

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO
EN TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO,
EN LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS,
ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ**

JUAN CARLOS PÉREZ TRUJILLO

GUATEMALA, MARZO 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN TOMATE

BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN LA

UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS,

ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JUAN CARLOS PÉREZ TRUJILLO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL I	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL II	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL III	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	P. Forestal Axel Esaú Cuma
VOCAL V	P. Contador Carlos Alberto Monterroso Gonzáles
SECRETARIO	Ing. Agr. MSc. Edwin Enrique Cano Morales

GUATEMALA, MARZO 2010

Guatemala, Marzo 2010

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación realizado en **TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

JUAN CARLOS PÉREZ TRUJILLO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por la oportunidad de darme otra vez la vida.
Gracias a tus bendiciones esto es posible.

MIS PADRES:

José Humberto Pérez Salazar (†). Por darme los principios y valores que fueron formándome una persona de bien y hoy puedo decirte que se ha cumplido uno de tus deseos en la vida. Te amo papá.

Rosa Delia Trujillo por darme la vida y guiarme por el camino correcto y apoyo incondicional. Gracias por todo. Te amo mamá.

MIS HERMANOS:

En especial a Glenda por su cariño y apoyo incondicional. Te quiero mucho.

Hugo, Sonia, Flory, Nohe, Melvin, Merlin y Gerson
Gracias por estar siempre conmigo en todo. Los quiero mucho.

MIS SOBRINOS:

Que este logro sea de motivación para que sigan adelante y que sus vidas sean de mucho éxito.

MIS CUÑADOS:

Especialmente a Lic. Marco Aurelio Alveño Hernández por su amistad, cariño y apoyo brindado.

Marvin Arriaza, Roy Martínez, Jorge Moya, Lastenia Leiva, y especialmente a Mario Benildo Álvarez (†) por su cariño, consejos y apoyo, se los agradezco infinitamente.

A UNA PERSONA MUY ESPECIAL: Wendy Lizeth Enríquez Calles, por se parte muy importante en mi vida. Te quiero mucho.

MIS AMIGOS: Mauricio Franco, Luis Córdón, Antonio Castellanos, Ángel Valle, Luis Hernández, Estuardo Vela, Carlos Martínez, Giovanni Portillo, Edy Rosales, Antonio Rodríguez, Carleone Izaguirre, Rodrigo Menéndez, Fernando Cabrera, Gustavo Días, Otto Moscoso, José Moran, Mardoqueo y Jeremías Rodríguez, Wilfo Umaña por todos los buenos momentos compartidos y por estar siempre conmigo en las buenas y malas. Dios los bendiga.

MIS AMIGAS: Marissa Montepeque, Irene Muñoz, Ingrid López, Karla Martínez, Ana Morales, Lisbeth Franco, Heidy Moscoso, Silvia Jiménez, Karen Marroquín, Gaby Ayala. Por su amistad y cariño invaluable.

FAMILIA FRANCO ROSALES: Por su apreciable cariño y amistad.

FAMILIA CONDÓN SIGUI: En especial a Sra. Antonieta Sigui, por su colaboración y apoyo en mi vida.

FAMILIA VALLE PEREZ: Por su aprecio y cariño brindado.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS: Por darme la oportunidad de culminar mi carrera.

MI FAMILIA: Por este triunfo, porque sin ellos no se llevaría a cabo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: Por darme la oportunidad en la formación de mi carrera profesional.

FACULTAD DE AGRONOMÍA: Por las enseñanzas impartidas durante el proceso de mi formación profesional.

ESCUELA DE AGRICULTURA DEL NORORIENTE -EANOR- : Por ser parte inicial en la formación de mi carrera profesional.

MORALES, IZABAL: Por dame la oportunidad de crecer en un bello lugar.

AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. MSc. Iván Dimitri Santos Castillo: Por su asesoría y apoyo técnico en la investigación.

Ing. Agr. Víctor Hermogenes Castillo Díaz: Por haberme supervisado y orientado a lo largo del ejercicio profesional supervisado.

Los ingenieros: Heberto Rodas, por su valiosa colaboración en los análisis químicos de los sustratos. Christofer Ardón, por su ayuda y apoyo en el análisis estadístico de mi investigación.

Sr. Rosendo Chávez: Por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado, en la unidad productiva San Pedro las Huertas.

Sra. Regina Equite: Por su apoyo brindado durante la realización de mi ejercicio profesional supervisado.

Al personal de la unidad productiva San Pedro las Huertas por ayudarme en la realización de mis servicios e investigación agrícola. Y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE GUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi

CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO REALIZADO EN LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ 1

1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 San Pedro las Huertas.	3
1.2.1.1 Localización	3
1.2.1.2 Zona de vida	3
1.2.1.3 Condiciones de suelo.....	3
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 General	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Obtención de la información primaria.....	7
1.4.2 Información general.....	7
1.4.3 Caminamiento y observación	8
1.4.4 Recursos	8
1.5 RESULTADOS	9
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	13

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE	
(<i>Solanum lycopersicum</i>, Miller), Y TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS, EN	
INVERNADERO DE BAJA TECNOLOGÍA, SAN PEDRO LAS HUERTAS,	
ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ. 14	
2.1	PRESENTACIÓN 15
2.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... 17
2.3	MARCO CONCEPTUAL 18
2.3.1	Tomate 18
2.3.1.1	Origen 18
2.3.1.2	Taxonomía 18
2.3.1.3	Morfología 18
2.3.1.4	Plagas del tomate 21
2.3.1.5	Enfermedades del tomate 22
2.3.1.6	Virosis en tomate 22
2.3.1.7	Valor nutritivo 23
2.3.2	Principales departamentos productores de tomate en Guatemala..... 25
2.3.3	Comportamiento de la producción nacional del tomate en Guatemala 25
2.3.4	Producción nacional de tomate bajo invernaderos 26
2.3.5	Importancia económica 27
2.3.6	Aspectos económicos 27
2.3.7	Aspectos de mercado..... 28
2.3.8	Precios 29
2.3.9	Sustrato 30
2.3.10	Tipos de sustratos 31
2.3.11	Clasificación de los sustratos según sus propiedades 31
2.3.11.1	Sustratos químicamente inertes..... 31
2.3.11.2	Sustratos químicamente activos 31
2.3.12	Sustratos orgánicos..... 31
2.3.12.1	Materiales inorgánicos o minerales..... 31
2.3.13	Descripción general de algunos sustratos..... 32
2.3.13.1	Tierra volcánica..... 32
2.3.13.2	Corteza de pino..... 32
2.3.13.3	Turbas..... 33
2.3.13.4	Fibra de coco 34
2.3.14	Sustratos artificiales 34
2.3.15	Antecedentes 35
2.4	MARCO REFERENCIAL 36
2.4.1	San Pedro las Huertas. 36

2.4.1.1	Localización	36
2.4.1.2	Zona de vida	36
2.4.1.3	Condiciones de suelo	36
2.4.2	Características de los híbridos de tomate evaluados	37
2.4.2.1	Aegean.....	37
2.4.2.2	Badro	37
2.4.2.3	Elpida	37
2.4.2.4	Gloria	37
2.4.3	Características de los sustratos evaluados	38
2.4.3.1	Sustrato orgánico (Peat mary)	38
2.4.3.2	Suelo.....	38
2.4.3.3	Sustrato orgánico	38
2.5	OBJETIVOS	39
2.5.1	General	39
2.5.2	Específicos	39
2.6	HIPÒTESIS	40
2.7	METODOLOGÍA.....	41
2.7.1	Metodología experimental	41
2.7.1.1	Tratamientos	41
2.7.1.2	Diseño experimental	42
2.7.1.3	Manejo del experimento	42
2.7.2	Variables de respuesta agronómicas	44
2.7.2.1	Rendimiento total	44
2.7.2.2	Peso de los frutos	44
2.7.2.3	Diámetro de fruto	44
2.7.2.4	Color de fruto	45
2.7.2.5	Firmeza del fruto	45
2.7.3	Variables respuestas de las principales propiedades físicas y químicas de los sustratos evaluados.....	46
2.7.3.1	Propiedades físicas.....	46
2.7.3.2	Densidad aparente (Da)	46
2.7.3.3	Espacio poroso total (EPT)	46
2.7.3.4	Agua fácilmente disponible (AFD).....	47
2.7.3.5	Humedad volumétrica	47
2.7.3.6	Capacidad de aireación (CDA).....	47
2.7.3.7	Mojabilidad (M).....	48
2.7.3.8	Propiedades químicas.....	48
2.7.3.9	Disponibilidad de nutrientes	48
2.7.3.10	pH	48
2.7.3.11	Salinidad	49

2.7.3.12	Relación carbono/nitrógeno (C/N).....	49
2.7.3.13	Contenido de materia orgánica (MO).....	50
2.7.4	Análisis de la información.....	50
2.7.4.1	Análisis estadístico.....	50
2.7.4.2	Análisis económico.....	50
2.8	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
2.8.1	Caracterización de los sustratos evaluados.....	51
2.8.1.1	Características físicas.....	51
2.8.1.2	Características químicas.....	52
2.8.2	Análisis de las variables evaluadas.....	52
2.8.2.1	Rendimiento total.....	52
2.8.2.2	Diámetro de fruto.....	55
2.8.2.3	Peso de los frutos.....	57
2.8.2.4	Color de fruto.....	59
2.8.2.5	Firmeza de fruto.....	60
2.8.3	Análisis económicos.....	60
2.9	CONCLUSIONES.....	63
2.10	RECOMENDACIONES.....	64
2.11	BIBLIOGRAFÍA.....	65
2.12	ANEXOS.....	68

CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.....77

3.1	PRESENTACIÓN.....	78
3.2	MANEJO AGRONÓMICO DE 5,400 PLANTAS DE TOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM MILLER</i>) VARIEDAD GLORIA, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.....	79
3.2.1	OBJETIVOS.....	79
3.2.1.1	General.....	79
3.2.1.2	Específico.....	79
3.2.2	METODOLOGÍA.....	80
3.2.2.1	Preparación del terreno.....	80
3.2.2.2	Preparación de los surcos.....	80
3.2.2.3	Desinfestación de suelo.....	80
3.2.2.4	Colocación del plástico.....	80
3.2.2.5	Trasplante.....	80

3.2.2.6	Riego.....	80
3.2.2.7	Tutorado.....	81
3.2.2.8	Destallado	81
3.2.2.9	Deshojado	81
3.2.2.10	Despunte de inflorescencia y aclareos de frutos.....	82
3.2.2.11	Fertirriego.....	82
3.2.2.12	Control de malezas	82
3.2.2.13	Control de plagas	82
3.2.2.14	Cosecha.....	82
3.2.3	RESULTADOS	83
3.2.4	EVALUACIÓN	87
3.3	CAPACITACIÓN SOBRE EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS SAN PEDRO LAS HUERTAS Y SAN PEDRO EL PANORAMA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.....	88
3.3.1	OBJETIVO.....	88
3.3.1.1	General	88
3.3.1.2	Específico.....	88
3.3.2	METODOLOGÍA.....	88
3.3.3	RESULTADOS	89
3.3.4	EVALUACIÓN	90
3.4	CAPACITACIÓN SOBRE LAS PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL TOMATE (<i>SOLANUM LYCOPERSICUM MILLER</i>) EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS SAN PEDRO LAS HUERTAS Y SAN PEDRO EL PANORAMA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.....	90
3.4.1	OBJETIVOS	90
3.4.1.1	General	90
3.4.1.2	Específico.....	90
3.4.2	METODOLOGÍA.....	91
3.4.3	RESULTADOS	92
3.4.4	EVALUACIÓN	93

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Matriz de comparación de pares. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	9
Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	9
Cuadro 3. Matriz FODA.....	10
Cuadro 4. Matriz Maxi-maxi y Mini-mini	10
Cuadro 5. Valor nutritivo medio del tomate por 100 g de producto comestible	23
Cuadro 6. Producción de tomate en algunos países.....	24
Cuadro 7. Aspectos productivos, área, producción y rendimiento.....	26
Cuadro 8. Comercio exterior, período 2001/2007.	28
Cuadro 9. Precios promedio de tomate grande de primera (quetzales/caja de 45 a 60 lb), pagado al mayorista en el mercado La Terminal.....	30
Cuadro 10. Propiedades de las turbas	33
Cuadro 11. Propiedades de la perlita.	34
Cuadro 12. Ensayo con variedades de tomate.....	35
Cuadro 13. Tratamientos.....	41
Cuadro 14. Aleatorización de tratamientos	41
Cuadro 15. Clasificación del color del fruto de tomate según IPGRI.....	45
Cuadro 16. Clasificación de la firmeza del fruto de tomate según IPGRI	45
Cuadro 17. Métodos utilizados en el laboratorio para determinar la disponibilidad de nutrientes y pH de los sustratos.	49
Cuadro 18. Características físicas de los sustratos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	51

Cuadro 19. Características químicas de los sustratos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	52
Cuadro 20. Análisis de varianza para las variables rendimiento (Kg/ha), diámetro (cm) y peso de fruto de los tratamientos evaluados (sustratos e híbridos). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez	53
Cuadro 21. Color de frutos de los híbridos evaluados según IPGRI. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	59
Cuadro 22. Firmeza de frutos de los híbridos evaluados según IPGRI. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez	60
Cuadro 23. Relación beneficio – costo para cada uno de los tratamientos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez	61
Cuadro 24 A. Costos de producción para los híbridos evaluados en condiciones de invernadero. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez	68
Cuadro 25 A. Rendimiento medio g/fruto, cm/fruto, kg/planta y Kg/ha para cada uno de los híbridos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	69
Cuadro 26 A. Procedimiento para determinar las características físicas de los sustratos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	70
Cuadro 27 A. Diámetro de frutos de los híbridos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez	71
Cuadro 28 A. Peso de frutos de los híbridos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez	72
Cuadro 29 A. Prueba de medias Tukey para la variable rendimiento de fruto de los híbridos evaluados (kg/ha). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	73
Cuadro 30 A. Prueba de medias Tukey para la variable diámetro de fruto en los sustratos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	73

Cuadro 31 A. Prueba de medias Tukey para la variable diámetro de fruto en los híbridos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	73
Cuadro 32 A. Prueba de medias Tukey para la variable peso de fruto en los híbridos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez	74
Cuadro 33 A. Prueba de medias Tukey para la variable peso de fruto en los sustratos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	74
Cuadro 34 A. Programa de fertirriego para tomate	76
Cuadro 35. Producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria en Kg. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	83
Cuadro 36. Cosecha de producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria.....	85
Cuadro 37. Producción de tomate variedad Gloria de otro invernadero. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapas de Series de Suelos de Sacatepéquez.....	4
Figura 2. Mapa de Taxonomía de los Suelos de Sacatepéquez	5
Figura 3. Árbol de Problemas. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	11
Figura 4. Precio promedio de tomate de primavera (CEMA). 2007	29
Figura 5. Precio de tomate de primavera de (CEMA). 2008.....	30
Figura 6. Rendimiento de los híbridos y sustratos evaluados (Kg/ha). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	52
Figura 7. Rendimiento de los híbridos evaluados (Kg/ha). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	54
Figura 8. Diámetro de fruto en los sustratos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	55
Figura 9. Diámetro de fruto en los híbridos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	56
Figura 10. Peso de frutos en los híbridos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	57
Figura 11. Peso de frutos en los sustratos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	58
Figura 12 A. Resultados de los análisis químicos de los sustratos orgánicos, realizados en el laboratorio de suelos de la FAUSAC.....	75
Figura 13. Producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	83
Figura 14. Porcentaje de producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	84
Figura 15. Porcentaje de producción de tomate variedad Gloria de otro invernadero. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.	86

Figura 16. A y B. Capacitación sobre el manejo y uso seguro de plaguicidas agrícolas. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	89
Figura 17. C y D. Capacitación sobre el manejo y uso seguro de plaguicidas agrícolas. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	89
Figura 18. Capacitación sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo de tomate. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	92
Figura 19. B y C. Capacitación sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo de tomate. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	92
Figura 20. D) Demostración de una parte vegetativa del tomate con síntomas de enfermedad. E) Observación de plantas con síntomas de enfermedad. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	93

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, EN LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.

RESUMEN

La producción de *tomate* (*Solanum lycopersicum*, Miller) en condiciones protegidas incrementa el rendimiento y calidad del fruto. Por lo que ha sido un gran generador de ingresos importantes para los productores bajo condiciones de invernadero.

La unidad productiva San Pedro las Huertas, cuenta con una extensión de 1.4 hectáreas, donde el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero es una de las principales actividades, debido a su potencial de mercado. Además cuenta con las adecuadas condiciones edafoclimáticas e infraestructuras de invernaderos para producir tomate de buena calidad y fuera de la estación natural.

En las actividades realizadas durante el tiempo de Ejercicio Profesional Supervisado en la unidad productiva San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez en el periodo de agosto 2008 a mayo 2009, se realizó un diagnóstico con el objetivo de identificar la situación actual de la unidad productiva, determinando los principales problemas que limitan la producción de tomate bajo invernadero y lograr jerarquizarlos, para luego plantear las posibles soluciones para que la unidad productiva sean de mejor producción.

Mediante la técnica del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) del diálogo semi-estructurado se realizó el diagnóstico, dando como resultado a varios problemas que limitan la producción de tomate, entre estos la presencia de plagas y enfermedades del suelo, la aplicación irracional de plaguicidas, personal no capacitado lo que resulta de todo esto a la falta de asistencia técnica. En base a lo anterior se desglosa la investigación y los servicios prestados en la unidad productiva.

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar el potencial de productividad de cuatro híbridos de tomate en tres diferentes sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

En el rendimiento se encontraron diferencias estadísticas para el factor B (híbridos). El híbrido Aegean (H1) produjo los mayores rendimientos con una producción de 90,026 Kg/ha. Para las variables diámetro y peso de fruto se encontraron diferencias estadísticas de forma independiente para cada factor evaluado (sustrato e híbrido) sobresaliendo el híbrido Aegean (H1) y el sustrato orgánico, con diámetros de 6.68 cm y pesos de 180 g por fruto. Para las variables color y firmeza los híbridos, Aegean (H1) Badro (H2) y Elpida (H4) presentaron mayor firmeza y color rojo.

