

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

PARTICIPACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO
INVERNADERO; SANTO TOMÁS LA UNIÓN, SUCHITEPÉQUEZ
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

ANA DEL ROSARIO SÁNCHEZ CAMEY
CARNET 24250-12

COATEPEQUE, MAYO DE 2018
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

PARTICIPACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO
INVERNADERO; SANTO TOMÁS LA UNIÓN, SUCHITEPÉQUEZ
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
ANA DEL ROSARIO SÁNCHEZ CAMEY

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADA

COATEPEQUE, MAYO DE 2018
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. MARTIN SALVADOR SANCHEZ CRUZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. HARRY FLORENCIO DE MATA MENDIZABAL

ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN

ING. SILVIA VERONICA ESCOBAR REYES DE CALDERON

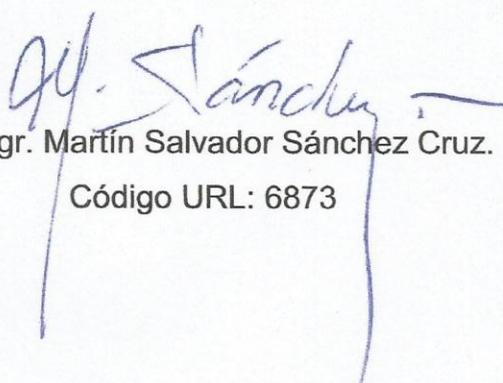
Guatemala, 25 de Mayo de 2018

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el anteproyecto de Sistematización de Práctica Profesional I, de la estudiante Ana del Rosario Sánchez Camey, que se identifica con carné 2425012, titulado: PARTICIPACION DE LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE "TOMATE" BAJO INVERNADERO; SANTO TOMÁS LA UNIÓN, SUCHITEPÉQUEZ; el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Martín Salvador Sánchez Cruz.

Código URL: 6873



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06940-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional de la estudiante ANA DEL ROSARIO SÁNCHEZ CAMEY, Carnet 24250-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0673-2018 de fecha 22 de marzo de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**PARTICIPACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE
BAJO INVERNADERO; SANTO TOMÁS LA UNIÓN, SUCHITEPÉQUEZ**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 15 días del mes de mayo del año 2018.

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por darme la vida y la oportunidad de superarme profesionalmente.

Mis padres por su amor, apoyo, educación y como ejemplo a la auto-superación.

Mis hermanos por motivarme.

El ingeniero agosto Israel Solares Rosales y padre Israel Solares de León por brindarme su apoyo y permitirme realizar mi Sistematización de Practica Profesional en la Finca “El Encanto de Mazá”.

A mi padre y asesor M. Sc. Martín Salvador Sánchez Cruz. por su paciencia y asesoría para llevar a cabo mi informe final.

La Licenciada Ligia Patricia Martínez Granados por su incondicional apoyo en la información para el proceso de graduación.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación académica.

DEDICATORIA

A:

DIOS

Por darme razonamiento y sabiduría para entender la vida.

MIS PADRES

Licda. Ana María Camey Martínez de Sánchez., M. Sc. Martín Salvador Sánchez Cruz. Por dedicarme sus vidas, amor y cuidado para que hoy culmine mi carrera.

MIS HERMANOS

Xavier de Jesús y Dulce María Sánchez Camey. por sus buenos deseos, sus consejos y motivación.

MIS AMIGOS

Victor Conrado Rodas Franco, Laura Lissette Von Anshelm Reyes, José Eliezer Chiviliú Pablo por su sincera e incondicional amistad.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
1. INTRODUCCIÓN	ii
2. ANTECEDENTES.....	1
2.1. REVISIÓN DE LITERATURA	1
2.1.1. Cultivo del tomate	1
2.1.2. Descripción	1
2.1.3. Taxonomía	1
2.1.4. Descripción de la variedad de tomate Elios	2
2.1.5. Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate.....	2
2.1.6. Deficiencias nutricionales del tomate.....	3
2.1.7. Fisiopatías.....	3
2.1.8. Principales y plagas, enfermedadesdel cultivo de tomate	3
2.1.9. Sistemas de producción.....	4
2.1.10. Sistema hidropónico “cultivo en arena (sand culture)”	4
2.1.11. Tipo de suelo para el cultivo de tomate	8
2.1.12. Riego por goteo	8
2.1.13. Invernadero.....	8
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA ANFITRIONA.....	9
2.2.1. Localización geográfica	9
2.2.2. Vías de acceso	9
2.2.3. Organización	9
2.2.4. Descripción del área específica de acción en la institución.....	9
3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA.....	11
3.1. NECESIDAD EMPRESARIAL	11
3.2. JUSTIFICACIÓN.....	11

3.3.	EJE DE SISTEMATIZACION	12
4.	OBJETIVOS	13
4.1.	GENERAL.....	13
4.2.	ESPECIFICOS.....	13
5.	PLAN DE TRABAJO	14
5.1	PROGRAMA A DESARROLLAR	14
5.1.1.	Trazo del ensayo	14
5.1.2.	Preparación de sustratos	15
5.1.3.	Plantación	15
5.1.4.	Riego	15
5.1.5.	Aplicación de nutrientes.....	15
5.1.6.	Control preventivo de plagas y enfermedades.....	16
5.1.7.	Tutoreo	16
5.1.8.	Cosecha.....	16
5.1.9.	Registro de costos de producción.....	17
5.1.10.	Registro de plagas y enfermedades	17
5.1.11.	Registro de rendimientos	17
5.1.12.	Registro de los ingresos generados.....	17
5.2.	INDICADORES DE RESULTADO	17
5.2.1.	Monitoreo para la sanidad de las plantas a lo largo de su ciclo productivo	17
5.2.2.	Anotación del tiempo a la cosecha de cada sistema de producción	18
5.2.3.	Clasificación de la calidad de los frutos producidos en función de su diámetro	19
5.2.4.	Calcular la rentabilidad de cada sistema de producción	19
5.3.	CRONOGRAMA	21
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1.	Monitoreo para la sanidad de las plantas a lo largo de su ciclo productivo	22

6.2.	Anotación del tiempo a la cosecha de cada sistema de producción	24
6.3.	Rendimiento y Clasificación de la calidad de los frutos.	25
6.4.	Calcular la rentabilidad de cada sistema de producción	29
7.	CONCLUSIONES	34
8.	RECOMENDACIONES	36
9.	BIBLIOGRAFÍA	37
10.	ANEXOS:	41

ÍNDICE DE CUADROS

1. Requerimientos nutricionales de tomate en Kg/Ha en función del rendimiento esperado.....	2
2. Ventajas y desventajas de la hidroponía sobre el método de producción tradicional en suelo.....	5
3. Monitoreo de plagas y enfermedades	18
4. Calidad de tomates en función de su diámetro.....	19
5. Registro de los costos efectuados en los dos sistemas de producción en Quetzales	20
6. Cronograma de actividades.....	21
7. Incidencia de plagas por fecha en los sistemas de cultivo hidropónico y en suelo....	22
8. Comparación del rendimiento por número de frutos producidos.	25
9. Prueba “t” de student para producción total en función del número de frutos.	25
10. Prueba “t” de student para producción total en Kg.	26
11. Comparación de cálculo de costos por insumos para ambos sistemas de producción.	29
12. Comparación de cálculo de costos de jornales para ambos sistemas de producción.	30
13. Costos totales de producción para ambos sistemas.	31
14. Cálculo de la relación beneficio costo para ambos sistemas de cultivo.	32
15. Síntomas por deficiencia de macro nutrientes en tomate	41
16. Síntomas por deficiencia de micronutrientes en tomate	42
17. Fisiopatías en tomate	43
18. Plagas del cultivo de tomate ácaros	44
19. Plagas del cultivo de tomate insectos y nemátodos	45
20. Enfermedades causadas por hongos en tomate	47
21. Enfermedades causadas por bacterias en tomate	48
22. Virosis en cultivo de tomate.....	49
23. Plan de Manejo del cultivo de tomate en Sistema de Producción en Hidroponía	50
24. Plan de Manejo del cultivo de tomate en Sistema de Producción en suelo.....	57
25. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría cuartilla.....	62

26. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría pequeña.	62
27. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría mediana.	62
28. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría grande.	62
29. Prueba de “t”, número de frutos, categoría cuartilla.	63
30. Prueba de “t” de student, número de frutos, categoría pequeña.	63
31. Prueba de “t” de student, número de frutos, categoría mediana.	63
32. Prueba de “t” de student, número de frutos, categoría grande.	63
33. Tabla de frecuencias de frutos cosechados por días (DDT) y Cuartiles para sistema Hidropónico.	64
34. Tabla de frecuencias de frutos cosechados por días (DDT) y Cuartiles para sistema Tradicional en Suelo.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Organigrama de la finca El Encanto de Mazá	10
2. Croquis de Distribución de disposición de los dos Sistemas de Producción dentro del Invernadero de la Finca El Encanto de Mazá	14
3. Diagrama de Box Plot para comparar el período de cosecha de ambos sistemas.	24
4. Análisis del Suelo del Vivero de la Finca El Encanto de Mazá	61
5. Eliminación de malezas y preparación del suelo del invernadero.	64
6. Alineado de los surcos para instalación del sistema de riego por goteo.	65
7. Cernido de substrato y llenado de bolsas.	65
8. Colocación de bolsas con tierra y con arena blanca en el invernadero.	66
9. Aplicación de ácido clorhídrico para desinfectar e inertizar la arena blanca.	66
10. Transplante de pilones.	67
11. Diversos agroquímicos empleados durante el plan de manejo.	67
12. Colocación de tutores.	68
13. Fertilizante granulado para sistema tradicional	68
14. Primeros frutos inmaduros.	69
15. Clasificación por categorías diamétricas de los frutos cosechados por surco.	69
16. Medición del rendimiento en Kg.	70

PARTICIPACION DE LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE “TOMATE” BAJO INVERNADERO; SANTO TOMÁS LA UNIÓN, SUCHITEPÉQUEZ.

RESUMEN

La diversificación de cultivos como protección contra las fluctuaciones de precios del café es la estrategia adoptada por el administrador de la finca “El Encanto de Mazá”. La producción de hortalizas es una alternativa atractiva pero hace falta evaluar su factibilidad como cultivo protegido. La presente práctica profesional tuvo como objetivo la participación en la evaluación de dos sistemas de producción de tomate bajo invernadero: sistema tradicional en suelo contra el sistema hidropónico. El eje de sistematización fue documentar el proceso productivo del tomate en cuanto a plagas y enfermedades, manejo, producción y rentabilidad. El cultivo protegido bajo invernadero demostró ser efectivo para evitar plagas y enfermedades. La única plaga de interés fue *Phyllocnistis citrella* “Gusano Minador”, la cual fue controlada con una combinación de repelentes orgánicos e insecticidas comerciales. Con respecto a enfermedades las plantas no mostraron síntomas de ninguna infección. Por medio de una prueba de medias se determinó que no hay diferencia significativa entre ambos sistemas de producción tanto en número de frutos producidos como en peso en Kilogramos. Ambos sistemas de producción mostraron un período de cosecha simultáneo. Se determinó por medio de un análisis beneficio costo, que ambos sistemas no fueron rentables. La posibilidad de levantar una cosecha de tomates en las condiciones de la finca, deja abierto el camino para realizar más investigaciones tendientes a optimizar el uso de los recursos para alcanzar la rentabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

La finca “El Encanto de Mazá” se encuentra ubicada en Santo Tomás La Unión, en el departamento de Suchitepéquez a 897 msnm. El clima es templado y húmedo, típico de la boca costa, siendo ideal para el cultivo de Café. La empresa es privada, de carácter familiar y comercializa sus productos en el mercado interno.

Debido a la variabilidad de los precios del café se ha considerado la diversificación de los sistemas productivos, tales como la explotación de ganado lechero a pequeña escala y más recientemente con la introducción de los cultivos de aguacate, macadamia y hortalizas. Particularmente la producción de hortalizas como el tomate es un proyecto atractivo dado que en el mercado local alcanzan precios altos de venta porque los frutos tienen que ser transportados desde los sitios de producción en Quetzaltenango. Debido a las altas precipitaciones que se observan en Santo Tomás la Unión, el cultivo de tomate se ve limitado por la proliferación de hongos y bacterias fitopatógenos. El cultivo protegido de hortalizas en Santo Tomás la Unión no ha sido documentado, por lo que al plantear el proyecto de tomate surgen varias interrogantes sobre cuál será el mejor sistema productivo que pudiera adaptarse a las condiciones del lugar: ¿Logrará completar con éxito, su ciclo productivo el cultivo de tomate en condiciones protegidas bajo invernadero? ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de cultivar tomate bajo invernadero, con el sistema hidropónico o con el sistema tradicional en Suelo?

