


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


The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, flanked by two lions. Below the shield are two columns and a central figure. The text around the border of the seal includes "UNIVERSITAS CAROLINA ACAD. S. CAROL. GUATEMALA" and "S. CAROLUS CONSPICUA".

TRABAJO DE GRADUACIÓN
**“EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) QUE SE
ENCUENTRAN EN PROCESO DE MEJORAMIENTO Y SU RESISTENCIA AL
ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA CAUSADO POR LOS GEMINIVIRUS DEL GÉNERO
BEGOMOVIRUS”.**

OSCAR RENÉ FLORES RAGCHE

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, a red lion on the right, and a yellow cross on the left. Below the shield is a banner with the word 'PLUS'. The shield is flanked by two figures, one on the left and one on the right, both holding staffs. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the Latin motto 'S. ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA' at the top and 'CENSURAM INTRA SE IPSA SENSIT' at the bottom.

TRABAJO DE GRADUACIÓN
REALIZADO EN EL TEMPISQUE Y TRES CEIBAS, AGUA BLANCA,
JUTIAPA

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

POR

OSCAR RENÉ FLORES RAGCHE

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

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 Ovalle
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Duglas Castillo Álvarez
VOCAL QUINTO	Br. José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Guatemala, noviembre de 2006.

Guatemala, noviembre de 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 realizado en El Tempisque y Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Oscar René Flores Ragche

ACTO QUE DEDICO

A:

LA VIRGEN

DE GUADALUPE: A quien considero como el ser más importante que existe. Es a ella principalmente a quién siempre dedico mis triunfos.

DIOS: Por iluminarme y guiarme día a día en esta extraña vida.

MIS PADRES: **Antonio y Elvira**, a quienes les agradezco de todo corazón por darme la vida, por todos los esfuerzos y sacrificios realizados para bienestar de mi persona.

MIS HERMANOS: **Rodolfo, Jorge y Gabriel**, por la motivación que siempre me han brindado.

MIS TIOS: **María Luisa, Carmen y Lucas García**, como un agradecimiento por el apoyo incondicional siempre otorgado. Que Dios los proteja siempre.

LAS PERSONAS De quienes he tenido su apoyo en una forma desinteresada, siempre estaré en deuda con ellos, especialmente a **Anabela Barrera, Bridget Sieren Smith, Richard Rotter y Hugo Pérez**.

MIS AMIGOS

DE LA USAC: Por la amistad y el aprecio que les tengo principalmente a: **Nadia Espinoza, Flor de María Más, María Alejandra Monterroso, Lidamar Cardona, Glenda Sandoval, Claudia López, María Eugenia Díaz, Cecilia Ramos, Peter Frank, Ronny Roma, Edwin Rojas, Luís Argueta, Marvin Pineda, Ángel Ibarra y Vitalino Méndez**.

“No somos dueños de Gaia, somos sus hijos”

Archie Grey Owl (Canada, 1937)

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

LA ANTIGUA GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

AGRADECIMIENTOS

A:

PhD. **Luís Mejía De León**, por su asesoría profesional y esmero en la ejecución del presente trabajo.

Ing. Agr. **Fernando Rodríguez Bracamonte**, por su asesoría brindada en la realización de la presente investigación.

Ing. Agr. **Rudy Teni**, por su valiosa colaboración durante el desarrollo de la presente investigación.

Ing. Agr. **Bran Shawn** e Ing. Agr. **Pedro Peláez** por el apoyo que me brindaron.

Familias **Guerra y Rodríguez**, por su amistad y participación, en la realización y culminación de este estudio científico.

Mis compañeros de EPS **Jairo** (Chex), **Gerson** (Guiro), **Danissa** y **Vinicio** (conejo) por su amistad y solidaridad en todo momento.

Familias **Aguirre García** y **Guerra Guerra** por su amistad, pero sobre todo por ser unas personas muy especiales de quienes recibí un gran apoyo moral durante el desarrollo de la presente investigación.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FÍGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	ix
CAPÍTULO I	1
"LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS PESTICIDAS EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA"	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO TEÓRICO	3
1.2.1 Marco conceptual	3
A. Infraestructura	3
B. Entidades locales para el desarrollo social	3
C. Área de cultivo	4
D. Los pesticidas	4
a. Efectos indeseados en la salud humana por el uso de pesticidas	5
b. Efectos de los pesticidas sobre el ambiente	6
c. Uso adecuado de los pesticidas	7
1.2.2 Marco Referencial	15
A. Ubicación geográfica	15
B. Vías de acceso	15
C. Suelo	15
D. Zona de vida	15
E. Condiciones climáticas	17
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 General	19
1.3.2 Específicos	19
1.4 METODOLOGÍA	20
1.4.1 Recopilación de información general	20
1.4.2 Recopilación de información específica	20
1.4.3 Análisis de la información	22
A. Análisis del uso adecuado de los pesticidas	22
B. Árbol de Problemas	23
1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
1.5.1 Número de productores	24
1.5.2 Control de insectos y enfermedades por cultivo	24
1.5.3 Evaluación del uso adecuado de los pesticidas en el Tempisque	29
A. Compra de pesticidas	29
B. Transporte de pesticidas	29
C. Almacenamiento de pesticidas	29
D. Etiqueta de pesticidas	30
E. Aplicación de pesticidas	30
F. Desecho de envases de pesticidas	30
G. Dosificación y calibración de pesticidas	31
H. Condiciones ambientales al momento de la aplicación	31
1.5.4 Causas que originan la dependencia de plaguicidas	32
1.5.5 Árbol de Problemas	33
1.6 CONCLUSIONES	35

1.7. RECOMENDACIONES.....	36
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	37
CAPÍTULO II	38
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA CAUSADO POR LOS GEMINIVIRUS DEL GÉNERO BEGOMOVIRUS Y EL POTENCIAL COMERCIAL DE 20 HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA"	38
2.1 PRESENTACIÓN.....	39
2.2. MARCO TEORICO	41
2.2.1 Marco conceptual	41
A. Mejoramiento de plantas	41
B. Mejoramiento genético en el tomate	41
C. Mejoramiento del tomate en Guatemala	42
D. Resistencia de plantas.....	45
E. Resistencia genética de las plantas a los fitopatógenos.....	46
F. La Mosca Blanca.....	47
a. Ciclo de vida de la mosca blanca	47
b. Daño ocasionado por la mosca blanca	48
c. Comportamiento de la mosca blanca.....	48
G. Los Begomovirus.....	49
a. Caracterización de Begomovirus que infectan al tomate en Centroamérica	49
b. Sintomatología de los Geminivirus	50
H. Estimación de daños causados por enfermedades en plantas.....	50
I. Área abajo de la curva del progreso o desarrollo de la enfermedad (AUDPC).....	51
2.2.2 Marco referencial.....	52
A. Ubicación geográfica.....	52
B. Vías de acceso	52
C. Suelo	52
D. Zona de vida.....	52
E. Condiciones climáticas.....	53
2.3. OBJETIVOS.....	54
2.3.1 Objetivo general	54
2.3.2 Objetivos específicos.....	54
2.4 HIPÓTESIS.....	55
2.5 METODOLOGÍA.....	56
2.5.1 Área experimental	56
2.5.2 Descripción de factores	56
2.5.3 Descripción de los tratamientos.....	56
2.5.4 Manejo del experimento	57
2.5.5 Variables de respuesta.....	59
2.5.6 Diseño experimental.....	62
2.5.7 Toma de datos	63
2.5.8 Análisis de la información	64
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
2.6.1 Incidencia	66
2.6.2 Severidad	66
2.6.3 Tamaño del fruto	68
2.6.4 Rendimiento según el tamaño del fruto	69
A. Rendimiento de fruto grande de tomate	69
B. Rendimiento de fruto mediano	71
C. Rendimiento de fruto pequeño.....	71

D. Rendimiento de fruto de rechazo	73
E. Rendimiento total en kilogramos por hectárea	74
2.6.5 Forma del fruto	76
2.6.6 Firmeza del fruto.....	77
2.6.7 Color del fruto.....	77
2.6.8 Grados Brix del fruto.....	79
2.6.9 Características de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque	80
2.7 CONCLUSIONES.....	85
2.8 RECOMENDACIONES.....	87
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	88
CAPÍTULO III	91
3.1. PRESENTACIÓN.....	92
3.2. INFORME DEL SERVICIO 1	94
"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA CAUSADO POR LOS GEMINIVIRUS DEL GÉNERO BEGOMOVIRUS Y EL POTENCIAL COMERCIAL DE DOS HÍBRIDOS PRECOMERCIALES DE TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) EN TRES CEIBAS, AGUA BLANCA, JUTIAPA"	94
3.2.1 PRESENTACIÓN.....	94
3.2.2 MARCO TEÓRICO	94
A. Marco conceptual.....	94
B. Marco referencial	95
a. Ubicación geográfica	95
3.2.3 OBJETIVOS.....	96
A. Objetivo general.....	96
B. Objetivos específicos	96
3.2.4 HIPÓTESIS.....	97
3.2.5 METODOLOGÍA.....	98
A. Área experimental	98
B. Descripción de factores.....	98
C. Descripción de los tratamientos	98
D. Manejo del experimento.....	100
E. Variables de respuesta	101
F. Diseño experimental.....	104
G. Toma de datos.....	105
H. Análisis de la información	106
3.2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	108
A. Incidencia.....	108
B. Severidad.....	109
C. Rendimiento total.....	110
D. Forma del fruto	111
E. Color del fruto	111
F. Firmeza del fruto	112
G. Características de los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.....	113
3.2.7 CONCLUSIONES	114
3.2.8 RECOMENDACIONES.....	115
3.3 INFORME DEL SERVICIO 2.....	116
"GEOREFERENCIACIÓN DE LAS PARCELAS CON PRESENCIA DEL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA DEL TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) CAUSADO POR BEGOMOVIRUS EN TRES CEIBAS Y EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA"	116
3.3.1 PRESENTACIÓN.....	116
3.3.2 MARCO TEÓRICO	117

A. Marco conceptual.....	117
a. Georeferenciación	117
b. Mapa georeferenciado.....	117
c. Aspectos espaciales del manejo de las epidemias de virus	117
B. Marco referencial	118
3.3.3 OBJETIVOS.....	119
A. Objetivo general.....	119
B. Objetivos específicos	119
3.3.4 METODOLOGÍA.....	120
A. Ubicación de las parcelas con presencia de Begomovirus	120
B. Mapa georeferenciado de las parcelas infectadas por Begomovirus.....	120
C. Causas que originaron la presencia de Begomovirus en la región	120
D. Medidas empleadas en el control de Begomovirus	120
3.3.3 RESULTADOS	121
A. Ubicación de las parcelas con presencia de Begomovirus	121
B. Mapa georeferenciado de las parcelas con presencia de Begomovirus	122
C. Causas que originaron la presencia de Begomovirus en la región	123
D. Medidas empleadas en el control de Begomovirus	124
3.3.4 CONCLUSIONES.....	125
3.3.5 RECOMENDACIONES.....	126
3.4 BIBLIOGRAFÍA.....	127
IV. ANEXOS.....	129

ÍNDICE DE FÍGURAS

	Página
1. Ubicación geográfica de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.	16
2. Vías de acceso a El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.	17
3. Temperatura y precipitación pluvial en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, 2005.	18
4. Árbol de Problemas donde se detallan las causas y efectos, identificando el problema central en El Tempisque.	34
5. Grados de severidad de la enfermedad, según la escala propuesta Scott (1991).	60
6. Descriptor para formas del fruto de tomate, propuesto por el IPGRI, 1996.	61
7. Híbridos experimentales que presentaron una forma igual a Sheriff de acuerdo al descriptor del fruto de tomate propuesto por el IPGRI, (1996).	77
8. Híbridos experimentales que presentaron una coloración igual que Sheriff, empleando la tabla de Munsell (1976).	78
9. Contenido de grados Brix en los frutos de tomate de los híbridos evaluados bajo el ambiente presentado en el período que comprende del mes de Abril al mes de Julio de 2005 en El Tempisque.	80
10. Ubicación geográfica de Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa.	95
11. Escala de severidad del acolochamiento de la hoja (propuesta por Scott, 1991).	102
12. Descriptor para formas del fruto de tomate, propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, 1996).	103
13. Forma presentada de los frutos de tomate de los híbridos (Sheriff, XC4-a, Silverado y XC273-a) evaluados en Tres Ceibas.	111
15. Ubicación de las parcelas con presencia de Begomovirus en el cultivo del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) en Tres Ceibas y El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.	122
16 A. Distribución de los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.	133
17 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate Sheriff, XA75 y XA81 evaluados en El Tempisque.	138
18 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA82, XA105 y XA106 evaluados en El Tempisque.	139
19 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA107, XA108 y XA123 evaluados en El Tempisque.	140
20 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA124, XA125 y XA126 evaluados en El Tempisque.	141
21 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA127, XA177 y XA185 evaluados en El Tempisque.	142
22 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA191, XA192 y XA200 evaluados en El Tempisque.	143
23 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA200, XA218 y XA224 evaluados en El Tempisque.	144
23 A. Determinación del tamaño del fruto de los híbridos experimentales de tomate evaluados en El tempisque.	146
25 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate Sheriff, XA75, XA81, XA82, XA105 y XA106 evaluados en El Tempisque.	147
26 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate XA107, XA108, XA123, XA124, XA125 y XA126 evaluados en El Tempisque.	148
27 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate XA127, XA177, XA185, XA191, XA192 y XA200 evaluados en El Tempisque.	149

28 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate XA209, XA 218 y XA224 evaluados en El Tempisque.	150
29 A. Coloración que presentaron los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.....	155
30 A. Distribución en el campo de los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.	156
31 A. Incidencia del acoloramiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.	158
32 A. Severidad del acoloramiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.	159

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Clasificación toxicológica según el color de la franja en la etiqueta de los pesticidas de acuerdo a la GIFAP (Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos, 1993).....	8
2. Formulaciones encontradas en las etiquetas de los productos agrícolas (Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos, 1993).	12
3. Pesticidas utilizados en el control de insectos y enfermedades en el Tempisque.....	25
4. Patógenos que pueden controlarse por resistencia genética en los cultivares comerciales.....	46
5. Cruzamientos efectuados para la producción de los híbridos experimentales a evaluar.....	57
6. Prueba de comparación de medias de Tukey para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados.	67
7. Prueba de comparación de medias de Tukey para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados.	68
8. Porcentaje de frutos producidos por planta, clasificados de acuerdo al tamaño del fruto en los híbridos experimentales evaluados.....	69
9. Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable rendimiento de fruto grande en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.	70
10. Prueba de comparación de medias de Tukey para el rendimiento de fruto mediano en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.	72
11. Prueba comparación de medias de Tukey para el rendimiento de fruto pequeño en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.	73
12. Prueba de comparación de medias de Tukey para el rendimiento de fruto de rechazo en kilogramos por hectárea de los híbridos evaluados.	74
13. Prueba de comparación de medias de Tukey para el rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.	75
14. Clasificación de la forma del fruto de los híbridos experimentales evaluados, de acuerdo al descriptor del fruto de tomate propuesto por el IPGRI (1996).	76
15. Firmeza del fruto presentada en los híbridos experimentales evaluados.	77
16. Coloración del fruto de los híbridos experimentales evaluados empleando la tabla de Munsell (1976).	78
17. Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable grados Brix en el fruto de tomate de los híbridos experimentales evaluados.	79
18. Prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los precomerciales evaluados en Tres Ceibas.....	108
19. Prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.	109
20. Prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad para el rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.	110
21. Firmeza presentada de los frutos de los híbridos (Sheriff, XC4-a, Silverado y XC273-a) evaluados en Tres Ceibas.	113
22 A. Valores obtenidos del área abajo de la curva del desarrollo o progreso de la enfermedad (AUDPC), de la Incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.....	136

23 A. Valores obtenidos del área abajo de la curva del desarrollo o progreso de la enfermedad (AUDPC), de la severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.....	137
24 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.	145
25 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.	145
26 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto grande de tomate en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.....	151
27 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de tomate de fruto mediano en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.....	151
28 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto pequeño en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.	152
29 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de rechazo en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.	152
30 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.	153
31 A. Análisis de varianza para la variable grados Brix contenidos en el fruto de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.....	153
32 A. Rendimiento total obtenido en kilogramos por planta expresado y rendimiento total estimado en kilogramos por hectárea y en cajas de 50 libras por manzana (medida utilizada en la localidad) para los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.	154
33 A. Área abajo de la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.	157
34 A. Área abajo de la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.	157
35 A. Rendimiento total obtenido en kilogramos por planta y rendimiento total estimado en kilogramos por hectárea y por manzana para los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.	157
36 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.	160
37 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.	160
38 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos evaluados en Tres Ceibas.....	160
39 A. Clasificación de la forma del fruto de acuerdo al descriptor del fruto de tomate propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute (1996) para los híbridos evaluados en Tres Ceibas.	161
40 A. Coloración del fruto de los híbridos precomerciales (empleando la tabla de Munsell (Book of color glossy finish collection, 1976) evaluados en Tres Ceibas.....	161

RESUMEN

Durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado en Agua Blanca, Jutiapa se realizaron las actividades siguientes: un estudio del manejo adecuado de pesticidas, dos investigaciones experimentales en las que se evaluaron varios híbridos de tomate que se encuentran en proceso de mejoramiento en busca de resistencia al acolochamiento de la hoja causado por Begomovirus y una georeferenciación de las áreas en las que se reporta presencia de Begomovirus.