En los servicios realizados en la unidad productiva fue el manejo agronómico de 5,400 plantas de tomate variedad Gloria donde se logró una producción total de 20,094.09 Kg. Se subió el porcentaje de primera un 6%, el de segunda 1% y se disminuyó el porcentaje de tercera y cuarta 3% y 2% respectivamente en comparación con la producción de otro invernadero con la misma variedad.

Otros de los servicios realizados fue la capacitación a todo el personal laboral sobre las principales plagas y enfermedades del tomate y sobre el manejo y uso seguro de plaguicidas agrícolas.



1.1 PRESENTACIÓN

Antigua Guatemala municipio de Sacatepéquez, que se encuentra a 45 km de la ciudad capital, con las coordenadas de 14° 32` 15`` latitud norte y 90° 36` 35`` longitud oeste, a una altura de 1,300 msnm.

San Pedro las Huertas, se encuentra en las coordenadas 14.53° (14° 32` 34") de latitud norte y 90.73° (90° 44` 11") longitud oeste, cuenta con 1.4 hectáreas donde el cultivo de tomate manzano bajo condiciones de invernadero es una es una de las principales actividades.

El objetivo de este diagnostico es identificar la situación actual de la unidad productiva, determinar los principales problemas que limitan la producción de tomate y lograr jerarquizarlos, luego plantear las posibles soluciones para que la unidad productiva sean de mejor producción.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 San Pedro las Huertas.

1.2.1.1 Localización

Se encuentra en las coordenadas 14.53° (14° 32` 34”) de latitud norte y 90.73° (90° 44` 11”) longitud oeste, su altura sobre el nivel del mar es de 1,533 metros. Se encuentra en las faldas del Volcán de Agua y a una distancia de dos kilómetros de La Antigua Guatemala (5).

1.2.1.2 Zona de vida

Según de la Cruz (1), se encuentra comprendida dentro de la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, con una temperatura promedio de 24°C, mínima de 13°C y máxima de 28°C, su precipitación media anual es de 1,000 mm, con una humedad relativa promedio de 79%.

1.2.1.3 Condiciones de suelo

Según Simmos (4), la fisiografía los suelos pertenecen a las tierras altas volcánicas y geomorfológicamente constituyen zona volcánica, cerros de cima redonda y valle aluvial, los suelos son cafés, poco profundos y bien drenados, con textura franco a franco arcillosa, los suelos pertenecen a la serie de suelos Alotenango.

San Pedro las Huertas pertenece a la taxonomía de suelos Andisoles, que son suelos que se originan a partir de cenizas volcánicas, que sufren un proceso de meteorización lento, por lo que son suelos bien estructurados que propician el buen drenaje, pero a la vez, presentan una buena retención de humedad.

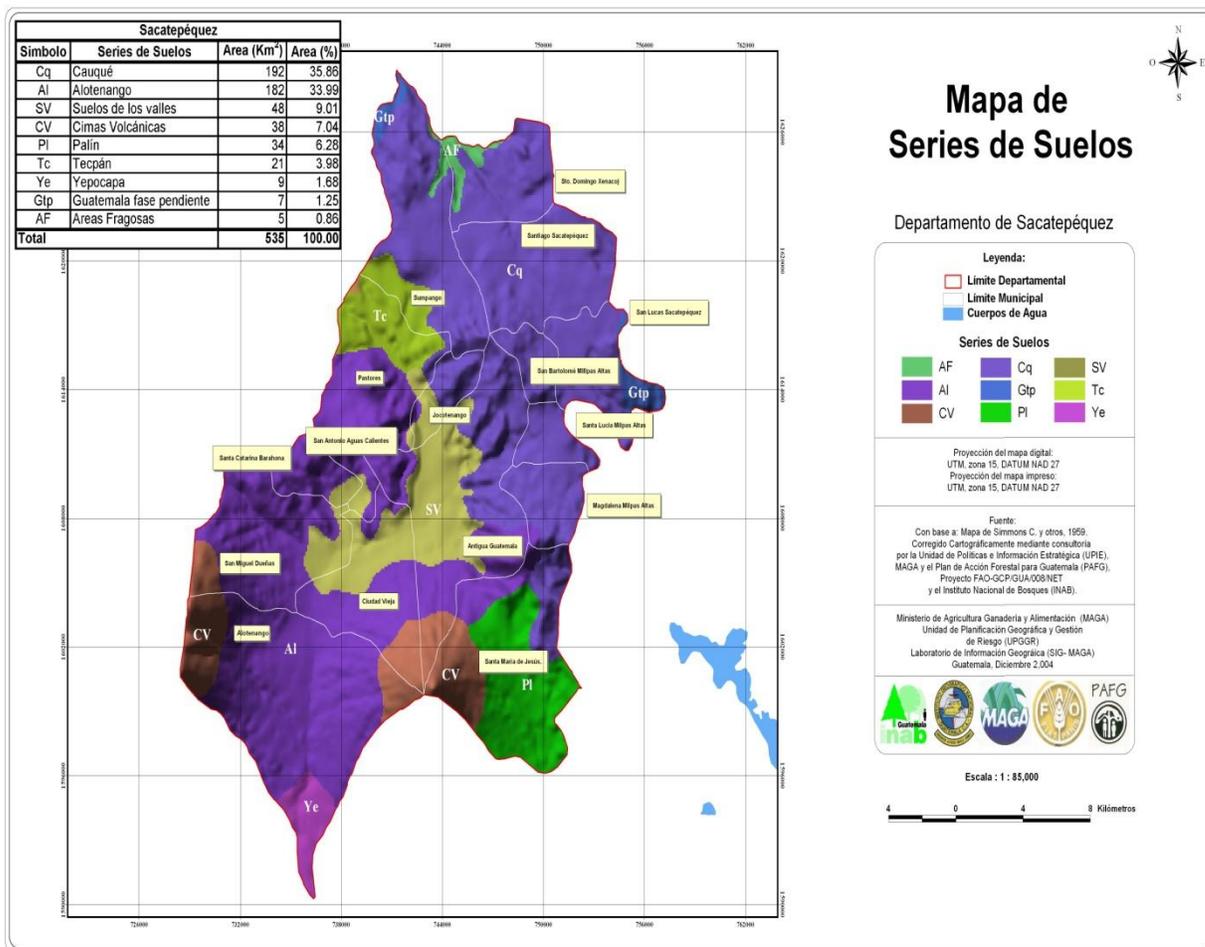


Figura 1. Mapas de Series de Suelos de Sacatepéquez

FUENTE: MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:85,000. Guatemala. 1 CD (3).

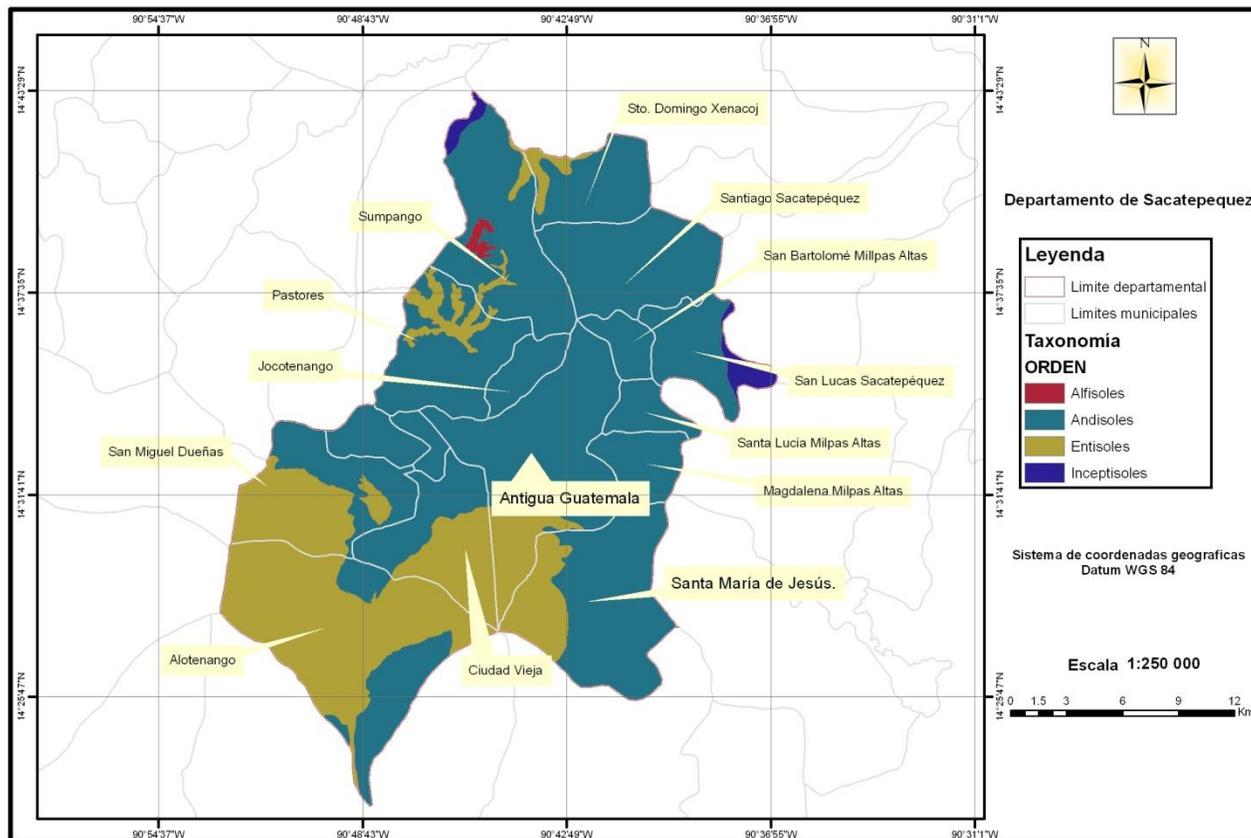


Figura 2. Mapa de Taxonomía de los Suelos de Sacatepéquez

Fuente: IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1992. Mapa topográfico digital, no. 1524: actualización fotoplanimétrica en 1992 con fotografías aéreas de 1987. Guatemala. Esc 1:250,000. Color. 1 CD (2).

1.3 **OBJETIVOS**

1.3.1 **General**

- Realizar un diagnostico en la unidad productiva San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

1.3.2 **Específicos**

- Jerarquizar los problemas en la unidad productiva San Pedro Las Huertas.
- Determinar los principales problemas en la unidad productiva San Pedro Las Huertas.
- Conocer las principales causas que dan origen a los problemas en la unidad productiva San Pedro Las Huertas.

1.4 METODOLOGÍA

Para determinar los principales problemas en la unidad productivas, primero se realizó la obtención de la información primaria.

1.4.1 Obtención de la información primaria

Se realizó mediante la técnica del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) el dialogo semi-estructurado, que consiste en recolectar información general o especifica mediante visitas, entrevista y conversaciones con individuos de las unidades productivas. Para realizar esta técnica se siguió los siguientes pasos:

Paso 1. Se estableció una guía de entrevista. Que consistió en seleccionar los temas en forma clara y los puntos fundamentales que se quería aclarar.

Paso 2. Se seleccionaron al grupo de personas (trabajadores – administración) a entrevistar.

Paso 3. Se realizó las entrevistas directas al grupo de personas seleccionadas.

1.4.2 Información general

¿Área de la unidad productiva?

¿Número de Invernaderos en la unidad productiva?

¿Número de trabajadores?

¿Número de plantas por invernadero?

¿Cuántos años de producción?

Caracterización del sistema de producción

¿Principales cultivos?

¿Variedades?

¿Problemas más comunes en la unidad productiva?

¿Manejo de la plantación?

¿Producción de la unidad productiva?

1.4.3 Caminamiento y observación

También se realizó un caminamiento por la unidad productiva, que consistió en recorrer las instalaciones de la finca, en donde se recabó información por medio de la observación, que es también una información muy valiosa.

Paso 4. Análisis de los resultados

1.4.4 Recursos

Libreta de campo

Cámara fotográfica digital

Lápiz

1.5 RESULTADOS

Para el análisis de la información se realizó por medio de matriz de comparación de pares o ranqueo, árbol de problemas, matriz de priorización de problemas y un FODA. Los resultados se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 1. Matriz de comparación de pares. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Problema	Plagas del suelo	Calidad del agua	Plagas del follaje	Sistema de riego	Fertilización	Abuso de plaguicidas
Plagas del suelo	-	PS	PS	PS	PS	PS
Calidad del Agua	-	-	PF	CA	CA	AP
Plagas del follaje	-	-	-	SR	PF	AP
Sistema de riego	-	-	-	-	SR	AP
Fertilización	-	-	-	-	-	AP
Abuso de plaguicidas	-	-	-	-	-	-

PS: Plagas del suelo

CA: Calidad del agua

PF: Plagas del follaje

SR: Sistema de Riego

F: Fertilización

AP: Abuso de plaguicidas

Cuadro 2. Matriz de priorización de problemas. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Problema	Frecuencia	Rango
Plagas del suelo	5	1
Calidad del agua	2	4
Plagas del follaje	2	4
Sistema de riego	2	4
Fertilización	0	6
Abuso de plaguicidas	4	2

Cuadro 3. Matriz FODA

Fortalezas (+)	Debilidades (-)
F1. Infraestructura F2. Ubicación geográfica F3. Mercado fijo F4. Mano de obra F5. Servicios básicos	D1. Monocultivo D2. Personal no capacitado D3. Falta de tecnología D4. Débil administración D5. Falta de asistencia técnica
Oportunidades (+)	Amenazas (-)
O1. Fuente de trabajo O2. Desarrollo de tecnología O3. Utilizar materiales mejorados	A1. Competencia A2. Plagas y enfermedades

Cuadro 4. Matriz Maxi-maxi y Mini-mini

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	OF (Maxi-maxi) Fortalecer la infraestructura y maximizar tecnología. Maximizar los materiales mejorados y fortalecer el mercado fijo.	OD (Maxi-mini) Maximizar la asistencia técnica y fuente de trabajo y minimizar al personal no capacitado.
AMENAZAS	AF (Mini-maxi) Minimizar las plagas y enfermedades y fortalecer la infraestructura.	AD (Mini-mini) Minimizar las plagas y enfermedades y disminuir el monocultivo.