En la práctica se ejecutó una prueba piloto para responder y documentar las interrogantes anteriores, para el efecto se empleó un invernadero con las dimensiones de 10.84 m de largo por siete m ancho. La mitad del invernadero se manejó bajo el sistema del cultivo hidropónico y la otra mitad bajo el sistema de cultivo en tierra. Los planes de manejo en cuanto a riego y protección vegetal fueron similares para ambos sistemas, difieren en la preparación del sustrato y en el modo de suministro de nutrientes. La evaluación se llevó a cabo de octubre del 2016 hasta a abril del 2017.

2. ANTECEDENTES

2.1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1. Cultivo del tomate

Es conocido comúnmente como tomate o jitomate, pertenece a la familia Solanaceae. Es originario de centro y Suramérica. Su uso se originó en México hace 2,500 años. Y su nombre común proviene de la palabra nahuatl "Tomatl". Actualmente es utilizado alrededor del mundo para preparar diversas comidas ya sea en fresco o procesado como salsas, pastas, puré, deshidratado o enlatado (Gudiel, 2000).

2.1.2. Descripción

Planta herbácea anual o perenne; sistema radicular axonomorfo, la pivotante puede llegar a alcanzar la profundidad de 1.5 m, tallo erguido cilíndrico en plantas jóvenes, a medida que crece y envejece se cae y se vuelve anguloso, puede llegar a medir 2.50 m de altura, se ramifica abundantemente con yemas axilares; las hojas son alternas, el limbo es compuesto y se encuentra fraccionado en siete hasta once folíolos a lo largo del ráquis, el haz es color verde y el envés de color verde grisáceo, penninervias; las inflorescencias se dan de cuatro formas; en racimo simple, cima unípara, cima bípara y cima múltipara; pedicelo corto; cáliz sinsépalo; corola simpétala en la base; androceo compuesto por cinco o más estambres epipétalos y conniventes alrededor del estilo; gineceo súpero, sincárpico por la unión de dos a muchos carpelos, el estilo puede ser más corto o de la misma longitud de los estambres; el fruto es una baya roja, anaranjada, amarilla o morado oscura, casi negra, de tamaño y formas variadas; las semillas se encuentran dentro de un endocarpio mucilaginoso, aplastadas, redondas, alargadas o arriñonadas, de superficie lisa, pueden presentar diferentes tonalidades y con una longitud de tres a cinco mm. (Garza, 1985)

2.1.3. Taxonomía

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae

Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	(<i>Solanum lycopersicum</i> L.) (Cronquist, 1981)

2.1.4. Descripción de la variedad de tomate Elios

Este es un híbrido de crecimiento determinado, su fruto es de color rojo con forma de cilindro alargado, es resistente al ataque de nemátodos y de hongos fitopatógenos de los géneros (*Verticillium* y *Fusarium*). Tiene una altura promedio de 60 cm y posee un follaje verde y resistente, el fruto posee un porcentaje de sólidos solubles de un 5%, de alto rendimiento y sus días aproximados a cosecha son de 90 a 100 días. (Gudiel, 2000)

2.1.5. Requerimientos nutricionales del cultivo de tomate

El cultivo de tomate puede mostrar distintos rendimientos dependiendo del nivel tecnológico empleado, oscila entre las 120 toneladas por hectárea para invernaderos de baja tecnología a 200 o 250 toneladas por hectárea, para invernaderos con tecnología intermedia y 600 toneladas por hectárea para invernaderos de alta tecnología. (Ponce, 2013). En el cuadro uno se muestran los requerimientos nutricionales para producir una tonelada de frutos de tomate por hectárea y para producir 120 y 180 toneladas de frutos por hectárea respectivamente.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de tomate en Kg/Ha en función del rendimiento esperado.

Rendimiento esperado	N	P	K	Mg	Ca
Una ton/Ha	3	0.62	5	0.372	1.23
120 ton/Ha	360	74.40	600	44.640	147.60
180 ton/Ha	540	110.00	900	67.000	222.00

(Moreira, 2007)

2.1.6. Deficiencias nutricionales del tomate

Los nutrientes son elementos que la planta necesita para completar su ciclo biológico. De acuerdo a la magnitud de los requerimientos nutricionales de las plantas los nutrientes han sido catalogados en macronutrientes, nutrientes intermedios y en micronutrientes. Los macronutrientes y los nutrientes intermedios se emplean por el orden de varios kilogramos por hectárea, mientras que de los micronutrientes a veces unos cuantos gramos por hectárea son suficientes. La deficiencia de cualquiera de estos elementos produce trastornos en el crecimiento y desarrollo de la planta impidiendo que la misma complete su ciclo productivo. La mejor manera de determinar las deficiencias nutricionales es por medio de un análisis foliar. Sin embargo la sintomatología en el crecimiento y desarrollo es útil para plantear hipótesis mientras se efectúa el análisis o para tomar una medida correctiva para cuando el tiempo apremia. (FAO, 2013) En los cuadros 15 y 16 en los anexos, se compiló a manera de resumen los síntomas morfológicos por deficiencia de macronutrientes y de micronutrientes en el cultivo del tomate.

2.1.7. Fisiopatías

Las fisiopatías son desórdenes fisiológicos, los cuales pueden ser causados por uno o por la combinación de varios factores tales como la temperatura, la humedad, la radiación solar, la falta o el exceso de nutrientes. Las mismas se manifiestan sin la presencia de agentes patógenos y no son contagiosas, su incidencia se debe principalmente al manejo agronómico. Ver las sintomatologías en el cuadro 17 en anexos.

2.1.8. Principales y plagas, enfermedades del cultivo de tomate

El cultivo de tomate al igual que otros miembros de la familia Solanaceae es muy susceptible al ataque de plagas y enfermedades, además de presentar varias fisiopatías o desórdenes fisiológicos que afectan el desarrollo del fruto (Guatzín, 2010).

Las principales plagas que afectan el cultivo de tomate son la araña roja, araña blanca, mosca blanca, pulgones, trips y nematodos del suelo, ver cuadros 18 y 19 en anexos. En el caso de enfermedades, estas pueden ser fungosas, bacterianas y virales, según su

agente causal. Dentro de las enfermedades fungosas podemos citar a la oídio, la podredumbre gris y la podredumbre blanda sin olor, ver cuadro 20 en anexos. Dentro de las enfermedades bacterianas podemos encontrar a la roña o sarna bacteriana, y la podredumbre blanda con mal olor, ver cuadro 21 en anexos. Finalmente encontramos una plétora de enfermedades virales como el virus del bronceado del tomate, el virus del mosaico del tomate, el virus del enanismo ramificado en tomate y el virus de la necrosis apical, ver cuadro 22 en anexos. (Infoagro, s.f.; Bayer de Mexico, S.A., 2016)

2.1.9. Sistemas de producción

Un sistema en su concepción más general, es un ente conformado por componentes y subsistemas, que se relacionan entre sí para modificar un flujo de entradas y producir un flujo de salidas. Los sistemas se encuentran claramente delimitados en el tiempo y en el espacio. Todos los sistemas funcionan de acuerdo a las leyes de la termodinámica en donde la materia y energía no se crea, ni se destruye, solamente se transforma y éstas transformaciones nunca son 100% eficientes, ya que una parte queda como energía libre, es decir en forma de entropía (Odum & Barrett, 2006).

En la agricultura se consideran agroecosistemas a aquellos que están regulados por el hombre e incluyen dentro de sus componentes al menos un cultivo con la intención de producir bienes de consumo. Los agroecosistemas están altamente determinados por el supersistema económico, el cual define los parámetros de evaluación de la producción. La tecnología se emplea para controlar los factores ecológicos a favor del cultivo hasta donde sea rentable y sea posible cumplir con los parámetros de producción requeridos. La combinación de los requerimientos de producción, del cultivo y las condiciones socioeconómicas del agricultor determinan una diversidad casi innumerable de sistemas de producción (Hart, 1985).

2.1.10. Sistema hidropónico “cultivo en arena (sand culture)”

El significado de la palabra hidroponía significa en griego hidro (agua) y ponos (labor o trabajo). Esta ciencia estudia los cultivos sin suelo a partir de técnicas que le permitan utilizar espacios reducidos, menos agua y elevar los rendimientos. (De León, 2008)

En comparación a la forma tradicional (en suelo), tiene la opción de practicarse en espacios abiertos y cerrados. La hidroponía a diferencia del método de producción tradicional presenta más ventajas que desventajas, ver cuadro dos.

Cuadro 2. Ventajas y desventajas de la hidroponía sobre el método de producción tradicional en suelo

Ventajas	Desventajas
No se necesitan áreas o espacios extensos para obtener una mayor producción.	Se debe tener conocimiento del cultivo que se desea producir.
Los cultivos pueden expresar al máximo su potencial genético.	Asesoría técnica y charlas de capacitación.
Disminuye la mano de obra y los gastos para las operaciones del cultivo y manejo del suelo.	A nivel comercial el gasto de la inversión es relativamente alto.
Permite tener cosechas en contra de la estación y aprovechar estaciones donde el suelo no es apto para la agricultura.	Requiere una alta vigilancia con los hongos, bacterias y contaminación.
Se tiene control sobre la nutrición de la planta y sobre el drenaje y oxigenación de la solución nutritiva.	
Reduce en gran medida la contaminación del medio ambiente y la degradación de los suelos.	

(De León, 2008)

La hidroponía en arena se parece al cultivo convencional en tierra y es el más recomendado para los que se a van a iniciar en hidroponía. Las raíces crecen en un sustrato inorgánico y sólido inerte, ya sea con partículas porosas o no porosas con un diámetro inferior a 3 mm. El tipo de sustrato puede ser de arena, piedras plásticas, etc.

(De León, 2008; Pérez, 2006; Steiner, 2006)

El sustrato es un medio inerte, cumple con proporcionarle a la planta un medio de sostén, proteger la raíz de la luz y funcionar como medio para retener la solución nutritiva. El sustrato debe proporcionar una aireación y un nivel adecuado de humedad, debe ser de bajo costo, estar disponible, ser liviano, fino e inerte. La arena puede emplearse como sustrato media vez sea un material inorgánico que cumple con los 0.2 mm a 2.5 de tamaño ya sea angular o redondo. (De León, 2008).

Según (Guatzín, 2010) el mejor sustrato para los cultivos hidropónicos en las condiciones de San Antonio Suchitepéquez es la arena blanca.

El sustrato debe ser tratado para evitar tener materia orgánica en descomposición que traiga hongos o bacterias que afecten los cultivos con incidencia de enfermedades. La arena blanca puede tratarse con ácido clorhídrico al 1% y luego eliminarse con una lámina de lavado. (Guatzín, 2010; Lavoisier, s.f.)

El suministro de la solución nutritiva se añade continua o discontinuamente por tubos perforados e instalados dentro del sustrato o desde una superficie de goteo o por aspersión. En este sistema la solución no se recupera para poderla usar de nuevo. (Pérez, 2006; Steiner, 2006)

Las soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos son sales fertilizantes que llevan elementos esenciales y que se disuelven en agua para poderse suministrar a las plantas. Para obtener un buen desarrollo de las plantas es necesario la aplicación de los elementos: hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno, cloro y níquel. (Llanos, 2001)

Las soluciones nutritivas son un medio que regula las sales minerales en las plantas. Se deben tener los niveles adecuados de pH y condiciones controladas como la luz y la temperatura para que la solución nutritiva resulte mucho más fértil que el suelo.

A principios del siglo XX investigadores trataron de crear una sola solución nutritiva para el cultivo de las plantas, pero finalmente llegaron a la conclusión de que no se podía crear esa fórmula óptima para todas las plantas. La razón subyace en que los requerimientos nutricionales y la absorción de los nutrientes dependen de muchos factores como la longitud del día, la temperatura y la estación donde se siembre. (Barceló, Rodrigo, García, & Támez, 1980)

El pH de las soluciones pueden mantenerse entre niveles ácidos de hasta por debajo de cuatro a valores de ocho en niveles alcalinos. La mayoría de especies vegetales oscilan entre el cinco al siete de valor de pH, por lo que es necesario que las soluciones nutritivas se establezcan en un nivel óptimo de 6.5 de pH. (Bannister, 1976; Crawford, 1976; Epstein, 1972; Gauch, 1972; Rains, 1976)

Los macronutrientes calcio, potasio y magnesio se suministran en forma catiónica y el nitrógeno, fósforo y azufre en forma aniónica como nitrato, fosfato y sulfato. Los micronutrientes manganeso, hierro, boro, zinc, cloro, cobre y molibdeno se suministra todos en forma catiónica. Las sales empleadas como fuentes de macronutrientes suelen ser fosfato mono amónico, nitrato de calcio y nitrato de potasio y como fuentes de micronutrientes sulfato de magnesio, ácido bórico, sulfato de zinc, sulfato de cobre molibdato de amonio y quelato de hierro. (Arnon, 1950; Hoagland, 1938)

La solución nutritiva de Hoagland (1938) es la referencia principal para la formulación de soluciones nutritivas para hidroponía, consta de dos soluciones madres concentradas, una llamada la solución "A" para macronutrientes y otra la solución "B" para micronutrientes, las cuales se diluyen y mezclan antes de emplearse. Por ejemplo para preparar 10 litros de solución nutritiva se deben mezclar 50 cc de solución "A" con 20 cc de solución "B". La proporción relativa de nitrógeno, fósforo, potasio en la solución final es aproximadamente de 3:1:3.