En el estudio del manejo adecuado de los pesticidas, de acuerdo a las normas propuestas por la Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos, se determinó que los productores cumplen en un 83.1 por ciento tienen un manejo adecuado de los mismos. Además se elaboró Árbol de Problemas del cual se determinó que el problema central es la dependencia general al uso de pesticidas como medida de control de insectos y enfermedades; siendo la marchités bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* Smith y e acolochamiento de la hoja las que causan hasta un 60 por ciento de pérdida en el cultivo del tomate.

En El tempisque, se realizó la investigación experimental en la cual se evaluó la resistencia al acolochamiento de la hoja causado por Begomovirus y el potencial comercial de 20 híbridos experimentales y un híbrido comercial. De ello, se concluyó que los híbridos XA75, XA81, XA82, XA105, XA106, XA108, XA192, XA200 y XA224 mostraron menor incidencia de la enfermedad; mientras que los híbridos XA127, XA126, XA75, XA192, XA81, XA191, XA200, XA107 y XA108 mostraron valores bajos de severidad. Los híbridos XA105, XA108, XA177, XA107, XA185, XA192, XA126, XA191, XA127, XA125, XA75, XA106, XA218, XA224 y XA124 alcanzaron rendimientos que van de 55,170 kg/ha a 80,341 kg/ha y el híbrido comercial con 58,837 kg/ha; los híbridos XA75, XA82, XA105, XA123, XA124 y XA218 presentaron frutos con forma “redonda alta” igual que el híbrido comercial. Los híbridos experimentales XA125 y XA177 presentaron firmeza del fruto en la categoría “Firme”.

Se realizó una evaluación experimental en el caserío Tres Ceibas, en la cual se evaluó la resistencia al acolchamiento de la hoja y el potencial comercial de dos híbridos que se encuentran en proceso de mejoramiento y dos híbridos comerciales. De ello, se establece que los híbridos precomerciales XC273-a y XC4-a presentaron una incidencia de 19% y 24% y una severidad de 1.9 y 1.75 (según la escala propuesta por Scott, que va de cero a cuatro grados) respectivamente. Los híbridos comerciales Silverado y Sheriff presentaron valores de incidencia del 70% y 73%, una severidad de 2.5 y 3 grados. El híbrido XC273-a estadísticamente presentó el mayor rendimiento. El híbrido XC4-a presentó un fruto (forma redonda) parecido al fruto de Sheriff (forma redonda alta). El híbrido XC273-a y Silverado presentan una forma cilíndrica alargada. Los híbridos XC273-a, Sheriff y Silverado presentaron coloración del fruto rojo-naranja-oscuro (color de mayor aceptación en el mercado nacional); y el híbrido XC4-a es rojo-naranja-claro. El híbrido Sheriff, XC4-a, Silverado y XC273-a presentaron en el momento de la cosecha una firmeza de categoría “firme”.

Se realizó además, la georeferenciación de las parcelas con presencia del acolchamiento de la hoja del tomate causado por Begomovirus en el Tempisque y Tres Ceibas, determinando que existen trece parcelas en las cuales se han presentado problemas de Begomovirus, de las cuales cinco fueron en las que se presencié por primera vez la sintomatología del acolchamiento de la hoja.

CAPÍTULO I

**"LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS PESTICIDAS
EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA".**

1.1 PRESENTACIÓN

El manejo de pesticidas es una de las actividades más importantes a ser tomadas en cuenta durante los procesos agrícolas dado a que se controlan las poblaciones de plagas a través de estos productos químicos bajo determinado ambiente. Estos productos si se utilizan incorrectamente, pueden ocasionar efectos adversos por contaminación sobre la salud humana y el ambiente. Razón por la cual se realizó una evaluación del manejo de los pesticidas por parte de los productores de El Tempisque, para ello se realizaron visitas de campo, encuestas y entrevistas con los productores para identificar el manejo que realizan con los pesticidas, se identificaron los pesticidas utilizados según el cultivo por cada productor de la localidad, se identificaron las principales enfermedades que afectan al rendimiento de los cultivos; y se elaboró un Árbol de Problemas con la información recabada.

Se determinó que en El Tempisque el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es más rentable, alcanzando 52,000 kilogramos por hectárea en promedio por ciclo del cultivo. Los productores de la localidad emplean para el control de insectos, pesticidas de categorías de los Organofosforados, Carbamatos y Piretroides. Para el control de enfermedades emplean principalmente Ditocarbamatos, Organomercuriales y Sales de Cobre, de los cuales los Organofosforados pueden provocar daños en la salud de los fumigadores y en el ambiente debido a que están clasificados como de alta toxicidad. Los productores cumplen con un 83.1 por ciento de manejo adecuado según lo establecido por La Asociación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos. Las enfermedades que en la actualidad están causando severas pérdidas (hasta 60 por ciento de pérdida) son: el acolchamiento de la hoja causado por los Begomovirus y la marchites bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* Smith. Mediante el Árbol de Problemas se pudo determinar que la dependencia general del uso de pesticidas, como medida de control de insectos y enfermedades es el problema central en la aldea El Tempisque.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Marco conceptual

A. Infraestructura

La infraestructura con que se cuenta en la El Tempisque se puede mencionar una iglesia, una escuela, un salón comunal de usos múltiples, además de que posee un pozo mecánico que se utiliza como fuente de abastecimiento de los habitantes (5).

La principal problemática en cuanto a infraestructura agrícola que afrontan en la región es la relacionada con el riego, ya que no existe ninguna fuente de abastecimiento cercana, incluso el agua potable en la aldea es escasa. Considerando la presencia de algunos nacimientos de agua en las partes aledañas, se han elaborado una serie de proyectos por parte de las distintas entidades de desarrollo locales para aprovechar este recurso y para solucionar este problema pero no se han podido poner en marcha por el alto costo que ello representa. Debido a ello solamente las personas que disponían del recurso económico necesario se organizaron (hace 8 años) para contratar una empresa para la implementación de un pozo mecánico e instalar un sistema de riego por goteo en el área de cultivo. Por aparte los pequeños productores, se dedican solamente a la producción de cultivos tradicionales (maíz y frijol) debido a este factor limitante (5).

B. Entidades locales para el desarrollo social

En la aldea años atrás funcionó una corporación municipal que estaba formada por dos alcaldes y seis regidores. Actualmente cuenta con un consejo comunitario de desarrollo (COCODE) el cual se conforma de ocho personas que son los encargados de realizar las políticas participativas para identificar y priorizar proyectos que beneficien a los habitantes de la aldea; así también existe un comité municipal de desarrollo (COMUDE) el cual tiene como función informar a las comunidades los criterios, factores financieros y políticos que influyen para incluir o no determinado proyecto según el presupuesto municipal (5, 8).

C. Área de cultivo

En El Tempisque, se estima que aproximadamente existen 1,800 hectáreas destinadas para los distintos cultivos que se producen por parte de los pequeños y medianos productores, sin embargo no está disponible continuamente toda el área, ya que hace algunos años atrás (4 a 6 años) el incremento de las enfermedades los ha obligado a tomar medidas de control como rotación de cultivos, evitar la siembra de los cultivos escalonados, y no sembrar en sitios contaminados (5, 9).

En la localidad se siembran aproximadamente 56 hectáreas por año de los cultivos tradicionales como el maíz y frijol. Uno de los cultivos más importantes era el arroz ya que se ha sembrado por años y venía proporcionando el sustento familiar a los productores, actualmente se siembra en 140 hectáreas por año alcanzando una producción de 5,800 kg/ha, pero en la actualidad han dejado de ser el más importante ya que en los últimos años (15-16 años) se ha venido sembrando tomate en aproximadamente 42 hectáreas por año y se ha convertido en una fuente de ingresos muy importante debido a su rentabilidad (Q 2.25 de ganancia por Q 1.00 invertido), ya que en arroz alcanza un rendimiento promedio de 5,800 kilogramos por hectárea y el tomate alcanza un rendimiento promedio de 52,000 kilogramos por hectárea; además también radica la importancia del tomate en la fuente de empleo que este genera para su manejo agronómico en donde no solo los trabajadores de El Tempisque son incluidos en las actividades de producción, sino que también personas provenientes de diversas localidades del departamento de Jalapa que en la actualidad son ellos los que llevan a cabo el manejo agronómico del cultivo (5, 9).

D. Los pesticidas

La Asociación Internacional de las Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos (4) indica que los pesticidas o plaguicidas son sustancias químicas destinadas a matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de plagas. Considerándose plaga a aquellos organismos nocivos que transmiten enfermedades, compiten por alimentos o dañan bienes económicos y culturales. Actualmente, aunque no se puede negar que los pesticidas han beneficiado la producción

agrícola y el combate de enfermedades humanas y animales, como la malaria, la fiebre amarilla, el dengue, el uso continuo y desmedido de los agroquímicos y la ausencia de normas efectivas de prevención determinaron la aparición de problemas que inciden sobre la salud humana y la supervivencia de numerosas especies en el ambiente. Entre los efectos nocivos por el uso de pesticidas se encuentran los siguientes:

a. Efectos indeseados en la salud humana por el uso de pesticidas

Con el aumento del uso de pesticidas se han presentado con mayor frecuencia los accidentes y enfermedades asociadas al empleo de pesticidas. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente se intoxican dos millones de personas por exposición directa o indirecta a pesticidas a nivel mundial. De ese total, el setenta y cinco por ciento de afectados pertenecen a los países subdesarrollados, donde se utiliza el 25 por ciento de la producción mundial de plaguicidas (2,4).

El contacto con pesticidas y su entrada al organismo (a través de la piel, respiración e ingestión) se produce por exposición laboral y en el hogar debido a usos y aplicaciones incorrectas, falta de medidas preventivas y de protección, almacenamiento inadecuado, reutilización de envases (comederos de animales, almacenamiento y traslado de agua) y fumigaciones aéreas (12). La Organización Mundial de la Salud reporta que se han detectado residuos de organoclorados y organofosforados en personas en contacto con pesticidas por ingestión (4).

Los efectos indeseados producidos dependen del pesticida, la dosis, la vía y el tiempo de exposición. Los efectos agudos (vómitos, diarrea, aborto, convulsiones, coma o muerte) están asociados a accidentes donde una única dosis alta es suficiente para provocar los efectos que se manifiestan tempranamente. Los crónicos (cánceres, leucemia, necrosis de hígado, malformaciones congénitas, etc.) se deben a exposiciones repetidas y los síntomas o signos aparecen luego de un largo tiempo (5 años ó más) de contacto con el pesticida, por lo que indica la OMS que dificulta su detección, debido a que su biotransformación es muy lenta (4, 12).

b. Efectos de los pesticidas sobre el ambiente

El uso de pesticidas provoca innumerables efectos indeseados como la generación de organismos resistentes, la persistencia ambiental de residuos tóxicos y la contaminación de recursos hídricos con degradación de la flora y fauna. Al aparecer resistencia en una plaga se requiere el incremento de las cantidades necesarias de pesticida o la sustitución por agentes más tóxicos para lograr controles efectivos. Como ejemplo de ello se pueden mencionar a los organoclorados que permanecen en los suelos sin degradación significativa hasta 30 años después de aplicados y como consecuencia favorece la incorporación a las cadenas tróficas, la acumulación en los tejidos grasos humanos y ganado; y según la Organización Mundial de la Salud aunque los organoclorados se utilizan escasamente desde el año de 1980, todavía se detectan sus residuos en tejidos vivos (4).

La contaminación de los cursos de agua se produce en forma directa por la aplicación de pesticidas en las aguas, por lavado de envases y equipo de aplicación, por lixiviación (infiltración) de productos, caída por desniveles y por contaminación de suelos. Las aguas contaminadas expanden el tóxico a la flora y fauna produciendo la muerte de especies, el aumento de la intoxicación humana, la pérdida del curso de agua como recurso utilizable y la contaminación de acuíferos. Asimismo, la aplicación de pesticidas altera los equilibrios existentes en las cadenas tróficas normales al causar la desaparición o disminución de los enemigos naturales de distintas plagas, de descomponedores de materia orgánica, de incorporadores de nitrógeno y de otras especies vitales para el ambiente como por ejemplo los polinizadores. Además el empobrecimiento de la biodiversidad puede conducir a la proliferación de las especies antagónicas de aquellas extinguidas, provocando nuevos desequilibrios ecológicos y nuevas plagas (2, 12).

Un efecto adverso adicional proviene de los envases, en países donde no existen normativas para su eliminación y frecuentemente se realiza la incineración a cielo abierto sin tener en cuenta que algunos productos al ser expuestos al calor desprenden dioxinas, las cuales presentan mayor toxicidad que el agroquímico original (12).

c. Uso adecuado de los pesticidas

Los productos agroquímicos son tóxicos, nocivos, irritantes o corrosivos. Se deben manipular y utilizar con el debido cuidado. Por lo cual se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

I. Compra de pesticidas

Determinar el lugar indicado donde comprarse el pesticida, así mismo, quién debe encargarse de la compra del mismo. Todo comprador antes de adquirir un pesticida debe asegurarse que el producto adquirido es el recomendado para solucionar el problema, también debe examinarse con mucho cuidado los envases y debe rechazar los que estén en mal estado, rotos, presenten filtraciones y un aspecto muy importante es que no le falte la etiqueta original a cada producto, ya que esto es un aspecto que no debe ser alterado o mal identificado (2).

II. Transporte de pesticidas

Las normas de la Asociación Internacional de las Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos (4) nos indican que siempre que sea posible no se debe transportar junto con alimentos, personas y animales u otros materiales para consumo o empleo humano o animal, si esto no fuera posible es necesario separarlo de todo lo que sea factible.

III. Almacenamiento de pesticidas

La GIFAP (4) recomienda que para almacenar los pesticidas se debe de seguir las siguientes consideraciones:

- i. Colocar los pesticidas fuera del alcance de los niños y de los animales domésticos, lejos de alimentos y bebidas, en un local bien ventilado, fresco y seco, separado de viviendas o establos y si es posible cerrado con llave.

- ii. Conservar los productos en sus envases de origen, bien cerrados, con sus etiquetas y ordenados por categorías (no juntar en el mismo lugar herbicidas con insecticidas). No utilizar envases de uso doméstico para almacenar pesticidas ya que pueden llevar a confundir éstos con alimentos o bebidas.
- iii. Identificar la ubicación de los medios de protección tales como extintores, salidas de emergencias, botiquines, etc.; por si pudiera necesitarse, mantenerlos visibles y no bloquear su acceso.

IV. Etiquetado de los pesticidas

Una etiqueta de pesticida es muy importante, ya que proporciona información de los productos químicos que contiene, para que sirva, cuales son los riesgos, como usarlo en forma segura y qué hacer en caso de accidente. La etiqueta es un documento legal. De acuerdo con la ley, a los fabricantes o importadores de pesticidas se les exige incluir información específica en las etiquetas de sus productos. La franja de color (Cuadro 1), corresponde a la categoría toxicológica, su función alertar a las personas (mediante las distintas coloraciones) respecto al grado de toxicidad del producto que se pretende utilizar (2, 4).

Cuadro 1. Clasificación toxicológica según el color de la franja en la etiqueta de los pesticidas de acuerdo a la GIFAP (Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos, 1993).

