

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



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN LA BÚSQUEDA DE RESISTENCIA A LA MARCHITEZ BACTERIANA (*Ralstonia solanacearum* Smith.) EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.**

**GERSON GUDIEL DE LEÓN REYES**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006**

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN LA  
BÚSQUEDA DE RESISTENCIA A LA MARCHITEZ BACTERIANA (*Ralstonia solanacearum*  
Smith.) EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.**

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

**POR**

**Gerson Gudiel de León Reyes**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**RECTOR**

**Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Duglas Antonio Castillo Álvarez
VOCAL QUINTO	Br. José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006**

Guatemala, Noviembre del 2006

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 LÍNEAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.) EN LA BÚSQUEDA DE RESISTENCIA A LA MARCHITEZBACTERIANA (*Ralstonia solanacearum* Smith.) EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.

como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Gerson Gudiel de León Reyes**



## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Padre que me diste sabiduría para alcanzar esta meta.

**MIS PADRES**

**Ezequiel de León y Rebeca Reyes de de León**, por todo su esfuerzo, apoyo y comprensión en la formación de mi vida, Dios los Bendiga.

**MIS HERMANOS**

**Samuel y Ana**, por su apoyo y compartir todos los días a lo largo de mi carrera que este éxito sea compartido entre nosotros, gracias.

**MIS TIOS Y TIAS**

Quines siempre me han apoyado durante la formación de mi vida.

**MIS PRIMOS**

Gracias por su apoyo, en especial a l Ing. Agr. Ángel López.

**MIS AMIGOS (AS)**

A mis compañeros de la Universidad con quienes siempre hemos compartido experiencias a lo largo de la carrera, Dios los Bendiga.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**DIOS** Por darme sabiduría para poder llegar a esta meta.

**MIS PADRES** Por guiarme siempre por el buen camino y el apoyarme en todo este tiempo.

**MIS HERMANOS** Por ser un ejemplo para de mí de superación y por su apoyo incondicional.

**MIS ASESORES** Ing. Agr. Fernando Rodríguez e Ing. Agr. Gustavo Álvarez, Ing. Francisco Vásquez por su apoyo en la elaboración de este documento.

**COLABORADORES** Dr. Luís Mejía, Ing. Agr. Rudy Teni, Sr. Cesar Guerra y familia, familia Alfaro García, Ing. Agr. Teresa Guerra, gracias por su apoyo recibido durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

**MIS AMIGOS (AS)** Por su apoyo durante mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
CAPÍTULO I	
IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DEL SUELO EN LA ALDEA EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	2
1.2 MARCO TEÓRICO.....	3
1.2.1 MARCO CONCEPTUAL .....	3
1.2.2 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.2.1 Ubicación geográfica .....	4
1.2.2.2 Ubicación política .....	4
1.2.2.3 Vías de acceso .....	5
1.2.2.4 Clasificación de suelos .....	5
1.2.2.5 Zona de vida.....	5
1.2.2.6 Cultivos importantes .....	5
1.2.2.7 Condiciones sociales.....	5
A. Población .....	5
B. Servicios .....	6
C. Infraestructura.....	6
D. Proyectos.....	6
1.3 OBJETIVO.....	7
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
1.5.1 INCORPORACIÓN DE RASTROJOS: .....	8
1.5.2 PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS .....	9
1.5.3 FERTILIZACIÓN.....	11
1.6 CONCLUSIONES.....	12
1.7 RECOMENDACIONES .....	13
1.8 BIBLIOGRAFÍA .....	14
CAPITULO II .....	
EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE 19 LÍNEAS DE TOMATE ( <i>Lycopersicon esculentum</i> MILL.) Y UNA VARIEDAD COMERCIAL, A LA MARCHITEZ BACTERIANA CAUSADA POR <i>Ralstonia solanacearum</i> SMITH. EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.....	15
2.1. INTRODUCCIÓN .....	16
2.2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.2.1 MARCO CONCEPTUAL .....	17
2.2.1.1 Cultivo del tomate ( <i>L. esculentum</i> Mill).....	17

A. Origen .....	17
B. Biología .....	17
C. Biosistemática del tomate .....	17
2.2.1.2. La marchitez bacteriana .....	18
A. Síntomas .....	18
B. Organismo causal .....	20
C. Ciclo de la enfermedad y epidemiología .....	20
D. Distribución Geográfica .....	21
E. Control .....	21
2.2.2. MARCO REFERENCIAL .....	23
2.2.2 1. Descripción del área .....	23
A. Ubicación geográfica .....	23
B. Vías de acceso .....	24
C. Condiciones climáticas .....	24
D. Zona de vida .....	25
E. Características edáficas .....	25
F. Material genético experimental .....	25
G. Estudios similares en resistencia a marchitez bacteriana .....	39
2.3. OBJETIVO .....	40
2.4. HIPÓTESIS .....	40
2.5. METODOLOGÍA .....	41
2.5.1 TRATAMIENTOS .....	41
2.5.2 UNIDAD EXPERIMENTAL .....	41
2.5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	42
2.5.4 VARIABLES DE RESPUESTA .....	42
2.5.4.1 Incidencia .....	42
2.5.4.2 Severidad .....	42
2.5.4.3 Resistencia .....	43
2.5.4.4 Rendimiento promedio en kilogramos por hectárea .....	43
2.5.5 MANEJO DEL CULTIVO .....	43
2.5.5.1 Preparación de pilones .....	43
2.5.5.2 Preparación del terreno .....	43
2.5.5.3 Trasplante .....	44
2.5.5.4 Control fitosanitario .....	44
2.5.5.5 Fertilización .....	44
2.5.5.6 Control de malezas .....	44
2.5.5.7 Aporque .....	44
2.5.5.8 Tutorado y piteado .....	45
2.5.6 TOMA DE DATOS .....	45
2.5.6.1 Incidencia y severidad .....	45
2.5.6.2 Evaluación de la resistencia .....	45
2.5.6.3 Rendimiento promedio en kilogramos por hectárea .....	45
2.5.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	45
2.5.7.1 Incidencia y severidad .....	45
2.5.7.2 Resistencia .....	46

2.5.7.3 Rendimiento .....	46
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
2.6.1 INCIDENCIA Y SEVERIDAD .....	47
2.6.2 RESISTENCIA .....	51
2.6.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	52
2.6.3 RENDIMIENTO DE TOMATE EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA .....	52
2.7. CONCLUSIONES .....	55
2.8. RECOMENDACIÓN .....	56
2.9. BIBLIOGRAFÍA .....	57
CAPÍTULO III .....	59
SERVICIOS REALIZADOS EN ALDEA EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA. ....	59
3.1 EVALUACIÓN DE CUATRO LÍNEAS DE TOMATE <i>L. esculentum</i> MILL., TOLERANTES Y UNA VARIEDAD COMERCIAL A LA MARCHITEZ BACTERIANA <i>R.</i> <i>solanaceum</i> SMITH., EN ALDEA EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.....	60
3.1.1 INTRODUCCIÓN .....	60
3.1.2 MARCO TEÓRICO .....	61
3.1.2.1 Marco conceptual .....	61
3.1.2.2 Marco referencial.....	61
3.1.3 OBJETIVO.....	63
3.1.4 METODOLOGÍA.....	64
3.1.4.1 VARIABLES DE RESPUESTA .....	64
A. Incidencia.....	64
B. Severidad.....	64
3.1.4.2 MANEJO DEL CULTIVO .....	64
A. Preparación de pilones .....	64
B. Preparación del terreno.....	65
C. Trasplante.....	65
D. Control fitosanitario .....	65
E. Fertilización.....	65
F. Control de malezas .....	65
G. Aporque .....	66
H. Tutorado y piteado .....	66
3.1.4.3 TOMA DE DATOS .....	66
A. Incidencia y severidad.....	66
3.1.4.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	66
A. Incidencia y severidad.....	66
3.1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
3.1.6 CONCLUSIONES.....	72
3.1.7 RECOMENDACIONES .....	74

3.1.8 BIBLIOGRAFÍA .....	75
3.2 EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA MARCHITEZ BACTERIANA CAUSADA POR <i>Ralstonia solanacearum</i> SMITH. DE 6 CRUCES DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE TOMATE <i>L. esculentum</i> MILL. EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.....	76
3.2.1 INTRODUCCIÓN .....	76
3.2.2 MARCO TEÓRICO.....	77
3.2.2.1 Marco conceptual .....	77
A. Importancia del tomate.....	77
B. Enfermedades del Tomate .....	77
3.2.2.2. Marco referencial.....	78
3.2.3 OBJETIVO.....	82
3.2.4 METODOLOGÍA.....	82
3.2.4.1 Tratamientos .....	82
3.2.4.2 Unidad Experimental .....	82
3.2.4.3 Variables de Respuesta .....	82
A. Incidencia .....	82
B. Severidad .....	82
C. Resistencia .....	83
3.2.4.4 Manejo del cultivo.....	83
A. Preparación de pilones .....	83
B. Preparación del terreno .....	83
C. Trasplante.....	83
D. Control fitosanitario.....	83
E. Fertilización.....	84
F. Control de malezas .....	84
G. Aporque.....	84
H. Tutorado y piteado.....	84
3.2.4.5 Toma de datos .....	84
A. Incidencia y severidad.....	84
B. Asignación de resistencia.....	85
3.2.4.6 Análisis de la información.....	85
A. Incidencia y severidad.....	85
B. Resistencia .....	85
3.2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	86
3.2.5.1 Incidencia y Severidad .....	86
3.2.5.2 Resistencia.....	91
3.2.6 CONCLUSIONES.....	93
3.2.7 RECOMENDACIONES .....	94
3.2.8 BIBLIOGRAFÍA .....	95
ANEXOS .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de las aldeas y relieve del municipio de Agua Blanca, Jutiapa.....	4
2. Manejo rastrojos realizado por los productores de aldea El Tempisque.....	8
3. Tipos comunes de rastrojos obtenidos en aldea El Tempisque.....	9
4. Prácticas culturales y agronómicas para la conservación de suelos realizadas por los productores de aldea El Tempisque.....	10
5. Síntomas de marchitez bacteriana en el cultivo de tomate: a). Planta sana, b). Etapa 1.....	19
6. Mapa de ubicación de área experimental.....	23
7. Línea CLN 2264J: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de hoja, flor y fruto ; c). Vista.....	27
8. Línea CL 5915: a) Vista en parcela experimental; b) Fruto, hoja y flor.....	28
9. Línea FLA 7997: a). Vista en parcela experimental; b) Vista de fruto.....	28
10. Línea CNL 2413: a) Vista en parcela experimental; b) Hoja, flor y fruto verde; c). Fruto.....	29
11. Línea FLA 8109 B: a). Vista en parcela experimental; b) Fruto maduro; c). hoja, flor y fruto.....	30
12. Línea CRA 66: a). Vista en parcela experimental; b) Vista parcela experimental etapa de desarrollo vegetativo; c). Vista de frutos; d). Vista de hoja flor y fruto verde.....	31
13. Línea 2264, de tomate; a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto, hoja y flor.....	32
14. Línea 2264, de tomate: a) Vista en parcela experimental; b). Vista fruto, hoja y flor.....	32
15. Línea 2264, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista fruto, hoja y flor.....	33
16. Línea H 7997, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b) Vista de fruto maduro.....	33
17. Línea FLA 7997, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto.....	34
18. Línea CLN 2443, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista fruto maduro; c) Vista de hoja y flor.....	34
19. Línea 023097-1 de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto, hoja y flor....	35
20. Línea PI 126408 de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto.....	35
21. Línea H 7996, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto, hoja y flor.....	36
22. Línea CLN 2318, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista fruto, hoja y flor.....	36
23. Línea CLN 2264 I, de tomate; a). Vista en parcela experimental, b). Vista de fruto, hoja y.....	37
24. Línea CLN 1314 G, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de hoja y flor.....	37
25. Línea CLN 2318F de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto, hoja.....	38
26. Variedad de tomate Sheriff a). Vista en parcela experimental; b) Fruto.....	38
27. Incidencia de síntomas de la marchitez bacteriana, en la variedad SHERIFF.....	49
28. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana, en la línea H 7996.....	49
29. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana, en la línea PI 126408.....	50
30. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana, en la línea CRA 66.....	50
31. Condiciones climáticas del área bajo estudio de aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, reportadas por estación Asunción Mita, Jutiapa, del INSIVUMEH 2005.....	52
32. Incidencia y severidad de línea CRA 66, ciclo abril a julio.....	67
33. Incidencia y severidad de línea CRA 66, ciclo septiembre a enero.....	67
34. Incidencia y severidad de línea PI 126408, ciclo abril a julio.....	68
35. Incidencia y severidad de línea PI 126408, ciclo septiembre a enero.....	68
36. Incidencia y severidad de línea H 7996, ciclo abril a julio.....	69
37. Incidencia y severidad de línea H 7996, ciclo septiembre a enero.....	69
38. Incidencia y severidad de línea H 7997, ciclo abril a julio.....	70
39. Incidencia y severidad de línea H 7997, ciclo septiembre a enero.....	70

40. Incidencia y severidad de variedad Sheriff ciclo abril a julio.....	71
41. Incidencia y severidad de variedad Sheriff ciclo septiembre a enero.....	71
42. Cruce L12 x B1 (H 7996); a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Cruce de tomate en parcela.....	78
43. Cruce MG x B1 (H7996): a). Vista de flor, hoja y fruto; b) Cruce de tomate en parcela.....	79
44. Cruce L11 x B1: a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Cruce de tomate en parcela experimental....	79
45. Variedad Silverado, usado como testigo para esta investigación: a).Vista flor, hoja y fruto; ...	80
46. Cruce MG x B2 (CRA 66): a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Cruce de tomate en parcela.....	80
47. Material usado como testigo Ty 35 h-b: a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Material de tomate....	81
48. a). Cruce 22-2, de tomate en parcela experimental; b) cruce 42-2, en parcela experimental....	81
49. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce 22-2.....	86
50. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce 42-2.....	87
51. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en variedad Silverado,.....	88
52. Incidencia de etapas de marchitez bacteriana en el cruce MG X B2.....	88
53. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce L 11 X B1.....	89
54. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce L 12 X B1.....	90
55. Incidencia de etapas de marchitez bacteriana en el cruce MG X B1.....	90
56. Incidencia de etapas de marchitez bacteriana en material Ty 35 h- b.....	91
57A.Prácticas agronómicas: a). Fertilización foliar; b). Tutoreado y piteado; c). Control.....	100
58A. Áreas de investigación: a). Preparación de terreno; b). Establecimiento de sistema de Riego; c). Área afectada por marchitez bacteriana; d). Plantación libre de marchitez bacteriana.....	101
59A. Área experimental establecida en aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, en donde se realizó está investigación: a). Horas después del trasplante; b). 20 días después del.....	102
60A. a). Frutos variedad Silverado (testigo); b). Prueba rápida de campo específica para ( <i>Ralstonia solanacearum</i> Smith.).....	102
61A. Parcela experimental aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, donde.....	103
62A.Parcela experimental aldea El Tempisque, Agua Blanca, donde se establecieron las líneas tolerantes a marchitez bacteriana.....	103



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución por edades de los habitantes de aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. ....	6
2. Condiciones climáticas reportadas por estación Asunción Mita, Jutiapa, Año 2005. ....	24
3. Origen y resistencias que poseen las líneas evaluadas .....	26
4. Distribución de los tratamientos evaluados .....	41
5. Escala de asignación de resistencia, tolerancia o susceptibilidad .....	43
6. Calificación de las líneas evaluadas según tolerancia y susceptibilidad .....	51
7. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de tomate en kg. por hectárea.....	53
8. Grupos Tukey para la variable Rendimiento de tomate en kilogramos por hectárea .....	53
9. Producción mundial de tomate.....	77
10. Escala de asignación de resistencia, tolerancia y/o susceptibilidad. ....	83
11. Calificación de los cruces evaluados según tolerancia y susceptibilidad.....	92
12A. Patógenos que pueden controlarse por resistencia genética y frecuencia con que aparece esa resistencia en los cultivares comerciales de tomate. ....	96
13A. Programa fitosanitario y de fertilización foliar para el cultivo de tomate <i>Lycopersicum esculentum Mill.</i> .....	97

## RESUMEN

En la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, bajo la coordinación del proyecto ALO (Association Liaison Office), la universidad de Wisconsin y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado, iniciando con la elaboración de un diagnóstico titulado “identificación y descripción de las principales prácticas de manejo del suelo utilizadas por los productores de aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa

Obteniendo como resultado que las prácticas de manejo aplicadas por los productores son: la estructuración de sistemas de drenaje, incorporación de rastrojos, rotación de cultivos y fertilización, las dos últimas prácticas dependen de las condiciones económicas del productor.

Se identificó que la implementación de prácticas de drenaje e incorporación de rastrojos, no son adecuadas las cuales pueden favorecer el desarrollo de la bacteria *R. solanacearum* Smith., encontrándose presente en el área del cultivo, según lo indica Mejía L. 2004, reportado por la Universidad San Carlos de Guatemala, la Universidad de Wisconsin y la Cooperación Japonesa.

Debido a que el control de la marchitez bacteriana es complejo se optó por plantear la investigación titulada “Evaluación de la resistencia de 19 líneas de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., y una variedad comercial a la marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* Smith., en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa”.

No obteniéndose bajo las condiciones edafoclimáticas de aldea El Tempisque, líneas de tomate resistentes a la enfermedad conocida como marchitez bacteriana. Pero si líneas tolerantes, entre estas: H 7996, PI 126408, CRA 66 y H 7997, las cuales no manifestaron la presencia de marchitamiento general o muerte de la planta.

Las líneas evaluadas: GA 1565, 023095-1, 023096-1, 023097-1, CLN 1314 G, FLA 8109 B, CL 5915, CLN 2264 J, CLN 2264, FLA 7997, CNL 2413, mostraron susceptibilidad a la marchitez bacteriana.

Con los resultados de la investigación indicada se planteo la “Evaluación de cuatro líneas de tomate *L. esculentum* Mill, tolerantes y una variedad comercial a marchitez bacteriana *R. solanacearum* Smith., H 7996, CRA 66, PI 126408, H 7997 con el propósito de observar el comportamiento de las líneas en época lluviosa y época seca), que ocurren en nuestro país.

Donde se obtuvo como resultado que las líneas H 7996, CRA 66, PI 126408, presentaron un comportamiento similar en ambas evaluaciones, manifestando presencia de síntomas de marchitez bacteriana de abultamientos leves y epinastia de pecíolos no mostrando ningún tipo de marchitamiento general o muerte de la planta.

Para la variedad testigo “*Sheriff*” cabe resaltar que la presencia de marchitez bacteriana alcanzó niveles de incidencia de 80%, para el periodo de abril a julio y en el periodo de septiembre a enero exhibió una leve baja en la incidencia de la enfermedad de un 30%.

La línea H 7997 manifestó la presencia de marchitamientos leves a nivel de planta en el período de abril a julio. En contraste, durante el periodo de septiembre a enero en donde solo se observa síntomas como epinastia de pecíolos, no manifestando ningún tipo de marchitamiento.

Conjuntamente con la evaluación de las líneas tolerantes, se realizó la “Evaluación de la resistencia a la marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* Smith, de 6 cruces de líneas experimentales de tomate *L. esculentum* Mill., y una variedad comercial en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa teniéndose como resultado de la evaluación cruces tolerantes, entre estos: Ty 35 h- b, y MG x B1, y por lo contrario cruces susceptibles, L11 x B1, L12 x B2, 22-2, 42-2, MG X B2 y la variedad *Silverado*, debido a que manifestaron presencia de marchitamiento general o muerte a nivel de planta.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO

**“IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DEL SUELO  
EN LA ALDEA EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA”**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo se presenta el diagnóstico realizado en aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, titulado “Identificación y descripción de las prácticas de manejo del suelo en aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa”.

Siendo el principal objetivo identificar y describir las prácticas de manejo del suelo utilizadas por los productores de aldea El Tempisque, en la producción del cultivo de tomate.

Para la identificación y descripción de las prácticas de manejo del suelo se procedió a la identificación de los productores de tomate del área en estudio, posteriormente se realizaron entrevistas y observaciones directas a las áreas de producción.

Observando que las prácticas de manejo aplicadas por los productores del área principalmente son: la estructuración de sistemas de drenaje, incorporación de rastrojos, rotación de cultivos y fertilización, estas dos últimas prácticas dependen de las condiciones económicas del productor.

## 1.2 MARCO TEÓRICO

### 1.2.1 Marco conceptual

#### A. Prácticas culturales y agronómicas utilizadas en la conservación de suelos

Menciona Carvajalino Jacome, L.J. 1945 entre estas se encuentran la distribución de cultivos, incorporación de pastos, siembra en contorno, cultivo en fajas, barreras vivas, la rotación de cultivos y uso de abonos verdes.

#### B. Rotación de cultivos

Según Carvajalino Jacome, L.J. 1945 define que la rotación de cultivos “es la sucesión recurrente y más o meno regular de diferentes cultivos en el mismo terreno, es una práctica muy antigua la cual, utilizada apropiadamente, contribuye de modo eficaz a controlar la erosión y mantener la productividad de los terrenos”.

#### C. Nutrición

EDIFARM 2003 se menciona que está se lleva a cabo por medio de la práctica que se denomina como fertilización la cual consiste en agregar la cantidad de nutrientes necesaria para el desarrollo de un cultivo está se lleva a cabo utilizando fertilizantes granulados y solubles para poder realizar la fertilización de cultivos a través del riego se deben considerar los siguientes pasos: definir la fenología del cultivo, definición de la dosis de los nutrientes, demanda del cultivo y aporte del suelo.

#### D. Incorporación de rastrojos

Guerra, C. 2005 define que el rastrojo es el residuo de cultivos que quedan en la tierra, algunos pueden ser aprovechados para pasto para el ganado, otros son quemados o enterrados por medio de procesos mecánicos.

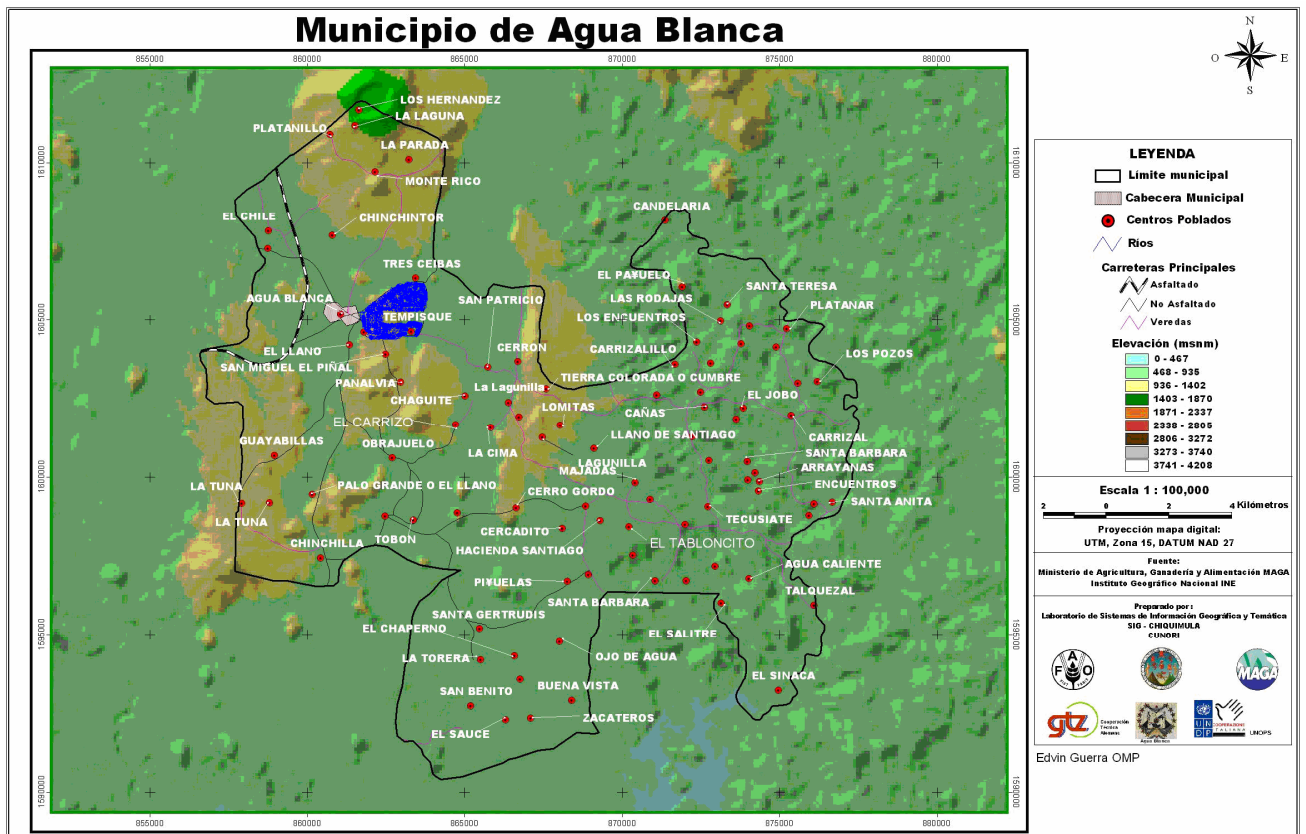
## 1.2.2 Marco referencial

### 1.2.2.1 Ubicación geográfica

La aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, se encuentra localizada en  $14^{\circ}29' 26.4''$  Latitud Norte y  $89^{\circ} 37' 46''$ , Longitud Oeste, a 910 msnm, y tiene una extensión territorial de 21.66 kilómetros cuadrados.

### 1.2.2.2 Ubicación política

Guerra, E. 2005. Indica que la aldea El Tempisque, colinda con las aldeas Tres Ceibas, San Patricio, Cerrón, Panalvia, El Llano y la cabecera municipal (Figura 1).



Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA, Instituto Geográfico Nacional INE.

**Figura 1. Mapa de las aldeas y relieve del municipio de Agua Blanca, Jutiapa.**

### 1.2.2.3 Vías de acceso

Guerra, E. 2005. Indica que aldea El Tempisque se encuentra a 165 kilómetros de la ciudad capital, con un total de 162 kilómetros de carretera asfaltada, y a 3 kilómetros de la cabecera municipal de Agua Blanca, dista de la cabecera departamental de Jutiapa a 43 Kilómetros.

### 1.2.2.4 Clasificación de suelos

Según Simmons, C, Tarano, JM y Pinto, JH. 1959 indican que son suelos correspondientes a la Altiplanicie Central comprende el 84.7 por ciento del departamento de Jutiapa, siendo suelos desarrollados sobre terreno casi plano a moderadamente inclinados.

### 1.2.2.5 Zona de vida

De la Cruz, JR. 1982. Señala que la zona de vida en la cual se encuentra el municipio de Agua Blanca, Jutiapa, es la Zona de Vida Bosque Subtropical seco (bs-S).

### 1.2.2.6 Cultivos importantes

Guerra, C. 2005. Señala que los cultivos de la zona son: maíz, frijol, arroz y actualmente el tomate. En los últimos 18 años se ha venido sembrando el cultivo de tomate y se ha convertido en una fuente de ingresos muy importante para la aldea El Tempisque.

### 1.2.2.7 Condiciones sociales

#### A. Población

La población se presenta clasificada por rangos de edad (Cuadro 1);

La tasa de crecimiento es de 3.5% anual.