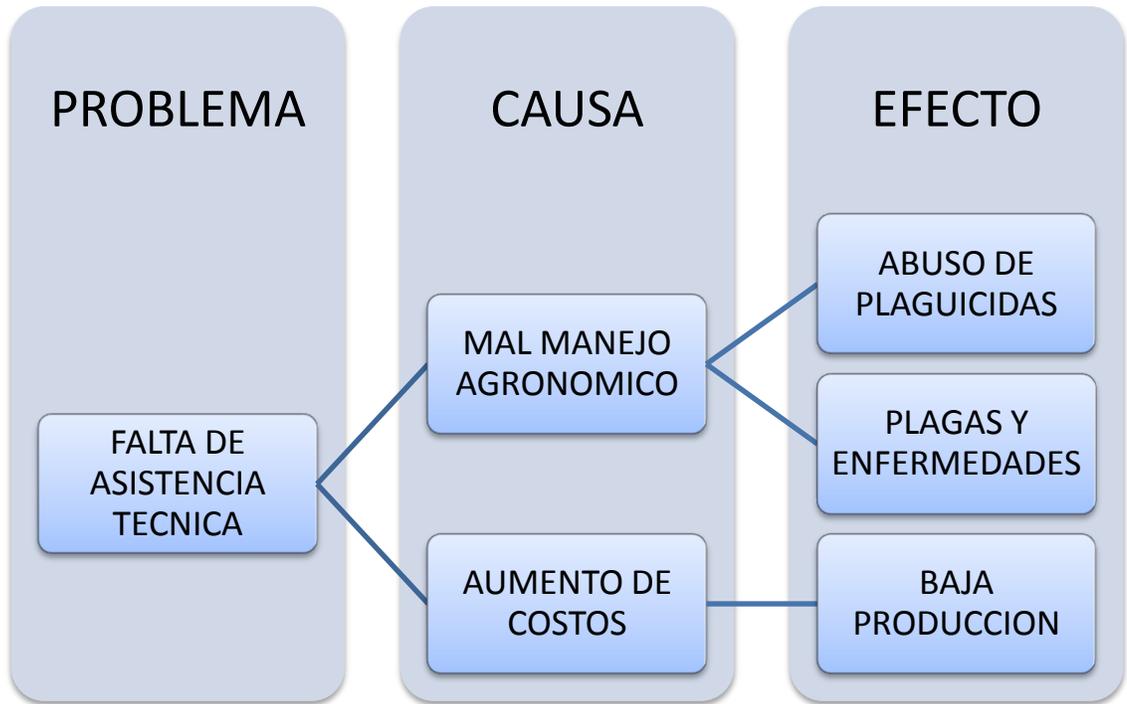


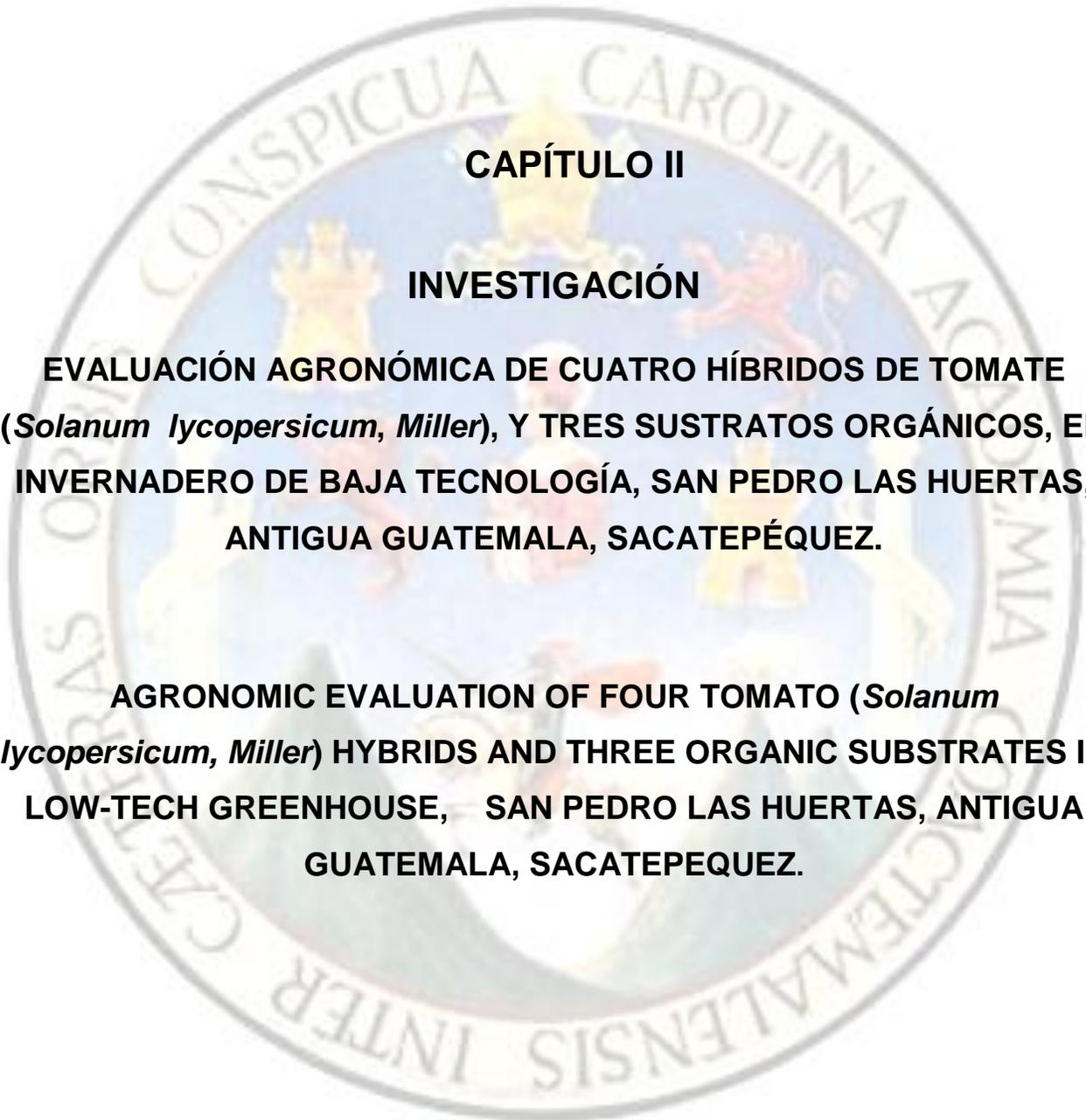
Figura 3. Árbol de Problemas. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En base al diagnóstico que se realizó en la unidad productiva San Pedro las Huertas, se determinó una serie de problemas que limitan la producción de tomate. Dentro de estas tenemos de importancia las plagas y enfermedades del suelo y abuso de aplicación de plaguicidas según la matriz de priorización de problemas.
- En el análisis FODA y árbol de problemas se determinó que una de las debilidades de la finca es la falta de asistencia técnica, personal no capacitado y una débil administración.
- Los factores antes mencionado conlleva a que la producción de tomate bajo invernadero, sean de bajos rendimientos y esto repercute en un aumento de costos de producción.
- Se recomienda fortalecer al personal administrativo, capacitar al personal de campo, asesorarse con personas o entidades de asistencia técnica profesional e implementar nueva tecnología o nuevas técnicas que les permita una mayor producción.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. IGN (Instituto Geografico Nacional, GT). 1992. Mapa topográfico digital, no. 1524: actualización fotoplanimetrica en 1992 con fotografías aéreas de 1987. Guatemala. Esc 1:250,000. Color. 1 CD
3. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2004. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:85,000. Guatemala. 1 CD.
4. Simmons, CH; Tárano T, JM; Pinto, JH. 1956. Descripción de los suelos de la carta agrológica de reconocimiento de la república de Guatemala. trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
5. Traveling Luck World Index.com. 2008. San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez (en línea). US. Consultado 15 set 2008. Disponible en: http://travelingluck.com/North%20America/Guatemala/Sacatep%C3%A9quez/3589635_San+Pedro+Las+Huertas.html#local_map



CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*, Miller), Y TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS, EN INVERNADERO DE BAJA TECNOLOGÍA, SAN PEDRO LAS HUERTAS, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.

AGRONOMIC EVALUATION OF FOUR TOMATO (*Solanum lycopersicum*, Miller) HYBRIDS AND THREE ORGANIC SUBSTRATES IN LOW-TECH GREENHOUSE, SAN PEDRO LAS HUERTAS, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPEQUEZ.

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*, Miller) es una de las principales hortalizas que se cultiva a nivel nacional, de frecuente consumo en la dieta de los guatemaltecos y de importancia económica para Guatemala, lo que ha ido en aumento su producción. Es un reto para los productores adquirir nuevas tecnologías y metodologías para obtener una producción de mejor calidad, para ser competitivos en el mercado nacional como internacional (Estados Unidos principalmente) (13).

La producción de tomate bajo invernaderos para la exportación a Estados Unidos, es una muestra del crecimiento en un 80% del cultivo en dos años, con un potencial de incremento de las exportaciones del 55% (18).

En el caso específico del cultivo de tomate, el desarrollo de la tecnología de sustratos no solo se ha sustentado en aspectos de rentabilidad, sino también en criterios técnicos de manejo de cultivo. En tal sentido, hoy no se concibe, en la mayoría de los casos, la producción de cultivos bajo invernadero sin la incorporación de sustratos.

Tal decisión lleva involucrada la necesidad de hacer más eficiente la aplicación y aprovechamiento de los recursos agua y suelo por el cultivo, a la vez de disminuir significativamente las pérdidas por evaporación desde el suelo, las cuales producen condiciones de alta humedad ambiental que favorecen el desarrollo de organismos patógenos.

La presencia de enfermedades en el suelo provoca una disminución del rendimiento hasta de un 40% afectando la calidad del fruto, reduciendo el beneficio neto que pueda aportar el cultivo (15).

La unidad productiva San Pedro las Huertas, cuenta con una extensión de 1.4 hectáreas, donde el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero es una de las principales actividades, debido a su potencial de mercado. Además cuenta con las adecuadas condiciones edafoclimáticas e infraestructuras de invernaderos para producir tomate de buena calidad y fuera de la estación natural.

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar el potencial de productividad de cuatro híbridos de tomate en tres diferentes sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero, en la unidad productiva San Pedro las Huertas, en el periodo comprendido entre los meses de octubre 2008 al mes de abril 2009.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el cultivo de tomate bajo invernadero en la unidad productiva San Pedro las Huertas se realiza directamente en el suelo con cobertura plástica. El modelo productivo de esta unidad se realiza en forma empírica con muy poca tecnología y como consecuencia las practicas agronómicas en general han llevado al monocultivo y al constante uso del suelo. Según los registros de la finca se han reportado problemas con plagas y enfermedades del suelo, lo cual ha provocado pérdidas en el cultivo de hasta un 50%, factor que ha limitado la producción, obteniendo rendimientos máximos de 4 kg/planta, los cuales se consideran bajos comparados a nivel nacional. Finalmente la calidad de los frutos merma y el margen de seguridad de mayor cosecha se reduce para acceder a mercados más estables (14).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Tomate

2.3.1.1 Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizás porque crecería como mala hierba entre los huertos (16).

2.3.1.2 Taxonomía

Reino: Plantae

Phyllum: Magnioliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Lycopersicum*

Epíteto específico: *esculentum*

Especie: *Lycopersicum esculentum* Mill.

2.3.1.3 Morfología

A. Planta

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinado) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) (4).

B. Sistema radicular

Raíz principal corta y débil, raíces secundarias numerosas y potentes y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y

nutrientes), córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (4).

C. Tallo principal

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (4).

D. Hoja

Compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo ó tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior ó zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (4).

E. Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 ó más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuesto de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un

engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (4).

F. Fruto

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, ó bien puede separarse por la zona pedúncular de unión al fruto (4).

G. Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (9).

H. Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula (9).

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas (9).

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos (9).

I. Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (9).

J. Suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados (9).

2.3.1.4 Plagas del tomate

A continuación se presentan las principales plagas de tomate:

Pulgón (*Aphis* sp.)

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Vasate (*Aculops lycopersici*)

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaco*)

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Orugas de lepidópteros

- *Spodoptera exigua*

- *Spodoptera litoralis*

- *Heliothis armigera*

Nematodos (*Meloidogyne* spp.) (9).

2.3.1.5 Enfermedades del tomate

Oidio, Ceniza u Oidiopsis (*Leveillula taurica*)

Podredumbre gris o Botritis (*Botrytis cinerea*)

Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Tizón temprano (*Alternaria solani*)

Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*)

Verticilium (*Verticilium dahliae*)

Caída de plántulas o Damping-off

Enfermedades producidas por bacterias (bacteriosis)

Chancro bacteriano del tomate (*Clavibacter michiganensis*)

Mancha negra del tomate (*Pseudomonas syringae* p.v. *tomato*)

Roña o sarna bacteriana (*Xanthomonas campestris* p.v. *vesicatoria*)

Podredumbres blandas (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) (1).

2.3.1.6 Virosis en tomate

Virus del bronceado del tomate (TSWV)

Virus del mosaico del pepino (CMV)

Virus del rizado amarillo del tomate (TYLV)

Virus Y de la patata (PVY)

Virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV) (1).

2.3.1.7 Valor nutritivo

Cuadro 5. Valor nutritivo medio del tomate por 100 g de producto comestible

Descripción	Valor
Materia seca	6.2 %
Energía	20.0 Kcal
Proteínas	1.20 g
Fibra	0.70 g
Calcio	7.00 mg
Hierro	0.60 mg
Caroteno	0.50 mg
Tiamina	0.06 mg
Riboflavina	0.04 mg
Niacina	0.60 mg
Vitamina C	23.00 mg
Valor Nutritivo Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5

Fuente: Grubben 1,977

Cuadro 6. Producción de tomate en algunos países

Países	Producción tomates año 2002 (toneladas)
China	25.466.211
Estados Unidos	10.250.000
Turquía	9.000.000
India	8.500.000
Italia	7.000.000
Egipto	6.328.720
España	3.600.000
Brasil	3.518.163
México	2.100.000
Grecia	2.000.000
Chile	1.200.000
Portugal	1.132.000
Nigeria	879.000
Francia	870.000
Túnez	850.000
Japón	797.600
Argentina	700.000

Fuente: F.A.O.

2.3.2 Principales departamentos productores de tomate en Guatemala

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario 2003, el 72.1% de área sembrada a nivel nacional se encuentra concentrada en 7 departamentos: Jutiapa (20.2%), Baja Verapaz (17.3%), Chiquimula (8.9%), Guatemala (7.1%), Alta Verapaz (6.5%), El Progreso (6.1%) y Jalapa (6.0%). Costo de producción Q 30,074.69/ha (13).

2.3.3 Comportamiento de la producción nacional del tomate en Guatemala

Desde hace 5 años, los productores de tomate y chile de Guatemala, a través de FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala) iniciaron la gestión con el MAGA (Ministerios de Agricultura Ganadería y Alimentación) y el USDA-APHIS (Departamento de Agricultura de Estados Unidos), para lograr la exportación de tomates y chiles de invernadero de Guatemala (2).

En el 2006, se logró la norma para la exportación de tomates y chiles de Centro América. En tan poco tiempo los chiles y tomates guatemaltecos se ha logrado posicionar como una excelente opción de calidad en los mercados mas exigentes de Estados Unidos, compitiendo con productos de Canadá, México y Holanda. La venta para la exportación de Guatemala, esta concentrada durante los meses de invierno de los Estados Unidos, cuando Guatemala cuenta con el mejor clima para la producción de tomates en invernaderos. En este corto plazo de apenas de 2 años, el programa de exportación ha crecido, estabilizado y ha logrado buenas expectativas para un buen futuro (2).

Cuadro 7. Aspectos productivos, área, producción y rendimiento

Año de calendario	Área cosechada (has)	Producción (Ton métricas)	Rendimiento (Ton/ha)
2003	3,410.40	195,797.34	57.41
2004	3,430.00	200,034.26	58.32
2005	3,850.00	232,623.74	60.42
2006 p/	7,067.90	284,752.16	40.29
2007 e/	7,067.90	285,763.22	42.43

p/ cifras preliminares. e/ cifras estimadas

Fuente: Banco de Guatemala.

2.3.4 Producción nacional de tomate bajo invernaderos

La producción nacional de tomate bajo mallas o invernaderos para la exportación a EE.UU. sazona libre de plagas y sin contratiempos. Una muestra es el incremento de un 80 por ciento del cultivo de este fruto en 2 años, con un potencial de crecimiento de las exportaciones de 55 por ciento (16).

La Asociación Nacional de Productores Bajo Invernadero, señaló que unas 12 hectáreas se cultivaron en 2006 y ahora suman unas 50 en diferentes regiones del país (15).

Tras la autorización de EE.UU. del ingreso de tomate guatemalteco, las exportaciones pasaron de tres contenedores a 90 el año pasado y se proyecta exportar 200 contenedores durante 2008 (2).

La Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala, aseguró que la producción de tomate en invernaderos es más rentable que a campo abierto, que rinde 1,600 cajas de 50 libras por manzana, mientras que bajo invernadero el potencial es de hasta cinco veces más (2).

La empresa La Carreta, tiene interés aumentar sus exportaciones. Actualmente envían entre seis y 10 contenedores semanales para abastecer a varias cadenas de supermercados en EE.UU (1).

2.3.5 Importancia económica

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como en curtido (16).

2.3.6 Aspectos económicos

Aporta al PIB agrícola: no determinado, empleo directo en campo (jornales/año 2005): 2, 694,865 equivalente a empleos permanentes 9,624. El tomate, partida arancelaria 0702.00.00 del SAC, tiene el 15% de derechos arancelarios a la importación, sobre el valor CIF (13).

Cuadro 8. Comercio exterior, período 2001/2007.

Año	Importación		Exportación	
	TM	US\$	TM	US\$
2001	405.76	77,019	46,197.72	4,171,128
2002	225.03	41,608	31,055.43	3,653,659
2003	151.3	36,345	22,692.11	3,680,567
2004	57.29	17,939	20,192.65	3,445,342
2005	331.26	56,170	20,555.26	3,442,029
2006	301.5	42,367	17,594.70	2,773,448
2007 *	88.11	19,391	17,482.25	2,157,582
Totales	15,60.25	290,838	176,770.13	23,323,755

***Datos a noviembre del 2007**

Fuente: BANGUAT

2.3.7 Aspectos de mercado

De acuerdo con el comportamiento estacional de la producción, los meses de mayor oferta se ubican en enero, febrero, marzo, agosto y septiembre. En estos meses se esperan los precios más bajos del mercado. Los meses en los que los precios tienden al alza corresponden a julio, noviembre y diciembre (13).

2.3.8 Precios

La Federación de Asaciones Agrícolas de Guatemala (FASAGUA), los precios en el mercado de tomate durante los últimos años se han comportado muy inestables para el año 2007, logrando el mejor precio en los meses de octubre y noviembre. Figura. 4 (13).

A principios del año 2008, el precio de tomate de primera, estuvieron muy bajos (Q40 – 50), se vio un incremento en los meses de abril – mayo muy significativo (Q 120 – 140). Figura. 5 (13).

