecturas en cada piso de producción (seis pisos de producción).

4.7.4. Diámetro ecuatorial del fruto

Se midió con calibrador Vernier el diámetro ecuatorial de los frutos, registrando a 12 frutos tomados al azar de cada tratamiento, efectuando lecturas en cada piso de producción (seis pisos de producción).

4.7.5. Rendimiento

El rendimiento se obtuvo mediante el peso total de frutos cosechados en cada tratamiento, registrando en cada closter de producción (seis closters de producción). El rendimiento total se obtuvo de la sumatoria de los rendimientos parciales, expresando los valores en kilogramos por tratamiento.

4.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

4.8.1. Características de la cubierta plástica

La estructura metálica estuvo recubierta con plástico de procedencia colombiana número 4, con postes de hierro galvanizado. El piso estuvo recubierto de sarán de color verde y en la cortina de sarán color negro número 4.

4.8.2. Preparación de Slabs

La hidratación de los 180 slabs se realizó con nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ a razón de 2,6 kg en 2,6 m³ de agua. Al día siguiente se realizó una fertirrigación con 100 lt de agua, con una formulación estándar de: N 1,84, P 0,4, K 2,96, Ca 1,87, Mg 0,62, S 1,2, Fe 0,02, Mn 0,006, Zn 0,004, B 0,0035, Cu 0,0005 ppm. Hasta los 90 días después del trasplante

4.8.3. Adquisición de plantas

Las plántulas de tomate hortícola del híbrido Pietro y Syta se adquirieron del vivero Israel, perteneciente al Ing. Agr. Segundo Curay.

4.8.4. Trasplante

Las plántulas se trasplantaron cuando tuvieron dos pares de hojas verdaderas a una densidad de 360 plantas por las 180 Slabs en estudio.

4.8.5. Desinfección de plántulas

La desinfección de las plántulas se hizo con Fitoraz (Propineb + Cimoxanil) a razón de 1 g/l .

4.8.6. Aplicación de soluciones nutritivas (fertirriego)

Los macro y micro elementos que conformaron las soluciones nutricionales en ppm por litro son:

Elemento	Solución 1 (ppm)	Solución 2 (ppm)	Solución 3 (ppm)
N	1,40	1,84	2,20
P	0,32	0,40	0,48
K	2,30	2,96	3,50
Ca	1,40	1,87	2,20
Mg`	0,40	0,62	0,74
S	0,96	0,96	1,44
Fe	0,016	0,02	0,024
Mn	0,0048	0,006	0,0072
Zn	0,0032	0,004	0,0048
B	0,0028	0,0035	0,0042
Cu	0,0004	0,0004	0,0006
Mo	0,0004	0,0005	0,0006

Durante 15 días después del trasplante se realizaron fertirrigaciones cada tres días por semana, con un pulso por cada riego, ocupando 33,3 l de solución por bloque. A partir de los 16 días se efectuó la fertirrigación a dos pulsos por día. El total de fertirrigaciones hasta la cosecha del sexto piso fue de 334 pulsos, con una relación de mili equivalentes/l de:

Relación	Solución 1 (meq/l)	Solución 2 (meq/l)	Solución 3 (meq/l)
K/N	0,11	0,107	0,11
K/Ca+Mg	2,97	4,5	3,97
Ca/Mg	3,20	2	3,20
Mg/K	0,33	0,46	0,33

Los fertilizantes que se usaron son:

Formula química	Nombre	Concentración en %
NH ₄ (NO ₃)	Nitrato de amonio	(35 -0-0)
K(H ₂ PO ₄)	Fosfato mono potásico	(0-22-28)
K(NO ₃)	Nitrato de potasio	(13-0-38)
H ₃ PO ₄	Ácido fosfórico	(0-86-0)
HN0 ₃	Ácido nítrico	(0-68-0)

Que Mag		(13)
Ca(NO ₃) ₂	Nitrato de calcio	(10-0-0-22)
NH ₄ (H ₂ PO ₄)	Fosfato mono amónico	(12-26-0)
Mg(SO ₄)	Sulfato de magnesio	10-13
Quel Fe		(9)
Gel Ca		(30)

4.8.7. Desbrote

Esta labor se realizó cuando aparecieron los brotes axilares a los 22 días después del trasplante de cada planta obviando los brotes Este y Oeste ya que se llevó a dos ejes.

4.8.8. Tutoraje

Se realizó cuando las plantas empezaron a encamarse a los 45 días después del trasplante. De acuerdo a esto, se colocaron soportes para templar alambre número 10, en las cuales se sostuvo con piolas el peso de la planta.

4.8.9. Controles fitosanitarios

En el tabla 4, se indica los controles fitosanitarios efectuados durante el desarrollo del ensayo.

TABLA 4. CONTROLES FITOSANITARIOS

Nombre comercial	Ingrediente activo	Presentación	Acción fitosanitaria	Enfoque	Control para:	Dosis	No. Aplicac.
Amistar 50Ws	Azoxistrobina	GDA	Fungicida	Sistémico	Alternaria(Tizon temprano)	1 g/l	7
Antracol	Propineb	PM	Fungicida protectante	Contacto	Tizon tardío y temprano	1,5-2 g/l	24
Confidor 350sc	Imidacloprid	SC	Insecticida	Sistémico, contacto	Mosca blanca	0,4-0,5 cc/l	6
Daconil	Clorotalonil	SC	Fungicida	Contacto,	Phytophora, Botritis cinerea	1,5 cc/l	4
Derosal	Carbendazim	SC	Fungicida curativo	Sistémico amplio espec	Botritis (Moho gris)	1 cc/ l	9
Previcur n	Propamocarb	SA	Fungicida	Sistémico	Mildiu, damping, phytium, phytophora sp	1,5-2 cc/l	8
Ridodur	Mancozeb	PM	Fungicida	Contacto	Tizon tardío y temprano, Cescospora	1,5 g/l	2
Score 250Ec	Difenoconazol	Ec	Fungicida	Sistémico y contacto	Septoria (mancha foliar)	0,2 cc/l	4
Switch 62,5	Ciprodonil+Flu dioxonil	GDA	Fungicida	Sistémico y contacto	Botritis (Moho gris)	2 g/l	12
Phyton	Sulfato de cobre	SC	Fungicida	Contacto	Lancha tardía y temprana	2 cc/l	12
Kasumin	Kasugamicida	SC	Bactericida, fungicida	Sistémico	Bacterias	1,5 cc/l	12
Agrygent	Oxitetraciclina	GDA	Bactericida	Sistémico	Bacterias	0,3 g/l	6
Fitoraz	Propineb+cimoxa nil	Pm	fungicida	Sistémico y contacto	Tizón tardío y temprano	1 g/l	24

4.8.10. Cosecha

La cosecha se realizó hasta el sexto piso, bajo el criterio de madurez comercial.

4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos tomados en el campo, se procesaron utilizando el programa estadístico Infostat (versión libre), con el cual se obtuvo los análisis de variancia y las pruebas de rangos. Para elaborar los gráficos y para el cálculo del análisis económico se utilizó el software estadístico Excel 2013.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

5.1.1. Longitud de la planta a los 60, 90 y 120 días

Los resultados obtenidos en los análisis de variancia al evaluar el crecimiento en longitud de la planta a los 60, 90 y 120 días del trasplante, permitieron observar que existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a los 90 días y altamente significativas a los 120 días. El factor soluciones nutricionales reportó significación a nivel del 5% a los 90 días y a nivel del 1% a los 120 días; en tanto que, los híbridos de tomate hortícola fueron significativas a los 120 días. La interacción entre los dos factores no reportaron significación (tabla 5). La longitud de la planta promedio general fue de 14,53 cm a los 60 días, 41,47 cm a los 90 días y 118,41 cm a los 120 días, cuyos valores registrados en el campo se encuentran en los anexos 1, 2 y 3. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, el coeficiente de variación fue de 5,20%, 5,53% y 7,43%, para cada lectura, en su orden, cuya magnitud confiere adecuada confiabilidad a los resultados encontrados.

TABLA 5. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 60, 90 Y 120 DÍAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	A los 60 días		A los 90 días		A los 120 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,60	1,05 ns	0,23	0,04 ns	298,49	3,86 ns
Tratamientos	5	0,43	0,89 ns	20,19	4,13 *	737,98	7,67 **
Soluc. nutr. (S)	2	0,38	1,04 ns	36,86	8,53 *	1558,68	12,51 **
Error exp. A	4	0,37		4,32		124,60	
Híbridos (H)	1	0,30	0,53 ns	1,12	0,21 ns	560,12	7,24 *
S x H	2	0,55	0,97 ns	13,06	2,48 ns	6,22	0,08 ns
Error exp. B	6	0,49		5,26		77,38	
Total	17	,		4,89		96,27	
Coef. de var. =		5,20%		5,53%		7,43%	

ns = no significativo
 * = significativo al 5%
 ** = significativo al 1%

El mayor crecimiento en longitud de la planta a los 90 días se observó en el tratamiento conformado por la solución nutritiva 2, híbrido Syta (S2H2) y a los 120 días en el tratamiento de la solución nutritiva 2, híbrido Pietro (S2H1), al ubicarse estos dos valores en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 6), con promedios de 45,06 cm y 142,59 cm, respectivamente. Les siguen varios tratamientos que compartieron rangos inferiores, encontrando en el último lugar, con el menor crecimiento en longitud de la planta, al tratamiento S1H1 (solución nutritiva 1, híbrido Pietro) a los 90 días y al tratamiento S1H2 (solución nutritiva 1, híbrido Syta) a los 120 días, con promedios de 38,07 cm y 101,34 cm, respectivamente, al compartir el último rango.

TABLA 6. PRUEBA DE DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 90 Y 120 DÍAS

Tratamientos		Promedios (cm) y rangos			
No.	Símbolo	A los 90 días		A los 120 días	
4	S2H2	45,06	a	130,52	ab
5	S3H1	43,45	ab	119,21	abc
3	S2H1	42,14	ab	142,59	a
6	S3H2	40,66	ab	106,64	bc
2	S1H2	39,43	ab	101,34	c
1	S1H1	38,07	b	110,16	bc

Las plantas que recibieron aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), en general reportaron mayor crecimiento en longitud, con promedio de 43,60 cm a los 90 días y 136,56 cm a los 120 días, al ubicarse en el primer rango en la prueba de Tukey al 5% para el factor soluciones nutritivas (tabla 7); seguidos de los tratamientos de la solución nutritiva 3 (S3), que compartió el primero y segundo rangos a los 90 días y se ubicó en el segundo rango a los 120 días; mientras que, en general, las plantas que se desarrollaron con aplicación de la solución nutricional 1 (S1), experimentaron menor crecimiento en longitud, con promedios de 38,75 cm y 105,75 cm, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 90 Y 120 DÍAS

Soluciones nutritivas	Promedios (cm) y rangos			
	A los 90 días		A los 120 días	
Solución nutritiva 2 S2	43,60	a	136,56	a
Solución nutritiva 3 S3	42,05	ab	112,93	b
Solución nutritiva 1 S1	38,75	b	105,75	b

Gráficamente, mediante la figura 3, se representa el crecimiento en longitud de la planta en las tres lecturas efectuadas, con respecto a soluciones nutritivas, en donde los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), cuyas plantas al encontrar mejores condiciones para el desarrollo crecieron más vigorosamente, lo que mejora el cultivo, con mayor producción y productividad.

