

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum esculentum* Dunal) BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS DE MACROTÚNEL, DIAGNOSTICO Y SERVICIOS EN LA INSTITUCIÓN PIPAA, EN SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

LUIS AROLD CARTAGENA DÍAZ

GUATEMALA, JULIO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum esculentum* Dunal) BAJO
CONDICIONES PROTEGIDAS DE MACROTÚNEL, DIAGNOSTICO Y SERVICIOS EN LA
INSTITUCIÓN PIPAA, EN SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

LUIS AROLDI CARTAGENA DÍAZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Agr. Marlon Estuardo González Alvares
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, JULIO DE 2019

Guatemala, julio de 2019

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: **EVALUACIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum esculentum* Dunal) BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS DE MACROTÚNEL, DIAGNOSTICO Y SERVICIOS EN LA INSTITUCIÓN PIPAA, EN SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**; como requisito previo a optar al 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”

Luis Aroldo Cartagena Díaz

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por la vida que me has dado y la inmensa bendición de ser la persona que tú quieres.

MIS PADRES: Jorge Erick Cartagena Tello y Linda Elizabeth Díaz Domingo, gracias por los años de esfuerzo e incalculable apoyo para lograr este triunfo en mi vida, los amo.

A MI ESPOSA: Steffany Elena Polanco, gracias por su apoyo incondicional e inmenso amor.

A MIS HIJAS: Elena Isabel y Jimena Abigail, gracias por iluminar mi vida, las amo.

MIS ABUELOS: Gregorio Díaz Díaz (Donde quiera que se encuentre)
Manuela Guadalupe Domingo Castillo.
Elfego Alfonzo Cartagena (Q.E.P.D.)
Aurora Tello Cano.
Mi eterna gratitud por el apoyo incondicional que me brindaron.

MIS HERMANOS: Aurora Elizabeth, Emilene Andree, Jorge Alfonzo y Lester Fernando por estar conmigo en los malos y buenos momentos, por el apoyo incondicional y el inmenso amor que me brindan día con día.

MIS SOBRINOS: Mario Rocael, Thelma María, Mónica María, Dulce María, Aurorita del Rosario, Moises Israel, Gabriela Elizabeth, Jorge Luis Fernando, Fernanda Yareli, Luis Fernando y Jhonatan Benjamin.

MIS PRIMOS: Para todos en general mi amor y gratitud sincera, en especial a José Manuel Montejo Díaz, gracias por la amistad y los recuerdos de nuestra vida de estudiantes.

MIS AMIGOS: Byron Morales, Amilcar Toledo, Luis Cordón, Jorge Calderon, Mirna Valiente, Deysi Yoc, Norberto lux, Álvaro Lemus, Victor Esquivel, Walfred Argueta, Kevin Rivera, Mardoqueo Barrera, Eder Gonzáles, Oscar Enríquez, David Folgar, Carlyone Izaguirre, Guillermo Ruano, Rigoberto Morales, Marvin Ruano. En especial a la familia Pinzon Flores y Familia Flores Ramirez por el inmenso apoyo que me brindaron y la valiosa amistad compartida.

TRABAJO DE GRADUACIÓN DE DEDICO

A:

DIOS

MI APRECIADA GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

JACALTENANGO, HUEHUETENANGO

MI QUERIDA FAMILIA EN GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes, por instruirme y apoyarme durante toda la ejecución de mi Ejercicio Profesional Supervisado y en la elaboración del presente documento.

Ing. Agr. Ivan Dimíttri Santos, por sus conocimientos transmitidos y apoyo brindado en la elaboración de esta investigación.

Ing. Agr. Jaime Sosa, por la asistencia y asesoría brindada durante la realización de mi EPSA y de la investigación.

Índice General

	Página
1 CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO SOBRE PROBLEMAS FITOSANITARIOS DE PLAGAS Y ENFERMEDADES CON AGRICULTORES DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> dunal) BAJO MACRO TÚNELES EN EL VALLE DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ ...	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Municipio de Salamá, Baja Verapaz	3
A. Datos históricos del municipio	3
B. Localización geográfica y extensión territorial.....	3
C. División político administrativa.....	4
D. Condiciones agrológicas (Unidades bioclimáticas)	5
E. Flora y fauna	6
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 General.....	7
1.3.2 Específicos	7
1.4 METODOLOGÍA.....	8
1.4.1 Recopilación de información primaria	8
1.4.2 Recopilación de información secundaria.....	9
1.5 RESULTADOS	10
1.5.1 Descripción general del cultivo	10
A. Planta.....	10
B. Taxonomía de la planta de tomate.....	10
1.5.2 Descripción botánica del tomate	10
A. Sistema radicular.....	10
B. Tallo principal	11
C. Hoja.....	11
D. Flor.....	11
E. Polinización	12
F. Fruto.....	12
1.5.3 Principales plagas y enfermedades identificadas en tomate bajo macro túnel	13
1.5.4 Principales plagas diagnosticadas	14
A. Plagas del suelo	14
a. Gusano Nochero (<i>Agrotys spp.</i>)	14

	Página
B. Plagas del follaje	15
a. Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	15
b. Minador de la hoja (<i>Lyriomiza spp.</i>).....	16
c. Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>).....	17
d. Araña Roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	17
C. Plagas del fruto.....	18
a. Gusano del fruto (<i>Helicoverpa spp.</i>).....	18
1.5.5 Principales enfermedades del tomate	19
A. Enfermedades por nematodos.....	19
a. Nematodos del nudo de la raíz (<i>Meloidogyne spp.</i>).....	19
B. Enfermedades fungosas.....	20
a. Mal del talluelo	20
b. Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	21
c. Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	22
d. Botritis (<i>Botritis cinerea</i>).....	24
e. Fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>).....	25
C. Enfermedades por virus.....	26
a. Virosis	26
1.6 CONCLUSIONES	27
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	27

2 CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE (<i>Solanum esculentum Dunal</i>) BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS DE MACROTÚNEL EN SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A	28
2.1 INTRODUCCIÓN	29
2.2 MARCO TEÓRICO	31
2.2.1 Marco Conceptual	31
A. Descripción del cultivo.....	31
B. Descripción taxonómica	31
C. Descripción botánica	31
a. Sistema radicular.....	31
b. Tallo principal	32
c. Hoja.....	32
d. Flor.....	32
e. Polinización	33

f. Fruto.....	33
D. Requerimientos edafoclimáticos	34
a. Temperatura.....	34
b. Humedad.....	35
c. Luminosidad.....	35
d. Suelo.....	35
E. Principales plagas	35
F. Principales enfermedades	36
G. Principales malezas.....	36
H. Clasificación del tomate.....	36
a. Tipo según época de maduración.....	36
b. Tipo según su crecimiento.....	36
I. Producción Nacional.....	37
J. Producción regional.....	39
K. Comercio.....	39
L. Cultivos protegidos	40
M. Sombráculo	41
N. Invernaderos	41
O. Túneles bajos (micro túneles).....	42
P. Túneles altos (macro túneles).....	42
a. Ventajas	43
b. Desventajas	43
c. Orientación y ubicación	43
2.2.2 Marco Referencial.....	45
A. Ubicación Geográfica	45
B. Suelo	45
C. Clima	45
D. Antecedentes de investigación	46
E. Macro túnel.....	47
2.3 OBJETIVOS	49
2.3.1 General.....	49
2.3.2 Específicos	49
2.4 HIPÓTESIS.....	49
2.5 METODOLOGÍA.....	50
2.5.1 Descripción de los macro túneles	50
2.5.2 Híbridos evaluados	50

A.	Silverado	50
B.	Tara.....	51
C.	AP 533	52
D.	Helios	53
2.5.3	Tratamientos.....	53
2.5.4	Diseño experimental	54
2.5.5	Modelo estadístico.....	54
2.5.6	Unidad experimental.....	54
2.5.7	Distribución de los tratamientos	55
2.5.8	Manejo agronómico	55
A.	Diseño	55
B.	Materiales.....	56
C.	Ubicación	56
D.	Orientación	56
E.	Preparación del terreno	56
F.	Anclaje de los arcos y estructura central.....	57
G.	Largueros laterales.....	57
H.	Desinfección del suelo.....	57
I.	Obtención de las plántulas	57
J.	Trasplante	57
K.	Tutorado.....	58
L.	Deshojado	58
M.	Control de enfermedades fungosas y bacterianas	58
N.	Control de malezas.....	58
O.	Riego y fertirrigación.....	59
P.	Cosecha	59
2.5.9	Variables de respuesta	59
A.	Rendimiento total.....	59
B.	Calidad de la producción	59
C.	Características fisiológicas	60
a.	Comportamiento del proceso maduración-floración.....	60
b.	Días a cosechar	61
D.	Características físicas	61
a.	Diámetro de frutos	61
b.	Vida de anaquel	61
E.	Características químicas	61

a.	Índice de grados brix.....	61
2.5.10	Análisis de la información	62
A.	Análisis estadístico	62
B.	Análisis económico.....	62
2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
2.6.1	Rendimiento total.....	63
2.6.2	Calidad de la producción	64
2.6.3	Características fisiológicas	66
A.	Comportamiento del proceso de floración - maduración	66
B.	Días a Cosecha.....	66
2.6.4	Características físicas.....	67
A.	Diámetro de Frutos.....	67
B.	Vida de anaquel.....	69
2.6.5	Comportamiento químico.....	70
A.	Grados Brix	70
2.6.6	Análisis Económico.....	71
A.	Presupuestos parciales	71
B.	Dominancia de híbridos evaluados.....	72
C.	Tasa mínima de retorno.....	73
2.6.7	Análisis financiero para híbrido seleccionado	73
A.	Flujo neto de efectivo	73
B.	Valor actual neto	74
C.	Tasa interna de retorno (TIR)	75
D.	Relación Beneficio/Costo.....	75
2.7	CONCLUSIONES	77
2.8	RECOMENDACIONES.....	78
2.9	BIBLIOGRAFÍA.....	79
2.10	ANEXOS.....	81

3 CAPÍTULO III

SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN EL VALLE DE SALAMÁ, BAJA

VERAPAZ.....	86
--------------	----

3.1	SERVICIO 1. ASISTENCIA Y ASESORÍA TÉCNICA EN CULTIVOS DE TOMATE Y CHILE PIMIENTO.....	87
3.1.1	Definición del problema	87
3.1.2	Objetivo	87
3.1.3	Metodología.....	88
3.1.4	Recursos utilizados.....	88
3.1.5	Resultados	89
A.	Cultivo de tomate y chile pimiento en el Valle de Salamá, Baja Verapaz	89
a.	Antecedentes	89
b.	Situación actual	90
3.1.6	Evaluación.....	94
3.1.7	Bibliografía	94
3.2	SERVICIO 2. EVALUACIÓN DE DOS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (<i>Bemisia tabaci</i>) EN CONDICIONES DE MACRO TÚNEL CON COBERTURA DE POLIPROPILENO EN ALDEA SAN JUAN, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ	95
3.2.1	Introducción	95
3.2.2	Definición del problema	95
3.2.3	Marco teórico.....	96
A.	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	96
B.	Taxonomía	96
C.	Ciclo biológico y reproducción	97
D.	Daños que ocasiona	98
E.	Control para mosca blanca.....	98
a.	Control cultural	98
b.	Métodos químicos	98
3.2.4	Marco referencial	99
A.	Aspectos de la población.....	99
B.	Colindancia y Extensión	99
C.	Clima	99
D.	Suelos	100
3.2.5	Objetivo	100
3.2.6	Metodología.....	100
A.	Descripción y selección de parcelas.....	100
B.	Tratamientos	100
a.	Insecticida I (Tratamiento II)	101

b.	Insecticida II (Tratamiento III)	101
C.	Diseño experimental	102
D.	Modelo estadístico.....	102
E.	Unidad experimental.....	102
F.	Manejo agronómico	103
G.	Aplicación de tratamientos.....	103
H.	Variable de respuesta.....	103
I.	Toma de datos	104
J.	Análisis de la información	104
3.2.7	Resultados y discusión	104
3.2.8	Recomendaciones	106
3.2.9	Bibliografía	106

Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Problemas fitosanitarios diagnosticados en tomate bajo macro túnel en el Valle de Salamá, Baja Verapaz	13
Cuadro 2.	Control químico para Gusano Nochero (<i>Agrotys spp.</i>)	14
Cuadro 3.	Control químico para mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	15
Cuadro 4.	Control químico para minador de la hoja (<i>Lyriomiza spp.</i>).....	16
Cuadro 5.	Control químico para paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i>)	17
Cuadro 6.	Control químico para araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	18
Cuadro 7.	Control químico para gusano del fruto (<i>Helicoverpa zea</i>).....	19
Cuadro 8.	Control químico para nematodo del nudo de la raíz (<i>Meloidogyne spp.</i>)	20
Cuadro 9.	Control químico de mal del talluelo	21
Cuadro 10.	Control químico de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	22
Cuadro 11.	Control químico de tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	23
Cuadro 12.	Control químico de botritis (<i>Botritis cinerea</i>).....	25
Cuadro 13.	Control químico de fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>)	26
Cuadro 14.	Comportamiento de la producción de tomate a nivel nacional.....	37

Cuadro 15. Distribución porcentual de la producción de tomate a nivel nacional, año agrícola 2002/2003.....	38
Cuadro 16. Distribución porcentual de la producción de tomate del departamento de Baja Verapaz. Año Agrícola 2002/2003	39
Cuadro 17. Producción de tomate en Centroamérica (en miles de T).....	39
Cuadro 18. Exportaciones e importaciones de tomates frescos o refrigerados, partida SAC 07020000 (T), período 1995-2009	40
Cuadro 19. Tratamientos e Híbridos evaluados bajo macro túnel en San Jerónimo, Baja Verapaz.....	54
Cuadro 20. Calidad de frutos.....	60
Cuadro 21. Análisis de Varianza de rendimientos	63
Cuadro 22. Prueba de medias para rendimientos totales de los híbridos	63
Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable calidad de la producción	64
Cuadro 24. Prueba de medias para la variable calidad de fruto.....	65
Cuadro 25. Días a floración de los cuatro híbridos evaluados en cada unidad experimental.....	66
Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable de diámetro de frutos.....	67
Cuadro 27. Prueba de medias para la variable diámetro de frutos	68
Cuadro 28. Análisis de varianza de la variable de grados brix.....	70
Cuadro 29. Prueba de medias para la variable de grados brix	70
Cuadro 30. Análisis económico con presupuestos parciales	71
Cuadro 31. Análisis de dominancia de los híbridos evaluados	72
Cuadro 32. Análisis de tasa mínima de retorno	73
Cuadro 33. Flujo neto de efectivo	74
Cuadro 34. Relación beneficio costo del híbrido seleccionado	76
Cuadro 35A. Descripción de costos del experimento	85
Cuadro 36. Tratamientos evaluados para el control de mosca blanca.....	101
Cuadro 37. ANDEVA moscas blancas	105
Cuadro 38. Prueba de fisher para moscas blancas	105

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Plaga de mosca blanca en tomate.....	16
Figura 2. Plaga de araña roja en hojas de tomate.....	18
Figura 3. Plantas con incidencia de tizón tardío.....	24
Figura 4. Plantas de tomate con incidencia de virus.....	26
Figura 5. Orientación del macro túnel en campo definitivo, con respecto a la dirección del viento.....	44
Figura 6. Orientación del macro túnel con respecto a la luz solar	44
Figura 7. Mapa georeferencial de aldea Santa Catarina, San Jerónimo, Baja Verapaz.	46
Figura 8. Panorámica del diseño de macro túnel de tres surcos, Salamá, 2009	48
Figura 9. Panorámica del diseño del macro túnel de siete surcos, Salamá , 2009.....	48
Figura 10. Fruto de tomate de híbrido Silverado.....	51
Figura 11. Fruto de tomate de híbrido Tara	52
Figura 12. Fruto de tomate de híbrido AP 533.....	52
Figura 13. Fruto de tomate de Híbrido Helios	53
Figura 14. Distribución de los bloques en el área de estudio	55
Figura 15. Distribución de los tratamientos en estudio	55
Figura 16. Medias de rendimientos totales	64
Figura 17. Comportamiento de la calidad	65
Figura 18. Días a cosecha desde el trasplante	67
Figura 19. Diámetro de frutos	68
Figura 20. Análisis de la vida de anaquel de los híbridos evaluados	69
Figura 21. Grados brix de híbridos evaluados	71
Figura 22A. Panorámica de la producción de tomates bajo macro túneles y distribución de tratamientos.....	81
Figura 23A. Medición de diámetro de frutos y peso.....	81
Figura 24A. Frutos expuestos al ambiente para cuantificación de vida de anaquel	82
Figura 25A. Muestras de frutos para el análisis de grados brix	82
Figura 26A. Rendimiento en libras por corte y la calidad de la producción	83

	Página
Figura 27A. Comportamiento de la producción del híbrido Helios, en su producción y calidad a lo largo de cinco cortes efectuados	83
Figura 28A. Comportamiento del híbrido AP533 en su producción y calidad a lo largo de cinco cortes efectuados	84
Figura 29A. Comportamiento del híbrido Silverado obteniendo en su producción y calidad por cortes efectuados	84
Figura 30. Plantación de tomate en Salamá y San Jerónimo	90
Figura 31. Plantación de chile pimiento en Salamá y San Jerónimo.....	90
Figura 32. Paso de rastra	92
Figura 33. Realización de tablonos para la siembra de tomate.....	92
Figura 34. Encamado manual	92
Figura 35. Colocación de arcos para macro túneles.....	92
Figura 36. Sistema ventury para fertirriego.....	93
Figura 37. Filtros en el sistema de riego.....	93
Figura 38. Uso de trampas amarillas	93
Figura 39. Plantación de tomate en macrotúnel	93
Figura 40. Plantación de chile pimiento en macrotúnel.....	93
Figura 41. Aplicación de plaguicidas	93
Figura 42. Distribución de los tratamientos para el control de mosca blanca.....	102
Figura 43. Distribución de la unidad experimental y parcela neta	103
Figura 44. Comportamiento de mosca blanca durante las lecturas.....	105

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado de las diferentes actividades realizadas durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- durante el periodo de agosto de 2009 a mayo 2010 en el departamento de Baja Verapaz como colaborador del Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental -PIPAA-. El presente consta de tres elementos fundamentales desarrollados en el proceso: diagnóstico, investigación y servicios ejecutados.

El diagnóstico fue la primera etapa, que tuvo como objetivo determinar la problemática principal en el área designada de trabajo. Este se realizó en el valle de Salamá departamento de Baja Verapaz, específicamente en las siembra de tomate (*Solanum esculentum* Dunal); se enfocó en los problemas fitosanitarios de plagas y enfermedades así como en el análisis de la situación general del cultivo, los sistemas productivos y la implementación de estructuras de protección como macro túneles que en su mayoría se encontraban en fase de investigación. El diagnóstico fue una herramienta eficaz para la implementación de la investigación y los servicios profesionales realizados en el área.

La investigación se basó en la necesidad de implementar estructuras de protección que cumplan como barreras físicas para plagas y enfermedades, reduciendo así el costo de producción, disminución del uso de plaguicidas que favorece a la residualidad de los mismos en los frutos. Se evaluaron cuatro híbridos de tomate bajo condiciones protegidas de macro túnel, el objetivo era la estimación de rendimientos y calidad de fruto de los híbridos Silverado, Tara, AP 533 y Helios; así mismo seleccionar desde el punto de vista económico por medio de presupuestos parciales e indicadores financieros la rentabilidad de la tecnología y los híbridos evaluados, con la finalidad de demostrar a los agricultores la rentabilidad de cada uno de ellos.

Bajo condiciones protegidas tipo macro túnel el I híbrido AP 533 alcanzó la mayor producción con una media de 70,107.34 kg/ha. presentando un 81 % de frutos de primera calidad. Económicamente la producción de tomates bajo condiciones de macro túnel presentó una Relación Beneficio-Costo favorable para el híbrido AP 533 siendo esta de 1.84, obteniendo una ganancia neta de Q. 0.84 por quetzal invertido.

En el tercer capítulo se describen los servicios realizados, los cuales consistieron en asistencia y asesoría técnica en los cultivos de tomate y chile pimiento y la evaluación de dos alternativas de control químico para mosca blanca en el cultivo de tomate, con la principal finalidad de colaborar con los agricultores a mejorar sus técnicas de manejo de los cultivos y así obtener mejores rendimientos, minimizando la inversión, esto se realizó con agricultores indistintamente de la tecnología que utilizarán para sus cultivos en el valle de Salamá, departamento de Baja Verapaz, en donde en su mayoría se cultiva tomate y chile pimiento.



CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO SOBRE PROBLEMAS FITOSANITARIOS DE
PLAGAS Y ENFERMEDADES CON AGRICULTORES DE
TOMATE (*Solanum lycopersicum dunal*) BAJO MACRO
TÚNELES EN EL VALLE DE SALAMÁ, BAJA VERAPAZ

1.1 PRESENTACIÓN

El presente Diagnóstico se ejecutó con la finalidad de obtener información de importancia, este ayudó analizar a fondo la situación fitosanitaria del proceso productivo del cultivo de tomate bajo cobertura tipo macro túnel en el valle de Salamá, Baja Verapaz, realizándose durante el transcurso del programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPSA) comprendido de agosto de 2009 a mayo de 2010.