El analfabetismo se presenta en mayor porcentaje en las personas mayores de 45 años (Guerra, E. 2005).



**Cuadro 1. Distribución por edades de los habitantes de aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.**

Comunidad	menor de 1 año	1 a 4 años	5 a 14 años	Femenino 15-44 años	Masculino 15-44 años	45 a 64 años	mayor de 65 años	Total
El Tempisque	57	123	328	281	292	108	35	1,224

**Fuente: Oficina de planificación de recursos, Municipalidad, de Agua Blanca, Jutiapa.**

#### B. Servicios

Guerra, E. 2005. Indica que la aldea El Tempisque cuenta con servicios de luz eléctrica, agua potable, centro de salud y telefonía.

#### C. Infraestructura

La aldea El Tempisque cuenta con edificaciones principales como centro de salud, escuela e iglesia y un total de 306 casas todas habitadas.

#### D. Proyectos

Indica Guerra, E. 2005. Que se cuenta con proyectos concluidos como la construcción de dos pozos mecánicos, el primer pozo mecánico fue donado por el gobierno de Japón y el ministerio de agricultura ganadería y alimentación en 1994. El segundo pozo mecánico que le pertenece a la escuela fue construido por el FIS y la Alcaldía Municipal, al igual que la escuela fue construida por el mismo proyecto en el 2005.

### 1.3 OBJETIVO

Identificar y describir las prácticas de manejo del suelo utilizadas por los productores de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, en la producción del cultivo de tomate.

### 1.4 METODOLOGÍA

Para la identificación y descripción de las prácticas de manejo del suelo utilizadas por los productores de aldea El Tempisque se utilizó la metodología que se presenta a continuación:

- a) Se identificaron a los productores de tomate del área bajo estudio.
- b) Se realizaron un número de 22 **entrevistas** (estas divididas en tres secciones rastrojos, fertilización y prácticas culturales y agronómicas), por medio de visitas individuales a los productores de aldea El Tempisque y posteriormente **observaciones** (incluyendo variables como pendiente y ubicación), directas a las áreas de producción.

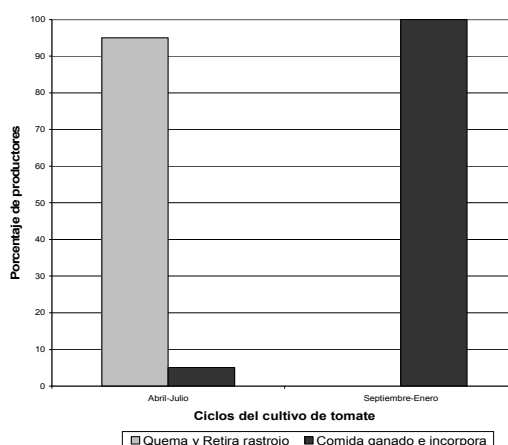
## 1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan las prácticas de manejo de suelo identificadas en aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, conjuntamente con una breve descripción de las mismas.

### 1.5.1 Incorporación de rastrojos

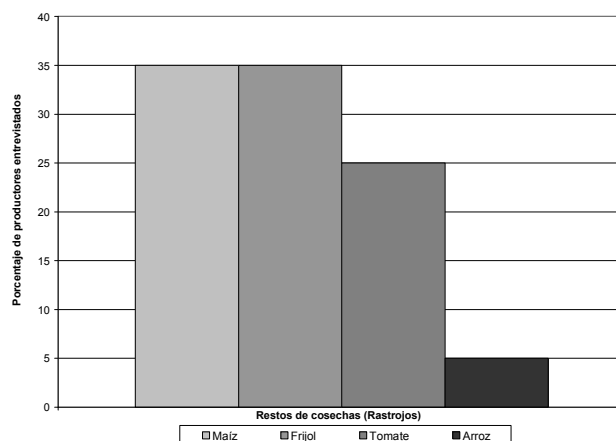
La incorporación de restos de cosecha (rastrojos), del cultivo de tomate se realiza en el periodo de descanso que tiene el área de producción de un ciclo al otro. Se encontró que el 95% de los productores de la zona queman y retiran los rastrojos del área de producción, ocurriendo en el ciclo de producción abril a julio (Figura 2).

En el ciclo de septiembre a diciembre cuando se termina el ciclo de producción del cultivo de tomate el rastrojo es dejado para que sirva de alimento para el ganado y si el sobrante en rastrojo no es consumido posteriormente se incorpora durante la preparación del suelo, del siguiente ciclo de cultivo, abril-julio. Siendo el manejo del rastrojo en este periodo no apto porque se pueden tener problemas de plagas y enfermedades al ser este incorporado directamente al suelo. Considerándose como mejor el manejo que consta en la quema del rastrojo fuera del área de producción.



**Figura 2. Manejo rastrojos realizado por los productores de aldea El Tempisque**

Los rastrojos que comúnmente se obtienen de las áreas de producción de El Tempisque son los restos de cosecha de los cultivos de maíz y frijol, seguido por los de tomate y por último de arroz los cuales no importando el cultivo el manejo de rastrojos sigue la misma tónica de la utilizada en el cultivo de tomate (Figura 3).



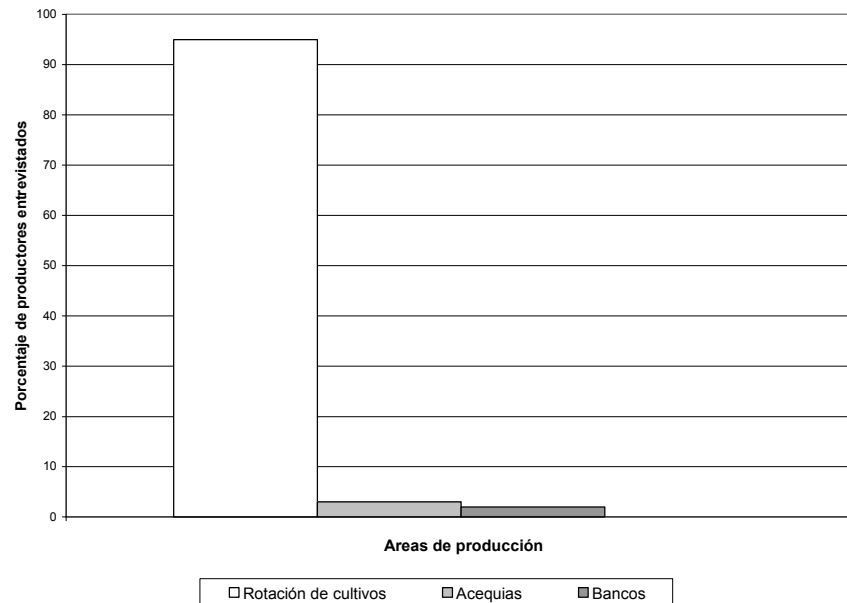
**Figura 3. Tipos comunes de rastrojos obtenidos en aldea El Tempisque.**

### 1.5.2 Prácticas de conservación de suelos

El 85% de los productores producen tomate en terrenos clasificados de acuerdo a su relieve, como áreas planas, (pendiente menor al 3%), El 15% son áreas con pendientes no mayores al 3% y estas corresponden a las áreas nuevas que los productores buscan como áreas vírgenes para la producción de tomate haciendo que la frontera agrícola avance a las áreas con pendiente que se encuentran en el valle de El Tempisque.

La práctica de rotación de cultivos es la más utilizada por los productores de El Tempisque en un 90% con cultivos, como maíz, frijol, chile pimiento, siendo claramente observado en áreas de topografía plana (Figura 4).

La elaboración de acequias por los productores comprende un 4%, seguido por la construcción de bancos en un 2% en áreas con pendientes cercanas al 3%. No realizando prácticas culturales y agronómicas para la conservación de suelos como siembra en contorno, cultivos en fajas, barreras vivas e incorporación de abonos verdes.



**Figura 4. Prácticas culturales y agronómicas para la conservación de suelos realizadas por los productores de aldea El Tempisque.**

La búsqueda de nuevas áreas para la producción del cultivo de tomate por los productores de El Tempisque es cercano al 70%, a causa de la enfermedad de marchitez bacteriana, que se encuentra presente en estas áreas de producción.

El 30% de los productores cultivan sus mismas áreas de producción pero manifestaron tener problemas con dicha enfermedad.

El 80% de los productores implementan la práctica de drenaje, construcción de pequeñas zanjas dentro de áreas con problemas de anegación siguiendo la topografía logrando la circulación del agua, las cuales son realizadas en áreas de producción, del cultivo de tomate y esta práctica es renovada cada ciclo de producción realizándola conjuntamente cuando se ejecuta la preparación del terreno. Debido a que los terrenos en la mayoría son con pendientes menores del 3% al no implementar el drenaje en las áreas de producción se tienen problemas de inundación en los meses de junio a octubre que es cuando la precipitación alcanza su punto más alto cercano a los 350 milímetros.

### 1.5.3 Fertilización

En el cultivo de tomate se realiza esta práctica por medio de dos tipos de fertilizantes granulados y solubles.

La primera fertilización se realiza 8 días después del trasplante, y la segunda conjuntamente con la práctica de aporque aproximadamente a los 40 días después del trasplante con fertilizante granulado.

El 95% de los productores cuentan con sistema de riego por goteo, por donde son incorporados fertilizantes hidrosolubles, encontrando que el fertilizante hidrosoluble más utilizado es el *Acapfos violeta*, Nitrógeno 11, Fósforo 44 y Potasio 11, aplicado en la etapa inicial de crecimiento del cultivo de tomate 15 días después del trasplante, siendo utilizado por un 55% de los productores encuestados.

*Acapfos rojo*, Nitrógeno 12, Fósforo 5 y Potasio 40, es utilizado por los productores que cuentan con riego por goteo en un 15%, en etapa de desarrollo vegetativo 40 días después del trasplante.

*Acapfos naranja* Nitrógeno 10, Fósforo 5 y Potasio 60, se utiliza en un 3% por los productores que cuentan con sistema de riego por goteo. Siendo un porcentaje relativamente bajo debido a que no todos acostumbran a aplicarlos en etapas finales del cultivo aproximadamente 80 días después del trasplante.

## 1.6 CONCLUSIONES

Las principales prácticas de manejo del suelo identificadas son:

a) Manejo de rastrojos de los cultivos maíz, frijol, tomate, el que puede ser quemado, de alimento para ganado o incorporado al suelo.

b) Conservación de suelos:

se encontró la rotación de cultivos maíz-frijol; maíz-tomate, tomate-chile pimiento, así mismo labores para el drenaje de suelos consistentes en la construcción de pequeñas zanjas dentro de las áreas de producción, siguiendo la topografía de las mismas para evitar la anegación del área.

c) Fertilización:

La fertilización en tomate se realiza en dos temporadas a los 8 días después del trasplante y a los 40 días después del trasplante, utilizándose los fertilizantes granulados de las formulaciones 15-15-15, 46-0-0.

Para el cultivo de tomate en el sistema de riego por goteo se identificaron los fertilizantes hidrosolubles *Acapfos* violeta, es aplicado 15 días después del trasplante, *Acapfos* rojo y anaranjado, aplicados 80 días después del trasplante.

## 1.7 RECOMENDACIONES

Dentro de las principales recomendaciones determinadas durante el análisis de la información obtenida se encuentran:

- a) El manejo de los rastrojos (residuos de cosechas), adecuado sería el transporte del rastrojo fuera de las áreas de producción del cultivo de tomate, realizando un arrancado total de la planta de tomate y posteriormente sacarla del área de producción esto con el objetivo de evitar problemas fitosanitarios en dicho cultivo en futuras ocasiones.
- b) La práctica agronómica de rotación de cultivos, se debe de implementar con mayor frecuencia en áreas donde se tengan problemas con la enfermedad de marchitez bacteriana con el objetivo de romper el ciclo de dicha enfermedad utilizando rotaciones largas comprendidas de 4 a 5 años sin la producción del cultivo de tomate
- c) La implementación de drenaje debe aplicarse en áreas con pendientes menores a 3%, para evitar problemas de anegamiento del suelo en áreas de producción.



## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Carvajalino Jacome, LJ. 1945. La rotación de cultivos, base de una agricultura productiva y estable. Bogotá, Colombia, Sociedad de Agricultores de Colombia.
2. Cruz, JR. 1982. Clasificación de las zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 18 p.
3. EDIFARM 2003. Manual de hortalizas, Centro América, Panamá y República dominicana. 1ra. Edición. 486 p.
4. Guerra, C. 2005. Producción y calidad de fruto de tomate, aldea el Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. (Comunicación personal). Guatemala, Jutiapa, Agua Blanca, Tempisque.
5. Guerra, E. 2005. Ubicación geográfica y política de aldea El tempisque., (entrevista). Guatemala, Jutiapa, Agua Blanca, Municipalidad de Agua Blanca, Planificación de Recursos de la Municipalidad.
6. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agrícola Nacional. 65 p.

## CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE 19 LÍNEAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Y UNA VARIEDAD COMERCIAL, A LA MARCHITEZ BACTERIANA CAUSADA POR (*Ralstonia solanacearum* Smith.) EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.**

## 2.1. INTRODUCCIÓN

Según Guerra, C. 2005 el cultivo del tomate en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, es uno de los principales productos que genera fuentes de ingreso y empleo, el cual es comercializado hacia la república de El Salvador en donde el precio durante el año fluctúa entre \$ US 5 a \$ US 10 por caja de tomate de 22.72 kilogramos.

Mejía, L. 2003 Indica que dicha área esta siendo afectada por *Ralstonia solanacearum* Smith. La presencia de la enfermedad llamada marchitez bacteriana en Ipala, Chiquimula y Agua Blanca, Jutiapa.

Guerra C. 2005 indica que cuando no se tenía la presencia de la enfermedad en las áreas de producción del cultivo de tomate en El Tempisque ascendía a 57,100 kilogramos por hectárea actualmente la producción ha disminuido un equivalente al 65.55 %.

Una alternativa de control de la marchitez bacteriana, señala Mejía, L. 2003, es el uso de variedades resistentes. Donde se llevo a cabo la evaluación de la resistencia de 19 líneas de tomate (*L. esculentum* Mill), resistentes a la marchitez bacteriana causada por *R. solanacearum* Smith, bajo condiciones edafoclimáticas, de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, con el objetivo de identificar materiales genéticos resistentes o tolerantes a dicha enfermedad. Como resultado de la presente evaluación, no se encontraron materiales genéticos resistentes a la enfermedad marchitez bacteriana dentro de las líneas evaluadas se pudo establecer que las líneas H 7996, PI 126408, CRA 66 y H 7997 presentan cierto grado de tolerancia.

Se establece que las líneas GA 1565, 023095-1, 023096-1, 023097-1, CLN 1314 G, FLA 8109 B, CL 5915, CLN 2264 J, CLN 2264, FLA 7997, CNL 2413, CLN 2443, CLN 2318 F, CLN 2264 I y la variedad SHERIFF, son altamente susceptibles a la enfermedad.

Se recomienda evaluar el potencial de los materiales tolerantes como porta injertos además continuar con un programa de mejoramiento genético.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### 2.2.1.1 Cultivo del tomate (*L. esculentum* Mill)

##### A. Origen

Según Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., el tomate tiene su centro de origen en una región montañosa, estrecha y alargada de los Andes en Perú, Ecuador y Chile. Además, algunas plantas claramente emparentadas con el tomate cultivado son parte de la flora nativa de las Islas Galápagos. La domesticación del cultivo de tomate tiene su centro de origen inicialmente en las primeras civilizaciones de México.

##### B. Biología

Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., indican que las formas cultivadas del tomate son diploides ( $2x=2n=24$ ), autógamas, herbáceas y perennes, y se utilizan como cultivo anual casi universalmente. El tomate se clasifica comúnmente como un cultivo hortícola herbáceo de ambientes cálidos, con una temperatura óptima de crecimiento de 21 a 23 °C. El crecimiento y desarrollo de la planta se detiene a temperaturas inferiores a 10 °C.

##### C. Biosistemática del tomate

Según Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., el debate actual sobre la nomenclatura es resultado de una desviación de las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica en la determinación del ampliamente utilizado nombre *L. esculentum*, propuesto por Millar en 1768 para reemplazar el nombre conferido por Linneo *S. lycopersicon*. De acuerdo con lo convenido en el Código, el nombre de la especie, *Lycopersicon*, debería haber sido retenido después de la aceptación del nuevo género *Lycopersicon*; sin embargo y con objeto de evitar más confusión en la nomenclatura, se continuara nombrándolo como *L. esculentum* Mill.

### 2.2.1.2. La marchitez bacteriana

Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., indican que la marchitez bacteriana es una enfermedad de tomate bastante severa en muchas zonas cálidas, templadas, subtropicales y tropicales del mundo.

La enfermedad es también conocida como: marchitez bacteriana sureña, marchitez de las solanáceas, la podredumbre bacteriana sureña y otros muchos nombres comunes en los países donde ocurre.

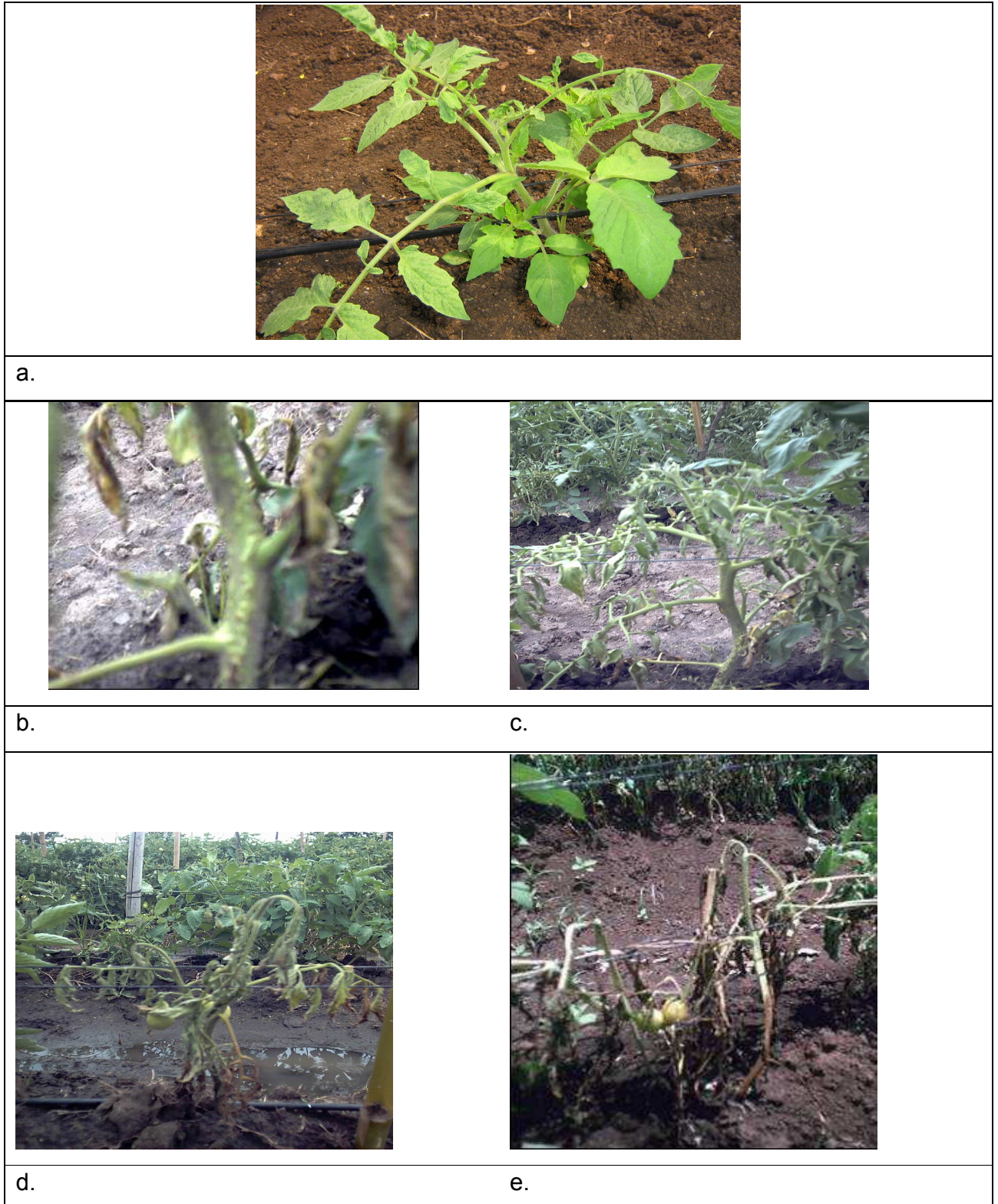
#### A. Síntomas

Según Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., los estados avanzados de la enfermedad se pueden producir a los 2 ó 3 días después de la aparición de los primeros síntomas (Figura 5).

En los tallos de las plantas infectadas pueden aparecer raíces adventicias, (epinastia de pecíolos), temperaturas bajas, aislados bacterianos de escasa virulencia, resistencia de la planta huésped y desarrollo lento de la enfermedad son factores que promueven la formación de raíces adventicias.

Según Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., en etapas iniciales de la enfermedad, el sistema vascular toma una coloración amarilla a pardo claro que puede ser observada en las secciones transversales o longitudinales del tallo.

A medida que progresa la enfermedad, el sistema vascular se oscurece, cuando la planta se marchita completamente, la médula y el córtex también se vuelven oscuros.



**Figura 5. Síntomas de marchitez bacteriana en el cultivo de tomate: a). Planta sana, b). Etapa 1 (leves abultamientos en el tallo), c). Etapa 2 (epinastia de pecíolos), d). Etapa 3 (leve Marchitamiento), e). Etapa 4 (marchitamiento general).**

## B. Organismo causal

Indica Orozco EF. 1997. La marchitez bacteriana, es causada por *Ralstonia solanacearum*, (Smith 1896) combinación nueva, Yabuuchi et. al. (1995); (*R. solanacearum* = *Pseudomonas solanacearum*, = *Burkholderia solanacearum*) es considerada la principal enfermedad de origen bacteriana en el mundo.

Según lo mencionado por Orozco, EF. 1997., esta bacteria es un bacilo gram negativo de 0.5-0.7 x 1.5-2.0  $\mu\text{m}$ , móvil gracias a que presenta de uno a cuatro flagelos polares. La bacteria es aerobica, produce reacciones positivas para las pruebas de catalasa y oxidasa y produce nitritos a partir de nitratos. Los investigadores han dividido la especie en biotipos y razas.

La raza 1 (biovares 1, 3 y 4) ataca gran número de plantas, incluyendo los cultivos de papa, tomate, berenjena, tabaco. La raza 2 (biovares 1, 3 y 4) afecta al banano y similares. La raza 3 (biovar 2) es considerada específica de la papa. Para designar estirpes encontradas en China, que diferían de los biovares descritas por Hayward (1964), propusieron la raza 4 (biovar 4) que afecta al jengibre y la raza 5 afectando la mora (*Morus alba* L.). Las 5 biovares son definidas de acuerdo con la habilidad de oxidar y la de utilizar ciertos azúcares y alcoholes, según Orozco, EF. 1997.

## C. Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., indican que *R. solanacearum*, penetra la raíz de la planta a través de heridas producidas durante el trasplante, laboreo, insectos o ciertos nematodos y a través de heridas naturales que existen en los puntos de emergencia de las raíces secundarias. Una vez dentro del huésped, la bacteria presenta afinidad por el sistema vascular, donde se multiplica rápidamente llenando los vasos xilemáticos con células bacteriana aumentando su viscosidad. El marchitamiento de la planta ocurre 2 a 5 días después de la infección, dependiendo de la susceptibilidad del huésped, temperatura y la virulencia del patógeno.

#### D. Distribución Geográfica

Según Mejía, L. 2003., la bacteria *R. solanacearum* esta ampliamente diseminada en áreas con temperaturas tropicales, subtropicales y cálidas a través del mundo. En Guatemala a través de estudios realizados por la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad de Wisconsin y la Cooperación de Japón, por medio de métodos de detección de fluido bacterial, prueba de Elisa y prueba de PCR, se ha determinado presencia de la bacteria en Ipala, Chiquimula y Agua Blanca, Jutiapa.

#### E. Control

Scout JW y Schuster DJ. 1991., mencionan que para el control de esta enfermedad varias estrategias han sido recomendadas, más aún no existe una solución definitiva independiente del cultivo al que ataca. Pero estos autores si plantean recomendaciones en la prevención de la enfermedad, las cuales han sido encaminados a una combinación de medidas de control y manejo integrado, las cuales pueden ser aplicadas de acuerdo con el cultivo en situaciones particulares.

Scout JW y Schuster DJ., dentro de estas estrategias consideradas eficientes mencionan: la eliminación de plantas capaces de hospederos en las áreas infestadas, rotación de cultivos, plantaciones en suelos libres de patógenos, resistencia genética, manejo del agua, época de siembra y exploración de microclimas, suelos supresivos.

##### a. Resistencia genética

Muchos investigadores indican que la resistencia genética es el método de control más efectivo y práctico para el control de la marchitez bacteriana, más el problema persiste debido a la gran variabilidad del patógeno y el efecto ambiental afectando el grado de resistencia.



Según indican Scout JW y Schuster DJ. 1991., la resistencia es toda característica heredable que permite una disminución de la incidencia de un agente patógeno o de un depredador sobre la cantidad o calidad de una cosecha, la eficacia de una resistencia proviene de la combinación de dos factores: el nivel de expresión de la misma y su estabilidad en el tiempo o durabilidad.

Existen al menos dos tipos de resistencia contra *R. solanacearum* en tomate:

- ⊕ Indica Mecían et al, 1991., una es de tipo poligénico, originada de *L. esculentum var. ceraciforme*, la línea CRA 66 utilizada en esta evaluación pertenece a este tipo.
- ⊕ Según Acosta et al., 1964 y Scout JW. 1988., el otro tipo de resistencia es dominante y de herencia más simple, esta se derivó de *L. pimpinellifolium*, la línea Hawai 7098 tiene este tipo de resistencia.

Cacao, R. 2004., menciona que en tomate se han identificado más de 20 genes de los cuáles confieren resistencia a hongos, nemátodos, virus y bacterias de importancia agronómica. Como se indico anteriormente, estos genes de resistencia se han obtenido de las especies silvestres, las cuales poseen igual número de cromosomas y son por lo tanto compatibles con cruzamientos ínter específicos (Cuadro 12A).