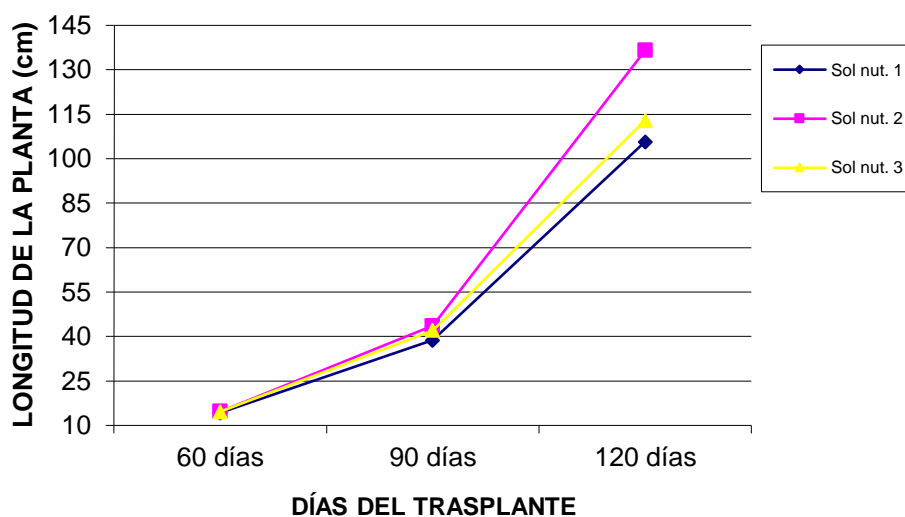


FIGURA 3. Crecimiento en longitud de la planta con respecto a soluciones nutritivas

Evaluando los híbridos de tomate hortícola, se registró que, a los 120 días, la mayor longitud de la planta reportaron los tratamientos del híbrido Pietro (H1), con promedio de 123,99 cm, ubicado en el primer rango, en la prueba de

Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor híbridos (tabla 8). La longitud de la planta fue menor, por su parte, en los tratamientos del híbrido Syta (H2), con promedio de 112,83 cm, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 8. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS

Híbridos de tomate hortícola	Promedio (cm)	Rango
Pietro H1	123,99	a
Syta H2	112,83	b

Mediante la figura 4, se grafica el comportamiento del crecimiento en longitud de la planta en las tres lecturas efectuadas, con respecto a híbridos de tomate hortícola, en donde la longitud de la planta fue mayor en el híbrido Pietro (H1), especialmente a los 120 días del trasplante, superando significativamente al híbrido Syta (H2).

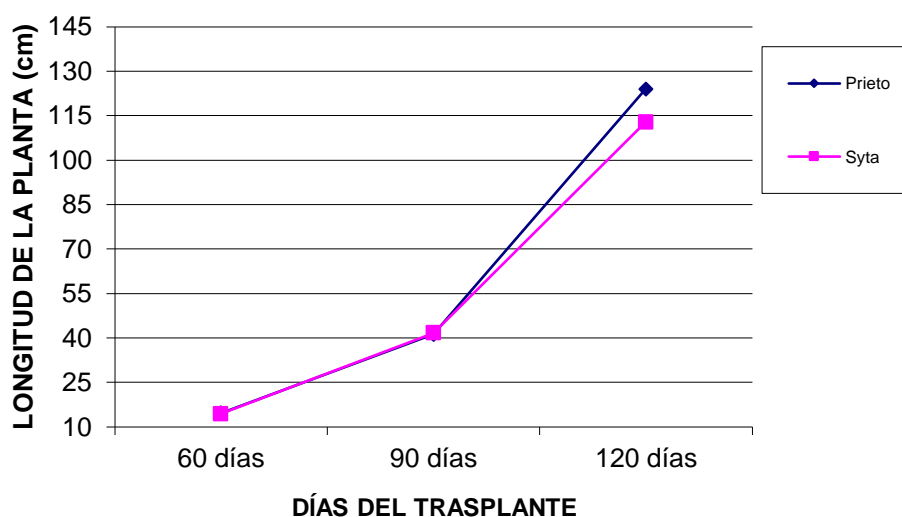


FIGURA 4. Crecimiento en longitud de la planta con respecto a híbridos de tomate hortícola

El crecimiento en longitud de la planta obtenido en el cultivo semi hidropónico de dos híbridos de tomate hortícola, con aplicación de soluciones

nutritivas, permiten deducir que, las soluciones nutritivas influenciaron significativamente en el crecimiento en longitud, por cuanto existieron diferencias estadísticas significativas en el análisis de variancia. Los mejores resultados se alcanzaron con la aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), cuyas plantas superaron la longitud en promedio de 4,85 cm a los 90 días y 30,81 cm a los 120 días, que los tratamientos de la solución nutritiva 1 (S1). Igualmente, las plantas del híbrido Pietro (H1), superaron el crecimiento en longitud en promedio de 11,16 cm a los 120 días, que los tratamientos del híbrido Syta (H2); lo que permite inferir que, la solución nutritiva 2 (S2), es el tratamiento apropiado, con el cual las plantas encontraron las condiciones adecuadas para su desarrollo, prosperando mejor, lo que es beneficioso, obteniéndose mayor crecimiento en longitud. Es posible que haya sucedido lo manifestado por la FAO (1997), que los nutrientes hidropónicos contienen y aportan en forma balanceada todos los elementos que una planta necesita para crecer sana y vigorosa, influenciando mayormente las cantidades de nutrientes aplicados en la solución nutritiva 2 (S2), lo que influyó favorablemente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que se obtuvieron plantas más lozanas y vigorosas.

5.1.2. Días a la floración

Los resultados obtenidos en los análisis de variancias al evaluar los días a la floración en cada closter de producción, permitieron observar que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las seis lecturas. El factor soluciones nutricionales reportó ausencia de significación; así como también el factor híbridos de tomate hortícola y la interacción de los dos factores (tabla 9). Los días a la floración promedio general del ensayo fue de 10,94 días, 23,67 días, 37,72 días, 52,78 días, 72,17 días y 84,61 días, para cada closter de producción, respectivamente, cuyos valores registrados en el campo se encuentran en los anexos del 4 al 9. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, los coeficientes de variación fueron de 8,61%, 4,23%, 2,16%, 2,60%, 1,93% y 1,34%, para cada lectura, en su orden, cuyas magnitudes confiere una adecuada confiabilidad a los resultados encontrados.

TABLA 9. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA FLORACIÓN EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Fuentes de variación	Grados	Cuadrados medios y valor de F													
	de libertad	Primer closter de producción		Segundo closter de producción		Tercer closter de producción		Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción			
Repeticiones	2	0,06	0,06 ns	0,17	0,17 ns	0,89	1,33 ns	0,22	0,12 ns	0,17	0,09 ns	0,72	0,57 ns		
Tratamientos	5	0,72	1,00 ns	0,27	0,32 ns	0,46	0,82 ns	0,22	0,19 ns	0,63	0,49 ns	0,46	0,53 ns		
Soluciones nutritivas (S)	2	0,22	0,47 ns	0,17	0,29 ns	0,39	0,44 ns	0,22	4,00 ns	0,67	2,00 ns	0,22	1,00 ns		
Error exp. A	4	0,47		0,58		0,39		0,06		0,33		0,22			
Híbridos (H)	1	0,06	0,06 ns	0,22	0,22 ns	0,06	0,78 ns	0,22	0,12 ns	0,50	0,26 ns	1,39	1,09 ns		
S x H	2	1,56	1,75 ns	0,	0,39 ns	0,72	0,40 ns	0,22	0,12 ns	0,67	0,34 ns	0,22	0,17 ns		
Error exp. B	6	0,89		0,39		0,67		1,89		1,94		1,28			
Total	17														
Coef. de var. (%) = ns = no significativo		8,61%		4,23%		2,16%		2,60%		1,93%		1,34%			

La evaluación estadística de los días a la floración en cada closter de producción en el cultivo semi hidropónico de dos híbridos de tomate hortícola, con aplicación de soluciones nutritivas, permitió observar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, como entre soluciones nutritivas y entre híbridos de tomate hortícola, por lo que los días a la floración fueron prácticamente iguales entre los tratamientos; permitiendo esto deducir que, las soluciones nutritivas causaron prácticamente el mismo efecto, lo que no sucedió en el crecimiento y desarrollo de los frutos, en donde si existieron diferencias; por lo que los días a la floración no se vieron influenciadas relevantemente por las soluciones nutritivas.

5.1.3. Días a la fructificación

Los análisis de variancia para los días a la fructificación en cada closter de producción, demostraron que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en las seis lecturas. La comparación entre soluciones nutricionales no fue significativa; al igual que en el factor híbridos de tomate hortícola y la interacción de los dos factores (tabla 10). Los días a la fructificación promedio general fue 24,89 días, 37,83 días, 51,67 días, 67,33 días, 85,78 días y 100,06 días, para cada closter de producción, respectivamente, cuyos valores registrados en el campo se indican en los anexos del 10 al 15. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, los coeficientes de variación fueron de 3,54%, 2,99%, 1,88%, 3,81%, 1,03% y 1,05%, para cada lectura, en su orden, cuyas magnitudes otorgan una adecuada confiabilidad a los resultados reportados.

Los valores observados en los días a la fructificación, permiten apreciar que, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, como entre soluciones nutritivas y entre híbridos de tomate hortícola, indicando que la fructificación en cada closter de producción fue prácticamente igual entre los tratamientos; deduciéndose que, las soluciones nutritivas no causaron efectos relevantes tanto en los días a la floración , como en los días a la fructificación, lo que no sucedió con el crecimiento y desarrollo de los frutos, en donde sí se encontraron diferencias.

TABLA 10. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Fuentes de variación	Grados	Cuadrados medios y valor de F											
	de libertad	Primer closter de producción		Segundo closter de producción		Tercer closter de producción		Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
Repeticiones	2	0,06	0,07 ns	0,17	0,13 ns	0,50	0,53 ns	6,17	1,17 ns	0,39	0,50 ns	3,39	3,05 ns
Tratamientos	5	0,62	0,73 ns	0,23	0,21 ns	0,53	0,64 ns	4,13	0,70 ns	0,009	0,09 ns	0,59	0,39 ns
Soluciones nutritivas (S)	2	0,89	0,91 ns	0,17	0,20 ns	1,17	1,75 ns	6,17	0,90 ns	0,06	0,04 ns	0,06	0,03 ns
Error exp. A	4	0,97		0,83		0,67		6,83		1,31		2,14	
Híbridos (H)	1	0,00	0,00 ns	0,50	0,39 ns	0,00	0,00 ns	3,56	0,67 ns	0,00	0,00 ns	2,72	2,45 ns
S x H	2	0,67	0,86 ns	0,17	0,13 ns	0,17	0,18 ns	2,39	0,45 ns	0,17	0,21 ns	0,06	0,05 ns
Error exp. B	6	0,78		1,28		0,94		5,28		0,78		1,11	
Total	17												
Coef. de var. (%) = ns = no significativo		3,54%		2,99%		1,88%		3,81%		1,03%		1,05%	

5.1.4. Diámetro ecuatorial del fruto

El análisis de variancia del crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto, registrado en cada closter de producción, demostró que existieron diferencias significativas a nivel del 5% entre tratamientos en el cuarto closter de producción y a nivel del 1% en el quinto y sexto closter de producción. La comparación entre soluciones nutricionales fue significativa en el cuarto, quinto y sexto closter; mientras que, los híbridos de tomate hortícola fueron significativas a nivel del 5%, en el sexto closter, no mostrando significación la interacción de los dos factores (tabla 11). El diámetro ecuatorial del fruto promedio general fue de 6,17 cm, 6,10 cm, 6,03 cm, 5,70 cm, 5,48 cm y 5,29 cm, para cada closter de producción respectivamente, cuyos valores registrados en el campo se indican en los anexos del 16 al 21. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, los coeficientes de variación fueron de 5,70%, 4,65%, 10,16%, 7,19%, 6,88% y 4,81%, para cada closter, en su orden, cuya magnitud otorga una adecuada confiabilidad a los resultados reportados.