2.1.11. Tipo de suelo para el cultivo de tomate

El cultivo de tomate puede plantarse a amplia gama de suelos, aunque los mejores resultados son obtenidos en suelos profundos de textura media. El pH debe oscilar entre 5,5 a 6,8. (Callera, 2009),

2.1.12. Riego por goteo

El riego por goteo es un sistema que se encarga de llevar el agua al sistema radicular de las plantas de manera donde no se necesita mojar toda el área del suelo. Este sistema se encarga de suministrar las gotas necesarias que necesita la planta por día. (Ambuleyron, 1995; Fuentes, 1990; Medina, 1988)

2.1.13. Invernadero

Los invernaderos son construcciones altas y herméticamente cerradas con materiales transparentes. Están diseñados para cultivar y proteger temporalmente plantas. El techo de un invernadero puede estar cubierto por plástico, vidrio, fibra de vidrio o laminas corrugadas de policarbonato. Debe de tener aberturas para poder tener una ventilación pasiva. Las paredes frontales y laterales pueden estar cubiertas de los materiales descritos anteriormente o por mallas anti-vectores (insectos). Los invernaderos se caracterizan de las demás protecciones porque son de mayor solidez y suficientemente altos y anchos, con el fin de permitir el desarrollo de la altura del cultivo que se desee sembrar. (Solares, 2016).

Los invernaderos tienen por objetivo la protección y el aprovisionamiento de condiciones adecuadas para el crecimiento y calidad del cultivo. Un invernadero debe cumplir con la protección contra vientos, insectos, enfermedades, lluvia, calor y frío. Los invernaderos son el tipo de sistema más costosos y especialmente si es controlado con sistemas de ventiladores, pared húmeda y control computarizado. (Solares, 2016)

Las ventajas del invernadero son el aumento de la calidad y de los rendimientos, mejor aprovechamiento y ahorro de fertilizantes y agua, un mejor control en plagas y enfermedades. Otras ventajas son que los frutos son más precoces, se puede producir

fuera de temporada y se tiene la posibilidad de obtener más de un ciclo del cultivo. (Solares, 2016)

Las desventajas son la inversión inicial tiene costos elevados, requiere de personal capacitado y costos de operación son muy elevados. (Solares, 2016)

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA ANFITRIONA

2.2.1. Localización geográfica

La finca “El Encanto de Mazá” se encuentra en el municipio de Santo Tomás La Unión Suchitepéquez; colindando al este con Santa Catarina Ixtahuacán (Sololá). Sus coordenadas geográficas son 14°38’31.45” de latitud norte, 91°24’28.57” de longitud oeste, a una altitud de 897 msnm. (Google Earth, 2016).

2.2.2. Vías de acceso

La finca “El Encanto de Mazá” se encuentra a 160 km de la ciudad capital, en la salida de Santo Tomás la Unión a la aldea Guineales. En el kilómetro 158 de la carretera CA-2 en la cabecera del municipio de San Antonio Suchitepéquez se toma el desvío a la carretera departamental 8-N que hacia el norte conduce a Santo Tomás la Unión a 12 kilómetros de distancia. (Google Earth, 2016).

2.2.3. Organización

La finca El Encanto de Mazá es una empresa familiar en donde el señor Israel Solares, Padre de Familia es el dueño y gerente; los hijos participan en las labores de la finca delegándose el puesto de Administrador al Ingeniero Agrónomo Israel Solares hijo. Por debajo del Administrador se encuentra el caporal de la finca y finalmente los trabajadores permanentes y temporales. Ver organigrama en la figura uno.

2.2.4. Descripción del área específica de acción en la institución

El invernadero para el cultivo protegido de hortalizas es un plan piloto para probar la factibilidad del cultivo de hortalizas en la finca el Encanto de Mazá y fue un agroecosistema que se sumó a los ya establecidos. Como se mencionó anteriormente El

manejo del invernadero estuvo a cargo del estudiante practicante y del caporal de la finca con la constante supervisión del administrador. En el área específica donde se llevó a cabo la práctica contó por lo pronto con la construcción de un invernadero y facilidades para riego por goteo.

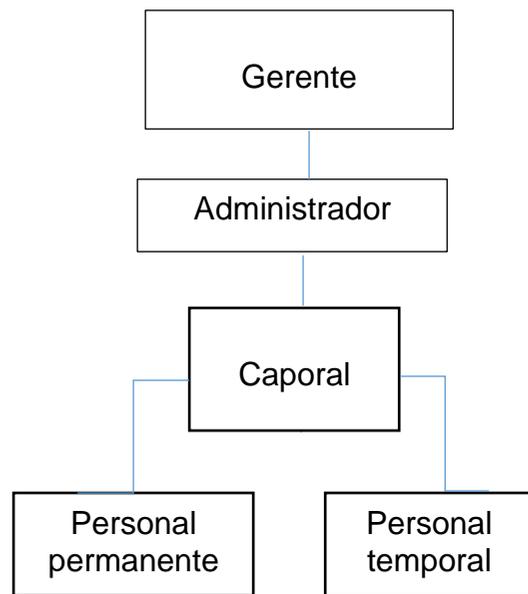


Figura 1. Organigrama de la finca El Encanto de Mazá (Solares, 2016)

3. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA

3.1. NECESIDAD EMPRESARIAL

Debido a la variabilidad que presenta el precio de venta del café el administrador de la finca “El Encanto de Mazá” ha emprendido un proceso de diversificación de cultivos para la generación de ingresos que amortigüen las temporadas en que está bajo el precio de venta del grano de café. Recientemente se han plantado árboles de aguacate y macadamia en las partes más quebradas de la finca reservando las áreas con menor pendiente para el café. En Santo Tomás la Unión no se producen hortalizas debido a que las altas precipitaciones favorecen el ataque de plagas y enfermedades. Todos los vegetales que se consumen en el pueblo deben ser transportados desde Quetzaltenango, Zunil o Almolonga, por lo que alcanzan altos precios de venta. Por lo anterior la administración contempla atractivo el proyecto de producción de hortalizas en cultivo protegido bajo invernadero, particularmente el cultivo de tomate. Expresamente se solicitó participar en la prueba piloto para determinar si el tomate logra completar con éxito su ciclo productivo y cuál sistema de producción es más conveniente, el hidropónico o la plantación directa al suelo.

3.2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de la práctica radica en probar si cultivado bajo invernadero, el tomate logra completar su ciclo productivo; también se comparan las ventajas y desventajas de manejar el cultivo tradicionalmente en tierra con el sistema hidropónico. La práctica se llevó a cabo en la Finca El Encanto de Maza, pero los resultados obtenidos pueden ser extensivos al cantón Mazá y a la cabecera municipal, abarcando aproximadamente a unas 200 familias de agricultores. En cuanto al aporte al conocimiento agrícola, este trabajo es el primero en documentar información técnica sobre el cultivo del tomate en invernadero en Santo Tomás la Unión, sobre plagas y enfermedades, prácticas de cultivo, costos de producción, rendimiento y valoración de los frutos. Este trabajo define lineamientos sobre las mejores opciones para el cultivo del tomate bajo la condición biofísica y social económica de Santo Tomás la Unión. También se abre el camino para futuras investigaciones tendientes a optimizar el uso de los recursos y lograr una rentabilidad aceptable.

3.3. EJE DE SISTEMATIZACION

La sistematización de la práctica giro alrededor de la recopilación ordenada de información de los procesos de producción del cultivo de tomate bajo cultivo protegido en invernadero en la finca “El Encanto de Mazá”.

Para llevar a cabo esta prueba piloto se elaboraron dos programas de manejo para los sistemas de producción hidropónico y de plantación al suelo en donde se detallaron diariamente todas las labores agrícolas a efectuadas desde la plantación hasta la cosecha. Diariamente se tomaron datos de los costos de producción en cuanto a insumos y mano de obra. Semanalmente a medio período entre los controles preventivos se realizaron muestreos de plagas y enfermedades para registrar su presencia e incidencia. Durante la cosecha se llevó un registro en donde se consignó la fecha y el peso de los frutos cosechados por clase diamétrica por sistema de producción; también se llevó un registro del control de los ingresos generados por cada sistema de producción.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Participar en la evaluación de dos sistemas de producción de tomate bajo invernadero en la finca el Encanto de Mazá.

4.2. ESPECIFICOS

Crear un registro de referencia de la incidencia de plagas y enfermedades de las plantas a lo largo de su ciclo productivo.

Caracterizar el inicio y término de la cosecha para cada sistema de producción.

Ponderar el rendimiento y la calidad de la cosecha de cada sistema de producción.

Calcular la rentabilidad de cada sistema de producción.

5. PLAN DE TRABAJO

5.1 PROGRAMA A DESARROLLAR

5.1.1. Trazo del ensayo

La realización de la sistematización de práctica profesional se realizó dentro del invernadero de la finca, cuyas dimensiones fueron cinco m de altura y siete m de ancho por 10.85 m de largo. Considerando que el distanciamiento de siembra fue de un m entre surcos y de 0.30 m entre plantas, se acomodaron cuatro surcos para el sistema de producción en hidroponía y los otros cuatro en sistema de producción tradicional en tierra. Dejando un camino de acceso de un m de ancho en medio de los surcos, cada surco ocupó 34 plantas, las cuales constituirán una repetición. En total cada sistema de cultivo contó con cuatro repeticiones de 34 plantas cada una, haciendo un total de 272 plantas para todo el ensayo. Ver figura dos.

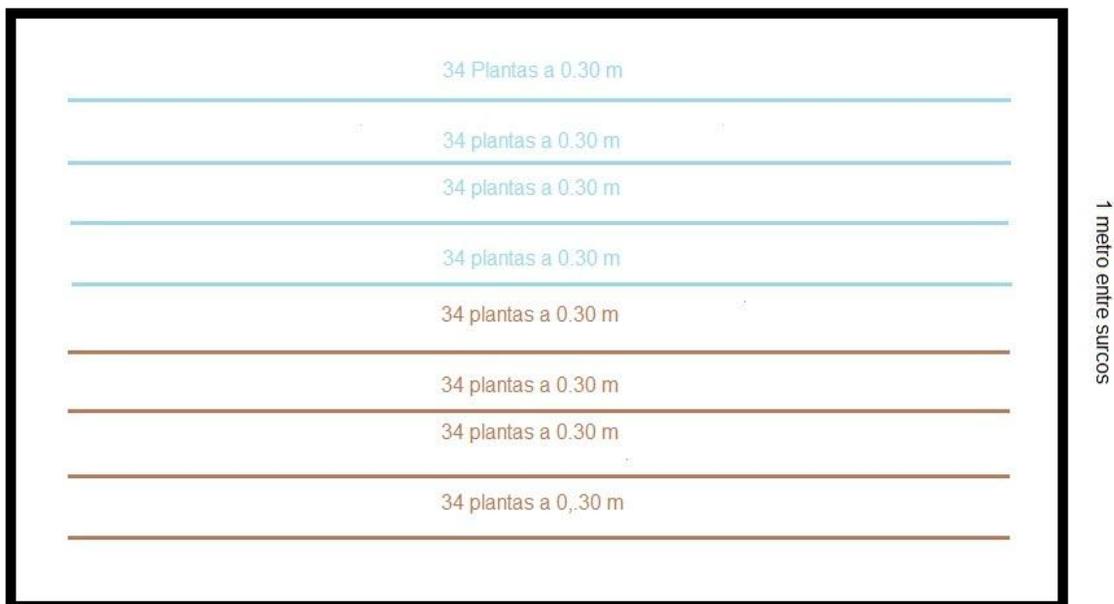


Figura 2. Croquis de Distribución de disposición de los dos Sistemas de Producción dentro del Invernadero de la Finca El Encanto de Mazá

5.1.2. Preparación de sustratos

Para el sistema de producción en hidroponía en cultivo en arena se utilizaron bolsas negras para vivero llenas con arena blanca como sustrato. La arena fue tratada previamente con ácido clorhídrico al uno por ciento para desinfectarla de hongos y bacterias y digerir la materia orgánica (Ver figuras siete, ocho y nueve en anexos). Posteriormente el ácido se eliminó por medio de dos lavados con agua. Las bolsas llenas con la arena tratada se colocaron en hileras de acuerdo a los distanciamientos descritos en el acápite anterior. Finalmente se colocó una manguera de riego con los goteros colocados a cada 0.30 metros, uno para cada bolsa.