#### b. Evaluación de la enfermedad

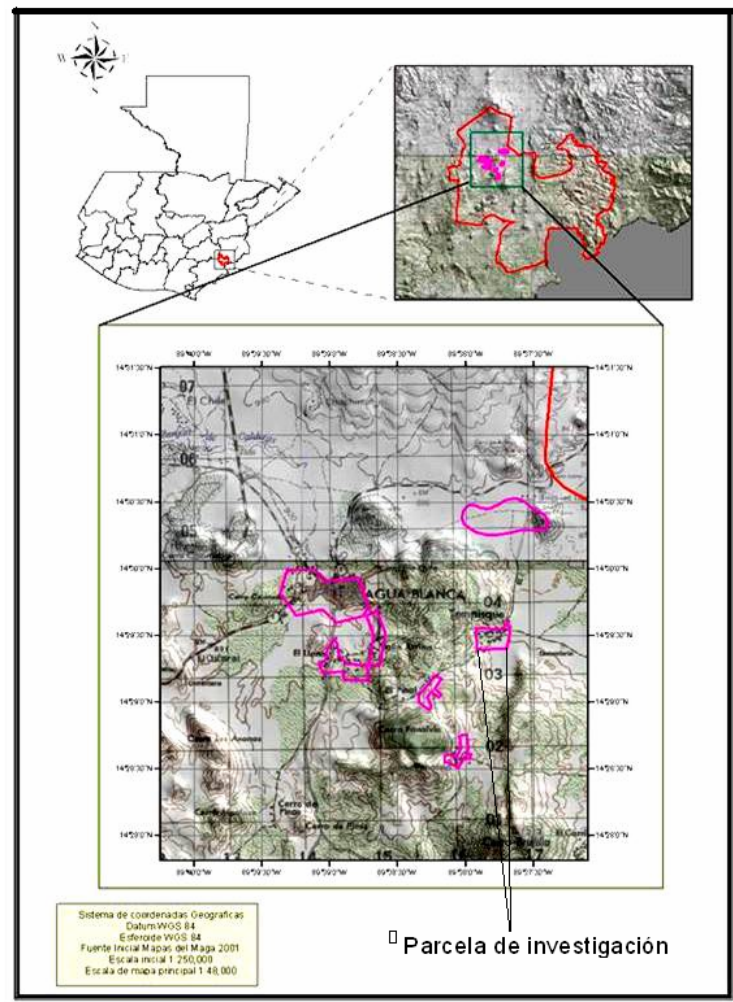
Según Pedroza, A. 1998., señala que la evaluación de la enfermedad puede ser con fines de investigación, control o de estimar su impacto. Además señala que la enfermedad debe ser evaluada por su intensidad, la cual se encuentra compuesta por la **incidencia**, definida como el número de unidades atacadas por unidad de medida considerando como unidades el número de plantas, hojas, tallos, frutos o raíces atacadas por surco, parcela o campo y que la incidencia puede llegar a ser equivalente a severidad y pérdida cuando una sola lesión es fatal o casi fatal. Y la **severidad** como el área de tejido de una planta afectada por la enfermedad.

## 2.2.2. Marco referencial

### 2.2.2 1. Descripción del área

#### A. Ubicación geográfica

Según INSIVUMEH 2005., la aldea El Tempisque del municipio de Agua Blanca del departamento de Jutiapa, se encuentra localizado en  $14^{\circ} 29'26.4''$  Latitud Norte, y  $89^{\circ} 37'46''$  Longitud Oeste. (216564,1603521 coordenadas UTM Zona 16 NAD 27 San Salvador), (Figura 6).



**Fuente: Mapas del Mapa 2001**

**Escala: 1: 48,000**

**Figura 6. Mapa de ubicación de área experimental**

## B. Vías de acceso

La aldea El Tempisque se encuentra a 165 kilómetros de la Ciudad Capital, con 162 kilómetros de carretera asfaltada ruta CA-2. A 43 kilómetros de la cabecera departamental utilizando la carretera que se dirige a Ipala, Chiquimula y a 3 kilómetros del municipio de Agua Blanca, siendo esta una carretera de terracería.

## C. Condiciones climáticas

La aldea El Tempisque, Según el INSIVUMEH 2005., se encuentra en un rango de elevación de 700 - 800 metros sobre el nivel del mar.

Las condiciones climáticas del área experimental fueron obtenidas en la estación más cercana, localizada en 14° 20'04" Latitud norte y 89° 42'21" oeste Longitud, en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa, reportando durante el periodo en el que se desarrollo dicha investigación, los datos climáticos que se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Condiciones climáticas reportadas por estación Asunción Mita, Jutiapa, Año 2005.**

Variable	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T min. Prom.	19.7 °C	19.7 °C	19 °C	14 °C	18.5 °C
T max. Prom.	33 °C	32.7 °C	32 °C	31.2 °C	32.4 °C
T media	27.6 °C	26.1 °C	25.9 °C	25.8 °C	26.5 °C
T min. Abs.	17.5 °C	18 °C	16 °C	12 °C	15 °C
T max. Abs.	34.5 °C	35 °C	34.5 °C	33.5 °C	34.5 °C
Hum. Rel.	72%	75%	76%	66%	62%
Prep. Pluvial	222.1 mm	308.7 mm	201.2 mm	9.4 mm	0 mm
Vel. Viento	7 km/hr	7 km/hr	6 km/hr	7 km/hr	8 km/hr
Nubosidad	5 octas	4 octas	4 octas	2 octas	2 octas

Fuente: INSIVUMEH 2005 (6). Estación climática de Asunción Mita, Jutiapa.

T min. Prom. = Temperatura mínima promedio

T máx. Prom. = Temperatura máxima promedio

T min. Abs. = Temperatura mínima absoluta

T máx. Abs. = Temperatura máxima absoluta

Hum. Rel. = Humedad Relativa

Prep. Pluvial = Precipitación pluvial

Vel. Viento = Velocidad del viento

#### D. Zona de vida

Según Cruz, JR. 1982., indica que la zona de vida comprendida para la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, es la Zona de Vida Bosque Subtropical seco (bs-S).

#### E. Características edáficas

Simmons C, Tarano JM y Pinto JH. 1959., indican que los suelos de la región de aldea El Tempisque, son suelos correspondientes a la Altiplanicie Central la cual comprende el 84.7 por ciento del departamento de Jutiapa, siendo suelos desarrollados sobre terreno casi plano a moderadamente inclinados.

#### F. Material genético experimental

Las líneas de tomate resistentes a la marchitez bacteriana utilizadas en esta evaluación provienen de dos fuentes diferentes de resistencia:

##### a. Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas (AVRDC)

Mejía, L. 2003. Indica que parte de las líneas de tomate resistentes a la marchitez bacteriana evaluadas se obtuvieron en Junio del año 2003, provenientes del Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas (AVRDC), (Cuadro 3).

La resistencia de estas líneas provenientes del AVRDC, es derivada de cruces de líneas mixtos y variedades resistentes entre estas Venus, Saturno y Guadalupe.

##### b. Institute of Food and Agricultural Sciences de la Universidad de Florida

La otra fuente de líneas resistentes es proveniente de la Universidad de Florida, en agosto del año 2003, el Dr. L. Mejía, Investigador principal de este proyecto, en nuestro país, visitó a Scout, JW. Institute of Food and Agricultural Sciences de la Universidad de Florida en Bradenton. En donde se proporcionó los materiales resistentes a la marchitez bacteriana de su programa de mejoramiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Origen y resistencias que poseen las líneas evaluadas

NOMBRE	ORIGEN DE RESISTENCIA	RESISTENCIA
CLN 2413 D	AVRDC	BW, TMV, F-1, Sm
CLN 2413 J	AVRDC	BW, TMV, F-1
CLN 2264 I	AVRDC	BW, TMV, F-1, Sm, LB, F-2
CLN 2264 J	AVRDC	BW, TMV, F-1, Sm, LB, F-2
CLN 1314 G	AVRDC	BW, TMV
CLN 5915	AVRDC	BW, TMV
CLN 2318 F	AVRDC	BW, TMV, F-1, F-2
CLN 2443 A	AVRDC	BW, TMV, F-1, St TYLCV
H 7996	AVRDC	BW, TMV, F-1, F-2, EB
HAWAI 7997	FLORIDA	BW
GA 1565	FLORIDA	BW
CRA 66	FLORIDA	BW
PI 126408	FLORIDA	BW
FLA 8109	FLORIDA	BW
FLA 8109 B	FLORIDA	BW
FLA 7997	FLORIDA	BW
023095-1	FLORIDA	BW
023096-1	FLORIDA	BW
023097-1	FLORIDA	BW

**BW = tolerancia a la marchitez bacteriana, TMV = resistencia al virus mosaico del tomate (alelo TM2a), F-1 = resistencia a la raza 1 de Fusarium oxisporum, lycopersici, F-2 = resistencia a la raza 2 de Fusarium oxisporum lycopersici, Sm = resistencia a Stemphyllium solani, LB = marchitez tardía, TYLCV = resistencia al virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate, EB = marchitez temprana.**

AVRDC = Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas  
FLORIDA = Institute of food and Agricultural Scienses, Universidad de florida

**Fuente: Cacao R. 2004. Experiencias en la producción de híbridos en tomate tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC.**

A continuación se describen las características principales de cada una de las líneas utilizadas en esta evaluación complementadas con una descripción pictográfica:

Línea CLN 2264 J

Crecimiento: semideterminado

Fruto: Firme, rojo, redondo (Figura 7).

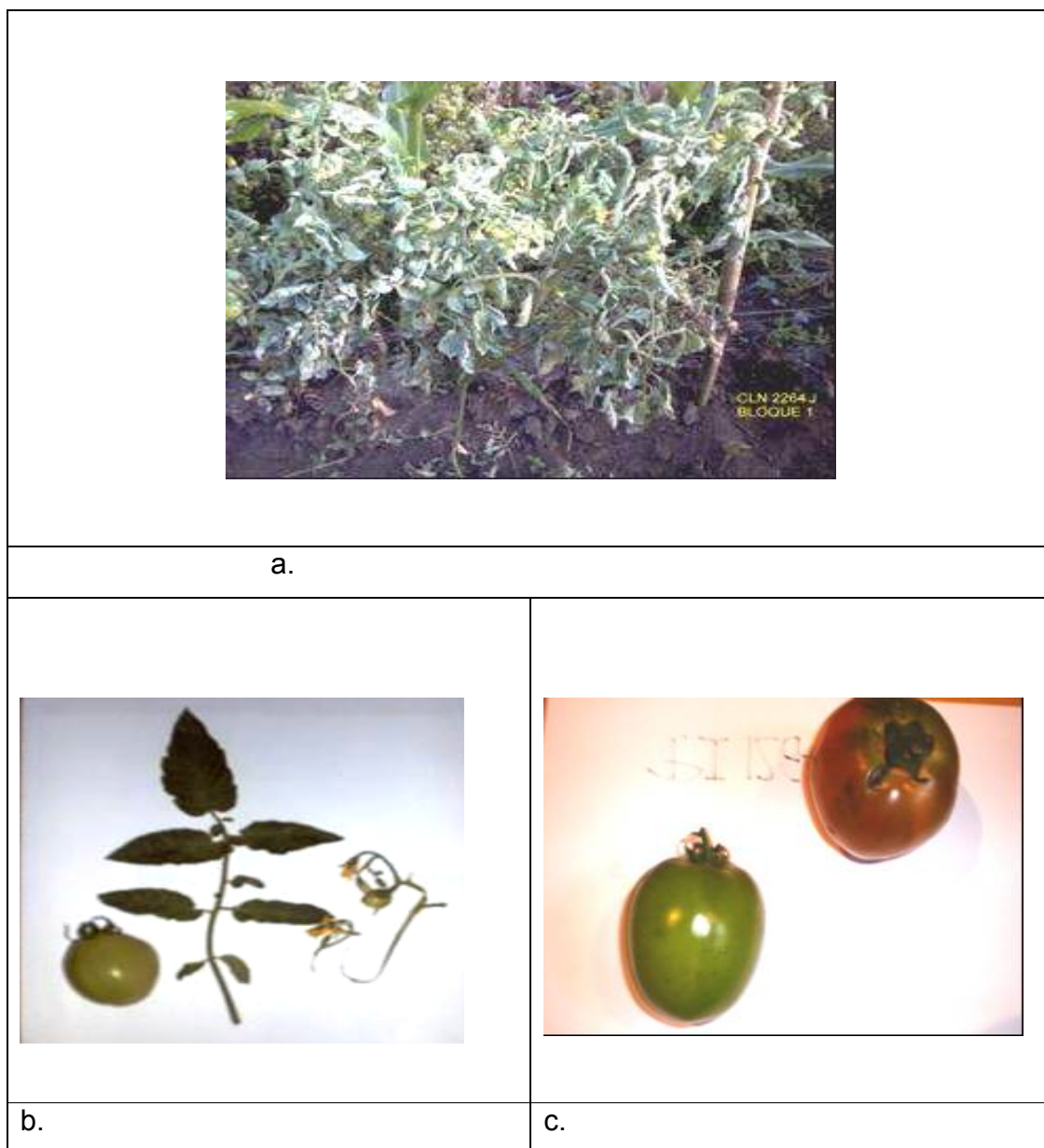


Figura. 7. Línea CLN 2264J: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de hoja, flor y fruto ; c). Vista de fruto verde y maduro

Línea CL 5915

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 8).

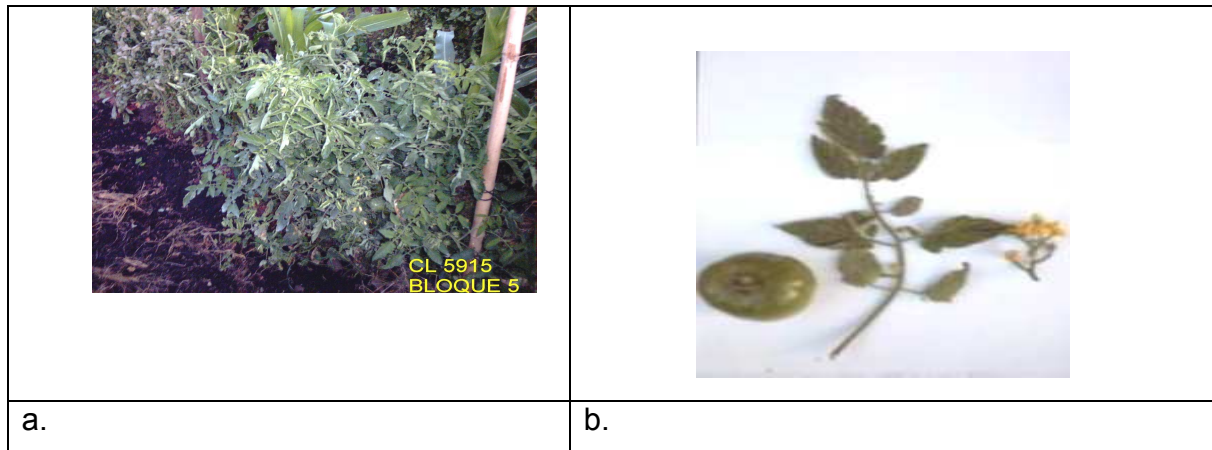


Figura 8. Línea CL 5915: a) Vista en parcela experimental; b) fruto, hoja y flor

Línea FLA 7997

Susceptible a *Phytophthora infestans*.

Crecimiento: determinado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 9).

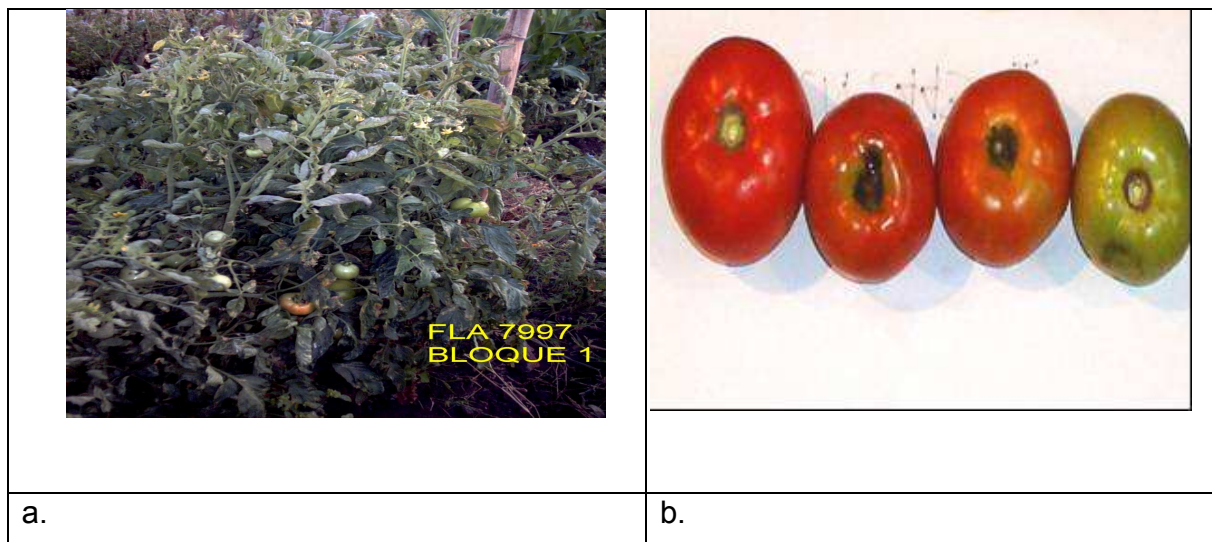


Figura 9. Línea FLA 7997: a). Vista en parcela experimental; b) Vista de fruto



Línea CLN 2413

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 10).

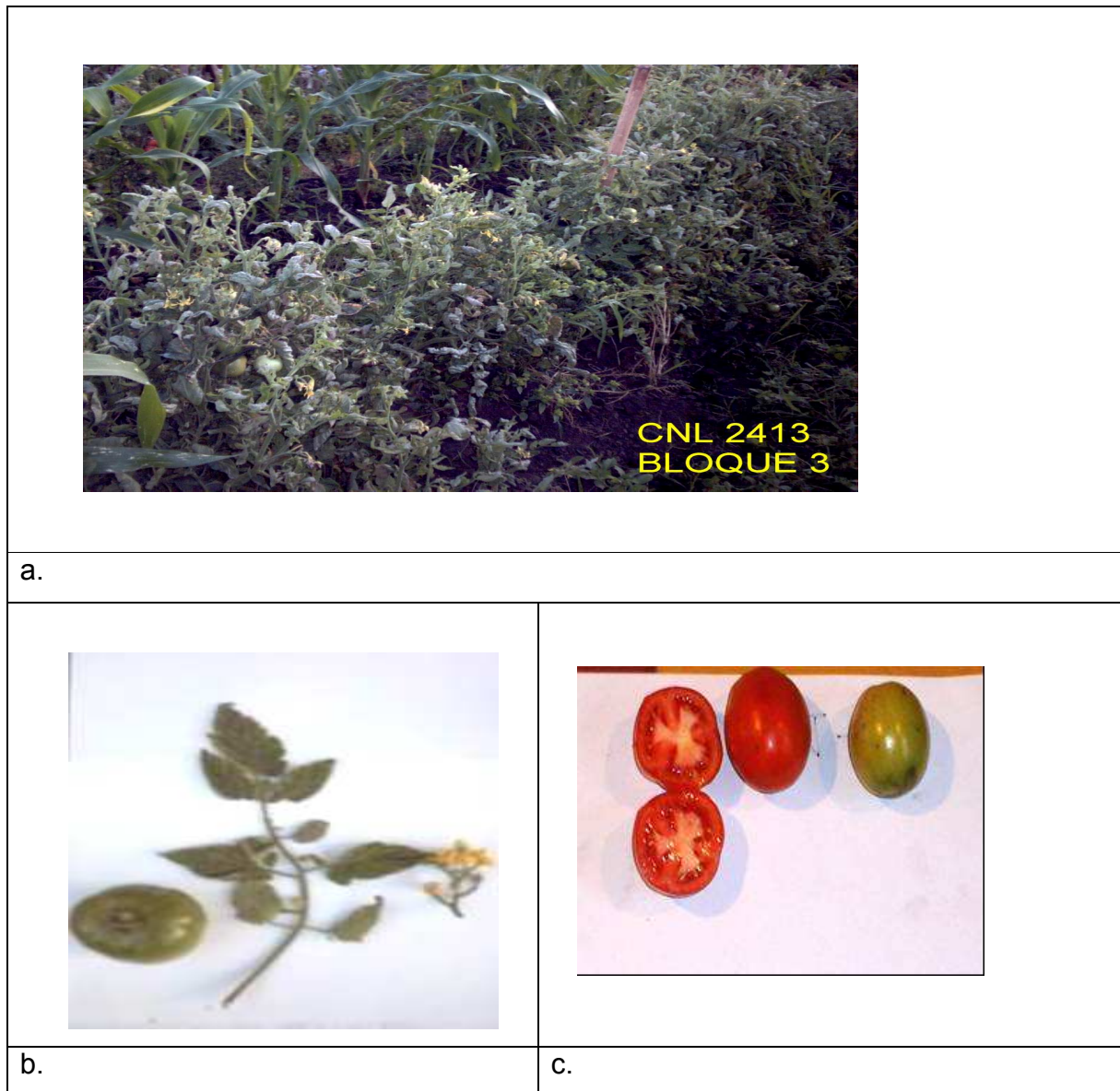


Figura. 10. Línea CNL 2413: a) Vista en parcela experimental; b) hoja, flor y fruto verde; c). Fruto maduro.



Línea FLA 8109 B

Crecimiento: semideterminado

Fruto: suave, color anaranjado-rojo, redondo (Figura 11).

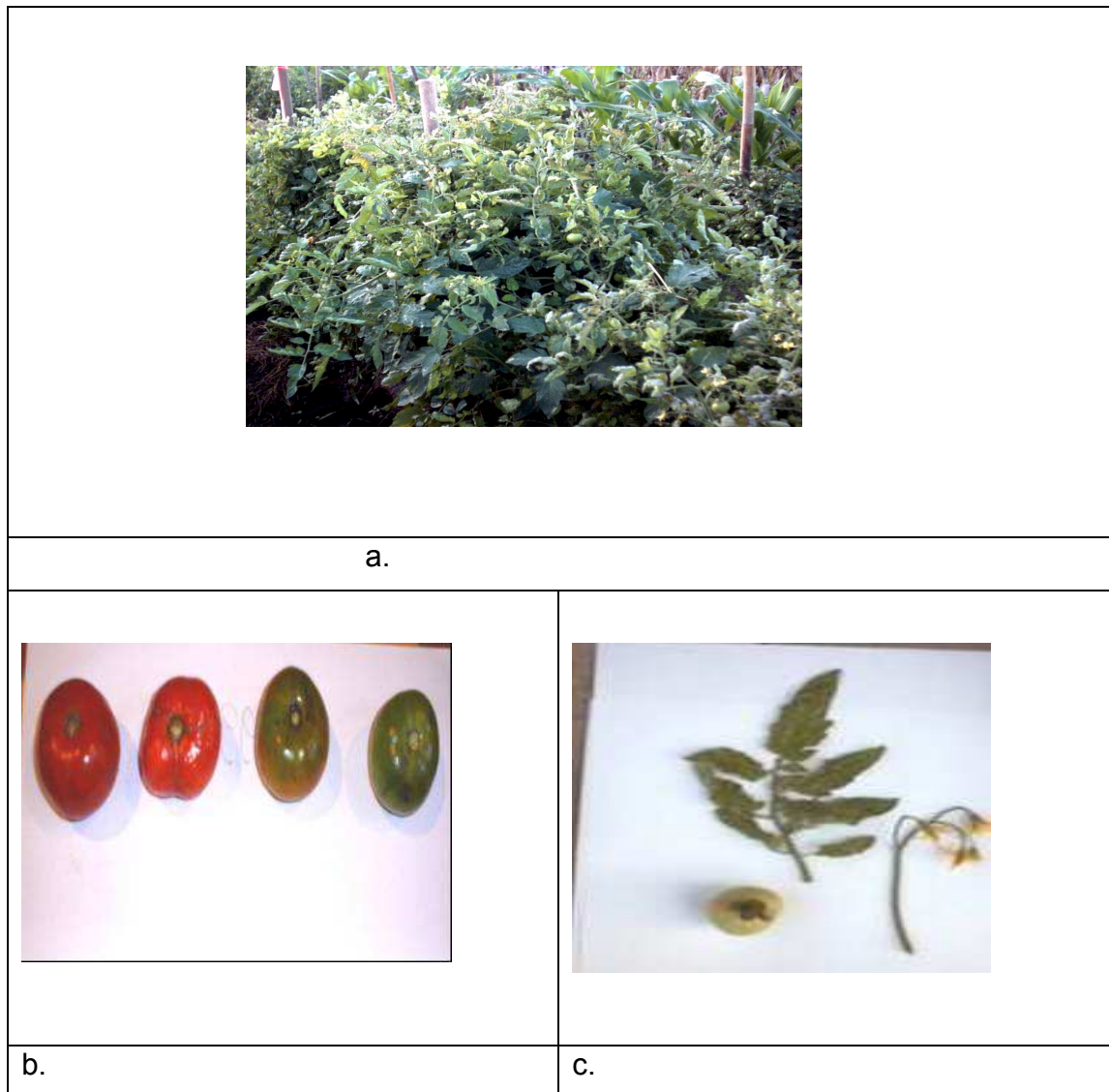


Figura 11. Línea FLA 8109 B: a). Vista en parcela experimental; b) fruto maduro; c). hoja, flor y fruto verde.

Línea CRA 66

Crecimiento: determinado

Susceptible a *Phytophthora infestans*,

Fruto: suave, rojo, redondo (Figura 12).

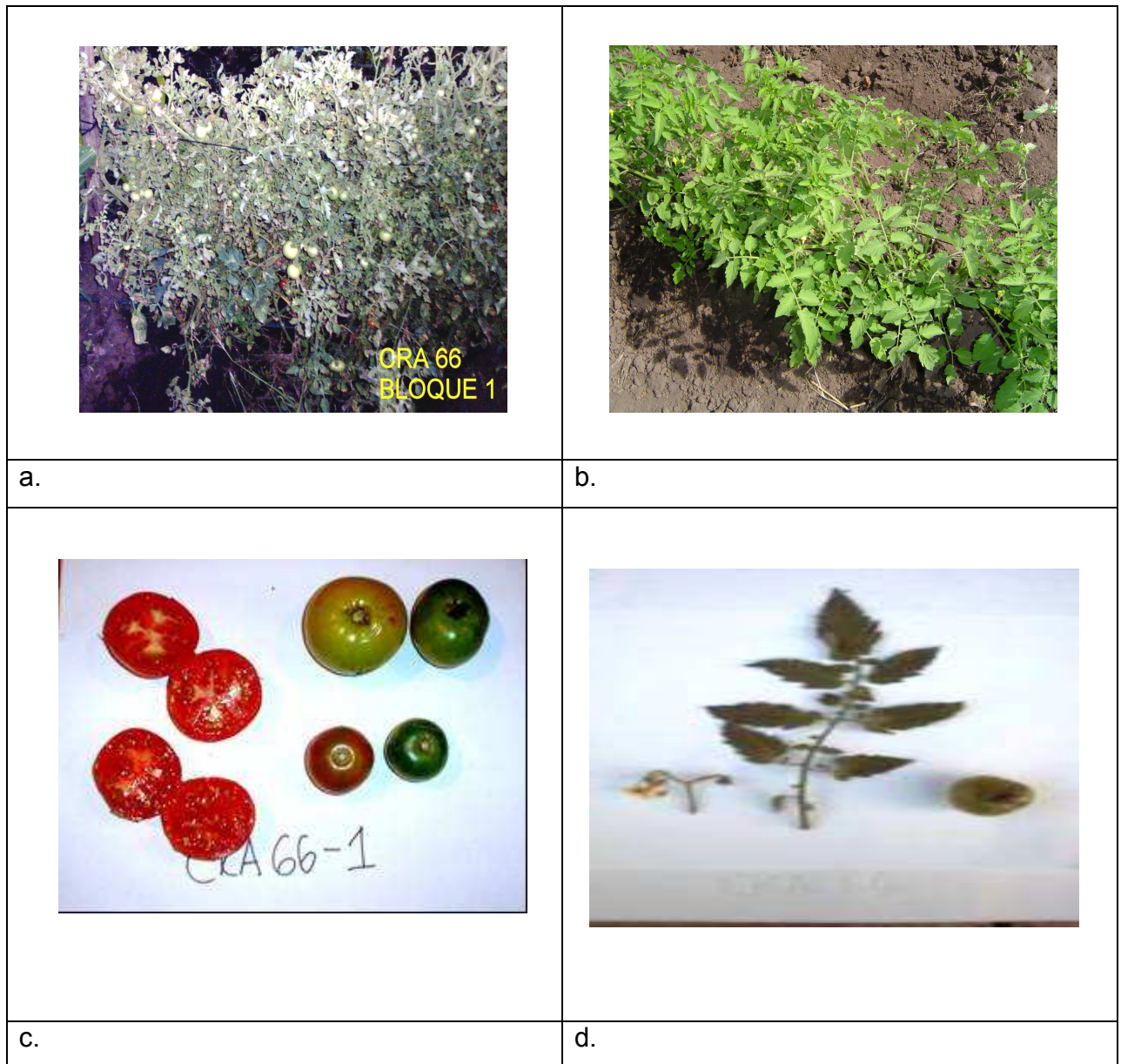


Figura 12. Línea CRA 66: a). Vista en parcela experimental; b) Vista parcela experimental etapa de desarrollo vegetativo; c). Vista de frutos; d). Vista de hoja flor y fruto verde.