El diámetro ecuatorial del fruto fue mayor en el tratamiento conformado por la solución nutricional 2 híbrido Pietro (S2H1), con promedios de 6,37 cm en el cuarto closter de producción, 6,55 cm en el quinto closter de producción y 6,52 cm en el sexto closter de producción, ubicados todos ellos en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 12). Le siguen varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores, observándose en el último lugar, con los frutos de menor diámetro ecuatorial al tratamiento S1H2 (solución nutritiva 1, híbrido Syta), con promedios de 5,16 cm, 4,45 cm y 4,37 cm, para cada closter de producción, respectivamente, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

El mayor diámetro ecuatorial del fruto, reportaron las plantas que recibieron aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), con promedios de 6,22 cm en el cuarto closter de producción, 6,44 cm en el quinto closter de producción y 6,17 cm en el sexto closter de producción, al ubicarse en el primer rango en la prueba de Tukey al 5% para el factor soluciones nutritivas (tabla 13); seguidos de los tratamientos de la solución nutritiva 3 (S3), que compartieron el primero y segundo

TABLA 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Fuentes de variación	Grados	Cuadrados medios y valor de F											
	de libertad	Primer closter de producción	Segundo closter de producción	Tercer closter de producción	Cuarto closter de producción	Quinto closter de producción	Sexto closter de producción						
Repeticiones	2	0,47	3,81 ns	0,01	0,07 ns	0,93	2,47 ns	0,03	0,18 ns	0,08	0,54 ns	0,23	3,52 ns
Tratamientos	5	0,09	0,69 ns	0,02	0,09 ns	0,32	0,88 ns	0,64	3,56 *	1,95	6,49 **	1,84	7,99 **
Soluciones nutritivas (S)	2	0,02	0,11 ns	0,03	0,05 ns	0,15	0,44 ns	1,50	7,43 *	4,63	8,59 *	4,11	8,57 *
Error exp. A	4	0,15		0,55		0,34		0,20		0,54		0,48	
Híbridos (H)	1	0,33	2,65 ns	0,02	0,23 ns	0,68	1,80 ns	0,21	1,27 ns	0,38	2,68 ns	0,84	12,90 *
S x H	2	0,05	0,41 ns	0,02	0,29 ns	0,31	0,81 ns	0,01	0,06 ns	0,06	0,42 ns	0,08	1,23 ns
Error exp. B	6	0,12		0,08		0,38		0,17		0,14		0,06	
Total	17												
Coef. de var. (%) =		5,70%		4,65%		10,16%		7,19%		6,88%		4,81%	
ns = no significativo													
* = significativo al 5%													
** = significativo al 1%													

TABLA 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Promedios (cm) y rangos					
No.	Símbolo	Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
3	S2H1	6,37	a	6,55	a	6,52	a
4	S2H2	6,07	ab	6,33	ab	5,82	ab
5	S3H1	5,75	ab	5,36	abc	5,31	abc
6	S3H2	5,53	ab	5,22	abc	5,03	bc
1	S1H1	5,30	ab	4,97	bc	4,69	bc
2	S1H2	5,16	b	4,45	c	4,37	c

rangos; en tanto que, en general, las plantas que se desarrollaron con aplicación de la solución nutricional 1 (S1), reportaron frutos con menor diámetro ecuatorial, con promedios de 5,23 cm, 4,71 cm y 4,53 cm, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Soluciones nutritivas	Promedios (cm) y rangos					
	Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
Solución nutritiva 2 S2	6,22	a	6,44	a	6,17	a
Solución nutritiva 3 S3	5,64	ab	5,29	ab	5,17	ab
Solución nutritiva 1 S1	5,23	b	4,71	b	4,53	b

Mediante la figura 5, se ilustra el crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto en cada closter de producción, con respecto a la aplicación de soluciones nutritivas, en donde los mejores resultados reportaron los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), cuyas plantas se

desarrollaron mejor, lo que benefició mayormente al cultivo, obteniéndose consecuentemente frutos de mayor tamaño.

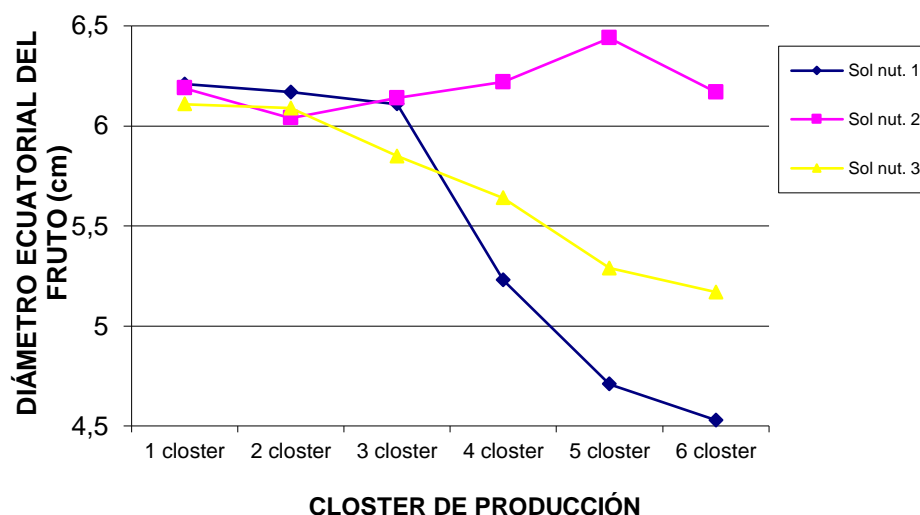


FIGURA 5. Crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto con respecto a soluciones nutritivas

Analizando los híbridos de tomate hortícola, se estableció que, en el sexto cluster de producción, el mayor crecimiento en diámetro del fruto reportaron los tratamientos del híbrido Pietro (H1), con promedio de 5,50 cm, al ubicarse en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor híbridos (tabla 14). El diámetro ecuatorial del fruto fue significativamente menor, en los tratamientos del híbrido Syta (H2), con promedio de 5,07 cm, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO AL SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Híbridos de tomate hortícola	Promedio (cm)	Rango
Pietro H1	5,50	a
Syta H2	5,07	b

La representación gráfica de la figura 6, muestra el comportamiento del diámetro del fruto en los seis cluster de producción evaluados, con respecto a híbridos de tomate hortícola, en donde se puede observar que, el diámetro de los frutos fue mayor en el híbrido Pietro (H1), especialmente a partir del cuarto cluster de producción, que superó significativamente al híbrido Syta (H2).

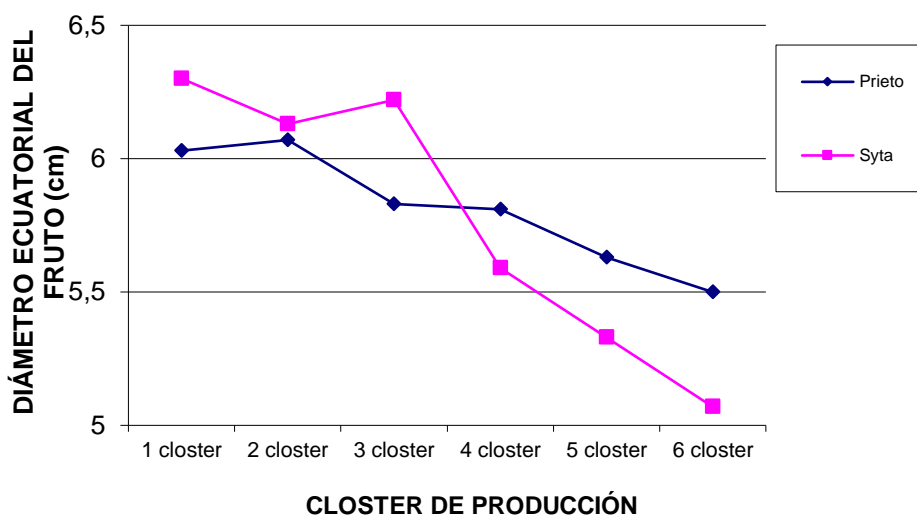


FIGURA 6. Crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto con respecto a híbridos de tomate hortícola

El crecimiento en diámetro ecuatorial fruto obtenido en el cultivo semi hidropónico de dos híbridos de tomate hortícola, con aplicación de soluciones nutritivas, permiten establecer que, las soluciones nutritivas influenciaron positivamente en el crecimiento en diámetro de los frutos, por cuanto existieron diferencias estadísticas significativas en el análisis de variancia. Los mejores diámetros de los frutos se obtuvieron en las plantas con la aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), cuyos diámetros superaron en promedio de 0,99 cm en el cuarto cluster de producción, 1,73 cm en el quinto cluster de producción y 1,64 cm en el sexto cluster de producción, que los tratamientos de la solución nutritiva 1 (S1). Igualmente, los tratamientos del híbrido Pietro (H1), superaron el crecimiento en diámetro del fruto en promedio de 0,43 cm en el sexto cluster de producción, que los tratamientos del híbrido Syta (H2); por lo que es posible inferir que, la solución nutritiva 2 (S2), es la adecuada, con el cual las plantas encontraron las mejores condiciones de desarrollo, prosperando mejor, por lo que produjeron frutos de mayor tamaño, lo que mejorará la producción y productividad del cultivo. Posiblemente

sucedió lo manifestado por Howard (1982), que los elementos esenciales y sus fuentes deben ser altamente solubles en agua, los cuales son contenidos en las soluciones nutritivas, las mismas que dan un adecuado desarrollo a las plantas, como son nitrato de calcio, nitrato de amonio, nitrato de potasio, fosfato monoamónico; nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de hierro; sulfato de manganeso; sulfato de zinc; ácido bórico, que aplicados en las dosis apropiadas, como lo sucedido con la solución nutritiva 2 (S2) lo que influenció en el crecimiento en diámetro de los frutos, obteniéndose mejores resultados, especialmente con la solución nutritiva S2.

5.1.5. Peso de fruto

La evaluación estadística del peso de fruto, registrado en cada closter de producción durante el ciclo de producción, permitió destacar que existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos en el cuarto, quinto y sexto closter de producción. La comparación entre soluciones nutricionales fue altamente significativa en el cuarto, quinto y sexto closter, encontrando así mismo que, los híbridos de tomate hortícola fueron significativas a nivel del 1% en el quinto closter y a nivel del 5% en sexto closter. La interacción entre los dos factores no se diferenció estadísticamente (tabla 15). El peso de fruto promedio general fue de 125,69 g, 116,93 g, 116,30 g, 112,33 g, 109,23 g y 100,36 g, para cada closter de producción, respectivamente, valores que se registran en los anexos del 22 al 27. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, los coeficientes de variación fue de 11,95%, 5,34%, 9,12%, 7,87%, 5,24% y 7,10%, para cada lectura, en su orden, cuya magnitud dota de una adecuada confiabilidad a los resultados encontrados.

El peso de fruto fue significativamente mayor en el tratamiento conformado por la solución nutricional 2 híbrido Syta (S2H2) en el cuarto closter de producción y en el tratamiento de la solución nutricional 2, híbrido Pietro en el quinto y sexto closter de producción, con promedios de 127,81 g, 124,38 g y 118,89 g, para cada closter de producción, respectivamente, al ubicarse todos ellos en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 16). Le siguen varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores, observándose en el último

TABLA 15. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA PESO DE FRUTO EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Fuentes de variación	Grados	Cuadrados medios y valor de F											
	de libertad	Primer closter de producción		Segundo closter de producción		Tercer closter de producción		Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
Repeticiones	2	115,13	0,51 ns	153,43	3,93 ns	11,55	0,10 ns	125,99	1,61 ns	140,99	4,31 ns	179,57	3,54 ns
Tratamientos	5	97,99	0,65 ns	206,04	3,23 ns	181,46	1,81 ns	445,36	6,79 **	536,73	13,39 **	587,12	12,14 **
Soluciones nutritivas (S)	2	94,40	2,44 ns	468,40	5,11 ns	352,35	4,33 ns	989,68	21,28**	1049,80	20,51 **	1183,34	26,42 **
Error exp. A	4	38,65		91,74		81,43		46,50		51,19		44,78	
Híbridos (H)	1	174,04	0,77 ns	88,67	2,27 ns	24,97	0,22 ns	63,96	0,82 ns	471,45	14,42 **	498,96	9,83 *
S x H	2	63,54	0,28 ns	2,35	0,06 ns	88,82	0,79 ns	91,74	1,17 ns	56,30	1,72 ns	34,98	0,69 ns
Error exp. B	6	225,49		39,03		112,57		78,24		32,70		50,75	
Total	17												
Coef. de var. (%) =		11,95%		5,34%		9,12%		7,87%		5,24%		7,10%	
ns = no significativo													
* = significativo al 5%													
** = significativo al 1%													

lugar, con los frutos de menor peso al tratamiento S1H2 (solución nutritiva 1, híbrido Syta), con promedios de 97,90 g, 88,85 g y 81,79 g, para cada closter de producción, en su orden, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

TABLA 16. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Promedios (g) y rangos					
No.	Símbolo	Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
4	S2H2	127,81	a	121,08	ab	113,30	ab
3	S2H1	123,52	ab	124,38	a	118,89	a
5	S3H1	116,94	abc	114,92	abc	101,26	abc
6	S3H2	105,61	abc	102,40	cd	90,49	cd
1	S1H1	102,18	bc	103,74	bcd	96,72	bcd
2	S1H2	97,90	c	88,85	d	81,79	d

El peso de fruto, fue significativamente mayor en las plantas que recibieron aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), con promedios de 125,66 g en el cuarto closter de producción, 122,73 g en el quinto closter de producción y 116,10 g en el sexto closter de producción, ubicados todos ellos en el primer rango en la prueba de Tukey al 5% para el factor soluciones nutritivas (tabla 17); seguidos de los tratamientos de la solución nutritiva 3 (S3), que compartieron el primero y segundo rangos en el quinto closter y se ubicaron en el segundo rango en el cuarto y sexto closter; mientras que, en general, las plantas que se desarrollaron con aplicación de la solución nutricional 1 (S1), reportaron frutos de menor peso, con promedios de 100,04 g, 96,30 g y 89,11 g, para cada lectura, en su orden, ubicados en el segundo rango y último lugar en la prueba.