Para el sistema de producción tradicional se utilizó la mezcla de tierra y broza del vivero de café, con la cual se llenaron las bolsas negras para almácigo y por último también se colocaron las mangueras para el riego por goteo.

5.1.3. Plantación

Se emplearon pilones comerciales de tomate de la variedad Elios en los dos sistemas de producción. En el sistema de producción hidropónico los pilones se plantaron dentro de las bolsas de vivero llenas con arena blanca como sustrato y en el sistema tradicional en suelo se plantaron los pilones dentro de las bolsas de vivero con la mezcla de suelo y broza preparada y desinfectada para el vivero de café. Se procuró que cada pilón quedara a la par de un gotero de la manguera de riego.

5.1.4. Riego

Durante el ensayo, el riego fue la primera labor del día. El tiempo de riego fue de dos horas, solamente cuando fue necesario se repitió el riego por la tarde. El agua que se empleó para riego fue la que proviene de las tuberías el casco de la finca.

5.1.5. Aplicación de nutrientes

Para el sistema de producción hidropónico se aplicó manualmente 6 días a la semana de domingo a viernes 10cc de solución nutritiva diluida en agua para cada planta. Y para el sistema de producción tradicional en tierra se realizaron cuatro aplicaciones de

fertilizante al suelo y fertilizante foliar a partir de la fecha de plantación, hasta los 70 días, ver figura 13 en anexos.

5.1.6. Control preventivo de plagas y enfermedades

En el sistema de producción hidropónico se aplicó un control preventivo de plagas del follaje, 15 días después de la siembra. A los ocho días después de haberse aplicado el control preventivo de plagas se procedió con la aplicación de un control preventivo de enfermedades del follaje. Cada control preventivo se volverá a realizar a cada 15 días.

A los 15 días después de la plantación se iniciaron los controles preventivos cada 8 días, alternando productos, ver figura 11 en anexos.

Para el sistema de producción tradicional en tierra se aplicó una sola vez un control preventivo de plagas del suelo desde el inicio de la plantación. En cuanto al control preventivo de plagas y enfermedades del follaje son similares a los del sistema de producción en hidroponía.

5.1.7. Tutoreo

La actividad del tutoreo se realizó para los dos sistemas de producción a partir de los 14 días de haberse efectuado la plantación. Los materiales que se emplearon fueron pita plástica blanca y varas de bambú de 1.50 m de altura, ver figura 12 en anexos.

5.1.8. Cosecha

La actividad de la cosecha duró entre de los 70 hasta los 115 días después de la siembra. Se recolectaron los frutos que lograron obtener un color rojo o naranja. La actividad se repitió una vez por semana. Debido a la calendarización de la práctica solamente fue posible levantar los datos del primer corte y ya no fue posible incluir información sobre el segundo corte, ver figura 15 en anexos.

Para más detalles de todas las actividades que diariamente comprenden el manejo agronómico tales como: la preparación del sustrato, plantación, riego, aplicación de nutrientes, control de plagas y enfermedades, colocación de tutores y cosecha consultar

los cuadros 23 y 24 en los anexos, para el manejo hidropónico y el manejo de plantación en suelo respectivamente.

5.1.9. Registro de costos de producción

Se llevó un registro de los costos de la producción, en cuanto a insumos y mano de obra se refiere, desde el momento del establecimiento de los dos sistemas de producción hasta la cosecha del último fruto del cultivo de tomate.

5.1.10. Registro de plagas y enfermedades

Una vez por semana se llevó un registro para el control de plagas y enfermedades a partir del segundo día de siembra, repitiéndose a cada semana hasta culminar el ciclo biológico del cultivo. En caso de encontrarse alguna plaga o enfermedad se registró en una boleta donde se indicó el número de plantas infestadas o infectadas según corresponda, parcela y el sistema de producción donde se encontró y posteriormente se procedió a aplicar un control curativo.

5.1.11. Registro de rendimientos

A partir de los 70 a los 116 días de trasplante se realizaron un registro de rendimientos donde se apuntó el peso en kilogramos de los frutos producidos, por fecha, por diámetro, por parcela y por sistema de producción, ver figuras 16 y 17 en anexos.

5.1.12. Registro de los ingresos generados

Por último se procedió la venta de frutos obtenidos a intermediarios del mercado local que ofrecieran el mejor pago.

5.2. INDICADORES DE RESULTADO

5.2.1. Monitoreo para la sanidad de las plantas a lo largo de su ciclo productivo

A partir de cumplir el segundo día de la siembra se realizó un monitoreo alrededor de las plantas para controlar la presencia de las plagas o enfermedades todas las semanas. Al momento de observar la presencia de una enfermedad o plaga se empleó un muestreo sistemático para determinar su incidencia. La intensidad de muestreo fue de una planta

5.2.3. Clasificación de la calidad de los frutos producidos en función de su diámetro

La evaluación de la calidad de los frutos se llevó a cabo en función de su grado, es decir de acuerdo a su diámetro máximo. A continuación en el cuadro 4 se presenta la clasificación por diámetros para tomates alargados propuesta por la FAO (1989).

Cuadro 4. Calidad de tomates en función de su diámetro

Calidad	Diámetro en mm	Clasificación mercado interno
Primera	57 y más	Grande
Segunda	desde 47 para arriba excluyendo 57	Mediano
Tercera	desde 40 para arriba excluyendo 47	Pequeño
Cuarta	desde 30 para arriba excluyendo 40	Cuartilla

(FAO, 1989), (Solares, 2016)

El primer corte de la cosecha comprendió entre los 85 y 115 días después del transplante. Se cosecharon todos los frutos maduros y solamente quedaron los pequeños frutos inmaduros del segundo corte. El registro de cosecha comprende el rendimiento por sistema de producción, por clase diamétrica y por repetición. Para comparar los resultados se efectuó una prueba de medias independientes con la “t” de Student para el rendimiento total y el rendimiento por clase diamétrica en función del peso y número de frutos. Con el consecuente planteamiento de hipótesis:

H0: Las medias son iguales (Hipótesis nula).

Ha: Las medias son diferentes (Hipótesis alternativa).

5.2.4. Calcular la rentabilidad de cada sistema de producción

Se cuantificaron los costos incurridos en el manejo agronómico en los sistemas de producción. Empleando como efecto la tabla que se presenta en el cuadro cinco a continuación:

Cuadro 5. Registro de los costos efectuados en los dos sistemas de producción en Quetzales

Fecha: _____

Sistema de Producción

Hidroponía

suelo

Actividad: _____

Insumos	Costo unitario	Cantidad empleada	Costo neto

Jornales	Costo unitario	Horas trabajadas	Costo neto

Después de registrar el peso de los frutos cosechados se procedió a su venta con un intermediario del mercado local. Conocidos los costos y los ingresos por ventas se realizó un cálculo de la relación beneficio costo.

A continuación en el cuadro seis se presenta el cronograma de actividades.

5.3. CRONOGRAMA

Cuadro 6. Cronograma de actividades

Actividad	Octubre					Noviembre					Diciembre					Enero					Febrero					Marzo					Abril		
	Semanas																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Preparación de la tierra	X	X	X	X	X	X																											
Preparación del sustrato en bolsas						X	X	X	X	X	X	X	X																				
Desinfección del sustrato															X																		
Desinfección de la tierra															X																		
Plantación															X																		
Tutoreo																	X																
Control de malezas																	X																
Fertilización al suelo															X	X	X	X	X	X													
Control de plagas															X	X	X	X	X	X	X												
Instalación del riego por goteo															X																		
Fertilización foliar																	X	X	X	X													
Monitoreo de plagas y enfermedades															X	X	X	X	X	X	X	X	X										
Monitoreo cosecha																									X	X	X	X	X	X	X	X	
Cosecha																													X	X	X		
Venta																													X	X	X		
Comparación costos de producción																																X	

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Monitoreo para la sanidad de las plantas a lo largo de su ciclo productivo

Las plagas se observaron solamente en los primeros 29 días después del trasplante. Las plagas que incidieron en el sistema hidropónico y el sistema tradicional en tierra fueron (*Phyllocnistis citrella* Sainton) Gracillariidae “Gusano Minador” y un “Chapulín rojo” de la familia Acrididae. En el sistema hidropónico se observó un individuo de (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) Aleyrodidae “Mosca Blanca”. A continuación en el cuadro siete y se indica la incidencia por fecha de las plagas observadas en ambos sistemas de cultivo.

Cuadro 7. Incidencia de plagas por fecha en los sistemas de cultivo hidropónico y en suelo.

Fecha	Sistema Hidropónico			Sistema en suelo		
	<i>P. citrella</i>	Acrididae	<i>T. vaporariorum</i>	<i>P. citrella</i>	Acrididae	<i>T. vaporariorum</i>
03/01/2017	1%	0%	0%	0%	0%	0%
04/01/2017	1%	0%	0%	0%	0%	0%
08/01/2017	4%	1%	0%	4%	0%	0%
09/01/2017	11%	0%	0%	12%	0%	0%
29/01/2017	0%	0%	1%	0%	0%	0%

La plaga que tuvo mayor incidencia en ambos sistemas fue (*P. citrella*). Solamente en el caso de esta plaga fue necesario aplicar un control curativo y no un control preventivo porque los pilones ya venían infestados de la empresa donde se compraron. A continuación se presenta la evolución de la infestación y de las prácticas agrícolas incurridas para lograr su erradicación.

Al tercer día después del trasplante, se observó el ataque de (*P. citrella*) en el sistema Hidropónico con una incidencia del 1%. Como medida curativa al cuarto día se aplicó una infusión de (*Alium sativum* L.) Liliaceae “Ajo” y (*Alium cepa* L.) “Cebolla” Liliaceae en un litro de agua al sistema hidropónico y también al sistema en tradicional en suelo como medida preventiva.

Al octavo día después del trasplante, se observó una incidencia del 4% en ambos sistemas, lo que indica que la aplicación de la infusión de (*A. sativum*) y (*A. cepa*) no logró el control deseado, por lo que en ese mismo día se aplicó el insecticida Beta – Ciflutrina “Baythroid” a una dosis de 100 ml/Ha.

Al día siguiente (noveno día después del trasplante) se observó un incremento exponencial en el sistema hidropónico de un 11% y de un 12% en el tradicional en suelo. Ese mismo día se adoptó una estrategia diferente, primero se aplicó un repelente orgánico a base de (*Chenopodium ambrosioides* (L.) W. A. Weber.) Chenopodiaceae, “Apazote” de (*A. sativa*) y de (*A. cepa*) para inducir la salida de las larvas de (*P. citrella*) al exterior de la hoja y entonces aplicar nuevamente el insecticida químico.

Se observó que el repelente tardó en ejercer su efecto en treinta minutos. Estando las larvas de (*P. citrella*) fuera de la hoja se aplicó inmediatamente el insecticida Beta – Ciflutrina “Baythroid” a una dosis de 100 ml/Ha, lográndose disminuir la incidencia de (*P. citrella*) al 0% durante el resto del ciclo productivo.

Los “Chapulines rojos” de la familia Acrididae fueron eliminados con las aplicaciones de Beta – Ciflutrina “Baythroid” el 08/01/2017 (octavo día después del trasplante).

En el día 29 después del trasplante se encontró un 1% de mosca blanca en el sistema hidropónico, este mismo día se aplicó el insecticida Thiacloprid, Beta-Ciflutrina “monarca” a una dosis de 0.6 l/Ha en ambos sistemas de producción, debido a que en ese día ya estaba programado el control preventivo para el manejo de plagas en ambos sistemas. A partir del día 30 hasta el final del ciclo del cultivo no se observaron más plagas para ambos sistemas. Esto quiere decir que el invernadero fue un buen método de prevención para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate tanto para el sistema hidropónico como para el sistema tradicional en tierra.

6.2. Anotación del tiempo a la cosecha de cada sistema de producción

A continuación se presenta en la figura tres un diagrama de Box plot donde se comparan los datos obtenidos del tiempo a la cosecha entre el Sistema Hidropónico y Sistema Tradicional en Tierra.

El tiempo a la cosecha de ambos sistemas de producción coincide del día 85 al 115 después del trasplante; es decir que se cosecharon los mismos días. Al observar el gráfico de Box Plot indica que el sistema Hidropónico obtuvo el 25% de la producción de frutos a los 97 días después de trasplante, al llegar a los 101 días llevo a obtener el 50% de la producción y el otro 25% de la producción lo obtuvo a los 105 días después del trasplante. En cuanto al sistema tradicional indica que el 25% de la producción de frutos estuvo a los 99 días después del trasplante, el 50% a los 102 días y el otro 25% a los 106 días después del trasplante, ver cuadros 33 y 34 en anexos.