CLASIFICACIÓN TOXICOLOGICA				
CLASE (el color de la franja en base a la clase)	Toxicidad aguda, según la DL 50 (miligramos por kilogramos de peso de i.a.) en ratas.			
	ORAL		DERMICA	
	SÓLIDOS	LÍQUIDOS	SÓLIDOS	LÍQUIDOS
ia = Extremadamente peligroso	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos
Lb = Altamente peligroso	5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 - 400
II = Moderadamente peligroso	50 - 500	200 - 2,000	100 - 1,000	400 - 4,000
III = Ligeramente peligroso	500 - 2,000	2,000 - 3,000	Más de 1,000	Más de 4,000
IV = Precaución	Más de 2,000	Más de 3,000		

Fuente: Agrupación Internacional de las Asociaciones de Fabricantes de Productos Agroquímicos (4).

V. Protección del fumigador al realizar la aplicación de pesticidas

Al realizar las aplicaciones de los pesticidas se debe considerar lo siguiente:

- i. Leer atentamente la ficha de seguridad del producto y la etiqueta, cumpliendo rigurosamente las recomendaciones tanto de seguridad como técnicas especificadas en ellas.
- ii. Adoptar las precauciones desde las operaciones previas, al medir la cantidad de producto, verterlo, mezclarlo o cargarlo. Efectuar estas operaciones al aire libre o en un local bien ventilado.
- iii. Utilizar que utiliza el equipo adecuado que se especifica en la ficha de seguridad del producto (traje, guantes, gafas o lentes, mascarilla, etc.).

VI. Indicaciones al realizar la aplicación de pesticidas

La Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos indica que al momento de realizar las aplicaciones de los pesticidas (4), se deben seguir las siguientes indicaciones:

- i. Utilizar equipo de aplicación (bombas de mochila, guantes, etc.) adecuado y en buen estado.
- ii. No fumigar en contra del viento, no reparar las boquillas obstruidas soplando con la boca sino con agua o una sonda blanda, ni intentar limpiar las boquillas cuando la bomba esté en funcionamiento o cuando el depósito esté a presión.
- iii. En fumigaciones con bomba de mochila protegerse la espalda con plásticos o ropa impermeable.
- iv. Llevar ropa de trabajo adecuada, ésta debe cubrir la mayor parte del cuerpo, sin dejar zonas expuestas a un posible contacto con los productos. Se recomienda realizar los tratamientos durante las horas frescas del día.
- v. Debe llevarse mangas y pantalones largos, sin desgarros ni partes desgastadas. Utilizar elementos de protección impermeables que cubran la cabeza.

- vi. Preferentemente utilizar ropa de trabajo. La ropa normal puede adaptarse como ropa de trabajo, siempre que sea guardada separadamente y reservarla sólo para este uso.
- vii. La ropa de trabajo se deberá lavar después de cada uso. El lavado se efectuará sin mezclar con ropas utilizadas para otros usos diferentes a la fumigación.
- viii. Se debe usar guantes durante las aplicaciones ya que las manos son a menudo la parte más expuesta del cuerpo y al contacto con los productos. Utilizar guantes que se adapten cómodamente, flexibles para permitir operar con agilidad y suficientemente largos para que cubran las muñecas, llevándolos por dentro de las mangas. Se recomiendan los guantes de nitrilo o de goma natural.
- ix. Las botas que ofrecen la mejor protección y son fácilmente lavables después de cada jornada de trabajo son las de goma. Estas deben quedar siempre bajo el pantalón.
- x. Para protegerse del peligro de inhalación de polvos o vapores desprendidos durante la manipulación y aplicación de los productos utilizar mascarillas de protección. La mascarilla a utilizar deberá ajustarse a las particularidades del pesticida.

VII. Precauciones después de la aplicación de pesticidas

- i. Limpiar el material de aplicación empleado y sustituir las piezas desgastadas, como boquillas, gomas, etc.
- ii. Lavarse la cara y las manos antes de comer, beber o fumar. Al acabar la jornada, ducharse y lavar la ropa de trabajo, guantes y botas.

VIII. Disposición y eliminación de envases vacíos de pesticidas

Los pesticidas son envasados en una amplia variedad de recipientes, desde livianos envases de papel y metálicos, La mayor parte de los pesticidas se presentan en envases no retornables, los cuales pasan a ser propiedad y responsabilidad del comprador del producto (2, 12).

Los envases vacíos deberán lavarse, enjuagarse y almacenarse en sector aislado. Este depósito deberá estar en un lugar adecuado con el cuidado que queden lejos del

alcance de niños o los animales. Se debe de asegurar que los envases utilizados estén realmente vacíos, escurrirlos en caso de necesidad y luego enjuagarlos tres veces. Utilizar el líquido de lavado en la misma pulverización y luego inutilizar los envases y eliminarlos (2).

La Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos (4) indica que los envases vacíos deben ser totalmente escurridos y en todos los casos enjuagados tres veces. El agua de lavado debe agregarse a la bomba de mochila para ser utilizada en las mismas actividades. Estas tareas deben realizarse utilizando protección ocular y vistiendo ropa protectora adecuada, botas de goma y guantes. Para el procedimiento de limpieza se debe llenar el envase vacío aproximadamente en una cuarta parte con agua, se coloca la tapadera y se agita. Después se coloca el líquido del enjuague en el tanque de la bomba de mochila, esto se deberá repetir por lo menos dos veces, especialmente con aquellos envases que contuvieron un producto viscoso. Nunca se deben colocar o sumergir los envases en acequias, cursos de agua o lagunas para su lavado, ya que estas fuentes de agua quedarían probablemente contaminadas. Una vez finalizada la tarea deberán llevarse al "depósito de envases vacíos". Para la eliminación de envases vacíos, si las autoridades locales no ofrecen este servicio, se deberán eliminar los envases vacíos siguiendo las siguientes recomendaciones:

- a.** Inutilizar los envases lavados y enjuagados según el material con el cual fueron contruidos.
- b.** Los envases de cartón, papel o plástico pueden destruirse por fuego vivo, quemándolos en lugar abierto y arrojando los envases en forma individual. Evitar que el humo vaya hacía viviendas, depósito o corrales.
- c.** Los envases de vidrio o de metal pueden enterrarse a 50 centímetros de profundidad luego de romperse o aplastarse, para enterrarlos deberá efectuarse en un lugar alto, bien identificado y sin riesgo de contaminación de fuentes de agua.
- d.** Los envases metálicos pueden acumularse y transportarse en fardos luego de su prensado. Estos envases se destinan a un proceso de reciclaje.

IX. Formulaciones de los pesticidas

Según el código de la Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos (4), formulación es la combinación de varios ingredientes para hacer que el producto sea útil y eficaz para la finalidad pretendida. Existen distintas formulaciones de los pesticidas utilizados por los productores, entre estas se tienen: polvos mojables, granulados, concentrados emulsionables y soluciones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Formulaciones encontradas en las etiquetas de los productos agrícolas (Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos, 1993).

ABREVIATURA DE FORMULACIONES	DESCRIPCIÓN DE FORMULACIONES
SL	Líquido o concentrado soluble
SC	Suspensión concentrada
EC	Concentrado Emulsionable
SP	Polvo Soluble
WP	Polvo Mojable
DG	Polvo mojable
G	Granulado
WG	Gránulo dispersable en agua o mojable

Fuente: Agrupación Internacional de las Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos (4).

X. Categorías de los pesticidas

Según Zinther et. al. (12) existen diferentes grupos químicos que se utilizan como pesticidas, los cuales se dividen en categorías de acuerdo a su origen o su estructura química, entre ellos se mencionan:

i. Los Piretroides

Son compuestos que se originan de las Piretrinas, y son estables a la luz y al aire, característica que los diferencia de compuesto original (Piretrina). Los Piretroides modernos son insecticidas de amplio espectro. Entre los Piretroides encontramos a: las Aletrinas son efectivos a muchas plagas de verduras, frutas y otros cultivos. Por lo general no son efectivos contra ácaros por lo que hay que considerar que siendo de amplio espectro puede crear problemas de plagas al destruir a los depredadores de los ácaros. Su toxicidad a los insectos es mayor cuando se aplican en temperaturas bajas. Se recomienda usar las dosis recomendadas de estos productos para evitar resistencia en los insectos. Permetrin es especialmente efectivo y repelente contra lepidópteros, no se debe aplicar cuando hay abejas y otros polinizadores en el área, se degrada rápidamente en el suelo por hidrólisis. Cypermetrin su uso es el mismo que el Permetrin pero por su estructura tiene mayor efecto como insecticida. Decametrin se considera como el insecticida más tóxico que se ha sintetizado, por lo que se debe considerar su uso en lugares donde hay presencia de abejas (*Aphis* sp.) y peces (12).

ii. Los Organofosforados

También se les conoce como Organofosfatos, paratión es extremadamente tóxico para los mamíferos, razón por la cual ha sido reemplazado, es efectivo contra áfidos, lepidópteros, escamas, escarabajos y otros; sus residuos en el follaje permanecen tóxicos para los trabajadores por períodos largos en épocas de baja precipitación. metil paratión presenta las mismas características que paratión. Demetón es altamente tóxico para mamíferos, se usa por aspersion foliar para el control de áfidos, ácaros y otros, tiene una vida residual larga dentro de las plantas. Malatión es el principal Organofosfato por su amplio espectro y baja toxicidad para mamíferos, se utiliza para el control de moscas de la fruta (*Drosophylla*) y algunos homópteros. Dimetoato presenta las mismas características de malatión, se usa en aplicaciones foliares para el control de áfidos, trips y otros. Fosolone es sistémico en las plantas y se usa como insecticida y acaricida, especialmente efectivo contra áfidos. Azinfosmetil tiene acción residual prolongada y se usa para

controlar una gran variedad de plagas, siendo uno de los más efectivos, pero es altamente tóxico para mamíferos y peces. Clorpirifos tiene una acción residual corta en el follaje, es de amplio espectro y toxicidad baja en mamíferos (12).

iii. Carbamatos

Carbaril es un insecticida de toxicidad baja para mamíferos, es de amplio espectro en plagas de verduras y frutales, pero puede causar problemas de ácaros ya que no es efectivo a ellos, ya que estimula su oviposición y puede eliminar a sus depredadores; es muy tóxico para camarones, cangrejos y abejas (*Aphis sp.*). Metomil (insecticida) es muy efectivo para el control de larvas de lepidópteros en hortalizas, sus residuos son de duración relativamente corta; pero es muy tóxico para abejas (*Aphis sp.*), peces y mamíferos. Carbofuran es altamente tóxico para abejas (*Aphis sp.*) y mamíferos, además de insectos controla nemátodos pero no es efectivo contra ácaros. Aldicarb es un insecticida extremadamente tóxico, su uso se restringe a no ser usado en lugares cercanos a pozos y donde pueda contaminar fuentes de agua, se utiliza como insecticida, acaricida y nematocida sistémico. Pero no es efectivo contra larvas de lepidópteros (12).

1.2.2 Marco Referencial

A. Ubicación geográfica

La aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, se encuentra localizada a una Latitud Norte de 14° 29' 26'' y Longitud Oeste de 89° 37' 46''. Altitud de 910 msnm, no cuenta con bosques y tiene una extensión territorial de 2,166 hectáreas (Figura 1) (7, 9).

B. Vías de acceso

La aldea el Tempisque se localiza a 165 kilómetros. de la Ciudad Capital, siguiendo la carretera que de la cabecera departamental conduce al municipio de Agua Blanca. Sus límites: al Norte con el caserío La Parada; al Este con el caserío San Patricio; al Sur con el caserío Panalvía; al Oeste con el pueblo de Agua Blanca (Figura 2) (8, 9).

C. Suelo

Son suelos que corresponden a la Altiplanicie Central la cual abarca un 84.7 por ciento del departamento de Jutiapa, desarrollados sobre terreno casi plano a moderadamente inclinado, son suelos superficiales claros y subsuelos rojizos, con una profundidad media de 0.4 a 0.5 metros aproximadamente, con textura franco arcillo arenoso conteniendo de 20 a 25 por ciento de arcilla y de 25 a 30 por ciento de arena de textura fina, formando terrones duros cuando seco y plástico húmedo, con un alto contenido de materia orgánica (10).

D. Zona de vida

De acuerdo a De la Cruz (1982), la localidad se encuentra enmarcada en la zona de vida Bosque Subtropical seco (bs-S); con época de lluvia y época seca bien definidas. Es una de las zonas con menor precipitación pluvial de Guatemala (1).

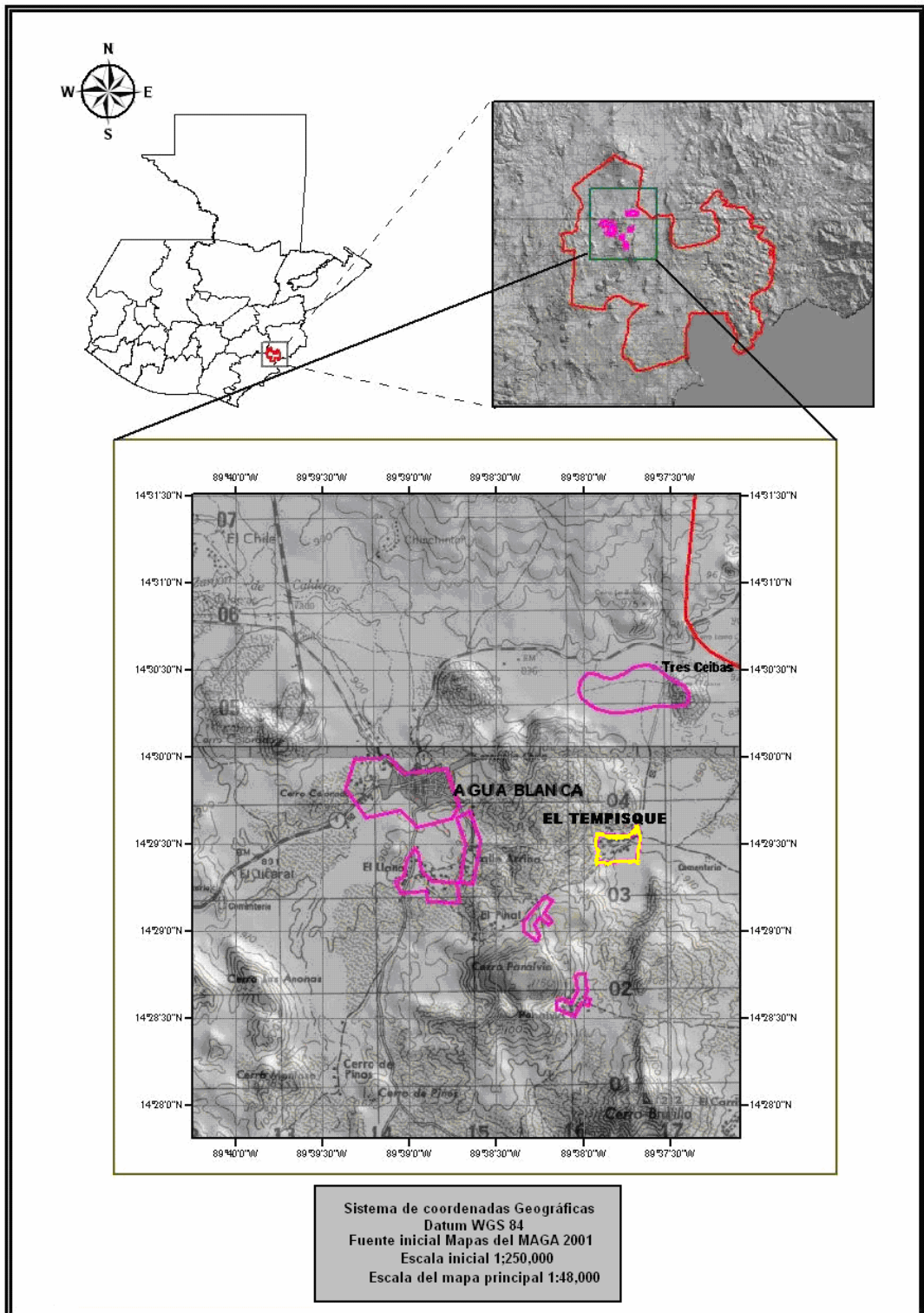


Figura 1. Ubicación geográfica de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