Como área de estudio el diagnóstico se realizó en el Valle de Salamá, Baja Verapaz, donde fueron ubicados 10 productores que tienen en fase de investigación la implementación de macro túneles en sus sistemas productivos de tomate con capacidad de producir 4 kg/m², identificando así los principales problemas de plagas y enfermedades que afectan durante el ciclo productivo. Salamá, Baja Verapaz se encuentra ubicado a 940 metros de altura sobre el nivel del mar (msnm); a 15° 06' 12" de latitud norte y 90° 16' 00" de longitud y extensión territorial es de 776 kilómetros cuadrados.

La utilización de macro túneles para la protección de cultivos tiene como finalidad la incorporación de barreras físicas que previene el ingreso de plagas y microorganismos como: mosca blanca, trips, pulgones, paratíoxa, larvas de lepidópteros. Es un tipo de tecnología que permite a los productores aumentar su capacidad productiva, reducir los costos de aplicación de plaguicidas con el fin de lograr la auto sostenibilidad.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Municipio de Salamá, Baja Verapaz

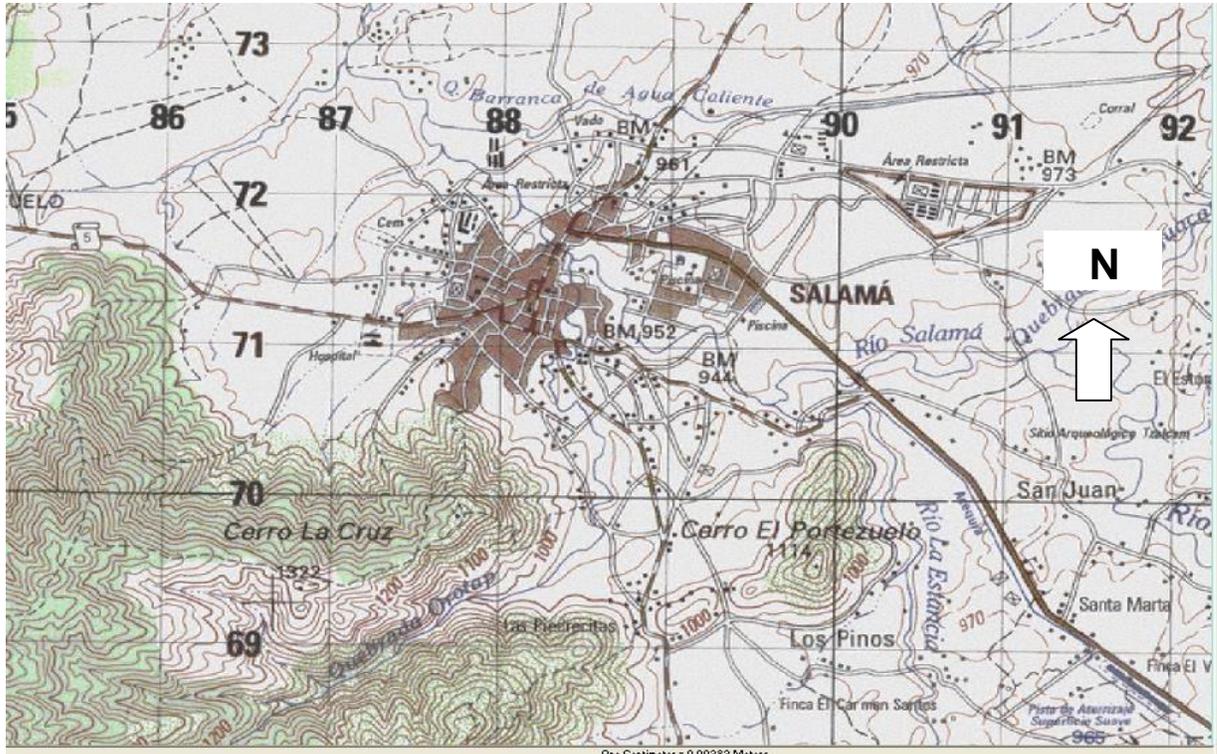
A. Datos históricos del municipio

El municipio de Salamá, cabecera departamental de Baja Verapaz fue fundada en el valle que actualmente ocupa, en el año de 1562. Se le confirió la categoría de Villa por decreto de la Asamblea Nacional Constituyente de fecha 12 de noviembre de 1825, fue elevada al rango de municipio por decreto legislativo de fecha 17 de enero de 1883. Salamá fue la capital del corregimiento de la Verapaz, así como de los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula e Izabal. Se cree que los primeros habitantes y pobladores de Salamá fueron Pipiles ya que en el año de 1883 el Dr. Otto Estell recogió varios vocablos Pipiles en distintos lugares de la región, según la historia, Salamá en lengua significa TABLA SOBRE EL AGUA, debido a la posibilidad de que parte del valle actual haya sido una laguna y que los indígenas se movilizaban sobre tablas figurando una canoa. También Salamá en lengua Quiché quiere decir RIO DE TABLAS (Tzalam – Tablas – Ha – Agua). Por decreto 1181 del ejecutivo el 4 de marzo de 1877 en Alta Verapaz y Baja Verapaz, Salamá pasó a ser la cabecera departamental de Baja Verapaz como municipio del mismo. De conformidad con el Código Municipal Salamá es una municipalidad de Primera Categoría.

B. Localización geográfica y extensión territorial

Latitud norte	15° 06' 12"
Longitud oeste	90° 19' 07"
Extensión Territorial:	776 km ² 24.8 % del total del departamento.
Habitantes	47, 274
No. Geográfico	15-01

Fuente:Google Earth, 2008.



Fuente: Mapa Digital Topográfico de Guatemala Escala 1:50,000 a 1:250,000 USGS, 2005.

C. División política administrativa

El municipio y cabecera departamental de Salamá, Baja Verapaz está conformado por nueve barrios, una colonia, treinta y seis aldeas, cincuenta y cuatro caseríos, seis fincas, un paraje y otra (poblaciones dispersas), esta ubicado al Nor – Este del departamento, sus colindancias son: **Norte** con el municipio de Purulhá, Baja Verapaz; **Sur** con los municipios de San Jerónimo y El Chol, Baja Verapaz; **Este** con el municipio de Morazán, El Progreso y al **Oeste** con los municipios de San Miguel Chicaj y Rabinal, Baja Verapaz. Se encuentra situado a 151 kilómetros de la Ciudad Capital vía el Rancho y Salamá, el tipo de carretera es asfaltada en su totalidad CA-9N, CA-14 y RN-17. Además tiene comunicación con la Ciudad Capital por la Ruta Nacional No. 5, que une a los municipios de Granados, El Chol, Rabinal y San Miguel Chicaj vía San Juan Sacatepéquez con una longitud aproximada de 141 kilómetros. Existe otra carretera que conduce de Salamá a Guatemala vía la Canoa con una longitud aproximada de 86 kilómetros, asfaltada en un 80%.

- **Aldeas:** San Juan, El Carmen, El Tempisque, Niño Perdido, Chilascó, Los Pinos, Rincón Grande, San Ignacio, Payaque, Las Anonas, Ixcayán, Chuacusito, El Nance, Llano Grande, Las Cureñas, El Anono, El Zapote, Santa Inés Chivac, Chivac, La Canoa, Las Cañas, Estancia Grande, Los Paxtes, San Antonio El Sitio, Las Limas, Vainillas, El Chagüite, Rancho Viejo, Pozo de Agua, La Paz, Las Palmas, El Ámate, El Tunal, La Laguna, Las Vigas, La Unión Barrios.

- **Caseríos:** Cerro Colorado, Cachil, Cimarrón, El Aguacate, El Estoraque, El Trapichito, El Carrizal, El Divisadero, El Pajuil, El Terrero, Los Limones, El Cuje, El Perdido, Cumbre de Las Palmas, El Saral, El Capulín, Los Magueyes, El Jute, El Zapotillo, El Jute, Los Encuentros, Las Canoas o San Vicente, La Cebadilla, Lagunilla, Las Trojas, Majadas, Los Corralitos, San Antonio Pazmín, El Naranjito, La Lima, Las Tejas, Las Tintas, Los Algodones, Las Cuevas, Las Vegas de San Antonio Chivac, Llano Largo, Maneadero, El Matilisguate, Pacalá, San Antonio Chivac, San José El Espinero, San Felipe Las Conchas, Trapiche de Agua, Chava, Chupadero Chuacus, El Salto, Los García o Las Limas, Las Tunas, San Jacinto, San Miguel El Rodeo, Bejucal, Vega del Sandial, Nueva Provincia, Camalote.

- **Fincas:** La Concepción, Los Ángeles, Las Victorias, Paso Ancho, San Nicolás, Valle Verde.

- **Parajes:** Cuchilla del Nogal.

- **Otras:** Población Dispersa.

D. Condiciones agrológicas (Unidades bioclimáticas)

Altitud	=	940 msnm
Temperatura medio Anual	=	23°C

Clima	=	Cálido en el valle y sur y frío en la parte alta.
Precipitación Pluvial Anual	=	750 - 1100 mm, esta última en la parte alta.
Humedad Relativa	=	70.9%
Bosques	=	Coníferas, latifoliados, mixtos y arbustos

E. Flora y fauna

Las especies de flora de este municipio son la siguientes: Pino ocote (*Pinus oocarpa*), pino candelillo (*Pinus maximinoii*), pino (*Pinus tecunumani*), Pino de las cumbres (*Pinus rudis*), ciprés común (*Cupressus lusitánica*), encino (*Quercus benthami*), roble (*Quercus sp*), yaje (*Leucaena leucocephala*), liquidámbar (*Liquidámbar styraciflua*), palo blanco (*Persea donnell smithii*), cedro de tierra fría (*Salix chilensis*), aripín (*Caesalpinia velutina*), mango (*Manguifera índica*), nance (*Byrsonimia crassifolia*), guayaba (*Psidium guajaba*), aceituno (*Simarouba glauca*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*) banano (*Musa sp*), plantas epifitas, orquídeas del género *Lycaste*.

Las especies de fauna son: Ardilla (*Scirus sp*), conejo (*Orictologus cuniculus*), mapache (*Procyon lotor*), tacuacín (*Didelphys marsupialis*), taltuza (*Geomys hispidus*), cotuza, coyote, venado cola blanca (*Odoncoileus virginianus*), ratón (*Rattus norvegicus*), gato de monte (*Linx rufus*), sapo (*Bufo bufo*), zumbadora (*Clelia clelia*), Quetzal (*Pharomacrus mocino mocino*), pájaro carpintero (*Compenhilus virgineinus*), lechuza (*Tyto alba*), codorniz (*Colinus virgineinus*), gavián (*Crotophaga sulsirostris*), gorrión (*Passer sp*), golondrina (*Hirundo rústica*), zopilote (*Caragypis stratus*), pato (*Anas sp*), gallina (*Gallus domesticus*), tecolote (*Bubo virginianus*), ceniztonle, pijuyes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Generar información confiable sobre los problemas fitosanitarios en la producción de tomate en macro túnel con cobertura de polipropileno, en el Valle de Salamá, Baja Verapaz.

1.3.2 Específicos

1. Determinar la situación actual referente a la utilización de tecnología utilizada en el sistema productivo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el valle de Salamá, Baja Verapaz.
2. Identificar y analizar la principal problemática fitosanitaria del sistema productivo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en macro túnel en el valle de Salamá, Baja Verapaz.
3. Generar información de utilidad para la realización de proyectos tanto de servicios como de investigación.

1.4 METODOLOGÍA

Para recopilar la información se desarrollaron diversas actividades:

1.4.1 Recopilación de información primaria

- a. **Presentación e identificación personal:** Esta actividad se realizó ante la presencia de los productores de tomates que utilizan macro túneles en sus sistemas productivos, personal de trabajo a fin de identificar la jerarquización de la estructura administrativa de las fincas.
- b. **Reconocimiento visual:** Se realizó un reconocimiento visual del entorno y del área que se utiliza para el proceso productivo del tomate con la principal finalidad de identificar las condiciones bióticas y abióticas presentes.
- c. **Caminamientos:** Se realizaron recorridos dentro de las diferentes áreas productivas, con la finalidad de obtener información de los recursos tanto técnicos como humanos empleados en los diferentes procesos productivos que se llevan a cabo durante el proceso productivo del tomate en condiciones protegidas tipo macro túnel.
- d. **Entrevistas:** Se sostuvieron pláticas con varios productores de tomate que poseen plantaciones manejadas con macro túneles y así recabar información de interés sobre actividades productivas que se realizan dentro de las fincas en observación.

Dentro de las entrevistas se implementaron preguntas claves tales como: Área sembrada, número de trabajadores, variedades sembradas, principales problemas fitosanitarios. Se realizó una autoevaluación de los productores hacia su sistema productivo o un reconocimiento participativo del proceso de producción.

1.4.2 Recopilación de información secundaria

Esta información se obtuvo al revisar documentos relacionados con el tema y área de estudio, por ejemplo: Antecedentes, diagnósticos previos, publicaciones de revistas, entre otros.

- a. **Revisión bibliográfica:** Se realizó una recopilación de información de la zona de estudio y se establecieron las características climatológicas, edafológicas y geográficas, con el fin de obtener una base fundamentada de las condiciones que predominan en la región.
- b. **Fase de gabinete:** Esta fase fue la unión de la información obtenida en el campo para su previo análisis y discusión; así poder reconocer la problemática y formular recomendaciones pertinentes a la problemática observada.
- c. **Recursos:** Para la recopilación de la información fueron necesarios los siguientes recursos:
 - Entrevistas elaboradas
 - Libreta de campo
 - Lapiceros/lápices
 - Hoja de auto evaluación
 - Cámara digital
- d. **Análisis de la información:** Para el análisis de la información se planteó:
 - Priorización de los problemas
 - Establecer un árbol de problemas
 - Formulación de conclusiones

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Descripción general del cultivo

A. Planta

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

B. Taxonomía de la planta de tomate

Reino: Plantae

Sub-reino: Embriobyonta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub-clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Especie: *Solanum lycopersicum* Dunal

1.5.2 Descripción botánica del tomate

A. Sistema radicular

Consiste en una raíz principal con raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (López, 2002).

B. Tallo principal

El tallo de tomate es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. Visto en sección transversal parece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor sostén del tallo. Sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares. Finalmente, el cilindro vascular se compone, de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas de xilema que forman un tejido continuo. La medula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo interior.

C. Hoja

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

D. Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (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.

E. Polinización

Las flores se desarrollan en racimos y se abren simultáneamente. En una misma ramilla hay siempre botones, flores y frutos, en el cuadro 1 se muestra la composición química del fruto de tomate. La antesis de las flores ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La auto polinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un cinco por ciento.

F. Fruto

Es una baya bi o plurilocular de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoides y periformes. En los tomates silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóculos en los frutos de tomates silvestres es de dos. En los cultivares comerciales es común encontrar tabiques de 5 a 10 celdas.

La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente la presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la

epidermis forma una cáscara fina y resistente. En ella hay pigmentos amarillos y rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares.

Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en gramos de almidón, en el cuadro 2 se muestra el valor nutricional del fruto de tomate. Las semillas, planas y ovaladas, miden de 2 a 5 milímetros de largo y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollado cerca de la superficie.

1.5.3 Principales plagas y enfermedades identificadas en tomate bajo macro túnel

La producción de tomate en el Valle de Salamá se ha tecnificado y con ello se enfrentar nuevos retos en cuanto a la fitoprotección se refiere, uno de los principales objetivos de este diagnóstico fue la identificación de plagas y enfermedades así mismo el conocimiento sobre el manejo brindado en el control de las mismas que se determinaron en las plantaciones de tomate manejadas en el sistema de producción en macro túneles. En el cuadro 1 se enlistan los problemas fitosanitarios diagnosticados.

Cuadro 1. Problemas fitosanitarios diagnosticados en tomate bajo macro túnel en el Valle de Salamá, Baja Verapaz

Plagas en tomate		
Gusano Nochero	<i>Agrotys spp.</i>	Plaga del suelo
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Plaga del follaje
Minadore de la hoja	<i>Lyriomiza spp.</i>	Plaga del follaje
Paratrioza	<i>Bactericera cockerelli</i>	Plaga del follaje
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>	Plaga del follaje
Gusano del fruto	<i>Helicoverpa spp.</i>	Plaga del fruto

Continúa...

Continuación del cuadro 1.

Enfermedades en tomate		
Nematodos del nudo de la raíz	<i>Meloidogyne spp.</i>	Plaga del suelo
Mal del talluelo	<i>Phytium, Fusarium, Rhizoctonia y Phytophthora</i>	Enfermedad fungosa
Tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>	Enfermedad fungosa
Botritis	<i>Botritis cinerea</i>	Enfermedad fungosa
Fusarium	<i>Fusarium oxysporum</i>	Enfermedad fungosa
Virosis	<i>Geminivirus</i>	Enfermedad por virus

Fuente: Elaborada con base en muestreos realizados en parcelas de tomate del Valle de Salamá, Baja Verapaz.

1.5.4 Principales plagas diagnosticadas

A. Plagas del suelo

a. Gusano Nochero (*Agrotys spp.*)

Larva de lepidoptero, son relativamente robustos y se encuentran en el suelo, generalmente cerca de la base de las plantas. Estas larvas cortan los tallos de las plantulas a nivel del suelo, matándolas. Al momento de realizar el muestreo esta plaga fue ubicada de forma focalizada, siendo los insecticidas, dosis y observaciones las descritas en el cuadro 2.

Cuadro 2. Control químico para Gusano Nochero (*Agrotys spp.*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Ethoprophos 10 GR	21-42 kg/ha 15-30 kg/mz	Aplicar al suelo durante la siembra.
Ethoprophos 15 GR	14-28 kg/ha 10-20 kg/mz	
Foxim 50 EC	1.0 a 2.0 lts/ha 0.7 a 1.4 lts/mz	Aplicar vía foliar cuando aparezca la plaga o después de un monitoreo que muestre un 5% de infestación

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

B. Plagas del follaje

a. Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

El tipo de daño varía según la raza o biotipo. El daño directo causado por la ninfa ocurre cuando estas succionan los nutrientes del follaje el cual se presenta con amarillamiento, moteado y encrespamiento de las hojas, seguidos de necrosis y defoliación. El daño indirecto es ocasionado por la transmisión del geminivirus.

Al momento de realizar el muestreo se identificó esta plaga en altas poblaciones que sobrepasan el umbral de daño económico; siendo los insecticidas, dosis y observaciones las descritas en el cuadro 3.

Cuadro 3. Control químico para mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Cyflutrin 2.5 EC	0.5-1.4 lt/ha 0.35-1 lt/mz.	Aplicar vía foliar cuando aparezca la plaga o después de un monitoreo que muestre un 5% de infestación. La dosis varía según el cultivo, el desarrollo del mismo y la incidencia de las plagas.
Imidacloprid 70 WG	0.5 kg/ha 0.35 kg/mz.	Aplicar al suelo dirigido al pié de la planta 1 a 7 días después del trasplante. También se puede aplicar en riego por goteo. Las plantas trasplantadas deben estar tratadas con este I.A. desde el semillero.
Thiacloprid, Betacifluthrin 11.25 SE	0.6 - 1.00 lt/ha 0.4 a 0.7 lt/mz.	Aplicar vía foliar cuando aparezca la plaga o después de realizar un monitoreo que muestre un 5% de infestación. La dosis varía según el cultivo o el desarrollo del mismo y la incidencia de la plaga.
Spirotetramate 15 OD	0.4-0.5 L/ha 0.3-0.4 L mz	25 cc/bomba de 16 L
Spiromesifen 24 SC	0,35 a 0,5 L/ha 250-350 mL/mz	Volúmenes de 200-600 L de agua/ha. (140 a 420 L de agua/mz) Por aspersora de mochila de 4 Galones, use 15 cc a 20 cc.

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.



Figura 1. Plaga de mosca blanca en tomate

b. Minador de la hoja (*Lyriomiza spp.*)

El daño lo produce la larva de la mosca alimentándose de las hojas, elaborando galerías si el ataque es severo provoca la muerte de las hojas afectando la fotosíntesis de la planta. En el muestreo se contabilizaron hojas con signos de insectos minadores siendo el control químico utilizado por los agricultores el descrito en el cuadro 4.

Cuadro 4. Control químico para minador de la hoja (*Lyriomiza spp.*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Thiacloprid, Betacifluthrin. 11.25 SE	0,6-1,0 lt/ha 0,4-0,7 lt/mz. 20-25 cc/bomba, 15 cc 25 cc por bomba	Aplicarlo por vía foliar cuando aparezca la plaga o después de realizar un monitoreo que muestre un 5 % de infestación. La dosis inicial varía según el cultivo y desarrollo del mismo e incidencia de la plaga.
Spirotetramate 15 OD	0.4-0.5 L/ha 0.3-0.4 L /mz 25 cc / bomba de 16 L	
Dimethoate 40 EC	1,0-1,5 Lt/ha. 0,7-1,0 Lt/mz. 25 cc a 50 cc /bomba.	Se alterna con otros productos de la familia de los piretroides.