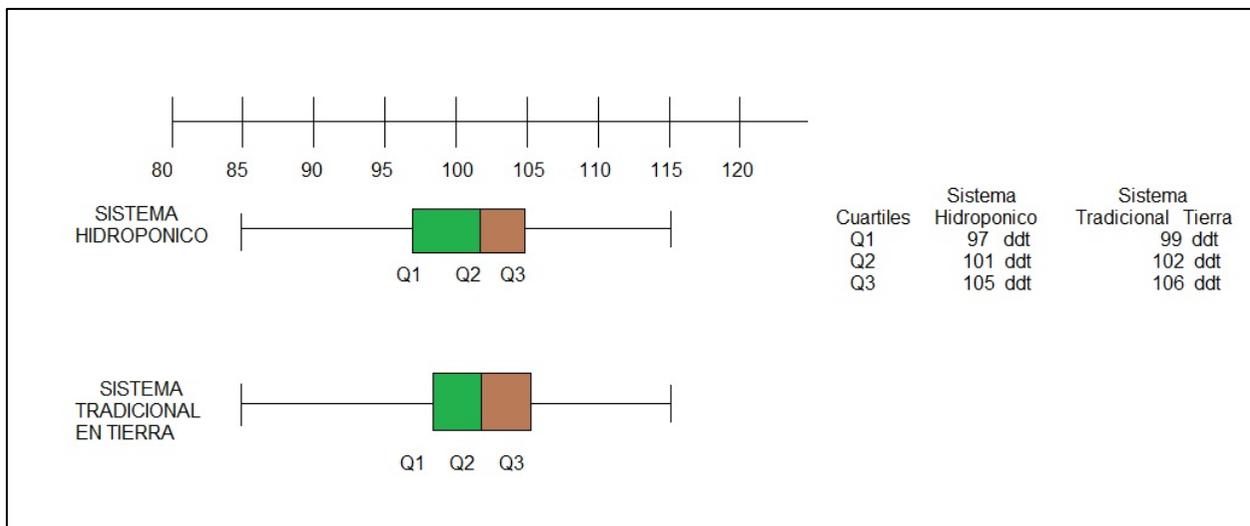


Figura 3. Diagrama de Box Plot para comparar el período de cosecha de ambos sistemas.

La amplitud de los cuadriles de ambos sistemas de producción se traslapa y la diferencia entre las medianas es de un día. Por lo tanto no hay diferencia en el tiempo a la labor de cosecha.

Según las fechas apuntadas en el registro de anotación de cosecha el tiempo que duró la labor de cosecha para el primer corte fue de 30 días para ambos sistemas de producción. Entre los 85 a 115 días después del trasplante.

6.3. Rendimiento y Clasificación de la calidad de los frutos.

A continuación se comparan de los sistemas de producción en función del número total de frutos producidos por categoría en el cuadro 8.

Cuadro 8. Comparación del rendimiento por número de frutos producidos.

CATEGORIA	Sistema Hidropónico	Sistema Tradicional en Tierra
Grande	1	1
Mediana	19	17
Pequeña	108	90
Cuartilla	119	101
Total frutos	247	209
Total kg	12.52	9.36

La mayor parte de los frutos producidos se concentraron en las categorías pequeña y cuartilla, produciéndose muy pocos frutos para las categorías grande y mediana. Para el primer corte se obtuvo un rendimiento promedio aproximado de 11 Kg de frutos por sistema de producción, casi cinco veces menos, de lo que podría esperarse (52 Kg por sistema producción).

Cuadro 9. Prueba “t” de student para producción total en función del número de frutos.

	Variable 1	Variable 2
Media	12.8681098	11.9782324
Varianza	6.43558586	0.97989746
Observaciones	4	4
Estadístico t	0.6535675	
P(T<=t) dos colas	0.53761664	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691185	

En el cuadro nueve se presentaron los resultados de una prueba de "t" de Student para medias independientes y varianzas similares en donde se compara la producción total de ambos sistemas en cuanto al número de frutos cosechados. Dado que la probabilidad es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula que indica que la producción de ambos sistemas en cuanto a número de frutos es igual.

En el cuadro 10 se presentan los resultados de una prueba de "t" de Student para medias independientes y varianzas similares en donde se compara la producción total de ambos sistemas en cuanto a la producción en Kg.

Cuadro 10. Prueba "t" de student para producción total en Kg.

	Variable 1	Variable 2
Media	3130	2331.5
Varianza	1804814	673997.6667
Observaciones	4	4
Estadístico t	1.014339062	
P(T<=t) dos colas	0.349564197	
Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851	

Al igual que en el cuadro nueve, dado que la probabilidad es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula, indicando que el rendimiento en kilogramos fue igual para ambos sistemas de producción. El mismo resultado se obtuvo cuando se comparó la producción de número de frutos y kilogramos para cada una de las clases diamétricas, ver cuadros del 25 al 32 en anexos.

Los resultados anteriores obedecen a diferentes causas, la mayoría circunstanciales, que incidieron en el desarrollo del cultivo a lo largo de la práctica.

- Corrimiento entre el tiempo de la práctica y el establecimiento del cultivo. Por parte de la administración de la finca se decidió modificar el invernadero, pero al ser los recursos limitantes, el proceso se llevó a cabo lentamente, por lo que el establecimiento de la plantación se fue retrasando y para cuando la práctica llegó a su término (tercera semana de abril) solamente se habían levantado los datos

de la primera cosecha, quedando los otros tres cortes sin evaluar. Esto influye en los resultados dado que el primer corte siempre es irregular y de menor rendimiento con respecto a los otros tres (puede representar solamente un octavo del rendimiento total).

- El sustrato para el sistema hidropónico. Siguiendo las recomendaciones de Guatzín (2010) de que el mejor sustrato para el cultivo hidropónico para las condiciones de San Antonio Suchitepéquez es la arena blanca, se decidió emplear la misma para la prueba de los dos sistemas de producción. El problema radicó en la fuente de la arena blanca, ya que la misma se compró en una venta de materiales de construcción que la tenía mezclada con selecto, lo que provocó la compactación del sustrato, dificultando el desarrollo radicular y la infiltración del agua de riego.
- Las plantas sufrieron de estrés por alta temperatura porque al rediseñar el invernadero, no se tomó en cuenta las aberturas para la ventilación y por ahorrar en costos se compró polivinilo y no plástico especial para invernaderos, anti rayos ultra violeta, lo que elevó las temperaturas dentro del invernadero, disminuyendo el cuaje de las flores polinizadas y por ende la producción. La compra de materiales especializados es mas económica que los materiales no especializados pues tienen su incidencia en los rendimientos de producción y en la vida útil de las instaciones.
- Las plantas también sufrieron por estrés hídrico, dado que el oxígeno y el hidrógeno, constituyentes del agua, son nutrientes esenciales para el desarrollo de cualquier cultivo, su carencia disminuye drásticamente su rendimiento. Esto ocurrió porque el riego del invernadero era compartido con el riego del almácigo del café, como el cultivo principal de la finca es el café sus labores tienen prioridad sobre el cultivo del tomate y con frecuencia el caporal cortaba el flujo de agua para el riego del invernadero.

- La disponibilidad de mano de obra. El cultivo del tomate en invernadero tiene dos etapas críticas en donde requiere de abundante mano de obra. La primera es cuando se va a establecer la plantación, la cual incluye la preparación del terreno, y en el caso de la presente práctica, también el llenado, transporte y colocación de las bolsas y su alineación con el sistema de riego por goteo. La segunda es cuando deben colocarse los tutores para el correcto desarrollo de las guías, ya que si se deja pasar esta etapa, la planta quedará con una forma que no le permitirá aprovechar eficientemente la luz solar. Sucedió que la práctica coincidió con el corte de café, por lo que toda la mano de obra se concentró en esta labor y no se atendieron los requerimientos del cultivo del tomate en el momento oportuno, sino que de manera muy lenta y descompasada. Para llevar a cabo estas actividades con eficiencia en el momento oportuno se requiere de la contratación del personal temporal, o en su defecto, si se desea realizar estas tareas con el personal de planta debe programarse en una temporada que no interfiera con las labores culturales del cultivo principal que es el cultivo de café.
- La variedad de tomate. Se planificó plantar la variedad de tomate “Helios” por ser una de las conocidas y apreciadas tanto por los agricultores como por el público consumidor. Para hacer un tutoreo sencillo se pensó emplear la variedad de crecimiento determinado de 80 cm de altura. Para el efecto se compraron los pilones a la empresa Pilones de Antigua para garantizar la pureza varietal, pero las plantas mostraron un crecimiento indeterminado, lo cual aunado con la falta de mano de obra dejó un tutoreo deficiente.
- El drenaje del piso del invernadero. El invernadero se encuentra situado en una terraza que dejó maquinaria pesada cuando se construyó el camino de acceso a la finca el Encanto de Mazá. El horizonte del suelo que quedó expuesto es pedregoso y endurecido y se encharca en la esquina noroccidental del invernadero. Este encharcamiento causó problemas en el sistema hidropónico, ya que la humedad en el suelo subió por capilaridad al sustrato diluyendo y lavando la solución nutritiva, manifestándose deficiencia en azufre con hojas amarillentas y nervaduras rojizas. (Fertilizer Managent SMART!, 2017)

- El uso de la tierra de vivero para el sistema tradicional en suelo. A pesar del análisis de suelos efectuado no se evidenció el nivel cercano al límite de calcio y el exceso de nitrógeno en el suelo, lo que se manifestó en una necrosis apical por deficiencia de calcio en 12 frutos de la categoría cuartilla (10% de los frutos de esa categoría) y en los surcos segundo y tercero la mitad de las plantas mostraron un exceso de nitrógeno, desarrollando un follaje exuberante pero con ausencia de inflorescencias para el primer corte.

6.4. Calcular la rentabilidad de cada sistema de producción

A continuación en los cuadros 11, 12 y 13 se presentan la comparación de costos de producción de cada sistema.

En el cuadro 11 se muestra la comparación entre los gastos generados de cada sistema de producción. Como se puede observar el sistema en el que más se invirtieron insumos fue el sistema Hidropónico en comparación al sistema tradicional en tierra. En el sistema hidropónico se tuvo la necesidad de gastar más en insumos por el elevado costo de la compra de solución nutritiva. Al comparar el costo de la compra de solución nutritiva para el sistema hidropónico versus la compra del fertilizante al suelo del sistema tradicional en tierra, esta resulta ser más cara que el sistema tradicional. Es decir que la forma en que la solución nutritiva tiene un costo mayor al costo de la compra del fertilizante al suelo. Se hubiese podido disminuir los costos de producción para el sistema hidropónico si el insumo de solución nutritiva se reciclara.

Otro costo adicional para el sistema hidropónico es el tratamiento con ácido muriático del sustrato, para el lavado de sales minerales y disolución de partículas de materia orgánica que puedan interferir y desactivar la solución nutritiva.

La diferencia en insumos entre el sistema hidropónico y el sistema tradicional en tierra es de Q 126.22, lo que representa un 70% de los costos del sistema tradicional en tierra.

Cuadro 11. Comparación de cálculo de costos por insumos para ambos sistemas de producción.

Comparación de costos por insumos de producción					
Sistema hidropónico			Sistema tradicional en Suelo		
Insumos	Cantidad empleada	Costo neto	Fungicida	Cantidad empleada	Costo neto
Ácido acetil salicílico	600 gr	Q6.00	Ácido acetil salicílico	600 gr	Q6.00
Tebuconazole	2 cc	Q1.27	Tebuconazole	2 cc	Q1.27
Triadimenol			Triadimenol		
Captan	1 gr	Q0.07	Captan	1 gr	Q0.07
Triazol Metil	14 gr	Q18.75	Triazol Metil	14 gr	Q18.75
Tiofanato			Tiofanato		
Baythroid	1 cc	Q0.10	Baythroid	1 cc	Q0.10
Muralla Delta	2 cc	Q1.12	Muralla Delta	2 cc	Q1.12
Monarca	3 cc	Q1.17	Monarca	3 cc	Q1.17
terbufost	3.5 gr	Q.0.30	Terbufost	3.5 gr	Q0.30
Ajo	40 gr	Q1.00	Ajo	40 gr	Q1.00
Cebolla	222 gr	Q1.00	Cebolla	222 gr	Q 1.00
Apazote	½ ramo	Q2.50	apazote	½ ramo	Q2.50
Solución nutritiva	828 cc	Q200.00	Blaukorn	1.82 Kg	Q80.00
NINGUNO	0	Q0.00	Bayfolan forte	6 cc	Q0.60
variedad helios	136	Q54.40	variedad helios	136	Q54.40
Variedad helios	31	Q12.40	Variedad helios	28	Q11.20
resiembra			resiembra		
Ácido muriático	700 ml	Q4.62	NINGUNO	0	Q0.00
	TOTAL	Q304.70		TOTAL	Q178.48

En el cuadro número 12 se comparan los costos de jornales para cada sistema de producción, el sistema tradicional en tierra demuestra haber tenido mayores costos en comparación al sistema hidropónico. Se observa que los costos por jornales son más elevados porque el precio de la mano de obra es muy cara, Q 86.00 por día.