Línea CLN 2264

Crecimiento: indeterminado

Fruto: firme, rojo, redondo aplanado (Figura 13).

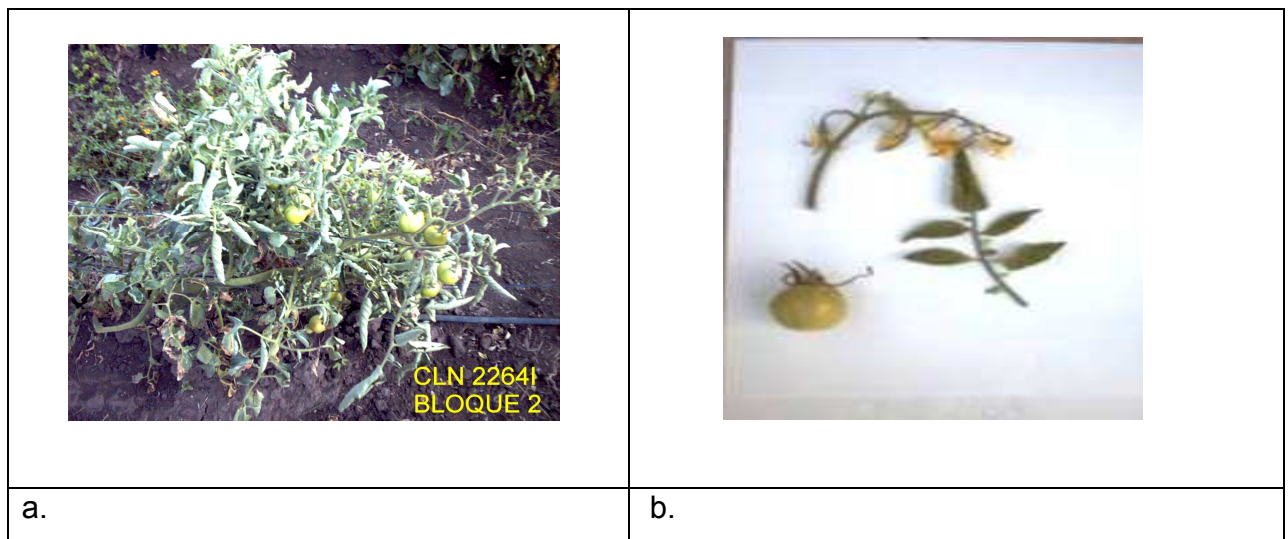


Figura 13. Línea 2264, de tomate; a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto, hoja y flor.

Línea 023095-1

Crecimiento: determinado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 14).

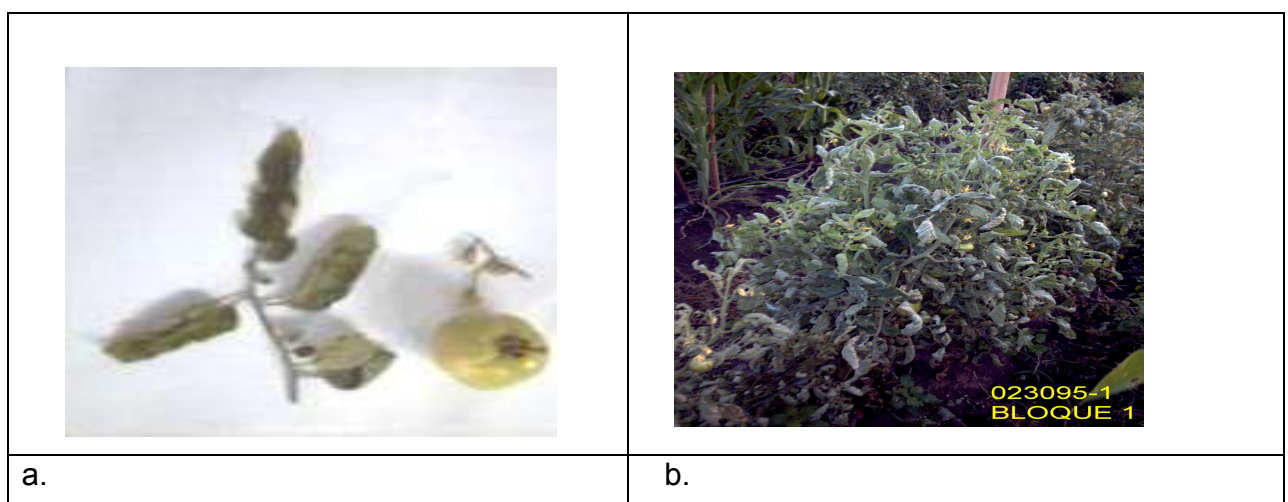


Figura 14. Línea 2264, de tomate: a) Vista en parcela experimental; b). Vista fruto, hoja y flor.

Línea 023096-1

Crecimiento: determinado

Fruto: suave, rojo, redondo (Figura 15).

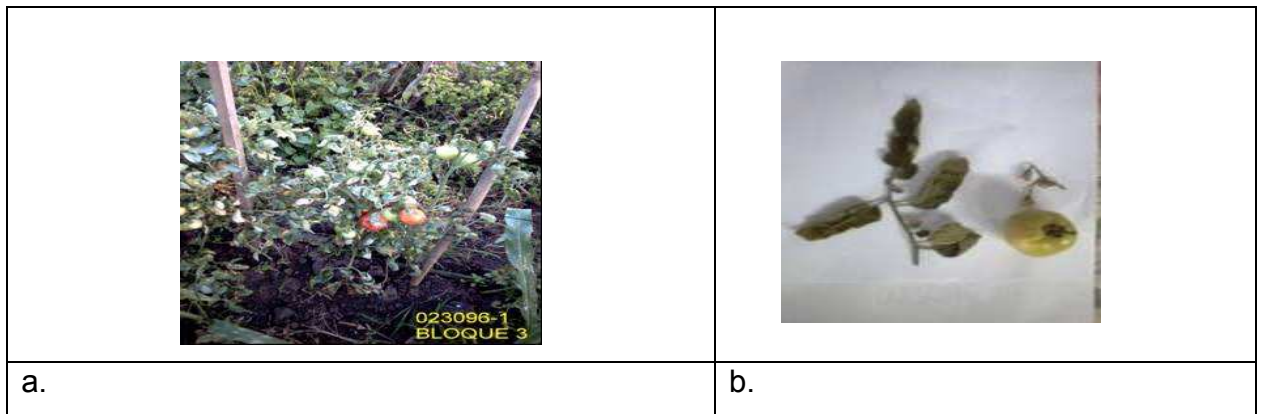


Figura 15. Línea 2264, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista fruto, hoja y flor.

Línea H 7997

Susceptible a *Phytophthora infestans*

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 16).

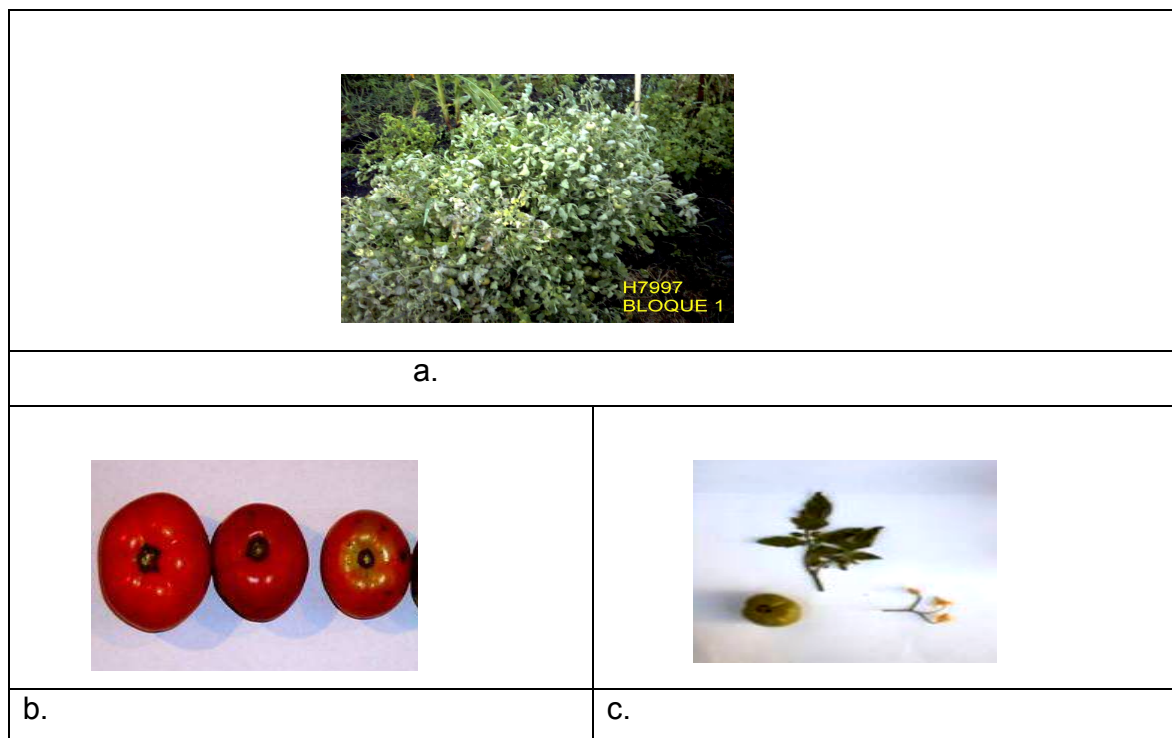


Figura 16. Línea H 7997, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b) Vista de fruto maduro, c). vista hoja y flor.



Línea FLA 7997

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 17).

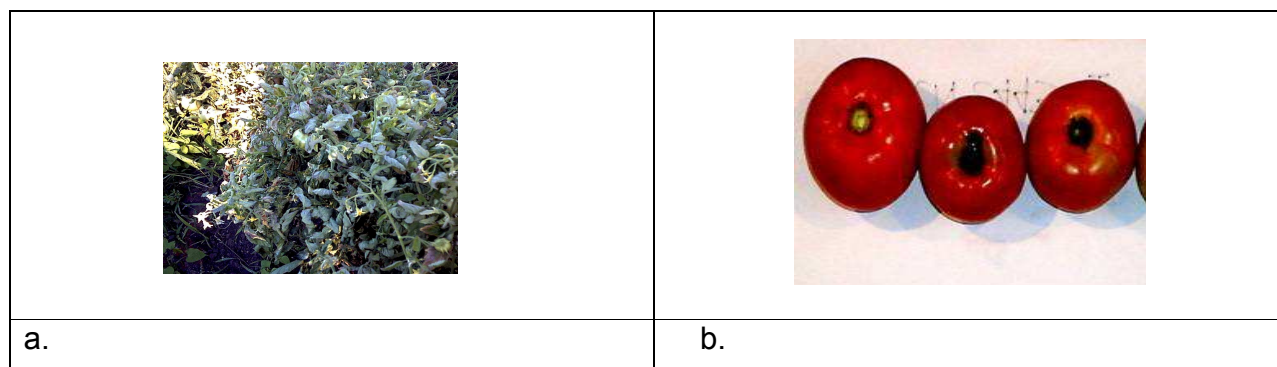


Figura 17. Línea FLA 7997, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto.

Línea CLN 2443

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, ovalado (Figura 18).

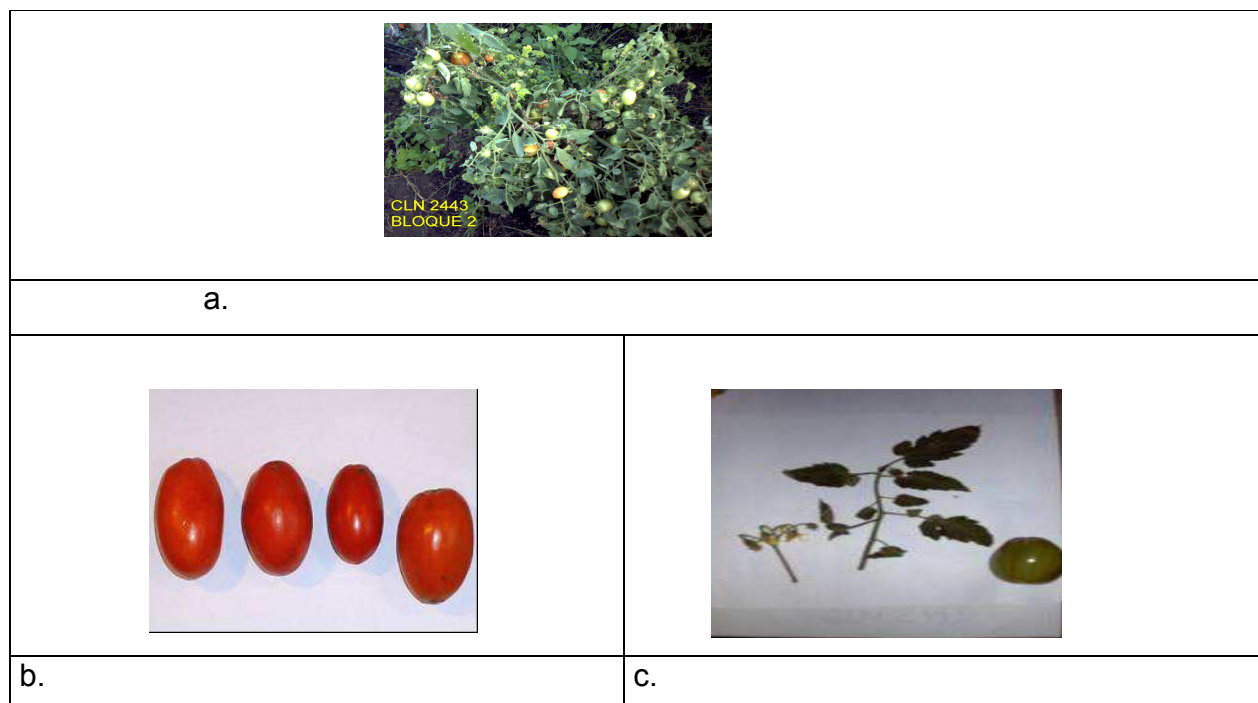


Figura 18. Línea CLN 2443, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista fruto maduro; c). vista de hoja y flor.

Línea 023097-1

Susceptible a tizón tardío *Phytophthora infestans*

Crecimiento: semideterminado

Fruto: suave, rojo, redondo (Figura 19).

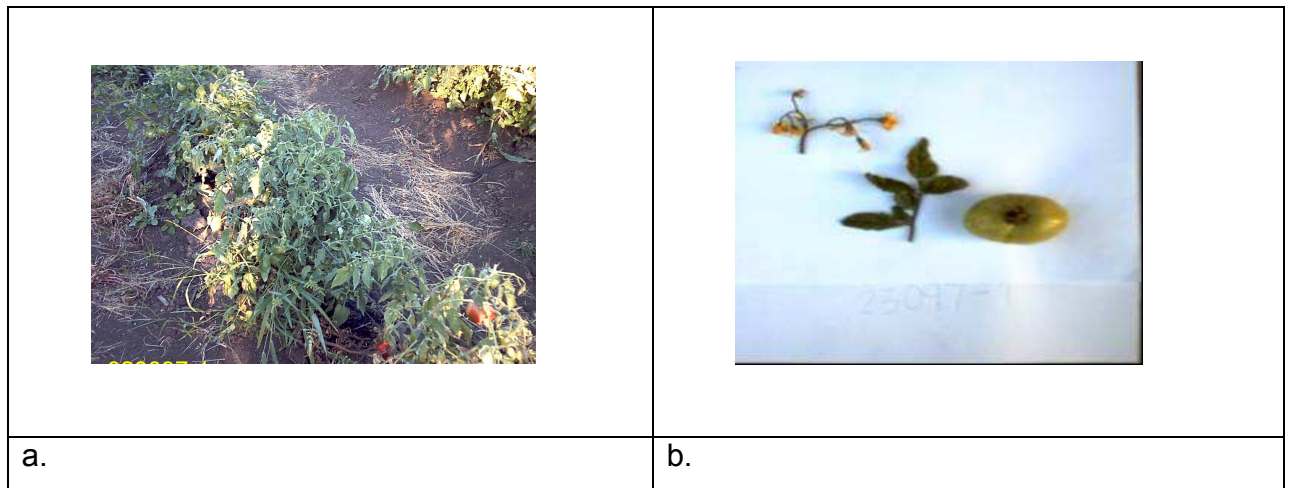


Figura 19. Línea 023097-1 de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto, hoja y flor

Línea PI 126408

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 20).



Figura 20. Línea PI 126408 de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto

Línea H 7996

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 21).

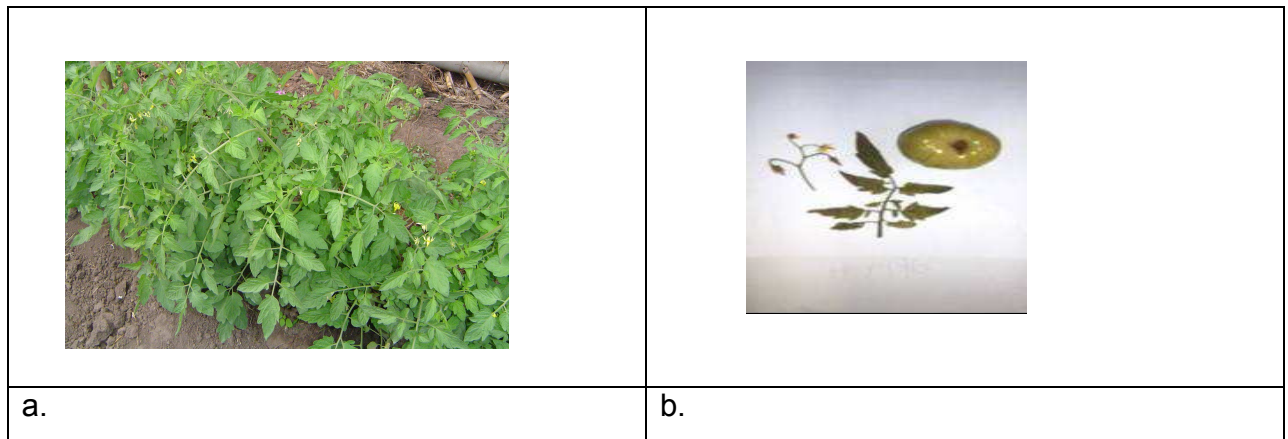


Figura 21. Línea H 7996, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de fruto, hoja y flor

Línea CLN 2318

Crecimiento: determinado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 22).

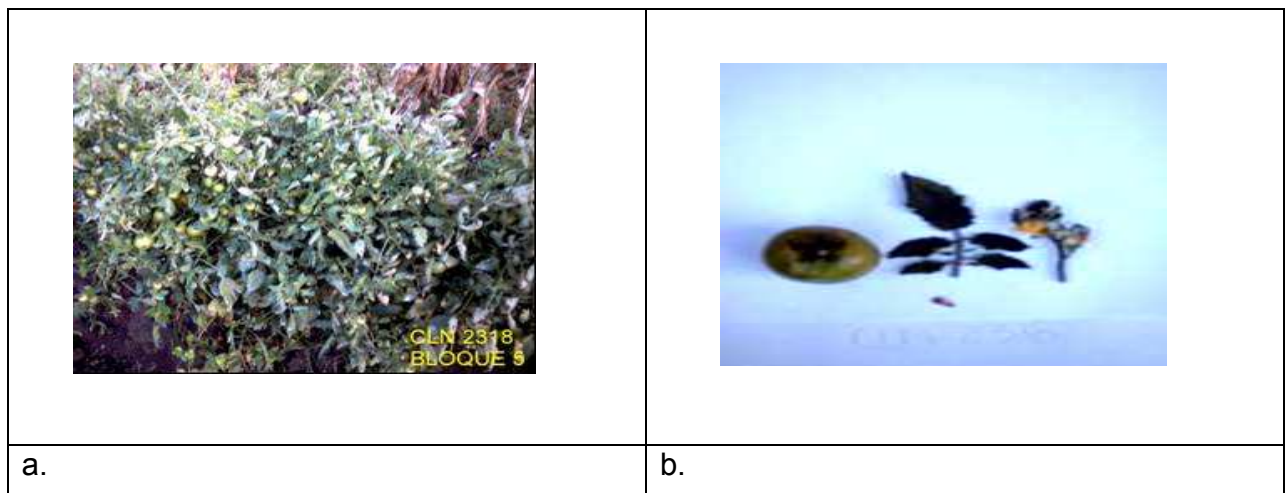


Figura 22. Línea CLN 2318, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista fruto, hoja y flor.

Línea CLN 2264 I

Crecimiento: indeterminado

Fruto: firme, rojo, redondo aplanado (Figura 23).

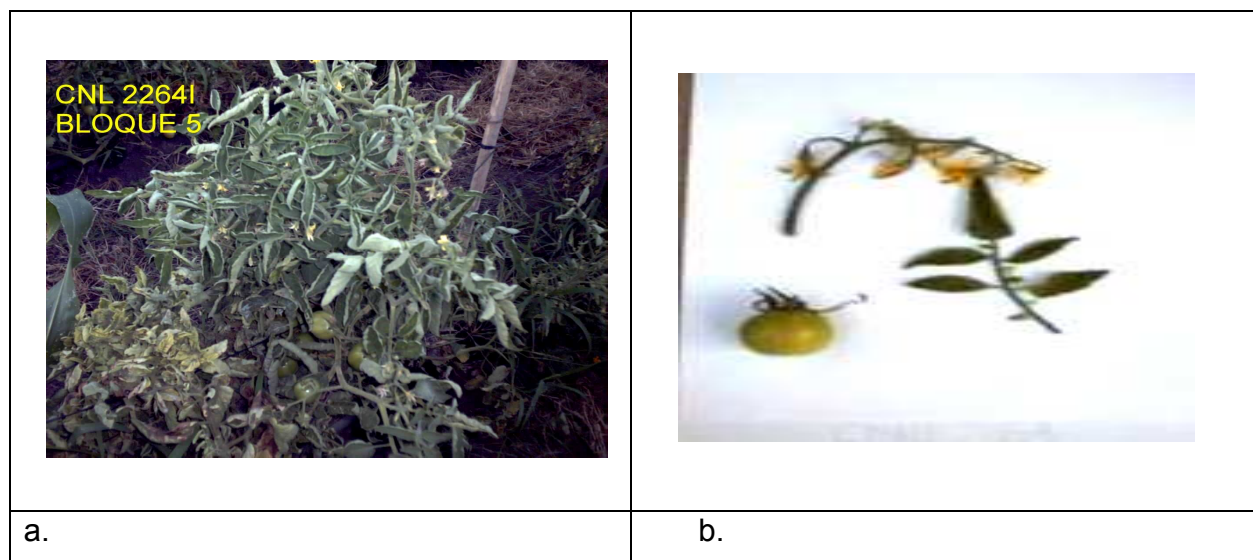


Figura 23. Línea CLN 2264 I, de tomate; a). Vista en parcela experimental, b). Vista de fruto, hoja y flor.

Línea CLN 1314 G

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 24).



Figura 24. Línea CLN 1314 G, de tomate: a). Vista en parcela experimental; b). Vista de hoja y flor.



Línea CLN 2318 F

Crecimiento: determinado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 25).

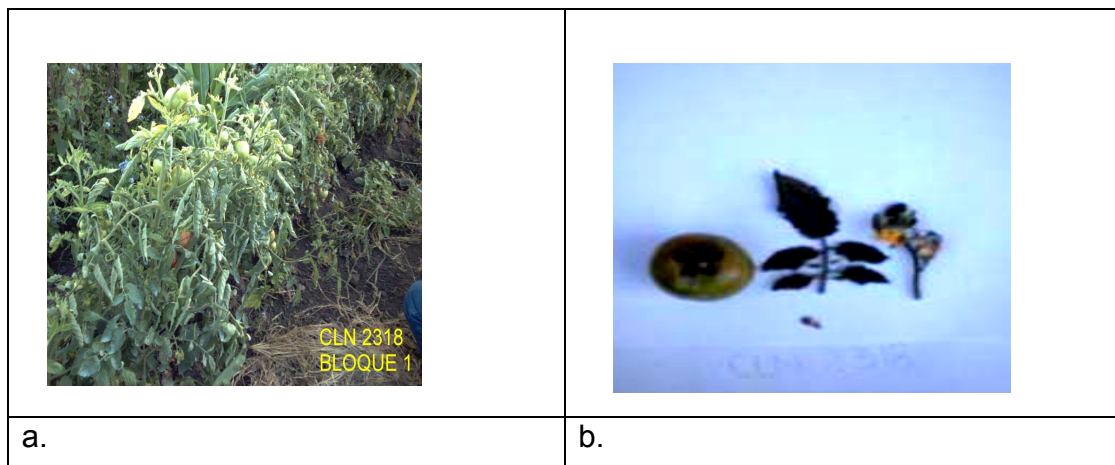


Figura 25. Línea CLN 2318F : a). Vista parcela experimental; b).Vista de fruto, hoja y flor

Variedad Sheriff

Crecimiento: determinado

Fruto: muy firme, rojo, redondo (Figura 26).



Figura 26. Variedad de tomate Sheriff a). Vista en parcela experimental; b) Fruto.

#### G. Estudios similares en resistencia a marchitez bacteriana

Según menciona Mejía, L. 2003., la única medida para el control de esta enfermedad en Guatemala es la siembra de materiales resistentes a las cepas locales del patógeno. Un cultivar de origen sudafricano con resistencia a marchitez bacteriana, *Rodade*, fue evaluado recientemente en Guatemala y los resultados demuestran que también posee buenos niveles de resistencia en Guatemala. Este resultado, aunque preliminar, demuestra que es posible utilizar la resistencia a la marchitez bacteriana para la producción de tomate en los suelos infectados en nuestro medio.