La ilustración de la figura 7, representa el comportamiento del peso de fruto en cada closter de producción, con respecto a la aplicación de soluciones nutritivas, en donde los frutos con mayor peso se obtuvieron en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), al obtener las plantas los suficientes nutrientes para un mejor desarrollo, obteniéndose consecuentemente frutos de mayor tamaño y peso.

TABLA 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE PESO DE FRUTO AL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Soluciones nutritivas	Promedios (g) y rangos					
	Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
Solución nutritiva 2 S2	125,66	a	122,73	a	116,10	a
Solución nutritiva 3 S3	111,27	b	108,66	ab	95,87	b
Solución nutritiva 1 S1	100,04	b	96,30	b	89,11	b

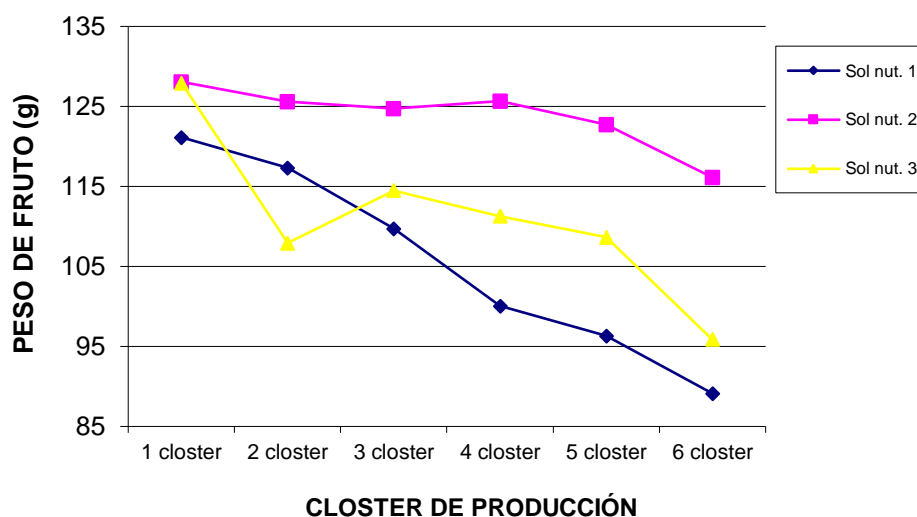


FIGURA 7. Peso de fruto con respecto a soluciones nutritivas

En cuanto a híbridos de tomate hortícola, se registró que, el peso de los frutos fue mayor en los tratamientos del híbrido Pietro (H1), con promedio de 114,35 g en el quinto closter de producción y 105,62 g en el sexto closter de producción, al ubicarse en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor híbridos (tabla 18). El peso de los frutos fue significativamente menor, en los tratamientos del híbrido Syta (H2), con promedios de 104,11 g y 95,09 g, en cada lectura, respectivamente, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 18. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE PESO DE FRUTO AL QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Híbridos de tomate hortícola		Promedios (g) y rangos			
		Quinto cluster de producción		Sexto cluster de producción	
Pietro	H1	114,35	a	105,62	a
Syta	H2	104,11	b	95,09	b

Gráficamente, mediante la figura 8, se indica el comportamiento del peso de los frutos en los seis cluster de producción evaluados, con respecto a híbridos de tomate hortícola, observándose en el mismo que, el diámetro de los frutos fue significativamente mayor en el híbrido Pietro (H1), especialmente a partir del tercer cluster de producción, por lo que los rendimientos superaron al híbrido Syta (H2).

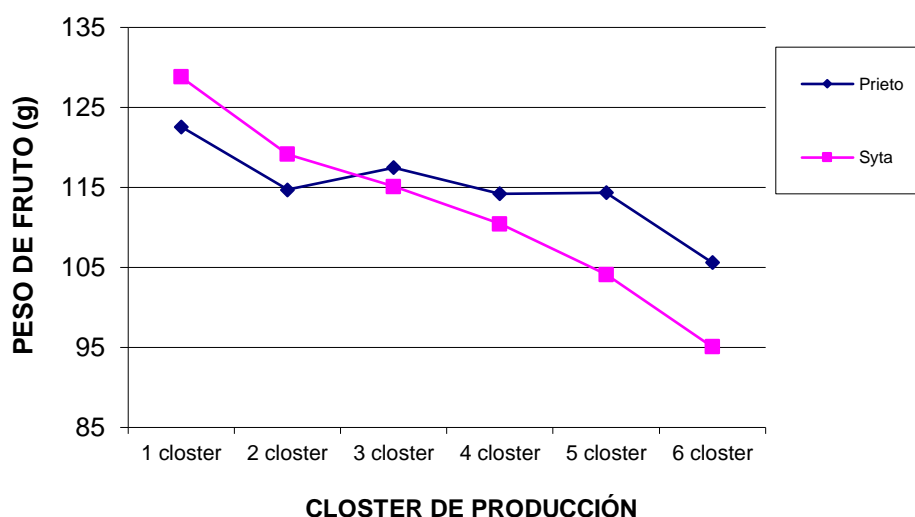


FIGURA 8. Peso de fruto con respecto a híbridos de tomate hortícola

El comportamiento del peso de fruto obtenido en el cultivo semi hidropónico de dos híbridos de tomate hortícola, con aplicación de soluciones nutritivas, permiten establecer que, las soluciones nutritivas influenciaron favorablemente en el desarrollo de los frutos, al existir diferencias estadísticas significativas en el análisis de variancia. El peso de los frutos fue mejor en los tratamientos que recibieron aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), cuyos frutos

superaron el peso en promedio de 25.62 g en el cuarto closter de producción, 26,43 g en el quinto closter de producción y 26,99 g en el sexto closter de producción, que los tratamientos de la solución nutritiva 1 (S1). Así mismo, los tratamientos del híbrido Pietro (H1), superaron el peso de fruto en promedio de 10,24 g en el quinto closter de producción y 10,53 g en el sexto closter de producción, que los tratamientos del híbrido Syta (H2); permitiendo esto inferir que, la solución nutritiva 2 (S2), es el tratamiento adecuado para conseguir mejores condiciones de desarrollo, con la cual las plantas prosperaron mejor, reportando frutos de mejor calidad con mayor tamaño y peso. Según Rodríguez (2004), los macro elementos como el nitrógeno, fósforo y potasio, forman parte de compuestos tan esenciales como proteínas, ácidos nucleicos, hormonas y muchas vitaminas, los que requieren en mayores cantidades que los micro nutrientes, lo que se dotó en cantidades adecuadas especialmente con la dotación de la solución nutritiva 2 (S2), lo que influyó positivamente en la producción de frutos, especialmente en el híbrido Pietro, lo que mejoró la producción y productividad del cultivo.

5.1.6. Rendimiento

El rendimiento de frutos en cada closter de producción, permitió deducir que las soluciones nutritivas evaluadas influenciaron en el rendimiento, al encontrar diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos en el cuarto, quinto y sexto closter de producción. La comparación entre soluciones nutricionales igualmente fue altamente significativa al cuarto, quinto y sexto closter; observándose así mismo que, los híbridos de tomate hortícola fueron significativas a nivel del 1% en el quinto y sexto closter. La interacción entre los dos factores no se diferenció estadísticamente (tabla 19). El rendimiento promedio general fue de 3,20 kg/tratamiento, 3,63 kg/tratamiento, 3,74 kg/tratamiento, 3,67 kg/tratamiento, 3,58 kg/tratamiento y 3,38 kg/tratamiento, en cada closter de producción, respectivamente, valores que se registran en los anexos del 28 al 33. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, el coeficiente de variación fue de 2,74%, 1,83%, 2,72%, 1,22%, 2,05% y 1,71%, en cada lectura, en su orden, cuya magnitud dota de apropiada confiabilidad a los resultados reportados.

TABLA 19. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA RENDIMIENTO EN CADA CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios y valor de F											
		Primer closter de producción		Segundo closter de producción		Tercer closter de producción		Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
Repeticiones	2	0,01	0,90 ns	0,0048	1,09 ns	0,0046	0,45 ns	0,0011	0,54 ns	0,0012	0,23 ns	0,01	3,08 ns
Tratamientos	5	0,0024	0,46 ns	0,01	1,07 ns	0,004	0,53 ns	0,07	36,7**	0,08	13,53 **	0,07	10,95 **
Soluciones nutritivas (S)	2	0,00035	0,11 ns	0,00087	0,16 ns	0,01	2,75 ns	0,18	92,1 **	0,16	20,88 **	0,14	12,44 **
Error exp. A	4	0,0033		0,01		0,0032		0,0019		0,01		0,01	
Híbridos (H)	1	0,000089	0,01 ns	0,0029	0,67 ns	0,0022	0,21 ns	0,01	3,03 ns	0,08	15,11 **	0,06	18,22 **
S x H	2	0,01	0,84 ns	0,01	2,40 ns	0,00002	0,00 ns	0,0015	0,76 ns	0,01	2,53 ns	0,01	2,39 ns
Error exp. B	6	0,01		0,0044		0,01		0,002		0,01		0,0034	
Total	17												
Coef. de var. (%) =		2,74%		1,83%		2,72%		1,22%		2,05%		1,71%	
ns = no significativo													
** = significativo al 1%													

El mayor rendimiento en el cuarto closter de producción, se alcanzó en el tratamiento conformado por la solución nutricional 2 híbrido Syta (S2H2); mientras que en el quinto y sexto closter de producción se observó en el tratamiento solución nutricional 2 híbrido Pietro (S2H1), con promedios de 3,84 kg/tratamiento, 3,74 kg/tratamiento y 3,56 kg/tratamiento, respectivamente, al ubicarse todos ellos en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 20). Le siguen varios tratamientos que compartieron el primer rango y el primer rango con rangos inferiores, observándose en el último lugar, con el menor rendimiento al tratamiento S1H1 (solución nutritiva 1, híbrido Pietro en el cuarto closter y al tratamiento S1H2 (solución nutritiva 1, híbrido Syta), en el quinto y sexto closter, con promedios de 3,46 kg/tratamiento, 3,28 kg/tratamiento y 3,17 kg/tratamiento, en su orden, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

TABLA 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Promedios (kg/trat.) y rangos					
No.	Símbolo	Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
4	S2H2	3,84	a	3,68	a	3,52	ab
3	S2H1	3,82	ab	3,74	a	3,56	a
6	S3H2	3,70	bc	3,58	a	3,28	cd
5	S3H1	3,69	c	3,67	a	3,46	abc
2	S1H2	3,53	d	3,28	b	3,17	d
1	S1H1	3,46	d	3,52	a	3,31	bcd

El mayor rendimiento reportaron las plantas que recibieron aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), con promedios de 3,83 kg/tratamiento en el cuarto closter de producción, 3,71 kg/tratamiento en el quinto closter de producción y 3,54 kg/tratamiento en el sexto closter de producción, al ubicarse todos ellos en el primer rango en la prueba de Tukey al 5% para el factor soluciones nutritivas (tabla 21); seguidos de los tratamientos de la solución nutritiva 3 (S3), que compartieron el primer rango en el quinto closter, el primero y segundo rangos en el sexto closter y se ubicó en el segundo rango en el cuarto cluster; mientras que, en general, las plantas que se desarrollaron con aplicación de la solución nutricional 1 (S1), reportaron

menores rendimientos, con promedios de 3,49 kg/tratamiento, 3,40 kg/tratamiento y 3,24 kg/tratamiento, para cada lectura, en su orden, ubicados en el último rango y último lugar en la prueba.