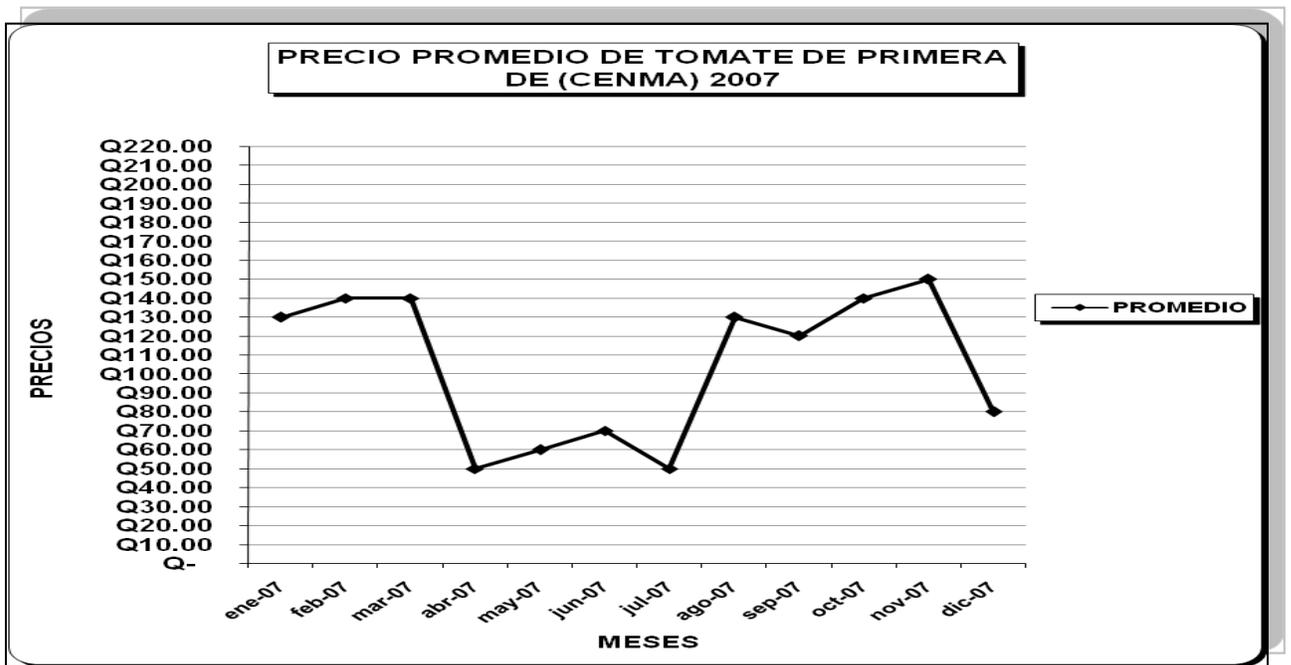


Figura 4. Precio promedio de tomate de primavera (CEMA). 2007

Fuente: FASAGUA. 2008

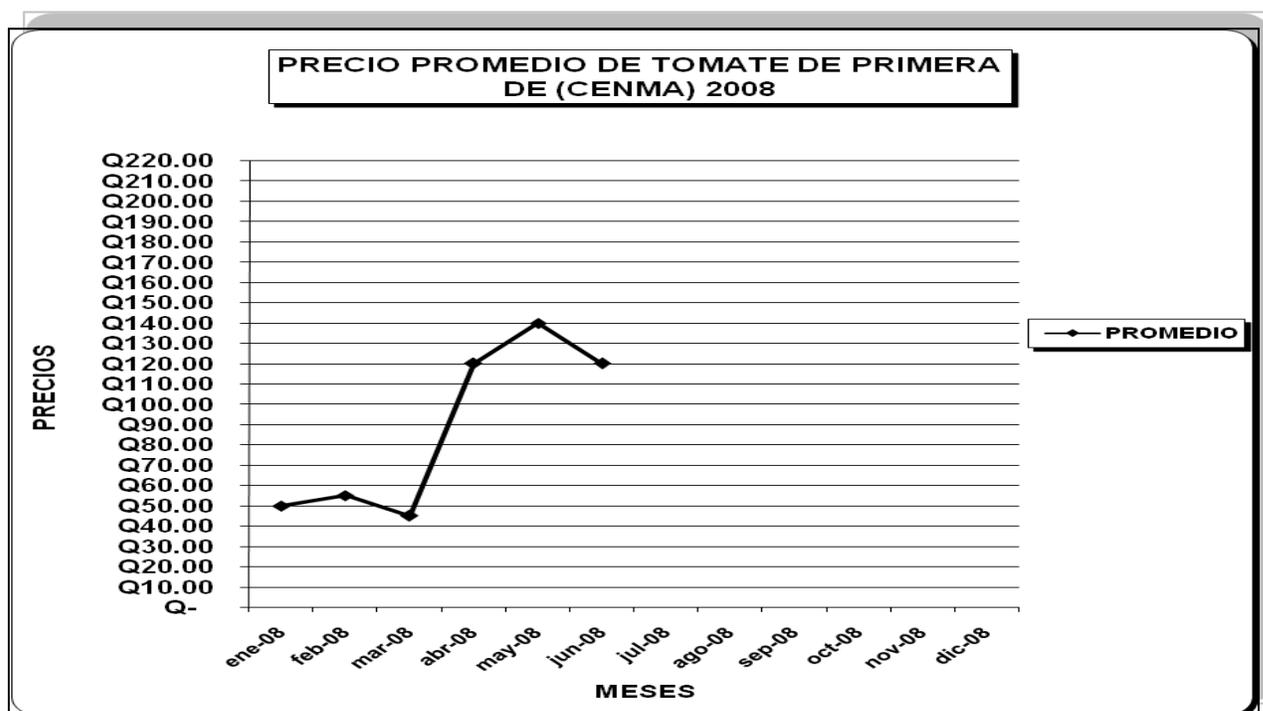


Figura 5. Precio de tomate de primavera de (CEMA). 2008

Fuente: FASAGUA. 2008.

Cuadro 9. Precios promedio de tomate grande de primera (quetzales/caja de 45 a 60 lb), pagado al mayorista en el mercado La Terminal.

Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom. Anual
2002	54.17	47.92	68.75	87.5	76.15	94.17	155	88.08	50.33	50.71	63.33	94.44	77.55
2003	117.1	94.58	98.46	102.27	68.75	98.75	58.67	68.75	86.15	98.21	70.42	100.56	88.55
2004	68.33	52.5	43.93	77.73	85	90.83	128.08	62.69	75.38	95.83	114.23	76.5	80.09
2005	100.8	94.58	112.27	125	76.92	75.77	98.08	92.86	80.38	87.31	77.69	82.86	92.04
2006	86.54	77.08	85	105.56	67.69	78.08	87.69	57.69	53.75	50.83	96.25	180	85.15
2007	185	159.2	111.15	65.5	81.92	73.46	45	119.2	127.7	141.1	164.17	82.78	113.02
2008	53.85	47.31	48.75										49.47
Promedio	86.11	81.88	81.18	93.93	76.07	83.51	86.42	81.66	78.96	87.33	97.68	102.86	

Fuente: Sistema de información de mercados UPIE/MAGA

2.3.9 Sustrato

Es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (9).

2.3.10 Tipos de sustratos

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc (9).

2.3.11 Clasificación de los sustratos según sus propiedades

2.3.11.1 Sustratos químicamente inertes

Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc (9).

2.3.11.2 Sustratos químicamente activos

Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc (9).

Clasificación según el origen de los materiales

2.3.12 Sustratos orgánicos

De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turba).

De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).

Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.) (9).

2.3.12.1 Materiales inorgánicos o minerales

De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).

Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).

Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.) (9).

2.3.13 Descripción general de algunos sustratos

2.3.13.1 Tierra volcánica

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La C.I.C. es tan baja que debe considerarse como nulo.

Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo (9).

2.3.13.2 Corteza de pino

Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0,8 mm. es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0,1 a 0,45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq/100 g (9).

2.3.13.3 Turbas

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica. Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3.5 y 8.5 (9).

Cuadro 10. Propiedades de las turbas

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (gr/cm ³)	0.06 – 0.1	0.3 – 0.5
Densidad real (gr/cm ³)	1.35	1.65 – 1.85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 – 84
Capacidad de absorción de agua (gr/100 gr m.s.)	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7.6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33.5	24
Agua de reserva (% volumen)	6.5	4.7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25.3	47.7
C.I.C. (meq/100 gr)	110 - 130	250 o más

Fuente: Fernández. 1998

2.3.13.4 Fibra de coco

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee (9). Sustrato con mayor futuro en lo que se conoce como Hidroponía, debido a que es un sustrato natural, orgánico y no contaminante al medio ambiente (2).

2.3.14 Sustratos artificiales

Lana de roca, perlita, vermiculita, arcilla expandida, poliestireno expandido.

Cuadro 11. Propiedades de la perlita.

Propiedades físicas	Tamaño de las partículas (mm de diámetro)		
	0-15 (Tipo B-6)	0-5 (Tipo B-12)	3-5 (Tipo A-13)
Densidad aparente (Kg/m ³)	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso (%)	97.8	94	94.7
Material sólido (% volumen)	2.2	6	5.3
Aire (% volumen)	24.4	37.2	65.7
Agua fácilmente disponible (% volumen)	37.6	24.6	6.9
Agua de reserva (% volumen)	8.5	6.7	2.7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	27.3	25.5	19.4

Fuente: Fernández. 1998.

2.3.15 Antecedentes

Cifuentes A, JF. 2005. Determino que la mezcla de arena de rio más cascarilla café, efectuó los mejores resultados en el rendimiento en tomate manzano con 9.15 Kg/planta (3).

Rodríguez, N; Cano, P; Figueroa, U. 2008. Determinaron que el sustrato con fertilizantes químicos supero a los sustratos con vermicomposta en rendimiento total, comercial y calidad de frutos (20).

Reyes, J; Gomez, L; Martínez, V. 2008. Encontraron que el sustrato vermicompost posee características que permitan sostener la producción de tomate (19).

Moreno, A. 2005. Determino que las mezclas de vermicompost/arena lograron satisfacer las demandas nutritivas del cultivo de tomate, superando a los demás sustratos en rendimiento total (17).

Cuadro 12. Ensayo con variedades de tomate.

Ensayo con variedades de tomate en el sudeste español					
Ensayo	Sustrato	Invernadero	Producción total (kg/m ²)	Ciclo (días)	C.E. agua (dS/m)
Tomate Daniela	Perlita	Parral	12	167	1.05
Tomate Rambo	Lana de roca	Parral	16	249	2.60
Tomate Rambo sist. recirc.	Perlita	Multitúnel con calefacción apoyo	19.3	231	0.50
Tomate cv. Brillante sist. recirc.	Perlita	Multitúnel con calefacción	13.2	119	0.90-1.5
Tomate cv. 322 sist. recirc.	Arena	Multitúnel con control climático	18.4	253	1.2-1.6

Fuente: Disponible en:

http://www.emagister.com/frame.cfm?url_frame=http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos

2.4 MARCO REFERENCIAL

2.4.1 San Pedro las Huertas.

2.4.1.1 Localización

Se encuentra en las coordenadas 14.53° (14° 32` 34”) de latitud norte y 90.73° (90° 44` 11”) longitud oeste, su altura sobre el nivel del mar es de 1,533 metros. Se encuentra en las faldas del Volcán de Agua y a una distancia de dos kilómetros de La Antigua Guatemala (25).

2.4.1.2 Zona de vida

Según de la Cruz (7), la aldea se encuentra comprendida dentro de la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, con una temperatura promedio de 24°C, mínima de 13°C y máxima de 28°C, su precipitación media anual es de 1,000 mm, con una humedad relativa promedio de 79%.

2.4.1.3 Condiciones de suelo

Según Simmos (22), la fisiografía los suelos pertenecen a las tierras altas volcánicas y geomorfológicamente constituyen zona volcánica, cerros de cima redonda y valle aluvial, los suelos son cafés, poco profundos y bien drenados, con textura franco a franco arcillosa, los suelos pertenecen a la serie de suelos Alotenango.

San Pedro las Huertas pertenece a la taxonomía de suelos Andisoles, que son suelos que se originan a partir de cenizas volcánicas, que sufren un proceso de meteorización lento, por lo que son suelos bien estructurados que propician el buen drenaje, pero a la vez, presentan una buena retención de humedad.

2.4.2 Características de los híbridos de tomate evaluados

2.4.2.1 Aegean

Tomate tipo manzano, planta vigorosa, excelente calidad y firmeza de frutos, frutos con peso promedio de 220-260 g, larga vida, entrenudos cortos, resistente: virus del mosaico del tomate/CF 1-5 *Fusarium oxysporum*; 0.1. *Cladosporium*, *Stemphylium*, *Verticillium alboatrum*, *Meloidogyne incognita* (8).

2.4.2.2 Badro

Tomate tipo manzano, racimos de 4 a 6 frutos, planta altamente productiva, excelente cuaje y buen aguante al rajado, fruto con larga vida, planta de porte abierto entrenudos cortos, fruto de 220-240 g, resistente: TSWV, *Fusarium oxysporum*, *Stemphylium*, *Verticillium Meloidogyne* (8).

2.4.2.3 Elpida

Tomate tipo manzano, planta vigorosa, abierta, con una estatura cada vez mas de hoja, adaptable a temperaturas frías, alta calidad de fruta muy grande en tamaño de 220-240 g, plana en forma redonda y muy uniforme (8).

2.4.2.4 Gloria

Tomate tipo manzano, peso 200-220 gramos, de crecimiento indeterminado, resistente: virus del mosaico del tomate, *Fusarium oxysporum*, *Cladosporium*, *Stemphylium*, *Verticillium*, *Meloidogyne*.

2.4.3 Características de los sustratos evaluados

2.4.3.1 Sustrato orgánico (Peat mary)

Sustrato apropiado y eficiente, sus componentes le proporcionan características físicas, químicas y biológicas ideales entre otras un pH balanceado (6.0 y 6.5) y una baja CE (0.4 y 0.6 mS), de granulometría fina con capacidad de mantener niveles de temperatura y humedad uniformes, excelente aireación y drenaje, por lo tanto una mayor disponibilidad de oxígeno lo que propicia un mejor enraizamiento de la planta, así como también le permite disponer durante más tiempo de los nutrientes aplicados en el agua de riego.

2.4.3.2 Suelo

Los suelos pertenecen a las tierras altas volcánicas y geomorfológicamente constituyen zona volcánica, cerros de cima redonda y valle aluvial, los suelos son cafés, poco profundos y bien drenados, con textura franco a franco arcillosa, los suelos pertenecen a la serie de suelos Alotenángo (22).

2.4.3.3 Sustrato orgánico

Se realizó una mezcla de suelo + materia orgánica + arena, con una relación de 2:1:2 respectivamente. El suelo es procedente de la unidad productiva, así como la arena, la materia orgánica es de origen de la gallinaza deshidratada y desinfestada, proveniente de una granja avícola de Amatitlán, es especial para recuperar suelos degradados, para sustratos.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 General

- Evaluar la respuesta agronómica de cuatro híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum M.*) y tres sustratos orgánicos, en invernadero de baja tecnología, San Pedro las Huertas.

2.5.2 Específicos

- Caracterizar física y químicamente los sustratos orgánicos a evaluar.
- Cuantificar el rendimiento de los cuatro híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum M.*) en tres sustratos orgánicos.
- Realizar un análisis económico, tomando como referencia la relación beneficio/costo.

2.6 HIPÒTESIS

- Al menos uno de los híbridos de tomate mostrara diferencia significativa en las respuestas agronómica del cultivo de tomate.
- Al menos uno de los sustratos presentara diferencia significativa a las respuestas agronómicas del cultivo de tomate.
- Al menos uno de los híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum M.*) y uno de los sustratos orgánicos presentará diferencia significativa a las respuestas agronómicas del cultivo de tomate.
- Al menos un híbrido de tomate y un sustrato presentará diferencia significativa en cuanto a la relación beneficio/costo.

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 Metodología experimental

2.7.1.1 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron cuatro híbridos de tomate y tres sustratos orgánicos.

Cuadro 13. Tratamientos

Sustrato (A)	Hibrido (B)			
	H1	H2	H3	H4
S1	S1H1	S1H2	S1H3	S1H4
S2	S2H1	S2H2	S2H3	S2H4
S3	S3H1	S3H2	S3H3	S3H4

Referencias: Sustrato S1: Peat mary, S2: Suelo, S3: Sustrato orgánico
Hibrido H1: Aegean, H2: Badro: H3: Gloria, H4: Elpida

Cuadro 14. Aleatorización de tratamientos

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6
H3S1	H2S2	H4S1	H1S1	H2S1	H3S1
H1S3	H3S3	H2S3	H2S2	H4S2	H4S2
H2S2	H4S3	H1S1	H3S3	H3S3	H1S1
H1S2	H1S1	H3S1	H4S3	H2S3	H3S1
H2S3	H3S2	H2S2	H1S2	H1S1	H2S2
H4S3	H4S2	H1S2	H3R2	H4S1	H1S1
H2S1	H1S2	H4S2	H2S3	H2S2	H4S1
H1S1	H2S3	H3S3	H4S1	H1S3	H3S2
H3S3	H4S1	H1S3	H1S3	H4S3	H2S1
H4S2	H3S1	H2S1	H2S1	H3S2	H1S3
H3S2	H2S1	H4S3	H3S1	H1S2	H4S3
H4S1	H1S3	H3S2	H4S2	H3S1	H2R3

Referencias: S1: peat mary, S2: Suelo, S3: sustrato orgánico
H1: Aegean, H2: Badro, H3: Gloria, H4: Elpida

2.7.1.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, bifactorial con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, asignando las parcelas grandes al factor A, y las parcelas pequeñas al factor B, con 12 tratamientos y 6 repeticiones, haciendo un total de 72 unidades experimentales, y cada unidad experimental consistió de 1 planta.

2.7.1.3 Manejo del experimento

A. Preparación del área experimental

Se realizó con la eliminación de malezas, seguidamente se limpio el suelo sacando los restos de materiales como piedras, restos de malezas y cultivos, luego se hizo los contenedores de nylon con su respectivo desnivel, que es donde se colocaron las bolsas con sus sustrato.

B. Preparación de los sustratos

La preparación de los sustratos, se realizó tamizando los materiales para una selección del tamaño de partículas del sustrato, posteriormente se mezclaron en proporciones de 2:1:2 quedando de la siguiente manera: suelo + materia orgánica + arena, el segundo sustrato que se trabajo fue el Peat Mary que es una mezcla entre arena blanca más compuestos orgánicos (jaragua, caña maíz) y el tercer sustrato se utilizó fue el suelo propio de la unidad productiva.

C. Desinfestación de los sustratos

Para la desinfestación de los sustratos se realizó con Propanocarb (previcur) + Carbendazim (derosal) con una dosis de 25 cc (1 copa) por bomba (16 Lt). Se realizó al momento del trasplante.

D. Trasplante

Previo al trasplante, se realizó el pedido de pilones de tomate a la empresa ENZA ZADEN, treinta y cinco días antes del trasplante, se trasplantó en bolsas plásticas de 12" * 12" con sus respectivas mezclas de sustratos de acuerdo con los tratamientos.

E. Tutorado

Fue una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.) (23).

La sujeción se realizó con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8 – 2.4 m sobre el suelo). Se realizó cuando la planta alcanza los primeros 20 a 25 cm de altura. Conforme la planta fue creciendo se fue liando o sujetando al hilo tutor, hasta que la planta alcance el alambre (23).

F. Poda

Consistió en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Se realizó con la mayor frecuencia posible (semanalmente) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa. Los cortes fueron limpios para evitar la posible entrada de enfermedades (23).

G. Deshojado

Se realizó tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que se sacaron inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo (23).

H. Despunte de inflorescencia y aclareos de frutos

Se realizó con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general se realizaron dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático fue una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tuvo lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre (23).

I. Fertirriego

Fue un método que combinó la aplicación de agua con los fertilizantes, incrementado notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniendo mayores rendimientos. Se realizó de forma manual aplicándole 50 ml por planta (cuadro 34 A.)

J. Control de Malezas

Para el control de malezas se realizó de forma manual, arrancando las malezas con la mano, a fin de no dañar la planta.

K. Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente, aproximadamente a los tres meses después del trasplante, se realizó de acuerdo con la maduración del híbrido evaluado.

2.7.2 Variables de respuesta agronómicas

2.7.2.1 Rendimiento total

Se determinó mediante la sumatoria del peso por unidad experimental en cada uno de los diferentes cortes que se realizó a cada tratamiento, para convertirlos posteriormente a kilogramos por hectárea.

Rendimiento de tomate (Kg/ha) = No. Plantas/área * No. Racimos/planta * No. Frutos/racimos * peso medio/fruto.