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

c. Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

El daño directo es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas, ocasionando amarillamiento y raquitismo en las plantas afectando el rendimiento y calidad de los frutos.

El daño indirecto es considerado el más importante que el daño directo, ya que es ocasionado por fitoplasmas los cuales son transmitidos tanto por las ninfas como por los adultos. Los fitoplasmas son los responsables de las enfermedades conocidas comúnmente como la punta morada de la papa en dicho cultivo y del permanente del tomate en el cultivo de tomate. Se logro determinar con ayuda del muestreo una parcela con paratrioza sin embargo comentaron los agricultores que en otras oportunidades han tenido problemas con esta plaga y han utilizado lo descrito en el cuadro 5.

Cuadro 5. Control químico para paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Cyflutrin 2.5 EC	0.5-1.4 lt/ha 0.35-1 lt/mz.	Aplicar vía foliar cuando aparezca la plaga o después de un monitoreo que muestre un 5% de infestación. La dosis varía según el cultivo, el desarrollo del mismo y la incidencia de las plagas.
Spirotetramate 15 OD	0.4-0.5 L/ha 0.3-0.4 L mz	25 cc / bomba de 16 L.
Spiromesifen 24 SC	0,35 a 0,5 L/ha 250-350 mL/mz	En volúmenes de 200-600 L de agua/ha. (140 a 420 L de agua/mz) Por bomba de mochila de 4 Galones, usan de 15 cc a 25 cc.

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

d. Araña Roja (*Tetranychus urticae*)

Adultos y ninfas chupan la savia de las células en el envés de las hojas o dentro de las yemas; su alimentación provoca un punteado blanco o amarillento, bronceado, moteado, distorsión y encrespamiento de las hojas; cuando existen altas poblaciones pueden causar caída de las hojas, muerte de los brotes, proliferación de brotes axilares y muerte de la planta.

En el muestreo se determinó la presencia de esta plaga y según los agricultores es común observarla en todas las temporadas de siembra, el control utilizado se describe en el cuadro 6.

Cuadro 6. Control químico para araña roja (*Tetranychus urticae*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Clofentezine 50 SC	80-100 ml en 200 L de agua	
Amitráz 20 EC	2,5-4 litros/ ha 1,75-2,8 litros/mz	Realizar una buena aplicación para cubrir toda la planta. (aplicar en el haz y envés de las hojas). 37 cc a 50 cc /bomba, 400 a 500 ml por 200 lts de agua.
Spiromesifen 24 SC	0,35 a 0,5 L/ha (250-350 mL/mz)	En volúmenes de 200-600 L de agua/ha. (140 a 420 L de agua/mz) Por bomba de mochila de 4 Galones, use 15 cc a 25 cc.
Dimethoato 40 EC	1,0-1,5 Lts/ha. 0,7-1,0 Lt/mz. 25 cc a 50 cc / bomba.	Recomiendan alternar este producto con aplicaciones de Triacloprid – Betacyflutrina

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.



Figura 2. Plaga de araña roja en hojas de tomate

C. Plagas del fruto

a. Gusano del fruto (*Helicoverpa spp.*)

Las larvas son de diferentes colores que van desde amarillas, cremosas, verdes, rojas, café o casi negras según las especies. Perforan los frutos permitiendo la entrada de

patógenos y pudrición del mismo generalmente se encuentran dentro de los frutos afectados. Los muestreos realizados detectaron la presencia de esta plaga en niveles por debajo del umbral económico sin embargo los agricultores realizan el control con los insecticidas descritos en el cuadro 7.

Cuadro 7. Control químico para gusano del fruto (*Helicoverpa zea*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Deltametrina 2.5 EC	0,20 a 0,30 litros/ha 0,15 a 0,20 litros/mz.	En larvas lo aplican cuando se encuentran en los primeros dos estados larvales 12 cc a 25 cc / bomba de 16 litros.
Thiodicarb 37.5 SC	0,375 a 0,5 lt/ha 0,26 a 0,350 lt/mz.	
Carbaril 80 WP	1,5-2 kg/ha 1,0-1,5 kg/mz.	Este producto debe alternarse con aplicaciones de deltametrina. 100 g a 125 g / bomba de 16 litros.
Foxim 50 EC	1.0 a 2.0 lts/ha 0.7 a 1.4 lts/mz	Aplicarlo por vía foliar cuando aparezca la plaga o después de un monitoreo que muestre un 5 % de infestación

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

1.5.5 Principales enfermedades del tomate

A. Enfermedades por nematodos

a. Nematodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne spp.*)

Infecta tanto la raíz como los organos aereos de la planta, los sintomas en la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones, ramificaciones excesivas de la raíz y puntas dañadas. Cuando las infecciones van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos o fitopatogenos el daño es mayor. Se logro identificar dos parcelas con este tipo de microorganismos siendo el control químico el descrito en el cuadro 8.

Cuadro 8. Control químico para nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne spp.*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Ethoprophos 10 GR	21-42 kg/ha 15-30 kg/mz	
Ethoprophos 15 GR	14-28 kg/ha 10-20 kg/mz	
Ethoprophos 72 EC	2,8-5,7 l/ha 2-4 l/mz	
Fenamifos 10 GR	25 a 50 kg/ha 18 a 35 kg/mz	Aplicar en suelo antes de la siembra o alrededor de la plantula, 2 a 3 días después del trasplante.

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

B. Enfermedades fungosas

a. Mal del talluelo

El mal de talluelo o pata seca es el nombre común de la enfermedad en la región, es causado por un asocio de varios hongos (*Phytium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*).

Esta enfermedad se presenta durante los primeros días después del trasplante, causando un ahorcamiento en la base de tallo de las plantulas, causando necrosis del tejido tornandose de coloración parda característica de la enfermedad, si no se realiza el manejo adecuado esta puede afectar a la plantación entera en muy poco tiempo.

Para realizar un control de la enfermedad se recomienda realizar desinfección del suelo así como un manejo adecuado de humedad evitando encharcamientos del suelo. En el cuadro 9 se detalla el manejo que los agricultores realizan durante el trasplante de la plantula.

Cuadro 9. Control químico de mal del talluelo

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Thiodicarb 50 SC	0,20 l/200 litros de agua. 15 cc a 25 cc por bomba de 16 litros.	Mezclarlo con propamocarb-fosetilo para aplicaciones al suelo. Aplicarlo al momento del trasplante, luego repetir la aplicación a los 15 días.
Carbaril 50 WP	1 kg/ha. 0,7 kg/mz. 2-3 g/l de agua. 50 g/bomba.	Para aplicaciones foliares alternarlo con tebuconazol-triadimenol

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

b. Tizón temprano (*Alternaria solani*)

Esta enfermedad es conocida dentro de los productores como mal amarillo o alternaria, es una enfermedad que afecta tallos, hojas y frutos y forma manchas irregulares con anillos concentricos café marron a negro. La enfermedad se inicia en las hojas inferiores y dependiendo de las condiciones se propaga a las hojas superiores. El daño severo de esta enfermedad puede causar defoliaciones en las plantas y dejar al fruto expuesto causándole problemas de quemaduras por los rayos del sol.

Cuando la enfermedad ataca a los frutos estos se ven infectados en la base del pedúnculo y se pueden apreciar manchas oscuras hundidas de apariencia acartonada. La transmisión de esta enfermedad fungosa es por semilla y por medios físicos (viento) o mecánico.

Para prevenir esta enfermedad en el campo los agricultores eliminan de todo tipo de rastrojos y residuos de cosechas anteriores y evitan plantar en lugares aledaños a plantaciones que estén por finalizar su ciclo productivo, esto debido a que son fuente de inoculo además de realizar aplicaciones de fungicidas detallados en el cuadro 10.

Cuadro 10. Control químico de tizón temprano (*Alternaria solani*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Fosetil-Al 80 WG	3-6 g/l. 500g/200 l 1.5-2 kg/ha.	
Propineb 70 WP	1,5-2,5 kg/ha en 300- 600 litros de agua 1,0-1,75 kg/mz	La dosis varía dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo y la incidencia de las enfermedades. Aplicar la dosis baja en tratamiento totalmente preventivo y en condiciones de baja presión de las enfermedades. Realizar ciclos de aplicación con intervalos de 5 a 10 días dependiendo del cultivo y la incidencia de la enfermedad.
Propamocarb, Fenamidone 44.5 SC	2 - 2,5 L / ha 1,25 - 1,5 L / mz 25 cc a 50 cc / bomba de 16 litros	
Trifloxystrobin 50 WG	0,3 kg/ha	
Propamocarb, Fluopicolide 68.75 SC	1.5 L/ha (1L/mz) 25 cc a 37 cc / bomba de 16 L.	
Iprodione 50 WP	1 kg/ha. 0,7 kg/mz. 2-3 g/l de agua. 50 g/bomba.	Para aplicaciones foliares alternarlo con tebuconazol-Triadimenol

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

c. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Esta enfermedad puede destruir el follaje y tallos durante el crecimiento de las plantulas, pudiendo atacar frutos los cuales terminan pudriéndose. En un ataque severo de tizón tardío se puede perder toda una plantación en cuestión de una o dos semanas cuando las condiciones climáticas son favorables y cuando no se tiene un control adecuado del problema.

El principal sintoma es la presencia de manchas aguanosas circulares o irregulares y por lo comun aparecen en las puntas o bordes de las hojas inferiores. En temporadas

humedas las manchas se extienden con rapidez y se forman zonas cafés formando bordes irregulares, en el envés de las lesiones se forma una zona blanca constituida por hifas del hongo.

En condiciones de humedad prolongada todos los brotes tiernos se tornan de coloración café negruzco y se marchitan muriendo con rapidez, en condiciones de climas secos las funciones del hongo se inhiben, las lesiones existentes dejan de extenderse, se ennegresen y se marchitan, de esta manera el hongo ya no se desarrolla, pero al existir condiciones adecuadas de humedad el hongo reanuda sus actividades y la enfermedad se desarrolla de nuevo. Los agricultores realizan aplicaciones de fungicidas como herramienta preventiva y en algunos casos curativa como se detalla en el cuadro 11.

Cuadro 11. Control químico de tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Propineb 70 WP	1,5-2,5 kg/ha en 300-600 litros de agua, 1,0-1,75 kg/mz.	Se aplica como tratamiento preventivo.
Propamocarb, Fenamidone 45 SC	2-2,5 L / ha 1,25 - 1,5 L / mz	
Hidróxido de Cobre 35 WP	2-3,5 kg/ha 1,4-2,5 kg/mz.	Se aplica como tratamiento preventivo.
Propamocarb, Fluopicolide 68.75 SC	1.5 L/ha 1L/mz	
Iprovalicarb, Propineb 69 WP	2,0 - 2,5 kg/ha 1,4 - 1,75 kg/mz	Para mejores resultados aplicar como tratamiento preventivo.
Propamocarb 72 SL	1-1,5 Lts/ha 0,7-1 Lt/mz	Para mejores resultados aplicar como tratamiento preventivo.

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.



Figura 3. Plantas con incidencia de tizón tardío

d. Botritis (*Botritis cinerea*)

Esta enfermedad causa daños en las inflorescencias, si no se tiene un buen control provoca grandes pérdidas en la producción. Esta produce tizones y pudriciones en las inflorescencias como en los frutos.

El hongo se establece en los pétalos de la flor, los cuales son particularmente susceptibles cuando envejecen y produciendo micelio abundante, cuando el clima es fresco y húmedo el micelio del hongo produce numerosos conidios que ocasionan infecciones provocando moho de color gris blancuzco o café claro. El hongo avanza al pedicelo, el cual se pudre y permite que las flores y yemas cuelguen, reduciendo el cuajado de los frutos reflejándose en la merma en la producción.

Puede atacar frutos en almacenamiento y en el campo poco antes de que lleguen a la madurez, la pudrición puede iniciarse en el extremo del pedunculo del fruto o bien en cualquier herida; dicha pudrición tiene el aspecto de un área bien definida, parduzca y aguanosa, la cual penetra profundamente y avanza con gran rapidez en los tejidos de los órganos, en la mayoría de los casos en condiciones de humedad se desarrolla una cobertura con un moho aterciopelado, granular y de color grisáceo o gris parduzco sobre la superficie de las áreas putrefactas. Al realizar el muestreo de enfermedades se detectaron

plantas con botritis las cuales se pudieron prevenir con fungicidas que se detallan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Control químico de botritis (*Botritis cinerea*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Fosetil-Al 80 WG	3-6 g/l. 500g/200 l. de agua 1.5-2 kg/ha.	
Carbendazim 50 SC	200 cc/200 litros de agua.	Mezclarlo con Tebuconazol-Triadimenol y aplicarlo al momento del trasplante.
Propamocarb 72 SL	200 cc/200 litros de agua	
Iprodione 50 WP	1 kg/ha 0,7 kg/mz 2 a 3 g/litro de agua	

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

e. Fusarium (*Fusarium oxysporum*)

Al estar presente esta enfermedad se pueden ocasionar perdidas considerables, especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones favorables. El marchitamiento causado por fusarium se caracteriza por el achaparramiento de las plantas, las cuales en poco tiempo se marchitan y finalmente mueren.

Estos se manifiestan en un ligero alargamiento de las nervaduras de los folíolos jóvenes mas externos. Las plantas adultas en el campo pueden marchitarse y morir repentinamente en caso que la infección sea severa y el clima sea favorable para el patógeno. Se detectaron plantas con incidencia de fusarium para la cual utilizan control químico detallado en el cuadro 13.

Cuadro 13. Control químico de fusarium (*Fusarium oxysporum*)

Ingrediente Activo	Dosis	Observaciones
Carbendazim 50 SC	0,20 l/200 litros de agua.	Mezclarlo con Propanocarb-Fosetilo
Iprodione 50 WP	1 kg/ha. 0,7 kg/mz 2-3 g/l de agua. 50 g/bomba.	Para aplicaciones foliares alternarlo con Tebuconazol-Triadimenol

Fuente: Elaborado con base en datos obtenidos en entrevistas y observaciones realizadas con agricultores dedicados al cultivo de tomate en el valle de Salamá, Baja Verapaz.

C. Enfermedades por virus

a. Virosis

Esta enfermedad es provocada por geminivirus y su principal vector es la mosca blanca. Provoca enanismo en las plantas como también clorosis y encresamiento de las hojas, causando una perdida total en las plantaciones afectadas severamente.

- **Control**

El control va dirigido a la mosca blanca, en todos sus estadios ya que no existe ningún tipo de control químico para esta enfermedad y el único control utilizado es el cultural en el que eliminan todas las plantas con sintomatología de virus.



Figura 4. Plantas de tomate con incidencia de virus

1.6 CONCLUSIONES

1. El tomate manejado con tecnología de macro túneles presenta un desarrollo acelerado en plantas e incrementa rendimientos en la producción. Es menos susceptible a la incidencia de plagas debido a acción protectora que ejerce el polipropileno.
2. Los ataques de insectos en el cultivo de tomate bajo macro túnel generalmente se presentan de manera focalizada por lo que se reduce el uso de productos químicos y las aplicaciones se enfocan solamente en las áreas afectadas, reduciendo hasta un 50% el uso de plaguicidas. El monitoreo constante permite una rápida identificación y acción de control de las posibles plagas y enfermedades.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Chali Ramos, R. 2001. Diagnostico de las enfermedades mas problematicas del tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) en la aldea San Juan, Salamá, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
2. Lopez Maldonado, OC. 1983. Estudio del control integrado de plagas clave en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*), en el valle de La Fragua, Oasis, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
3. Lopez Tzoc, JG. 2002. Diagnostico del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) realizado en la aldea El Tempizque, Agua Blanca, Jutiapa, Durante el periodo de febrero a noviembre de 1,999. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
4. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2008. Cultivo del tomate: el tomate (en línea). Guatemala. Consultado 16 set. 2009. Disponible en http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_csocial/magactual
5. Medina García, HL. 1996. Diagnostico de la producción del tomate (*Lycopersicum esculentum* L), en la aldea Las Trojes, municipio de Amatitlan, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.



2.1 INTRODUCCIÓN

En Guatemala el cultivo de tomate es de las principales hortalizas producidas según el censo agrícola 2002-2003 realizado por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, ocupando una extensión de 7,067 hectáreas distribuidas en 4,769 fincas las cuales se producen 285,763.22 T anuales (INE, 2004); lo anterior refleja la importancia económica y alta demanda que este presenta a nivel nacional, sin embargo este ha enfrentado varias limitantes para obtener altos rendimientos y rentabilidad para los agricultores, entre ellas se mencionan: plagas y enfermedades que se han potencializado por los efectos del cambio climático que además genera altas precipitaciones, vientos, granizadas y heladas, que disminuyen la productividad a causa del daño que se provoca en las plantas (Mejicanos, 2007).

La presencia de insectos vectores de virus como mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es la principal amenaza de problemas fitosanitarios en el cultivo, el uso de agroquímicas es la estrategia de control que agricultores de la región utilizan sin tener en consideración los efectos secundarios que estos ocasionan además del alto costo de control.

El uso de agricultura protegida específicamente macro túneles es una alternativa tecnológica y de fácil acceso para pequeños productores, que debido a la cobertura de polipropileno funciona como barrera preventiva de insectos y fitopatógenos garantizando la reducción del daño causado por plagas y enfermedades; disminuyendo los costos de control y aumentando de manera significativa la calidad del fruto y por tanto la producción neta.

Se seleccionaron cuatro híbridos de tomate utilizados con mayor frecuencia en la región en siembras a campo abierto, siendo así el objetivo de la investigación la evaluación de los híbridos seleccionados bajo condiciones protegidas de macro túnel con cubierta sintética de polipropileno con el afán de encontrar nuevas alternativas tecnológicas que permitan aumentar la producción, calidad de fruto y rentabilidad, Lo anterior contribuirá a la generación de fuentes de empleo y oportunidades de ingreso a

nuevos mercados que les permita expandirse y así generar ganancias netas superiores a las obtenidas en una producción a campo abierto.

La evaluación se realizó en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz durante el período de octubre de 2009 a abril de 2010.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco Conceptual

A. Descripción del cultivo

El tomate (*Solanum esculentum Dunal*) es una planta perenne de origen arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semi erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) (Fasagua, 2006, Gudiel Ortiz, EA. 2000).

B. Descripción taxonómica

Reino	<i>Plantae</i>
Sub-reino	<i>Embriobyonta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Sub-clase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Especie	<i>Solanum esculentum Dunal</i>
Nombre común	Tomate

(Fasagua, 2006, Gudiel Ortiz, EA. 2000).

C. Descripción botánica

a. Sistema radicular

Consiste en una raíz principal con raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 m. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces

fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (Casados, 2005).

b. Tallo principal

El tallo de tomate es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. Visto en sección transversal parece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor sostén del tallo. Sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares.

Finalmente, el cilindro vascular se compone, de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas de xilema que forman un tejido continuo. La médula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo interior (Navas, 2009).

c. Hoja

Compuesta Compuesta e imparipinada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Fasagua, 2006).

d. Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de colores amarillos y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (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 (Fasagua, 2006).

e. Polinización

Las flores se desarrollan en racimos y se abren simultáneamente. En una misma ramilla hay siempre botones, flores y frutos. La antesis de las flores ocurre por lo común en las mañanas y 24 h después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La auto polinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos, ocurre en un 5 % (Castillo, 2004).

f. Fruto

Es una baya bioplurilocular de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoides y periformes. En los tomates silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóculos en los frutos de tomates silvestres es de dos.

Los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es normal encontrar de 5 a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente la presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay tres o

cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina y resistente. En ella hay pigmentos amarillos y rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares.

Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en gramos de almidón. Las semillas, planas y ovaladas, miden de 2 mm a 5 mm de longitud y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollado cerca de la superficie (Fasagua, 2006).

D. 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 (Fasagua, 2006).

a. Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 °C y 30 °C durante el día y entre 1 °C y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30 °C - 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 °C - 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 (Casados, 2005).

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 (Infoagro, 2005).

b. 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 (Fasagua, 2006).

c. Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna, y la luminosidad (Casados, 2005).

d. Suelo

El tomate se desarrolla bien en diferentes tipos de suelo prefiriendo los franco-arcillosos y francos ricos en materia orgánica, bien drenados y con un pH de 6 a 7. Si el pH está debajo de 5 será necesario el encalado y si se encuentra por encima de 7 provocará disminución del rendimiento. Cuando lo importante es la precocidad en la maduración del fruto, se prefieren los suelos francos arenosos que sean bien drenados. Al contrario, cuando la precocidad no es importante y se requiere altos rendimientos, son importantes los suelos franco arcillosos y franco limosos. Las lluvias excesivas causan lavado de nutrientes y favorecen la aparición de enfermedades diversas (Castillo, 1984).

E. Principales plagas

Entre las principales plagas que atacan el cultivo de tomate, en el Valle de la Fragua están: Mosca Blanca (*Bemisia sp*). Gusanos del fruto y del follaje (*Heliothis sp* y *Spodoptera sp*), Minador de la Hoja (*Liriomyza sp*), y Araña roja (*Tetranychus sp*) (Mejicanos, 2007).