Cuadro 12. Comparación de cálculo de costos de jornales para ambos sistemas de producción.

Jornales	Sistema hidropónico			Actividad	Sistema tradicional en tierra		
	T	Costo neto			Jornales	T	Costo neto

1	4 h	Q43.00	Preparación del invernadero	1	4 h	Q43.00	Preparación del invernadero
1	46 h	Q499.58	Preparación sustrato	1	45 h	488.70	Preparación mezcla suelo
1	23 min	Q314.94	Riego	1	48 h	Q521.28	Riego
1	108 min	Q124.13	Fertilización (solución nutritiva)	1	8 min	Q1.45	Fertilización suelo
0	0	Q0.00	NINGUNA	1	8 min	Q1.45	Fertilización foliar
1	8 hrs	Q86.88	Tutoreo	1	8 hrs	Q86.88	tutoreo
1	8 min	Q1.45	Fungicidas	1	8 min	Q1.45	fungicidas
1	8 min	Q1.45	Insecticidas	1	8 min	Q1.45	insecticidas
2	240 min	Q43.44	Cosecha	2	240 min	Q43.44	cosecha
TOTAL		Q1,113.99		TOTAL		Q1,189.10	

La diferencia entre ambos sistemas es de Q 75.11 un 6.7% más que el sistema tradicional en tierra. Los dos sistemas de producción coinciden en los costos de preparación del invernadero, llenado de bolsas, colocación de tutores, la aplicación de fungicidas e insecticidas y la cosecha. Pero difieren en los jornales empleados para aplicar la fertilización y el riego, siendo los costos del sistema tradicional en tierra más elevados porque el tiempo de riego fue más prolongado. Como ya se indicó anteriormente el piso del invernadero en el lado del sistema hidropónico presentaba un nivel freático elevado que diluía la solución nutritiva, por lo que se disminuyó el tiempo de riego a 15 minutos, mientras que para el sistema tradicional en tierra el tiempo de riego fue de dos horas. Lo anterior implica el empleo de 8 veces más tiempo para controlar el riego en el sistema de producción en tierra, que en el sistema hidropónico.

Cuadro 13. Costos totales de producción para ambos sistemas.

Sistema Hidropónico		Sistema Tradicional en Suelo	
Costos totales por insumos	Q 304.70	Costos totales por insumos	Q 178.48
Costos totales por Jornal	Q1,113.99	Costos totales por Jornal	Q1,189.10
TOTAL	Q1418.69	TOTAL	Q1367.58

Al obtenerse los costos totales de la producción de cada sistema se mostró que: para el sistema hidropónico se obtuvo un costo total por insumos y jornal de Q1418.69. Y el sistema tradicional en tierra obtuvo un costo total de Q1367.58. En el sistema hidropónico se invirtieron 51.11 un 3.8% más que en el sistema tradicional en tierra. Si el suelo no hubiese tenido afloramientos de agua freática, los costos por pago de jornales en el sistema hidropónico hubiesen sido los mismos que en el sistema tradicional en suelo y entonces la diferencia hubiese sido más elevada debida principalmente a los costos de fertilización.

Los frutos de la primera cosecha de tomate tanto para el sistema hidropónico como para el sistema tradicional en tierra fueron comercializados y vendidos con los intermediarios del mercado de la región de Santo Tomás La Unión. Se tomó el precio que más convenía, este fue de Q 3.50 por libra que al convertirlo en kilogramos tiene un precio de Q 7.7 por kilogramo. En el cuadro 14 se calcula la relación beneficio costo de ambos sistemas de cultivo.

Cuadro 14. Cálculo de la relación beneficio costo para ambos sistemas de cultivo.

Sistema	Producción Total kg	Ingresos	Costo total	B/C
Hidropónico	12.520	Q 96.40	Q 1418.64	0.068
Tradicional en suelo	9.326	Q 71.81	Q 1,367.58	0.052

Con los datos obtenidos de la ganancia del primer corte y los costos totales se procedió a calcular la relación de beneficio/costo para cada sistema de producción. Al final el beneficio costo demostró que ninguno de los dos sistemas de producción es rentable para la producción de tomate bajo condiciones controladas. Vale la pena comentar que si hubiese sido posible incluir las ganancias generadas por los cortes posteriores la relación beneficio costo hubiese mejorado. Por ejemplo si se asume que el primer corte podría representar la octava parte de toda la cosecha, la relación beneficio costo hubiese sido alrededor de 0.5. Aún no sería rentable, pero dadas todas las circunstancias anteriormente descritas deja la posibilidad de repetir la prueba corrigiendo los problemas

encontrados para poder afirmar si conviene o no el cultivo de tomate protegido bajo invernadero en Santo Tomás la Unión, Suchitepéquez.

7. CONCLUSIONES

- La realización de una siembra de tomate bajo invernadero ya sea sistema hidropónico como tradicional en finca “El Encanto de Mazá”, protegió al cultivo de plagas y enfermedades al menos hasta la toma de datos de la primera cosecha. Las plagas que se pudieron registrar fueron tres: (*Phyllocnistis citrella*) Sainton Gracillariidae “Gusano Minador”, un “Chapulines rojos” de la familia Acrididae y (*Trialeurodes vaporariorum*) Westwood Aleyrodidae “Mosca Blanca” en el período comprendido del 3 de enero al 5 de febrero del año 2017 (33 días iniciales).
- Tanto el sistema hidropónico como el tradicional en suelo coinciden con las fechas del primer día de cosecha como para el último. En el gráfico de Box Plot, propuesto para comparar el período de cosecha en ambos sistemas observamos que la amplitud entre el primer y tercer cuadril se traslapan en la mayor parte de su longitud. La diferencia entre el primer, segundo y tercer cuartil en los días de cosecha para ambos sistemas fue de solamente un día, estando adelantado el sistema hidropónico con respecto al sistema tradicional en suelo. Considerando que un día de diferencia es mínimo, se concluye de que no existe diferencia significativa entre ambos sistemas, en cuando al período de cosecha.
- En el primer corte en el sistema hidropónico se cosecharon 247 frutos que acumularon una masa de 12.52 Kg que equivale a un rendimiento de 3.3 toneladas/ Ha . En cuanto al sistema tradicional al suelo fue de 209 frutos que acumularon una masa de 9.36 Kg que equivale a 2.5 toneladas /Ha. En promedio unas 5 veces por debajo del rendimiento estimado para el primer corte de 15 toneladas por hectárea. El diámetro promedio de los frutos del sistema hidropónico fue de 46.8 mm y de 46.7 en el sistema tradicional al suelo quedando los frutos de ambos sistemas clasificados dentro de la categoría pequeña para su comercialización en el mercado interno.

- Para el sistema hidropónico los costos de producción fueron de Q 1,418.64 y los ingresos fueron de Q96.40 obteniendo un beneficio costo de 0.068. para el sistema tradicional en tierra los costos de producción fueron de Q1367.58 y los ingresos fueron de Q71.81 obteniendo un beneficio costo de 0.052 tomando en cuenta solamente los ingresos generados por el primer corte.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda repetir la evaluación del sistema de producción hidropónico contra el sistema tradicional al suelo para la producción de tomate bajo invernadero para las condiciones de la finca El Encanto de Mazá en Santo Tomás la Unión, Suchitepéquez corrigiendo los problemas que incidieron en la merma del rendimiento del cultivo:

- Emplear para la cobertura del invernadero materiales especializados como el plástico anti rayos ultra violeta y no olvidar los espacios para lograr una buena ventilación de la cámara interior.
- Impermeabilizar el piso del invernadero para evitar que el agua freática incida en la concentración de los nutrientes aplicados.
- Programar el cultivo del tomate en una fecha que no coincida con el corte del cultivo del café para contar la mano de obra necesaria o cuando no se cree conflicto en el uso del agua para el riego del almácigo, por ejemplo para la estación lluviosa.
- Cumplir estrictamente el programa fitosanitario para evitar la plagas y enfermedades. Siempre es mejor un control preventivo que un control curativo.
- Para el sistema hidropónico emplear un sustrato que no presente compactación como la arena de río o la grava de cuarzo.
- Para disminuir los costos en el sistema hidropónico se puede emplear un sistema que permita reciclar la solución nutritiva.
- Preparar un sistema de colocación de tutores para plantas con guías de más de dos metros de largo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Ambuleyron, J. (1995). *Métodos de riego presurizados*. Argentina.
- Arnon, D. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. *The water-culture method for growing plants without soil*. Berkeley, CALIFORNIA , estados Unidos: Agricultural Experiment Station.
- Bannister, P. (1976). *Introduction to Physiological Plant Ecology*. Oxford, Inglaterra : Blackwell Scientific Publications.
- Barceló, J., Rodrigo, G. N., García, B. S., & Támez, R. S. (1980). *Fisiología Vegetal*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Bayer de Mexico, S.A. (2016). ENFERMEDADES (Por virus y organismos tipo bacteria) del Chile y Tomate en Mexico. *ENFERMEDADES (Por virus y organismos tipo bacteria) del Chile y Tomate en Mexico* , 49.
- Callera, R. P. (Marzo de 2009). *InfoAgro*. Obtenido de El Tomate Terapeutico: <http://www.infoagro.com/noticias%20/2009/3/5562>
- Crawford, R. M. (1976). Mineral Nutrition . *Plant Structure Function and Adaptation* . The MacMillan Press, Londres : M. A. Hall .
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York: Columbia University Press.
- De León, E. (noviembre de 2008). Hidroponía. *Hidroponía* . Sololá, Sololá, Guatemala : Universidad del Valle de Guatemala.
- Epstein, E. (1972). Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives* . New York : John Wiley and Sons, Inc.
- FAO. (2013). DEFICIENCIAS NUTRICIONALES . *EL CULTIVO DE TOMATE CON BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS EN LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA* , 70.
- FAO. (2013). Identificación y Manejo de las Fisiopatías o Condiciones No Parasitarias en cultivo de tomate. *EL CULTIVO DE TOMATE CON BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS EN LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA* , 70.

- FAO. (1989). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas*. Obtenido de Estandarización y control de calidad: <http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056S02.htm#1>. Estandarización y control de calidad
- Fernandez Cardona, H. H. (2016). Programa de Manejo del Cultivo de Tomate. mazatenango , Suchitepequez, Guatemala.
- Fertilizer Managent SMART! (2017). *SMART! Fertilizer Managent*. Obtenido de El Azufre en Plantas y Suelo: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/sulfur>
- Fuentes, J. (1990). *Curso elemental de riego*. Madrid: 2 ed. Madrid,Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
- Garza, L. (1985). *Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas*. . Chapingo, México.: Departamento de Fitotecnia. UACH.
- Gauch, H. G. (1972). Inorganic Plant Nutrition . *Inorganic Plant Nutrition* . Stroudsburg, Estados Unidos: Dowden, Hutchinson and Ross Inc.
- Goldberg, D. (1976). Drip irrigation. *Drip irrigation* . Israel: Drip Irrigation Scientific Publications. .
- Google Earth. (2016). *Google Earth*. Obtenido de Santo Tomás la Unión, Suchitepéquez, Mazatenango: <https://www.google.com.gt/intl/es/earth/>
- Guatzín, E. A. (2010). Evaluación hidropónica de dos sustratos y tres soluciones nutritivas en chile pimiento (*Capsicum annum*), en la comunidad el Triunfo, San Antonio Suchitepéquez (Trabajo de graduación) Universidad de San Carlos de Guatemala. 97. Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala.
- Gudiel, E. (2000). EVALUACION DE CINCO VARIEDADES DE TOMATE INDUSTRIAL (*Lycopersicum esculentum* Miller) EN LA ALDEA BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA. *EVALUACION DE CINCO VARIEDADES DE TOMATE INDUSTRIAL (Lycopersicum esculentum Miller) EN LA ALDEA BARCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA* . Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Hart, R. D. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