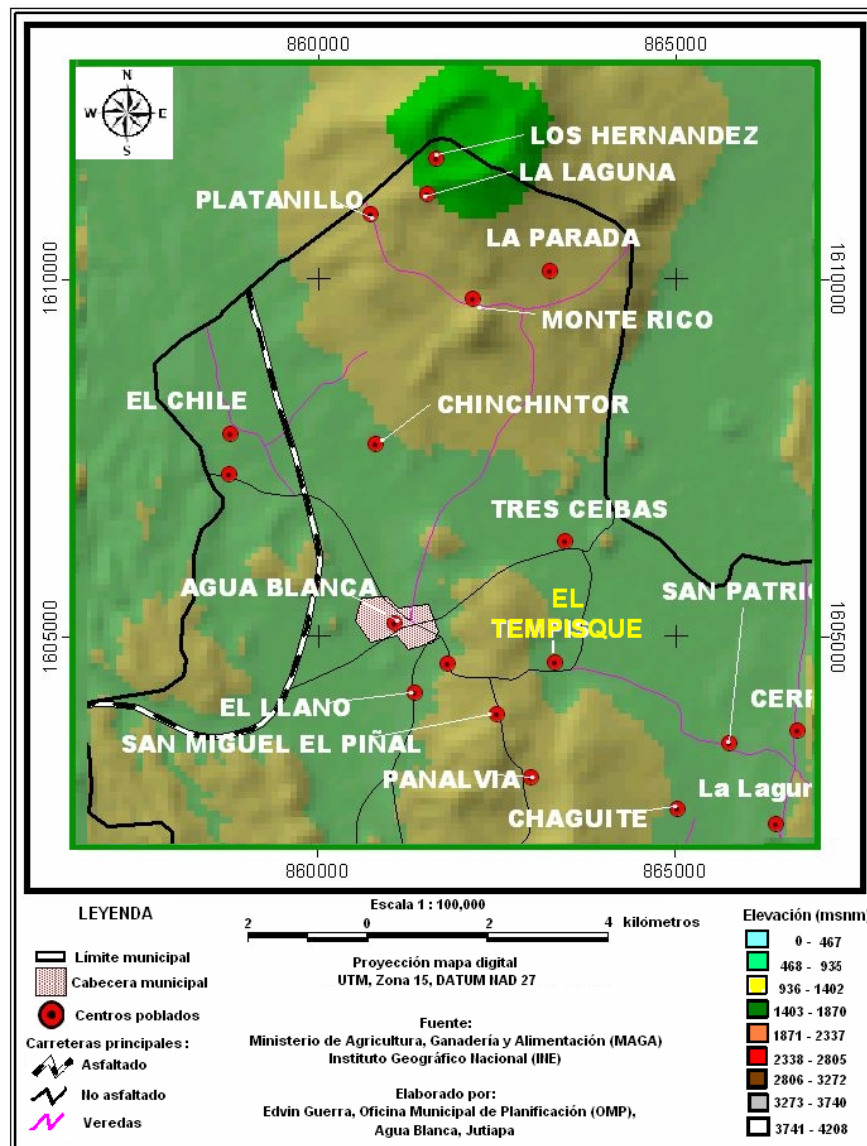
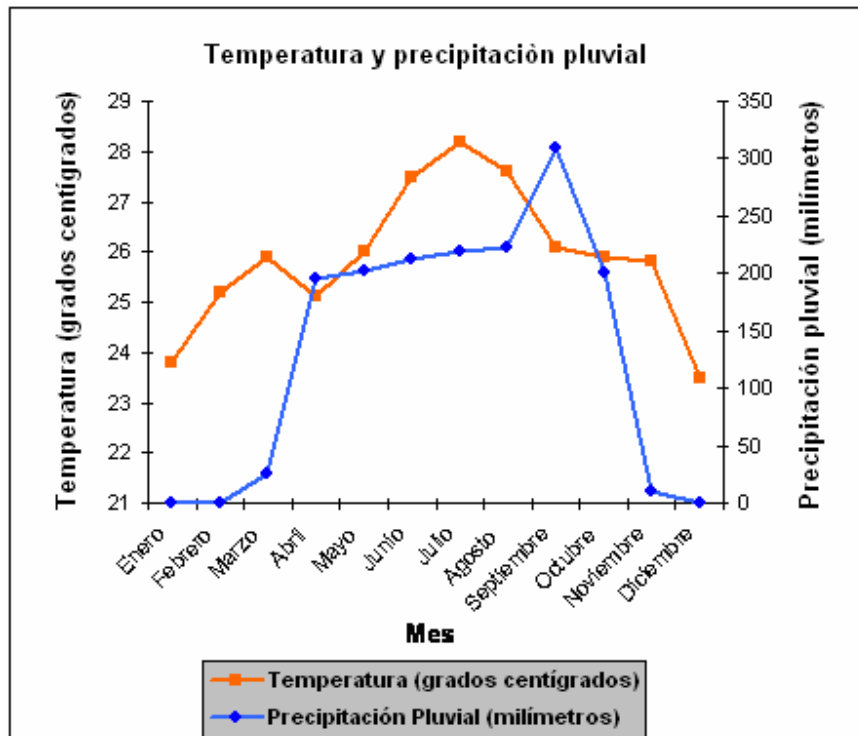


Figura 2. Vías de acceso a El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

E. Condiciones climáticas

El municipio de Agua Blanca se localiza a un rango de elevación de 800-1700 metros sobre el nivel del mar. Con una temperatura promedio anual de 25.8 grados centígrados; la temperatura máxima promedio se registra en Julio, superando los 33.2 grados centígrados; con una temperatura máxima absoluta de 35.0 grados centígrados. La

temperatura mínima promedio se registra en Diciembre, alcanzando 23.5 grados centígrados, con una temperatura mínima absoluta de 13.0 grados centígrados. Con una precipitación promedio anual de 133.2 milímetros; registrándose una precipitación pluvial máxima mensual promedio de 308.7 milímetros para el mes de Septiembre (Figura 3). Por lo general, la época seca ocurre de Noviembre a Abril (6, 9).



Fuente: INSIVUMEH, 2005. Estación climática Asunción Mita, Jutiapa.

Figura 3. Temperatura y precipitación pluvial en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, 2005.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

A. Hacer una descripción del manejo de los pesticidas por parte de los productores, con relación a la salud humana y el ambiente, en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

1.3.2 Específicos

A. Identificar el número de productores y el área disponible por cultivo.

B. Describir el método de control de insectos y enfermedades para cada cultivo.

C. Determinar si es adecuado el manejo de los pesticidas (compra, aplicación, almacenamiento, ambiente, etc.) empleados para cada cultivo por parte de los productores, basándose en lo establecido por la Asociación Internacional de Asociaciones de Fabricantes Nacionales de Agroquímicos.

D. Determinar las causas que dieron origen a la dependencia del uso de pesticidas como medio para control de insectos y enfermedades de los cultivos.

E. Elaborar un Árbol de Problemas identificando las causas y sus efectos del problema.

1.4 METODOLOGÍA

Según Zea (11) la metodología utilizada en realización a este tipo de estudio es el muestreo por encuestas, donde el instrumento es la entrevista o cuestionario, también se realizaron mediciones directas en el campo.

1.4.1 Recopilación de información general

Mediante una “visita de campo” se obtuvo respuesta a las siguientes interrogantes:

- A.** Número de productores.
- B.** Qué cultivos producen.
- C.** Qué plaguicidas se utilizan por cultivo.
- D.** Enfermedades que se presentan los distintos cultivos.
- E.** Área afectada de la planta.
- F.** Métodos de control de insectos y enfermedades.

1.4.2 Recopilación de información específica

Para ello se hizo necesario auxiliarse de encuestas por medio de boletas (Anexo 1) y entrevista directa con cada uno de los participantes para determinar la visión, experiencias y conocimientos propios, recopilándose aspectos:

A. Compra de pesticidas

- a.** Envase original u otro.
- b.** Elección en la compra de determinado pesticida.

B. Transporte de pesticidas

- a.** Transporta los pesticidas según normas de precaución.

C. Almacenamiento de pesticidas

- a. Entorno: condiciones aptas (higiene, seguridad, acceso, altura, y separación entre productos) para el almacenaje del plaguicida.
- b. Clasificación: orden de lógico de almacenamiento recomendado por las casas comerciales de estos productos.

D. Etiqueta de pesticidas

- a. Identificación o etiquetado del plaguicida: empleo de envases originales, y debidamente identificado para tener la certeza que el producto contenido en el envase es el adecuado para el fin deseado.
- b. Conocimiento de las indicaciones descritas en la etiqueta.

E. Aplicación de pesticidas

- a. Equipo de aplicación: aspersor (bomba) de mochila o de motor; funcionamiento de cada uno de los accesorios y cantidad de producto aplicado.
- b. Personal: forma de aplicación del producto, conocimiento de normas para el uso seguro y eficiente de los plaguicidas.
- c. La existencia de algún efecto nocivo en la salud de los fumigadores.

F. Desecho de envases de pesticidas

- a. Que destino tienen los envases vacíos de pesticidas.
- b. Que conocimiento posee respecto al desecho de envases de pesticidas.

G. Dosificación y calibración de pesticidas

- a. Conocimiento de la importancia sobre la dosis de aplicación.

H. Condiciones ambientales

- a. Conocimiento sobre el viento, temperatura y lluvia en el momento de aplicación de pesticidas.

I. Otros aspectos de importancia

- a. Recurso económico como factor influyente en el manejo de plaguicidas.

- b. Métodos de control (de insectos y enfermedades) utilizados en conjunto.
- c. Variedades resistentes empleadas.

1.4.3 Análisis de la información

A. Análisis del uso adecuado de los pesticidas

La Asociación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos (4), indica que todos los aspectos en relación con el uso adecuado de pesticidas, son de vital importancia para garantizar la efectividad de su aplicación, así mismo para proteger la salud de los trabajadores y del ambiente, por lo cual se asignó una ponderación porcentual a cada uno de los aspectos, que en conjunto deben sumar un 100 por ciento de uso adecuado de los pesticidas. Los aspectos a considerar fueron los siguientes:

Aspectos a evaluar	ponderación (en porcentaje)
a. Compra de pesticidas.....	12.5
b. Transporte de pesticidas.....	12.5
c. Almacenamiento de pesticidas.....	12.5
d. Etiqueta de pesticidas.....	12.5
e. Aplicación de pesticidas.....	12.5
f. Desecho de envases de pesticidas.....	12.5
g. Dosificación y calibración de pesticidas.....	12.5
h. Condiciones ambientales.....	<u>12.5</u>
Total.....	100

B. Árbol de Problemas

El Árbol del Problema, o Árbol de Causas - Efectos, se utilizó este instrumento para identificar las repercusiones encadenadas del problema y las causas que lo desencadenaron. El cual consistió en representar gráficamente los efectos identificados como consecuencia del problema (efectos) y las causas que se visualiza que dieron origen al problema (causas) (3, 11).

Las características de este método son las siguientes:

- a.** Es un procedimiento flexible
- b.** Su eficiencia y efectividad depende de los participantes
- c.** Genera un consenso de opiniones en el proceso de planificación
- d.** Requiere de una aplicación realista.

1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.5.1 Número de productores

Se determinó que existen 24 productores, clasificados de la siguiente manera:

- A. Siete medianos productores: con un área promedio de 14 hectáreas cultivadas por año, con cultivos como maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
- B. Diecisiete pequeños productores: con un área promedio de 2 hectáreas cultivadas por año, con cultivos como maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). (una hectárea ó menor área cultivada por año, varios cultivos (maíz, frijol y tomate).

El Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es cultivado en un área de 42 hectáreas a 77 hectárea por año y se ha convertido en una fuente de ingresos y de empleo muy importante, alcanzando un rendimiento por unidad de área (52,000 kilogramos por hectárea por ciclo de cultivo), mejor precio, facilidad de comercialización con relación a los otros cultivos y por la fuente de empleo que este genera. El arroz (*Oryza sativa* L.) se siembra en grandes extensiones (con un área disponible promedio de 160 hectáreas por año), pero presenta menor rendimiento por unidad de área (5,800 kilogramos por hectárea), y es un cultivo que depende en alto grado del recurso hídrico; además se siembran cultivos tradicionales como maíz (*Zea mays* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) los cuales se cultivan en una extensión aproximada de 56 hectáreas por año.

1.5.2 Control de insectos y enfermedades por cultivo

Se realizan aplicaciones de pesticidas preventivos en un promedio de 2 aplicaciones por semana, pero cuando se presentan los síntomas de la enfermedad se llegan a incrementar hasta en 3 fumigaciones por semana. Los pesticidas más utilizados para el control de insectos y enfermedades en El Tempisque se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Pesticidas utilizados en el control de insectos y enfermedades en el Tempisque.

Insecticidas		Funguicidas	
Categoría según Grupo químico	Ingrediente activo	Categoría según Grupo químico	Ingrediente activo
Organofosforados	Terbufós	Carbamatos	Metiltiofanato
	Metil parathion		Benzonitrilo halogenado
	Azinfos Methil		Etilen-bisditiocarbamato
	Etoprop		Propamocarb
	Fenamifos		Metalalaxil
	Fomix		Ditiocarbamatos
	Fosfaminas	Mancozeb	
Carbamatos	Carbofurán	Sales de cobre	Azufre
	Metomil		Maneb
	Carbosulfano		Metiran
	Propanocarb		Oxido de cobre
	Oxamil	Sulfato de cobre	
Piretroides	Permetrina		Carbendazim
	Cipermetrina		Óxido cuproso
	Lambda cialotina		Clorpicrina

A continuación se describen los principales insectos y enfermedades, así mismo su método de control en los cultivos en El Tempisque:

A. Control de insectos y enfermedades presentes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Entre los principales insectos y enfermedades que causan pérdidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) se encuentran los siguientes:

a. Control de insectos presentes en el cultivo de maíz

- i. Barrenadores (*Diatraea saccharalis*): afectan tallos, aplican al follaje productos de contacto e ingestión.
- ii. Chinchas (Familia *Coreidae*): afectan al grano, aplican productos de contacto.
- iii. Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.): afecta a las raíces, aplican insecticidas sistémicos.
- iv. Gusano elotero (*Helicoverpa zea* B.): afectan hojas y granos tiernos (en formación), aplican piretroides y productos a base de *Bacillus t.*
- v. Nochero (*Agrotis* spp.): afecta tallos, aplican insecticidas de contacto o ingestión.
- vi. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*): dañan las hojas, aplican insecticidas de contacto o ingestión.

b. Control de enfermedades presentes en el cultivo de maíz

- i. Antracnosis (*Colletotrichum*): afecta tallos y hojas, aplican productos preventivos de contacto.
- ii. Carbón y la roya común (*Helminthosporium* sp. y *Puccinia* sp.): afecta plántulas, en la actualidad tienen pruebas de variedades que presumen resistencia.

B. Control de insectos y enfermedades presentes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Entre los principales insectos y enfermedades que causan pérdidas en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se encuentran los siguientes:

a. Control de insectos presentes en el cultivo de frijol

- i. Nochero (*Agrotis* spp): afecta los tallos, aplican insecticidas de contacto o ingestión.
- ii. Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.): afecta las raíces, utilizan insecticidas sistémicos.

- iii. Gusano cogollero y gusano peludo (*Spodoptera frugiperda* y *Estigmene acrea*): afectan las hojas, aplican insecticidas de ingestión o de contacto.

b. Control de enfermedades presentes en el cultivo de frijol

- i. Carbón (*Entyloma* sp.): daña las hojas, aplican productos preventivos a la plántula y aspersiones de curativos.
- ii. Mal del talluelo (*Phytophthora* spp.): afecta a las plántulas, emplean semillas tratadas con funguicidas y pequeñas aplicaciones de Nitrógeno al suelo.
- iii. Mancha foliar y roya (*Alternaria alternata* y *Uromyces appendiculatus*): daña las hojas y vainas, realizan aplicaciones de preventivos de contacto y rotación de cultivos.
- iv. Virus (*Potivirus*): afecta principalmente las vainas, aplican insecticidas para el control de áfidos (vector).

C. Control de insectos y enfermedades presentes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

Entre los principales insectos y enfermedades que causan pérdidas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) se encuentran los siguientes:

a. Control de insectos presentes en el cultivo de arroz

- i. Nochero (*Agrotis* spp.): daña el tallo, el control lo realizan por medio de insecticidas de contacto o ingestión, empleo de cebos.
- ii. Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.): afecta raíces, aplican insecticidas sistémicos.
- iii. Picudo del grano (*Sitophilus* sp.): afecta a los granos, aplican Fosfaminas y Organofosforados.

b. Control de enfermedades presentes en el cultivo de arroz

- i. Manchado del grano y pudrición de la vaina (*Helminthosporium* y *Sarocladium oryzae*): aplican funguicidas preventivos de contacto.