F. Principales enfermedades

Entre las principales enfermedades que atacan el cultivo del tomate, en esta zona están: Mal del talluelo (*Rhizoctonia sp.*), Tizón Temprano (*Alternaria solani*), Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*) y Virosis o Mosaicos (Castillo, 1984).

G. Principales malezas

Entre las principales malezas y más difíciles de controlar tenemos: pasto Johnson (*Sorghum halapense*), coyolillo (*Cyperus sp*) y el amaranto (*Amaranthus sp*) (Casados, 2005).

H. Clasificación del tomate

Los tomates se clasifican según su época de maduración y su tipo de crecimiento, pudiéndose mencionar lo siguiente.

a. Tipo según época de maduración

Esta clasificación depende de la maduración o sea según el número de días que tarda la planta en madurar el fruto después del trasplante; así se conoce a los cultivares tipo precoz, intermedio y tardío (Castillo, 1,984).

- Tipo precoz: madura sus frutos entre los 65 y 80 días después del trasplante. El tipo intermedio: empieza a madurar sus frutos entre los 75 y 90 días después del trasplante.
- Tipo tardío: necesita de 85 a 100 días para iniciar su cosecha (Mejicanos, 2007).

b. Tipo según su crecimiento

Esta clasificación se basa en el hábito de crecimiento de la planta (Castillo,1984).

- Tipo determinado: son cultivos que sus tallos o guías eventualmente terminan en un racimo floral y su crecimiento se detiene una vez que este empieza a desarrollar sus frutos.
- Tipo indeterminado: los cultivos de este tipo pueden crecer indefinidamente si encuentran condiciones óptimas, se caracterizan por desarrollar bejucos o tallos largos y mucho follaje. Son preferidos para cultivo bajo invernadero y en sistemas de tutores y espalderas (Mejicanos, 2007).

I. Producción Nacional

El Banco de Guatemala estima que en el año 2004 se lograron producir alrededor de 182,000 T de tomate (Banguat, 2009), (cuadro 14).

**Cuadro 14. Comportamiento de la producción de tomate a nivel nacional
Período 1984 – 2004**

Año	Área cosechada (ha)	Producción (T)	Rendimiento (T/ha)
1984	5,810	94,202	16
1985	5,880	95,400	16
1986	6,580	102,294	16
1987	6,020	105,937	18
1988	5,810	120,746	21
1989	6,020	131,723	22
1990	6,020	140,704	23
1991	5,740	134,758	23
1992	5,460	138,799	25
1993	5,740	144,347	25
1994	5,740	150,125	26
1995	5,810	150,638	26
1996	5,950	154,770	26
1997	5,880	150,593	26
1998	6,090	156,489	26
1999	6,370	166,468	26
2000	6,580	174,792	27
2001	6,860	183,533	27

Fuente: Banco de Guatemala, 2004

En el cuadro 15, se presentan datos de la distribución porcentual de producción de tomate, para el período 2002-2003 (INE, 2003).

Cuadro 15. Distribución porcentual de la producción de tomate a nivel nacional, año agrícola 2002/2003.

Departamento	Producción Obtenida (%)	Departamento	Producción Obtenida (%)
Jutiapa	20.24	Sacatepéquez	20.11
Baja Verapaz	19.59	Escuintla	1.98
Chiquimula	10.79	Chimaltenango	1.28
Guatemala	7.67	Huehuetenango	1.04
Zacapa	6.55	Suchitepéquez	0.91
El Progreso	5.83	Retalhuleu	0.76
Alta Verapaz	5.81	Sololá	0.73
Jalapa	5.45	San Marcos	0.44
Quiché	3.50	Totonicapán	0.25
Petén	2.64	Izabal	0.16
Santa Rosa	2.27	Quetzaltenango	0.10

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, INE, 2003

En el cuadro anterior, se observa que durante el periodo analizado, 2002-2003, la producción presenta una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMCA) de 3.18 (Banguat, 2009).

Una característica que posee este cultivo, en términos de distribución de producción, es que se cultiva en los 22 departamentos de Guatemala, sin embargo, el 83 % del total se concentra en ocho departamentos: Jutiapa, Baja Verapaz, Chiquimula, Guatemala, Zacapa, El Progreso, Alta Verapaz y Jalapa (Banguat, 2009).

En el cuadro 16, se presenta la distribución porcentual de la producción del departamento de Baja Verapaz (INE, 2003).

Cuadro 16. Distribución porcentual de la producción de tomate del departamento de Baja Verapaz. Año Agrícola 2002/2003.

Municipio	Producción Obtenida (%)	Municipio	Producción Obtenida (%)
Salamá	60.41	Purulhá	3.00
San Jerónimo	22.46	Granados	0.73
San Miguel Chicaj	8.87	Rabinal	0.67
Cubulco	3.68	El Chol	0.18

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario, INE, 2003.

J. Producción regional

Centroamérica representa el 0.15 % de la producción mundial de tomate para el 2006. Dentro de la Región podemos destacar que el mayor productor de tomate en el 2006, fue Guatemala con 192,207.00 T (44.6 % de la producción regional), en segundo lugar Honduras con 153,252.00 T (35.6 %), en tercer lugar Costa Rica con 42,424.00 T (9.8 %), en cuarto lugar El Salvador con 35,886.00 T (8.3 %) y en último lugar Nicaragua con 7,300.00 T, representando el 1.7 % de la producción regional (Banguat, 2009).

El cuadro 17 indica la producción de tomate a nivel Centroamericano donde Guatemala se mantiene en el puesto uno. (FAOSTAT, 2007).

Cuadro 17. Producción de tomate en Centroamérica (en miles de T)

Países	2003	2004	2005	2006
Guatemala	187.23	189.24	192.21	192.21
Honduras	87.66	120.50	153.25	153.25
Costa Rica	47.00	45.00	41.35	42.42
El Salvador	22.82	25.42	29.42	35.89
Nicaragua	6.80	7.00	7.30	7.30
Total CA	351.51	387.16	423.53	431.07

Fuente: FAOSTAT, División Estadística, 2007.

K. Comercio

Escenarios de las importaciones versus exportaciones, en el primero de ellos se relaciona con el periodo 1995-1997, el cual se caracteriza por presentar cifras negativas en su saldo, es decir se importa más de lo que se exporta. El segundo escenario se refiere a un crecimiento acelerado de las exportaciones, que van de las 5,188 T a 46,198 T en el

2001. El tercer escenario se caracteriza por un descenso en las exportaciones, a partir del 2003 hasta alcanzar las 20,555 T, en el año 2005. A partir de este año las importaciones empezaron a disminuir y las exportaciones fueron en aumento y solo en algunos años que no hubo aumento. El cuadro 18, muestra el comportamiento de las importaciones versus las exportaciones del cultivo de tomate (Banguat, 2009).

Cuadro 18. Exportaciones e importaciones de tomates frescos o refrigerados, partida SAC 07020000 (T), período 1995-2009.

Año	Exportaciones	Importaciones	Saldo
1995	194.72	2,412.02	-2,217.30
1996	529.26	767.02	-237.76
1997	620.21	781.07	-160.86
1998	5,187.75	243.21	4,944.55
1999	30,483.91	43.17	30,440.74
2000	37,808.11	289.56	37,518.55
2001	46,197.22	405.76	45,791.96
2002	31,055.43	225.03	30,830.40
2003	22,692.11	151.30	22,540.81
2004	20,192.65	57.29	20,135.36
2005	20,555,258	331,256	20,224,002
2006	17,594,705	301,504	17,293,201
2007	20,116,057	88,106	20,027,951
2008	26,894,024	320,515	26,573,509
2009	9,793,043	2,908,150	6,884,893

Fuente: Banco de Guatemala, 2010.

L. Cultivos protegidos

La producción anticipada, fuera de estación, la alta calidad de los productos (sin daños por agentes climáticos o por plagas) y de alta productividad (cultivos forzados o semiforzados) implican el uso de una serie de tecnologías que se enmarcan dentro del concepto de cultivo protegido.

Las instalaciones para protección de cultivos pueden ser muy diversas entre sí; por las características y complejidad de sus estructuras, como por la mayor o menor capacidad de control del ambiente. Una primera clasificación, a grandes trazos, de los diversos tipos de

protección, puede hacerse distinguiendo entre túneles, invernaderos, sombráculos y umbráculos.

M. Sombráculo

Tienen como función el sombreado de los cultivos en terrenos abiertos. Teniendo como objetivo disminuir la incidencia de los rayos solares durante el día y moderar la temperatura durante las noches frías con el uso de mallas sombras o pantallas termorefectivas de aluminio (García, 2009)

N. Invernaderos

Un invernadero es un espacio delimitado por una estructura metálica cubierta por materiales tan diversos como vidrio, plásticos transparentes (nylon), placas de policarbonato, PVC o acrílico, cuyo objetivo es aislar el cultivo del medio (frío, plagas y lluvia), teniendo un mayor control de la fertilización, el riego y el clima interno (temperatura y humedad relativa)(García, 2009).

Los dos principales enfoques del uso de invernaderos son:

- Obtener cosechas en épocas en que las condiciones climáticas no son favorables para conseguir desarrollo, floración, fructificación y producción adecuados y superiores a los que los agricultores consideran aceptables.
- Mejorar la calidad de los productos cosechados, aumentar la productividad y reducir el riesgo de pérdidas debido a la incidencia recurrente de plagas, así como disminuir el uso de plaguicidas para evitar altas concentraciones de químicos específicos por arriba de los límites permisibles. En estos casos, los productores buscan colocar sus productos en el extranjero o en grandes cadenas de supermercados, que les permite estabilidad de precios mediante convenios de compraventa (García, 2009).

O. Túneles bajos (micro túneles)

Son utilizados para proteger cultivos en sus primeras etapas contra la lluvia, plagas y elevar las temperaturas durante el día. Se utilizan en zonas de clima templado. No son aptos para zonas muy frías o muy cálidas. Esta estructura es apta únicamente para cultivos de porte bajo y no para variedades indeterminadas (García, 2009).

P. Túneles altos (macro túneles)

Permiten la siembra de variedades indeterminadas y cultivar en épocas frías. Los arcos pueden ser de bambú, pero se prefiere el hierro galvanizado o el PVC. Los túneles altos en general, no permiten buena regulación de la temperatura interior, por no tener una altura adecuada ni los artefactos adicionales como el invernadero. La ventaja es que son más económicos y pueden construirse como unidades móviles lo cual permite manejar la rotación de cultivos en el campo (García, 2009).

Los ambientes protegidos denominados macro túnel son construcciones agrícolas tipo túnel, provistas de una cubierta de polipropileno (Agribon), que protegen a los cultivos de ciertos factores, principalmente atmosféricos, además de incrementar la calidad y los rendimientos, con un mayor margen de seguridad de cosecha (Navas, 2009).

El macro túnel se aproxima al tipo de invernadero semicircular, pero no alcanza un volumen espacial en el interior, lo suficientemente grande como para permitir un control del ambiente con el que pueda otorgársele con propiedad el nombre de invernadero. De todos modos, para niveles de control con estándares de menor exigencia, se ha utilizado en la región como una alternativa practicable y que garantiza resultados positivos (Navas, 2009).

Este tipo de estructura tiene algunas ventajas e inconvenientes (Navas, 2009).

a. Ventajas

- Alta resistencia a los vientos y fácil instalación (recomendable para productores que se inician en el cultivo protegido).
- Alta transmisión de la luz solar.
- Apto tanto para materiales de cobertura flexibles como rígidos (Navas, 2009).
- Mayor productividad: los rendimientos por unidad de superficie aumentan considerablemente y con ellos los ingresos para el productor.
- Mejora la calidad comercial: ya que los productos obtenidos son más uniformes, de mayor tamaño, mejor presentación y realza las características organolépticas.
- Mayor control de las condiciones ambientales: evitando grandes variaciones térmicas, daño por viento, lluvias, granizo, heladas, escaldaduras de sol, etc.
- Permite un mejor manejo, prevención, control de enfermedades y plagas (Navas, 2009).

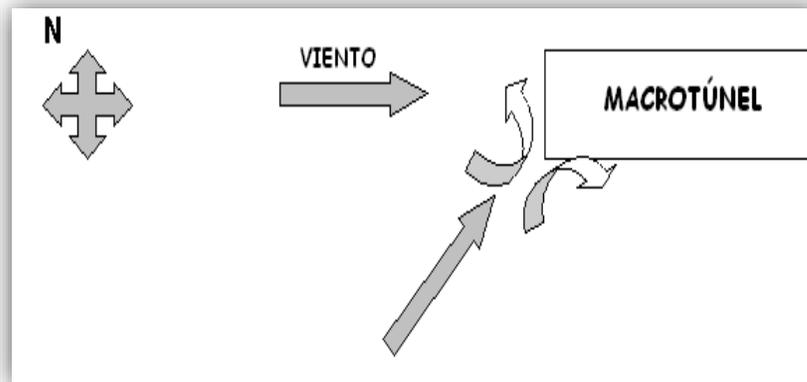
b. Desventajas

- Relativamente pequeño, volumen de aire retenido (escasa inercia térmica) pudiendo ocurrir el fenómeno de inversión térmica.
- Solamente recomendado en cultivos de bajo a mediano porte (lechuga, flores, tomate, chile, pepino, etc.)
- También presenta algunas características a tener en cuenta.
- La inversión es mayor ya que desde el punto de vista financiero se debe disponer de un capital inicial importante aunque económicamente se lo amortice en los años de vida útil de cada uno de los materiales.
- El capital arriesgado también es mayor.
- El costo de producción es más alto, exige mayor incorporación de tecnología.
- El productor y los operarios deben tener conocimientos específicos de la actividad (asesoramiento, capacitación) (Navas, 2009).

c. Orientación y ubicación

El principal factor a tener en cuenta en la zona es el viento, por lo que el macro túnel se ubica en dirección de los vientos dominantes, para que soporten su carga sin romperse.

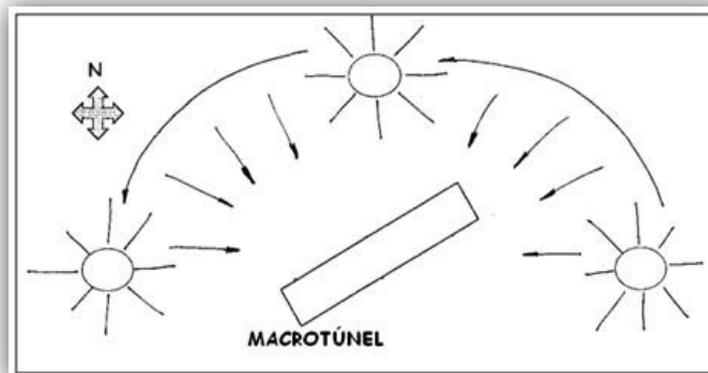
En el área de estudio, predominan del noreste y suroeste. Para que el macro túnel ofrezca menor resistencia, también se puede construir en diagonal a la dirección de los vientos dominantes, de modo que el viento ataque el ángulo de uno de los frentes para desviarlo (figura 5).



Fuente: Navas 2009

Figura 5. Orientación del macro túnel en campo definitivo, con respecto a la dirección del viento

El segundo factor que se considera para la ubicación fue la luz solar, para hacer un mejor aprovechamiento de la misma, la orientación fue de norte a sur por ser una zona de fuertes vientos (Figura 6).



Fuente: Navas, 2009

Figura 6. Orientación del macro túnel con respecto a la luz solar

2.2.2 Marco Referencial

A. Ubicación Geográfica

El proyecto de investigación se realizó en el municipio de San Jerónimo, del Departamento de Baja Verapaz. Está limitado al Norte con el municipio de Salamá, al Sur con el Municipio de Morazán el progreso, al Este colinda con los Municipios de San Agustín Acasaguastlán.

Latitud de 15° 03' 40" y Longitud oeste 90° 14' 25", a una altura de 940 m s.n.m., con una temperatura media anual de 23 °C (Maga, 2008).

B. Suelo

Los suelos predominantes son los de orden inceptisoles los cuales son suelos que evidencian un incipiente desarrollo pedogénico, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados. Constituyen una etapa subsiguiente de evolución, en relación con los Entisoles; sin embargo son considerados inmaduros en su evolución (Cruz, 1982).

C. Clima

Según De la Cruz esta zona se encuentra comprendida en la zona sub-tropical seca (Gerez, 1982).

Thornthwaite la define como B'b'C i de donde:

B'= Temperatura semi-cálida

b'= Variaciones de temperatura con invierno benigno

C'= Jerarquía de humedad semi-seco, vegetación característica tipo pastizal

i = Clima con invierno seco (Gerez, 1982).

Según el mapa de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala, esta comunidad tiene suelos de la serie: Salamá (S1), poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea cementada en un clima húmedo seco con relieve ondulados. La figura 3 muestra la ubicación geográfica de la aldea Santa Catarina del municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz. (Maga, 2008).

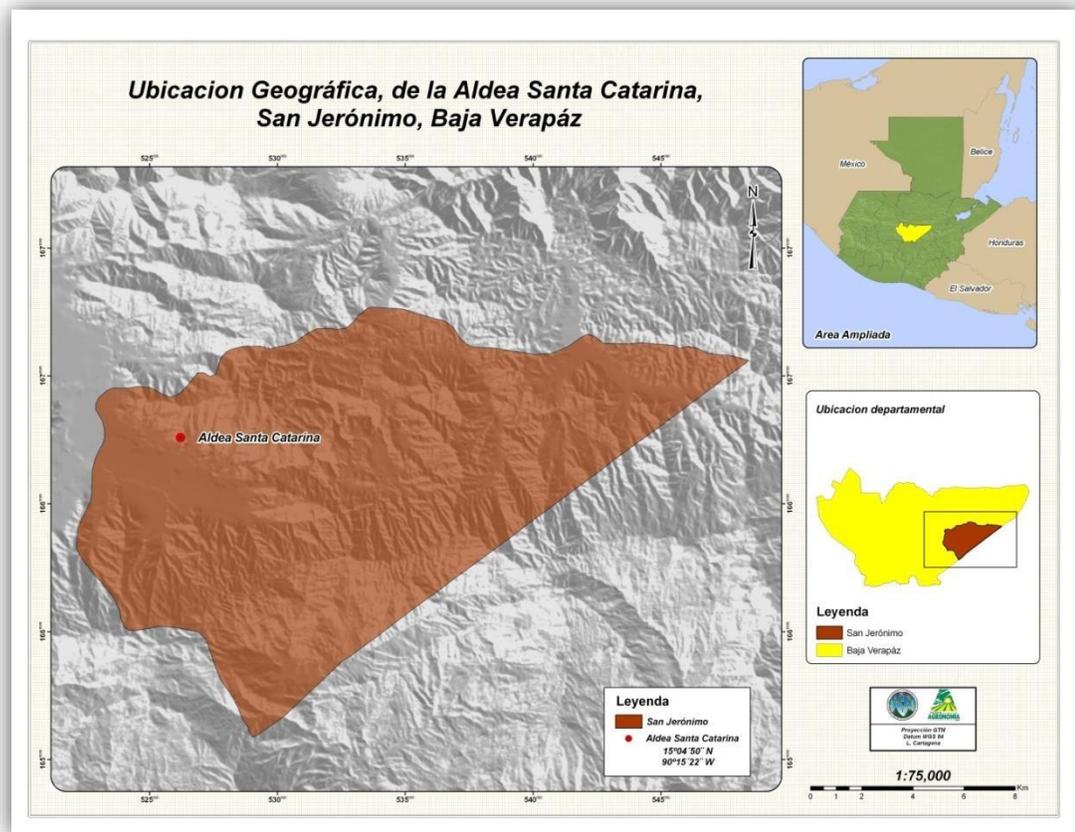


Figura 7. Mapa georeferencial de aldea Santa Catarina, San Jerónimo, Baja Verapaz.

D. Antecedentes de investigación

Mejicanos (2007) en la evaluación del rendimiento de cuatro híbridos de tomate tipo saladet (*Lycopersicon esculentum*, Miller) bajo condiciones de ambiente protegido tipo macrotúnel, encamado de suelo y fertirrigación establece que los rendimientos del cultivo de tomate se incrementan al ser manejados en este tipo de tecnología.

Mejicanos, (2007) incluye que en función del rendimiento de frutos de tomate, los híbridos superiores al comparador Silverado fueron: BSS 436 que presenta el mayor rendimiento, concluyendo que la relación beneficio-costo asociada al proceso de producción de frutos de tomate, bajo condiciones de ambiente protegido, uso de encamado de suelos y fertirriego, para los híbridos evaluados, corresponde un valor mayor a 1, lo cual indica que los beneficios obtenidos durante tres ciclos productivos de cada material, permiten recuperar la inversión inicial.

La implementación de ambientes protegidos tipo macro túnel, el uso de plásticos especiales para el encamado de suelos y la utilización de fertilizantes hidrosolubles, para el cultivo de tomate, permiten incrementar el rendimiento de frutos en 52 %, el tamaño de frutos (peso en gramos) en 12.42 % y la precocidad de madurez de frutos en 5 días, en referencia a los datos obtenidos para cada material evaluado a campo abierto (Mejicanos, 2007).