### **2.3. OBJETIVO**

Establecer si existe la resistencia en alguna de las 19 líneas experimentales de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y una variedad comercial como testigo a la marchitez bacteriana *R. solanacearum*, Smith. Bajo condiciones de campo en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

### **2.4. HIPÓTESIS**

Ninguna de las líneas evaluadas presentará resistencia a marchitez bacteriana causada por *R. solanacearum*, Smith. En condiciones de campo en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

## 2.5. METODOLOGÍA

Se evaluó la resistencia de 19 líneas de tomate a la marchitez bacteriana *R. solanacearum* Smith bajo condiciones climáticas de aldea El Tempisque provenientes de fuentes de resistencia: el Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas (AVRDC) y el Institute of Food and Agricultural Sciences de la Universidad de Florida, para lo cual se utilizó la siguiente metodología:

### 2.5.1 Tratamientos

Cada una de las líneas a utilizar representa un tratamiento, siendo estos en total 19 líneas más una variedad comercial (Sheriff), como comparador o testigo, siendo en total 20 tratamientos (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Distribución de los tratamientos evaluados**

		Tratamientos																			
bloques	I	1	19	13	4	18	10	7	14	15	6	20	12	3	9	8	2	17	11	5	16
	II	3	1	13	9	7	10	15	6	17	11	8	20	5	14	18	4	19	16	2	12
	III	19	3	2	10	13	16	1	4	18	5	12	15	17	9	20	14	6	11	8	7

**Nomenclatura:**

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1). 023095-1   | 11). CLN 1314 G |
| 2). FLA 7997   | 12). CLN 2264 J |
| 3). CNL 2264 I | 13). H 7997     |
| 4). CNL 2413   | 14). CLN 2264   |
| 5). CL 5915    | 15). H 7996     |
| 6). CLN 2318   | 16). CLN 2443   |
| 7). PI 126408  | 17). GA 1565    |
| 8). FLA 8109 B | 18).CLN 2318 F  |
| 9). CRA 66     | 19). 023096-1   |
| 10). 023097-1  | 20). Sheriff    |

### 2.5.2 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 10 plantas, a un distanciamiento entre plantas de 0.30 m y entre surco 1.50 m. La unidad de muestreo constituida por 6 plantas de tomate.

### 2.5.3 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue Bloques completamente al azar con 3 repeticiones y 20 tratamientos, el modelo estadístico se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta en la ij-esima unidad experimental.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del i-esima línea evaluada.

$\beta_j$  = Efecto del j-esimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la ij-esima unidad experimental.

Modelo mencionado por Kuehl, R. 2001.

### 2.5.4 Variables de respuesta

#### 2.5.4.1 Incidencia

Se realizó la toma de lecturas iniciando a los 15 días después del trasplante, posteriormente cada 15 días, teniendo un total de 6 lecturas, obteniendo un porcentaje de incidencia de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Número de plantas con marchitez bacteriana}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

#### 2.5.4.2 Severidad

La asignación de severidad se realizó posteriormente de la visualización de los síntomas de la marchitez bacteriana entre estos se mencionan leves abultamientos y epinastia en el tallo, marchitamiento leve o severo, para cada una de las líneas evaluadas.

### 2.5.4.3 Resistencia

Se construyó una escala de asignación de resistencia, tolerancia o susceptibilidad, a la enfermedad marchitez bacteriana para poder clasificar las líneas evaluadas, Sugerida por Allen C. 2004, (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Escala de asignación de resistencia, tolerancia o susceptibilidad**

<b>LINEA</b>	<b>CRITERIO</b>
Resistente	Planta de tomate, con ausencia de síntomas de marchitez bacteriana
Tolerante	Planta de tomate, con leves abultamientos y/o epinastia de pecíolos
Susceptible	Planta de tomate, con marchitamiento leve y/o marchitamiento severo

**Fuente: Allen, C. 2004. Síntomas provocados por la marchitez bacteriana en el cultivo de tomate. (entrevista personal). Guatemala.**

### 2.5.4.4 Rendimiento promedio en kilogramos por hectárea

Se tomaron lecturas del número de frutos producidos por planta y su respectivo peso en kilogramos, por unidad de área realizado a cada una de las líneas evaluadas.

## 2.5.5 Manejo del cultivo

Durante la ejecución del experimento se implementaron prácticas culturales normalmente utilizadas por los productores, las cuales se describen a continuación:

### 2.5.5.1 Preparación de pilones

Los pilones de tomate fueron elaborados por empresa productora de pilones “*pilones de Antigua*”, y posteriormente ser llevados al área de investigación.

### 2.5.5.2 Preparación del terreno

Esta práctica se realizó en forma mecanizada una semana antes de la siembra, realizando un paso de arado y uno de rastra, elaborándose los surcos en forma manual con azadón (Figura 59A).

### 2.5.5.3 Trasplante

Se colocó el pilón en campo definitivo, basado en la aleatorización correspondiente al diseño experimental planteado en donde se utilizó un chuzo o palo para la apertura de hoyos, para incorporar el pilón.

### 2.5.5.4 Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se aplicó productos utilizados por los productores del área en estudio conforme se presentaron las plagas (mosca blanca, pulgones, minadores) y enfermedades (damping-off, virosis, tizón temprano y tardío), siguiendo un programa semanal de control fitosanitario (Cuadro 13A).

### 2.5.5.5 Fertilización

Se utilizó fertilizante granulado directamente al suelo a los 15 días después del trasplante incorporando valores totales de Nitrógeno 25 kg/ha, Fósforo 50 kg/ha, Potasio 25 kg/ha. La segunda fertilización 50 días después del trasplante conjuntamente con la práctica de aporque incorporando valores totales de Nitrógeno 20 kg/ha, Fósforo 50 kg/ha, Potasio 25 kg/ha.

La fertilización foliar se realizó a razón de 100 cc de Biozyme TS en 16 litros de agua, aplicando cada 15 días después del trasplante (Figura 58A).

### 2.5.5.6 Control de malezas

Realizada en forma manual y química bajo un programa preventivo (Cuadro 13A).

### 2.5.5.7 Aporque

Se efectuó 50 días después del trasplante, cubriendo la parte baja de la planta de tomate con suelo utilizando azadón.

#### 2.5.5.8 Tutorado y piteado

Se colocaron tutores a un distanciamiento de 0.5 metros, sobre el surco y colocando tres hileras de pita plástica, la primera a los 20 días después del trasplante, a una altura de 0.25 metros; la segunda colocación de tutores se realizó a los 60 días, a una altura de 0.35 metros, y la tercera a los 90 días después del trasplante de pilón, a una altura de 0.60 metros (Figura 58A).

#### 2.5.6 Toma de datos

##### 2.5.6.1 Incidencia y severidad

Para la medición de la incidencia y la severidad la toma de datos se inició a los 15 días después del trasplante continuando en intervalos de 15 días obteniendo un total de 6 lecturas durante el ciclo del cultivo de tomate.

##### 2.5.6.2 Evaluación de la resistencia

Se utilizaron los datos de severidad de la marchitez bacteriana utilizando la escala sugerida por Allen C. 2004. Para observar los síntomas de marchitez presentados en cada una de las líneas evaluadas.

##### 2.5.6.3 Rendimiento promedio en kilogramos por hectárea

El peso de los frutos de cada una de las líneas evaluadas se obtuvo 120 días después del trasplante.

#### 2.5.7 Análisis de la información

##### 2.5.7.1 Incidencia y severidad

Los valores derivados del número de plantas de cada una de las líneas evaluadas con presencia de síntomas de marchitez bacteriana (incidencia y severidad), fueron graficados para tener una visualización de la marchitez bacteriana con respecto al tiempo.



### 2.5.7.2 Resistencia

Se elaboró una escala, en donde se asignan caracteres relacionados con la severidad de la enfermedad, para establecer si una línea es resistente, tolerante o susceptible a la marchitez bacteriana (Cuadro 3), obteniendo una clasificación de cada una de las líneas evaluadas.

### 2.5.7.3 Rendimiento

Posteriormente de las lecturas del número de frutos producidos y el respectivo peso se ejecutó un análisis de varianza (ANDEVA), y posteriormente una prueba de medias (Tukey) con un nivel de significancia del 5 %.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para una mejor comprensión de los resultados estos fueron separados de acuerdo a las variables de respuesta propuestas y síntomas característicos de la marchitez bacteriana (Figura 5).

### 2.6.1 Incidencia y severidad

A partir de la primera lectura (15 días después del trasplante), se encontraron plantas con síntomas de marchitez bacteriana, reportándose 100% de incidencia de la enfermedad del total de las líneas evaluadas. El 45% (9 tratamientos) mostraron presencia de abultamientos leves en el tallo, entre estas se encuentran GA 1565, CLN 1314 G, FLA 8109 B, CL 5915, CLN 2264 J, CLN 2443, CLN 2264 I, CLN 2318 F, SHERIFF.

En la segunda lectura a los 30 días después del trasplante, un 35% de las líneas (7 tratamientos), manifestó presencia de epinastia de pecíolos, lo cual refleja la presencia de raíces adventicias a lo largo del tallo de la planta, síntoma característico de que la planta está infectada con *Ralstonia solanacearum*, las líneas CLN 2264, CLN 2318, 023095-1, H 7997, H 7996, a los 30 días después del trasplante aún no exhibían presencia de abultamiento leve a nivel del tallo.

En la tercera lectura a los 45 días después de trasplante, del total de las líneas evaluadas el 80% (16 tratamientos) exteriorizaron la presencia de epinastia de pecíolos. Un 15% (3 tratamientos) no mostraban presencia de epinastia de pecíolos, entre estas la línea H 7997 y H7996. El 5% restante del total de las líneas, mostró la presencia de marchitamiento leve a nivel de la planta de tomate, siendo está representada por la variedad Sheriff.

En la cuarta lectura 60 días después del trasplante, un 65% (13 tratamientos) manifestó presencia de marchitamiento leve a nivel de planta, y un 25% exhibió marchitamiento general de la planta.

Un 10% (2 tratamientos) aún continuaba mostrando presencia de epinastia de pecíolos, es el caso de las líneas CLN 1314 G, H 7997, H 7996, CRA 66, PI 126408.

En la quinta lectura a los 75 días después del trasplante, se reveló el aumento de marchitamiento general o muerte de la planta en un 60% del total de las líneas el 40% de las líneas exhibían presencia de epinastia de pecíolos y marchitamiento leve.

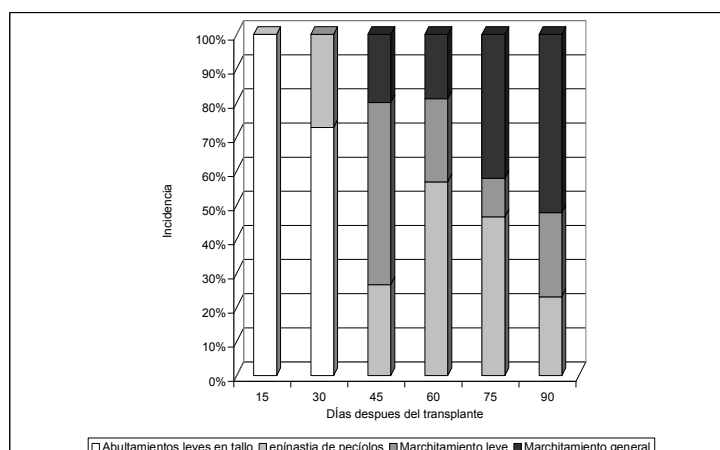
Por último en la sexta lectura a los 90 días después del trasplante, se continuó con 60% de presencia de marchitamiento general de planta, siendo las líneas CLN 2318 F CLN 2264 I, CLN 2443 Y SHERIFF en las que el daño se presentó con mayor impacto.

Caso contrario sucedió con las líneas H 7997, H 7996, CRA 66, PI 126408, las cuales no mostraron etapas 3 y 4 de marchitez bacteriana consistentes en marchitamiento leve y muerte de la planta de tomate.

Para el caso de las líneas CLN 2318F, CLN 2264I, ambas presentaron desde los primeros 15 días después del trasplante los síntomas iniciales de marchitez bacteriana de abultamientos leves, 90 días después del trasplante el 75% de las plantas de estas líneas de tomate presentó marchitamiento general o muerte de la planta.

La variedad testigo a los 15 días después del trasplante presentó un 100% de incidencia de marchitez. A los 45 días presentó síntomas desde epinastia de pecíolos a un marchitamiento general o muerte a nivel de planta. A los 90 días después del trasplante arriba del 50% presentó un marchitamiento general o muerte de planta (Figura 27).

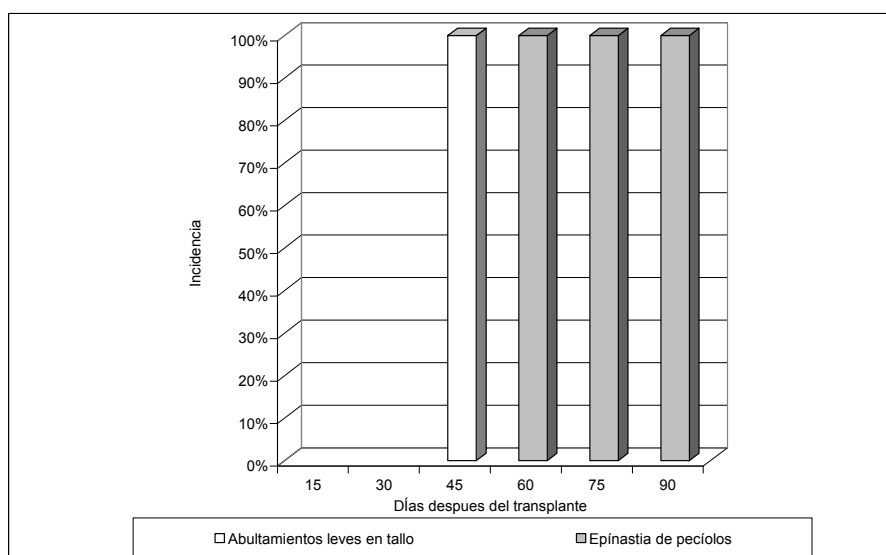
A continuación se analiza y discute los resultados de los tratamientos de mayor relevancia de los datos obtenidos en dicha evaluación.



**Figura 27. Incidencia de síntomas de la marchitez bacteriana, en la variedad SHERIFF**

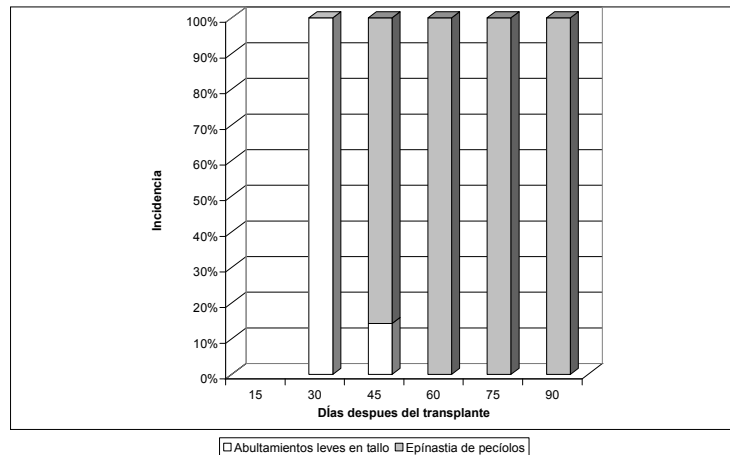
La **línea H 7997** presentó una incidencia del 100% de marchitez, pero los síntomas que consistieron en leves abultamientos en el tallo, se observaron a partir de los 45 días después del trasplante, a los 90 días después del trasplante se observó epinastia de pecíolos no exhibiendo ningún tipo de marchitamiento a nivel de planta.

La **línea H 7996**, 45 días después del trasplante inició con los síntomas de abultamientos leves a nivel de tallo 90 días después del trasplante presentó una epinastia de pecíolos a nivel del tallo (Figura 28).



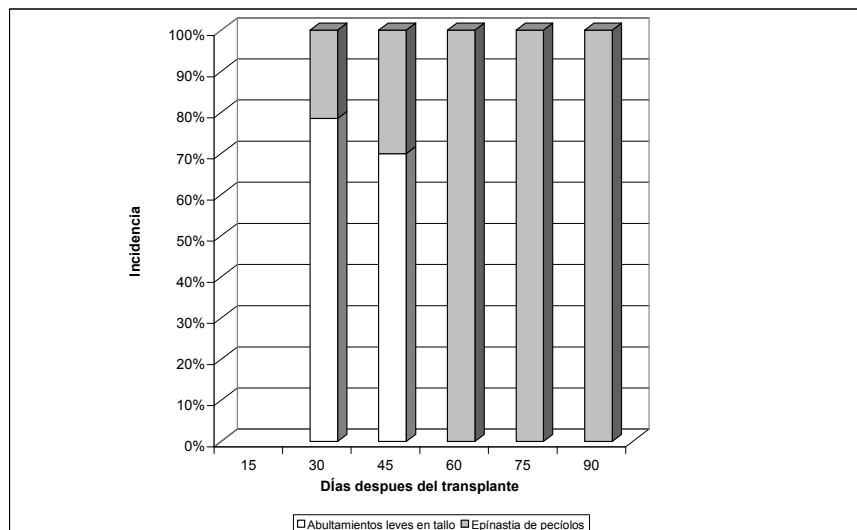
**Figura 28. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana, en la línea H 7996**

La línea PI 126408 presentó leves abultamientos a nivel del tallo de la planta 30 días después del trasplante y a los 90 días después del trasplante se observó el síntoma de epinastia de pecíolos a nivel del tallo de la planta (Figura 29).



**Figura 29. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana, en la línea PI 126408**

La línea CRA 66, presentó el 100% de incidencia de la enfermedad desde los primeros 30 días después del trasplante, visualizando los síntomas iniciales de marchitez bacteriana consistentes en abultamientos leves en el tallo a los 30 días después del trasplante y a los 90 días después del trasplante el 100% de las plantas esta línea de tomate presentaron epinastia de pecíolos no llegó a observarse marchitamiento a nivel de planta (Figura 30).



**Figura 30. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana, en la línea CRA 66.**

## 2.6.2 Resistencia

Posteriormente de la evaluación de las líneas resistentes a marchitez bacteriana es de importancia mencionar que ninguna de las líneas fue clasificada como resistente de acuerdo a la escala de asignación de resistencia, tolerancia y susceptibilidad, propuesta por Allen, C. 2004. En la hipótesis planteada para esta investigación “Ninguna de las líneas evaluadas presentará resistencia a marchitez bacteriana causada por *R. solanacearum*, Smith. En condiciones de campo en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa”, es aceptada, debido a que, en las 19 líneas evaluadas si se presentaron los síntomas iniciales, de leves abultamientos a nivel de tallo causados por *R. solanacearum*.

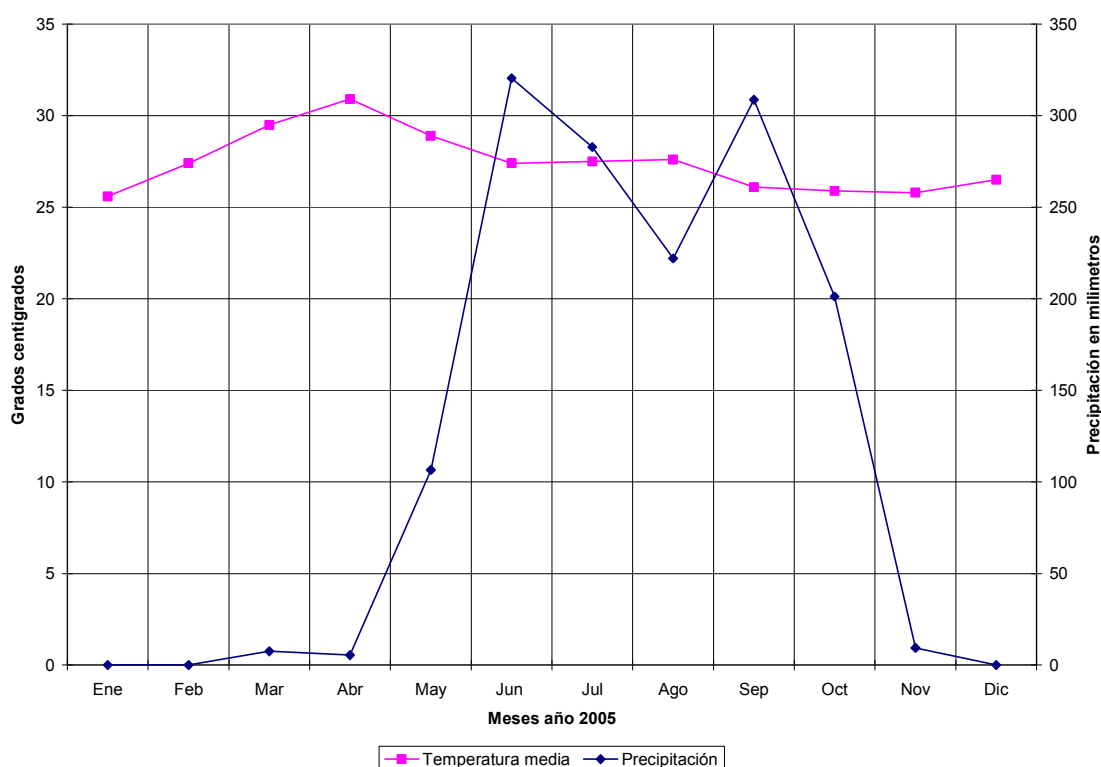
Siendo importante mencionar que sí se encontraron 4 líneas tolerantes a la marchitez bacteriana estando entre ellas; H 7996, PI 126408, CRA 66, H 7997 mostrando presencia de abultamientos leves en el tallo y epinastia en los pecíolos (Cuadro 6). Además 15 de las líneas evaluadas y el testigo (sheriff), mostraron susceptibilidad a la infección con *R. solanacearum*.

**Cuadro 6. Calificación de las líneas evaluadas según tolerancia y susceptibilidad**

Líneas	Asignación	Máximo síntoma observado
CRA 66	Tolerante	Epinastia de pecíolos
H 7996	Tolerante	Epinastia de pecíolos
H 7997	Tolerante	Epinastia de pecíolos
PI 126408	Tolerante	Epinastia de pecíolos
GA 1565	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
023097-1	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CLN 1314 G	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
FLA 8109 B	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CL 5915	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CLN 2264 J	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CLN 2264	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
FLA 7997	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CNL 2413	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
023096-1	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CLN 2318	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
023095-1	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CLN 2264 I	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CLN 2443	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
CLN 2318 F	Susceptible	Marchitamiento general de la planta
SHERIFF	Susceptible	Marchitamiento general de la planta

## 2.6.4 Condiciones climáticas del área de estudio

Jones JB, Stall RE y Zitter TA. 2001., mencionan que Debido a que el marchitamiento de la planta, ocurre de 2 a 5 días después de la infección, dependiendo de las susceptibilidad del huésped, la temperatura y la virulencia del patógeno tanto la infección como el desarrollo de la enfermedad, son favorecidos por temperaturas altas (óptimo 30 a 35 °C), y humedad y precipitación elevada, condiciones que según los datos climáticos reportados durante el periodo de evaluación (Figura 31), de Abril a Julio se alcanzaron las condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno.



**Figura 31. Condiciones climáticas del área bajo estudio de aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, reportadas por estación Asunción Mita, Jutiapa, del INSIVUMEH 2005.**

## 2.6.3 Rendimiento de tomate en kilogramos por hectárea

Posteriormente a la obtención de los valores de rendimiento para cada una de las líneas evaluadas se procedió a la ejecución de un análisis de varianza.

En el cuadro 7 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento de tomate en kilogramos por hectárea, en este se observa que no existen diferencias significativas entre los bloques, por lo que el estudio de la resistencia de las líneas y el testigo de tomate evaluados, no se vieron afectados por la gradiente de pendiente del área experimental. Evidenciándose en dicho cuadro diferencia significativa en la variable rendimiento entre los tratamientos (Líneas de tomate) evaluados. Por lo que, para determinar cual de las líneas presenta el mejor rendimiento se efectuó la prueba de medias.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de tomate en kilogramos por hectárea**

Variación	Grados Libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	F calc.	Pr F
Bloques	2	841238749.2	420619375	0.62	0.544
Tratamientos	19	57524492587	3027604873	4.45	0.0004
Error	38				
Total	59				
Rendimiento promedio kg/ha	77030.56				
Coefficiente de variación	33.85%				

La prueba de Tukey (cuadro 8), demuestra que la línea CL5915 es la que presenta los mejores rendimientos (147,853 Kg./ha), Seguida de esta se encuentran las líneas CRA 66, PI 126408, CLN 2264, CLN 2264 J, H 7996, CLN 2443, con rendimientos estadísticamente similares que van desde 91,427 hasta 104,620 Kg./ha.

**Cuadro 8. Grupos Tukey al 5% de significancia para la variable Rendimiento de tomate en kilogramos por hectárea**

Líneas	Media Rendimiento kg/ha.	Grupo Tukey
CL 5915	147,853	A
CRA 66	104,620	AB
PI 126408	103,248	AB
CLN 2264	102,984	AB
CLN 2264 J	94,509	AB
H 7996	93,501	AB
CLN 2443	91,427	AB
FLA 8109 B	88,371	ABC
FLA 7997	87,810	ABC
CLN 1314 G	86,932	ABC
CNL 2413	86,229	ABC
023097-1	80,278	ABC
H7997	74,762	ABC
023095-1	65,210	BC
023096-1	65,085	BC
GA 1565	55,127	BC
SHERIFF	38,909	BC
CLN 2264 I	35,691	BC
CLN 2318	27,914	BC
CLN 2318 F	10,151	C



Siendo importante enmarcar que las líneas CRA 66, PI 126408 y H 7996 además de tener altos rendimientos son tolerantes a la marchitez bacteriana, por lo que a pesar de no ser las mejores en rendimiento las coloca como las líneas, que podrían utilizarse como alternativas para continuar con la producción de tomate en El Tempisque, Agua blanca Jutiapa, sin verse severamente afectados por la marchitez bacteriana del tomate.

En cuanto a la calidad de las líneas experimentales evaluadas respecto a fruto ninguna de las líneas exhibió las características similares a la variedad comercial Sheriff (forma, tamaño, consistencia y color) (Figura 61A). Debido a que estas son líneas experimentales se encuentran en un proceso de evaluación.

Es importante mencionar que con la presente investigación se comprobó la presencia de la bacteria *Ralstonia Solanacearum* Smith en los municipios de Ipala, Chiquimula y Agua Blanca, Jutiapa, reportada por Mejia, L. 2003.

## 2.7. CONCLUSIONES

Mediante este estudio realizado bajo las condiciones climáticas, de aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, no se encontraron líneas de tomate resistentes a la marchitez bacteriana causada por *R. solanacearum* Smith, se pudo establecer que existen líneas tolerantes entre estas H 7996, PI 126408, CRA 66 y H 7997. Así mismo se identificaron que las líneas más susceptibles fueron GA 1565, 023095-1, 023096-1, 023097-1, CLN 1314 G, FLA 8109 B, CL 5915, CLN 2264 J, CLN 2264, FLA 7997, CNL 2413, CLN 2443, CLN 2318 F, CLN 2264 I y la variedad SHERIFF.