- ii. Tizón (*Pyricularia oryzae*): afecta hojas, tallos y flores, como control utilizan bajas cantidades de fertilizantes nitrogenados y cuando hay daño severo realizan aspersiones con metiltiofanato.

D. Control de insectos y enfermedades presentes en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Entre los principales insectos y enfermedades que causan pérdidas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se encuentran los siguientes:

a. Control de insectos presentes en el cultivo de tomate

- i. Afidos (*Aphis* spp.): dañan las hojas, aplicación de insecticidas sistémicos por contacto e ingestión, como Tiametoxam.
- ii. Gusano del fruto (*Heliothis* spp.): afecta el área foliar, realizan aplicaciones de Tiametoxam y Piretroides.
- iii. Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*): daño en las hojas, control por insecticidas sistémicos como Tiametoxam, Lambda-Cihalotina (Piretroide).

b. Control de enfermedades presentes en el cultivo de tomate

- i. Marchites bacteriana (*Ralstonia solanacearum* Smith): afecta a la planta en su totalidad, control mejorando el drenaje, además de pruebas con variedades resistentes.
- ii. Marchites (*Fusarium* sp.): afecta hojas y tallo, control con aplicaciones de Clorpicrina al pilón como preventivo.
- iii. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*): daña hojas tallos y fruto, control con productos preventivos a base de Benzonitrilo, Benzonitrilo halogenado, Etilen-bisditiocarbamato de manganeso.
- iv. Tizón temprano (*Alternaria solani*): afecta hojas y tallos, control efectuado con Benzonitrilos, carbamatos y productos cúpricos.

- v. Virus del acoloramiento de la hoja (Begomovirus): amarillamiento y acoloramiento de la hoja, enanismo de la planta, se realizan aplicaciones de pesticidas de varios grupos químicos, entre ellos los Organofosforados para disminuir la población de la mosca blanca (vector), se realizan pruebas con variedades resistentes.

1.5.3 Evaluación del uso adecuado de los pesticidas en el Tempisque

A. Compra de pesticidas

Los resultados de las boletas de encuesta indican que de la mayoría de productores, un 96 por ciento, debido a la experiencia que han ido adquiriendo a través de los años y las visitas periódicas que reciben por parte de técnicos de distintas instituciones, el producto que compran es el que mejor resultado les ha dado en el control de insectos y enfermedades. Mientras que solamente un 4 por ciento recibe la recomendación del plaguicida que debe de comprar de parte del vendedor del agroservicio por lo que debe considerar que si esta recomendación no es acertada será un gasto posiblemente innecesario.

B. Transporte de pesticidas

La mayoría de los productores (84 por ciento de productores) de la aldea El Tempisque, según las encuestas realizadas se determinó que si están cumpliendo con todas las normas de precaución al transportar los plaguicidas y los alimentos por separado.

C. Almacenamiento de pesticidas

Durante las visitas a los productores se pudo establecer que el 90 por ciento poseen una bodega específica para almacenar el equipo y los pesticidas; mientras que un 10 por ciento aunque poseen un lugar específico para almacenamiento, no cumplen con las normas establecidas por la Asociación Internacional de Fabricantes de Agroquímicos (4).

D. Etiqueta de pesticidas

Debido a ello en la encuesta se consideraron aspectos como el grado de alfabetismo de los horticultores entrevistados ya que con ello se pretendía establecer si los productores estaban en la capacidad de analizar y poner en práctica la información que se brinda en la etiqueta, y de lo contrario evaluar si las personas que se encontraban en desventaja, saber si necesitaban que les fuera leída la etiqueta antes de la aplicación de dicho producto. De lo cual se determinó que el 76 por ciento de los trabajadores leen las etiquetas antes de la aplicación, un 7 por ciento no saben leer por lo cual indican que piden a un compañero de trabajo que lean la etiqueta y un 9 por ciento no respondió.

E. Aplicación de pesticidas

La bomba de mochila manual (aspersora de mochila) es utilizada por todos los productores y los que disponen del recurso económico necesario cuentan además con bombas de mochila con motor, de ellos el 79 por ciento le dan mantenimiento constante y el 21 por ciento indican que eventualmente le dan el mantenimiento necesario.

El 81 por ciento de los agricultores si utilizan equipo de protección (mascarillas, gabacha o capa, lentes, guantes, etc.) para la aplicación de plaguicidas. Mientras que un 19 por ciento indica que no utiliza el equipo por incomodidad al momento de la aplicación.

F. Desecho de envases de pesticidas

En los resultados de la encuesta realizada se estableció que un 87 por ciento de los productores de la región cumplen con las normas de desecho de envases. Indican que el manejo de los envases consiste en lavarlos, enjuagarlos, perforarlos, y poseen un área específica para guardarlos. El otro 13 por ciento de ellos no cumplen con todas las normas, pero tratan de no dejarlo tirado en el área del cultivo ya que están consientes de lo que esto pueda ocasionar.

G. Dosificación y calibración de pesticidas

Según la encuesta realizada se determinó que la dosis aplicada por los productores de la región un 82 por ciento indica que la dosificación está basada en lo que se establece en la etiqueta del producto; y un 18 por ciento de ellos indica que no puede aplicar la recomendada ya que está en función del grado de daño ocasionado por insectos y enfermedades, estos últimos argumentan que se la dosis aplicada a veces es menor que la recomendada, ya que en ocasiones se presenta poco número de insectos por planta o si son enfermedades cuando se inician los síntomas aplican menor cantidad que la dosis establecida, ya que indican que de esa forma se protege al ambiente.

H. Condiciones ambientales al momento de la aplicación

El 71 por ciento de los productores no aplican plaguicidas cuando existen fuertes vientos o cuando se prevee lluvia, ya que los fuertes vientos pueden hacer que los plaguicidas sean arrastrados lejos del punto de interés a aplicar, y lo mismo puede ocurrir con la lluvia. Un 21 por ciento de los productores indicó que aplican sin considerar las condiciones ambientales cambian constantemente, mientras que un 8 por ciento indicó que desconocen la influencia de las condiciones ambientales en el momento de la aplicación de pesticidas.

La evaluación de los aspectos a considerar para del uso adecuado de los pesticidas según lo establecido por La Asociación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos, GIFAP (4), se realizó de acuerdo a la información recabada de las visitas de campo, encuestas (Anexo 1) y comunicación personal con los productores, quedando de la siguiente manera:

Aspectos evaluados	ponderación (en porcentaje)
a. Compra de pesticidas.....	12.0
b. Transporte de pesticidas.....	10.5

c. Almacenamiento de pesticidas.....	11.25
d. Etiqueta de pesticidas.....	09.5
e. Aplicación de pesticidas.....	10.0
f. Desecho de envases de pesticidas.....	10.8
g. Dosificación y calibración de pesticidas.....	10.25
h. Condiciones ambientales.....	<u>08.8</u>
Total.....	83.1 por ciento de uso adecuado de pesticidas según lo establecido por GIFAP (4)

1.5.4 Causas que originan la dependencia de plaguicidas

Los productores argumentaron que en la actualidad en el cultivo del tomate están causando severas pérdidas (hasta 60 por ciento de pérdidas) en tomate las siguientes enfermedades:

- a. El acolchamiento de la hoja causado por los Begomovirus.
- b. La marchites bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* Smith.

Además, indican que no se cuenta con materiales resistentes a dichas enfermedades, y que las pruebas de materiales resistentes que se han realizado por parte de las universidades del país y de algunas empresas comerciales, los resultados no han sido satisfactorios para los productores, ya que indican que aunque se presume resistencia de algunos materiales experimentales, en cuanto a la calidad del fruto, algunos no presentan firmeza o la forma del fruto no se asemeja al híbrido comercial Sheriff, el cual se cultiva en la localidad, pero presenta la desventaja de ser susceptible a Begomovirus y *Ralstonia solanacearum* Smith.

1.5.5 Árbol de Problemas

El Árbol de Problemas (Figura 4) se elaboró con la información recabada producto de la participación de cada uno de los productores, así como de las boletas de encuesta (Anexo 1); lo cual permitió identificar y visualizar los factores causales que están incidiendo en la generación de un problema. Determinando el cultivo del tomate es el que genera mayores ingresos según el rendimiento obtenido (52,000 kilogramos por hectárea en promedio por ciclo de cultivo) por unidad de área a los productores de la localidad y que las enfermedades que mayores pérdidas generan (60 por ciento de pérdida en rendimiento) es la marchites bacteriana (causada por *Ralstonia solanacearum* Smith) y el acolochamiento de la hoja (causado por Begomovirus). Para el control de estas enfermedades no se encuentra disponible ningún pesticida u otro método de control efectivo, por lo que las fumigaciones se centran en el control del vector (*Bemisia tabaci*) del acolochamiento de la hoja, y además se están realizando pruebas de híbridos y variedades experimentales en busca de resistencia a las enfermedades en mención. Se realizan aplicaciones de pesticidas preventivos en un promedio de 2 aplicaciones por semana, pero cuando se presentan los síntomas de la enfermedad se llegan a incrementar hasta en 3 fumigaciones por semana; razón por la cual se determinó como el problema central a la dependencia del uso de pesticidas como medida de control de insectos y enfermedades. De la información obtenida también se pudo establecer que entre los pesticidas utilizados se encuentran algunos pesticidas del grupo químico de los Organofosforados, los cuales son altamente peligrosos, ya que pueden causar serios problemas a la salud de los fumigadores y puede afectar el ambiente, el uso de estos pesticidas se observó principalmente por parte de los pequeños productores de la región. Se determinó que los productores de la región cumplen con un 83.1 por ciento con el manejo adecuado de los pesticidas según las normas establecidas por La Asociación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos.

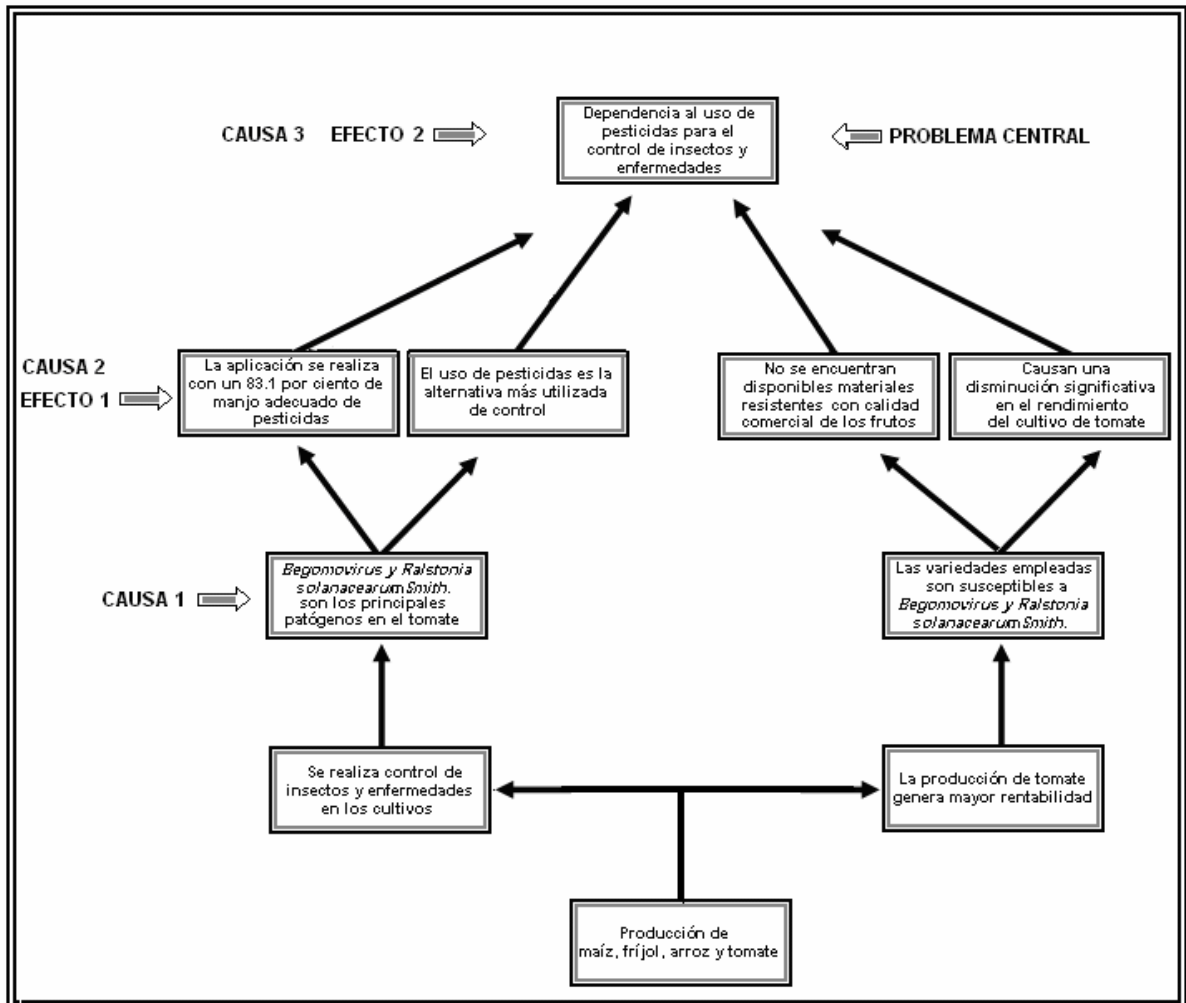


Figura 4. Árbol de Problemas donde se detallan las causas y efectos, identificando el problema central en El Tempisque.

1.6 CONCLUSIONES

- 1.6.1 En el tempisque se cuenta con 24 productores que se dedican a la producción del maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
- 1.6.2 Para controlar los principales insectos y enfermedades de los cultivos, emplean pesticidas de las categorías de los Organofosforados, Carbamatos y Piretroides para el control de insectos; y además, Ditocarbamatos, Organomercuriales y Sales de Cobre principalmente para el control de enfermedades.
- 1.6.3 De acuerdo a los aspectos (compra de pesticidas, transporte de pesticidas, almacenamiento de pesticidas, etiqueta de pesticidas, desecho de envases de pesticidas, dosificación y calibración de los pesticidas y las condiciones ambientales a considerar al momento de la aplicación de los pesticidas) para evaluar el uso adecuado de los pesticidas; se determinó que en El Tempisque se utilizan dichos productos con un 83.1 por ciento de manejo adecuado según lo establecido por la Asociación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Agroquímicos.
- 1.6.4 Los productores argumentaron que las enfermedades que en la actualidad están causando severas pérdidas (hasta 60 por ciento de pérdida) son: el acolochamiento de la hoja causado por los Begomovirus y la marchites bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* Smith. Además, indican que no se cuenta con materiales resistentes a dichas enfermedades, y que de las pruebas de materiales resistentes que se han realizado, el fruto de tomate no presenta firmeza, o la forma del fruto no se asemeja al híbrido comercial (Sheriff) que ellos producen, el cual presenta la desventaja de ser susceptible a Begomovirus y *Ralstonia solanacearum* Smith.
- 1.6.5 Según el árbol de problemas se pudo determinar que la dependencia general del uso de pesticidas como medida de control de insectos y enfermedades es el problema central en El Tempisque.