Según, Sincal (2004) en su investigación de Evaluación de rendimiento de 10 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Dunal) en la Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso, concluye que El genotipo Favi 9 posee características genéticas de tamaño de fruto importantes ya que reportó 83 % de fruto de primera y segunda categoría (frutos de 75 g a mayor de 125 g de peso) pero su rendimiento es bajo.

E. Macro túnel

En el valle de Salamá, se manejan dos tipos de estructuras para la producción de tomate bajo macro túneles, una de las estructuras corresponde a los diseños de la empresa Vista Volcanes S.A. que consta de un tubo metálico de ½ pulgada, el cual está arqueado y tiene una distancia de abertura aproximada de 3.8 m y una altura de 2 m, en este tipo de estructura se maneja un máximo de tres surcos, distanciados a 1.5 m entre cada uno de ellos; la figura 8 nos muestra la distribución de los surcos en el interior de un macro túnel.



Fuente: Cartagena, 2009

Figura 8. Panorámica del diseño de macro túnel de tres surcos, Salamá, 2009.

El otro diseño de macro túneles que se maneja, es armado por los productores, el cual consta de la unión de dos tubos metálicos de $\frac{1}{2}$ in, logrando una altura máxima de 2.60 m de altura y una distancia de abertura aproximada de 10.5 m, en este tipo de estructura se manejan de 6-7 surcos distanciados a 1.5 m entre sí. Como se observa en la figura 9 este diseño de macro túnel posee un total de 7 a 8 surcos en su interior.



Fuente: Cartagena, 2009

Figura 9. Panorámica del diseño del macro túnel de siete surcos, Salamá , 2009.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Evaluar rendimientos de cuatro híbridos de tomate (*Solanum esculentum* Dunal) bajo condiciones protegidas en macro túneles con cubierta sintética de polipropileno (Agribon) en San Jerónimo, Baja Verapaz.

2.3.2 Específicos

1. Estimar rendimientos y calidad de los híbridos, Silverado, Tara, AP 533 y Helios.
2. Seleccionar desde el punto de vista económico por medio de presupuestos parciales e indicadores financieros la rentabilidad de la tecnología y los híbridos evaluados.

2.4 HIPÓTESIS

Ha. Al menos uno de los híbridos evaluados bajo condiciones de macro túnel será superior en rendimiento, calidad, características físicas, químicas y fisiológicas.

Ha. Al menos uno de los híbridos evaluados evidenciara por medio de presupuestos parciales e indicadores financieros rentabilidades factibles para los productores.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Descripción de los macro túneles

Estructura de protección constituida por arcos de metal detenidos por rafia o pita plástica en el contorno, cubiertos de una tela de polipropileno (Agryl P17), la cual fue de 75 m de largo y 7 m de ancho para cubrir el área experimental. Se utilizó un macro túnel de 2.20 m de alto, 3.8 m de ancho y 71 m de largo, un área total de 270 m². Al momento de la siembra se utilizaron pilones los cuales se sembraron a 0.3 m entre plantas y 1.5 m entre surcos.

2.5.2 Híbridos evaluados

A. Silverado

Es un tomate tipo saladette de forma aperada, con firmeza inigualable, cuya adaptabilidad en las zonas productoras lo hacen resaltar del mercado en su tipo. Tiene la capacidad de mantener los frutos firmes y madurar aún bajo condiciones difíciles de humedad y calor. Posee tolerancia a *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporium* y *verticillum* (Garcia, 2009). La figura 13 muestra frutos del híbrido silverado,

- Material híbrido de crecimiento determinado o tamaño mediano (1.20 m – 1.50 m de altura).
- Frutos de 60 g a 80 g.
- Planta altamente productiva (65 T/ha – 75 T/ha)
- Ciclo 85 a 90 días a primer corte



Fuente: Bejo, 2009

Figura 10. Fruto de tomate de híbrido Silverado

B. Tara

Es un híbrido con hábito de crecimiento determinado grande, con frutos de forma semi-bloque de uso industrial y la consistencia del fruto es compacta. El tiempo transcurrido desde el trasplante al primer corte es de 75 a 80 días, resistente a enfermedades fungosas y presenta un rendimiento promedio de 1800 cajas/mz (2571 cajas/ha.) y según estudios realizados en la región, tiene un alto porcentaje de frutos grandes (Navas, 2009). La figura 14 presenta los frutos correspondientes al híbrido tara

- Híbrido del tipo saladette,
- Planta determinada con un vigor moderado.
- Resistente a nematodos, Fusarium y Virus de Mosaico del Tabaco,
- Madurez alcanza 80 días después del trasplante (Navas, 2008).



Fuente: Bejo, 2009

Figura 11. Fruto de tomate de híbrido Tara

C. AP 533

Tomate híbrido en forma de pera, presenta plantas de tamaño mediano proveyendo buena cobertura al fruto que cuenta con mediana viscosidad (Navas,2008) Crecimiento (1.40-1.60 m de altura), con una buena adaptabilidad a climas templados, con una larga vida de anaquel (FASAGUA. 2006) La figura 15, muestra frutos correspondientes a la híbrido AP533.



Fuente: Bejo, 2009

Figura 12. Fruto de tomate de híbrido AP 533

D. Helios

Según Villeda Ramírez, JD. 1993; es un híbrido de crecimiento determinado grande, fruto en forma de pera, para uso industrial; la consistencia del fruto es firme. Desde el trasplante al primer corte transcurre un periodo de 70 a 75 días, resistente a enfermedades y su rendimiento promedio es de 1,300 cajas/mz (1,857 cajas/ha). Es un híbrido que produce un alto porcentaje de fruta pequeña. (Figura 13)

- Híbrido tipo mesa.
- Crecimiento determinado riguroso.
- Adaptabilidad a lugares ubicados entre los 200 m y 1200 m s.n.m.
- Buen comportamiento a suelos con alto grado de salinidad.
- Frutos son de forma cuadrado-redondos.
- Presenta larga vida de anaquel



Fuente: Bejo, 2009

Figura 13. Fruto de tomate de Híbrido Helios

2.5.3 Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos, los cuales fueron seleccionados por la frecuencia de uso en la región. El cuadro 19 detalla los tratamientos y nombres comerciales de los cuatro híbridos utilizados.

Cuadro 19. Tratamientos e Híbridos evaluados bajo macro túnel en San Jerónimo, Baja Verapaz

TRATAMIENTOS	CULTIVAR
1	Tara
2	AP 533
3	Helios
4	Silverado

2.5.4 Diseño experimental

Para este estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones

2.5.5 Modelo estadístico

Para el análisis de datos se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \Sigma_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ = Valor de la media general de la variable de respuesta

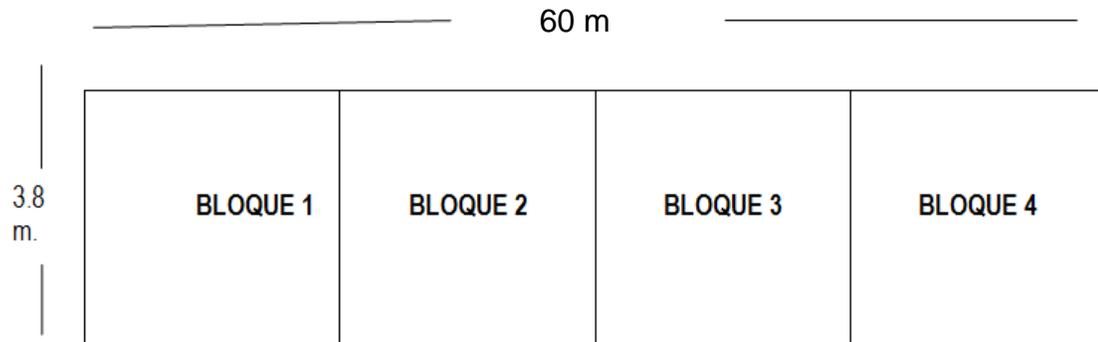
T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

Σ_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

2.5.6 Unidad experimental

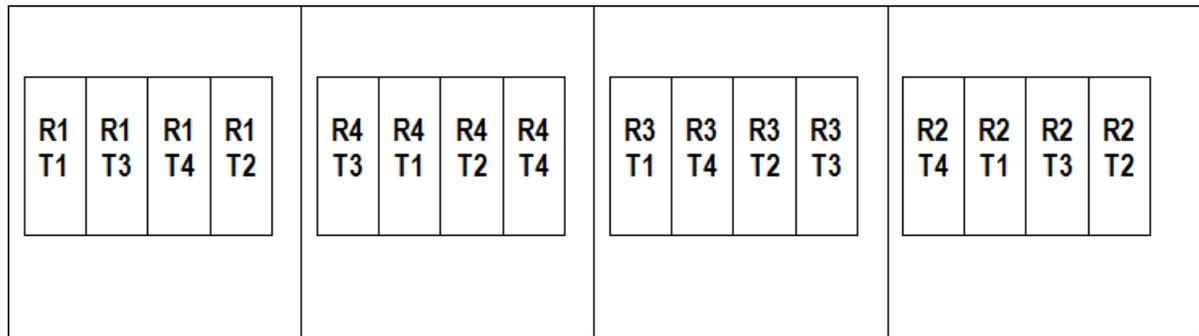
La unidad experimental estuvo constituida por un total de 45 plantas ubicadas dentro del macro túnel y la parcela neta estuvo constituida por 10 plantas las cuales estuvieron en la parte central de la parcela, los bloques se distribuyeron como lo muestra la figura 14.



Fuente: Cartagena, 2009

Figura 14. Distribución de los bloques en el área de estudio

La figura 15 demuestra la distribución de los bloques con sus respectivas repeticiones adentro del macro túnel.



Fuente: Cartagena, 2009

Figura 15. Distribución de los tratamientos en estudio

2.5.7 Distribución de los tratamientos

Cada bloque consto con un total de 180 plantas distribuidas en un área total de 67.6 m² y cada tratamiento consto de 45 plantas, distribuidas en un área total de 17.7 m².

-.

2.5.8 Manejo agronómico

A. Diseño

El diseño del macro túnel fue de forma semicircular con estructura metálica y tela tipo Agryl P17 con dimensiones de 60 m de largo, 3.60 m de ancho y 2.20 m de altura.

B. Materiales

Para la construcción del macro túnel se utilizaron los siguientes materiales: tela Agryl P17, arcos de metal de 6 m, 19 arcos, manguera de goteo 180 m, plástico para encamado de suelo y rafia.

C. Ubicación

Para elegir el lugar donde se construyó el macro túnel, se tomó en cuenta lo siguiente: exposición al sol, vientos predominantes, logrando la exposición mínima, suelo con profundidad efectiva apta para producción de plantas, área libre de anegamientos (inundaciones) estacionales, accesibilidad vehicular y cercanía a fuente de agua.

D. Orientación

Para la orientación del macro túnel fue importante tomar en cuenta el viento, por lo que se ubicó en dirección de vientos dominantes para que evitar daños en la estructura. Otro de los factores de importancia en la ubicación del macro túnel fue la luz solar, por lo cual se ubicó en una posición con mejor aprovechamiento de luz en el día.

E. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de manera mecanizada, por medio de un tractor con arado para romper la estructura del suelo posteriormente se pasó la rastra dos veces para que dejará bien mullido el suelo y por último se realizaron los surcos a distancia correspondiente para el cultivo dejando de esta manera una cama alta, para que la planta tuviera un buen desarrollo radicular.

F. Anclaje de los arcos y estructura central

El anclaje de los arcos se realizó mediante barrillas de metal de 1" soldadas a los tubos que se usaron como arcos para la estructura del macro túnel, estas barrillas de metal se enterraron a una profundidad de 30 cm y tenían 15 cm soldadas a los tubos.

G. Largueros laterales

La estructura del macro túnel necesitó ser reforzada por medio de rafia, la cual se puso lateralmente. Dividiendo el macro túnel a la mitad se colocaron 9 laterales de rafia a cada lado y una en la parte de en medio.

H. Desinfección del suelo

Se efectuó la aplicación de Mertec 50 SC (fungicida-bendimidazol thiabendazole) en dosis de 400 ml/ha, el cual fue inyectado por el sistema de riego por goteo. Esta práctica se realizó 10 días antes del trasplante.

I. Obtención de las plántulas

Las plántulas que se utilizaron en la unidad experimental de los cuatro híbridos Silverado, Tara, AP 533, Helios, fueron proporcionados por la empresa agrícola Bejo, esto con el fin de poder evaluar pilones de calidad.

J. Trasplante

El trasplante se realizó al momento de tener toda la estructura terminada y el encamado para poder tener un desarrollo óptimo de las plántulas en campo definitivo.

K. Tutorado

El tutorado fue una práctica casi obligatoria para el cultivo de tomate ya que esta ayudó a la planta a estar erguida y a evitar que las hojas y los frutos tuvieran un contacto directo con el suelo. (Labín G., J. L. 2013)

L. Deshojado

Se llevó a cabo la práctica de deshojado para mejorar la aireación y la calidad de los frutos, fue de importancia para eliminar hojas con enfermedades y evitar tener inóculo dentro del macro túnel, para esta práctica se utilizaron tijeras de podar y navajas debidamente desinfectadas.

M. Control de enfermedades fungosas y bacterianas

Para el control de enfermedades fungosas y bacterianas en el área foliar, se utilizaron fungicidas preventivos: sulfato de cobre pentahidratado en dosis de 0.75 l/ha a 1.5 l/ha, alternado con hidróxido cúprico en dosis de 2 kg/ha a 4 kg/ha. Se emplearon también fungicidas curativos como: fenamidona, mancozeb en dosis de 1.2 kg/ha, alternado con ácido cinámico, ditiocarbamato dimethomorph, mancozeb en dosis de 2 kg/ha a 2.5 kg/ha. En todas las aplicaciones se utilizó surfactante, adherente y regulador de pH. Las aplicaciones preventivas y curativas se realizaron a intervalos de 5 a 10 días, alternando en su oportunidad, cada uno de los productos anteriores.

N. Control de malezas

Se realizó un control de malezas manual, arrancando la maleza con el fin de no dañar el plástico para encamado del suelo, se realizaron un total de 5 limpiezas durante todo el proceso productivo.

O. Riego y fertirrigación

Para los cultivos protegidos de tomate el agua y los nutrientes fueron de gran importancia, para esto se tomó en cuenta la etapa fenológica del cultivo ya que demandaba diferentes cantidades de agua y nutrientes en el proceso fisiológico.

Se utilizó un programa de fertirriego proporcionado por Vista Volcanes S.A. con base en nitrato de calcio, nitrato de potasio, nitrato de amonio, sulfato de magnesio y ácido fosfórico y micro elementos.

P. Cosecha

La cosecha se efectuó de forma manual de acuerdo a los estándares de maduración de los frutos, tomando en cuenta los principales requerimientos del productor y del mercado.

2.5.9 Variables de respuesta

A. Rendimiento total

Para determinar esta variable se identificaran 10 plantas representativas de la unidad experimental las cuales fueron seleccionadas al azar, y se pesaron los frutos recolectados durante todo el periodo de producción. La variable rendimiento fue medida en kg/ha.

B. Calidad de la producción

Para la determinación de la calidad de los híbridos empleados en esta investigación se tomaron un conjunto de factores como el tamaño, peso, diámetro y dulzura de los frutos; en este caso la producción de los híbridos evaluados fue sometida a una clasificación en campo en donde se separaron los frutos de acuerdo a su tamaño y se envasaron en cajas de madera de un peso promedio de 23 kg. Para obtener el rendimiento de calidad se

tomaron en cuenta solamente los frutos de primera calidad que es el objetivo principal del productor, obtener la mayor cantidad de frutos de primera.

Tipos de calidad:

- Primera: En esta clasificación se encuentran los frutos mayores a 5 cm con pigmentación roja.
- Segunda: En esta clasificación se encuentran frutos de 4.5 cm a 5 cm de diámetro pero con una pigmentación media (rojo claro – anaranjado).
- Tercera: Frutos menores a 4.5 cm de diámetro, con un grado de madurez.

El cuadro 20 indica la dinámica de clasificación de los frutos de tomate según su peso y diámetro.

Cuadro 20. Calidad de frutos

Denominación	Peso (g)	Diámetro (cm)
Primera	≥ 101	≥ 5.01
Segunda	81-100	4.51-5.0
Tercera	≤80	≤ 4.50

Fuente: Cartagena, 2009.

C. Características fisiológicas

a. Comportamiento del proceso maduración-floración

Para alcanzar este objetivo, se procedió a realizar comparaciones entre los días a floración de cada híbrido hasta el momento del primer corte con el fin de determinar que híbrido tiende a ser más precoz en la producción. Se realizaron monitoreos semanales para establecer el momento de la aparición de las primeras flores, el promedio de días a floración se estimó cuando el 50 % de la parcela neta de cada unidad experimental presentaba flor. Con lo que respecta a la madurez se tomó al momento del corte de los frutos, es decir el momento que transcurrió desde el establecimiento del experimento hasta la realización del primer corte en cada unidad experimental.

b. Días a cosechar

Para esta variable se tomaron los días desde el trasplanto del pilón hasta la primer cosecha. Se seleccionaron 10 plantas al azar para la obtención de los días a cosecha.

D. Características físicas

a. Diámetro de frutos

El diámetro, expresado en centímetros, se obtuvo midiendo la sección transversal de 10 frutos de tomate por híbrido, de cada denominación, por cada unidad experimental; esto fue realizado para cada uno de las cosechas realizadas durante el periodo de producción.

b. Vida de anaquel

Se recolectaron datos de días de anaquel para determinar que híbrido posee mejores características para soportar los días de almacenamiento. Al exponer a los frutos a las condiciones ambientales y cuantificando los días en que los frutos empiezan a experimentar cambios en apariencia.

E. Características químicas

a. Índice de grados brix

Se procedió a tomar lecturas de los índices de azúcar en los frutos de tomate con ayuda de refractómetro para determinar que híbrido posee mayor cantidad de azúcares, las lecturas se tomaron al azar, incluyendo cuatro frutos de tomate a los cuales se les procedió a realizar las lecturas de grados brix, teniendo al final un promedio por cada bloque y de esta manera cuantificar la dulzura de los mismos y así realizar la respectiva comparación con los requerimientos del mercado.

2.5.10 Análisis de la información

A. Análisis estadístico

Se realizó el Análisis de Varianzas (ANDEVA) a cada una de las variables evaluadas para determinar la existencia de diferencias significativas en cada uno de los tratamientos. A una confiabilidad del 95 %, cada vez que se determinó diferencia significativa en los tratamientos a través del ANDEVA se utilizó la prueba de Fisher al 5 % de confiabilidad.

B. Análisis económico

Para determinar cuál de los híbridos evaluados tuvo relevancia económica se utilizó el análisis de presupuestos parciales para analizar la información que se procesó durante el ensayo, este se utiliza cuando solo existe un costo que varía y los demás son idénticos.

Tomando en consideración que la presente evaluación es un proyecto productivo, se le realizó un análisis financiero que proporciona indicadores que ayuden analizar beneficios y costos del híbrido que presento mayor relevancia económica en el análisis de presupuestos parciales, por lo tanto, los ingresos y los costos del proyecto se calcularon en términos monetarios basados en los precios vigentes del mercado. El análisis financiero enfocado en proyecto productivo del híbrido seleccionado se basa en: Valor actual neto, tasa Interna de Retorno, relación Beneficio-Costo y período de recuperación.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Rendimiento total

Con base al análisis de varianza del cuadro 21 se determina que existe diferencia significativa en el rendimiento total de los híbridos evaluados con un coeficiente de variación en los datos de 5.2 %. Cada unidad experimental consto de 17.7 m².

Cuadro 21. Análisis de Varianza de rendimientos

F.V	GL.	SC.	CM.	F.	P.	SIGNIFICANCIA
Hibrido	3	5343.63	1781.21	1.54	< 0.0001	Existe
Error	9	10409.75	1156.64			
Total	15	16229.25				

F.V = Fuentes de variación, GL = Grados de libertad, SC = Suma de cuadrados, CM = Cuadrados medios, Fc = F calculada

Existiendo diferencia significativa se procedió a realizar un análisis de medias para comprobar que híbrido presento mejor adaptabilidad durante el experimento.

Cuadro 22. Prueba de medias para rendimientos totales de los híbridos

Tratamiento	Medias	Literales
Helios	85.15	A
Silverado	106.15	B
Tara	108.85	B
AP 533	124.09	C

Se determina con el análisis de medias (cuadro 22) que el híbrido con mayores rendimientos es el AP 533 con una media de 124.09 kg/17.7m² (área por tratamiento), con una producción de 4.13 kg/planta y 70,107.34 kg/ha. El híbrido helios es el que presenta menor rendimiento con una media de 85.15 kg/área experimental, una producción de 2.83 kg/planta y 48,107.34 kg/ha, este es un hibrido que presento mucha susceptibilidad a plagas y enfermedades lo cual se ve reflejado en su bajo rendimiento como se observa en

la figura 16. Se establece que el híbrido AP 533 fue el que presentó mejor adaptación al lugar y consiguientemente los híbridos Tara y Silverado que entre sí no presentan diferencia significativa.