- Hoagland, D. (1938). The water-culture method for growing plants without soil. *The water-culture method for growing plants without soil* . Berkeley, California , Estados Unidos: California Agricultural Experiment Station.
- Infoagro. (s.f.). *InfoAgro.com*. Recuperado el 2017, de El Cultivo del Tomate (parte III): <http://www.infoagro.com/documentos/imprimir.asp?iddoc=18&idcap=3>
- Laserna, S. (s.f.). *AgroEs.es*. Recuperado el 4 de 10 de 2016, de Tomate-Plagas, enfermedades y fisiopatías: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/tomate/340-tomate-plagas-enfermedades-cultivo>
- Lavoisier, A. L. (s.f.). *Untersuchungen über das Wasser*. Didaktischer Dienst. Reihe Reprinta Historica Didactica.
- Llanos, P. H. (18 de mayo de 2001). *que es la solución nutritiva*. Obtenido de La Solución Nutritiva, Nutrientes comerciales, Formulas completas: <http://www.drcalderonlabs.com/Hidroponicos/Soluciones1.html>
- Medina, J. (1988). Riego por goteo. *Riego por goteo, teoría y práctica* . Madrid, España: 3 ed. Madrid, Mundi Prensa.
- Moreira, M. (2007). *Requerimientos nutricionales totales en (Kg/Ha) en tomate en invernadero*. Alajuela: CR, Universidad de Costa Rica, Comunidad personal.
- Odum, E., & Barrett, G. W. (2006). *Fundamentos de Ecología*. México: Cengage Learning Latin America.
- Pérez, G. (2006). Clasificación de los Sistemas y métodos del Cultivo sin tierra y sus características más importantes. *Clasificación de los Sistemas y métodos del Cultivo sin tierra y sus características más importantes* . ULPGC, Biblioteca Universitaria.
- Ponce, P. (14 de agosto de 2013). *Hortalizas.com*. Recuperado el 5 de septiembre de 2016, de Producción de tomates en invernadero en México: <http://www.hortalizas.com/horticultura-prottegida/produccion-de-tomates-en-invernadero-en-mexico/>
- Rains, D. G. (1976). Mineral Metabolism. *Mineral Metabolism* . New York, Estados Unidos: Plant Biochemistry 2a ed., Academic Press.
- Solares, I. (julio de 2016). Antecedentes de la Finca "El encanto de Mazá". (A. Sánchez, Entrevistador)

Solis, A. E. (2 de abril de 2015). *Ing. Abel Estuardo Solis Arriola*. Obtenido de T DE STUDENT PARA MEDIAS INDEPENDIENTES EN EXCEL:

<https://www.youtube.com/watch?v=lg1yj8xsBfE&t=218s>

Steiner, A. A. (2006). *Clasificación de los Sistemas y Metodos del Cultivo sin Tierra y sus Características más Importantes*. 128. ULPGC, Biblioteca Universitaria.

Von Sanchs, J. (1860). *Índice Internacional de Nombres de las Plantas(IPNI)*. *ndice Internacional de Nombres de las Plantas(IPNI)* .

10.ANEXOS:

Cuadro 15. Síntomas por deficiencia de macro nutrientes en tomate

Nutriente	Síntomas por Deficiencia
Nitrógeno	Menor desarrollo en la planta.
	Follaje verde pálido amarillo.
	Tallo y hojas más finas.
Potasio	Disminución de peso y cantidad de frutos.
	Frutos de coloración verde amarillosa alrededor del cáliz.
	Se enrollan las hojas en hélice.
Fosforo	Un exceso de nitrógeno-amoniaco produce toxicidad y sus síntomas se presentan hojas pequeñas, decoloración oscura y quemaduras en los bordes.
	En hojas viejas decoloradas que después presentan necrosis en los bordes.
	Enanismo en la planta.
Fosforo	Afecta en el color del fruto, volviendo zonas de color amarillento en vez de rojo.
	Disminuye la absorción del nitrógeno.
	La planta no puede tener un óptimo crecimiento, floración, fluctuación y crecimiento de los frutos.
Fosforo	Decoloración purpura en hojas jóvenes y en el envés de hojas viejas.
	Las flores llegan a secarse y las inflorescencias que están por formarse tardan en abrirse.

(FAO, 2013)

Cuadro 16. Síntomas por deficiencia de micronutrientes en tomate

Nutriente	Síntomas por Deficiencia
Calcio	En hojas jóvenes presenta decoloración blanquecina. Luego necrosis en el foliolo del primer brote. Causa podredumbre apical en el fruto.
Azufre	Amarillamiento intervenal en hojas Decoloración roja en los peciolo y tallos
Magnesio	Decoloración intervenal en el centro del foliolo
Hierro	Los brotes jóvenes de hoja tienen una apariencia de color amarillo en la parte inferior del foliolo
Molibdeno	Las hojas bajas presentan coloración amarilla pálida Hojas quebradizas
Boro	En las hojas jóvenes dándoles un color de marchitez anaranjado El fruto se presenta con líneas necrosadas del tamaño de un hilo que empieza desde la parte apical hasta el distal del fruto.
Cobre	En hojas jóvenes produce una decoloración intervenal Enrollamiento hacia el envés.
Manganeso	En las hojas medias de la planta aparece un ligero punteado intervenal. En ocasiones severas puede confundirse con clorosis ferrosa.
Zinc	Las hojas producen decoloración intervenal y se parece a la deficiencia de magnesio.

(FAO, 2013)

Cuadro 17. Fisiopatías en tomate

Nombre de la fisiopatía	Observaciones
Asoleamiento o planchado.	En el fruto se forman manchas blanquecinas debido a una exposición excesiva a los rayos solares.
Necrosis apical	<p>Se manifiesta porque en el fruto aparecen zonas circulares de color blanquecino que posteriormente se deprimen y necrosan.</p> <p>Puede ser provocado por desequilibrios en los aportes de agua, excesiva salinidad, bloqueo de absorción de calcio, etc.</p>
Agrietado del fruto.	Se forman grietas longitudinales en torno al pedúnculo que pueden ser debidas a desequilibrios hídricos, cambios de temperatura significativos, pH elevado, humedad excesiva, etc.
Frutos huecos.	Se producen debido a fecundaciones defectuosas provocadas por bajas temperaturas o excesiva dosis de fitorreguladores.
Cuello amarillo.	Aparece una franja amarilla en la base del fruto.
Deformación en frutos.	Pueden estar ocasionadas por temperaturas bajas o por una incorrecta aplicación de auxinas.

(Laserna)

Cuadro 18. Plagas del cultivo de tomate ácaros

Plagas	Hojas	SINTOMAS		
		Frutos	Raíces	Transmisión
(<i>Tetranychus urticae</i> Koch) Acarina: Tetranychidae "Araña roja"	Decoloraciones en formas punteadas o en pequeñas manchas amarillentas en el envés de la hoja.	Se inhibe la floración y fructificación por la reducción del área foliar.		Por el viento a partir la malezas cuando las temperaturas son elevadas y hay escasez de humedad.
(<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks) Acarina: Tarsonemidae "Araña blanca"	Rizado de los nervios en las hojas apicales. Brotes y curvaturas de las hojas desarrolladas. Presenta enanismo y una coloración verde intensa en las plantas.	Se inhibe la floración y fructificación por la reducción del área foliar.		Por el viento a partir la malezas cuando las temperaturas son elevadas y hay escasez de humedad.

Cuadro 19. Plagas del cultivo de tomate insectos y nemátodos

Plagas	Hojas	Síntomas		Transmisión
		Frutos	Raíces	
(<i>Trialeurodes vaporariorum</i> West) Homoptera aleyroidae “Mosca blanca”	Colonizan en el envés de las hojas jóvenes. Se alimentan de la sabia de las hojas produciendo amarillamiento y debilitación en las plantas.	Afecta el desarrollo y de las plantas y consigo la depreciación de los frutos.		Adultos se dispersan durante la estación seca.
(<i>Aphis gossypii</i> Sulzer y <i>Myzus persicae</i> Glover) Homoptera: Aphididae “Pulgón”	Se forman en colonias en el envés de la hoja. Aparición de manchas clorosas amarillentas			Mediante hembras aladas. En época seca y época lluviosa.
(<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande) Thysanoptera Thripidae “Trips”	En el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que después se necrosan	Se inhibe la floración y fructificación por la reducción del área foliar		Dispersión de adultos en época seca y época lluviosa
(<i>Meloidogyne javanica</i> , <i>M. arenaria</i> y <i>M. incognita</i>) <i>Tylenchia Heteroderidae</i> “Nematodos”	Marchitez en color verde en horas de mayor calor, clorosis y enanismo.		Nódulos en las raíces. Obstrucción de vasos e impiden la absorción	Agua en riego. Con el calzado. Con herramientas para

por las
raíces.

preparación
del suelo.

(Infoagro, s.f.)

Cuadro 20. Enfermedades causadas por hongos en tomate

Hongo	Hojas	Síntomas Frutos	Transmisión
<i>(Leveillula taurica</i> (Lév.) G. Arnaud) Erysiphaceae "Odiopsis"	Manchas amarillas en el haz. Necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. La hoja se seca y se desprende.	Se inhibe la floración y fructificación por la reducción del área foliar.	Las solanáceas silvestres le sirven como fuente de inoculo.
<i>(Botrytis cinerea</i> Pers.) en la forma anamórfica o <i>(Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel) en la forma teleomórfica Sclerotinicaeae "Podredumbre gris"	En plántulas produce ahorcamiento. En hojas lesiones pardas.	En flores produce lesiones pardas. En los frutos produce una podredumbre blanda, acuosa en el tejido, donde se puede observar el micelio gris del hongo.	Fuentes de inoculo son las conidias que son que dispersadas por el viento. Restos vegetales Salpicaduras de lluvia, gotas de condensación de en plásticos. Agua de riego a temperaturas entre 17 °C a 23 °C.
<i>(Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib) de Bary.) Ascomicetes Helotiales. Anamorfo. "Podredumbre blanda"	En plántulas produce ahorcamiento. En plantas produce una podredumbre blanda que no desprende mal olor. Lanecrosis de los tejidos afectados deviene en la muerte de la planta. Se cubre de un micelio de color blanco algodonoso hasta el tallo.	Más que todo afecta a los pétalos cuando el apotecio está maduro descarga numerosas esporas	Salpicaduras de lluvia, gotas de condensación de en plásticos.

(Infoagro, s.f.)

Cuadro 21. Enfermedades causadas por bacterias en tomate

Bacteria	Hojas	Síntomas Frutos	Transmisión
(<i>Xanthomonas campestris</i>) (Pammel) Dowson) Xanthomonadaceae "Roña o sarna bacteriana"	En las hojas se forman manchas pequeñas y húmedas. Se hacen circulares e irregulares con márgenes amarillos, translucidas y centros pardos. Tallo se forman pústulas negras o pardas y elevadas.		Se transmite por semillas Se dispersa por lluvia, rocíos, viento, etc. Afecta en zonas cálidas y húmedas
(<i>Erwinia carotovora</i>) (Smith) Yabuuchi et al.) Enterobacteriaceae "Podredumbre blanca"	Se penetra por heridas e invade tejidos medulares podredumbres acuosas y blandas Olor fétido	Podredumbres acuosas y blandas en el fruto. Olor fétido.	En agua, riego y raíces de malas hierbas. Humedad relativa alta y temperaturas entre 25 a 35°C.

(Infoagro, s.f.)

Cuadro 22. Virosis en cultivo de tomate

VIRUS	SINTOMAS			Métodos de lucha
	Hojas	Frutos	Transmisión	
TSW (Tomato Spotted Wilt Virus) "Virus del Tomate Bronceado"	Anillos Clorótico/ne-cróticos. Fuertes líneas sinuosas de color más claro sobre el fondo verde. A veces necrosis apical del tallo.	Manchas irregulares. Necrosis. Manchas redondas de color amarillo y necrosis. En ocasiones anillos concéntricos.	(<i>F. occidentalis</i>) "Trips" (<i>B. tabaci</i>) "Mosca blanca"	Eliminación de malas hierbas. Control de Trips. Eliminación de plantas infectadas. Utilizar fertilizantes nitrogenados para impedir la formación de tejidos suculentos.
TMV (Tomato Mosaic Virus) "Virus del Mosaico del Tomate"	Mosaico verde claro-amarillo. Reducción de crecimiento.	Deformación con abolladuras. Necrosis.	Semillas. Mecánica.	Utilización de variedades resistentes. Evitar la transmisión mecánica. Eliminar plantas afectadas. Utilizar variedades resistentes.
TBVS (Tomato Bushy Stunt) "Virus del enanismo ramificado del tomate"	Clorosis fuerte en hojas apicales.	Manchas cloróticas difusas.	Raíces en el suelo. Semilla.	Eliminación de plantas afectadas. Evitar contacto entre plantas.
TANV (Tomato Apex Necrosis Virus) "Virus de la necrosis apical del tomate"	Necrosis apical.	Manchado anular de los frutos.	Transmisión por injerto. (<i>B. tabaci</i>) (<i>T. abutilonea</i>) "Mosca blanca"	Híbridos tolerantes.