1.7. RECOMENDACIONES

- 1.7.1 Siendo el acolochamiento de la hoja y la marchites bacteriana (causado por *Begomovirus* y *Ralstonia solanacearum* Smith, respectivamente) del tomate las enfermedades que mayores pérdidas ocasionan a los productores de la región; se recomienda el control fitogenético mediante el uso de variedades resistentes, específicos para las enfermedades en mención, y de esa manera disminuir el uso de pesticidas y con ello proteger la salud humana y el medio ambiente que es lo que se persigue.
- 1.7.2 En el caso de virosis, incorporar métodos de control cultural como la eliminación de los rastrojos del ciclo anterior, eliminación de malezas, evitar cultivos escalonados, utilización de plásticos, cultivos trampa y control mecánico como lo es el uso de trampas entomológicas; y en el caso de la marchites bacteriana, utilizar buen drenaje en el área de cultivo, eliminar plantas con síntomas, no sembrar plantas en lugares contaminados, etc.
- 1.7.3 Se debe buscar ayuda con las distintas universidades del país, los distribuidores de pesticidas y con otras instituciones relacionadas con los pesticidas, para realizar capacitaciones en el tema del manejo adecuado de pesticidas, ya que se identificó que un 16.9 por ciento de los productores (principalmente pequeños productores) no conocen todas las medidas de precaución que se debe de tener al momento de manipular los pesticidas, lo cual puede provocar problemas de salud en los fumigadores y contaminación del ambiente.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. EDIFARM. 2001. VadeAgro: servicios de la información técnica y publicitaria a la agroindustria. 1 ed. Guatemala. p. 59-62.
3. Fuentes, M. 1996. Elementos para la elaboración de proyectos de desarrollo a nivel local. 1 ed. Guatemala. p. 10-12.
4. GIFAP (Agrupación Internacional de las Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Productos Agroquímicos, BG). 1993. Normas para el empleo seguro y eficaz de los plaguicidas bajo lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Bruselas, Bélgica. p. 9-37.
5. Guerra, E. 2005. Infraestructura y agricultura en la aldea El Tempisque (entrevista). Agua Blanca, Jutiapa, Guatemala, Consejo Municipal de Desarrollo.
6. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2006. Registros climáticos de la estación experimental de Asunción Mita, Jutiapa. 1991-2005. Sin publicar.
7. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala; según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Escala 1: 1.000,000. Color.
8. OMP (Oficina Municipal de Planificación, GT). 2005. Agua Blanca: Bases de datos MAB, Jutiapa, Guatemala.
9. Sandoval, M. 2003. Monografía de Agua Blanca, Jutiapa. 4 ed. Guatemala. s.e. p. 21-46.
10. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 419-443.
11. Zea, MA; Castro, HS. 1995. Formulación y evaluación de proyectos. Guatemala. p. 13-16.
12. Zinther, W; Nogueira, R. 1,999. Manejo integrado de plagas. Brasil, Universidade Federal de Vicosa, Departamento de Entomología. p. 249-268.

CAPÍTULO II

"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA CAUSADO POR LOS GEMINIVIRUS DEL GÉNERO BEGOMOVIRUS Y EL POTENCIAL COMERCIAL DE 20 HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA".

"EVALUATION OF THE RESISTANCE TO THE LEAF CURL CAUSED BY THE GEMINIVIRUS OF THE GENDER BEGOMOVIRUS AND THE COMMERCIAL POTENTIAL OF 20 TOMATO EXPERIMENTAL HYBRIDS (*Lycopersicon esculentum* Mill.) IN EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA".

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo del tomate es una de las hortalizas que más se cultivan en nuestro país, sin embargo, los productores desde 1,982 han venido afrontado serios problemas como consecuencia de los insectos y enfermedades del cultivo, entre ellas se encuentra el acolochamiento de la hoja, que es una enfermedad ocasionada por los Geminivirus del género Begomovirus, los cuales son transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (1, 22).

En la aldea El tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, el acolochamiento de la hoja causado por Begomovirus representa una de las enfermedades que mayor daño ha ocasionado. En la actualidad se cuenta con 24 productores que se dedican a la producción del cultivo de tomate ya que se les facilita el acceso al mercado tanto nacional como internacional (El Salvador). Sin embargo, se han visto en la necesidad de reducir su área de producción, consecuencia del acolochamiento de la hoja del tomate, anteriormente el área de producción aproximada era de 77 hectáreas por año siendo reducido a 42 hectáreas por año (30 manzanas por ciclo), se obtenía un rendimiento promedio de 129,545 kilogramos por hectárea por año (2,000 cajas de 50 libras por manzana por ciclo) pero en la actualidad solamente se alcanza un rendimiento promedio de 84,090 kilogramos por hectárea por año (1,300 cajas de 50 libras por manzana por ciclo) y que solamente cuando no se presentan altas poblaciones del vector (*Bemisia tabaci*) alcanzan un rendimiento de 103,500 kilogramos por hectárea. En algunas ocasiones se ha llegado a perder casi en su totalidad las plantaciones debido al daño severo provocado por el virus en mención (33, 34).

Como una alternativa para el control del acolochamiento de la hoja se encuentra el empleo de materiales resistentes, por lo cual se desarrolló una parcela experimental donde se evaluó la resistencia de 20 híbridos experimentales proporcionados por el programa de mejoramiento de tomate desarrollado por el PhD. Luis Mejía de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala con la colaboración de la Universidad Hebrea de Jerusalem, Israel; Centro Volcani de Israel; Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Francia y la Universidad de Florida y Wisconsin, Estados

Unidos. Los híbridos experimentales fueron obtenidos al cruzar las líneas producto de la selección de plantas durante varios ciclos consecutivos, en las cuales se encontraron materiales que presentan cierta resistencia a los Geminivirus, la resistencia de estas líneas es derivada de las especies *Lycopersicon hirsutum* Dunal., *Lycopersicon peruvianum* (L.) Miller y *Lycopersicon chilense* Dunal., los cuales fueron cruzados con otros materiales que no son resistentes pero que la calidad comercial del fruto es satisfactoria para la comercialización en el mercado local.

La resistencia se determinó mediante la evaluación de incidencia y severidad de la enfermedad. Además, se determinó potencial comercial en función del rendimiento, coloración, tamaño, firmeza y grados Brix para los 20 híbridos experimentales y el híbrido comercial Sheriff (testigo). De ello, se determinó que los híbridos XA75, XA81, XA82, XA105, XA106, XA108, XA92, XA200 y XA224 fueron los que mostraron menor incidencia de la enfermedad, alcanzando un 46.7, 56.7, 63.3, 63.1, 63.8, 62.5, 60.0, 56.7 y 65.8 por ciento respectivamente de incidencia del acolochamiento de la hoja; mientras que los híbridos XA127, XA126, XA75, XA192, XA81, XA191, XA200, XA107 y XA108 mostraron los valores más bajos de severidad del acolochamiento de la hoja alcanzando 1.58, 1.60, 1.62, 1.71, 1.63, 1.67, 1.67, 1.76 y 1.60 grados de severidad respectivamente; pero todos los híbridos experimentales mostraron mayor resistencia en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó el valor promedio de 3 grados de severidad del acolochamiento de la hoja. Los híbridos XA105 (80,341 kg/ha), XA108 (76,684 kg/ha), XA177 (74,286 kg/ha), XA107 (72,203 kg/ha), XA185 (71,450 kg/ha), XA192 (70,376 kg/ha), XA126 (68,561 kg/ha), XA191(67,382 kg/ha), XA127 (62,022 kg/ha), XA125 (62,000 kg/ha), XA75 (60,111 kg/ha), XA106 (59,006 kg/ha), XA218 (58,402 kg/ha), XA224 (57,365 kg/ha) y XA124 (55,170 kg/ha), los cuales estadísticamente alcanzaron rendimientos iguales al reportado en el híbrido comercial Sheriff (58,837 kg/ha); los híbridos XA75, XA82, XA105, XA123, XA124 y XA218 que presentan una forma que se asemeja al híbrido Sheriff. Los híbridos experimentales XA125 y XA177 presentaron firmeza de categoría "Firme" igual que el híbrido comercial Sheriff.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1 Marco conceptual

A. Mejoramiento de plantas

El mejoramiento de plantas constituye el conjunto de métodos biológicos tendientes a crear por la vía genética, variedades de plantas cultivadas cada vez mejor adaptadas a las exigencias cuantitativas y cualitativas de la producción agrícola. La mayoría de especies silvestres tienen un gran potencial en el mejoramiento, dada la diversidad de su plasma germinal han sido hibridadas con formas cultivadas por el interés de sus genes de resistencia a diversas enfermedades y para mejorar el color y la calidad de sus frutos (7,26).

B. Mejoramiento genético en el tomate

Lycopersicon esculentum Mill. es una especie diploide con $2n = 24$ cromosomas. La flor es hermafrodita y su estructura asegura una estricta autogamia, lo cual favorece los estudios genéticos puesto que conduce a una pronta expresión de las mutaciones recesivas, la facilidad de hibridaciones controladas y la falta de duplicación génica. Debido a su autogamia, el tomate cultivado presenta una variabilidad reducida para determinados caracteres; este problema se ha superado exitosamente con el uso de especies silvestres que representan una importante fuente de variabilidad, como es el caso de *L. peruvianum* (L.) Mill., especie de la cual se obtuvo la resistencia a nematodos formadores de nudos radiculares, también es fuente, entre otras, de las resistencias a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici* (gen Frl); *Pyrenochaeta lycopersici* (gen pyl); virus del mosaico del tabaco (genes Tm-2 y Tm-2²); virus del bronceado del tomate (gen Sw-5) y algunos Geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia*) (7, 28).

El género *Lycopersicon* comprende nueve especies de las cuales ocho se han mantenido dentro de los límites de sus lugares de origen. *L. esculentum* Mill. en su forma

silvestre *ceraciforme* fue traída como maleza a Centroamérica. Las especies silvestres al igual que el tomate cultivado son plantas herbáceas, anuales o perennes. Todas son diploides con el mismo número de cromosomas que la especie cultivada. Los cruzamientos interespecíficos tienen éxito cuando se utiliza *L. esculentum* Mill. como madre y para las que presentan problemas como *L. peruvianum* (L.) Mill. y *L. chilense* Dunal se utiliza el cultivo de embriones inmaduros (7).

C. Mejoramiento del tomate en Guatemala

Debido a que no se ha encontrado ninguna fuente de resistencia en la especie cultivada *L. esculentum*; la evaluación del germoplasma de tomate en nuestro país inició en 1,998 con la búsqueda de plantas tolerantes a Geminivirus a través de un programa de mejoramiento genético planteado por el PhD. Luis Mejía de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La selección de plantas durante varios ciclos de crecimiento consecutivos ha permitido la producción de varias líneas que presentan decrecimiento en los síntomas de infección y alta producción. Después de cuatro años en el 2002; el principal resultado fue la producción de varias líneas de tomate resistentes a los Geminivirus locales; dos de los híbridos obtenidos de estas líneas llamados Llanero 2 y Llanero 7 son de particular interés para poder en un futuro cercano ofrecerlos a los productores locales. Los aspectos en los cuales es necesario trabajar ahora para mejorar la calidad de estos híbridos son los siguientes: la forma y dureza del fruto que actualmente no responde a lo requerido por el mercado local y el estudio de introducción de resistencias contra otros patógenos que afectan al tomate tales como los nematodos, hongos y bacterias. Este último aspecto fue considerado como prioridad del programa de mejoramiento genético de tomate a corto plazo (17).

Las primeras evaluaciones fueron realizadas con genotipos de tomate que poseen resistencia al Geminivirus del hemisferio oriental llamado virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV) actualmente presente en el Caribe. Estos genotipos derivan su resistencia de las especies silvestres *Lycopersicon peruvianum* (L.) Miller, *Lycopersicon pimpinellifolium* (L.) Miller y *Lycopersicon hirsutum* Dunal. Los materiales fueron obtenidos

de El Instituto Nacional de Investigación Agronómica, Francia (INRA); Universidad Hebrea de Jerusalem, Israel (HUJI) y del Centro Volcáni, Israel. Determinando que poseen tolerancia a los geminivirus locales, virus del enrollamiento severo de la hoja del tomate (ToSLCV), virus del moteado dorado del tomate (ToGMoV) y virus del mosaico dorado del pimiento (PepGMV)(33).

En la Unidad de Riego Sansirisay (URS), Sanarate, El Progreso; durante varias generaciones se obtuvieron selecciones de genotipos tolerantes a TYLCV, con resistencia derivada de especies silvestres tales como *Lycopersicon hirsutum* Dunal y *Lycopersicon peruvianum* (L.) Miller. Estas líneas no podían ser utilizadas directamente para la producción comercial de tomate debido a que la calidad de sus frutos no es satisfactoria para su comercialización en el mercado local, además de ser susceptibles a otros patógenos de importancia y tener un bajo rendimiento. Debido a ello realizaron la producción de híbridos para lo cual las líneas tolerantes fueron cruzadas con genotipos susceptibles a Geminivirus, pero resistentes a otros patógenos y con buenas características de fruto y alto rendimiento; de ello reportaron como resultado la identificación de algunos híbridos con altos niveles de tolerancia, rendimiento y una calidad del fruto aceptable, pero aún no la óptima (17).

En el primer ciclo del cultivo (septiembre 2001-febrero 2002) en la Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, los mejores híbridos, que presentaron bajos niveles de severidad y alto rendimiento fueron H1 y H7, con rendimientos superiores a 1 kilogramo por planta. Se proporcionó semilla de ellos a un agricultor de la Unidad de Riego Sansirisay, Sanarate, el cual reportó de ellos un buen comportamiento agronómico pero con poca firmeza en el fruto (17).

Posteriormente, evaluaron otros híbridos y sobresalieron los formados por las líneas GF, derivadas del híbrido FAVI-9. Mientras que el híbrido GF3 X H22 presentó un buen rendimiento y el fruto fue de buena calidad. Los híbridos producidos por el cruce entre líneas resistentes, se indica que tuvieron una resistencia aceptable y altos rendimientos, sin embargo nuevamente el factor limitante fue la calidad del fruto (17).

En los ensayos reportados en la Unidad de Riego Sansirisay desarrollados en el año 2003, los híbridos fueron evaluados en condiciones de alta presencia de mosca blanca y sin protección química contra el vector. Los mejores híbridos fueron H35 y H36, debido a que poseen un bajo índice de severidad, alto rendimiento (peso promedio de fruto por planta, un buen tamaño del fruto) y una buena firmeza; estos híbridos los obtuvieron del cruce de líneas con resistencia derivada de *L. hirsutum* Dunal, Favi 9 y Favi 12. Seguidamente están los híbridos H7, H22 y H25 que presentaron un buen rendimiento, un bajo índice de severidad y presentaron firmeza; los híbridos que se mencionan son producto del cruce entre una línea susceptible y una línea con resistencia derivada de *L. hirsutum* Dunal (Favi 9) (17).

Según Mejía (2003), el hecho de que los cruces entre líneas resistentes por líneas susceptibles mostraron resistencia, indicaría que la resistencia en todos los casos es al menos parcialmente dominante. El que los cruces entre las líneas resistentes muestren un alto nivel de resistencia indicaría que los sistemas genéticos responsables de la resistencia son complementarios. Especificando que a partir de estos híbridos es que se ha venido dando el proceso de selección, esperando obtener nuevas líneas que incorporen genes de resistencia de las dos fuentes. Además indica que pudo observarse en el campo una relación directa entre síntomas de la enfermedad y el rendimiento (17).

En conjunto con los cruces entre líneas resistentes con líneas susceptibles se han venido desarrollando trabajos de genética y selección asistida por marcadores moleculares que permitan determinar la base de esta resistencia y la posibilidad de explorar la incorporación de varios genes de resistencia en una misma planta. Los resultados de la hibridación molecular permitieron establecer una correlación directa entre síntomas de la infección y concentración de ADN viral. Las líneas resistentes mostraron muy bajos niveles de ADN viral, así mismo los híbridos producidos por el cruce entre líneas resistentes. El rendimiento y la concentración del ADN viral en una planta puede utilizarse entonces como los principales criterios en la selección para resistencia. El análisis de las secuencias correspondientes a la región del cromosoma seis asociada con el gen Ty-1 permitió determinar que la introgresión de *L. hirsutum* Dunal, responsable de la

resistencia en las líneas GF, no se encuentra en este lugar. El gen de resistencia en este caso sería por lo tanto diferente a Ty-1 (17, 34).

D. Resistencia de plantas

Según Monterroso (18), resistencia es la capacidad que tiene la planta para evitar el desarrollo del proceso de infección, provocado por un patógeno dado, de manera total o parcial, además indica que existen varios tipos de resistencia:

- a. Aparente (de escape):** no es que la planta resista el patógeno, sino que la planta se ha escapado a través de un ambiente favorable para ella o desfavorable para el patógeno, como ejemplo de ello hace mención del tizón tardío de la papa provocado por *Phytophthora infestans* que las temperaturas altas no favorecen la germinación de los esporangios y por ello no ocurre infección en la planta.
- b. Artificial (inducida o adquirida):** es cuando la planta puede resistir el proceso de infección provocado por un patógeno, debido a situaciones externas a la misma planta. Como por ejemplo a las plantas de algodón que se les aplica Potasio presentan mayor resistencia a *Fusarium oxysporium* que las plantas a las que no se le aplica Potasio.
- c. Genética (natural):** cualquier característica que expresa alguna planta depende de la constitución genética de la misma, y esta constitución prevee los mecanismos para que una planta se exprese como resistente o susceptible. Este tipo de resistencia se puede expresar en forma morfológica, por ejemplo algunas variedades de tomate presentan la cutícula gruesa impidiendo la penetración del hongo *Macrosporium* sp.; resistencia funcional, como por ejemplo cuando el ritmo de apertura de los estomas es menor existe mayor resistencia de la planta; y resistencia por la constitución química o fisiológica de la planta, como por ejemplo algunas plantas producen fitoalexinas las cuales son sustancias oxidantes que producen la muerte de las células adyacentes al sitio de infección produciendo el aislamiento del patógeno.