Figura 16. Medias de rendimientos totales

2.6.2 Calidad de la producción

Para este resultado es de importancia destacar que solo se tomaron en cuenta los frutos que cumplían con las características físicas de primer categoría que se refleja en el cuadro 7, por lo tanto en el análisis de varianza del cuadro 23 se determina que existe diferencia significativa en el rendimiento de frutos de primera calidad con un 5.75 % de coeficiente de variación, por lo cual se realizó la comparación múltiple de medias con la prueba de Fisher al 5 % para identificar el híbrido con mayor producción de primera calidad.

Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable calidad de la producción

F.V	GL.	SC.	CM.	F.	P.	SIGNIFICANCIA
Híbrido	2	4146.94	2073.47	22.21	< 0.0001	Existe
Error	38	13720.8	93.34			
Total	40	17867.74				

Según el cuadro 24 el híbrido AP 533 presento una media de 100.55 kg/UE (Unidad experimental), lo cual indica un 81 % de fruto de primera calidad esto debido al tamaño y características físicas que cumplió. El híbrido Tara con un 73 %, Silverado con un 70 % y Helios con 51 % de frutos de primera.

El híbrido AP 533 supera por un 8 % a Tara, 11 % a Silverado y 30 % a Helios, demostrando ser un híbrido que cumple con las características deseadas para la obtención de mayores rendimientos de fruto de primera calidad así como también mayor rentabilidad. Se determina que el AP 533 es el que mejor se adaptó a las condiciones que se le proporcionaron durante la evaluación.

Cuadro 24. Prueba de medias para la variable calidad de fruto

Tratamiento	Medias	Literales
Helios	43.63	A
Silverado	74.6	B
Tara	79.8	B
AP 533	100.55	BC

En la figura 17 se observa el comportamiento de la prueba de medias de los híbridos evaluados en la variable calidad de la producción.

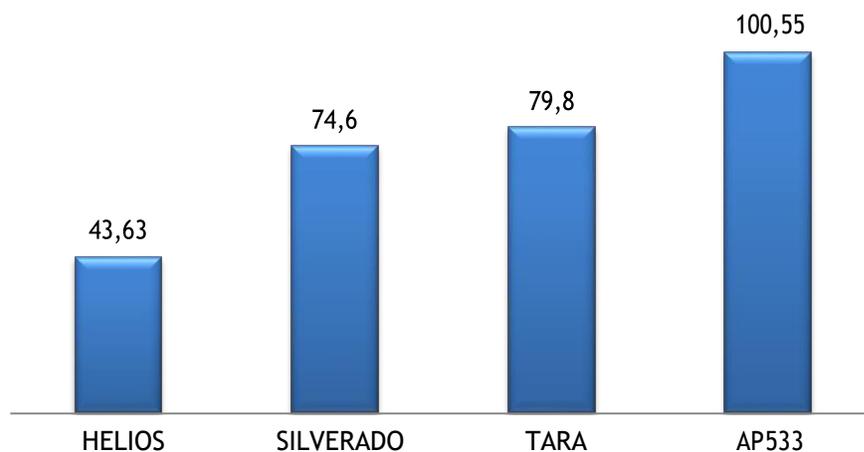


Figura 17. Comportamiento de la calidad

2.6.3 Características fisiológicas

A. Comportamiento del proceso de floración - maduración

En el cuadro 25, se presenta el análisis de varianza para la cantidad de días a floración en cada unidad experimental. Se establece que no existe diferencia significativa para esta variable, no es necesario realizar análisis de medias y se determina que los días a floración – maduración son similares entre sí en los cuatro híbridos.

Cuadro 25. Días a floración de los cuatro híbridos evaluados en cada unidad experimental

F.V.	SC	GI	CM	F	P-valor
Híbridos	3	3	1	3	0.0877
Error	3	9	0.33		
Total	12	15			

B. Días a Cosecha

Los días a floración identifican la precocidad de cada híbrido siendo Helios y AP 533 los que presentaron un periodo corto a cosecha, siendo este de 85 días para ambos a partir del trasplante. El híbrido Tara alcanzó su madurez a los 86 días después del trasplante y el híbrido Silverado con periodo mayor de 90 días a partir del trasplante. La importancia de esta variable es que al obtener una cosecha precoz el tiempo de retorno de inversión y obtención de ganancia es menor.

En la figura 18 se observa el comportamiento de los días a cosecha desde el trasplante hasta el primer corte correspondiente a cada híbrido evaluado.

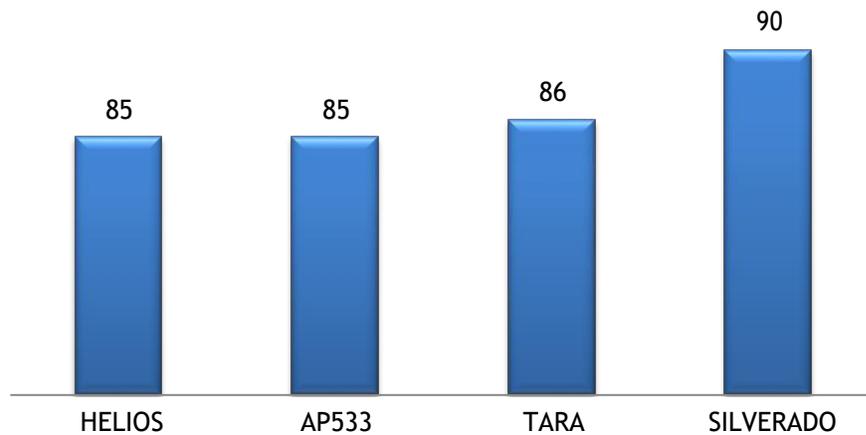


Figura 18. Días a cosecha desde el trasplante

2.6.4 Características físicas

A. Diámetro de Frutos

El diámetro es una característica vital para determinar la calidad del fruto, esta variable se determinó en centímetros. El cuadro 26 presenta el análisis de varianza para los híbridos evaluados con un 7.6 % de coeficiente de variación y si existe diferencia significativa al 5 % al ser comparados entre híbridos, época de corte y calidad de la producción.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la variable de diámetro de frutos

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	584.72	9	64.97	916.98	<0.0001
Híbrido	26.55	3	8.85	124.91	<0.0001
Corte	12.89	4	3.22	45.49	<0.0001
Calidad	545.28	2	272.64	3848.07	<0.0001
Error	41.80	590	0.07		
Total	626.52	599			

En el cuadro 27, se presenta la prueba de medias del diámetro de los frutos, que se obtuvo por medio de la prueba de Fisher.

Cuadro 27. Prueba de medias para la variable diámetro de frutos

Tratamiento	Medias	Literales
Helios	3.49	A
Silverado	4.03	B
Tara	4.90	C
AP 533	5.01	D

Se determina que con base a la prueba de Fisher el híbrido que mostró diferencia significativa en relación al diámetro del fruto es AP 533, ya que muestra una diferencia en comparación a los híbridos en estudio.

La razón por la cual AP 533 obtuvo estos resultados fue por su mejor adaptabilidad a las condiciones que el macro túnel le proporciono y las condiciones de fertirriego que se brindaron. En la figura 19 muestra de forma gráfica el comportamiento del promedio de diámetros de los cuatro híbridos evaluados.

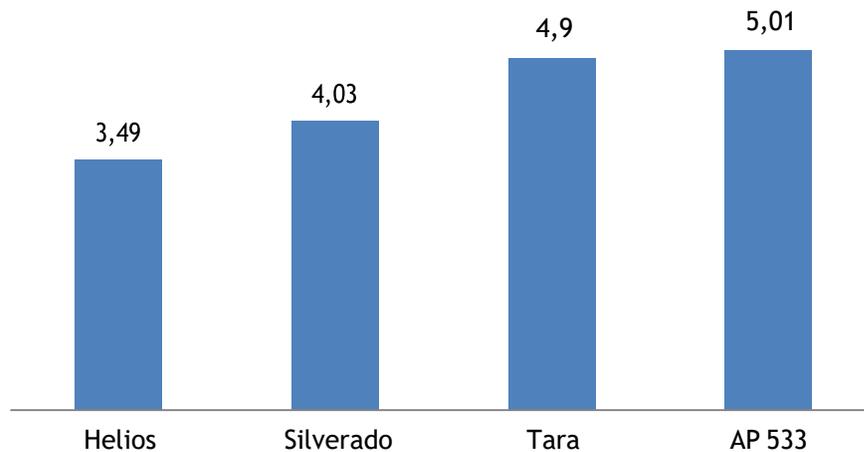


Figura 19. Diámetro de frutos

B. Vida de anaquel

La vida de anaquel de los frutos no es más que el periodo de tiempo que estos pasan expuestos a condiciones ambientales, esto fue cuantificado con respecto a los días después del corte hasta que presentan alguna diferencia en su apariencia y estructura física. La figura 20 corresponde al comportamiento observado en la apariencia física de los frutos a través de los días.

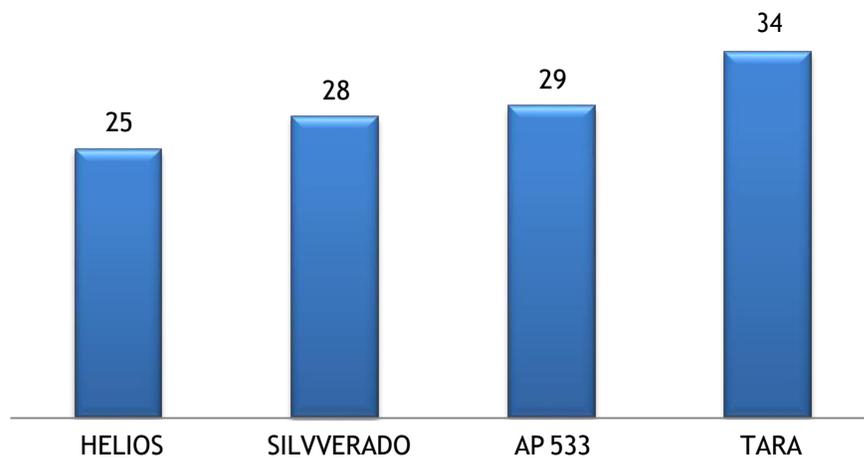


Figura 20. Análisis de la vida de anaquel de los híbridos evaluados

La figura anterior, expresa que los frutos del híbrido Tara estuvo expuesto a un periodo de 34 días esto antes de expresar algún cambio en su apariencia y estructura, seguido del híbrido AP 533 el cual la vida de anaquel fue de 29 días, seguido del híbrido Silverado el cual posee 28 días y por último encontramos al híbrido Helios con un período de 25 días. Se determina que Tara proporciona un periodo más largo de vida de anaquel lo cual indica que puede ser almacenado por un periodo largo de tiempo antes de su comercialización.

2.6.5 Comportamiento químico

A. Grados Brix

El cuadro 28, presenta datos sobre análisis de varianza. Se determina que existe diferencia significativa en el contenido de azúcar reflejado en grados brix, con un coeficiente de variación de 4.5 %.

Cuadro 28. Análisis de varianza de la variable de grados brix

F.V	GL.	SC.	CM.	F.	P.
Hibrido	5	22.5	5.08	250.35	<0.0001
Error	32	1.24	0.001		
Total	37	23.74			

Se procedió a realizar la prueba LSD de Fisher al 10 % de significancia para determinar que tratamiento es el que posee mayor índice de grados brix en los híbridos bajo observación.

En el cuadro 29, se observa que el híbrido que obtuvo mejor resultados en cuanto a la concentración de sacarosa fue el AP 533 presentando un grado de concentración de azúcares de 5.02 %.

Cuadro 29. Prueba de medias para la variable de grados brix

Tratamiento	Medias	Literales
Silverado	3.00	A
Helios	3.48	B
Tara	3.98	B
AP 533	5.02	C

En la figura 21 se demuestra de forma gráfica el comportamiento de las medias de la variable de grados brix por cada híbrido evaluado.

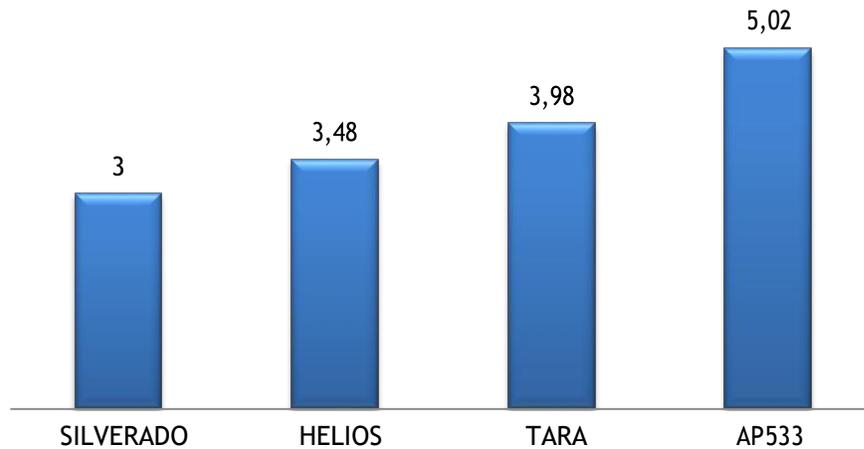


Figura 21. Grados brix de híbridos evaluados

2.6.6 Análisis Económico

Con la descripción de los costos de inversión del área experimental (Ver anexo 3) se logró realizar el análisis económico.

A. Presupuestos parciales

En el cuadro 30, se presenta el análisis de presupuestos parciales para cada uno de los híbridos, colocando los costos que varían más los costos de producción indicando la variación que existe entre un híbrido y otro.

Cuadro 30. Análisis económico con presupuestos parciales

Bloques	Costos totales	Rendimiento (kg/ha)	Costos de comercialización	Precio por kg	Costos unitarios	Precio de campo
Tara	Q 132,191.40	62631	Q 10,000.00	Q 10.00	Q 4.79	Q 5.21
AP 533	Q 131,749.80	70107	Q 10,000.00	Q 10.00	Q 4.79	Q 5.21
Helios	Q 131,529.00	62237	Q 10,000.00	Q 10.00	Q 4.79	Q 5.21
Silverado	Q 131,915.40	52632	Q 10,000.00	Q 10.00	Q 4.79	Q 5.21

B. Dominancia de híbridos evaluados

En el cuadro 31, se presenta el análisis de dominancia para cada uno de los híbridos evaluados.

Cuadro 31. Análisis de dominancia de los híbridos evaluados

HIBRIDO	Rendimiento (kg/ha)	Beneficios Brutos	Costos que Varían	Beneficios Netos	Conclusión de la Observación
Silverado	62237	Q. 324,254.77	Q 4,807.91	Q 319,446.86	No Dominado
Tara	70107	Q. 326,995.23	Q 5,471.07	Q 321,524.16	No Dominado
Helios	52632	Q. 274,212.72	Q 5,968.44	Q 268,244.28	Dominado
AP 533	62631	Q. 326,307.51	Q 6,797.39	Q 319,510.12	No Dominado

El análisis de dominancia arrojó que los híbridos que no son dominados son: Tara, AP533 y Silverado, dando la pauta que estos híbridos son los más recomendados para el manejo de explotaciones agrícolas con este tipo de tecnología de producción, con las mismas condiciones con las que se manejó el experimento, esto en comparación a los demás materiales trabajados.

Para poder determinar la dominancia de los tratamientos se ordenaron de menor a mayor según costos que varían y beneficios netos; por definición el primer tratamiento es no dominado, esto corresponde al híbrido Silverado.

Se observa que los híbridos Tara, AP 533, Helios aumentan sus costos que varían en relación al híbrido Silverado, para estos tres híbridos los beneficios netos arrojan que sobrepasan los beneficios del híbrido Silverado, exceptuando el híbrido Helios por lo cual el híbrido más recomendable para este tipo de explotación agrícola es el híbrido AP 533, ya que genera mejores beneficios.

C. Tasa mínima de retorno

El cuadro 32, muestra la tasa mínima de retorno en relación a los híbridos no dominados en el análisis de presupuestos parciales.

Cuadro 32. Análisis de tasa mínima de retorno

Híbridos	Beneficios netos	Costos que varían	Delta BN	Delta CV	TRM
Silverado	Q 4,807.91	Q 319,446.86			
Tara	Q 5,471.07	Q 321,524.16	Q 663.16	Q 2,077.30	32 %
AP 533	Q 6,797.39	Q 319,510.12	Q 1,326.32	Q 2,014.04	66 %

La Tasa Mínima de Retorno (TMR) para el híbrido AP 533 es de 66 %, lo cual expresa que por cada quetzal invertido, se recupera el total de la inversión más 66 centavos. El híbrido AP 533 expresa la mejor TMR por lo que es el más recomendable para el manejo en este tipo de explotación agrícola.

2.6.7 Análisis financiero para híbrido seleccionado

Por ser un proyecto productivo que productores de la comunidad pueden evaluar y poner en práctica se estiman indicadores financieros que ayudaran a entender el retorno de inversión y ganancia. Para este se seleccionó el híbrido AP 533 que fue el que presento la mejor tasa mínima de retorno para este estudio.

A. Flujo neto de efectivo

El cuadro 33 corresponde al flujo neto de efectivo del híbrido seleccionado para la explotación, esto en base a las características de la investigación. Al final expresa como se encuentra el flujo del capital inicial de inversión a lo largo de 5 años, asumiendo que se siembran dos ciclos del cultivo al año.

Cuadro 33. Flujo neto de efectivo

	Semestres						Total
	0	1	2	3	4	5	
(+) Ingresos Anuales		Q 745,434.16	Q 752,888.50	Q 760,417.39	Q 768,021.56	Q 775,701.78	Q 3,802,463.39
(-) Costos fijos		Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 1,178,475.00
Costos Totales		Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 235,695.00	Q 1,178,475.00
(=) Utilidad antes del impuesto		Q 509,739.16	Q 517,193.50	Q 524,722.39	Q 532,326.56	Q 540,006.78	Q 2,623,988.39
(-) Impuesto (5 %)		Q 25,486.96	Q 25,859.68	Q 26,236.12	Q 26,616.33	Q 27,000.34	Q 131,199.42
(=) Utilidad después del impuesto		Q 484,252.20	Q 491,333.83	Q 498,486.27	Q 505,710.23	Q 513,006.44	Q 2,492,788.98
(-) Inversiones Totales	(Q 433,806.60)						(Q 433,806.60)
Flujo De Efectivo	(Q 433,806.60)	Q 484,252.20	Q 491,333.83	Q 498,486.27	Q 505,710.23	Q 513,006.44	Q 2,492,788.98
flujo Acumulado	(Q 433,806.60)	Q 50,445.60	Q 541,779.43	Q 1,040,265.70	Q 1,545,975.94	Q 2,058,982.38	Q 4,803,642.45

B. Valor actual neto

El Valor Actual Neto (VAN), se calculó utilizando la tasa de descuento con la siguiente ecuación:

$$VAN = F_0 + \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

VAN: Q 2,682,839.86

C. Tasa interna de retorno (TIR)

Esta tasa representa a la rentabilidad media anual del monto que se invertirá en el proyecto. A continuación se presenta el cálculo matemático según la fórmula que se indica.

$$TIR = R + (R2 + R1) [(VAN+ / ((VAN +) - (VAN -))]$$

Dónde:

R = Tasa inicial de descuento

R1 = Tasa de descuento que origina el VAN+

R2 = Tasa de descuento que origina el VAN –

VAN += Valor Actual Neto positivo

VAN - = Valor Actual Neto Negativo

$$TIR= 103 \%$$

La Tasa Interna de Retorno indica que es la máxima tasa de interés que el proyecto puede pagar sin que se incurra en pérdidas.

D. Relación Beneficio/Costo

La relación Beneficio / Costo que indica el cuadro 34, expresa que en la ejecución del proyecto utilizando el híbrido AP 533 se obtiene una B/C de 1.84, teniendo como garantía la recuperación total del capital invertido más un margen de ganancia del 84 % sobre el capital invertido.

Cuadro 34. Relación beneficio costo del hibrido seleccionado

AÑOS	0	1	2	3	4	5	SUMATORIA
Beneficios		Q 1,703,735.68	Q 1,720,773.04	Q 1,737,980.77	Q 1,755,360.57	Q 1,772,914.18	
Costos	Q 629,193.06	Q 757,384.34					
Beneficios actualizados		Q 1,490,582.40	Q 1,317,137.55	Q 1,163,874.83	Q 1,028,445.82	Q 908,775.40	Q 5,908,816.00
Costos actualizados	Q 629,193.06	Q 662,628.47	Q 579,727.44	Q 507,198.11	Q 443,742.88	Q 388,226.49	Q 3,210,716.46
Relación Beneficio/Costo	1.84						

2.7 CONCLUSIONES

1. Bajo condiciones protegidas tipo macro túnel el híbrido AP 533 alcanzó la mayor producción con una media de 4.13 kg/planta y 70,107.34 kg/ha. Presenta un 81 % de frutos de primera calidad, por lo cual se acepta la hipótesis planteada.
2. El híbrido AP 533 presenta mejores características físicas, correspondientes a diámetro de fruto 5.01 cm., vida de anaquel de 29 días expuesto a condiciones ambientales y la mayor concentración de sacarosa con una media de 5.02 % de azúcares.
3. Económicamente la producción de tomates bajo condiciones de macro túnel presentó una Relación Beneficio-Costo favorable para el híbrido AP 533 siendo esta de 1.84, obteniendo una ganancia neta de Q. 0.84 por quetzal invertido.