TABLA 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL CUARTO, QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Soluciones nutritivas	Promedios (kg/trat.) y rangos					
	Cuarto closter de producción		Quinto closter de producción		Sexto closter de producción	
Solución nutritiva 2 S2	3,83	a	3,71	a	3,54	a
Solución nutritiva 3 S3	3,70	b	3,63	a	3,37	ab
Solución nutritiva 1 S1	3,49	c	3,40	b	3,24	b

La figura 9, representa el comportamiento del rendimiento en cada closter de producción, con respecto a la aplicación de soluciones nutritivas, en donde los mayores rendimientos se alcanzaron en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), cuyas plantas al obtener los suficientes nutrientes para un mejor desarrollo, se desarrollaron mejor, obteniéndose consecuentemente mejores rendimientos, incrementando la producción y productividad el cultivo.

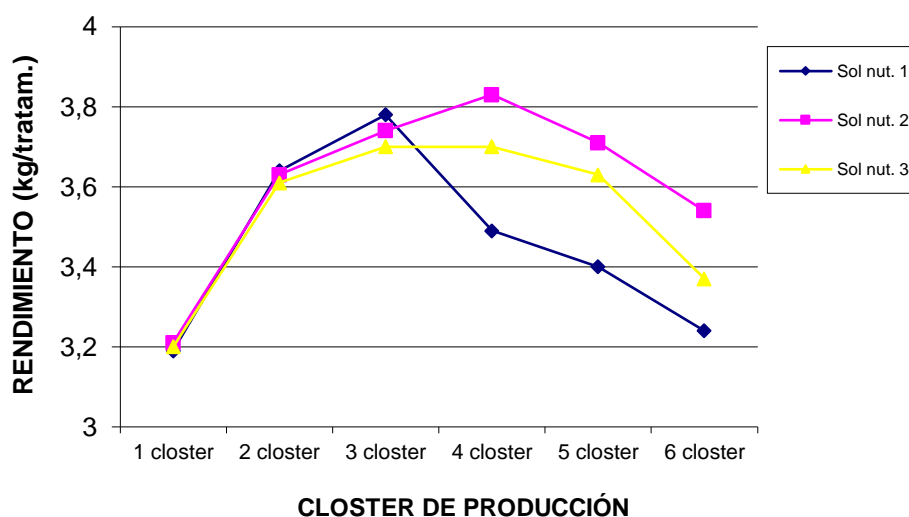


FIGURA 9. Rendimiento con respecto a soluciones nutritivas

Con respecto a híbridos de tomate hortícola, el mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos del híbrido Pietro (H1), con promedio de 3,65 kg/tratamiento en el quinto cluster de producción y 3,44 kg/tratamiento en el sexto cluster de producción, ubicados estos dos valores en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor híbridos (tabla 22). El rendimiento fue significativamente menor, en los tratamientos del híbrido Syta (H2), con promedios de 3,51 kg/tratamiento y 3,33 kg/tratamiento, en cada lectura, respectivamente, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 22. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL QUINTO Y SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Híbridos de tomate hortícola		Promedios (kg/trat.) y rangos			
		Quinto cluster de producción		Sexto cluster de producción	
Pietro	H1	3,65	a	3,44	a
Syta	H2	3,51	b	3,33	b

Mediante la figura 10, se indica el comportamiento del rendimiento de frutos en los seis cluster de producción evaluados, con respecto a híbridos de tomate hortícola, registrándose en el mismo que, los rendimientos fueron significativamente mayores en el híbrido Pietro (H1), especialmente a partir del quinto cluster de producción, superando al híbrido Syta (H2).

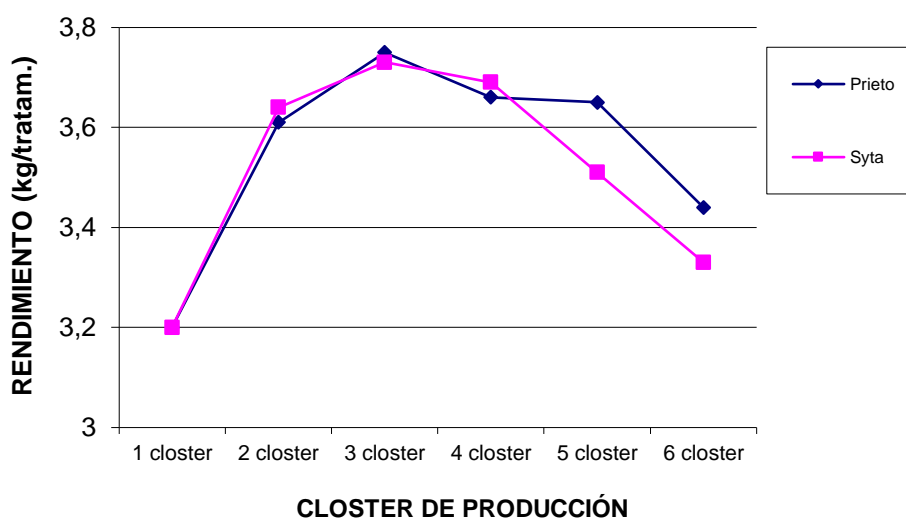


FIGURA 10. Rendimiento con respecto a híbridos de tomate hortícola

El rendimiento en cada closter de producción obtenido en el cultivo semi hidropónico de dos híbridos de tomate hortícola, con aplicación de soluciones nutritivas, permiten establecer que, las soluciones nutritivas causaron diferencias en la producción de frutos, al detectarse diferencias estadísticas significativas en los análisis de variancia. Los mayores rendimientos se alcanzaron en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), superando en promedio de 0,34 kg/tratamiento en el cuarto closter de producción, 0,31 kg/tratamiento en el quinto closter de producción y 0,30 kg/tratamiento en el sexto closter de producción, que los tratamientos de la solución nutritiva 1 (S1). Así mismo, los tratamientos del híbrido Pietro (H1), superaron el rendimiento en promedio de 0,14 kg/tratamiento en el quinto closter de producción y 0,11 kg/tratamiento en el sexto closter de producción, que los tratamientos del híbrido Syta (H2); lo que permite deducir que, la solución nutritiva 2 (S2), es el tratamiento apropiado para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, obteniéndose frutos de mejor tamaño y calidad, incrementándose consecuentemente los niveles de rendimientos. Al respecto Hoyos (2000), indica que, la solución nutritiva son los nutrientes minerales esenciales disueltos en agua; los que se añaden a través de sales o fertilizantes comerciales, en cantidades y proporciones adecuadas, de manera que cubren las necesidades de las plantas para su crecimiento y desarrollo, lo que influyó mayormente con la solución nutritiva S2, lo que favoreció la producción de frutos, especialmente en el híbrido Pietro, mejorando la producción y productividad del cultivo.

5.1.7. Rendimiento total

La evaluación del rendimiento total de frutos cosechados, correspondiente a la sumatoria de seis coster de producción, permitió destacar que existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos. La comparación entre soluciones nutricionales igualmente fue altamente significativa; encontrando así mismo que, los híbridos de tomate hortícola fueron significativas a nivel del 5%. La interacción entre los dos factores no se diferenció estadísticamente (tabla 23). El rendimiento total promedio general fue de 21,31 kg/tratamiento, valores que se registran en el anexo 34. Las repeticiones fueron no significativas, indicando que las respuestas fueron similares entre los bloques; y, el coeficiente de variación fue de

1,70%, cuya magnitud dota de una adecuada confiabilidad a los resultados encontrados.

TABLA 23. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO TOTAL

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,02	0,01	0,38 ns
Tratamientos	5	2,84	0,57	20,52 **
Soluciones nutritivas (S)	2	2,59	1,30	35,44 **
Error exp. A	4	0,15	0,04	
Híbridos (H)	1	0,19	0,19	8,82 *
S x H	2	0,06	0,03	1,31 ns
Error exp. B	6	0,13	0,02	
Total	17	3,14		

Coefficiente de variación: 1,70%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

** = significativo al 1%

El rendimiento total fue mayor en el tratamiento conformado por la solución nutritiva 2, híbrido Pietro (S2H1), al ubicarse en el primer rango en la prueba de significación de Tukey al 5% (tabla 24), con promedio de 21,70 kg/tratamiento, seguido por el tratamiento de la solución nutritiva 2, híbrido Syta (S2H2), con promedio de 21,64 kg/tratamiento, que compartió el primer rango; les siguen varios tratamientos que compartieron rangos inferiores, encontrando en el último lugar, con el menor rendimiento total, al tratamiento S1H2 (solución nutritiva 1, híbrido Syta) con promedio de 20,58 kg/tratamiento, al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba.

El rendimiento total fue mayor en las plantas que recibieron aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), con promedios de 21,67 kg/tratamiento, al ubicarse en el primer rango en la prueba de Tukey al 5% para el factor soluciones nutritivas (tabla 25); seguido de los tratamientos de la solución nutritiva 3 (S3), que se ubicó en el segundo rango con promedio de 21,21 kg/tratamiento; en tanto que, en general, las plantas que se desarrollaron con aplicación de la solución nutricional 1 (S1),

reportaron menor rendimiento total, con promedios de 20,74 kg/tratamiento, al ubicarse en el tercer rango y último lugar en la prueba.

TABLA 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL

Tratamientos		Promedio (kg/trat.)	Rango
No.	Símbolo		
3	S2H1	21,70	a
4	S2H2	21,64	a
5	S3H1	21,33	ab
6	S3H2	21,08	b
1	S1H1	20,90	bc
2	S1H2	20,58	c

TABLA 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL FACTOR SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL

Soluciones nutritivas	Promedio (kg/trat.)	Rango
Solución nutritiva 2 S2	21,67	a
Solución nutritiva 3 S3	21,21	b
Solución nutritiva 1 S1	20,74	c

En relación a híbridos de tomate hortícola, el rendimiento total fue significativamente mayor en los tratamientos del híbrido Pietro (H1), con promedio de 21,31 kg/tratamiento, al ubicarse en el primer rango, en la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor híbridos (tabla 26). El rendimiento total fue significativamente menor, en los tratamientos del híbrido Syta (H2), con promedio de 21,10 kg/tratamiento, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

TABLA 26. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR HÍBRIDOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO TOTAL

Híbridos de tomate hortícola	Promedio (kg/trat.)	Rango
Pietro H1	21,31	a
Syta H2	21,10	b

El rendimiento total obtenido en el cultivo semi hidropónico de dos híbridos de tomate hortícola, con aplicación de soluciones nutritivas, permite inferir que, las soluciones nutritivas causaron diferencias en los rendimientos, al detectarse diferencias estadísticas significativas en el análisis de variancia. El rendimiento total fue mejor en los tratamientos que se desarrollaron con aplicación de la solución nutritiva 2 (S2), superando en promedio de 0,93 kg/tratamiento a los tratamientos de la solución nutritiva 1 (S1). Igualmente, los tratamientos del híbrido Pietro (H1), superaron el rendimiento total en promedio de 0,21 kg/tratamiento, que los tratamientos del híbrido Syta (H2); permitiendo inferir que, la solución nutritiva 2 (S2), es el tratamiento adecuado para mejorar el crecimiento y desarrollo general de las plantas, alcanzándose frutos de mejor tamaño y calidad por lo que se mejora la producción y productividad del cultivo. Según Coljap (1989), las fórmulas de nutrientes nutricionales tienen como finalidad, suministrar a las plantas los elementos vitales necesarios para su alimentación como nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, azufre, magnesio, hierro y otros nutrientes menores, que al ser dotados en dosis adecuadas, como lo observado en la solución nutritiva 2 (S2), causa el mejor efecto en el normal desarrollo de las plantas y se asegura una mejor cosecha favoreciendo significativamente la producción de frutos, mejorando los niveles de rendimientos.

5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para evaluar la rentabilidad de la aplicación de tres soluciones nutritivas en dos híbridos de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill), en cultivo semi hidropónico, se determinaron los costos de producción del ensayo en 44,40 m² que constituyó el área de la investigación (tabla 27), considerando entre otros los

siguientes valores: \$ 126,00 para mano de obra, \$ 544,98 para costos de materiales, dando el total de \$ 676,98.