2.7.2.2 Peso de los frutos

Para esta variable se tomaron los frutos de cada denominación por unidad experimental, se tomaron 10 frutos de cada denominación por unidad experimental, a los cuales se les determinó el peso mediante una balanza monoplato.

2.7.2.3 Diámetro de fruto

El diámetro, expresado en centímetros, se obtuvo midiendo la sección transversal de 10 frutos de tomates de cada denominación, por cada unidad experimental. Para lo anterior se utilizó un Vernier.

2.7.2.4 Color de fruto

Observado a la madurez, según International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (11).

Cuadro 15. Clasificación del color del fruto de tomate según IPGRI

Categoría	Clasificación
1	Verde
2	Amarillo
3	Naranja
4	Rosado
5	Rojo

Fuente: IPGRI

2.7.2.5 Firmeza del fruto

Se registro apretando ambos lados del fruto en la parte más ancha (circunferencia), 10 días después de la cosecha en la madurez completa, según IPGRI (11).

Cuadro 16. Clasificación de la firmeza del fruto de tomate según IPGRI

Categoría	Clasificación
3	Débil
5	Intermedia
7	Firme

Fuente: IPGRI

2.7.3 Variables respuestas de las principales propiedades físicas y químicas de los sustratos evaluados.

2.7.3.1 Propiedades físicas

La caracterización física comprendió la distribución volumétrica del material sólido, el agua y el aire, así como su variación en función del potencial matricial.

2.7.3.2 Densidad aparente (Da)

La densidad aparente se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del sustrato seco, incluyendo el espacio poroso entre las partículas. La medición se efectuó pesando una probeta graduada de 100 ml llena del sustrato; luego de haber pesado la probeta vacía (tara T), se lleno con 100 ml de muestra, luego se peso la probeta (P) (12).

$$Da = \frac{(P-T)}{V}$$

V

Siendo:

Da = Densidad aparente del sustrato (gr/cm³)

P = Peso de la probeta (gr) más sustrato.

T = Tara (peso de la probeta vacía).

V = Volumen de la probeta (250 ml)

2.7.3.3 Espacio poroso total (EPT)

Se define como la cuantificación del espacio ocupado por poros en un sustrato y también se denomina espacio de poros, espacio poroso o espacio vacío. Normalmente se expresa como porcentaje respecto al volumen aparente del suelo. Para calcularlo se aplicó agua con una probeta graduada de 50 ml a la probeta llena de sustrato que se utilizó en el cálculo de la densidad aparente, hasta que todos los espacios porosos fueran llenados. Se anotó el volumen de agua requerido, esto equivale al % de porosidad (5).

2.7.3.4 Agua fácilmente disponible (AFD)

El agua fácilmente disponible es la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión (matricial), y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de columna de agua. Se determinó de la siguiente manera: Se vertió el sustrato saturado contenido en la probeta de 100 ml que utilizamos para el cálculo del espacio poroso sobre un papel absorbente y se dejó que el agua filtre libremente. Después de filtrado, se volvió a pesar la probeta más el sustrato. Se resta (peso del sustrato - tara) al peso de la probeta más el sustrato después de filtrado. Esta diferencia es igual al agua fácilmente disponible (5).

$$\text{AFD} = (\text{Probeta} + \text{sustrato filtrado}) - (\text{probeta} + \text{sustrato} - \text{tara})$$

2.7.3.5 Humedad volumétrica

Es la razón entre el volumen de agua y el volumen total aparente del sustrato. Esta manera de expresar el contenido de humedad presenta la ventaja de dar una idea más concreta de la cantidad de agua retenida por el material referido al volumen ocupado por este material en un contenedor para cultivo

$$\text{Hvol} = \text{Agua absorbida del sustrato} / \text{peso neto del sustrato} * 100$$

$$\text{Agua absorbida del sustrato} = (\text{Probeta} + \text{sustrato filtrado}) - (\text{tara})$$

$$\text{Peso neto del sustrato} = (\text{Tara} + \text{sustrato}) - (\text{tara})$$

2.7.3.6 Capacidad de aireación (CDA)

Se define como la proporción del volumen del sustrato de cultivo que contiene aire, después de que dicho sustrato ha sido saturado con agua y dejado drenar, usualmente a 10 cm de tensión de columna de agua. Se consideran valores óptimos aquellos entre 20 y 30% del volumen. Se resta el agua retenida a capacidad de campo del espacio poroso total. Esto equivale a espacio con capacidad de aireación (5).

$$\text{CDA} = (\text{Espacio poroso}) - (\text{Agua fácilmente disponible})$$

2.7.3.7 Mojabilidad (M)

La mojabilidad se expresa como el tiempo (en minutos) necesario para que se absorban 10 ml de agua destilada a través de la superficie de una muestra de sustrato seco a 40°C. El nivel óptimo es igual o inferior a 5 minutos. El tiempo de mojabilidad se determinó de la siguiente manera: Se secaron 10 g del sustrato a 40°C. Se le aplicó 10 ml de agua destilada, determinando con cronómetro el tiempo que tarda en absorber dicha agua (5).

2.7.3.8 Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los sustratos caracterizaron las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del sustrato (química y fisicoquímica).

2.7.3.9 Disponibilidad de nutrientes

El procedimiento de análisis de los nutrientes asimilables consistió en equilibrar la muestra del sustrato con una solución extractante (agua destilada) durante un tiempo normalizado. Una vez alcanzado el equilibrio se determinaron los nutrientes disueltos o extraídos por dicha solución. Estos elementos fueron: elementos primarios N, P, K elementos secundarios Ca, Mg, y micro elementos Fe, Cu, Zn, Mn. La metodología para la determinación de estas características se presenta en el cuadro 17 (5).

2.7.3.10 pH

El pH ejerce sus efectos principales sobre la asimilabilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica. La metodología para determinar esta característica se presenta en el cuadro 13 (5).

Cuadro 17. Métodos utilizados en el laboratorio para determinar la disponibilidad de nutrientes y pH de los sustratos.

Determinación	Método
Fósforo (%)	Colorimetría
Potasio (%)	Espectrofotometría de absorción atómica
Nitrógeno (%)	Micro-Kjeldahl
Elementos secundarios	Espectrofotometría de absorción atómica
Microelementos	Espectrofotometría de absorción atómica
pH	Potenciómetro relación 1:2.5

Fuente: Cordon

2.7.3.11 Salinidad

La salinidad se refiere a la concentración de sales solubles presentes en el extracto de saturación. La metodología para la determinación de esta propiedad fue la siguiente: Se colocaron en un erlenmeyer 25 g de sustrato más 50 ml de agua destilada. Se determinó la concentración de sales con un conductivímetro (5).

2.7.3.12 Relación carbono/nitrógeno (C/N)

Se usó como un índice de origen del sustrato, de su madurez y de su estabilidad. Una relación inferior a 40 se considera óptima para el sustrato y es un índice de un material orgánico maduro y estable. La medición de contenido de carbono orgánico se realizó por el método Walkley- Black de oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio.

El contenido en carbono se estimó para el cálculo de la relación C/N, a partir de la tasa de materia orgánica del sustrato (MO) (12).

$$C = 0.75 * MO = 0.75 * (100 - c)$$

El nitrógeno total (N) se midió por el método Micro-Kjeldahl (digestión, destilación, titulación) (12).

2.7.3.13 Contenido de materia orgánica (MO)

La medición de contenido de materia orgánica se realizó por el método Walkley-Black de oxidación de la materia. (12).

2.7.4 Análisis de la información

2.7.4.1 Análisis estadístico

Para procesar la información generada a través de la investigación experimental, se usó el análisis de varianza (ANDEVA), y una comparación múltiple de medias, para contrastar las diferentes hipótesis de interés. Solo se aplicó únicamente a la variable de respuesta rendimiento y diámetro, ya que es considerada la de mayor importancia para esta investigación.

2.7.4.2 Análisis económico

Se llevó a cabo el análisis económico, determinando la relación Beneficio-Costo, en base al rendimiento de los tratamientos e ingresos que se generaron por la venta de los mismos, con lo cual se estimó la rentabilidad que presentó cada uno de los tratamientos en las condiciones en las que se desarrolló el ensayo.

$R(B/C) = \text{ingresos actualizados} / \text{inversión inicial} + \text{egresos actualizados}$.

La fórmula que se utilizó es:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

V_i = Valor de la producción (beneficio bruto)

C_i = Egresos ($i = 0, 2, 3, 4 \dots n$)

i = Tasa de descuento

2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.8.1 Caracterización de los sustratos evaluados

2.8.1.1 Características físicas

En el cuadro 18 se presentan los resultados de las características físicas de los sustratos evaluados.

Cuadro 18. Características físicas de los sustratos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Sustrato	Da (gr/cc)	EPT (%)	AFD (%)	CDA (%)	M (min)	HVol (%)
Comparador teórico	0.15-0.5	>85	20-30	20-30	<5	
Peat Mary	1.20	75	41.35	33.62	0.20	126.52
Orgánico	2.04	55	50.85	4.15	0.383	115.02
Suelo	2.11	40	34.35	5.65	0.45	111.81

Referencias: Da = Densidad Aparente
AFD = Agua Fácilmente Disponible
M = Mojabilidad

EPT = Espacio Poroso Total
CDA = Capacidad de Aireación
HVol = Humedad Volumétrica

Dentro de las características físicas, se puede observar que los materiales utilizados presentan altos porcentajes de agua fácilmente disponible, así como de densidad aparente. En la capacidad de aireación el sustrato Peat Mary (S1) esta por encima del comparador teórico, mientras que los restantes por debajo de lo recomendado. En la Mojabilidad los tres sustratos están por debajo de 5 minutos dentro del rango normal. En general, el sustrato Peat Mary (S1) presentó características físicas dentro de los rangos permitidos, lo cual favorece su utilización como sustrato para cultivos hidropónicos en este caso tomate.

2.8.1.2 Características químicas

En el cuadro 19 se presentan los resultados de las características químicas de los sustratos evaluados.

Cuadro 19. Características químicas de los sustratos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Identificación	pH	μS/m	ppm			Meq/100gr		ppm				Meq/100gr					%	MO (%)	R (C/N)
			CE	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K			
Rango medio			12-16	120-150	6-8	1,5-2,5	2-4	4-6	10-15	10-15									
Peat Mary	7	88,7	60	348	13	2,06	0,5	7	16	23	17	13	2,4	0,4	0,9	94	15	11,37	
Organico	7,3	70,2	137	370	10	2,72	1	25	118	155	19	15	6	1,3	2,1	>100	3,5	2,64	
Suelo	7,5	4,9	153	163	28	4,78	0,1	7,5	0,1	54,5	13	20	5,3	0,9	2,6	>100	2,7	2,04	

Los análisis determinaron que todos los sustratos presentan altas concentraciones tanto en macro como en micro elementos, por lo que se debe tener cuidado en la aplicación de los fertilizantes al momento de formular la solución nutritiva.

2.8.2 Análisis de las variables evaluadas

2.8.2.1 Rendimiento total

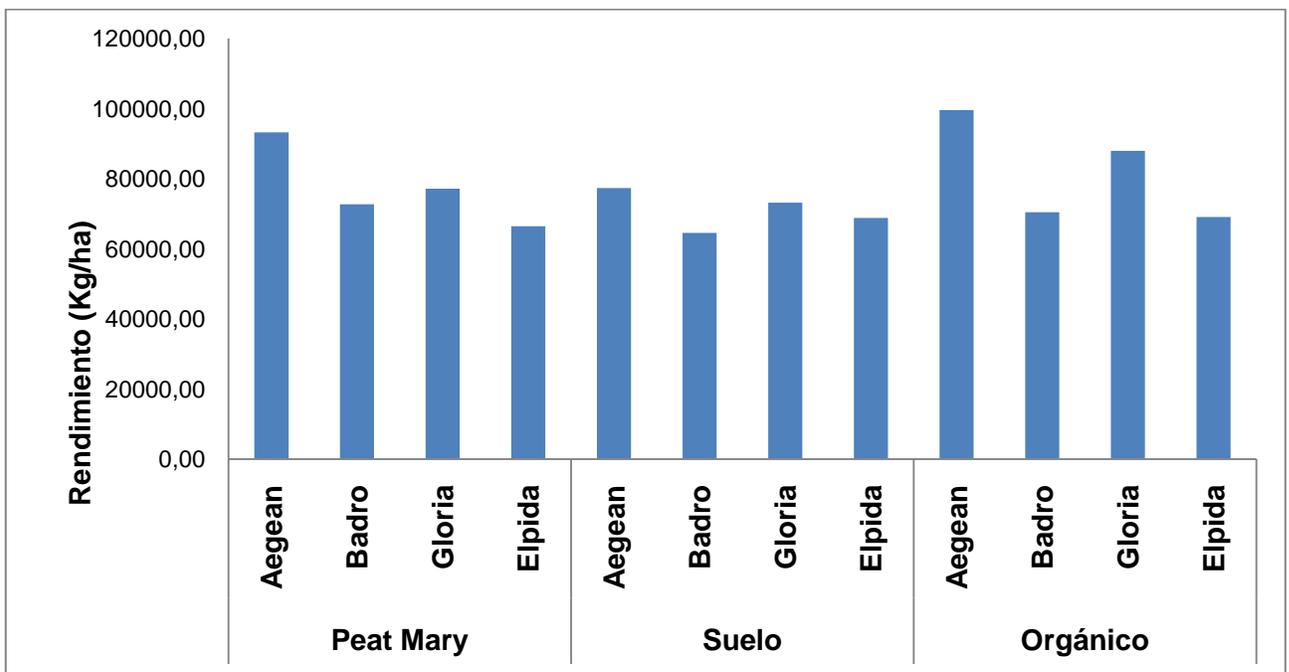


Figura 6. Rendimiento de los híbridos y sustratos evaluados (Kg/ha). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

En la figura 6, se puede observar la producción de los híbridos en cada uno de los sustratos evaluados. En forma general, el híbrido Aegean (H1) presentó las mayores medias de producción en los sustratos evaluados. También se visualizan algunas diferencias entre los demás híbridos, resaltando en general que Brado y Elpida son los de menor rendimiento. Los valores que presentaron los sustratos evaluados están por debajo de la producción en comparación con los sustratos evaluados por Cifuentes (166,667 Kg/ha) (3). En el cuadro 20 se presenta el análisis de varianza para las variables rendimiento, diámetro y peso de frutos.

Cuadro 20. Análisis de varianza para las variables rendimiento (Kg/ha), diámetro (cm) y peso de fruto de los tratamientos evaluados (sustratos e híbridos). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

F.V	Rendimiento (Kg/ha)		Diámetro (cm)		Peso (g)	
	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor
Modelo	3.00	0.0012	3.96	<0.0001	5.30	<0.0001
Sustrato	2.69	0.1162	6.04	*0.0191	8.50	*0.0007
Bloque	1.35	0.2722	1.71	0.1522	1.61	0.1778
Sustrato*Bloque	2.65	0.0191	2.38	0.0230	3.16	0.0038
Hibrido	19.01	*<0.001	13.35	*<0.001	22.68	*<0.0001
Sustrato*Hibrido	1.83	0.1274	0.30	0.9351	2.16	0.0626
Bloque*Hibrido	0.51	0.9128				
	CV: 13.02%		CV:6.84%		CV:11.92%	

Para la variable rendimiento se encontró diferencia estadística para el factor híbrido, sin embargo para las variables diámetro y peso, se encontraron diferencias estadísticas para ambos factores en forma independiente para lo cual se procedió a realizar la correspondiente prueba de medias, en este caso Tukey al 5% de significancia. Cuadros 29 A, 30 A, 31 A, 32 A, y 33 A.

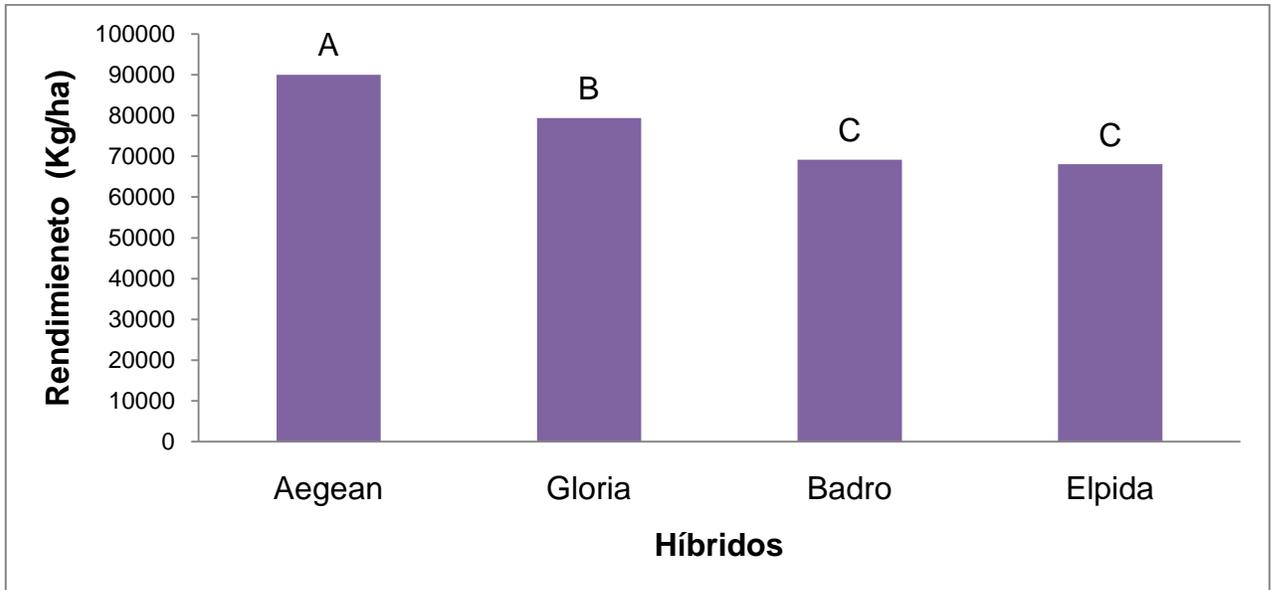


Figura 7. Rendimiento de los híbridos evaluados (Kg/ha). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

En la figura 7 se observa tres comportamientos en donde el grupo A representado por el híbrido Aegea (H1), es el que genera mayor producción con un valor de 90,026 Kg/ha, seguidamente el grupo B que es el híbrido Gloria (H3) con una producción de 79,415 Kg/ha. Los híbridos Badro y Elpida que son el grupo C, identificados como el de menos producción con 69,193 Kg/ha y 68,082 Kg/ha respectivamente.