2.8 RECOMENDACIONES

1. En regiones donde sea factible el cultivo de tomate bajo condiciones de producción similares a las de este estudio y en circunstancias de disponibilidad, se sugiere utilizar los híbridos Tara y AP533, para la obtención de mayores rendimientos de frutos comerciales.
2. Se sugiere que si la venta es dirigida a mercado local se utilice el híbrido Tara aunque no presenta los mayores rendimientos, ni el mayor porcentaje de frutos de primera calidad, presenta menor costo de producción y mejores beneficios financieros netos. Si el producto va dirigido a un mercado exigente se recomienda la utilización del híbrido AP 533 por presentar mejores características físicas, químicas y mejores rendimientos en el presente estudio.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. BANGUAT (Banco de Guatemala, Guatemala). 2009a. Comercio exterior de Guatemala por inciso arancelario del SAC (a 8 dígitos) Sistema Arancelario Centroamérica, para el año 2009 (en línea). Consultado 23 set. 2009. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/mensualnr.asp?kanio=2009&kfin=2&ktpo=CG>
2. _____. 2009b. Comercio exterior de Guatemala por inciso arancelario del SAC (a 8 dígitos) sistema arancelario Centroamérica, para los años del 2008 para atrás (en línea). Guatemala. Consultado 23 set 2009. Consultado en: <http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/hist/indicenr.asp?ktipo=CG>
3. Casados Mérida, JC. 2005. Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcenas, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 77 p.
4. Castillo Galindo, MA. 1984. Evaluación agronómica de ocho materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo dos sistemas de manejo y su tolerancia al virus del acoloramiento de la hoja, en Bárcenas, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 75 p.
5. De la Cruz S. JR. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p
6. FASAGUA (Federación y Asociaciones Agrícolas de Guatemala). 2006. Manual técnico de cultivo de tomate en campo abierto. Nuestro Campo. no. 13, 14 p.
7. García R, G.R. 2009. Manejo del tomate en invernadero (entrevista), Guatemala, Guatemala, USAC, FAUSAC, Área Tecnológica, Sub Área Protección de Plantas, Curso Fitopatología.
8. Google Earth.com. 2008. Salamá, Baja Verapaz, Guatemala (en línea). US. Consultado 20 ago. 2008. Disponible en www.googleearth.com/
9. Gudiel Ortiz, EA. 2000. Evaluación de rendimiento de 15 variedades de tomate industrial (*Lycopersicon esculentum*, Miller) en la aldea Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 42 p.
10. Imas, P. 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistemas frutihortícolas (en línea). Tucumán, Argentina. Consultado 14 set. 2009. Disponible en: <http://www.ipipotash.org/presentn/mdnpsfesf.html>

11. INE (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala). 2004. VI Censo agrícola nacional de Guatemala. Guatemala. 3 CD.
12. Infoagro, España. 2003. Cultivo de tomate (en línea). España. Consultado 14 set. 2009. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.
13. Labín Gómez., J.L. 2013. Evaluación de cuatro híbridos de tomate (*Solanum esculentum* Dunal) bajo condiciones protegidas (macro túnel) en Monjas, Jalapa Trabajo Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 136 p.
14. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2008. Cultivo del tomate: el tomate (en línea). Guatemala. Consultado 16 set. 2009. Disponible en http://portal.maga.gov.gt/portal/page/portal/uc_social/magactual
15. _____. 2009. Caracterización municipal vinculada al sector agrícola. Guatemala, 64 p.
16. Martínez, GK. s.f. Producción y normas para exportación de tomate en invernadero (en línea). México. Consultado 26 set. 2009. Disponible en http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Ponencia_07.pdf
17. Mejicanos Donis, JA. 2007. Contribución a la eficiencia de producción de tomate bajo condiciones de ambiente protegido y servicios productivos, en la finca La Democracia, Mataquescuintla, Jalapa y los Valles de San Rafael Las Flores y Santa Rosa, Santa Rosa. Trabajo Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 148 p.
18. Molina R, M.R. 1982. Adaptación y rendimiento de diez genotipos de maíz, (*Zea mays* L.), en dos condiciones topográficas de suelo plano y ladera, utilizando paquetes tecnológicos similares en las Anonas, Salamá, B.V. Tesis. Ing. Agr. USAC. Facultad de Agronomía. p. 14-15.
19. Navas, L. 2009. Cultivo de tomate bajo condiciones de macrotúnel (Día de campo). Chimaltenango, Guatemala, Vista Volcanes, Departamento de Investigación.
20. Sincal Sic, J.C. 2004. Evaluación de rendimiento de 10 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso. Tesis Ing. Agr. USAC, Facultad de Agronomía. 49 p.
21. Tlaloque.com. 2009. Agribón, Guatemala (en línea). Costa Rica. Consultado 16 set. 2009. Disponible en <http://www.tlaloque.com/main.swf>

2.10 ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de obtención de datos



Fuente: Cartagena, 2010

Figura 22A. Panorámica de la producción de tomates bajo macro túneles y distribución de tratamientos



Fuente: Cartagena, 2010

Figura 23A. Medición de diámetro de frutos y peso



Fuente: Cartagena, 2010

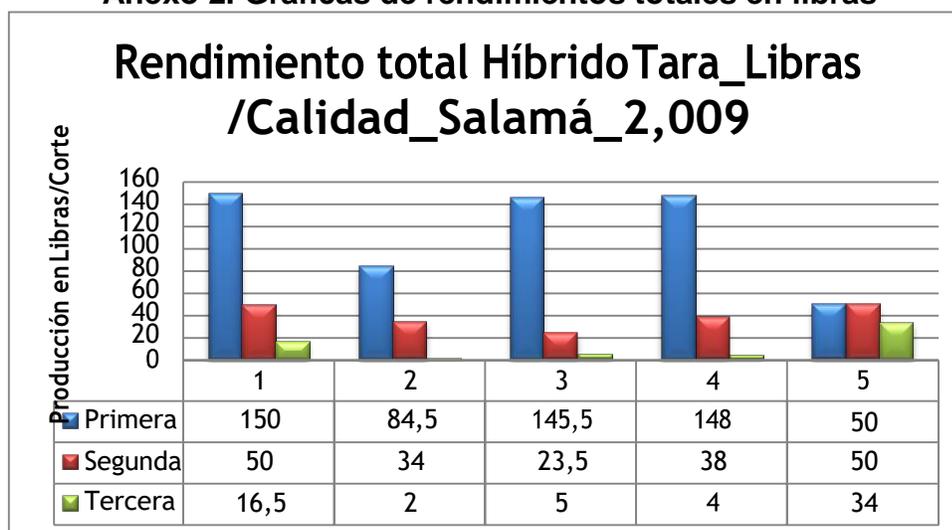
Figura 24A. Frutos expuestos al ambiente para cuantificación de vida de anaquel



Fuente: Cartagena, 2010

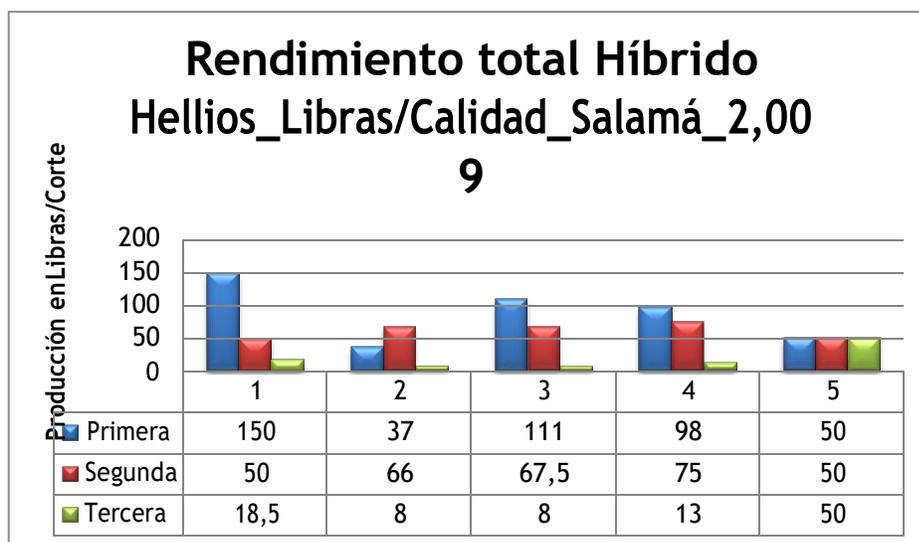
Figura 25A. Muestras de frutos para el análisis de grados brix

Anexo 2. Gráficas de rendimientos totales en libras



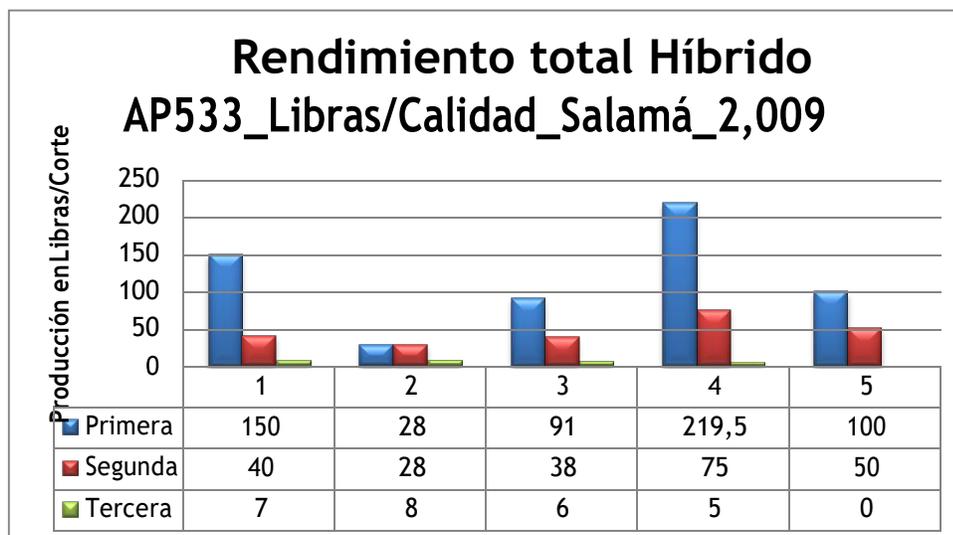
Fuente: Cartagena, 2010

Figura 26A. Rendimiento en libras por corte y la calidad de la producción.



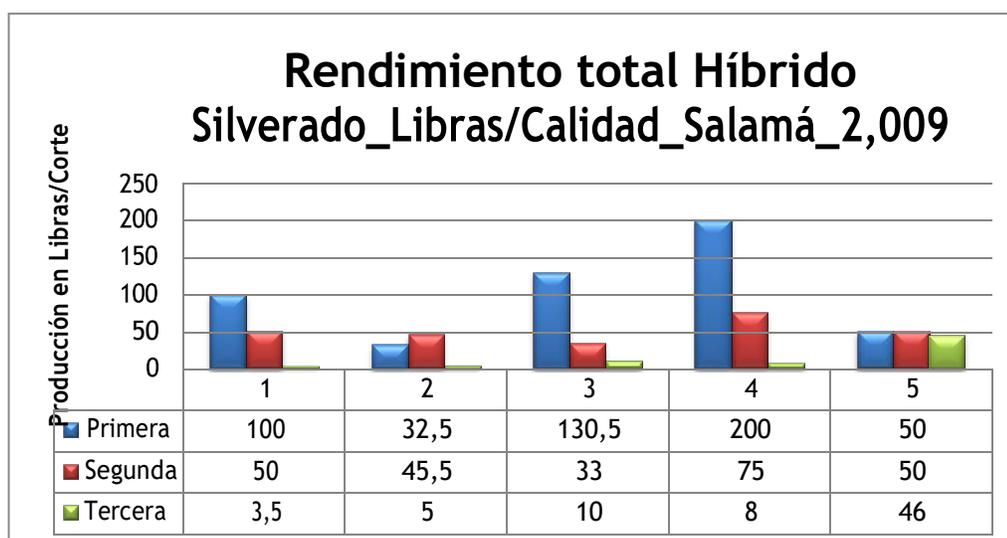
Fuente: Cartagena, 2010

Figura 27A. Comportamiento de la producción del híbrido Helios, en su producción y calidad a lo largo de cinco cortes efectuados.



Fuente: Cartagena, 2010

Figura 28A. Comportamiento del híbrido AP533 en su producción y calidad a lo largo de cinco cortes efectuados



Fuente: Cartagena, 2010

Figura 29A. Comportamiento del híbrido Silverado obteniendo en su producción y calidad por cortes efectuados

Anexo 3. Descripción de costos de inversión

Cuadro 35A. Descripción de costos del experimento

No.	DESCRIPCION	Cantidad	Costo Unitario (Q)	Costo Total (Q)	Costo por Rubro (Q)
1	CONSTRUCCION DE MACROTUNELES				
	Arcos	16	95.00	1,520.00	
	Rollo de Rafia	1	165.00	165.00	
	Rollo de Agryl	0.36	3,000.00	1,080.00	
	Rollo de cinta de goteo	0.24	650.00	156.00	
	Rollo de Mulch	0.24	675.00	162.00	
	Pines	32	3.25	104.00	
	Tensores de Agryl	6	3.25	19.50	
	Instalacion	5	63.70	318.50	3,525.00
2	PROGRAMA FERTILIZACION				
	Saco 50 lbs Vista Fertil I	0.13	600.00	78.00	
	Saco 50lbs Vista Fertil II	1	625.00	625.00	
	Saco 50 lbs Vista Fertil III	0.5	300.00	150.00	853.00
3	PROGRAMA FITOSANITARIO				
	Confidor 250 gr	0.5	895.00	447.50	
	Engeo lts	0.016	832.73	13.32	
	Karate lts	0.025	250.00	6.25	
	Abaunt 500gr	0.01	736.00	7.36	
	Amistar 500 gr	0.04	761.25	30.45	
	Bellis 1 kg	0.016	1,282.00	20.51	
	Bordocop kg	0.075	90.00	6.75	467.07
4	MANO DE OBRA				
	Mantenimiento	60	63.70	3,822.00	
	Bonificaciones	2	250.00	500.00	4,322.00
5	SEMILLA				
	Pilones Tomate	720	0.35	3,500.00	3,500.00
			TOTAL		12,667.07

Fuente: Cartagena, 2009



3.1 SERVICIO 1. ASISTENCIA Y ASESORÍA TÉCNICA EN CULTIVOS DE TOMATE Y CHILE PIMIENTO.

3.1.1 Definición del problema

En el valle de Salamá, Baja Verapaz, se han adaptado varios proyectos agrícolas en los cuales se realizan siembras con diversificación de cultivos, principalmente hortalizas que van de la mano con la innovación agrícola, implementando nuevas técnicas con el principal objetivo de minimizar costos e incrementar la producción; este tipo de proyectos se ejecutan a nivel nacional gracias al apoyo de la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala (FASAGUA), conjuntamente con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

Para los pequeños agricultores, las adopciones de nuevas tecnologías o cambios en el manejo tradicional causa incertidumbre sobre los beneficios que se pueden llegar a obtener. El planteamiento anterior hizo fundamentalmente necesaria la prestación de asistencia y asesoría técnica a los agricultores durante toda la trayectoria de los proyectos donde se utilizan macro túneles.

3.1.2 Objetivo

Proporcionar asesoría y asistencia técnica a los agricultores de la aldea San Juan, Salamá en los cultivos de tomate y chile pimiento bajo el uso de macro túneles.

3.1.3 Metodología

- Se realizaron caminamientos continuos identificando a los agricultores de la región que manejan sus plantaciones de chile pimiento y tomate con el sistema protegido de macro túneles.
- Se analizó información concerniente al cultivo de tomate y chile pimiento, así también de diferentes paquetes tecnológicos aplicados en agricultura como: riego por goteo, fertirrigación, plaguicidas agrícolas, coberturas, etc. Con la finalidad de resolver dudas de los agricultores.
- Se realizaron solicitudes de información sobre el manejo de los cultivos a empresas reconocidas que se dedican a la producción de hortalizas, como también se participo en días de campo de la empresa Vista Volcanes S.A., en la Feria Nacional de Innovación tecnológica Agroalimentaria, en el III congreso Agrícola Nacional realizado por Agrequima; con la finalidad de obtener información actualizada sobre el manejo e importancia del manejo de hortalizas de importancia económica en el país.
- Durante el EPS ejercido en PIPAA (Programa integral de protección agrícola y ambiental) se realizaron visitas a productores de tomate y chile pimiento con finalidad de resolver dudas acerca del manejo del cultivo, control fitosanitario e implementación de nueva tecnología. La asistencia y asesoría técnica se brindo específicamente con cada uno de los agricultores dentro de sus plantaciones, no se realizo ningún tipo de charla o capacitación en grupo.

3.1.4 Recursos utilizados

Durante la fase de ejecución de este servicio se utilizaron los siguientes recursos:

- Panfletos de agroquímicos
- Computadora para la recopilación de información.
- USB para almacenamiento de información.
- Fuentes de información: libros, revistas, folletos, etc.
- Impresora
- Papel para impresión
- Fólder
- Libreta de campo
- Lente de aumento
- Cámara digital

3.1.5 Resultados

A. Cultivo de tomate y chile pimiento en el Valle de Salamá, Baja Verapaz

a. Antecedentes

El cultivo de tomate y chile pimiento en el Valle de Salamá, día con día presentan mayor susceptibilidad a la incidencia de plagas y enfermedades caso que ha afectado la producción de muchos agricultores teniendo como consecuencias la reducción de ganancias. Hoy en día los productores se han visto en la necesidad de adoptar nuevas técnicas y sistemas productivos que garanticen la reducción de estos problemas para poder maximizar sus recursos obteniendo mayores rendimientos en la producción.

A continuación, se muestran imágenes de plantaciones de tomate y chile pimiento, cultivadas de forma tradicional durante el periodo de Agosto de 2009 – mayo de 2010 en las cuales se brindó asistencia y asesoría técnica.



Figura 30. Plantación de tomate en Salamá y San Jerónimo



Figura 31. Plantación de chile pimiento en Salamá y San Jerónimo

b. Situación actual

En el Valle de Salamá, la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala (FASAGUA) y El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) trabajaron en el área proporcionando capacitaciones dirigidas a los agricultores con la finalidad principal de fomentar la adopción de tecnologías en la producción de tomate y chile pimiento, entre otros cultivos; pero hasta este momento estos programas han sido abandonados y los pequeños agricultores se encuentran sin asistencia técnica que les ayude a mejorar sus índices de producción.

Con los productores que se trabajo la asistencia técnica se promovió la adopción de prácticas agrícolas de importancia y de esta manera tecnificar el sistema productivo, entre las prácticas en las cuales se brindo asesoría y asistencia específica estan:

- Mecanización eficiente, uso de implementos como: subsolador, arados y rastras con la finalidad de preparar una buena cama de siembra para las plántulas de tomate y chile y así brindar un ambiente adecuado para obtener un mejor desarrollo en la etapa inicial.
- Utilización del molch o encamados plásticos con el principal objetivo de aprovechar al máximo el consumo de agua, evitar la competencia de malezas y provocar un efecto repelente hacia la mosca blanca.
- Mantenimiento de los sistemas de riego, en la mayoría de parcelas visitadas se utilizó riego por goteo. La asesoría se brindo en el mantenimiento de tubería, manteniendo de filtros, limpieza de mangueras, etc.
- Seguimiento al proceso de fertirrigación (utilización de fertilizantes solubles en agua).
- Uso de coberturas como Agribón tanto en micro túneles como para macro túneles, con la finalidad de brindarles protección a los cultivos.
- Desinfección de suelo utilizando técnicas con productos más amigables con el medio ambiente, como lo son la utilización del Metam Sodio.
- Implementación del uso de trampas amarillas para el control de plagas.
- Aplicación de productos adecuados y dosis adecuadas para la obtención de resultados convincentes tras su utilización.

En las siguientes figuras se presentan algunos procesos tecnológicos modernos, aplicados por agricultores en el Valle de Salamá, durante el periodo de Agosto de 2009 a Mayo de 2010.



Figura 32. Paso de rastra



Figura 34. Encamado manual



Figura 33. Relización de tablones para la siembra de tomate



Figura 35. Colocación de arcos para macr túneles



Figura 36. Sistema ventury para fertirriego



Figura 39. Plantación de tomate en macrotúnel



Figura 37. Filtros en el sistema de riego



Figura 40. Plantación de chile pimiento en macrotúnel



Figura 38. Uso de trampas amarillas



Figura 41. Aplicación de plaguicidas

3.1.6 Evaluación

Durante la asistencia técnica proporcionada a los productores de tomate y chile pimiento en el Valle de Salamá, se logro notar plantaciones más sanas y con un desarrollo excelente, aumentando de esta manera la producción; en el cultivo de tomate se logró registrar un promedio de 2,600 a 3000 cajas por manzana, y en el cultivo de chile pimiento se lograron rendimientos de hasta 4,800 cajas por manzana, manejando el cultivo en macro túneles.