(Infoagro, s.f.), (Bayer de Mexico, S.A., 2016)

Cuadro 23. Plan de Manejo del cultivo de tomate en Sistema de Producción en Hidroponía

PLAN DE MANEJO DEL CULTIVO DE TOMATE EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN HIDROPONIA			
Días	Tiempo	Actividad	Opciones de insumos a emplear
Día 1	1 semana antes de la siembra	Preparación de las bolsas con sustrato	Arena blanca
Día 2	Segundo día de la semana	Colocar tubería para riego	
Día 7	Un día antes	Aplicación de ácido muriático	300 cc de solución diluida/ bolsa con sustrato
		Agua hirviendo	1 lt/ bolsa con sustrato
		Riego	2 horas
		Riego	2 horas
		Aplicación de solución nutritiva	10 cc por planta
Día 8	Día 0	Transplante	Variedad elios
		Riego	2 horas
Día 9	1 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	2 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
Día 11	3 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	4 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
Día 13	5 ddt	Riego	2 horas
		Resiembra	
		solución nutritiva	10 cc por planta
	6 ddt	Riego	2 horas

Día 15	7 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
		Control de plagas del follaje	Confidol, folidol
	8 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	9 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
Día 18	10 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
Día 19	11 ddt	Control de enfermedades	Mancozeb, captan, antracol
		Riego	2 horas
		Solución nutritiva	10 cc por planta
Día 20	12 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	13 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
Día 22	14 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, foliol, abamectin
		Tutoreo	
		Control de malezas	Manual
	15 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Iniciar trabajo de tutoreo	
	16 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
Día 25	17 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta

	18 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	19 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	20 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
Día 29	21 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin
		Control de enfermedades	Mancozeb, antracol, captan
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 hora
	22 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	23 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
Día 32	24 ddt	Solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	25 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	26 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	27 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin
Día 36	28 ddt	Control de enfermedades	Mancozeb, antracol, captan
		Control de malezas	Manual
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	29 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta

		Riego	2 horas
	30 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
Día 39	31 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	32 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	33 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	34 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin
Día 43	35 ddt	Control de enfermedades	Mancozeb, antracol, captan o silvacur
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	36 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	37 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	38 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	39 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	40 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	41 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, foliol, abamectin, monarca
		Control de enfermedades	Mancozeb, captan, antracol

Día 50	42 ddt	Control de malezas	manual
		Riego	2 horas
43 ddt	42 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
44 ddt	43 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
45 ddt	44 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
46 ddt	45 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
47 ddt	46 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
48 ddt	47 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
Día 57	48 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin, monarca
		Control de enfermedades	Mancozeb, captan, antracol
49 ddt	49 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
50 ddt	50 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
51 ddt	51 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
Día 60	52 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
53 ddt	53 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
54 ddt	54 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta

	55 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin, monarca
Día 64	56 ddt	Control de enfermedades	Mancozeb, captan, antracol
		Riego	2 horas
	solución nutritiva	10 cc por planta	
	Riego	2 horas	
	solución nutritiva	10 cc por planta	
	Riego	2 horas	
	57 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
	58 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
Día 67	59 ddt	solución nutritiva	10 cc por planta
	60 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	61 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin, monarca
		Control de enfermedades	Mancozeb, captan, antracol
	62 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
Día 75	63 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
		Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	64 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	65 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	66 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	67 ddt	Riego	2 horas

		solución nutritiva	10 cc por planta
	68 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
	69 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	10 cc por planta
82	70-90 ddt	Riego	2 horas
		solución nutritiva	20 cc por planta
		Monitoreo de cosecha	
		Cosecha	

dat= días antes del trasplante

ddt= días después del trasplante

(Fernandez Cardona, 2016)

Cuadro 24. Plan de Manejo del cultivo de tomate en Sistema de Producción en suelo.

PLAN DE MANEJO DEL CULTIVO DE TOMATE EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN SUELO			
Días	Tiempo	Actividad	Opciones de materiales a emplear
Día 1	1 semana antes de la siembra	Preparación del acolchado del suelo	
Día 2	Segundo día de la semana	Colocar tubería para riego	Tubería para riego por goteo
Día 7	Un día antes	Riego	2 horas
		Control de plagas del suelo	Terbufost
Día 8	Día 0	Transplante	Variedad elios
		Fertilización al suelo	Urea 1 onza/planta a 5 cm prof.
		Riego	2 horas
Día 9	1 ddt	Riego	2 horas
Día 11	3 ddt	Riego	2 horas
Día 13	5 ddt	Riego	2 horas
		Resiembra	
Día 15	7 ddt	Riego	2 horas
		Control de plagas del follaje	Confidol, folidol
Día 18	10 ddt	Riego	2 horas
		Control de enfermedades	Mancozeb, captan, antracol
Día 20	12 ddt	Riego	2 horas
Día 22	14 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, foliol, abamectin

	14 ddt	2da fertilización del suelo	del Triple 15 o 20-20-0	1
	14 ddt	Aporque	onza/planta a 5 cm del tallo	
	14 ddt	Control de malezas	Manual	
	14 ddt	Riego	2 horas	
	14 ddt	Iniciar trabajo de tutorio		
Día	17 ddt	Riego	2 horas	
25				
Día	21 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin	
29				
	21 ddt	Control de enfermedades	Mancozeb, antracol, captan	
	21 ddt	Primera fertilización foliar	Bayfolan forte	
	21 ddt	Riego	2 horas	
Día	24 ddt	Riego	2 horas	
32				
Día	28 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin	
36				
	28 ddt	Control de enfermedades	Mancozeb, antracol, captan	
	28 ddt	Control de malezas	Manual	
	28 ddt	3ra. Fertilización del suelo	Triple 15 o 20-20-0	
	28 ddt	Riego	2 horas	
Día	31 ddt	Riego	2 horas	
39				
Día	35 ddt	2da. Fertilización foliar	Bayfolan forte	
43	35 ddt	Control de plagas del follaje	Confidol, folidol, abamectin	

	35 ddt	Control	de	Mancozeb, antracol, captan o enfermedades silvacur
	35 ddt	Riego		2 horas
Día 50	42 ddt	Control de plagas del follaje	del	Confidol, foliol, abamectin, monarca
	42 ddt	Control	de	Mancozeb, captan, antracol enfermedades
	42 ddt	Control de malezas		Manual
	42 ddt	Riego		2 horas
Día 53	45 ddt	4ta. Fertilización suelo	del	Urea 1 onza/ planta a 5 cm del tallo
Día 57	49 ddt	Control de plagas del follaje	del	Confidol, folidol, abamectin, monarca
	49 ddt	Control	de	Mancozeb, captan, antracol enfermedades
	49 ddt	riego		2 horas
Día 60	52 ddt	3ra. Fertilización foliar		Bayfolan forte
Día 64	56 ddt	Control de plagas del follaje	del	Confidol, folidol, abamectin, monarca
	56 ddt	Control	de	Mancozeb, captan, antracol enfermedades
	56 ddt	Riego		2 horas
Día 67	59 ddt	4ta. Fertilización foliar		Bayfolan forte
Día 75	63 ddt	Control de plagas del follaje	del	Confidol, folidol, abamectin, monarca
	63 ddt	Control	de	Mancozeb, captan, antracol enfermedades
	63 ddt	Riego		2 horas
82	70-90 ddt	Riego		

Monitoreo de cosecha

Cosecha

dat= días antes del trasplante

ddt= días después del trasplante

(Fernandez Cardona, 2016)

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

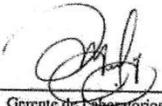
Cliente : MARTIN SALVADOR SANCHEZ CRUZ (12418)
 Persona Responsable : ANA DEL ROSARIO SANCHEZ CAMEY
 Finca : EL CANTA DE MAZA (24899)
 Localización : Santo Tomas La Union, SUCHITEPEQUEZ
 Referencia Cliente : MUESTRA DE SUELO
 Cultivo : TOMATE-Lycopersicon esculentum (51)

Número de orden : 97323
 Código de muestra : 16.08.23.04.04
 Fecha de ingreso : 23/08/2016
 Fecha del informe : 29/08/2016
 Asesor : RECEPCION AGRICOLA

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO	
pH	6.36	5.50	7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.04 dS/m	0.2	0.8
Materia Orgánica (M.O.)	4.08 %	2.0	4.0
C.I.C.e	10.4 meq/100 ml	5.0	15.0
Saturación K	12.45 %	4%	6%
Saturación Ca	77.05 %	60%	80%
Saturación Mg	10.51 %	10%	20%
Saturación AH+H	0.00 %	<	20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo P	< 10.0 X				30 - 75	140 P ₂ O ₅
Potasio K	502.7	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	K ₂ O
Calcio Ca	1596.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1000 -2000	
Magnesio Mg	130.6	XXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre S	< 5.0	XXXX			10 - 100	50 S
Cobre Cu	4.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro Fe	82.8	XXXXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso Mn	4.9	XXXX			10 - 250	4 Mn
Zinc Zn	4.7	XXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio Al	< 8.0 X				< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado: 
 Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:
 Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
 Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.

Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10.1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
 Este informe es válido únicamente en su impresión original



Figura 4. Análisis del Suelo del Vivero de la Finca El Encanto de Mazá

Cuadro 25. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría cuartilla.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	1327.25	862
Varianza	1201376.917	150235.3333
Observaciones	4	4
Grados de libertad	6	
Estadístico t	0.800369108	
P(T<=t) dos colas	0.454012233	
Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851	

Cuadro 26. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría pequeña.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	1488.25	1179.25
Varianza	669521.5833	272932.9167
Observaciones	4	4
Grados de libertad	6	
Estadístico t	0.636587753	
P(T<=t) dos colas	0.547895118	
Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851	

Cuadro 27. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría mediana.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	293.5	273.5
Varianza	9023	10033.66667
Observaciones	4	4
Grados de libertad	6	
Estadístico t	0.289758725	
P(T<=t) dos colas	0.781753525	
Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851	

Cuadro 28. Prueba de “t” de student entre ambos sistemas en Kg, categoría grande.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	21	16.75
Varianza	1764	1122.25
Observaciones	4	4
Grados de libertad	6	
Estadístico t	0.158216565	
P(T<=t) dos colas	0.879476859	

Valor crítico de t (dos colas)

2.446911851

Cuadro 29. Prueba de “t”, número de frutos, categoría cuartilla.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	5.34551703	4.99642059
Varianza	1.56726359	0.38104171
Observaciones	4	4
Estadístico t	0.50020371	
P(T<=t) dos colas	0.63474484	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691185	

Cuadro 30. Prueba de “t” de student, número de frutos, categoría pequeña.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	5.11912524	4.69439696
Varianza	1.05940898	0.61684952
Observaciones	4	4
Estadístico t	0.65610097	
P(T<=t) dos colas	0.53609359	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691185	

Cuadro 31. Prueba de “t” de student, número de frutos, categoría mediana.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	2.15346752	2.03741483
Varianza	0.1501035	0.13192106
Observaciones	4	4
Estadístico t	0.43706069	
P(T<=t) dos colas	0.67735885	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691185	

Cuadro 32. Prueba de “t” de student, número de frutos, categoría grande.

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0.25	0.25
Varianza	0.25	0.25
Observaciones	4	4
Grados de libertad	6	
Estadístico t	0	
P(T<=t) dos colas	1	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691185	

Cuadro 33. Tabla de frecuencias de frutos cosechados por días (DDT) y Cuartiles para sistema Hidropónico.

DDT			Cuartiles	
DDT	Frutos		Q1	Q2
81	89	6	97	101
89	97	38	105	113
97	105	110	113	121
105	113	47	121	0
113	121	0		

Cuadro 34. Tabla de frecuencias de frutos cosechados por días (DDT) y Cuartiles para sistema Tradicional en Suelo.

DDT			Cuartiles	
DDT	Frutos		Q1	Q2
81	89	2	99	102
89	97	10	106	113
97	105	131	113	121
105	113	61	121	0
113	121	0		



Figura 5. Eliminación de malezas y preparación del suelo del invernadero.



Figura 6. Alineado de los surcos para instalación del sistema de riego por goteo.



Figura 7. Cernido de sustrato y llenado de bolsas.



Figura 8. Colocación de bolsas con tierra y con arena blanca en el invernadero.



Figura 9. Aplicación de ácido clorhídrico para desinfectar e inertizar la arenablanca.



Figura 10. Transplante de pilones.



Figura 11. Diversos agroquímicos empleados durante el plan de manejo.



Figura 12. Colocación de tutores.



Figura 13. Fertilizante granulado para sistema tradicional



Figura 14. Primeros frutos inmaduros.



Figura 15. Clasificación por categorías diamétricas de los frutos cosechados por surco.



Figura 16. Medición del rendimiento en Kg.