## **2.8. RECOMENDACIÓN**

Para las líneas tolerantes a la enfermedad de marchitez bacteriana, obtenidas bajo las condiciones climáticas de aldea El Tempisque (H 7996, CRA 66, PI 126408 y H 7997), se recomienda: Evaluar el potencial de resistencia mediante plantas de tomate injertadas donde estas ocuparán la parte del patrón y la variedad comercial formara parte del injerto. Así mismo evaluarlas en programas de mejoramiento genético.

## 2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, C. 2004. Síntomas provocados por la enfermedad marchitez bacteriana en el cultivo de tomate (entrevista). Guatemala, Universidad de Wisconsin, Departamento de Fitopatología.
2. Cacao Teni, R. 2004. Experiencias en la producción de híbridos en tomate tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 36.
3. Cruz, JR. 1982. Clasificación de las zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 18.
4. Guerra, C. 2005. Producción y calidad de fruto de tomate, aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa (entrevista). Guatemala, Jutiapa, Agua Blanca, El Tempisque.
5. Hayward, AC; Hartman, GL. 1993, Bacterial wilt. *In* International conference held at kaohsiung (1992, UK). Proceedings. United Kingdom, ACIAR. p. 81.
6. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). Registros climaticos de la estación experimental de Asunción Mita, Jutiapa años 1991-2005. Sin publicar.
7. Jones, JB; Stall RE; Zitter, TA. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. Madrid, España, Mundi-Prensa / The American Phytopathological Society. p. 2, 3–28,29.
8. Kuehl, RO. 2001. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2 ed. México, International Thomson. p. 32.
9. Mejía, L. 2003. Propuesta presentada al Fondo Competitivo de Desarrollo Tecnológico Agroalimentario (AGROCYT), resistencia a la marchitez bacteriana causada por *R. Solanacearum*, para la producción sostenible del tomate en Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 4,11, 12-29.
10. Orozco Miranda, EF. 1997. Colonização de raízes de plantas daninhas por *R. solanacearum* "in vitro" e en casa-de-vegetação. Tesis Master. Brasil, Universidad de Brasilia. p. 15.
11. Pedroza Sandoval, A. 1998. Métodos estadísticos aplicados a la fitopatología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Estadística y Cálculo. p 25–28.
12. Scout, JW; Schuster, DJ. 1991. Screening of accessions for resistance to the Florida tomato geminivirus. TGC Report 41: 48-50.

13. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agrícola Nacional. p. 65.

### **CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN ALDEA EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.**

### **3.1 EVALUACIÓN DE CUATRO LÍNEAS DE TOMATE *L. esculentum* Mill., TOLERANTES Y UNA VARIEDAD COMERCIAL A LA MARCHITEZ BACTERIANA *R. solanaceum*, Smith., EN ALDEA EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA**

#### **3.1.1 INTRODUCCIÓN**

Las líneas de tomate que se derivaron de la investigación anterior como tolerantes a la marchitez bacteriana entre estas H 7996, CRA 66, PI 126408, H 7997, y con el propósito de observar el comportamiento de la enfermedad en las dos épocas del año (época seca y lluviosa), que se presentaron bajo las condiciones de la aldea El Tempisque Agua Blanca, Jutiapa donde se obtuvo como resultado que las líneas H 7996, CRA 66, PI 126408, presentaron un comportamiento similar en ambas evaluaciones manifestando presencia de síntomas de marchitez bacteriana de abultamientos leves y epinastia de pecíolos no mostrando ningún tipo de marchitamiento.

Para la variedad testigo Sheriff cabe resaltar que la presencia de la enfermedad alcanzó niveles de incidencia de 80%, para el periodo de abril a julio y en el periodo de septiembre a enero exhibió una leve baja en la incidencia de la enfermedad en un 30% mostrando que es susceptible a la marchitez bacteriana.

La línea H 7997 manifestó la presencia de marchitamientos leves a nivel de planta en el período de abril a julio. En contraste durante el lapso de septiembre a enero en donde solo se observa síntomas de epinastia de pecíolos, no manifestando ningún tipo de marchitamiento.

Se pudo establecer que los materiales evaluados presentan cierto grado de tolerancia, se recomienda evaluar el potencial de los materiales tolerantes como porta injertos y además continuar con un programa de mejoramiento genético.

### 3.1.2 MARCO TEÓRICO

#### 3.1.2.1 Marco conceptual

Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., indican que existen cerca de 200 enfermedades del tomate de diversas causas y etiologías, para cuyo control se utilizan cultivares resistentes, así como medidas de exclusión, erradicación y protección. Refiriendo la resistencia al desarrollo y utilización de cultivares que previenen o impiden la actividad del patógeno y explota diferencias en la susceptibilidad a la enfermedad controladas genéticamente que existen en (*L. esculentum* Mill).

#### Supervivencia de (*R. solanacearum* Smith.)

Jones JB, Stall RE y Zitter TA, 2001., indican que el periodo de supervivencia varia dependiendo de la raza o estirpe del patógeno y de las características físicas y químicas y biológicas del suelo. Además mencionan que otras características del suelo que promueven la supervivencia de está bacteria son suelo con buenas características de retención de agua, temperatura y pH.

#### 3.1.2.2 Marco referencial

##### A. Ubicación geográfica

Según INSIVUMEH 2005., la aldea El Tempisque del municipio de Agua Blanca del departamento de Jutiapa, se encuentra localizado en 14°29'26.4" Latitud Norte y 89°37'46" Longitud Oeste (Figura 62A).

##### B. Características de líneas tolerantes

###### a. Línea CRA 66

Crecimiento: determinado

Fruto: suave, rojo, redondo (Figura 12).



c. Línea H 7997

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 16).

c. Línea PI 126408

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 20).

d. Línea H 7996

Crecimiento: semideterminado

Fruto: firme, rojo, redondo (Figura 21).

e. Variedad sheriff

Crecimiento: determinado

Fruto: muy firme, rojo, redondo (Figura 26).

### **3.1.3 OBJETIVO**

Comparar los resultados de incidencia y severidad de marchitez bacteriana, obtenidos de líneas tolerantes H 7996, H 7997, CRA 66 y PI 126408 y variedad Sheriff, en un año de producción del cultivo de tomate, en la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

### 3.1.4 METODOLOGÍA

Se optó por la utilización de la siguiente metodología, para poder comparar incidencia y severidad de marchitez bacteriana en un año completo de producción bajo las condiciones edafoclimáticas de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

#### 3.1.4.1 Variables de Respuesta

##### A. Incidencia

Se llevo a cabo la toma de lecturas iniciando a los 15 días después del trasplante, posteriormente cada 15 días, teniendo un total de 6 lecturas, obteniendo un porcentaje de incidencia de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Número de plantas con marchitez bacteriana}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

##### B. Severidad

La asignación de severidad se realizó posteriormente de la visualización de los síntomas de la marchitez bacteriana leves abultamientos y epinastia en el tallo, marchitamiento leve o severo, para cada una de las líneas evaluadas.

#### 3.1.4.2 Manejo del cultivo

Durante la ejecución del experimento se desarrollaron prácticas culturales normalmente utilizadas por los productores de El Tempisque, las cuales se describen:

##### A. Preparación de pilones

Los pilones de tomate fueron elaborados por empresa productora de pilones "*Pilones de Antigua*", donde se desarrollaron prácticas agronómicas como riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario, para posteriormente los pilones ser trasladados al área experimental.

## B. Preparación del terreno

Esta práctica se realizó en forma mecanizada por medio de un paso de arado y rastra conjuntamente con la fabricación de surcos en forma manual con azadón.

## C. Trasplante

Se colocó el pilón en campo definitivo utilizando un palo para la apertura de hoyos, posteriormente la incorporación del pilón.

## D. Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se aplicó productos utilizados por los productores de aldea El Tempisque, conforme se presentaron las plagas (mosca blanca, pulgones, minadores) y enfermedades (damping-off, virosis, tizón temprano y tardío), se presenta el control fitosanitario semanal utilizado (Cuadro 13A).

## E. Fertilización

Se utilizó el fertilizante granulado directamente al suelo a los 15 días después del trasplante aplicando 25 kg/ha de Nitrógeno, 50 kg/ha de Fósforo y 25 kg/ha de Potasio. La segunda fertilización se realizó conjuntamente con la práctica de aporque Nitrógeno 20 kg/ha, Fósforo 50 kg/ha, Potasio 25 kg/ha.

La fertilización foliar se realizó a razón de 100 cc/16 litros de Biozyme, aplicando constantemente a cada 15 días después de el trasplante (Cuadro 13A).

## F. Control de malezas

Realizada en forma manual y química (Cuadro 13A), conforme se presentó en el área experimental.

## G. Aporque

Se desarrollo cubriendo la parte baja de la planta de tomate con el respectivo suelo con azadón.

## H. Tutorado y piteado

Se colocaron tutores a un distanciamiento de 0.5 metros, sobre el surco y colocando tres hileras de pita plástica, la primera a los 20 días después del trasplante, a una altura de 0.25 metros; la segunda se realizó a los 60 días, a una altura de 0.35 metros, y la tercera a los 90 días, a una altura de 0.60 metros.

### 3.1.4.3 Toma de datos

#### A. Incidencia y severidad

Para la medición incidencia y severidad la toma de datos inició en la etapa de plántula a los 15 días después del trasplante continuando en intervalos de 15 días obteniendo un total de 6 lecturas durante el ciclo del cultivo.

### 3.1.4.4 Análisis de la información

#### A. Incidencia y severidad

Los valores obtenidos derivados de el número de plantas de cada una de las líneas evaluadas con presencia de síntomas de marchitez bacteriana (incidencia) y su respectiva sintomatología que presentaba al momento de la toma de datos (severidad), se gráfico para visualizar ambas variables con respecto al tiempo.

Presentandó las gráficas los dos ciclos de producción que se dan en un año, de producción del cultivo de tomate para la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

### 3.1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la discusión de los resultados de ambos ciclos de producción se considero que un ciclo esta comprendido de abril a julio y el otro ciclo de septiembre a enero, contrastando ambos ciclos para las líneas tolerantes.

Línea CRA 66, se observa la presencia de síntomas de abultamiento leve y epinastia de pecíolos a nivel de tallo ciclo abril a julio, 15 días después del transplante, no presentando marchitamiento de planta (Figura 32).

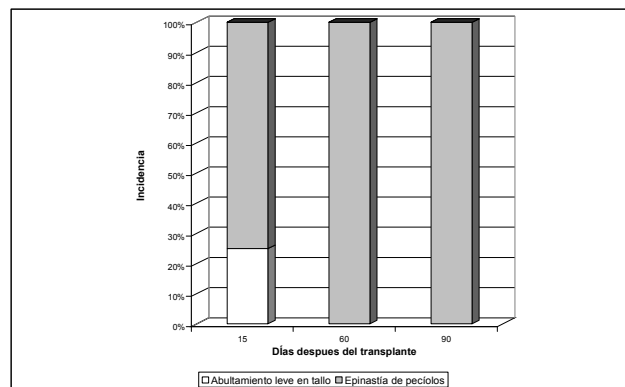


Figura 32. Incidencia y severidad de línea CRA 66, ciclo abril a julio.

En el ciclo septiembre a enero, los síntomas de abultamientos leves y epinastia de pecíolos se presentaron a los 30 días después del trasplante. Pero esta línea en ambos ciclos demostró ser tolerante a la marchitez por no presentar ningún tipo de marchitamiento a nivel de planta (Figura 33).

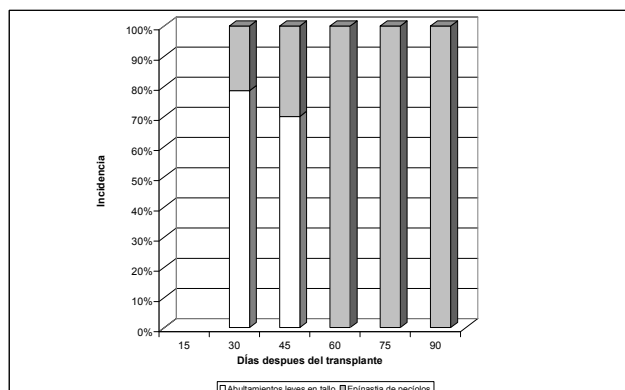
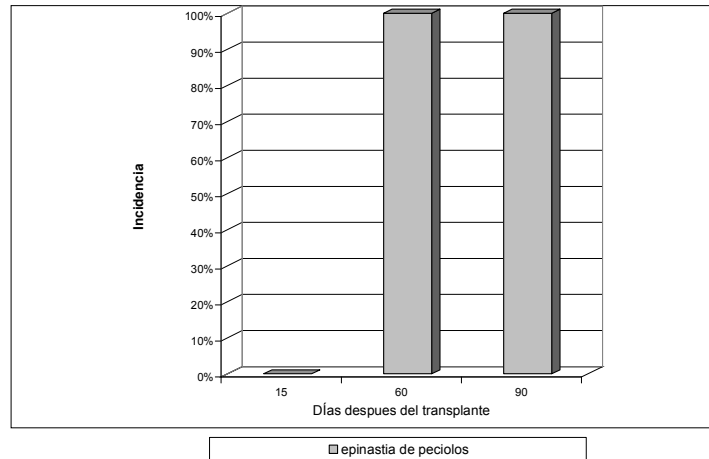


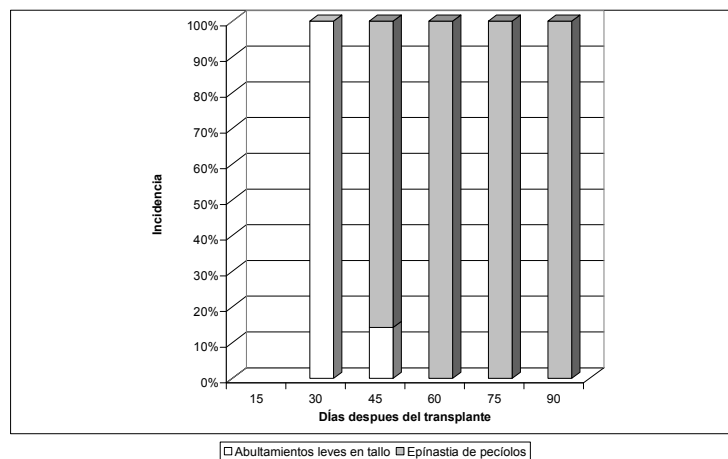
Figura 33. Incidencia y severidad de línea CRA 66, ciclo septiembre a enero.

La línea PI 126408, ciclo abril a julio no presentó síntomas iniciales de marchitez bacteriana de leves abultamientos, a los 60 días después del trasplante presento epinastia de pecíolos, no mostrando marchitamiento de planta (Figura 34).



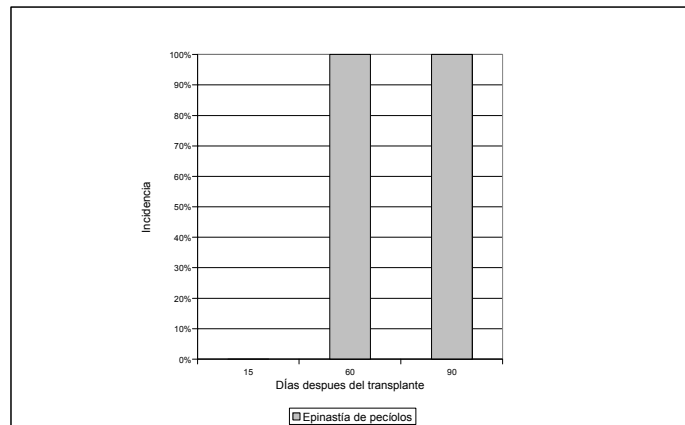
**Figura. 34. Incidencia y severidad de línea PI 126408, ciclo abril a julio.**

Ciclo septiembre a enero muestra la presencia de síntomas iniciales de marchitez bacteriana correspondientes a leves abultamientos en el tallo 30 días después del trasplante y epinastia de pecíolos a nivel de tallo 45 días después del trasplante no existiendo ningún tipo de marchitamiento a nivel de planta para esta línea (Figura 35).



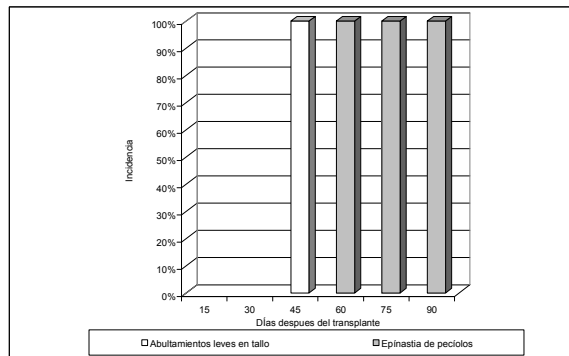
**Figura 35. Incidencia y severidad de línea PI 126408, ciclo septiembre a enero.**

Se observa el comportamiento de la marchitez bacteriana ciclo abril a julio en la línea H 7996, la cual mostró síntomas de epinastia de pecíolos a nivel de tallo 60 días después del trasplante no presentó ningún tipo de marchitamiento a nivel de planta (Figura 36).



**Figura. 36. Incidencia y severidad de línea H 7996, ciclo abril a julio.**

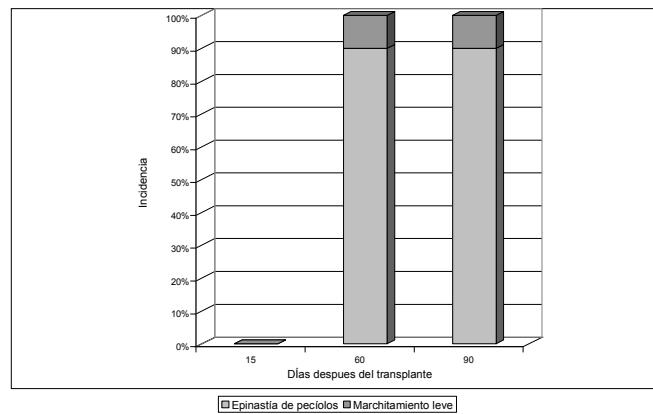
Ciclo septiembre a enero presentó síntomas iniciales de marchitez bacteriana como leves abultamientos en el tallo, 45 días después del trasplante y 60 días después del trasplante manifestó la presencia de epinastia de pecíolos no presentando marchitamiento a nivel de planta (Figura 37).



**Figura 37. Incidencia y severidad de línea H 7996, ciclo septiembre a enero.**

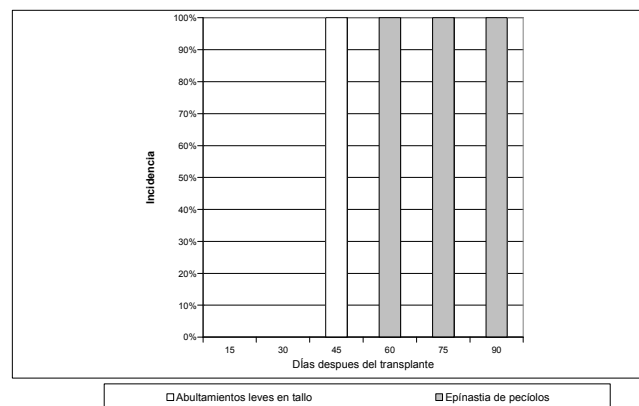
Se puede observar el comportamiento de la marchitez bacteriana de la línea H 7997, ciclo abril a julio donde manifestó síntomas de epinastia de pecíolos 60 días después del trasplante conjuntamente con marchitamiento leve de planta de tomate. A los 90 días después del trasplante se comportó de manera similar mostrando únicamente epinastia de pecíolos y marchitamiento leve (Figura 38).





**Figura. 38. Incidencia y severidad de línea H 7997, ciclo abril a julio.**

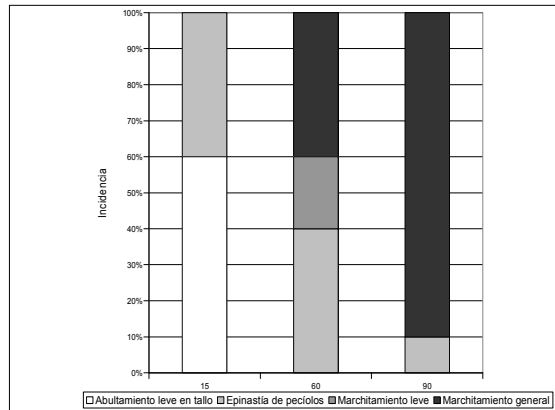
A diferencia de septiembre a enero en donde solo se observó la presencia de leves abultamientos en el tallo, 45 días después del trasplante mostró una epinastia de pecíolos a nivel de tallo de la planta de tomate (Figura 39).



**Figura 39. Incidencia y severidad de línea H 7997, ciclo septiembre a enero.**

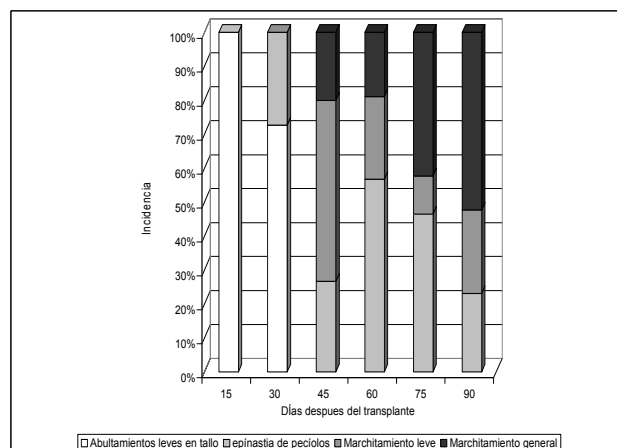
El comportamiento de esta línea no ocurrió de manera similar por lo que las condiciones climáticas del área en estudio fue un cofactor en la expresión o presencia de los síntomas de marchitez bacteriana para esta línea, debido a que en los meses de abril a julio se marco la temperatura más elevada del año la cual ascendió, 30.9 °C. Según indica INSIVUMEH 2005. Ocurriendo un ascenso rápido en el transcurso de abril a junio de la humedad relativa de 53 a 77%, debido a que la precipitación pluvial alcanzó los 300 milímetros iniciando de mayo hasta octubre, lo cual fue un cofactor que influyo directamente en la presencia de marchitamientos leves ó hasta la muerte general de las plantas en esta línea (Figura 10).

Ciclo abril a julio se puede observar que la variedad Sheriff, presento síntomas de abultamientos leves a nivel de tallo conjuntamente con epinastia de pecíolos 15 días después del trasplante, 60 días después del trasplante presento epinastia de pecíolos, marchitamiento leve y general aumentando el marchitamiento general o muerte de la planta (Figura 41)



**Figura. 40. Incidencia y severidad de variedad Sheriff ciclo abril a julio.**

De septiembre a enero 15 días después del trasplante presento abultamientos leves en el tallo, 30 días después del trasplante se inicio la epinastia de pecíolos. A los 45 días después del trasplante ya exhibía desde epinastia de pecíolos hasta marchitamientos generales, en donde los síntomas de muerte general de plantas se incremento conforme se llegaba a los 90 días después del trasplante (Figura 42).



**Figura.41. Incidencia y severidad de variedad Sheriff ciclo septiembre a enero.**

### 3.1.6 CONCLUSIONES

Se compararon los resultados incidencia y severidad de marchitez bacteriana emanados posteriormente de la evaluación de líneas tolerantes bajo condiciones de la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, obteniéndose las conclusiones siguientes:

#### H 7996

El comportamiento de la marchitez bacteriana en la línea H 7996, manifestó la presencia de síntomas de abultamientos leves y epinastia de pecíolos a nivel de tallo en forma similar para ambos ciclos de producción de tomate, no presentando ningún tipo de marchitamiento a nivel de planta 90 días después del trasplante.

#### H 7997

La manifestación de la marchitez bacteriana en esta línea, exhibió los síntomas iniciales de abultamientos leves a nivel de tallo de la planta esto a los 15 días después del trasplante. Manifestando la presencia de marchitamiento leve de planta de tomate, en el período de abril a julio debido a que hubo un ascenso en la precipitación pluvial (Figura 31).

En contraste en el lapso de septiembre a enero donde sólo se observa la presencia de epinastia de pecíolos, no manifestando ningún tipo de marchitamiento a nivel de planta para esta línea.

#### CRA 66

La presencia de síntomas de marchitez bacteriana en esta línea se marco con leves abultamientos y epinastia de pecíolos a nivel de tallo, ciclo de abril a julio iniciando 15 días después del trasplante y de septiembre a enero predominaron los mismos síntomas pero aquí la aparición de los síntomas iniciales de marchitez bacteriana fue 30 días después del trasplante. Existiendo una diferencia de 15 días para dicha línea.

Esta línea en ambos ciclos demostró ser tolerante a la marchitez por no presentar marchitamientos de ningún tipo a nivel de planta.

PI 126408

La presencia de síntomas de marchitez bacteriana en esta línea para ambos ciclos fue expresada por una epinastia de pecíolos bien marcada. Cabe resaltar que los síntomas de epinastia de pecíolos, en lapso de septiembre a enero se presentaron 45 días después del trasplante.

La presencia de marchitamientos a nivel de planta fue nula para esta línea, en ambos ciclos de producción de tomate.

Sheriff

Esta variedad exhibió síntomas iniciales como abultamientos leves a nivel de tallo, a los 15 días después del trasplante, en ambos ciclos de producción de tomate.

Cabe resaltar que la presencia de epinastia de pecíolos se manifestó solamente en abril a julio debido a que hubo un descenso de la temperatura (Figura 31), según lo señalado por Jones JB, Stall RE y Zitter TA. 2001 que pueden aparecer raíces adventicias (epinastia de pecíolos) cuando la enfermedad se desarrolla lentamente bajo condiciones subóptimas, temperaturas bajas, escasa virulencia del patógeno y resistencia de la planta huésped.

A los 60 días después del trasplante ya presentaba todos los síntomas de marchitez bacteriana desde epinastia de pecíolos hasta marchitamiento general o muerte a nivel de planta, en ambos ciclos de producción, posteriormente se incremento la presencia de marchitamientos conforme se alcanzaba los 90 días después del trasplante.

### **3.1.7 RECOMENDACIONES**

Según lo contrastado en las líneas tolerantes (H 7996, CRA 66, PI 126408 y H 7997), a la enfermedad de marchitez bacteriana, obtenidas bajo las condiciones edafoclimáticas de aldea El Tempisque, en ambos ciclos se recomienda:

Utilizarlas en la elaboración de pilones injertados donde estas ocuparán la parte del patrón y la variedad comercial, formara parte del injerto. Así mismo en programas de mejoramiento genético ya que mostraron cierto grado de tolerancia.

### 3.1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. INSIVUMEH (Instituto de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología). Registros climáticos de la estación experimental de Asunción Mita Jutiapa años 1991-2005. Sin Publicar
2. Jones, JB; Stall RE; Zitter, TA. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. Madrid, España, Mundi-Prensa / The American Phytopatological Society. p. 2, 3–28,29.

## **3.2 EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA MARCHITEZ BACTERIANA CAUSADA POR *Ralstonia solanacearum* Smith. DE 6 CRUCES DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE TOMATE *L. esculentum* Mill. EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA.**

### **3.2.1 INTRODUCCIÓN**

Según indica Mejía, Luís 2005. Que los expertos en mejora vegetal han aprovechado los genes de resistencia a las enfermedades trasladando la riqueza genética de variedades resistentes a otras de interés. “Los procesos de mejoramiento de plantas, son laboriosos, exigen mucho tiempo diez años o más en obtener los caracteres deseados, debido a que se van originando cruces entre líneas y se debe esperar la segregación en dicho cruce para que con el paso de generaciones llegar a obtener una línea específica con lo genes de interés” .