Gran parte de la producción fue comercializada en la Central de Mayoreo (CENMA) y otra parte fue adquirida por la empresa Wal-Mart.

Por otro lado se logro determinar que utilizando las prácticas agrícolas adecuadas y en el momento adecuado se logra obtener rendimientos más altos y una alta eficiencia en la producción, reduciendo inconvenientes durante todo el proceso productivo.

Uno de los principales indicadores de la eficiencia en la producción de dichos cultivos con el sistema de macro túneles, fue el incremento en la cantidad de área sembrada con esta tecnología para la temporada de siembra de Febrero a Abril del año 2,010.

3.1.7 Bibliografía

1. FASAGUA (Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala, GT). 2005. Adopción de tecnología en la producción agrícola de las valles centrales de Baja Verapaz. Nuestro Campo. no. 10, 12 p.
2. Infoagro, España. 2003. Cultivo de tomate (en línea). España. Consultado 14 set. 2009. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.
3. Mejicanos Donis, JA. 2007. Contribución a la eficiencia de producción de tomate bajo condiciones de ambiente protegido y servicios productivos, en la finca La Democracia, Mataquescuintla, Jalapa y los Valles de San Rafael Las Flores y Santa Rosa, Santa Rosa. Trabajo Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 148 p.

3.2 SERVICIO 2. EVALUACIÓN DE DOS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*) EN CONDICIONES DE MACRO TÚNEL CON COBERTURA DE POLIPROPILENO EN ALDEA SAN JUAN, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ.

3.2.1 Introducción

La aldea san Juan pertenece al municipio de Salamá, Departamento de Baja Verapaz a 165 Km de la capital y presenta una extensión de 1.98 Km². Los agricultores tienen que enfrentar diferentes problemas en cuanto al manejo del cultivo de tomate, principal el ataque de mosca blanca al ser un insecto vector de virus que favorece a la disminución de la producción y aumento de costos por la aplicación de diferentes productos químicos para su control.

Debido a la importancia del cultivo de tomate y el decaimiento en la producción asociado al problema de altas poblaciones de mosca blanca, se llegó a desarrollar el siguiente servicio, con el objetivo principal de evaluar el efecto de dos insecticidas químicos.

En el siguiente servicio se evaluaron dos insecticidas distribuidos en tres tratamientos, incluyendo un testigo absoluto, con dos repeticiones, a las lecturas obtenidas se les realizó un análisis de ANOVA para determinar el insecticida que mayor efecto tuvo en el control de mosca blanca.

3.2.2 Definición del problema

En aldea san Juan el cultivo de tomate ha tenido problemas relacionados con plagas, principalmente insectos vectores de virus tal es el caso de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Este insecto es vector de geminivirus causante de la enfermedad viral conocida como el encrespamiento del tomate.

El método más utilizado de control y combate de mosca blanca es la aplicación de productos químicos, pero estos se realizan en forma irracional lo que incrementa los costos en la producción, desequilibrio en el sistema ecológico, resistencia a los plaguicidas y el combate de la misma se vuelve ineficaz .

Por lo general, el establecer una plantación de tomate a campo abierto se ha vuelto de difícil manejo debido a las altas infestaciones de mosca blanca y su consecuente transmisión de virus, es por eso que se debe determinar la eficacia del producto contra la infestación de este vector.

Se hizo necesario realizar una investigación para lograr determinar la eficiencia de control de productos químicos más utilizados en el manejo del problema de mosca blanca, con la finalidad de reducir gastos al agricultor durante el ciclo de producción.

3.2.3 Marco teórico

A. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Esta se ha convertido en una plaga de mucha importancia para varios cultivos a nivel mundial causando daños directos al succionar nutrientes del follaje, sin embargo el mayor daño es indirecto por ser transmisor de enfermedades viroticas.

B. Taxonomía

Salguero, Dardon y Fisher (1,992) indican la siguiente clasificación para la mosca blanca:

Reino:	Animalia
Subreino:	Invertebrada
Phylum:	Artrópoda
Subphylum:	Mandibulata

Clase:	Insecta
Orden:	Hemiptera
Suborden:	Sternorrhyncha
Familia:	Aleyrodidae
Género:	<i>Bemisia</i> .
Especie:	<i>B. tabaci</i> Gennadius.

Dentro de toda la familia Aleyrodidae, se incluyen distintos géneros de importancia, entre ellos: *Trialeurodes*, *Dialeurodes*, *Aleurocanthus*, *Tetraleurodes*, *Bemisia* y de las cuales *B. tabaci* es la más importante dentro de un total aproximado de 1,156 especies.

C. Ciclo biológico y reproducción

El ciclo de vida de *Bemisia tabaci* Gennadius, dura aproximadamente 19 días a 32 grados Celsius y su ciclo puede aumentar a 75 días a 15 grados Celsius, o puede ser menor a 19 días a temperaturas que sobrepasan los 32 grados centígrado.

La mosca blanca puede reproducirse mediante la reproducción sexual, con la participación del macho y la hembra. Otra forma de reproducción es por medio de la partenogénesis, la hembra no necesita ser fecundada por el macho y en este caso la nueva progenie es solo de machos.

Los huevos son elípticos, asimétricos; las ninfas son ovaladas, aplanadas, blanco amarillento y traslucidas. En todos los estadios el contorno es irregular.

La hembra deposita preferentemente los huevos en el envés de las hojas, unido a ellas mediante un pedicelo que es insertado en el tejido hospedero. Los huevos se disponen de forma aislada, en grupos irregulares o en semicírculos, los cuales traza a modo de abanico con su abdomen sin moverse del sitio, pues no abandona su actividad de alimentación mientras los pone.

D. Daños que ocasiona

Este insecto ocasiona daño por dos formas: Directo, en donde succiona o chupa la sabia de las hojas por el envés, pero se puede encontrar en el haz, se alimenta del floema aunque prefiere los tejidos jóvenes. Pero el daño más importante que ocasiona es indirecto por ser vector o transmisor de virus que causan el encrespamiento de las hojas del tomate.

E. Control para mosca blanca

a. Control cultural

Existen varias actividades culturales que pueden ayudar a disminuir la incidencia de la mosca blanca, tales como:

- Antes de plantar se deben eliminar las malas hierbas y restos de cosecha anteriores.
- Arrancar y eliminar completamente las plantas afectadas por virus durante el cultivo y eliminar malezas posibles hospederas del vector.
- El empleo de trampas amarillas (placas pegajosas) está indicado para las primeras detecciones de las infestaciones por la plaga.

b. Métodos químicos

Es práctica más utilizada para el control de la mosca blanca, la aplicación de insecticidas, sin embargo el manejo que se hace de estos productos provoca consecuencias negativas como: el aumento en los costos de producción, deterioro del ambiente y el desarrollo de resistencia a los productos aplicados. La aplicación de los productos debe ser la adecuada de ello depende la eficacia del tratamiento. El hecho de que las poblaciones se sitúen en el envés de las hojas condiciona la eficacia de los productos que actúan por contacto, las aplicaciones se realizan cuando se inicien la instalación de la plaga.

3.2.4 Marco referencial

A. Aspectos de la población.

La aldea San Juan pertenece al municipio de Salamá, del departamento de Baja Verapaz. Se encuentra ubicado en el Valle de Salamá, sierra de Chuacús, 4 kilómetros por la ruta nacional 17 al sur este de la cabecera. Esta a 970 msnm, a una latitud de 15 grados, 5 minutos, 5 segundos, y una longitud de 90 grados, 17 minutos, 30 segundos.

B. Colindancia y Extensión.

La aldea tiene una extensión de 1.21 km², sus colindancias son las siguientes:

- Al norte con la finca El Estoraque.
- Al sur con la aldea los Pinos y aldea Santa Elena.
- Al este con la aldea Santa Marta y finca El Valle.
- Al oeste con la cabecera municipal.

C. Clima

El Valle de Salamá pertenece a la zona de vida: Monte espinoso subtropical (me-S). El monte espinoso abarca un área que va desde el valle de San Jerónimo pasando por el Valle de Salamá. La superficie total de esta zona de vida es de 268.8 kilómetros cuadrados, lo que representa el 8.6% de la superficie del departamento.

Las condiciones climáticas están representadas por días claros y una precipitación escasa, que ocurre generalmente durante los meses de mayo a octubre.

La precipitación promedio anual es de 876.96 mm, correspondiente a 33 años de registro. La humedad relativa anual es de 74.73% correspondiente a cuatro años de registro.

D. Suelos

Según Simons Pinto y Tarano los suelos de San Juan pertenecen a la serie Salamá y Chicaj. Los de la serie Salamá se caracterizan por suelos bien drenados, sobre cenizas volcánicas. Los suelos de la serie Chicaj son suelos mal drenados, sobre ceniza volcánica; se encuentra en relieve casi plano y son comúnmente usados para pastoreo.

3.2.5 Objetivo

Determinar cual de los dos insecticidas ejerce mejor control sobre la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*).

3.2.6 Metodología

A. Descripción y selección de parcelas

Se realizo en aldea San Juan del municipio de Salamá, lugar dedicado a la producción de tomate bajo macro túneles. Para la selección de las parcelas se considero el apoyo de los agricultores los cuales proporcionaron un macro túnel de 71 m de largo por 3.8 m de ancho. Distanciamiento entre plantas 0.3 entre planta y 1.5 entre surcos.

La estructura del macro túnel estuvo constituida por arcos de metal detenidos por rafia en el contorno, cubierta por tela de polipropileno (Agryl P17), los pilones utilizados son híbridos Silverado.

B. Tratamientos

Se evaluaron dos insecticidas que presentan diferentes ingredientes activos, estos se seleccionaron por ser nuevos en el mercado y los agricultores debeaban conocer los efectos en el control de la mosca blanca. En el cuadro 36 se detalla los tratamientos e ingredientes activos de cada insecticida.

Cuadro 36. Tratamientos evaluados para el control de mosca blanca

Tratamientos	Cultivar	Dosis
1	Testigo	No aplica
2	Thiaclopid, Betacifluthrin	0.5cc/lt
3	Thiametoxam, Lambdacihalotrina	1cc/lt

a. Insecticida I (Tratamiento II)

Grupo químico: Cloronicotinilo – Piretroide

Ingrediente Activo: Thiaclopid, Betacifluthrin.

Concentración: 10% Thiaclopid + 1.25% Betacifluthrin.

Formulación: Suspensión Emulsificable (SE)

Modo de acción: Sistémico, de contacto e ingestión.

Clasificación toxicológica: Moderadamente peligroso.

Banda toxicológica: Amarilla.

Intervalo de aplicación: Aplicaciones de acuerdo al complejo y nivel crítico de la plaga.

Intervalo entre la ultima aplicación y la cosecha: 14 días.

Intervalo de reingreso al área tratada: 24 horas

Compatibilidad: Se puede mezclar con insecticidas de uso común. No mezclar con

Formulaciones diseñadas para uso a ultra bajo volumen.

b. Insecticida II (Tratamiento III)

Grupo químico: neonicotinoide + piretroide

Ingrediente Activo: Thiametoxam + Lambdacihalotrina

Modo de acción: insecticida de amplio espectro.

Periodo de carencia: 3 días

Incompatibilidad: con productos con fuerte reacción alcalina.

Tiempo de reingreso: no ingresar al área tratada antes de 12 horas desde la aplicación, a menos que se vista ropa de protección. Si se utiliza en espacios cerrados, efectuar una buena ventilación

C. Diseño experimental

Al no existir ninguna gradiente dentro del macro túnel se utilizó el diseño completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

D. Modelo estadístico

Para el análisis de datos se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental

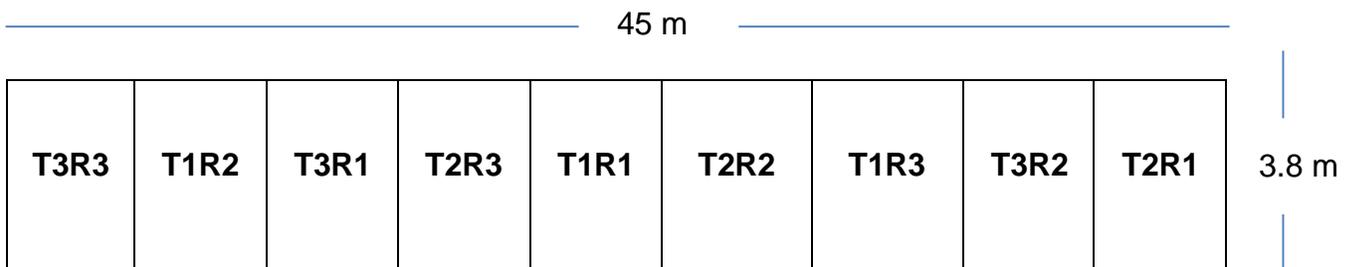
μ = Efecto de los factores constantes

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

E. Unidad experimental

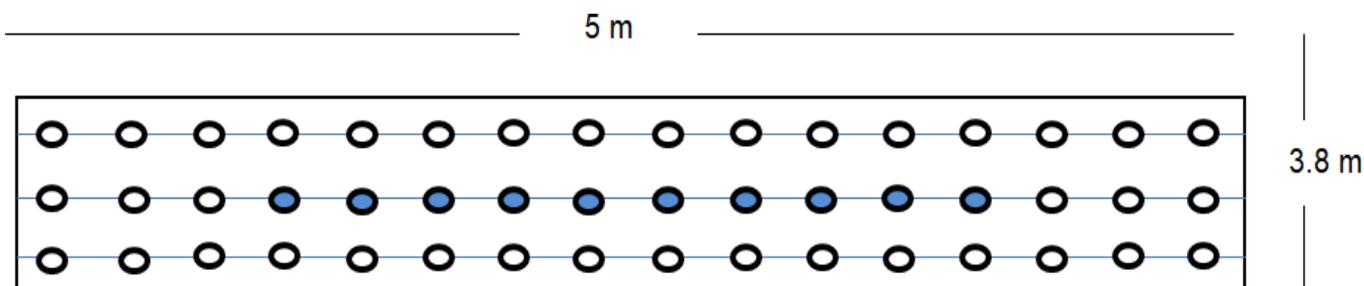
La unidad experimental estuvo constituida por 5 m de largo y 3.8 m de ancho, un total de 42 plantas ubicadas dentro del macro túnel como se muestra en la figura 42. Se utilizó el método de parcela neta en el cual se toman los datos de 10 plantas ubicadas en la parte central de la unidad experimental.



Fuente: Cartagena, 2009

Figura 42. Distribución de los tratamientos para el control de mosca blanca

La figura 43 muestra la distribución de las plantas dentro de cada uno de los tratamientos y la parcela neta que la conforman las plantas del centro a partir de ellas se obtuvieron los datos para los análisis correspondientes.



Fuente: Cartagena, 2009

Figura 43. Distribución de la unidad experimental y parcela neta

F. Manejo agronómico

Para este experimento el manejo agronómico lo realizó el agricultor no se tuvo influencia directa dentro del mismo, lo único que se realizaron fueron las aplicaciones de insecticidas para el control de mosca blanca.

G. Aplicación de tratamientos

Con ayuda de una bomba de mochila de 16 litros se realizaron las aplicaciones en cada uno de los tratamientos, estas se aplicaron en horas frescas a partir de las 16:00 horas. Se realizaron tres aplicaciones con intervalos de aplicación de 10 días, con las dosis recomendadas en el cuadro 36, estas se comenzaron a realizar al observar las primeras moscas en la planta.

H. Variable de respuesta

La efectividad de control de los insecticidas se evaluó con base a lecturas antes y después de cada aplicación para obtener la variable porcentaje de ninfas muertas, el

cadáver de estas se momifica, poniéndose completamente duro en algunas ocasiones se torna de consistencia acuosa.

I. Toma de datos

Con ayuda de una lupa se realizó el conteo de ninfas en una pulgada cuadrada, para iniciar con la toma de datos fue necesario un muestreo 45 días después del trasplante siendo este el dato inicial y donde se determinó la presencia de mosca blanca. Para contabilizar se realizó un conteo antes de la aplicación y siete días después de la aplicación.

La primera lectura se efectuó en la primera hoja verdadera, a los siete días la segunda se realizó en la segunda hoja verdadera, y así sucesivamente hasta llegar a la cuarta hoja verdadera. Se realizó en la segunda, la tercera. Durante tres semanas no fue necesario realizar ninguna aplicación, en la semana cuatro se volvió a realizar la segunda aplicación donde se realizó el mismo procedimiento (Conteo antes de la aplicación y conteo siete días después).

J. Análisis de la información

El porcentaje de ninfas muertas se les realizó un análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre los tratamientos se estableció la prueba de Tukey y así determinar los efectos de cada uno de los insecticidas.

3.2.7 Resultados y discusión

El cuadro 37 se presenta el resumen del análisis de varianza para los tratamientos evaluados, muestra el P valor que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir que el porcentaje de ninfas varía según el tipo de insecticida.

Cuadro 37. ANDEVA moscas blancas

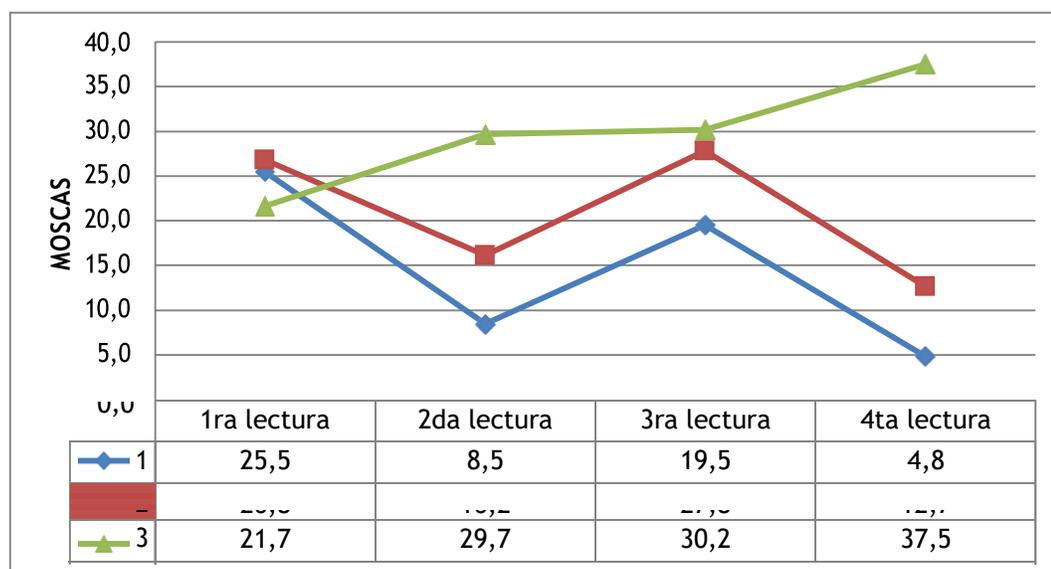
F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Modelo	466.59	2	233.29	3.67	0.0685
Tratamiento	466.59	2	233.29	3.67	0.0685
Error	572.88	9	63.65		
Total	1039.47	11			

El cuadro 38 muestra los resultados de la prueba de tukey que indica que el tratamiento uno correspondiente al insecticida thiametoxam + lambdacihalotrina es el que reduce significativamente la población de moscas blancas en el cultivo de tomate en comparación con los otros tratamientos.

Cuadro 38. Prueba de fisher para moscas blancas

Tratamiento	Medias		
1	14.58	A	
2	20.88	A	B
3	29.78		B

La figura 44 detalla el comportamiento de las cuatro lecturas realizadas donde se observa que el tratamiento tres presenta la mayor efectividad aumentando el porcentaje de mortalidad de ninfas.

**Figura 44. Comportamiento de mosca blanca durante las lecturas**

3.2.8 Recomendaciones

1. Se recomienda evaluar intervalos de aplicación para evitar la residualidad de el producto en frutos.
2. Se recomienda evaluar el tratamiento de thiametoxam + lambdacihalotrina dentro de un programa de aplicaciones que involucre la rotación de insecticidas con diferentes mecanismos de acción, evitando más de cuatro aplicaciones consecutivas de un solo producto con la finalidad de reducir el riesgo de resistencia del insecto.

3.2.9 Bibliografía

1. Casados Mérida, JC. 2005. Evaluación de cuatro periodos de cobertura, con una cubierta de polipropileno, para prevenir la virosis transmitida por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* G.), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 69 p.
2. Figueroa Salazar, EA. 2015. Evaluación de cuatro programas de control químico para mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y paratRIOza (*ParatRIOza cockerelli*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), en la finca Las Margaritas, Amatitlán, diagnóstico y servicios realizados en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 121p .
3. Moran Solares, RA. 1994. Efecto de barreras de sorgo sobre poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaco* Gennadius.) incidencia del virus en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.
4. Quintana Andrade, ER. 2005. Evaluación de híbridos experimentales resistentes a virosis transmitida por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) municipio de La Democracia, departamento de Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p

5. Syngenta, Chile. 2009. Productos fitosanitarios. Disponible en http://www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/etiquetas_fitosanitarios/Productos_Fitosanitarios/Engeo.pdf