TABLA 27. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)

Labores	Mano de obra			Materiales				Costo total \$	
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.	Costo unit. \$		Sub total \$
Arriendo cub. plástica				Cubierta plástica	día	1,00	12,00	12,00	12,00
Adquisición de plantas	0,50	12,00	6,00	Plantas	unid.	180,00	0,12	21,60	27,60
				Tijera	día	1,00	0,50	0,50	0,50
				Gavetas	día	2,00	0,50	1,00	7,00
Preparación de slab	0,50	12,00	6,00	slabs	unid.	180,00	0,70	126,00	132,00
Trasplante	0,50	12,00	6,00	Espeque	día	1,00	0,25	0,25	6,25
Equipo de hidroponía	1,50	12,00	18,00	Equipo	unid.	1,00	32,05	32,05	50,05
				Pulsos	unid.	334,00	0,10	33,40	33,40
Fertirriego	1,50	12,00	18,00	Sol. Nut.	unid.	1,00	119,05	119,05	137,05
Desbrote	0,50	12,00	6,00	Tijera	día	1,00	0,50	0,50	6,50
Tutorio	1,00	12,00	12,00	Pirola	rollo	3,00	2,50	7,50	19,50
				Soportes	unid.	11,00	0,75	8,25	8,25
				Alambre	m	20,00	0,12	2,40	2,40
Controles fitosanitarios	3,00	12,00	36,00	Amistar 50Ws	g	270	0,06	16,20	52,20
				Antracol	g	360	0,04	14,40	14,40
				Confidor 350sc	ml	6	0,06	0,36	0,36
				Daconil	ml	240	0,08	19,20	19,20
				Derosal	ml	120	0,06	7,20	7,20
				Previcur n	ml	120	0,12	14,40	14,40
				Ridodur	g	90	0,09	8,10	8,10
				Score 250Ec	ml	48	0,19	9,12	9,12
				Switch 62,5	g	120	0,09	10,80	10,80
				Pyton	ml	540	0,03	16,20	16,20
				Casumin	ml	360	0,04	14,40	14,40
				Agrillent	g	90	0,06	5,40	5,40
				Fitoraz	g	360	0,12	43,20	43,20
				Bomba	día	1	0,5	0,50	0,50
Cosecha	1,50	12,00	18,00	Gavetas	día	2	0,5	1,00	19,00
Total			126,00					544,98	676,98

El tabla 28, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por los diferentes precios de las soluciones nutritivas de acuerdo a las cantidades que lo conforman y por los distintos híbridos utilizados. Los costos de producción se detallan en tres

rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de las soluciones nutritivas en el cultivo.

TABLA 28. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Costo de mano de obra (\$)	Costos de materiales (\$)	Aplicación de soluciones nutritivas (\$)	Costo total (\$)
S1H1	21,00	71,99	15,87	108,86
S1H2	21,00	71,99	15,87	108,86
S2H1	21,00	71,99	19,84	112,83
S2H2	21,00	71,99	19,84	112,83
S3H1	21,00	71,99	23,81	116,80
S3H2	21,00	71,99	23,81	116,80

El tabla 29, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se obtuvo mediante la venta de los frutos cosechados en el total de cada tratamiento, de los seis closter de producción, considerando el precio de un kilogramo de frutos en \$ 2,80 para los tratamientos con frutos de mayor calidad y \$ 2,70 para el resto de tratamientos, para la época en que se sacó a la venta.

TABLA 29. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento	Precio de un kg de frutos \$	Ingreso total \$
S1H1	62,70	2,70	169,29
S1H2	61,74	2,70	166,70
S2H1	65,09	2,80	182,25
S2H2	64,93	2,80	181,80
S3H1	63,99	2,70	172,77
S3H2	63,25	2,70	170,78

Con los valores de costos e ingresos por tratamiento se calcularon los beneficios netos actualizados, encontrándose valores positivos en todos los tratamientos, en donde los ingresos superaron a los costos. La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 11% anual y considerando los seis meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos,

encontrando que los tratamiento de la solución nutritiva S2 S2H1 (solución nutritiva S2, híbrido Pietro) y S2H2 (solución nutritiva S2, híbrido Syta), alcanzaron la mayor relación beneficio costo de 0,52, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,52 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad (tabla 30).

TABLA 30. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 11%

Tratamiento	Ingreso total	Costo total	Factor de actual.	Costo total actual.	Beneficio neto actual.	RBC
S1H1	169,29	108,86	0,9420	115,56	53,73	0,46
S1H2	166,70	108,86	0,9420	115,56	51,14	0,44
S2H1	182,25	112,83	0,9420	119,77	62,48	0,52
S2H2	181,80	112,83	0,9420	119,77	62,03	0,52
S3H1	172,77	116,80	0,9420	123,99	48,79	0,39
S3H2	170,78	116,80	0,9420	123,99	46,79	0,38

$$\text{Factor de actualización } Fa = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Tasa de interés anual $i = 11\%$ a Julio del 2015

Período $n =$ seis meses de duración del ensayo

$$\text{RBC} = \frac{\text{Beneficio neto actualizado}}{\text{Costo total actualizado}}$$

5.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos en la aplicación de tres soluciones nutritivas en dos híbridos de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo cultivo semi hidropónico, permiten aceptar la hipótesis alternativa (Ha), por cuanto, el empleo de soluciones nutricionales, permitieron incrementar la producción, especialmente al utilizar la solución nutritiva 2 (S2), con la cual se alcanzaron los mejores resultados, con plantas de mayor longitud y frutos de mayor peso y diámetro, por lo que se incrementaron los rendimientos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Evaluación de tres soluciones nutritivas en tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill) en los híbridos Pietro y Syta mediante el sistema de slabs”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Los mejores resultados se obtuvieron con la utilización de la solución nutritiva 2 (S2), con la cual las plantas experimentaron mejor crecimiento y desarrollo vegetativo y mayor producción de frutos, al obtenerse mayor longitud de la planta a los 90 días (43,60 cm) y a los 120 días (136,56 cm). Los frutos reportaron mayor diámetro ecuatorial, tanto en el cuarto closter de producción (6,22 cm), como en el quinto closter de producción (6,44 cm) y sexto closter de producción (6,17 cm); siendo de más peso en el cuarto closter de producción (125,66 g), quinto closter de producción (122,73 g) y sexto closter de producción (116,10 g), por lo que se alcanzaron los mejores rendimientos tanto en el cuarto closter de producción (3,83 kg/tratamiento), como en el quinto closter de producción (3,71 kg/tratamiento) y sexto closter de producción (3,54 kg/tratamiento); reportando consecuentemente el mayor rendimiento total (21,67 kg/tratamiento); por lo que es la solución nutritiva apropiada para mejorar las condiciones del cultivo, elevando los niveles de producción y productividad del cultivo. La solución nutritiva 3 (S3), se destacó especialmente en el rendimiento en el quinto closter de producción (3,63 kg/tratamiento), la cual compartió el primer rango en la prueba.

En referencia a híbridos de tomate hortícola, se observó que el híbrido Pietro (H1), reportó el mayor crecimiento en longitud de la planta a los 120 días (123,99 cm), como el mejor diámetro ecuatorial del fruto en el sexto closter de producción (5,50 cm), el mayor peso de fruto en el quinto closter de producción (114,35 g) y en el sexto closter de producción (105,62 g), reportando así mismo el mayor rendimiento en el quinto closter de producción (3,65 kg/tratamiento) y en el sexto closter de producción (3,44 kg/tratamiento), por lo que alcanzó el mayor rendimiento total (21,31 kg/tratamiento).

Con respecto a la interacción entre los factores soluciones nutritivas por híbridos de tomate hortícola, al no obtener significación en los análisis de variancia, en prácticamente todas las variables analizadas, se deduce que, el factor soluciones nutritivas, influyó al cultivo independientemente.

Del análisis económico se deduce que, la relación beneficio costo, presentó valores positivos, encontrando que los tratamiento de la solución nutritiva S2 S2H1 (solución nutritiva S2, híbrido Pietro) y S2H2 (solución nutritiva S2, híbrido Syta), alcanzaron la mayor relación beneficio costo de 0,52, en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,52 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

Agripac. 2000. Producción de tomate bajo cubierta. Quito, Ec. 27 p.

Agropecuarias. 2010. Políticas de Estado para el sector Agropecuario ecuatoriano. En línea. Consultado el 11 de junio de 2014. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/stories/descargas/POLITICASINIAP2012.pdf>.

Altiplano. 2015. Prácticas de hidroponía. En línea. Consultado el 18 de Septiembre del 2015. Disponible en: <http://www.altiplano.uvg.edu.gt/cdr/practica/2008/Hidroponia/Tecnicos/hid%20tec.pdf>.

Anderlini, R. 1989. El cultivo del tomate. Barcelona, Ceac. 108 p.

Andrade, R. 2007. Cultivo hidropónico. En línea. Consultado el 12 de mayo del 2014. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/cultivo-hidroponico.html>.

Asambleablog.wordpress. 2015. Siguiendo la nueva Constitución. En línea. Consultado el 15 de Septiembre del 2015. Disponible en: <https://asambleablog.wordpress.com/category/sumak-kawsay/>.

Batallas, S. 2011. Hidroponía al fin el Ecuador. En línea. Consultado el 11 de octubre del 2014. Disponible en: <http://blog.espol.edu.ec/ebatalla/>.

Calderón, F. 2004. La solución nutritiva. En línea. Consultado el 25 de Julio del 2014. Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/La_Solucion_Nutritiva.htm.

Coljap. 1989. El cultivo hidropónico. Bogotá, Monserrat. 83 p.

Diario El Mercurio. 2014. Cultivos hidropónicos ante la falta de suelo.

Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2014. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochada. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 5 p.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1992. El cultivo del tomate. 7 ed. Bogotá. 15 p.

García, F.R. 1989. Evaluación de 11 variedades y tres distancias de siembra en tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill) en Patate Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Ambato, Ec. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 155 p.

Gordon, H:R; Bander, J. 1979. Horticultura. Trad. Por Flor A. Bellomo López, México, ART. 727 p.

Holdridge, L.R. 1982. Ecología basado en las zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. p. 44,45. (Serie de libros y materiales educativos 34).

Howard, M. 1982. Cultivos hidropónicos. Madrid, Esp., Mundi Prensa. 287 p.

Hoyos, M. 2000. Manual práctico de hidroponía. Lima, Perú, Mekanobooks. p. 7-20.

Imporalaska. 2015. Características del híbrido Pietro. En línea. Consultado el 13 de Septiembre del 2015. Disponible en <http://www.imporalaska.com/23-tomates.html>.

Maroto, J.V. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, Mundi – prensa. 533 p.

Masache, A. 1994. Estudio bioagronómico de diez cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum Mill*) en el cantón Machala, provincia de El Oro. Tesis Ing. Agr. Riobamba (EC), Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ingeniería Agronómica. P. 1-17.

Montoya, W. 2011. Elementos esenciales en las plantas. En línea. Consultado el 21 de marzo del 2014. Disponible en: <http://ecoloagro.blogspot.com/2011/05/elementos-esenciales-en-las-plantas.html>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) ECUADOR. 1997. Manejo de huertos populares. En línea. Consultado 21/09/2014. Disponible en www.fao.com.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. En línea. Consultado el 20 de Abril del 2014. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/gepnms.pdf>.

Resh, H.M. 1997. *Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción*. Madrid, Mundi Prensa. 265 p.

Rodríguez, R.; Tabares, J.; Medina, J. 2001. Cultivo moderno del tomate. Madrid, Mundi Prensa. 206 p.

Rodríguez, D. 2004. Manual práctico de hidroponía. 4 ed. Lima, Mekanobooks. 99 p.

Sagancha, M. 2011. Evaluación de seis híbridos de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo cubierta plástica” Tesis Ing. Agr. Ambato. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Agronomía. p. 50.

Serrano, C. 1983. Invernaderos instalación y manejo. 2 ed. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 427 p.

Suquilanda Valdivieso, M.B. 2003. Producción orgánica de hortalizas en la sierra central del Ecuador. PUBLIASORES. Quito, Ec. 21 p.

Tamaro, D. 1977. Manual de horticultura. Trad. del inglés por Arturo Caballero. Barcelona, Gustavo Gilli. p. 371-393.

Toovey, F.W. 1987. Producción comercial de hortalizas en invernadero. Trad. por Horacio Marco Moll. Zaragoza, Acribia. 157 p.

Universidad Nacional Agraria La Molina. 2005. Que es la hidroponía. Boletín Informativo Número 12. Lima. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin12.htm#Art%C3%ADculos%20Cient%C3%ADficos>.

Vademecun Agrícola. 2001. Edifarm, Ec. Impreso editora Argudo hermanos. 430 p.

Urrestarazu, M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. 2 ed. Madrid, Mundi-Prensa. 635 p.