2.8.2.2 Diámetro de fruto

En el cuadro 20 se presenta el análisis de varianza.

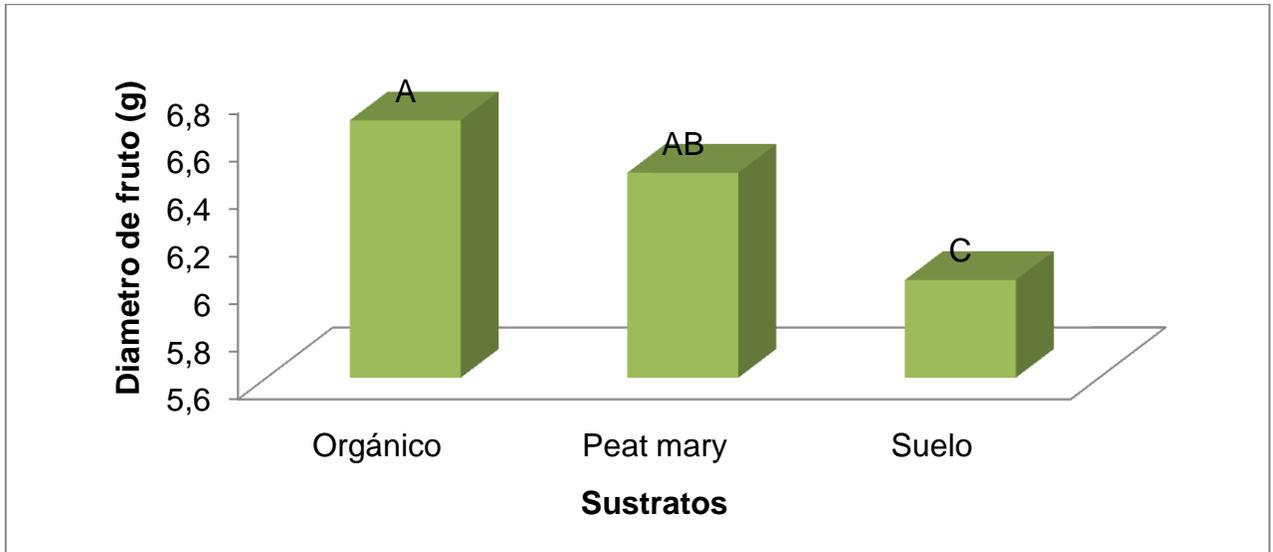


Figura 8. Diámetro de fruto en los sustratos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

En figura 8 se presenta tres diferentes grupos, de los cuales el grupo que mayor diámetro de medias presentó fue el sustrato orgánico (A) con 6.68 cm. El Peat Mary (S1) mostrándose como el segundo (AB) con 6.46 cm y por ultimo el sustrato suelo (C) con 6.01 cm.

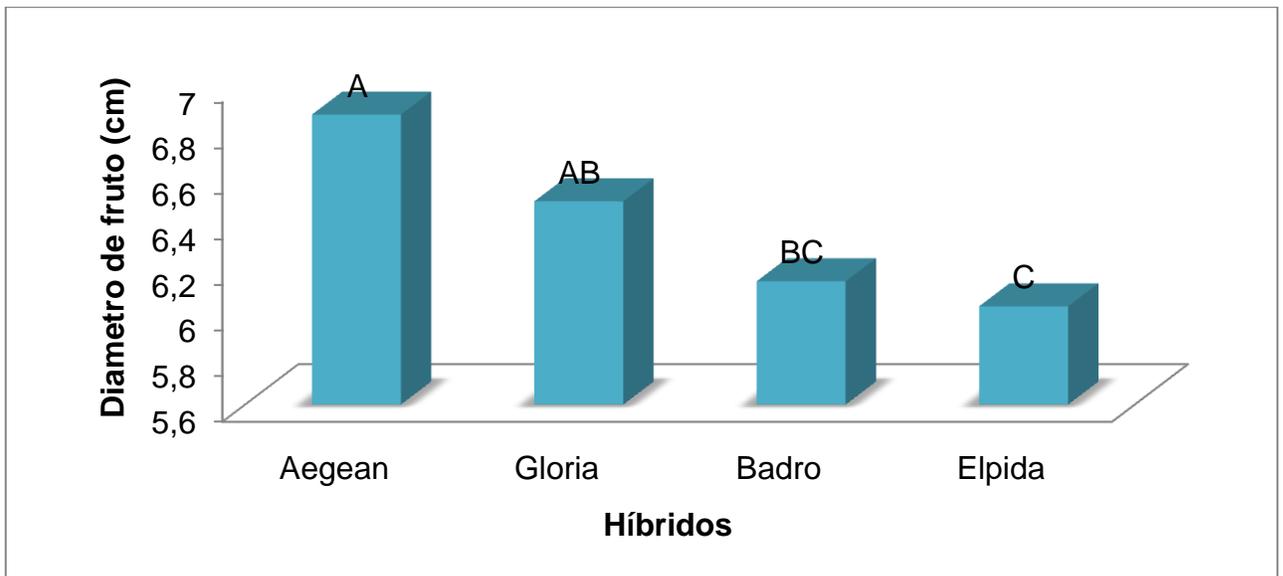


Figura 9. Diámetro de fruto en los híbridos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

En la figura 9, se observa cuatro comportamientos, en donde el grupo A representado por el híbrido Aegea (H1), fue el que mayor diámetro presentó con 6.87 cm. El segundo grupo (AB) representado por el híbrido Gloria (H3) presentó un diámetro de 6.49 cm. El tercer grupo (BC) que es el híbrido Badro (H2), presentó un diámetro con un valor de 6.14 cm. El último grupo (C) que es el híbrido que menos diámetro presentó en la investigación fue el híbrido Elpida (H4) con 6.03 cm. Sin embargo estadísticamente los grupos AB y BC son iguales, es decir que se comportaron de la misma manera, así como los grupos BC y C.

2.8.2.3 Peso de los frutos

El peso promedio de fruto de cada híbrido se presenta en el cuadro 24A.

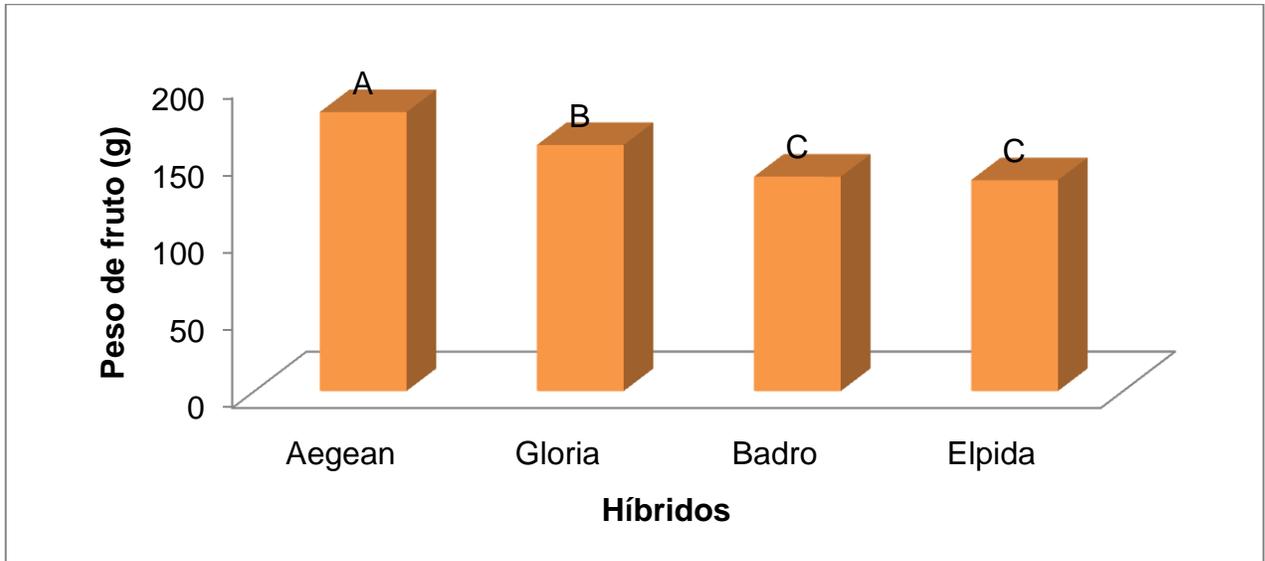


Figura 10. Peso de frutos en los híbridos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

La figura 10 muestra tres grupos, donde A corresponde al híbrido Aegean (H1) con el mayor peso de fruto (180 g). El grupo B conformado por el híbrido Gloria (H3) con un peso de 158 g. El grupo C, presenta similar tendencia de peso para los híbridos Badro y Elpida con 138 y 136 g respectivamente.

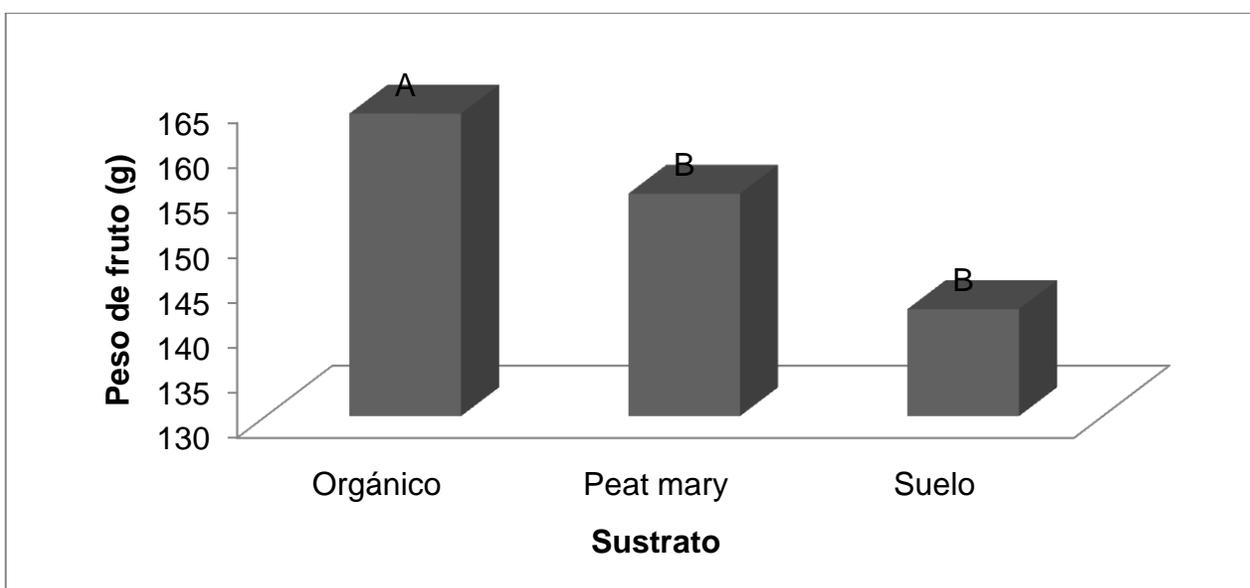


Figura 11. Peso de frutos en los sustratos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

En la figura 11 se presentan dos grupos bien definidos. El grupo (A) le pertenece al sustrato orgánico (S3), por presentar el mayor peso de frutos en forma individual (163 g). El grupo B pertenece al sustrato Peat Mary (S1) con un peso de frutos de 154 gramos y mientras el sustrato suelo (S2) con un valor de 141gramos. Estos dos últimos sustratos presentaron similar peso en los frutos.

Las variaciones que presentaron los diferentes híbridos, expresadas en las variables antes descritas, se puede fundamentar tomando en cuenta su potencial genético que en este caso se evidenció al no existir diferencias estadísticas entre sustratos. Por otro lado lo anterior tiene su fundamento basado en las características físicas y químicas de los sustratos evaluados, los cuales fueron muy similares entre si, quedando exclusivamente la respuesta de los híbridos a su genética con respecto a los otros factores de la producción principalmente al clima y manejo en general.

Sin embargo el híbrido Aegean (H1), sobresaliente ante los otros híbridos y su adaptabilidad a los sustratos, a pesar de su mayor rendimiento (90,026 Kg/ha), no logro sobrepasar las especificaciones expresadas por la casa comercial que lo distribuye, la cual describe que este híbrido dentro de sus características puede llegar a pesar 220- 260 g a diferencia de los otros, llegando a un máximo de 180 g, valor por debajo de lo reportado.

El mayor rendimiento alcanzado por el híbrido Aegean de 5 Kg/planta, superó a lo producido por la finca de 4 Kg/planta, no así a lo reportado a nivel nacional de 8 Kg/planta. La diferencia se debe a la aplicación de nuevas técnicas y tecnologías en la producción de cultivos, en este caso tomate.

2.8.2.4 Color de fruto

Se observó al momento de la madures del fruto. Los resultados del color de fruto de los híbridos evaluados se presentan en el cuadro 21.

Cuadro 21. Color de frutos de los híbridos evaluados según IPGRI. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Híbridos evaluados	Clasificación
Aegean	Rojo
Badro	Rojo
Gloria	Naranja
Elpida	Rojo

Cada híbrido, en su fruto presenta un color características que los diferencia de los demás, sin mencionar el tamaño y forma de fruto, pero esto va a depender mucho del manejo de la nutrición que se le de a la planta. En el mercado se prefiere el fruto de color rojo, en este caso los híbrido Badro (H2), Aegean (H1) y Elpida (H4) presentaron este color. El híbrido Gloria (H3) manifestó un color rojo anaranjado haciéndolo menos demandado.

2.8.2.5 Firmeza de fruto

Se determinó a los diez días después del corte en su madurez completa. El registro de la firmeza de fruto se presenta en el cuadro 22.

Cuadro 22. Firmeza de frutos de los híbridos evaluados según IPGRI. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Híbridos evaluados	Clasificación
Aegean	Firme
Badro	Firme
Gloria	Intermedia
Elpida	Firme

Los híbridos que mayor firmeza presentaron fueron los Aegean (H1), Badro (H2) y Elpida (H4), el híbrido que menor firmeza presentó fue Gloria (H3). La firmeza de los frutos de cada híbrido está fuertemente ligada a sus características genotípicas, lo cual se demostró en este estudio.

2.8.3 Análisis económicos

Se realizó el análisis económico para cada uno de los tratamientos evaluados, donde se determinó la relación beneficio– costo, tomado como base el rendimiento de cada uno de los tratamientos e ingresos que se generaron por la venta de los mismos, con precio promedio de ventas de Q 150.00 por caja de 65 Lb. Los resultados se presentan en el cuadro 23.

**Cuadro 23. Relación beneficio – costo para cada uno de los tratamientos evaluados.
Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez**

Sustratos evaluados	Híbridos evaluados	B/C
Peat Mary	Aegean	1.24
	Badro	0.97
	Gloria	1.03
	Elpida	0.88
Suelo	Aegean	1.03
	Badro	0.86
	Gloria	0.97
	Elpida	0.91
Orgánico	Aegean	1.33
	Badro	0.94
	Gloria	1.17
	Elpida	0.92

Según el análisis económico el híbrido que mayor relación Beneficio – Costo presentó fue el Aegean (H1) en el Sustrato Orgánico (S3) con un valor de 1.33. El mismo híbrido con el sustrato Peat Mary (S1) es el segundo en obtener una relación Beneficio - Costo con un valor de 1.24, esto indica que con este híbrido Aegean (H1) se pueden obtener mejores ganancias.

Por otro lado, los híbridos que presentaron menor relación B/C fueron Badro (H2) con un valor de 0.86 en el sustrato suelo (S2) y el híbrido Elpida (H4) con un valor de 0.88 en el sustrato Peat Mary (S1). Según el análisis económico, se puede inferir que los tratamientos con relación beneficio-costo mayor a uno son rentables.

2.9 CONCLUSIONES

- En general las características físicas de los sustratos evaluados (Factor A), estuvieron dentro de los rangos permitidos, muy similares entre si, lo cual se confirma al no encontrar respuesta agronómicas del cultivo en el factor sustrato.
- En las características químicas determinadas, los sustratos evaluados presentaron altas concentraciones de macro y micro elementos, lo cual puede disminuir el uso de fertilizantes en el sistema.
- En la variable rendimiento se encontraron diferencias estadísticas para el factor B (híbridos). El híbrido Aegean (H1) produjo los mayores rendimientos con una producción de 90,026 Kg/ha.
- Para las variables diámetro y peso de fruto se encontraron diferencias estadísticas de forma independiente para cada factor evaluado (sustrato e híbrido) sobresaliendo el híbrido Aegean (H1) y el sustrato orgánico, con diámetros de 6.68 cm y pesos de 180 g por fruto. Para las variables color y firmeza los híbridos, Aegean (H1) Badro (H2) y Elpida (H4) presentaron mayor firmeza y color rojo.
- Con base en el análisis económico, se estableció que cultivando el híbrido Aegean (H1) en sustrato orgánico (S3) se pueden obtener mayores ingresos, con una relación Beneficio – Costo de 1.33

2.10 RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones de la finca San Pedro las Huertas, se recomienda cultivar el híbrido Aegean (H1) en sustrato orgánico (S3).

Evaluar otras combinaciones de materiales para sustratos, que puedan ser de mayor beneficio económico en la producción de tomate.