E. Resistencia genética de las plantas a los fitopatógenos

Según Rosales (2004), el nivel de resistencia genética o susceptibilidad del hospedero constituye un factor importante en el desarrollo de las epidemias. La resistencia genética de las plantas a los fitopatógenos puede tener duración limitada, aduciendo que ese fenómeno se debe a la variabilidad genética tanto del hospedero como del fitopatógeno en el tiempo. La interacción gen-por-gen, en la cual la resistencia a la enfermedad está determinada por un gen de resistencia en la planta (R) que responde específicamente a un gen de avirulencia en el patógeno, ha sido descrita en varios casos. La susceptibilidad a una enfermedad resulta cuando el gen (R) de la planta o el gen de avirulencia del patógeno están ausentes en la interacción. En el tomate se han identificado más de 20 genes de resistencia a diversas enfermedades (Cuadro 4), los cuales han sido obtenidos de especies silvestres afines, las cuales poseen igual número de cromosomas ($2n=24$) y son compatibles por lo tanto en los cruzamientos interespecíficos (7, 28).

Cuadro 4. Patógenos que pueden controlarse por resistencia genética en los cultivares comerciales.

	Patógenos	Genes
Hongos	<i>Verticillium dahliae</i>	Ve
	<i>Fusarium ox.f.sp. lycopersici</i>	
	Patotipo 0 (ex 1)	I
	Patotipo 1 (ex 1)	I-2
	<i>Fusarium ox.f.sp. radidis lycopersici</i>	Fr1
	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	Py1
	<i>Cladosporium fulvum</i>	Cf...(serie)
	<i>Phytophthora infestans</i>	Ph-2
	<i>Stemphyllium spp.</i>	Sm
	<i>Alternaria alternata f.sp. lycopersici</i>	Asc
Bacterias	<i>Pseudomonas syringae pv Tomato</i>	Pto
	<i>Ralstonia solanacearum</i>	
Virus	Virus del Mosaico del Tomate (TMV)	Tm-2
	Virus del Bronceado del Tomate, Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)	
	Geminivirus	
Nemátodos	<i>Meloidogyne spp.</i>	Mi

Fuente: Depestre T, Mejoramiento de tomate y chile pimienta (1999).

F. La Mosca Blanca

a. Ciclo de vida de la mosca blanca

Se conoce como moscas blancas a los insectos de la familia aleyrodidae, del orden homóptera (1,156 especies). En Centroamérica se han detectado cerca de 30 especies, de las cuales *Bemesia tabaci* (*Gennadius*) es la más importante como plaga directa y como vector de virus que afectan a varios cultivos (2).

La hembra generalmente oviposita en el envés de las hojas, en grupos de huevos dispuestos en forma circular o semicircular; la base del huevo se adhiere a la superficie de la hoja. Del huevo emerge el primer estadio ninfal denominado “gateador”, porque se arrastra sobre la superficie de la hoja, hasta sujetarse a un lugar apropiado a iniciar su alimentación; el primer estadio, segundo estadio, tercer estadio y cuarto estadio se desarrollan adheridos en el envés de la hoja. En el cuarto estadio presenta dos fases, una que se alimenta y otra (“pupa”) que cesa de hacerlo y sufre cambios morfológicos. Recién emergidos, los adultos son amarillo pálido, pero se tornan blancos después de 4 horas promedio. La hembra virgen puede tener hijos, pero solamente machos (partenogénesis arrenotóquica). La cópula se presenta 2 horas después de la emergencia del adulto (10, 14).

La especie puede desarrollarse a temperaturas entre 10 y 32 grados centígrados, aunque 27 grados centígrados parece ser el óptimo. Se ha determinado que a 24.1 grados centígrados y 70 por ciento de humedad relativa, la duración de cada etapa del ciclo es de 5.4 días (huevo); 4.3 (ninfa 1); 4.7 (ninfa 2); 5.9 (ninfa 3); 6.55 (ninfa 4); 6.6 (“pupa”); 11.1 (macho) y 14.1 hembra; en el campo el período de desarrollo varía entre 25 días, según la estación. En zonas subtropicales las hembras viven 12 días promedio en el verano (22.28 grados centígrados), mientras que en el invierno pueden vivir por varios meses. En zonas tropicales, el insecto muestra hasta 17 generaciones por año, siempre que las condiciones ambientales y el alimento lo permitan. La humedad relativa es crítica para el desarrollo de las ninfas, de modo que a alta humedad (90 por ciento de humedad relativa) la mayoría

(80 por ciento de ninfas) sobrevive, mientras que en condiciones secas (30 por ciento de humedad relativa) la sobrevivencia es muy baja (2 por ciento de ninfas). La cantidad de huevos que puede producir una mosca blanca puede variar desde 80 a 300 huevos ya que puede ser sensiblemente afectada por la planta hospedante (10).

b. Daño ocasionado por la mosca blanca

Según Brown (1993), el daño más importante que *Bemisia tabaci* ocasiona al cultivo de tomate es la transmisión de enfermedades virales. Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos de la mosca blanca, realizando las puestas en el envés de las hojas. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se observan en el manchado de los frutos lo cual dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos. Otro daño indirecto es el que tiene lugar por la transmisión de virus, como por ejemplo *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas (2).

c. Comportamiento de la mosca blanca

Según Hilje et. al. (1995), la mosca blanca es la responsable de transmitir los Geminivirus, estos se localizan en el floema, y para ser transmitidos es necesario que el vector pase por un período de alimentación de 2 a 24 horas (adquisición del virus), luego por un período de alimentación-inoculación de dos a tres días. Permanece protegida en el envés de la hoja durante la mayor parte de su vida. Cubillo et. al. (1994) indica que la mosca blanca tiene una gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas. Muestra gran plasticidad genética para desarrollar biotipos y adaptarse a condiciones agroclimáticas nuevas o adversas. Tiene hábitos migratorios, colonizando constantemente nuevos campos de cultivos. Tanto el vector como el virus presentan múltiples hospedantes ya sean plantas cultivadas o malezas (6, 10).

G. Los Begomovirus

Según Lastra (1992), todos los virus de plantas conocidos poseen partículas isométricas o alargadas conteniendo cadenas sencillas de ARN. Los Geminivirus, son una excepción fundamentalmente debido a que están formados por cadenas sencillas de ADN y la molécula consta de 2,265 a 3,200 nucleótidos según el Geminivirus. Pertenecen a la familia Geminiviridae, partículas gemelas icosaédricas (18 x 30 nm), con un genoma circular ADN monocatenario (2.8-5.5 kb) (14).

Los Begomovirus causan pérdidas severas en algunos cultivos a lo largo de Centroamérica. En muchas ocasiones, la incidencia es 100 por ciento durante la estación seca y las pérdidas pueden exceder 60 por ciento del total de la producción. Estas epidemias son asociadas con las prácticas agrícolas cambiantes, como el cultivo continuo de tomates y aumento de cultivos de hospederos para la mosca blanca (13, 19, 23).

a. Caracterización de Begomovirus que infectan al tomate en Centroamérica

Nakhla et. al. (2004) y el Departamento de Horticultura de la Universidad de Wisconsin reportan que se han identificado siete virus que afectan al tomate en Centroamérica; los cuales son, el virus del enrollamiento severo de la hoja del tomate (ToSLCV), el virus del moteado dorado de la hoja de tomate (ToGMoV), virus de moteado suave del tomate (ToMiMoV) y el virus del moteado amarillo del tomate (ToYMoV); el virus del mosaico dorado del pimiento (PepGMV), el virus Habana del mosaico del tomate (ToMHV) y el virus Sinaloa del enrollamiento de la hoja del tomate (ToLCSinV) (21, 35).

El Departamento de Horticultura de la Universidad de Wisconsin reporta que los métodos de PCR son más sensibles que los métodos de hibridación para identificación de virus. Se descubrieron ToSLCV, ToGMoV, ToMHV, PepGMV, ToLCSinV, ToMiMoV y PHYVV en los tomates en un valle cerca de Sanarate en Guatemala. ToSLCV, ToMHV y ToMiMoV estaban presentes en los tomates de Comayagua, Honduras. ToYMoV y ToLCSinV estaban presentes en las muestras de Alajuela, Costa Rica. Sólo ToMiMoV y

ToLCSinV estaban presentes en Nicaragua en muestras colectadas del Valle de Sebaco en 1992. Además indica que el TYLCV no se identificó en las muestras del tomate analizadas (21, 35).

b. Sintomatología de los Geminivirus

Si la planta es inoculada por el insecto, los primeros síntomas se manifiestan a los 21 días, y se observa en ella enanismo, amarillamiento, acoloramiento de las hojas, frutos pequeños y reducción drástica del rendimiento (14).

Según Lastra (1992), las plantas presentan dos tipos básicos de síntomas: un amarillamiento general de la planta afectada y existe enanismo marcado, y la existencia de arrugamiento severo en las hojas terminales de la planta, el cual está acompañado de un enanismo severo y las hojas en la parte apical presenta un arrugamiento en plantas de tabaco. Todo el manejo debe de ser de tipo preventivo, dirigido a evitar que el vector tenga contacto con la planta desde los 0-60 días del cultivo de tomate, que es la mayor etapa de susceptibilidad. Edmon (1985) indica que cuando la planta presenta los primeros síntomas, el control ya no es posible, por las características propias de este tipo de enfermedad, sin embargo, es recomendable arrancar y enterrar todas las plantas enfermas con el propósito de reducir inóculo (6, 8).

H. Estimación de daños causados por enfermedades en plantas

Castaño (1989) hace referencia a que la estimación de daños causados por enfermedades a las plantas, es una herramienta útil que permite distinguir diferencias entre tratamientos difíciles de detectar mediante la determinación del rendimiento o calidad. La evaluación de germoplasma por su resistencia a enfermedades requiere de métodos más precisos y estandarizados para que los resultados sean comparables con otras evaluaciones de mejoramiento de resistencia genética a enfermedades; en la evaluación de cualquier germoplasma se debe considerar los aspectos:

- a. Incidencia:** se define como el número de unidades atacadas (plantas, hojas, etc.) por unidad de medida (surco, parcela, o campo). Este es el parámetro empleado más

comúnmente para medir el daño causado por una enfermedad porque es un sistema fácil y rápido de emplear.

- b. Severidad: se define como el área de tejido de la planta afectada por la enfermedad.
- c. Pérdidas en el rendimiento: la evaluación de pérdidas en rendimiento debidas a enfermedades de plantas.

Castaño (1989) indica que una sola lesión en una hoja puede ser suficiente para determinar incidencia, pero no es tan severa como varias lesiones que pueden provocar un daño significativo en la planta. Se debe obtener una estimación precisa de la incidencia y/o severidad de la enfermedad evaluada anotando el desarrollo de la planta, ya que ambos parámetros están frecuentemente asociados con la edad o estado de desarrollo de la planta y con la época en que se inicia la epidemia. La severidad está estrechamente asociada con pérdida en rendimiento. Para trabajos que se realizan con patógenos del follaje, un virus o una pudrición radical; el parámetro más importante a determinar es la severidad de la enfermedad (4).

I. Área abajo de la curva del progreso o desarrollo de la enfermedad (AUDPC)

Según Campbell et. al. (1990), para algunas enfermedades epidémicas de plantas, debido a las fluctuaciones de la enfermedad en el tiempo o la forma irregular de plantear “y” (intensidad de la enfermedad) versus “t” (tiempo). En tales casos donde el objetivo es sumar la curva del progreso de la enfermedad para objetivos comparativos o analíticos, la AUDPC, puede ser usada como un descriptor de epidemia. Tiene las ventajas que “r” (la variación en el tiempo en el inicio de la enfermedad) y en “yf” (la variación en el tiempo al final de la enfermedad) están todos incorporados dentro de la AUDPC. Puede ser una solución cuando se tienen valores cualitativos de enfermedad obtenidos a partir de escalas y se desea analizar estadísticamente. AUDPC, es simplemente “y” (intensidad de la enfermedad), interactuando entre dos tiempos (3).

2.2.2 Marco referencial

A. Ubicación geográfica

La aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, se encuentra localizada a una Latitud Norte de 14° 29' 26'' y Longitud Oeste de 89° 37' 46''. Altitud de 910 msnm, no cuenta con bosques y tiene una extensión territorial de 2,166 hectáreas (22, 29).

B. Vías de acceso

La aldea el Tempisque se localiza a 165 kilómetros. de la Ciudad Capital, siguiendo la carretera que de la cabecera departamental conduce al municipio de Agua Blanca. Sus límites: al Norte con el caserío Tres Ceibas; al Este con el caserío San Patricio; al Sur con el caserío Panalvía; al Oeste con el pueblo de Agua Blanca (22, 29).

C. Suelo

Son suelos que corresponden a la Altiplanicie Central la cual abarca un 84.7 por ciento del departamento de Jutiapa, desarrollados sobre terreno casi plano a moderadamente inclinado, son suelos superficiales claros y subsuelos rojizos, con una profundidad media de 0.4 a 0.5 metros aproximadamente, con textura franco arcillo arenoso conteniendo de 20 por ciento a 25 por ciento de arcilla y de 25 a 30 por ciento de arena de textura fina, formando terrones duros cuando seco y plástico húmedo, con un alto contenido de materia orgánica (32, 36).

D. Zona de vida

La localidad se encuentra enmarcada en la zona de vida Bosque Subtropical seco (bs-S); con época de lluvia y época seca bien definidas. Es una de las zonas con menor precipitación pluvial de Guatemala (5).

E. Condiciones climáticas

En El Tempisque se registra una temperatura diaria promedio anual de 25.8° C., en el mes de Julio se reporta la mayor temperatura promedio diaria de 28.2° C. y la menor temperatura mensual se reporta en Enero alcanzando 23.8° C. Con una precipitación absoluta anual de 1598 milímetros y un promedio mensual de precipitación de 133.1 milímetros. En el mes de septiembre se reporta una precipitación mensual promedio de 308.7 milímetros. Es una de las zonas con menor precipitación pluvial del país (11, 29).

2.3. OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo general

- A.** Evaluar 20 híbridos experimentales y un híbrido comercial de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) en busca de materiales con resistencia al acolchamiento de la hoja ocasionado por Begomovirus y determinar potencial comercial.

2.3.2 Objetivos específicos

- A.** Determinar cual de los híbridos experimentales evaluados presenta resistencia al acolchamiento de la hoja de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) ocasionado por Begomovirus mediante la incidencia y severidad.
- B.** Determinar potencial comercial de los híbridos evaluados basándose en el tamaño, coloración, firmeza, forma y grados Brix del fruto.
- C.** Estimar el rendimiento en kilogramos por hectárea de los híbridos.

2.4 HIPÓTESIS

- 2.4.1** Los híbridos experimentales de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) evaluados no presentan incidencia y severidad del acolchamiento de la hoja ocasionado por Begomovirus, bajo las condiciones de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.
- 2.4.2** Los híbridos experimentales de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) poseen potencial comercial aceptable para el mercado local, bajo las condiciones de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.
- 2.4.3** Los híbridos evaluados tienen igual rendimiento en kilogramos por hectárea, bajo las condiciones de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Área experimental

El ensayo se realizó en una parcela localizada en la aldea El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa; en el ciclo de cultivo que comprende de Abril a Julio del año 2005. El área disponible fue de 250 metros cuadrados. Durante el desarrollo de la investigación se registró una temperatura promedio de 26.7 grados centígrados, con una temperatura máxima promedio de 28.2 en Julio, alcanzando una temperatura máxima absoluta de 33.4 grados centígrados; la temperatura mínima promedio se alcanzó en Abril con 25.1 grados centígrados (11).

Es importante considerar que (según Hilje et. al., 1995) la temperatura promedio óptima para el desarrollo de la mosca blanca (vector del acolochamiento de la hoja) es de 27° C, en un rango que va de 10° C a 32° C. Con un 90% de humedad relativa óptima, ya que estos parámetros influyen grandemente en el porcentaje de sobrevivencia del insecto.

2.5.2 Descripción de factores

A. Híbrido Comercial: es aquel que se encuentra a la venta para su cultivo, presenta características deseadas en la producción (resistencia a enfermedades, adaptabilidad, etc.) y en la comercialización (calidad del producto).