6.3. ANEXOS

ANEXO 1. LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 60 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	14,25	14,40	14,33	42,98	14,33
2	S1H2	12,90	15,45	14,18	42,53	14,18
3	S2H1	14,50	14,70	14,60	43,80	14,60
4	S2H2	14,80	14,30	15,55	44,65	14,88
5	S3H1	15,15	15,30	14,73	45,18	15,06
6	S3H2	13,45	13,75	15,24	42,44	14,15

ANEXO 2. LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	37,18	38,95	38,07	114,20	38,07
2	S1H2	43,28	35,57	39,43	118,28	39,43
3	S2H1	42,72	41,55	42,14	126,41	42,14
4	S2H2	43,37	46,75	45,06	135,18	45,06
5	S3H1	42,52	43,37	44,45	130,34	43,45
6	S3H2	38,45	42,87	40,66	121,98	40,66

ANEXO 3. LONGITUD DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	103,56	120,81	106,12	330,49	110,16
2	S1H2	99,58	101,63	102,81	304,02	101,34
3	S2H1	130,69	150,02	147,07	427,78	142,59
4	S2H2	128,31	123,19	140,05	391,55	130,52
5	S3H1	107,52	106,29	143,82	357,63	119,21
6	S3H2	100,44	104,85	114,63	319,92	106,64

ANEXO 4. DÍAS A LA FLORACIÓN AL PRIMER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	10,00	11,00	10,00	31,00	10,33
2	S1H2	12,00	10,00	12,00	34,00	11,33
3	S2H1	11,00	12,00	10,00	33,00	11,00
4	S2H2	10,00	11,00	11,00	32,00	10,67
5	S3H1	11,00	12,00	12,00	35,00	11,67
6	S3H2	11,00	10,00	11,00	32,00	10,67

ANEXO 5. DÍAS A LA FLORACIÓN AL SEGUNDO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	23,00	24,00	25,00	72,00	24,00
2	S1H2	24,00	23,00	23,00	70,00	23,33
3	S2H1	23,00	23,00	25,00	71,00	23,67
4	S2H2	23,00	24,00	23,00	70,00	23,33
5	S3H1	24,00	23,00	24,00	71,00	23,67
6	S3H2	25,00	24,00	23,00	72,00	24,00

ANEXO 6. DÍAS A LA FLORACIÓN AL TERCER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	37,00	38,00	38,00	113,00	37,67
2	S1H2	39,00	37,00	39,00	115,00	38,33
3	S2H1	37,00	38,00	37,00	112,00	37,33
4	S2H2	38,00	37,00	38,00	113,00	37,67
5	S3H1	37,00	38,00	39,00	114,00	38,00
6	S3H2	37,00	37,00	38,00	112,00	37,33

ANEXO 7. DÍAS A LA FLORACIÓN AL CUARTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	54,00	52,00	158,00	52,67	54,00
2	S1H2	52,00	53,00	158,00	52,67	52,00
3	S2H1	54,00	52,00	158,00	52,67	54,00
4	S2H2	52,00	54,00	160,00	53,33	52,00
5	S3H1	54,00	52,00	158,00	52,67	54,00
6	S3H2	52,00	53,00	158,00	52,67	52,00

ANEXO 8. DÍAS A LA FLORACIÓN AL QUINTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	71,00	71,00	73,00	215,00	71,67
2	S1H2	72,00	73,00	71,00	216,00	72,00
3	S2H1	73,00	73,00	72,00	218,00	72,67
4	S2H2	71,00	71,00	73,00	215,00	71,67
5	S3H1	73,00	72,00	73,00	218,00	72,67
6	S3H2	72,00	74,00	71,00	217,00	72,33

ANEXO 9. DÍAS A LA FLORACIÓN AL SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	84,00	84,00	85,00	253,00	84,33
2	S1H2	84,00	86,00	84,00	254,00	84,67
3	S2H1	85,00	84,00	84,00	253,00	84,33
4	S2H2	84,00	86,00	86,00	256,00	85,33
5	S3H1	85,00	84,00	84,00	253,00	84,33
6	S3H2	84,00	86,00	84,00	254,00	84,67

ANEXO 10. DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN AL PRIMER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	26,00	26,00	25,00	77,00	25,67
2	S1H2	25,00	24,00	26,00	75,00	25,00
3	S2H1	24,00	25,00	24,00	73,00	24,33
4	S2H2	26,00	25,00	24,00	75,00	25,00
5	S3H1	24,00	24,00	26,00	74,00	24,67
6	S3H2	24,00	25,00	25,00	74,00	24,67

ANEXO 11. DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN AL SEGUNDO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	37,00	38,00	39,00	114,00	38,00
2	S1H2	38,00	37,00	39,00	114,00	38,00
3	S2H1	37,00	39,00	37,00	113,00	37,67
4	S2H2	39,00	37,00	38,00	114,00	38,00
5	S3H1	37,00	38,00	37,00	112,00	37,33
6	S3H2	39,00	37,00	38,00	114,00	38,00

ANEXO 12. DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN AL TERCER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	51,00	52,00	51,00	154,00	51,33
2	S1H2	53,00	51,00	51,00	155,00	51,67
3	S2H1	51,00	53,00	53,00	157,00	52,33
4	S2H2	52,00	53,00	51,00	156,00	52,00
5	S3H1	51,00	51,00	52,00	154,00	51,33
6	S3H2	51,00	52,00	51,00	154,00	51,33

ANEXO 13. DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN AL CUARTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	66,00	66,00	66,00	198,00	66,00
2	S1H2	67,00	67,00	67,00	201,00	67,00
3	S2H1	67,00	67,00	68,00	202,00	67,33
4	S2H2	66,00	66,00	66,00	198,00	66,00
5	S3H1	67,00	67,00	76,00	210,00	70,00
6	S3H2	68,00	68,00	68,00	204,00	68,00

ANEXO 14. DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN AL QUINTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	87,00	86,00	85,00	258,00	86,00
2	S1H2	85,00	87,00	85,00	257,00	85,67
3	S2H1	86,00	85,00	86,00	257,00	85,67
4	S2H2	85,00	86,00	87,00	258,00	86,00
5	S3H1	86,00	86,00	85,00	257,00	85,67
6	S3H2	87,00	85,00	85,00	257,00	85,67

ANEXO 15. DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN AL SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	101,00	100,00	98,00	299,00	99,67
2	S1H2	102,00	101,00	99,00	302,00	100,67
3	S2H1	100,00	99,00	100,00	299,00	99,67
4	S2H2	101,00	99,00	101,00	301,00	100,33
5	S3H1	99,00	100,00	100,00	299,00	99,67
6	S3H2	102,00	101,00	98,00	301,00	100,33

ANEXO 16. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm) EN EL PRIMER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	5,83	6,45	6,09	18,37	6,12
2	S1H2	6,50	5,75	6,63	18,88	6,29
3	S2H1	6,01	5,88	5,94	17,83	5,94
4	S2H2	6,61	5,91	6,76	19,28	6,43
5	S3H1	6,55	5,50	6,03	18,08	6,03
6	S3H2	6,77	5,60	6,18	18,55	6,18

ANEXO 17. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm) EN EL SEGUNDO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	5,15	6,85	6,25	18,25	6,08
2	S1H2	5,96	6,56	6,26	18,78	6,26
3	S2H1	6,41	5,59	6,00	18,00	6,00
4	S2H2	6,37	5,87	6,02	18,26	6,09
5	S3H1	6,25	5,96	6,16	18,37	6,12
6	S3H2	6,57	5,57	6,02	18,16	6,05

ANEXO 18. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm) EN EL TERCER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	5,66	6,47	6,16	18,29	6,10
2	S1H2	6,30	5,96	6,08	18,34	6,11
3	S2H1	6,22	5,16	5,69	17,07	5,69
4	S2H2	6,19	5,64	7,91	19,74	6,58
5	S3H1	6,13	5,30	5,72	17,15	5,72
6	S3H2	5,96	5,15	6,81	17,92	5,97

ANEXO 19. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm) EN EL CUARTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	5,21	5,72	4,96	15,89	5,30
2	S1H2	5,20	5,42	4,87	15,49	5,16
3	S2H1	5,74	6,75	6,63	19,12	6,37
4	S2H2	6,42	5,51	6,29	18,22	6,07
5	S3H1	6,07	5,73	5,45	17,25	5,75
6	S3H2	5,80	5,29	5,50	16,59	5,53

ANEXO 20. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm) EN EL QUINTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	4,76	5,23	4,92	14,91	4,97
2	S1H2	4,38	4,42	4,56	13,36	4,45
3	S2H1	5,86	6,88	6,91	19,65	6,55
4	S2H2	6,32	6,34	6,32	18,98	6,33
5	S3H1	5,67	4,87	5,53	16,07	5,36
6	S3H2	6,30	4,36	5,01	15,67	5,22

ANEXO 21. DIÁMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm) EN EL SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	4,38	5,06	4,62	14,06	4,69
2	S1H2	4,23	4,43	4,44	13,10	4,37
3	S2H1	6,91	6,91	5,73	19,55	6,52
4	S2H2	5,96	5,86	5,64	17,46	5,82
5	S3H1	6,01	4,60	5,31	15,92	5,31
6	S3H2	5,54	4,52	5,03	15,09	5,03

ANEXO 22. PESO DE FRUTO (g) EN EL PRIMER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	105,72	126,92	124,89	357,53	119,18
2	S1H2	126,28	119,81	123,04	369,13	123,04
3	S2H1	117,64	138,25	126,45	382,34	127,45
4	S2H2	133,75	113,58	138,65	385,98	128,66
5	S3H1	126,11	116,66	120,58	363,35	121,12
6	S3H2	114,31	155,08	134,69	404,08	134,69

ANEXO 23. PESO DE FRUTO (g) EN EL SEGUNDO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	113,83	103,92	126,04	343,79	114,60
2	S1H2	116,97	116,78	126,38	360,13	120,04
3	S2H1	121,22	122,03	126,20	369,45	123,15
4	S2H2	139,44	113,19	131,32	383,95	127,98
5	S3H1	115,56	102,42	101,19	319,17	106,39
6	S3H2	116,83	108,69	102,76	328,28	109,43

ANEXO 24. PESO DE FRUTO (g) EN EL TERCER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	114,44	105,64	101,08	321,16	107,05
2	S1H2	102,47	106,11	128,58	337,16	112,39
3	S2H1	124,36	125,72	127,58	377,66	125,89
4	S2H2	122,42	128,00	120,21	370,63	123,54
5	S3H1	129,39	127,67	101,44	358,50	119,50
6	S3H2	110,83	108,06	109,44	328,33	109,44

ANEXO 25. PESO DE FRUTO (g) EN EL CUARTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	110,31	112,36	83,86	306,53	102,18
2	S1H2	106,92	88,89	97,90	293,71	97,90
3	S2H1	123,19	121,92	125,44	370,55	123,52
4	S2H2	130,25	125,36	127,81	383,42	127,81
5	S3H1	124,28	121,64	104,89	350,81	116,94
6	S3H2	105,44	105,78	105,61	316,83	105,61

ANEXO 26. PESO DE FRUTO (g) EN EL QUINTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	107,06	109,31	94,86	311,23	103,74
2	S1H2	103,33	85,03	78,18	266,54	88,85
3	S2H1	127,47	121,17	124,50	373,14	124,38
4	S2H2	120,61	119,89	122,75	363,25	121,08
5	S3H1	121,92	119,25	103,58	344,75	114,92
6	S3H2	102,50	103,64	101,07	307,21	102,40

ANEXO 27. PESO DE FRUTO (g) EN EL SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	101,06	102,50	86,61	290,17	96,72
2	S1H2	98,00	74,31	72,15	244,46	81,49
3	S2H1	122,31	115,67	118,69	356,67	118,89
4	S2H2	114,94	113,00	111,97	339,91	113,30
5	S3H1	110,31	104,33	89,13	303,77	101,26
6	S3H2	88,06	92,92	90,49	271,47	90,49

ANEXO 28. RENDIMIENTO (kg/tratamiento) EN EL PRIMER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	3,05	3,15	3,26	9,46	3,15
2	S1H2	3,29	3,22	3,19	9,70	3,23
3	S2H1	3,20	3,24	3,24	9,68	3,23
4	S2H2	3,16	3,07	3,34	9,57	3,19
5	S3H1	3,21	3,25	3,18	9,64	3,21
6	S3H2	3,13	3,20	3,22	9,55	3,18