Mejía, Luís. 2005. Origen cruces entre líneas de tomate resistentes al virus del acolchamiento del tomate y a la marchitez bacteriana, logrando una resistencia doble en estos cruces los cuales en el año 2003 fueron probados en Sansare, Sanarate, El Progreso y en el año 2005 bajo las condiciones de manejo agronómico y ambientales de la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa en donde se evaluó únicamente la resistencia a la marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, Smith., de 6 cruces de líneas experimentales de tomate *L. esculentum*, Mill.

Obteniendo como resultado que los cruces entre líneas Ty 35 h-b, y MG x B1 se presentaron tolerantes por no presentar marchitamiento y por lo contrario se obtuvieron cruces de líneas susceptibles, L11 x B1, L12 x B2, 22-2, 42-2, MG X B2 y la variedad *Silverado*, debido a que manifestaron presencia de marchitamientos a nivel de planta.

### 3.2.2 MARCO TEÓRICO

#### 3.2.2.1 Marco conceptual

##### A. Importancia del tomate

El tomate cultivado (*L. esculentum* Mill.) la producción y consumo de tomate en el mundo ha crecido en las dos décadas pasadas, hasta alcanzar más de 60 millones de toneladas métricas en 1985 (Cuadro 9). A pesar de la significación nutricional del tomate como fuente de vitaminas A y C, su consumo per cápita es aproximadamente cuatro veces mayor en los países desarrollados comparados con los países en desarrollo. Según mencionan Jones, JB, Stall, RE y Zitter TA. 2001.

**Cuadro 9. Producción mundial de tomate**

	Área (10 <sup>3</sup> ha)	Producción (10 <sup>3</sup> t)	Rendimiento ( t/ha)	Consumo per cápita en kg)
Mundo	2.588	60,8	23,5	12,6
África	445	6,0	13,6	10,8
América Central y del Norte	311	10,8	34,8	26,9
América del Sur	133	3,4	25,7	12,7
Asia	798	15,2	19,0	5,4
Europa	506	18,1	35,8	36,8
Oceanía	15	0,3	23,5	15,0
URSS	380	6,9	18,1	24,6
Países en vías de desarrollo	1.108	35,3	31,9	29,2
Países desarrollados	1.48	25,5	17,2	7,0

**Fuente inicial: Datos procedentes del Boletín Anual de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de 1985, Naciones Unidas, Roma.**

**Tomado de Jones, JB; Stall RE; Zitter, TA. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. Madrid, España, Mundi-Prensa / The American Phytopatological Society.**

##### B. Enfermedades del Tomate



Las enfermedades constituyen el factor limitante en la producción de tomate en muchas partes del mundo cuando no se utilizan cultivares con resistencia existen cerca de 200 enfermedades de tomate de diversas causas y etiologías, para cuyo control se utilizan cultivares resistentes, así como medidas de exclusión, erradicación y protección, en el contexto de un programa de control integrado. Según Jones,JB, Stall,RE y Zitter TA. 2001.

Jones,JB, Stall,RE y Zitter TA. 2001. mencionan que La marchitez bacteriana es una enfermedad de tómate bastante severa en muchas zonas cálidas, templadas, subtropicales y tropicales del mundo. La enfermedad es también conocida como la marchitez bacteriana sureña, la marchitez de las solanáceas, la podredumbre bacteriana sureña y otros muchos nombres comunes en los países donde ocurre.

### 3.2.2.2. Marco referencial

Los cruces de líneas utilizados en está evaluación se describen por su tipo de crecimiento y características principales de fruto acompañado de una descripción pictográfica de los mismos.

#### A. Cruce L12 x B1

Fruto: color anaranjado, redondo, muy firme

Crecimiento: indeterminado (Figura 42).

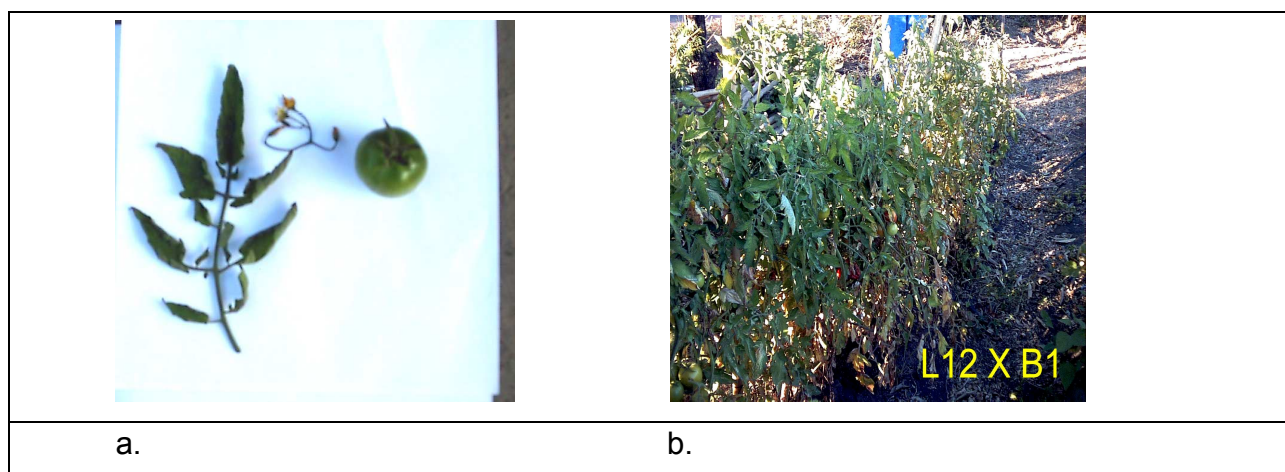


Figura 42. Cruce L12 x B1 (H 7996); a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Cruce de tomate en parcela experimental.

B. Cruce MG x B1

Fruto: color rojo, forma de chibola, medianamente consistente

Crecimiento: indeterminado (Figura 43).

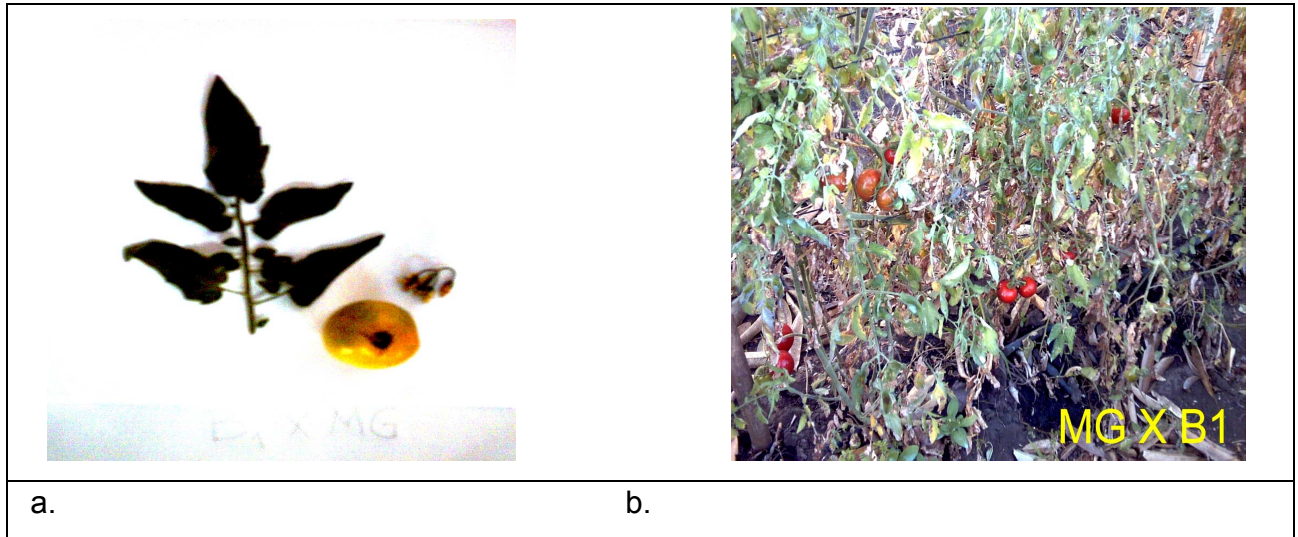


Figura 43. Cruce MG x B1 (H7996): a). Vista de flor, hoja y fruto; b) Cruce de tomate en parcela experimental.

C. Cruce L11 x B1

Fruto: color rojo, forma de chibola y firme

Crecimiento: semideterminado (Figura 44).

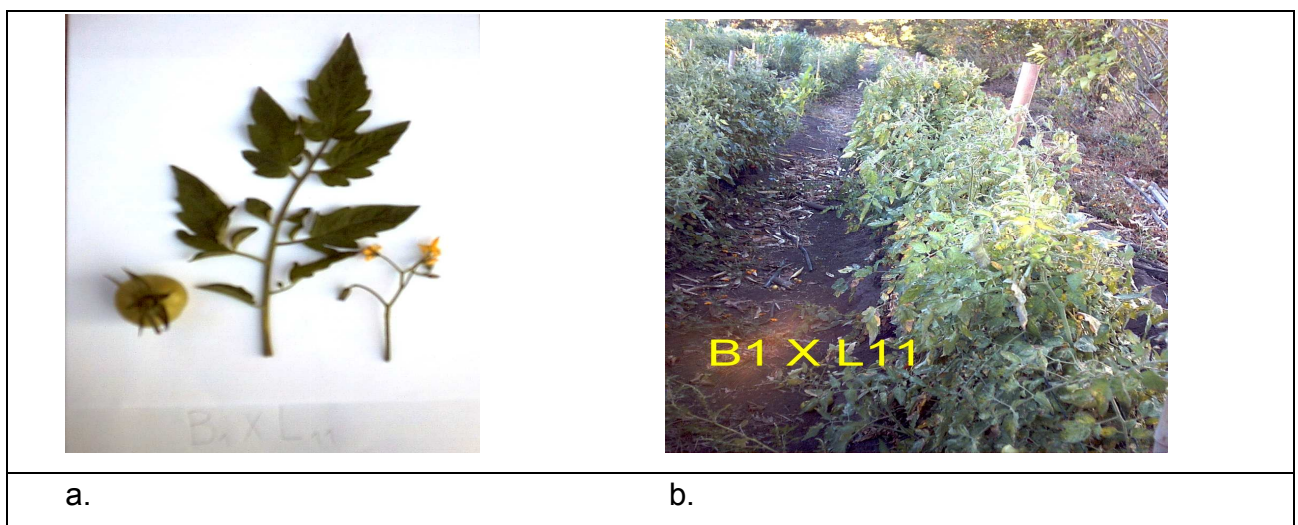
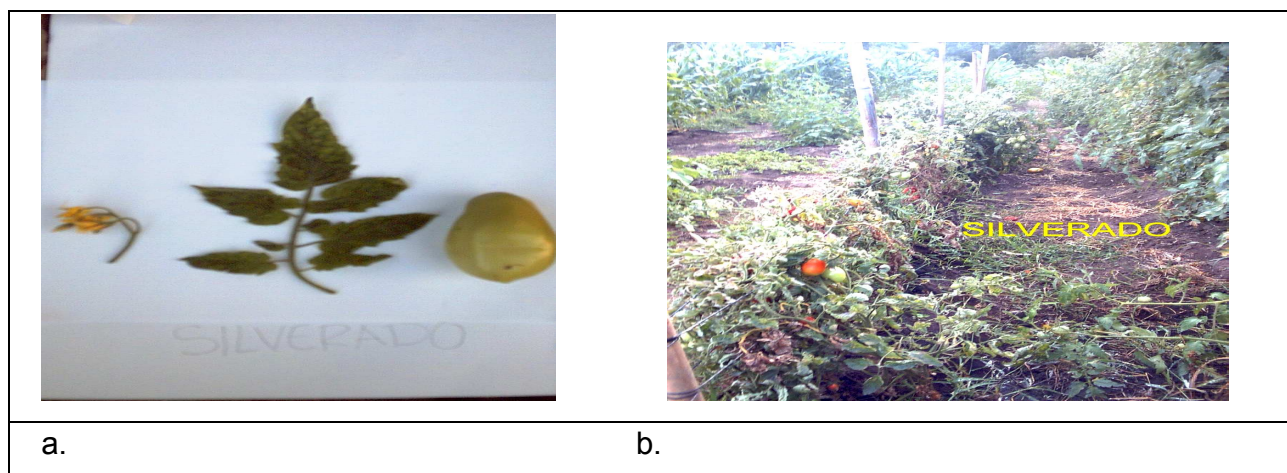


Figura 44. Cruce L11 x B1: a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Cruce de tomate en parcela experimental.

#### D. Variedad Silverado

Fruto: color rojo, en forma de pepino, muy firme

Crecimiento: determinado (Figura 45).

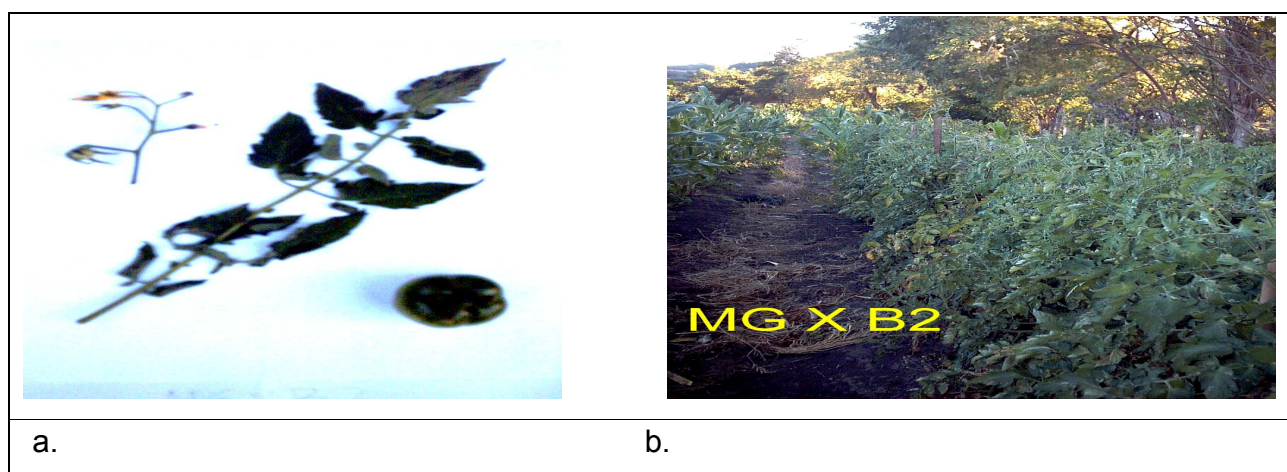


**Figura 45. Variedad Silverado, usado como testigo para esta investigación: a). Vista flor, hoja y fruto; b). vista de variedad Silverado en parcela experimental.**

#### E. Cruce Mg x B2

Fruto: color anaranjado, en forma de chibola sin consistencia

Crecimiento: indeterminado (Figura 46).



**Figura 46. Cruce MG x B2 (CRA 66): a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Cruce de tomate en parcela experimental.**



F. Material Ty 35 h-b

Fruto: verde, consistente en forma de chibola

Crecimiento: indeterminado (Figura 47).

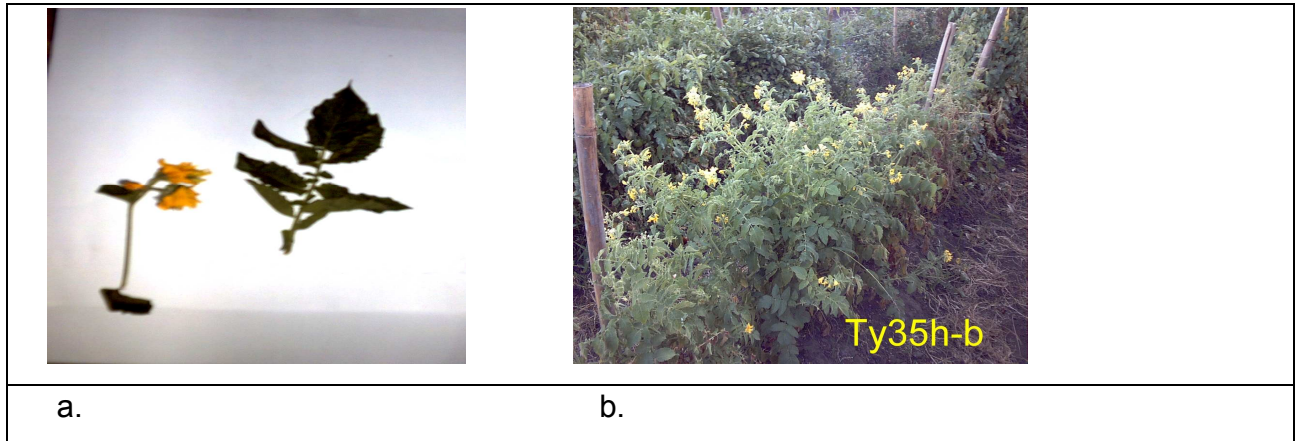


Figura 47. Material usado como testigo Ty 35 h-b: a). Vista de flor, hoja y fruto; b). Material de tomate en parcela experimental.

G. Cruce 22 – 2

Fruto: anaranjado, poco consistente, redondo

Crecimiento: determinado (Figura 49).

H. Cruce 42 – 2

Fruto: anaranjado, poco consistente, redondo

Crecimiento: determinado (Figura 48).

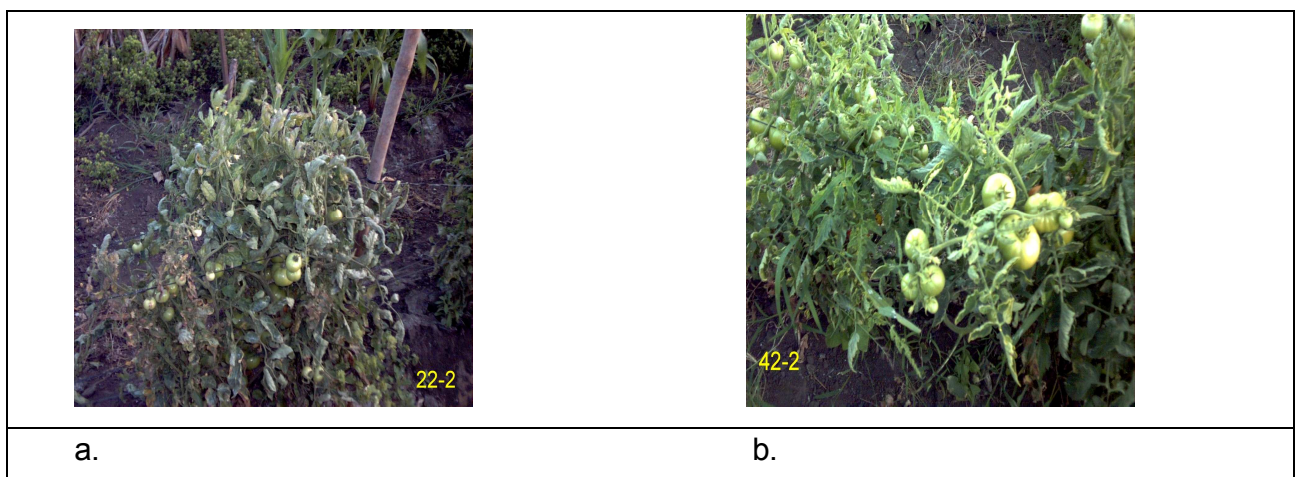


Figura 48. a). Cruce 22-2, de tomate en parcela experimental; b) cruce 42-2, en parcela experimental.

### 3.2.3 OBJETIVO

Establecer el grado de resistencia de seis cruces de líneas experimentales de tomate a *R. solanacearum*, Smith., bajo condiciones de campo en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

### 3.2.4 METODOLOGÍA

#### 3.2.4.1 Tratamientos

Cada uno de los cruces consistió un tratamiento siendo estos en total seis, comparándolos con dos testigos (*Silverado* y Ty 35 h- b).

#### 3.2.4.2 Unidad Experimental

Esta estuvo constituida por un total de 20 plantas. Una unidad de muestreo de 10 plantas por cruce evaluado (Figura 107A).

#### 3.2.4.3 Variables de Respuesta

##### A. Incidencia

Se llevo a cabo la toma de lecturas iniciando a los 15 días después del trasplante, posteriormente a los 60 días y la última a los 90 días teniendo un total de 3 lecturas, obteniendo un porcentaje de incidencia de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Número de plantas con marchitez bacteriana}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

##### B. Severidad

La asignación de severidad se realizó posteriormente de la visualización de los síntomas de la marchitez bacteriana leves abultamientos y epinastia en el tallo, marchitamiento leve o severo, para cada uno de los cruces evaluados.

### C. Resistencia

Para el caso de está se utilizo la escala propuesta por Allen, C. 2004 (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Escala de asignación de resistencia, tolerancia y/o susceptibilidad.**

LINEA	CRITERIO
Resistente	Planta de tomate, con ausencia de síntomas de marchitez bacteriana
Tolerante	Planta de tomate, con leves abultamientos y/o epinastia de pecíolos
Susceptible	Planta de tomate, con marchitamiento leve y/o marchitamiento severo

**Fuente: Allen, C. 2004. Síntomas provocados por la marchitez bacteriana en el cultivo de tomate. (entrevista personal). Guatemala.**

#### 3.2.4.4 Manejo del cultivo

En la ejecución del experimento se desarrollaron prácticas culturales normalmente utilizadas por los productores del área las cuales se describen brevemente a continuación:

##### A. Preparación de pilones

Los pilones de tomate fueron elaborados por empresa productora de pilones “*Pilones de Antigua*”, posteriormente los materiales en estado de pilón fueron trasladados al área de investigación.

##### B. Preparación del terreno

Esta práctica se realizó en forma mecanizada por medio de un paso de arado y rastra conjuntamente con la fabricación de surcos en forma manual con azadón.

##### C. Trasplante

Se colocó el pilón en campo definitivo, en donde se utilizó un chuzo o palo para la apertura de hoyos, posteriormente la incorporación del pilón.

##### D. Control fitosanitario

Durante el ciclo del cultivo se aplicó productos utilizados por los productores de aldea El Tempisque conforme se presentaron las plagas (mosca blanca, pulgones, minadores) y enfermedades (damping-off, virosis, tizón temprano y tardío), presentando un programa fitosanitario semanal (Cuadro 13A).

#### E. Fertilización

Se utilizó el fertilizante granulado directamente al suelo a los 15 días después del trasplante aplicando 25 Kg./ha de Nitrógeno, 50 kg/ha de Fósforo y 25 kg/ha de Potasio. La segunda fertilización 50 días después del trasplante conjuntamente con la práctica de aporque aplicando 20 kg/ha de Nitrógeno, 50 kg/ha de Fósforo y 25 kg/ha de Potasio.

La fertilización foliar se realizó a razón de 100 cc/16 litros de Biozyme, aplicando cada 15 días después de el trasplante (Cuadro 13A).

#### F. Control de malezas

Realizada en forma manual y química, conforme se presento la maleza en área experimental (Cuadro 13A).

#### G. Aporque

Se desarrollo cubriendo la parte baja de la planta de tomate manualmente con azadón, 50 días después del trasplante.

#### H. Tutorado y piteado

Se colocaron tutores a un distanciamiento de 0.5 metros, sobre el surco y colocando tres hileras de pita plástica, la primera a los 20 días después del trasplante, a una altura de 0.25 metros; la segunda se realizó a los 60 días, a una altura de 0.35 metros, y la tercera a los 90 días, a una altura de 0.60 metros.

### 3.2.4.5 Toma de datos

#### A. Incidencia y severidad

La toma de datos de incidencia y severidad inició en la etapa de plántula a los 15 días después del trasplante, obteniendo un total de 3 lecturas durante el ciclo del cultivo.

## B. Asignación de resistencia

Para esto utilizaron los datos de incidencia y severidad para observar los síntomas presentados por la marchitez en los cruces de líneas.

### 3.2.4.6 Análisis de la información

#### A. Incidencia y severidad

Los valores obtenidos derivados de el número de plantas de cada una de los cruces de líneas evaluadas con presencia de síntomas de marchitez bacteriana (incidencia) y su respectiva etapa en que se encontraba al momento de la toma de datos (severidad), se gráfico para tener una visualización de ambas variables ambas con respecto al tiempo.

#### B. Resistencia

Se elaboró una escala para la calificación de los cruces evaluados si estos se manifestaron resistentes, tolerantes o susceptibles a la marchitez bacteriana (Cuadro 10).



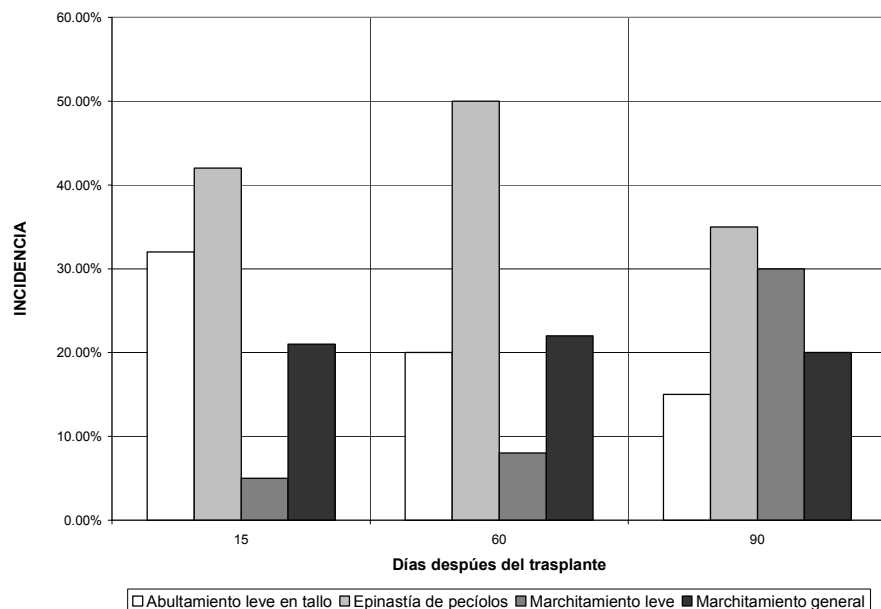
### 3.2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan según el orden de las variables de respuesta que se sometieron a análisis en esta investigación y así mismo se recomienda la visualización de los síntomas característicos de la marchitez bacteriana (Figura 5).

#### 3.2.5.1 Incidencia y Severidad

El cruce 22-2 presentó el 100% de incidencia de marchitez bacteriana, en la primera lectura 15 días después del trasplante, donde se presentaron todos los síntomas correspondientes a la marchitez bacteriana cada una con su respectivo porcentaje (Figura 49).

60 días después del trasplante se redujo el porcentaje de presencia de abultamientos leves a nivel de tallo. A los 90 días después del trasplante, bajo el porcentaje de manifestación de abultamientos leves y epinastia de pecíolos a nivel de tallo, pero se incremento la presencia de marchitamientos leves a nivel de planta.