2.11 BIBLIOGRAFÍA

1. Abcagro.com. 2002. El cultivo del tomate (en línea). Chile. Consultado 20 set 2008. Disponible en: <http://www.abcagro.com/hortalizas/tomate.asp>
2. Castillo, M; Mendoza, E. 2008. Manual técnico del cultivo de tomate en invernadero. FASAGUA, Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala no. 18:1-19.
3. Cifuentes, A; José, F. 2005. Caracterización física y química de cuatro sustratos y su efecto en el rendimiento de dos híbridos de tomate manzano (*Lycopersicum esculentum* Miller) en cultivo hidropónico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 48 p.
4. Corado, R. 2008. Preparándonos para la nueva siembra. Agrocultura para el Desarrollo del Campo no. 12:1-39.
5. Cordón, E. 1991. Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 137 p.
6. Cordón, J. 2006. Comparación del rendimiento de siete híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* M.), en Finca Santa Teresa, Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 32 p.
7. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. EnzaZaden.es. 2008. Semillas hortícolas: tomates (en línea). España. Consultado 30 set 2008. Disponible en: <http://www.enzazaden.es/>
9. Infoagro.com. 2008. El cultivo del tomate (en línea). España. Consultado 21 set 2008. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
10. Infoagro.com. 2008. Tipos de sustratos de cultivo (en línea). España. Consultado 25 set 2008. Disponible en: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm
11. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, IT). 1996. Descriptores para el tomate (*Lycopersicum* spp.). Roma, Italia. 46 p. Consultado 12 mayo 2008. Disponible en: <http://www.bioversityinternational.org/publications/pdf/489.pdf>
12. Koranski, DS. 2004. Recomendaciones generales para producción de plántulas (en línea). Estados Unidos. Consultado 19 set 2008. Disponible en <http://www.faxsa.com.mx/submen01.htm>

13. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2008. Aspectos productivos de tomate (en línea). Guatemala. Consultado 27 set 2008. Disponible en:
http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/ficha_tomate.pdf
14. Mejicanos, J. 2007. Contribución a la eficiencia de la producción de tomate bajo condiciones de ambiente protegido, en la finca La Democracia, Mataquescuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 79.
15. Méndez, S. 1994. Evaluación de dos productos biológicos, y dos químicos para el control de agallamiento radicular provocado por *Meloidogyne* sp. en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), bajo condiciones de invernadero, en el municipio de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 54 p.
16. Mendoza, SE. 2006. Manual técnico del cultivo de tomate en campo. FASAGUA, Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala no. 13:1-15.
17. Moreno, A. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost. Revista Agricultura Técnica 65(1):33.
18. Ortiz, A. 2008. Aumentarán producción local del tomate bajo invernadero. El Periódico (en línea). Guatemala. Consultado 30 set 2008. Disponible en:
<http://www.elperiodico.com.gt/es/20080624/economia/58760>
19. Reyes, J; Gómez, L; Martínez, V. 2008. Genotipos de tomate en mezcla de vermicompost / arena en invernadero. Revista Terra Latinoamericana 26(2):108.
20. Rodríguez, N; Cano, P; Figueroa, U. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Revista Fitotecnia Mexicana 31(3):271.
21. Rojas, A; Orellana, R; Sotomayor, F; Varnero, M. 2005. Fitotoxicidad de extractos de residuos orgánicos y su efecto sobre el índice de germinación de rabanito y pepino. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal 5(2):61-66.
22. Simmons, CH; Tárano T, JM; Pinto, JH. 1956. Descripción de los suelos de la carta agrológica de reconocimiento de la república de Guatemala. trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
23. Snyder, R. 2008. Guía del cultivo del tomate en invernadero (en línea). Mississippi, US, Mississippi State University, Servicio de Extensión / Departamento de Agricultura de US. (Publicación 2419). Consultado 30 set 2008. Disponible en:
<http://msucare.com/espanol/pubs/p2419.pdf>
24. Toledo, P. 2006. Evaluación de un de un sustituto de turba de musgo (Peat Moss) como sustrato y un estimulador radicular en la producción de plántulas de maíz

dulce (*Zea mays* L.) y tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) bajo condiciones de invernaderos en San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 62 p.

25. Traveling Luck World Index.com. 2008. San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez (en línea). US. Consultado 15 set 2008. Disponible en: http://travelingluck.com/North%20America/Guatemala/Sacatep%C3%A9quez/_3589635_San+Pedro+Las+Huertas.html#local_map

2.12 ANEXOS

Cuadro 24 A. Costos de producción para los híbridos evaluados en condiciones de invernadero. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	SUB-TOTAL (Q)	TOTAL RUBRO (Q)
1. Mano de Obra					1040
Preparacion del terreno	Jornal	1	40	40	
Instalacion de Manguera	Jornal	0,5	40	20	
Trasplante	Jornal	0,5	40	20	
Fertilizacion de base	Jornal	0,5	40	20	
Fertilizacion foliar	Jornal	2	40	80	
Operario del sistema de riego	Mes/Hombre	0,5	1200	600	
Control de malezas	Jornal	0,5	40	20	
Control de plagas	Jornal	1	40	40	
Control de enfermedades	Jornal	1	40	40	
Colocacion de tutores	Jornal	1	40	40	
Colocacion de rafia	Jornal	1	40	40	
Cosecha	Jornal	1	40	40	
Clasificacion	Jornal	1	40	40	
2. INSUMOS					1426,25
Planta	Pilon	75	0,95	71,25	
Fertilizante granulado	Quintal	1	250	250	
Fertilizante hidrosoluble	Saco 25Kg	0,5	350	175	
Fertilizante foliar	Litro	1	265	265	
Agroquimicos	Litro/Kilo	1	320	320	
Estaca	Estaca	18	5	90	
Rafia	Rollo 10 lbs	0,5	90	45	
Materia Organica	Quintal	1	35	35	
Peata mary	Saco	1	100	100	
Bolsas plasticas 12" * 12"	Ciento	1	75	75	
3. MAQUINARIA, EQUIPO Y SERVICIOS					250
Uso y Mantenimiento de fumigacion	Equipo	1	250	250	
SUB - TOTAL					2716,25
IMPREVISTOS 2%					54,325
COSTO TOTAL					2770,575

Cuadro 25 A. Rendimiento medio g/fruto, cm/fruto, kg/planta y Kg/ha para cada uno de los híbridos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Sustrato evaluados	Hibrido evaluados	Peso medio frutos (g)	Diámetro medio frutos (cm)	Rendimiento medio (kg/planta)	Rendimiento medio(kg/ha)
Peat Mary	Aegean	186.33	6.95	4.47	93163.51
	Badro	145.33	6.27	3.49	72663.84
	Gloria	154.33	6.51	3.70	77163.77
	Elpida	132.83	6.1	3.19	66413.94
Suelo	Aegean	154.67	6.36	3.71	77333.76
	Badro	129	5.77	3.10	64498.97
	Gloria	146.33	6.24	3.51	73163.83
	Elpida	137.5	5.68	3.30	68748.90
Orgánico	Aegean	199.17	7.18	4.78	99583.41
	Badro	140.83	6.29	3.38	70413.87
	Gloria	175.83	6.73	4.22	87913.59
	Elpida	138.17	6.26	3.32	69083.89

Cuadro 26 A. Procedimiento para determinar las características físicas de los sustratos evaluados. Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Sustrato	Peso de la Probeta (gr)	Peso probeta + sustrato (gr)	Peso del sustrato (gr)	Peso del sustrato / 100 = (Da)	Vol. Agua requerida (EPT)	Peso filtrado (gr)	Peso filtrado menos Peso del sustrato = (AFD)	EPT - AFD = (CDA)	Agua absorbida sustrato / peso del sustrato = (Hvol)
Peat Mary	9.35	130	120.65	1.21	75	162	41.35	33.65	126.52
Orgánico	9.35	214	204.65	2.05	55	255.5	50.85	4.15	115.02
Suelo	9.35	221	211.65	2.12	40	246	34.35	5.65	111.81

Cuadro 27 A. Diámetro de frutos de los híbridos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Sustratos evaluados	Híbridos evaluados	Diámetro frutos (cm)
Peat Mary	Aegean	6.95
	Badro	6.27
	Gloria	6.51
	Elpida	6.10
Suelo	Aegean	6.36
	Badro	5.77
	Gloria	6.24
	Elpida	5.68
Orgánico	Aegean	7.18
	Badro	6.29
	Gloria	6.73
	Elpida	6.26

Cuadro 28 A. Peso de frutos de los híbridos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Sustratos evaluados	Híbridos evaluados	Peso frutos (g)
Peat Mary	Aegean	186.33
	Badro	145.33
	Gloria	154.33
	Elpida	132.83
Suelo	Aegean	154.67
	Badro	129.00
	Gloria	146.33
	Elpida	137.50
Orgánico	Aegean	199.17
	Badro	140.83
	Gloria	175.83
	Elpida	138.17

Cuadro 29 A. Prueba de medias Tukey para la variable rendimiento de fruto de los híbridos evaluados (kg/ha). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Híbridos	Medias	n	Grupo Tukey		
Aegean	90026.34	18	A		
Gloria	79415.40	18		B	
Badro	69193.34	18			C
Elpidia	68082.24	18			C

Cuadro 30 A. Prueba de medias Tukey para la variable diámetro de fruto en los sustratos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Sustratos	Medias	n	Grupo Tukey		
Orgánico	6.68	24	A		
Peat mary	6.46	24	A	B	
Suelo	6.01	24			C

Cuadro 31 A. Prueba de medias Tukey para la variable diámetro de fruto en los híbridos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Híbridos	Medias	n	Grupo Tukey		
Aegean	6.87	18	A		
Gloria	6.49	18	A	B	
Badro	6.14	18		B	C
Elpida	6.03	18			C

Cuadro 32 A. Prueba de medias Tukey para la variable peso de fruto en los híbridos evaluados (g). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

Híbridos	Medias	n	Grupo Tukey		
Aegean	180.06	18	A		
Gloria	158.83	18		B	
Badro	138.39	18			C
Elpida	136.17	18			C

Cuadro 33 A. Prueba de medias Tukey para la variable peso de fruto en los sustratos evaluados (cm). Finca San Pedro Las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Sustratos	Medias	n	Grupo Tukey		
Orgánico	163.60	24	A		
Peat mary	154.71	24			B
Suelo	141.88	24			B



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: JUAN CARLOS PEREZ TRUJILLO
PROCEDENCIA: ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPEQUEZ
ANALISIS DE MATERIALES ORGANICOS
FECHA DE INGRESO: 26/5/09

ANALISIS QUIMICO

IDENTIFICACION	pH	ppm		Meq/100 gr		Ppm				Meq/100 gr				%	
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na		K
RANGO MEDIO		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15						
SUELO	7.0	60	348	13.10	2.06	0.50	7.00	16.00	23.00	17.39	12.72	2.38	0.35	0.92	94.19
PEAT MARI	7.3	137	370	10.30	2.72	1.00	25.00	117.50	155.00	18.70	15.22	6.00	1.30	2.13	>100
ORGANICO	7.5	153	163	28.07	4.78	0.10	7.50	0.10	54.50	12.17	19.96	5.30	0.91	2.64	>100



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. EDIFICIO T-8, SEGUNDO NIVEL, OFICINA B-9, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA.
CÓDIGO POSTAL: 01012. APARTADO POSTAL 1545. TEL.: (502) 2443 9500. EXTENSION: 1768. FAX: (502) 2476 9758.

Figura 12 A. Resultados de los análisis químicos de los sustratos orgánicos, realizados en el laboratorio de suelos de la FAUSAC.

Cuadro 34 A. Programa de fertirriego para tomate

SEMANA	APLICACION	PRODUCTO	DOSIS POR MOCHILA DE 4 GALONES		PRECIO POR LIBRA	PRECIO POR COPA	TOTAL POR MOCHILA
0	1	NOVAMAP	1	Libra	16.00		16.00
	2	ACTIMIX ENRAIZADOR 9-45-15	1	Libra	18.00		18.00
		SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
1	1	CALCIO 45 ESPECIAL	1	Libra	6.50		6.50
		UREA	11	Copas	4.00	0.25	2.75
	2	ACTIMIX ENRAIZADOR 9-45-15	1	Libra	18.00		18.00
	3	NITRATO DE CALCIO	13	Copas	4.50		4.50
2	1	ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
		SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
	2	NoviHumic	5	Copas	70.00	1.75	8.75
		ACTIMIX MICRO	3	Copas	18.00	1.13	3.38
	3	ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
3	1	ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
		SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
	2	NoviHumic	5	Copas	70.00	1.75	8.75
		ACTIMIX MICRO	3	Copas	18.00	1.13	3.38
	3	ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
4	1	CALCIO 45 ESPECIAL	13	Copas	6.50	0.41	5.28
		ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
	2	SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
		ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
	3	NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
5	1	ACTIMIX FRUCTIFICACION 0-0-34	1	Libra	16.00	1.00	16.00
	2	NoviHumic	5	Copas	70.00	1.75	8.75
		ACTIMIX MICRO	3	Copas	18.00	1.13	3.38
	3	ACTIMIX EQUILIBRIO Y CUAJE 0-40-40	1	Libra	20.00		20.00
6	1	CALCIO 45 ESPECIAL	1	Libra	6.50		6.50
		ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
	2	SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
		NoviHumic	5	Copas	70.00	1.75	8.75
	3	ACTIMIX DESARROLLO 12-20-30	1	Libra	16.00		16.00
7	1	ACTIMIX FRUCTIFICACION 0-0-34	1	Libra	12.00		12.00
		NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
	2	ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
		ACTIMIX FRUCTIFICACION 0-0-34	1	Libra	12.00		12.00
8	1	ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
		CALCIO 45 ESPECIAL	13	Copas	6.50	0.41	5.28
	2	ACTIMIX EQUILIBRIO Y CUAJE 0-40-40	1	Libra	20.00		20.00
9	1	SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
		ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
	2	NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
		ACTIMIX FRUCTIFICACION 0-0-34	1	Libra	12.00		12.00
10	1	ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
		CALCIO 45 ESPECIAL	13	Copas	6.50	0.41	5.28
	2	ACTIMIX EQUILIBRIO Y CUAJE 0-40-40	1	Libra	20.00		20.00
11	1	SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
		ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
	2	NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
		ACTIMIX EQUILIBRIO Y CUAJE 0-40-40	1	Libra	20.00		20.00
12	1	SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
		ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
	2	NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
13	1	ACTIMIX FRUCTIFICACION 0-0-34	1	Libra	12.00		12.00
		ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50	0.84	0.84
	2	NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
14	1	ACTIMIX FRUCTIFICACION 0-0-34	1	Libra	12.00		12.00
		ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
	2	CALCIO 45 ESPECIAL	1	Libra	6.50		6.50
15	1	ACTIMIX EQUILIBRIO Y CUAJE 0-40-40	1	Libra	20.00		20.00
		SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
	2	ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
16	1	NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
		SULFATO DE MAGNESIO	10	Copas	6.00	0.38	3.75
	2	ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
		NITRATO DE CALCIO	1	Libra	4.50		4.50
17	1	ACTIMIX FRUCTIFICACION 0-0-34	1	Libra	12.00		12.00
		ACTIMIX PRODUCCION 12-5-41	1	Libra	13.50		13.50
	2	CALCIO 45 ESPECIAL	13	Copas	6.50	0.41	5.28



3.1 PRESENTACIÓN

La unidad productiva San Pedro las Huertas se encuentra ubicada en el municipio Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez, la cual posee una extensión de 1.4 hectáreas distribuidas principalmente para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

En cultivo de tomate es una de las principales hortalizas que se cultiva a nivel nacional, y es de mucha importancia para Guatemala, por lo que ha ido en aumento su producción, pero generalmente se encuentra amenazado por un amplio rango de plagas, por lo que lleva a la utilización excesiva de productos químicos, cuando incluso no se sabe con exactitud el agente causal de las enfermedades.

Debido a la falta de asistencia técnica, la falta de capacitación del personal de campo, al abuso de aplicación de plaguicidas y al mal manejo de prácticas culturales provoca un alza en los costos de producción, repercutiendo así en la baja rentabilidad del cultivo de tomate bajo condiciones controladas.

De aquí la importancia de la asistencia técnica, para contribuir a la eficiencia de la producción de tomate bajo condiciones controladas de invernadero en la unidad productiva San Pedro las Huertas.

3.2 MANEJO AGRONÓMICO DE 5,400 PLANTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* Miller) VARIEDAD GLORIA, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA UNIDAD PRODUCTIVA SAN PEDRO LAS HUERTAS, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

3.2.1 OBJETIVOS

3.2.1.1 General

Manejar agronómicamente 5,400 plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Miller) variedad Gloria, bajo condiciones de invernadero, en la unidad productiva San Pedro las Huertas.

3.2.1.2 Específico

Contribuir con la eficiencia de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* Miller) variedad Gloria, bajo condiciones de invernadero, en la unidad productiva San Pedro las Huertas.

3.2.2 METODOLOGÍA

3.2.2.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de forma manual, la cual consistió en el volteo del suelo, con el fin de mullir de este modo se evita que el plástico pueda dañarse por rozamiento y se consigue una penetración profunda del agua del riego.

3.2.2.2 Preparación de los surcos

Se midió la distancia entre surcos (1.2 m) y luego se tendió una rafia, donde con la ayuda de un azadón se realizó los surcos.

3.2.2.3 Desinfestación de suelo

Se realizó con el fin de eliminar el ataque y daño de plagas y enfermedades propias del suelo, se efectuó la aplicación del biocida Metam Sodio en dosis de 300 Lts/mz. Esta práctica se realizó 20 días antes del trasplante.

3.2.2.4 Colocación del plástico

Conocido también como cobertura plástica, mulch o acolchado. La lámina del encamado puede colocarse manual o mecánicamente, en este caso si hizo manual, pero debe garantizarse su tensado y un buen cierre de los bordes enterrados, para evitar renovaciones de aire que reducirán la eficiencia por la evaporación y las pérdidas térmicas.

3.2.2.5 Trasplante

Previo al trasplante, se realizó el pedido de pilones de tomate a la empresa Pilones de Antigua S.A, treinta y cinco días antes del trasplante. El distanciamiento fue de 1.20 m entre surco y 0.40 m entre plantas.

3.2.2.6 Riego

En tomate, se sabe que la capa del suelo comprendida entre los 0 y 40 cm de profundidad demanda de buena humedad, sin llegar a la saturación. También es conocido que los suelos arenosos se requieren una mayor frecuencia de riego. El clima modifica

gradualmente las necesidades del riego, por lo que los volúmenes específicos de irrigación son fijados, en base a las condiciones climáticas de la región.