ANEXO 29. RENDIMIENTO (kg/tratamiento) EN EL SEGUNDO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	3,78	3,72	3,51	11,01	3,67
2	S1H2	3,62	3,59	3,59	10,80	3,60
3	S2H1	3,61	3,54	3,62	10,77	3,59
4	S2H2	3,74	3,67	3,62	11,03	3,68
5	S3H1	3,54	3,57	3,64	10,75	3,58
6	S3H2	3,66	3,63	3,64	10,93	3,64

ANEXO 30. RENDIMIENTO (kg/tratamiento) EN EL TERCER CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	3,78	3,71	3,89	11,38	3,79
2	S1H2	3,86	3,81	3,63	11,30	3,77
3	S2H1	3,87	3,64	3,75	11,26	3,75
4	S2H2	3,72	3,75	3,73	11,20	3,73
5	S3H1	3,68	3,76	3,70	11,14	3,71
6	S3H2	3,73	3,73	3,62	11,08	3,69

ANEXO 31. RENDIMIENTO (kg/tratamiento) EN EL CUARTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	3,45	3,50	3,42	10,37	3,46
2	S1H2	3,54	3,53	3,52	10,59	3,53
3	S2H1	3,79	3,91	3,77	11,47	3,82
4	S2H2	3,86	3,84	3,83	11,53	3,84
5	S3H1	3,68	3,70	3,68	11,06	3,69
6	S3H2	3,73	3,64	3,74	11,11	3,70

ANEXO 32. RENDIMIENTO (kg/tratamiento) EN EL QUINTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	3,41	3,58	3,57	10,56	3,52
2	S1H2	3,21	3,34	3,28	9,83	3,28
3	S2H1	3,74	3,72	3,77	11,23	3,74
4	S2H2	3,72	3,68	3,63	11,03	3,68
5	S3H1	3,61	3,64	3,77	11,02	3,67
6	S3H2	3,69	3,52	3,53	10,74	3,58

ANEXO 33. RENDIMIENTO (kg/tratamiento) EN EL SEXTO CLOSTER DE PRODUCCIÓN

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1H1	3,29	3,37	3,26	9,92	3,31
2	S1H2	3,14	3,15	3,23	9,52	3,17
3	S2H1	3,62	3,49	3,57	10,68	3,56
4	S2H2	3,52	3,54	3,51	10,57	3,52
5	S3H1	3,35	3,39	3,64	10,38	3,46
6	S3H2	3,22	3,24	3,38	9,84	3,28

ANEXO 34. RENDIMIENTO TOTAL (kg/tratamiento)

No.	Tratamientos Símbolo	Repeticiones			Total	Promedio
		I	II	III		
1	S1H1	20,76	21,03	20,91	62,70	20,90
2	S1H2	20,66	20,64	20,44	61,74	20,58
3	S2H1	21,83	21,54	21,72	65,09	21,70
4	S2H2	21,72	21,55	21,66	64,93	21,64
5	S3H1	21,07	21,31	21,61	63,99	21,33
6	S3H2	21,16	20,96	21,13	63,25	21,08

ANEXO 35. ANÁLISIS DE AGUA



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR



Calle 12-01-324 Telfs. 746101-746171 Fax 746231 Cevallos - Tungurahua
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR

Datos del Cliente:

NOMBRE:	Alex Enrique Salazar Salto	LAB. N°:	14 2015
ATENCIÓN:	Alex Enrique Salazar Salto	MUESTRA:	AGUA
DIRECCIÓN:	Nº. Los Incas 03-66 y Capat Yupungui	MATRIZ:	L
PROVINCIA:	Tungurahua	FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	
CANTÓN:	Ambato	ANÁLISIS:	Completo
Datos de la muestra:		INGRESO:	05/03/2015
DIRECCIÓN Parr. Montalvo Caserio Luz de América		RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	Alex Enrique Salazar Salto
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	Alex Enrique Salazar Salto	SALIDA:	25/03/2015
CODIGO DEL CLIENTE:	Agua		

ANALISIS	Unidad	Valor	Método de análisis de ref. APHA,AWWA,WPC F	TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Tabla 6	TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Tabla 7
pH		7.7	4500-H+ B	de 6 a 9	de 6 a 9
C E	milimhos/cm	0.3	2510 B		
ALCALINIDAD CaCO3	mg/l	131.5	2300 B		1.5 a 8.5
CARBONATOS	mg/l	0.0	2300 B		
HIDROXIDOS	mg/l	0.0	2300 B		
DUREZA TOTAL	mg/l	95.3	311B-2340A	500	500
FOSFATOS	mg/l	0.0	4500-P E		

Marcia Buenano
Quím. Marcia Buenano
RESPONSABLE DEL ANALISIS

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Aplicación de la solución nutricional 2 en cultivo semi hidropónico de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el híbrido Pietro, mediante el sistema de slabs.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta se planteó en relación a los mejores resultados encontrados en la investigación y en el análisis económico, en donde se observó que, el tomate hortícola bajo cultivo semi hidropónico, fue mejor con la solución nutricional 2 (S2), especialmente en el híbrido Pietro.

7.3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de tomate hortícola por su naturaleza se puede cultivar de diferentes métodos de avanzada como es el sistema hidropónico y semi hidropónico. El cultivo de tomate hortícola cuando se siembra en sustratos se puede optimizar el recurso agua como también la solución nutricional. El sistema de riego que se emplea es por goteo. Para la nutrición de este cultivo se debe emplear soluciones madre las cuales contenga, macro y micro elementos. La misma autora dice que cuando se cultiva tomate en un sistema semi hidropónico aumentando producción porque le damos el medio óptimo para que el vegetal se desarrolle correctamente y del máximo potencial de producción el híbrido. La hidroponía se implanta en cualquier tipo de suelo ya que se ocupa como soporte para el sustrato, de esta manera se incentiva como una opción para la agricultura urbana (Batallas, 2011).

La solución nutritiva es responsable del 50% de la productividad pero una vez incorporados al suelo sufren cambios y pérdidas por percolación, volatilización, fijación, etc, por lo consiguiente una sola parte del nutriente es absorbido por el cultivo; una media de absorción de los minerales esenciales es a la mitad. Para el tomate existe una referencia de 150 kg/ha de nitrógeno, 60 kg/ha de fósforo, 190 kg/ha de potasio, 25 kg/ha de magnesio y 30 kg/ha de azufre.

7.4. OBJETIVO

Aplicar la solución nutritiva 2 en cultivo semi hidropónico de tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el híbrido Pietro, mediante el sistema de slabs, para incrementar la producción y productividad del cultivo.

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Esta propuesta es factible efectuarla, considerando todos los aspectos técnicos que deben implementarse para llevar adelante un cultivo semi hidropónico, con la utilización de slabs, como de la necesidad económica y de los costos de los insumos, con lo que podremos obtener mejores cosechas con frutos de mejor calidad.

7.6. FUNDAMENTACIÓN

La producción convencional de tomate hortícola es ineficiente para el consumo nacional e internacional, por este motivo se debe desarrollar un proyecto innovador de producción y calidad, con una buena rentabilidad para el agricultor, asegurando el abastecimiento nacional e internacional; por lo tanto el cultivo de tomate riñón bajo este sistema de "Slabs" es aceptable de aplicarlo ya que la demanda de esta solanácea en nuestros hábitos de consumo es alta. Por este motivo es obligatorio realizar este tipo sistema de agricultura semi hidropónica para obtener una sociedad saludable y sana.

Para aumentar la producción existen interacciones las cuales debemos llegar a dominar para que conjuguen y de esa manera poder optimizar recursos. La tecnificación agrícola debe tener como componente nutrientes solubles que sean

óptimos para una buena absorción. El tomate necesita de elementos 16 elementos de las cuales 4 (N, P, K, Ca) tienen que superar los 40 ppm conocidos como macronutrientes. Los demás elementos se requieren en cantidades menores a 10 ppm, conocidos como micronutrientes (Cloro, Zinc, Boro, Hierro, Cobre, Manganeseo, Molibdeno). Las plantas obtienen el oxígeno del medio ambiente y del agua, el hidrógeno lo obtienen del agua y el carbono a través del CO₂ del medio ambiente (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1999).

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.7.1. Características de la cubierta plástica

La estructura metálica estuvo recubierta con plástico de procedencia colombiana número 4. El piso estará recubierto de sarán de color verde y las cortinas de sarán color negro número 4.

7.7.2. Preparación de Slabs

El llenado de los 180 slabs se realizó con nitrato de calcio, Ca(NO₃)₂ a razón de 2,6 kg en 2,6 m³ de agua. Al día siguiente se realizó una fertirrigación con 100 lt de agua, con una formulación estándar de: N 1,84, P 0,4, K 2,96, Ca 1,87, Mg 0,62, S 1,2, Fe 0,02, Mn 0,006, Zn 0,004, B 0,0035, Cu 0,0005 ppm.

7.7.3. Adquisición de plantas

Las plántulas de tomate hortícola del híbrido Pietro y Syta se adquirirán de los productores calificados para asegurar un mejor material vegetativo.

7.7.4. Trasplante

Las plántulas se trasplantarán cuando presenten dos pares de hojas verdaderas a una densidad de cuatro plantas por Slab.

7.7.5. Desinfección de plántulas

La desinfección de las plántulas se hará con Fitoraz (Propineb + Cimoxanil) a razón de 1 g/l .

7.7.6. Aplicación de la solución nutritivas (fertirriego)

Los macro y micro elementos que conformaron las soluciones nutricionales en ppm son:

Elemento	Solución 2 (ppm)
N	1,84
P	0,40
K	2,96
Ca	1,87
Mg`	0,62
S	0,96
Fe	0,02
Mn	0,006
Zn	0,004
B	0,0035
Cu	0,0004
Mo	0,0005

Durante los 15 días después del trasplante se realizarán fertirrigaciones cada tres días por semana, con un pulso por cada riego. A partir de los 16 días se efectuará la fertirrigación a dos pulsos por día. El total de fertirrigaciones hasta la cosecha del sexto piso será de 334 pulsos, con una relación de mili equivalentes/l de:

Relación	Solución (meq/l)
K/N	0,108
K/Ca+Mg	1,02
Ca/Mg	4
Mg/K	0,3

Los fertilizantes que se usarán serán:

Formula química	Nombre	Concentración en %
$\text{NH}_4(\text{NO}_3)$	Nitrato de amonio	(35 -0-0)
$\text{K}(\text{H}_2\text{PO}_4)$	Fosfato mono potásico	(0-22-28)
$\text{K}(\text{NO}_3)$	Nitrato de potasio	(13-0-38)
H_3PO_4	Ácido fosfórico	(0-86-0)
HNO_3	Ácido nítrico	(0-68-0)
Que Mag		(13)
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Nitrato de calcio	(10-0-0-22)
$\text{NH}_4(\text{H}_2\text{PO}_4)$	Fosfato mono amónico	(12-26-0)
$\text{Mg}(\text{SO}_4)$	Sulfato de magnesio	10-13
Quel Fe		(9)
Gel Ca		(30)

7.7.7. Desbrote

Esta labor se realizó cuando aparecieron los brotes s axilares a los 22 días después del trasplante de cada planta obviando los brotes Este y Oeste ya que se llevó a dos ejes.

7.7.8. Tutoraje

Se realizará cuando las plantas empiecen a encamarse a los 45 días después del trasplante. De acuerdo a esto, se colocarán soportes para templar alambre número 10, en las cuales se sostendrá el peso de la planta.

7.7.9. Controles fitosanitarios

Se efectuarán los controles de plagas y enfermedades, para mantener el cultivo sano y sin contaminaciones.

7.7.10. Cosecha

La cosecha se efectuará hasta en cada closter de producción, bajo el criterio de madurez comercial.

7.8. ADMINISTRACIÓN

Esta propuesta se llevará a cabo mediante organizaciones capacitadas, que cuenten con los recursos y el personal técnico apropiado y adiestrado para el manejo de cultivos semi hidropónicos. Las personas responsables del manejo tecnológico del cultivo, deberán entender a satisfacción los requerimientos nutritivos del tomate hortícola, como la frecuencia de administración de nutrientes.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La aplicación de la solución nutritiva, en cultivo semi hidropónico de tomate hortícola híbrido Pietro, se informará a los pequeños y medianos productores mediante la divulgación de la información, utilizando como medios, la vinculación directa con los agricultores y productores, con días de campo, en donde se efectuarán parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados y demostrar los beneficios de la utilización de la solución nutricional, incentivando y profundizar los conocimientos sobre cultivos semi hidropónicos.