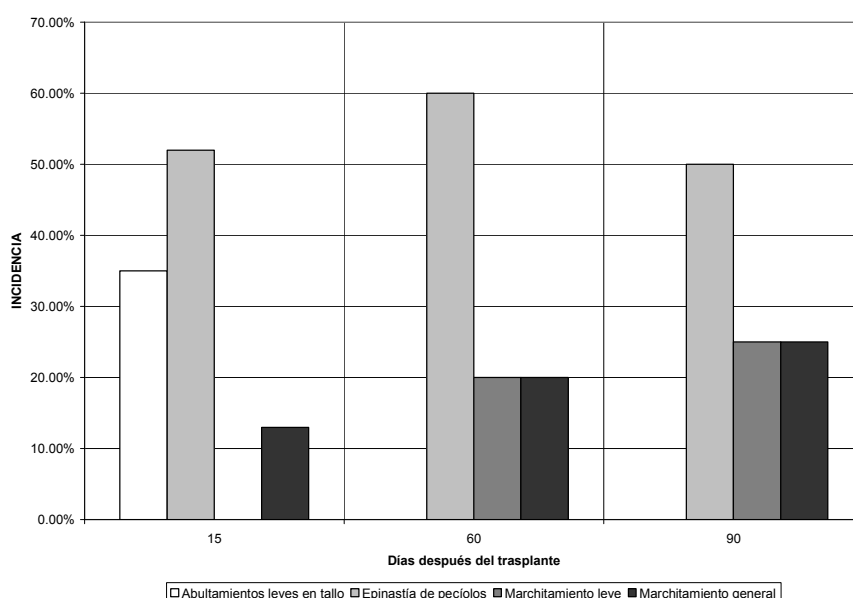


**Figura 49. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce 22-2.**

El cruce 42-2 manifestó 15 días después del trasplante, los síntomas de marchitez bacteriana de abultamientos leves y epinastia de pecíolos, presentandó plantas con marchitamiento general.

En la segunda lectura 60 días después del trasplante no se observo la presencia de abultamientos leves a nivel de tallo, debido a que se incremento la presencia de epinastia de pecíolos y marchitamientos a nivel de planta.

A los 90 días después del trasplante se redujo la epinastia de pecíolos y se incrementaron los marchitamientos leves y marchitamientos generales o muerte de la planta, (Figura 50).

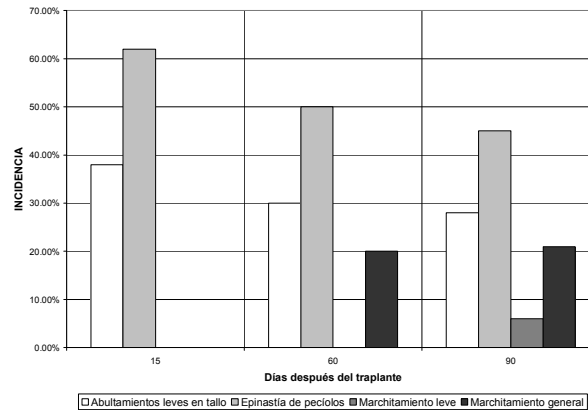


**Figura 50. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce 42-2**

Uno de los materiales usados como testigos en esta investigación fue la variedad *Silverado*, dicha variedad es la que ocupa el segundo lugar de producción de tomate en la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. Según menciona Guerra, C. 2005.

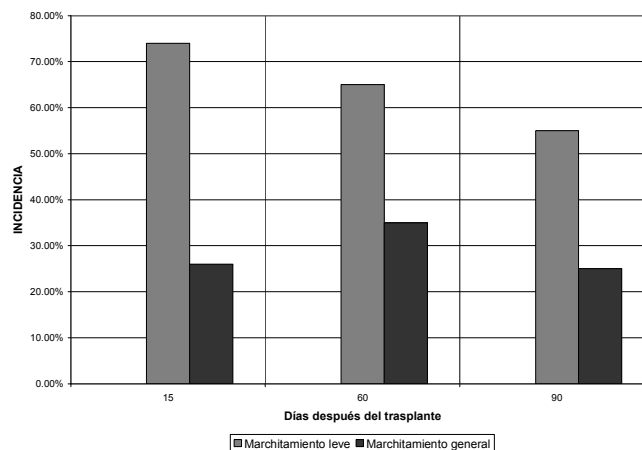
En la primera lectura 15 días después del trasplante, manifestó la presencia de abultamientos leves y epinastia de pecíolos, no presentandó aún algún tipo de marchitamiento a nivel de planta.

60 días después del trasplante se redujo la presencia de síntomas iniciales de marchitez tales como los leves abultamientos y epinastia de pecíolos a nivel de tallo, pero se manifestó la presencia de marchitamiento general o muerte a nivel de planta, continuando de forma similar a los 90 días después del trasplante (Figura 51).



**Figura 51. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en variedad Silverado,**

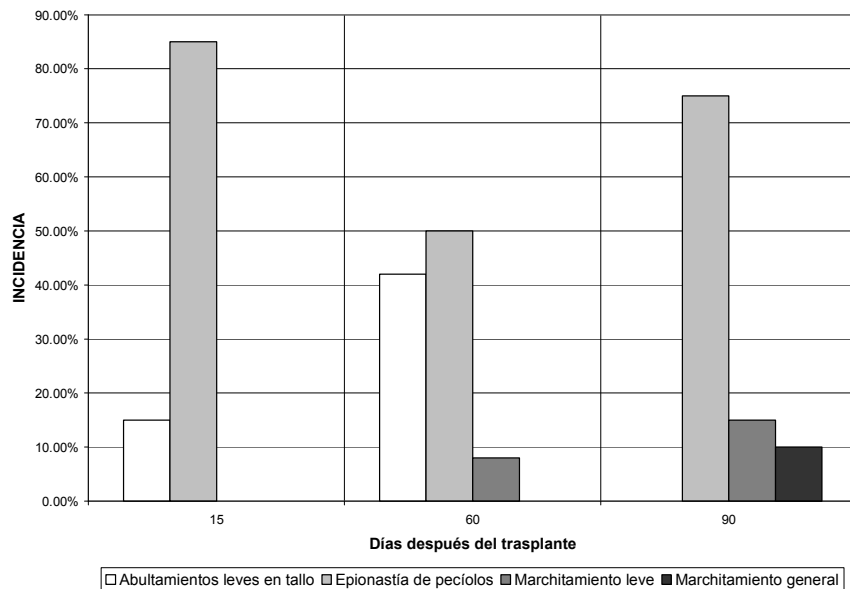
El cruce MG x B2 manifestó la presencia de síntomas de marchitez bacteriana avanzados marchitamientos leves y muerte a nivel de planta 15 días después del trasplante la manifestación de marchitamiento leves a nivel de planta fue más alta que los marchitamientos generales o muerte a nivel de planta, posteriormente las siguientes lecturas 60 y 90 días después del trasplante, se redujo la presencia de marchitamientos leves y aumento conforme el tiempo las muertes a nivel de planta para dicho cruce (Figura 52).



**Figura 52. Incidencia de etapas de marchitez bacteriana en el cruce MG X B2.**

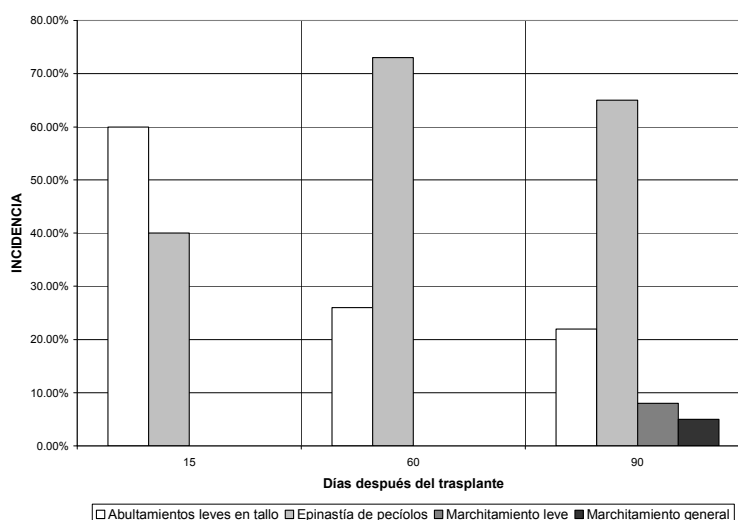
Cruce L11 x B1, se observa que los síntomas iniciales de marchitez bacteriana se presentaron a los 15 días después del trasplante, abultamientos leves y epinastia de pecíolos a nivel de tallo de la planta.

En la segunda lectura 60 días después del trasplante se redujo la epinastia de pecíolos pero se manifestó con mayor presencia los abultamientos leves en tallos de plantas de dicho cruce. A los 90 días después del trasplante desaparecieron los abultamientos en tallo pero se incremento la presencia de epinastia de pecíolos y se observo la manifestación de marchitamientos leves y marchitamientos generales a nivel de planta (Figura 53).



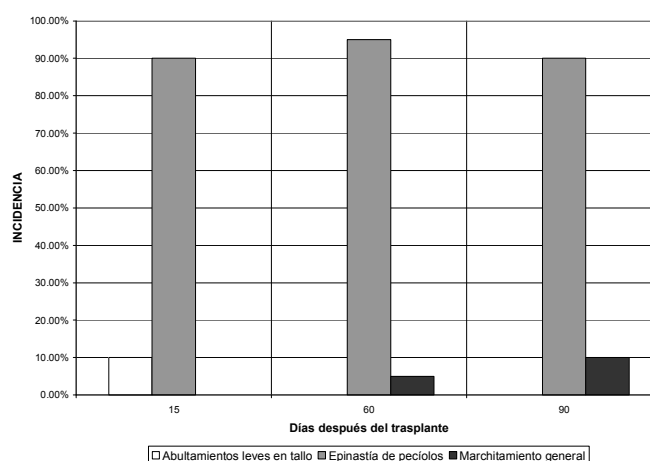
**Figura 53. Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce L 11 X B1**

El cruce L12 x B1 la enfermedad de marchitez bacteriana se presento a los 15 días después del trasplante manifestando la presencia de abultamientos leves y epinastia de pecíolos a nivel de tallo de la planta. A los 90 días después del trasplante se presentaron marchitamientos leves y generales (Figura 54).



**Figura 54** Incidencia de síntomas de marchitez bacteriana en el cruce L 12 X B1

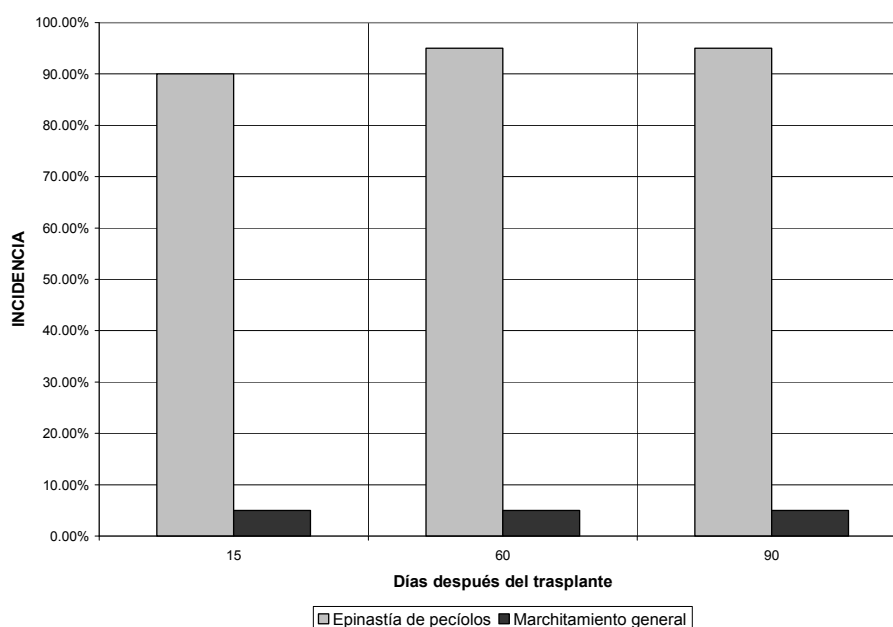
El cruce MG x B1 a los 15 días después del trasplante se obtuvo el 100% de incidencia de la enfermedad marchitez bacteriana, presentandó abultamientos leves y epinastia de pecíolos a nivel de tallo, siendo esta la sintomatología de la enfermedad más representativa debido a que alcanzo arriba del 85% de presencia en las plantas de tomate de este cruce en donde en la segunda y última lectura 60 y 90 días respectivamente después del trasplante, la presencia de marchitamiento general o muerte a nivel de planta no alcanzo el 10% de las plantas evaluadas (Figura 55).



**Figura 55.** Incidencia de etapas de marchitez bacteriana en el cruce MG X B1

El material silvestre Ty 35 h-b, fue evaluado como otro de los testigos conjuntamente con el resto de cruces presentados anteriormente, se tuvo el 100% de incidencia de marchitez bacteriana, en donde se presento una epinastia de pecíolo a nivel de tallo sin presencia del sintomatología inicial de marchitez bacteriana el cual es un leve abultamiento casi no perceptible a simple vista, si no se realiza una inspección cuidadosa. Observándose una mínima presencia de marchitamiento leve a nivel de planta.

Dicho material se manifestó una sintomatología similar desde los 15 a los 90 días después del trasplante (Figura 56).



**Figura 56. Incidencia de etapas de marchitez bacteriana en material Ty 35 h- b**

### 3.2.5.2 Resistencia

Posteriormente de la evaluación los resultados de campo, acerca de las variables incidencia y severidad y dichos valores derivados de la evaluación de los cruces para posteriormente ser comparados con la escala de asignación de resistencia, tolerancia y/o susceptibilidad se obtuvo como resultado (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Calificación de los cruces evaluados según tolerancia y susceptibilidad.**

Cruce	Asignación
22-2	Susceptible
42-2	Susceptible
Silverado	Susceptible
MG x B2	Susceptible
L11 x B1	Susceptible ®
L12 x B2	Susceptible ®
MG x B1	Tolerante
Ty 35 h- b.	Tolerante

® L11 x B1, L12 x B2, Cruces con buen potencial a ser tolerantes, mostrando en la investigación baja presencia o manifestación de algún tipo marchitamiento leve o general.

El material silvestre Ty 35 h- b, es tolerante, al igual que el cruce MG x B1, (Cuadro 11). Siendo estos materiales los que no manifestaron presencia de síntomas finales de marchitez bacteriana siendo estos marchitamiento leve o general a nivel de la planta de tomate.

Los cruces 22-2, 42-2, MG X B2 y la variedad *Silverado*, utilizada como uno de los testigos, en esta evaluación se manifestaron susceptibles, debido a que estos si presentaron marchitamientos leves y/o generales, en el transcurso del desarrollo fenológico de los cruces de líneas del cultivo de tomate evaluados.

### 3.2.6 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones edafoclimáticas de aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, dentro de los tratamientos evaluados no se encontraron cruces del cultivo de tomate resistentes a la enfermedad de la marchitez bacteriana causada por (*R. solanacearum* Smith).

Se pudo establecer que existieron cruces tolerantes a dicha enfermedad entre estos se encuentran los cruces MG x B1, L11 x B1, L12 x B1 y Ty 35 h-b. Los cruces más susceptibles fueron 42-2, 22-1, MG x B2.



### **3.2.7 RECOMENDACIONES**

Los cruces que se presentaron tolerantes a la enfermedad marchitez bacteriana (MG x B1, L11 x B1, L12 x B1), bajo las condiciones edafoclimáticas de la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, se recomienda continuar en programas de mejoramiento genético ya que mostraron cierto grado de tolerancia.

### 3.2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, C. 2004. Etapas provocadas por la enfermedad marchitez bacteriana ocasionadas en el cultivo de tomate. (entrevista). Guatemala, Universidad de Wisconsin, Departamento de Fitopatología.
2. Guerra, C. 2005. Producción y calidad de fruto de tomate, aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. (entrevista). Guatemala, Jutiapa, Agua Blanca, El Tempisque.
3. Jones, JB; Stall RE; Zitter, TA. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. Madrid, España, Mundi-Prensa. / The American Phytopatological Society. p. 2,3.
4. Mejia, L. 2005. Proceso de mejoramiento de plantas (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.

## ANEXOS

**Cuadro 12A. Patógenos que pueden controlarse por resistencia genética y frecuencia con que aparece esa resistencia en los cultivares comerciales de tomate.**

Patógeno	Genes	Frecuencia
<b>HONGOS</b>		
<i>Verticillium dahlie</i>	Ve	++++
<i>Fusarium oxisporum</i> . F. sp. Lycopersici		
Patotipo 0 (ex 1)	I	+++++
Patotipo 1 (ex 1)	I - 2	+++
<i>Fusarium oxisporum</i> . F. sp. Radicis	Fr 1	++
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	Py 1	+
<i>Cladosporium fulvum</i>	Cf... (serie)	+++
<i>Phytophthora infestans</i>	Ph - 2	+
<i>Stemphyllium</i> spp.	Sm	+++
<i>Alternaria alternata</i> f. sp. Lycopersici	Asc	+++++
<b>BACTERIAS</b>		
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. Tomato	Pto	+
<i>Ralstonia solanacearum</i>		+
<b>VIRUS</b>		
Virus mosaico tomate (TMV)	Tm - 2	+++
Tomato spotted Wilt Virus (TSWV)		+
Geminivirus		+
<b>NEMATODOS</b>		
<i>Meloidogyne</i> spp.	Mi	++

Fuente: Cacao Teni, R. 2004. Experiencias en la producción de híbridos de tomate tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 36.

<sup>1</sup> + = resistencia poco frecuente, +++++ = resistencia muy frecuente

**Cuadro 13A. Programa fitosanitario y de fertilización foliar para el cultivo de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill.**

Primera semana

- Mosca blanca

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Confidor 70 WG</i>	12.5 cc por bomba de mochila de 16 litros	Aplicado al follaje de los pilones al momento de recibirlo y trasplantar "DIPPING".
<i>Confidor 70 WG</i>	25 cc por bomba de 16 litros	Aplicado tronqueado al momento de trasplantar, aplicando 25 cc de la mezcla por pilón, repetido a los 15 días.

- Mal del talluelo

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Previcur 72 SL</i>	25 cc por bomba de 16 litros	Aplicado tronqueado después de trasplantar o dos días después y repetido a los quince días.
<i>Derosal 50 SC</i>	17 cc por bomba de 16 litros	Aplicado tronqueado al momento de trasplantar y repetido a los quince días.

- Arthropodos

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Caracolex GR</i>	1 bolsa de producto por ½ manzana	Aplicado al voleo sobre el área del cultivo después de trasplantar o dos días después y repetido a los ocho días.

- Plagas del suelo: gusano nochero, gusano alambre, gallina ciega, nematodos

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Mocap 10 GR</i>	15 kg de producto por manzana	Aplicado 1 gr por planta a 10 cm del pilón Tronqueado

## Segunda a cuarta semana

- Plagas del follaje: mosca blanca, minador, trips, ácaros

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Monarca 11.25 SE</i>	25 cc por bomba de 16 litros	Puede ser alternado cada 8 días con cualquiera de los productos ( <i>Thiodan, Cipermetrina, Ditex, Mitac</i> ).
<i>Thiodan 35 EC</i>	37.5 cc por bomba de 16 litros	
<i>Mitac 20 EC</i>	25 cc por bomba de 16 litros	Aplicado según se observe la presencia de ácaros cada 8 días.
<i>Cipermetrina</i>	50 cc por bomba de 16 litros	
<i>Ditex</i>	50 cc por bomba de 16 litros	

- Fertilización foliar

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Bayfolan</i>	75 cc por bomba de 16 litros	Aplicado al follaje después aplicaciones cada 8 días.
<i>Biozyme</i>	50 cc por bomba de 16 lt.	

## Quinta a séptima semana

- Fertilización foliar

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Bayfolan</i>	75 cc por bomba de 16 lt.	Aplicado al follaje
<i>Biozyme</i>	50 cc por bomba de 16 lt.	Aplicado al follaje

- Plagas del follaje: mosca blanca, minador, trips, ácaros

<i>Cipermetrina</i>	50 cc por bomba de 16 lt.	Aplicado al follaje
<i>Ditex</i>	50 cc por bomba de 16 lt.	Aplicado al follaje

- Control de malezas

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Sencor</i>	25 cc por bomba de 16 litros	Aplicado en suelo húmedo entre los surcos
<i>Gramoxone</i>	100 cc por bomba de 16 litros.	Aplicado entre los surcos con boquilla para aplicación de herbicidas.

#### Octava a décima semana

- Plagas del follaje: gusanos, mosca blanca, minador, trips, ácaros

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Monarca 11.25 SE</i>	25 cc por bomba de 16 litros.	Puede ser alternado cada 8 días con cualquiera de los productos ( <i>Thiodan</i> , <i>Cipermetrina</i> , <i>Ditex</i> , <i>Mitac</i> ).
<i>Thiodan 35 EC</i>	37.5 cc por bomba de 16 litros.	
<i>Ditex</i>	50 cc por bomba de 16 lt.	

- Fertilización foliar

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Biozyme</i>	50 cc por bomba de 16 lt.	Aplicado al follaje

- Prevención de tizón tardío/hielo/argeño *Phytophthora infestans* y tizón temprano *Alternaria solani*

Producto	Dosis	Aplicación
<i>Antracol 70 WP</i>	200 cc por bomba de 16 litros.	Aplicado al follaje
<i>Cupravit azul</i>		Aplicado solo o en mezcla con <i>Antracol</i> .
<i>Previcur 72 SL</i>	25 cc por bomba de 16 litros	Aplicado tronqueado después de trasplantar o dos días después y repetido a los quince días.



**Figura 57A. Prácticas agronómicas: a). Fertilización foliar; b). Tutoreado y piteado; c). Control fitosanitario; d). Pilones de tomate (dipping).**





**Figura 58A. Áreas de investigación: a). Preparación de terreno; b). Establecimiento de sistema de Riego; c). Área afectada por marchitez bacteriana; d). Plantación libre de marchitez bacteriana.**



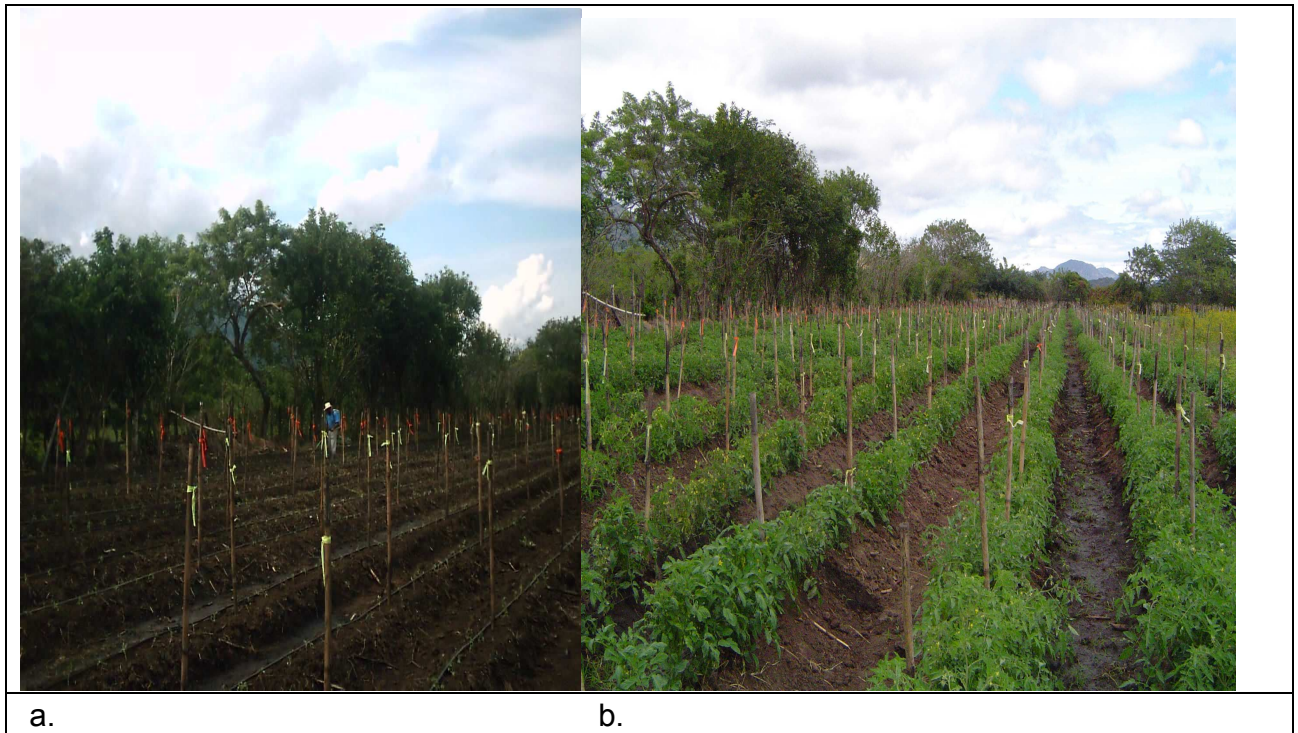


Figura 59A. Área experimental establecida en aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, en donde se realizó esta investigación: a). Horas después del trasplante; b). 20 días después del trasplante.

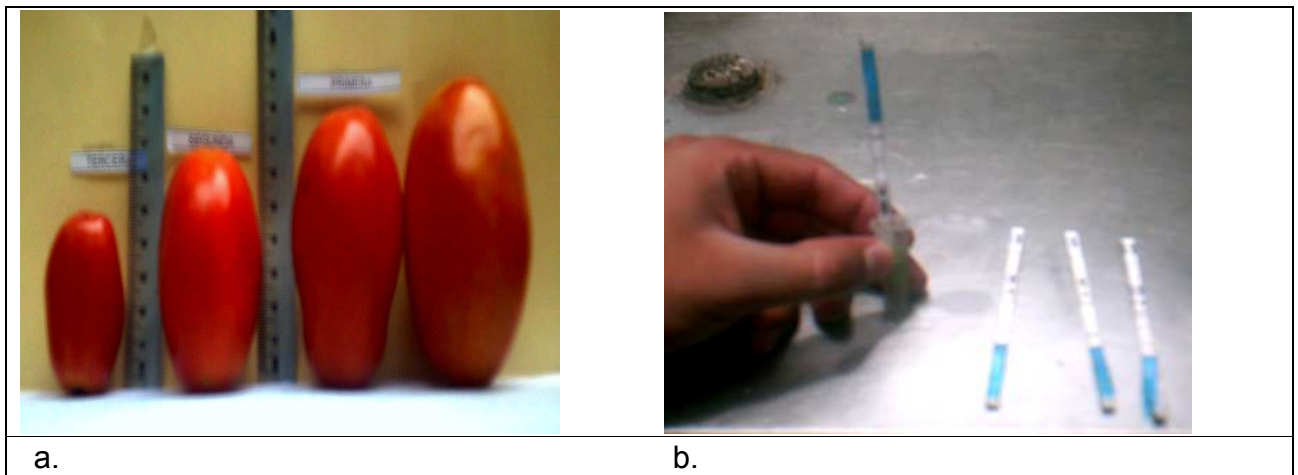


Figura 60A. a). Frutos variedad Silverado (testigo); b). Prueba rápida de campo específica para (*Ralstonia solanacearum* Smith.)





**Figura 61A.** Parcela experimental aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, donde se establecieron los cruces resistentes a marchitez bacteriana.



**Figura 62A.** Parcela experimental aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, donde se establecieron las líneas tolerantes a marchitez bacteriana.