3.2.2.7 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción se realizó con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Se realizó cuando la planta alcanza los primeros 20 a 25 cm de altura. Conforme la planta va creciendo se fue liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre.

3.2.2.8 Destallado

Consistió en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Se realizó con la mayor frecuencia posible (semanalmente) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

3.2.2.9 Deshojado

Se recomienda tanto en las hojas senescentes, con objetivo de mejorar el color de los frutos, facilitar la aireación y eliminar hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo.

3.2.2.10 Despunte de inflorescencia y aclareos de frutos

Se realizó con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre.

3.2.2.11 Fertirriego

Es un método que combina la aplicación de agua con los fertilizantes, incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniendo mayores rendimientos cuadro 34 A.

3.2.2.12 Control de malezas

Para el control de malezas se realizó de forma manual, arrancando las malezas con un azadín, a fin de no dañar el plástico del encamado del suelo.

3.2.2.13 Control de plagas

Para el control de plagas se utilizó un manejo integrado, donde se combinaron e integraron varios métodos (cultural, etológico, botánico, químico) logrando regular las poblaciones de organismos plaga.

3.2.2.14 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente, aproximadamente a los tres meses después del trasplante, se efectuó de acuerdo con la maduración del material.

3.2.3 RESULTADOS

En el manejo agronómico de las 5,400 plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* Miller) variedad Gloria. La producción que se obtuvo se presenta en el cuadro 35.

Cuadro 35. Producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria en Kg. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Clasificación	Producción (Kg)
Primera	9863.64
Segunda	5586.36
Tercera	2508.64
Cuarta	2135.45
Total	20094.09

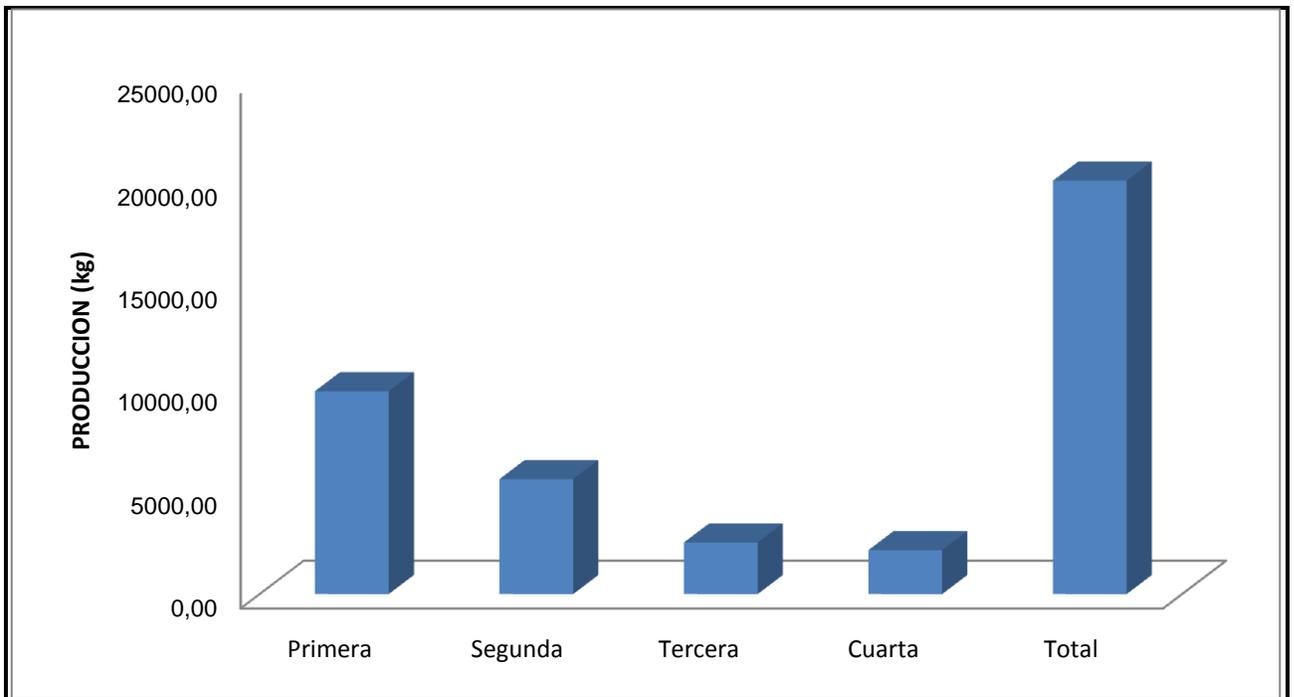


Figura 13. Producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

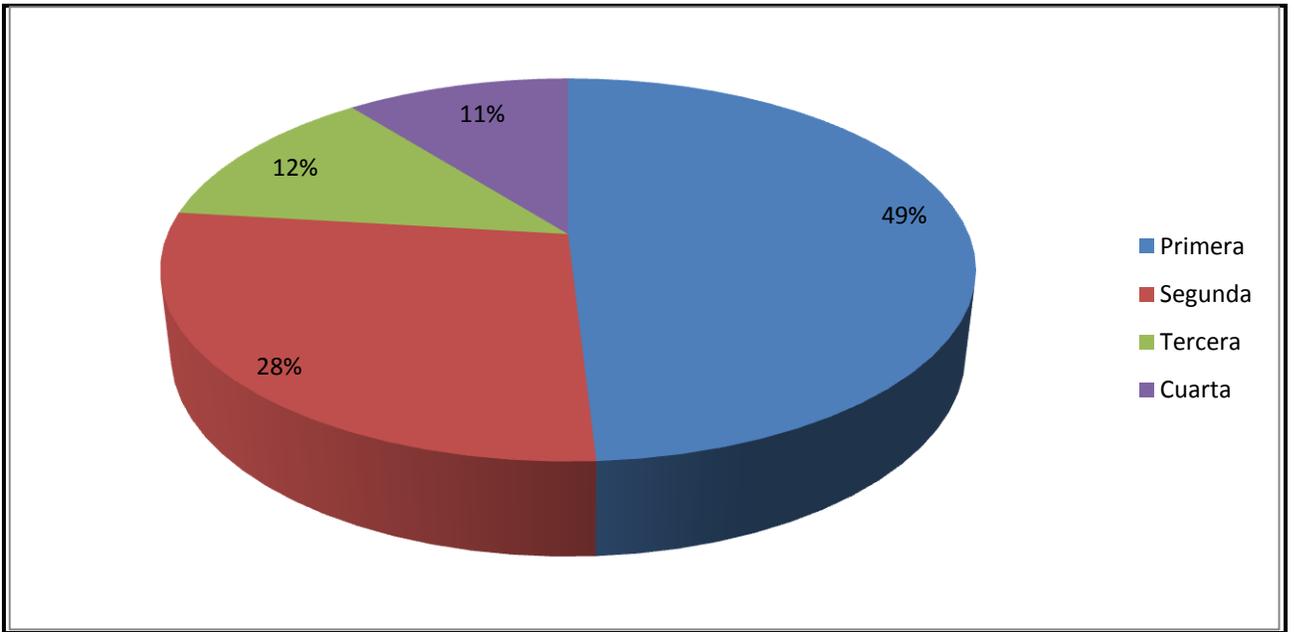


Figura 14. Porcentaje de producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Cuadro 36. Costo de producción de las 5,400 plantas de tomate variedad Gloria.

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q)	Sub-total (Q)	Total rubro (Q)
1. Mano de Obra					8360
Preparación del terreno	Jornal	10	40	400	
Instalación de Manguera	Jornal	2	40	80	
Trasplante	Jornal	4	40	160	
Resiembra	Jornal	1	40	40	
Fertilización de base	Jornal	18	40	720	
Fertilización foliar	Jornal	18	40	720	
Operario del sistema de riego	Mes/Hombre	1,5	1200	1800	
Control de malezas	Jornal	3	40	120	
Control de plagas	Jornal	9	40	360	
Control de enfermedades	Jornal	9	40	360	
Colocación de tutores	Jornal	7	40	280	
Colocación de rafia	Jornal	9	40	360	
Cosecha	Jornal	56	40	2240	
Clasificación	Jornal	18	40	720	
2. INSUMOS					47513.7
Planta	Pilón	5500	0.95	5225	
Fertilizante granulado	Quintal	2	392.125	784.25	
Fertilizante hidrosoluble	Saco 25Kg	20	764.96	15299.2	
Fertilizante foliar	Litro	25	412.35	10308.75	
Agroquímicos	Litro/Kilo	15	520.1	7801.5	
Estaca	Estaca	1100	5	5500	
Rafia	Rollo 10 lbs	5	90	450	
Mulch	Rollo	3	715	2145	
3. MAQUINARIA, EQUIPO Y SERVICIOS					3250
Uso y Mantenimiento de Riego	Sistema	1	3000	3000	
Uso y Mantenimiento de fumigación	Equipo	1	250	250	
TRANSPORTE					4086
Transporte y Comercialización de fruta	Caja	681	6	4086	
SUB - TOTAL					63209.7
IMPREVISTOS 2%					1264.194
COSTO TOTAL					64473.894
VENTAS					74744.2
Primera	Lbs	21700	2	43400	
Segunda	Lbs	12290	2	24580	
Tercera	Lbs	5519	0.8	4415.2	
Cuarta	Lbs	4698	0.5	2349	
INGRESO BRUTO					10270.306
RENTABILIDAD					16%
RELACION B/C					0.16

Cuadro 37. Producción de tomate variedad Gloria de otro invernadero. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Clasificación	Producción (Kg)
Primera	9604.55
Segunda	6548.64
Tercera	3370.00
Cuarta	2827.27
Total	22350.45

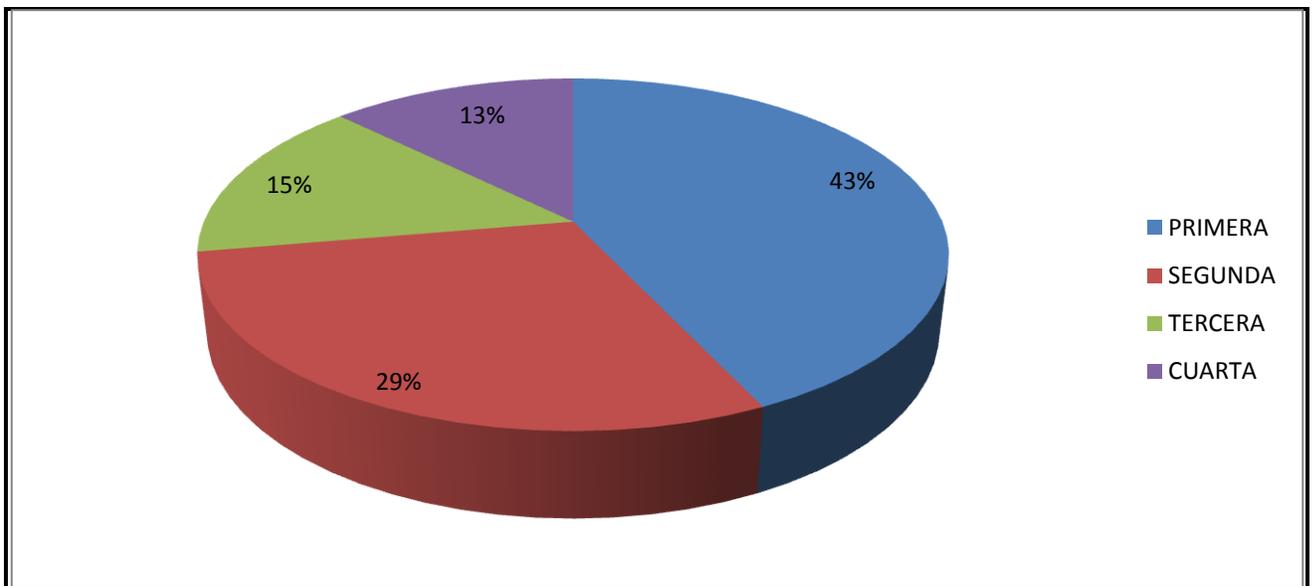


Figura 15. Porcentaje de producción de tomate variedad Gloria de otro invernadero. Finca San Pedro las Huertas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

3.2.4 EVALUACIÓN

En el manejo que se le dio al invernadero de 5,400 plantas de tomate variedad Gloria, se logró una producción total de 20094.09 Kg, lo que equivale a 3.72 Kg/planta (8.2 Lb/planta). Dentro de los porcentajes de cada clasificación se obtuvo un 49% de primera, un 28% de segunda, un 12% tercera y un 11% de cuarta.

En comparación con la producción de otro invernadero con la misma variedad de tomate el porcentaje de primera fue de 43%, el de segunda fue de 29%, tercera y cuarta 15% y 13% respectivamente. Se puede apreciar en las graficas, que la producción de las 5,400 plantas, se subió el porcentaje de primera un 6%, el de segunda 1% y se disminuyó el porcentaje de tercera y cuarta 3% y 2% respectivamente. Por lo que se puede decir que si se contribuyó en la eficiencia de la producción de tomate variedad Gloria en la unidad productiva San Pedro las Huertas.

3.3 CAPACITACIÓN SOBRE EL MANEJO Y USO SEGURO DE PLAGUICIDAS AGRÍCOLAS EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS SAN PEDRO LAS HUERTAS Y SAN PEDRO EL PANORAMA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.

3.3.1 OBJETIVO

3.3.1.1 General

Capacitar al personal laboral sobre el manejo y uso seguro de plaguicidas agrícolas, en las unidades productivas San Pedro las Huertas y San Pedro el Panorama.

3.3.1.2 Específico

Concientizar al personal laboral de los riesgos para la salud humana, al utilizar productos químicos sin el equipo necesario para la aplicación.

3.3.2 METODOLOGÍA

- Preparar el tema de la capacitación “Manejo y Uso Seguro de Plaguicidas Agrícolas”. Esto se realizó recabando información sobre el tema antes mencionado en todos los medio posibles (libros, internet, revistas, etc).
- Coordinar la capacitación: aquí se asignó la hora, fecha y lugar donde se impartió la capacitación.
- Recepción de los participantes: se recibieron los participantes, al iniciar el evento el instructor dio la bienvenida, donde incluyó un agradecimiento por la asistencia de los participantes.
- El instructor del evento pidió a los participantes una presentación personal donde incluyó nombre, trabajo u profesión que desempeña.
- El instructor impartió una charla motivadora sobre el tema de capacitación antes mencionado, donde se auxilió con materiales como: computadora, proyector multimedia, juego de diapositivas y equipo de protección para la aplicación de plaguicidas agrícolas.

3.3.3 RESULTADOS



Figura 16. A y B. Capacitación sobre el manejo y uso seguro de plaguicidas agrícolas. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.



Figura 17. C y D. Capacitación sobre el manejo y uso seguro de plaguicidas agrícolas. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

3.3.4 EVALUACIÓN

Toda persona que formula, compra, almacena, aplica y distribuye plaguicidas deberá de recibir capacitación. Es muy importante que antes de comprar el plaguicida se debe de identificar la plaga, saber cual es la etapa mas propicia para controlarla. Además es muy importante leer y entender la etiqueta y panfletos. Usar la ropa y equipo adecuado para la aplicación de los plaguicidas.

Se capacitó a todo el personal laboral de las unidades productivas sobre el manejo y uso seguro de plaguicidas. Dándoles a conocer la importancia del buen manejo y uso de los plaguicidas agrícolas, las consecuencias colaterales derivadas del uso incorrecto de éstos, las normas de precaución para su uso y manejo correcto y la tecnología y equipos de aplicación que requieren. Además de concientizarlos de los riesgos para la salud humana, al utilizar productos químicos sin el equipo necesario para la aplicación.

3.4 CAPACITACIÓN SOBRE LAS PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum* Miller) EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS SAN PEDRO LAS HUERTAS Y SAN PEDRO EL PANORAMA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.

3.4.1 OBJETIVOS

3.4.1.1 General

Conocer las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de tomate.

3.4.1.2 Específico

Capacitar al personal laboral en el monitoreo y la identificación de síntomas y signos de microorganismos plaga.

3.4.2 METODOLOGÍA

- Preparar el tema de la capacitación “Principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de tomate”. Esto se realizó recabando información sobre el tema antes mencionado en todos los medio posibles (libros, internet, revistas, etc).
- Coordinar la capacitación: aquí se asignó la hora, fecha y lugar donde se impartió la capacitación.
- Recepción de los participantes: se recibieron los participantes, al iniciar el evento el instructor dio la bienvenida, donde incluyó un agradecimiento por la asistencia de los participantes.
- El instructor del evento pidió a los participantes una presentación personal donde incluyó nombre, trabajo u profesión que desempeña.
- El instructor impartió una charla motivadora sobre el tema de capacitación antes mencionado, donde se auxilió con materiales como: computadora, proyector multimedia, juego de diapositivas y muestras vegetativas con síntomas de enfermedad.

3.4.3 RESULTADOS



Figura 18. Capacitación sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo de tomate. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.



Figura 19. B y C. Capacitación sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo de tomate. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.



Figura 20. D) Demostración de una parte vegetativa del tomate con síntomas de enfermedad. E) Observación de plantas con síntomas de enfermedad. Finca San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

3.4.4 EVALUACIÓN

El tomate puede verse afectado por un buen grupo de plagas, enfermedades y otras alteraciones ya que es un cultivo intensivo. Para realizar un diagnóstico es muy importante la percepción del problema, la determinación e identificación de la causa o causas del problema y la planificación de soluciones. Mantener una vigilancia y muestreo permanente de la dinámica de organismos plaga en el cultivo de tomate es el factor clave para un plan de manejo integrado de plagas.

En la capacitación que se realizó en la unidad productiva San Pedro el Panorama, se capacitaron a 18 personas, dándoles a conocer las principales plagas y enfermedades de tomate, así como las bases principales de cómo realizar un muestreo, además los criterios que hay que tomar en cuenta a la hora de manejar una plaga o una enfermedad.