B. Híbrido Experimental: híbrido que se encuentra en proceso de mejoramiento, para demostrar determinada ventaja posible respecto a otro híbrido o variedad comercial.

2.5.3 Descripción de los tratamientos

A. Híbrido Comercial (testigo): el híbrido comercial "Sheriff" posee fruto redondo alto de acuerdo al descriptor propuesto por el IPGRI, rojo-naranja-oscuro de acuerdo a la tabla de Munsell, firme y con un rendimiento promedio de 70,000 kilogramos por hectárea

dependiendo del manejo que el productor proporcione, pero es susceptible a los Geminivirus (9).

B. Híbridos Experimentales: provienen de líneas resistentes que han sido cruzadas (Cuadro 5) con genotipos susceptibles a Geminivirus, pero resistentes a otros patógenos, con buenas características de fruto y alto rendimiento. La resistencia que presentan estos híbridos deriva de las especies silvestres *Lycopersicon hirsutum* Dunal, *Lycopersicon chilense* Dunal y *Lycopersicon peruvianum* (L.) Miller.

Cuadro 5. Cruzamientos efectuados para la producción de los híbridos experimentales a evaluar.

Híbrido	Progenitor Femenino	Progenitor Masculino	Híbrido	Progenitor Femenino	Progenitor Masculino
XA75	25h-4-1-a	44hp-1-2-a	XA126	44hp-1-2-a	36h-1-1-a
XA81	36h-1-1-a	44hp-1-1-a	XA127	44hp-1-2-a	43c-4-1-a
XA82	36h-1-1-a	T44h-2-1-a	XA177	31hp-4-1-2	165h-1-a
XA105	43c-5-4-a	124h-1-a	XA185	31hp-7-1-1	160h-1-2
XA106	43c-5-4-a	126c-1-M	XA191	T47h-1-1-1	117h-1-a
XA107	43c-5-4-a	137h-1-2	XA192	T47h-1-1-1	159h-1-1
XA108	43c-4-1-a	15h-1-1-a	XA200	117h-1-a	44hp-1-2-a
XA123	44hp-1-2-a	21h-3-2-3	XA209	122h-1-3	44hp-1-2-a
XA124	44hp-1-2-a	23h-1-1-a	XA218	165h-1-a	43c-4-1-a
XA125	44hp-1-2-a	25h-4-1-a	XA224	165h-1-a	160h-1-2

2.5.4 Manejo del experimento

Para llevar a cabo la ejecución del experimento se realizaron las prácticas culturales normalmente utilizadas por los productores de la localidad, que son las siguientes:

A. Preparación de pilones: se utilizaron bandejas de duroport de 242 agujeros, se colocó la semilla en un sustrato de turba. Se hicieron aplicaciones de fungicida preventivo (Truban más metiltioalofanato) a razón de 0.025 litros por bomba de 16 litros. Se realizaron aplicaciones de fertilizante de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (20-20-20) a razón de 0.05 kilogramos por bomba de 16 litros cada dos semanas.

- B. Preparación del terreno:** consistió en labores de arado a una profundidad de 30 centímetros; posteriormente se realizaron los surcos en forma manual con azadón.
- C. Trasplante:** se colocó el pilón en campo definitivo, basándose en el croquis de campo (Figura 16 A), trasplantando 10 plantas de cada híbrido por bloque a 0.30 metros entre plantas y 1.2 metros entre surcos.
- D. Fertilización:** se aplicó al pie de la planta fertilizante 10-50-0 a razón de 260 kilogramos por hectárea al momento del trasplante; a los 15 días después del trasplante se realizó la segunda fertilización con urea 46-0-0 a razón de 65 kilogramos por hectárea; 15-15-15 con dosis de 260 kilogramos por hectárea y nitrato de calcio filtrado con el sistema de riego a razón de 97.5 kilogramos por hectárea. La tercera fertilización se realizó a los 21 días después del trasplante aplicando Potasio a razón de 195 kilogramos por hectárea. Los bioestimulantes y fertilizantes foliares a utilizados fueron 26-21-08 más 8 de elementos menores, alternando con 18-18-23 a razón de 0.05 litros por bomba de 16 litros cada semana. A partir de un mes después del trasplante se realizaron aplicaciones semanales de nitrato de calcio y nitrato de potasio a razón de 97.5 kilogramos por hectárea para mejorar la floración y la fructificación respectivamente.
- E. Aporque:** se realizó a los 21 días después del trasplante, en esta actividad se utilizó azadón para cubrir la parte baja de la planta de tomate.
- F. Tutorado:** se realizó a los 30 días después del trasplante, consistiendo en la colocación de tutores a 1.5 metros de distancia a lo largo de cada bloque y así mismo dos hileras de hilo de polipropileno (rafia).
- G. Control de insectos:** se realizaron aplicaciones de Metomil para el control de insectos del suelo (*Phyllophaga* spp.) a razón de 0.025 litros por bomba de 16 litros a partir del momento del trasplante, y a un intervalo de 15 días después del trasplante. Clorfenapir a razón de 0.01 litros por bomba de 16 litros para el control de insectos del fruto (del orden de los lepidópteros) al momento que inició la formación del fruto.
- H. Control de enfermedades:** se realizaron aplicaciones de 0.075 litros bomba de 16 litros de Propineb como preventivo y 0.05 litros por bomba de 16 litros de Cimoxanil como curativo para *Phytophthora infestans* (Tizón tardío). Además se aplicó 0.015 litros

por bomba de 16 litros de Azoxystrobin para el control de *Alternaria* sp. (Tizón temprano).

- I. **Control de malezas:** se llevó a cabo en forma manual (entre plantas) o utilizando azadón (entre surcos) una vez por semana.
- J. **Riego:** mediante el diseño de riego por goteo, se aplicó tres veces por semana con cuatro horas por aplicación con una lámina de riego de 0.5 milímetros por aplicación, evitando la deficiencia o el exceso de agua disponible para la planta.
- K. **Cosecha:** se realizó manualmente, cuando el fruto alcanzó su estado de madurez (coloración) adecuado para su comercialización.

2.5.5 Variables de respuesta

- A. **Incidencia:** número de unidades de plantas que están visiblemente enfermas (que presentan sintomatología virótica) del total de plantas (25). El porcentaje de este factor se determina por la ecuación siguiente:

$$\text{Porcentaje de Incidencia} = \frac{\text{número de plantas infectadas por unidad experimental}}{\text{Número de plantas}} \times 100$$

- B. **Severidad:** indica el porcentaje de área total del tejido de la planta con síntomas de la enfermedad (25), utilizando la escala 0-4 propuesta por Scott, de la Universidad de Florida (Figura 5) (30). El índice de severidad de la enfermedad se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Índice de Severidad} = \frac{(X_{ki} * N_{ki})}{N_j}$$

Donde:

X_{ki} = nivel del daño en el momento i.

N_{ki} = número de plantas con el nivel del daño en el momento i.

N_j = número total de plantas evaluadas.



Figura 5. Grados de severidad de la enfermedad, según la escala propuesta Scott (1991).

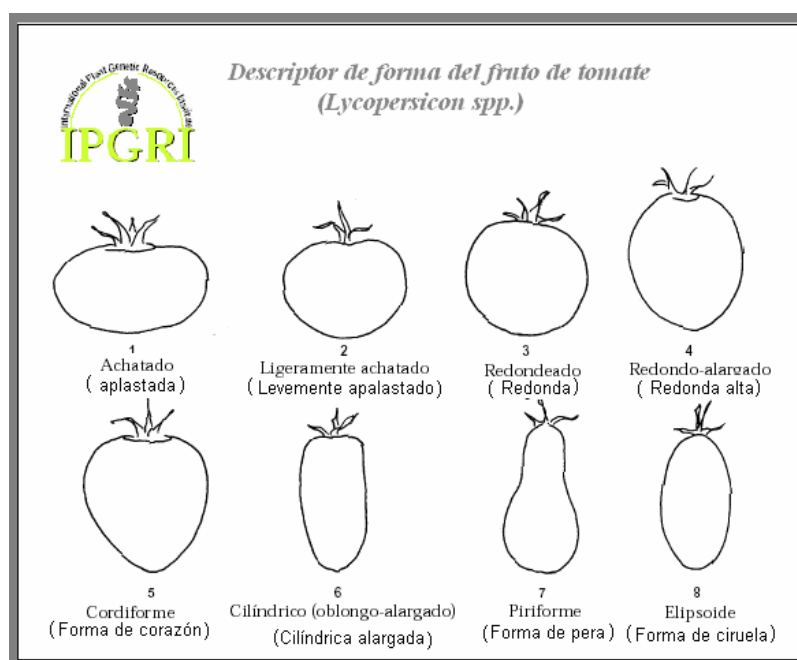
Donde:

- 0 = ausencia de síntomas visibles.
- 1 = presencia de síntomas visibles solo por inspección cuidadosa.
- 2 = presencia de síntomas moderados en parte de la planta y visibles a corta distancia.
- 3 = presencia de síntomas moderados a severos en toda la planta pero con poco achaparramiento.
- 4 = presencia de síntomas severos en toda la planta con mucho achaparramiento.

C. Tamaño del fruto: es determinado, basándose en la clasificación realizada por los productores de la región como tomate grande, mediano pequeño y rechazo. Considerando principalmente el largo (de la cicatriz pistilar a la peduncular) del fruto:

- a. Grande: fruto de 7.0 cm. ó más de largo (de la cicatriz pistilar a la peduncular).

- b. Mediano: fruto de 5.0 cm. pero no mayor de 7.0 cm. de largo (de la cicatriz pistilar a la peduncular).
 - c. Pequeño: fruto de 3.5 cm. pero no mayor de 5.0 cm. de largo (de la cicatriz pistilar a la peduncular).
 - d. Rechazo: fruto menor de 3.5 cm. de largo (de la cicatriz pistilar a la peduncular).
- D. Rendimiento:** se determinó al momento de la cosecha el peso del fruto grande, mediano, pequeño y rechazo en kilogramos por unidad experimental para realizar la conversión a kilogramos por hectárea.
- E. Forma del fruto:** para la forma del fruto de los híbridos evaluados se utilizó un descriptor para el género *Lycopersicon* propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) (12), las formas se presentan en la Figura 6.



Fuente: Internacional Plant Genetic Resources Institute, 1996.

Figura 6. Descriptor para formas del fruto de tomate, propuesto por el IPGRI, 1996.

- F. Color del fruto:** las distintas tonalidades de coloración que presentan los frutos, se determinaron al momento de la cosecha, se utilizó la tabla de Munsell (Book of color glossy finish collection (1976) (20).

G. Firmeza del fruto: esta variable se determinó al momento de la cosecha, para ello se utilizaron tres categorías según el criterio empleado por los productores, indicando que las categorías de firmeza son:

- A.** Suave: se deforma fácilmente al ejercer presión con los dedos la mano.
- B.** Medianamente firme: no se deforma fácilmente, pero tampoco presenta firmeza.
- C.** Firme: presenta firmeza al tacto.

H. Grados Brix: el contenido de azúcares es el índice más influyente cuando se desea emplear como materia prima en industria; la mayor parte de las variedades se sitúan entre 4.5 y 5.5⁰Brix. Aunque más que el carácter varietal influye sobre este contenido algunos factores agrológicos, principalmente la climatología durante el período de maduración y el volumen de riego, lo cual puede hacer variar los grados Brix (sólidos solubles) para los frutos de una misma especie (31).

2.5.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Diseño Bloques Completos al Azar (DBA), ya que por ser una parcela experimental a campo abierto, se ha podido determinar que existe una gradiente de variabilidad (viento) que influye en la distribución espacial del vector (mosca blanca). El modelo estadístico es el siguiente:

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

Donde: $i = 1, 2, \dots, t$

$J = 1, 2, \dots, r$

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

μ = Media general

τ_i = Efecto del i-esimo híbrido de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

β_j = Efecto del j-esimo bloque

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-esima unidad experimental.

Consistiendo en 21 tratamientos: 20 híbridos experimentales y el híbrido comercial Sheriff (control) con tres repeticiones (bloques).

Donde:

- a. Unidad experimental: constó de 10 plantas por unidad experimental.
- b. Unidad de muestreo: ocho plantas por unidad muestreo, para la toma de datos de las variables incidencia y severidad; para la variable rendimiento se determinó el peso en kilogramos del total de frutos de la unidad muestreo, según su tamaño.

2.5.7 Toma de datos

La toma de datos consistió de la siguiente manera:

- A. Incidencia:** se determinó el número de plantas que presentaban síntomas de la enfermedad (acoloramiento de la hoja) del total de plantas de la unidad experimental. Las lecturas se realizaron a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después del trasplante, los porcentajes de incidencia se anotaron en una boleta de toma de datos específica para esta variable (Anexo 3).
- B. Severidad:** se utilizó la escala propuesta por Scott de la Universidad de Florida, Estados Unidos (28). Las lecturas se realizaron a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después del trasplante, los grados de severidad se anotaron en una boleta de toma de datos específica para esta variable (Anexo 4).

Para las variables incidencia y severidad al realizar la primera lectura se procedió a identificar las plantas seleccionadas al azar para realizar las posteriores lecturas de severidad.

- C. Tamaño del fruto:** se determinó mediante la clasificación realizada por los productores (grande: mayor de 7 centímetros, mediano: entre 5 a 7 centímetros, pequeño: de 3.5 a 5 centímetros y rechazo: menor de 3.5 centímetros).

- D. Rendimiento:** con una balanza monoplano se procedió a determinar el peso de los frutos que previamente había sido separados de acuerdo a la clasificación según su tamaño. Se determinó el peso del fruto en kilogramos por hectárea al momento de la cosecha.
- E. Forma del fruto:** al momento de la cosecha se tomaron al azar 10 frutos por planta del total de plantas de la unidad muestreo, y se determinó su forma utilizando el descriptor propuesto por el IPGRI para la forma del fruto del género *Lycopersicon*.
- F. Color del fruto:** al momento de la cosecha se tomaron al azar 10 frutos por planta del total de plantas de la unidad muestreo (Figura 22 A), y se determinó su color mediante la tabla de Munsell, 1976 (20).
- G. Firmeza del fruto:** para determinar esta variable, al momento de la cosecha se tomaron al azar 10 frutos por planta del total de plantas de la unidad muestreo, y se determinó su firmeza, se procedió a ejercer presión con la mano sobre los frutos y luego se clasificaron dentro de la categoría correspondiente. Se utilizaron tres categorías: suave, medianamente firme y firme.
- H. Grados Brix:** al momento de la cosecha se seleccionaron 10 frutos (al azar) por planta del total de plantas de la unidad muestreo, y se determinó el contenido de grados Brix (sólidos solubles); este valor se obtuvo mediante el empleo de un “refractómetro de campo”, el cual posee una escala que determina los grados Brix, este aparato consta de una recámara donde se colocó 1.5 ml. de jugo de tomate fresco (fruto maduro).

2.5.8 Análisis de la información

Para las variables: incidencia, severidad, rendimiento (fruto grande, mediano, pequeño y rechazo) y grados Brix, se realizó un análisis de varianza al 10 por ciento de significancia; debido a que presentaron diferencias significativas, se realizó la prueba de comparación de medias de TUKEY al 10 por ciento de significancia.

Para los índices (en porcentaje) de incidencia y severidad obtenidos, se hizo necesario hacer la transformación de los datos para ser analizados estadísticamente (Cuadro 15 A y Cuadro 16 A) (Figuras de la 10 A a la 16 A). La transformación de los datos se realizó mediante la ecuación del área abajo de la curva del progreso o desarrollo de la enfermedad "AUDPC" (area under the disease progress curve):

$$AUDPC = \sum_{i=0}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Donde:

y_i = índice de severidad de la lectura anterior.

y_{i+1} = índice de severidad de la lectura actual.

t_{i+1} = días después del trasplante de la lectura actual.

t_i = días después del trasplante de la lectura anterior.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Incidencia

Mediante el análisis de varianza para los valores del área bajo la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja, se determinó que existen diferencias significativas entre los híbridos experimentales evaluados al 10 por ciento de significancia, obteniéndose un coeficiente de variación de 8.92 por ciento. Los resultados del análisis de varianza para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales se presentan en el Cuadro 17 A.

Al determinar que existen diferencias significativas se procedió a realizar la prueba comparación de medias de Tukey para los híbridos evaluados con un 10 por ciento de significancia; determinándose que los híbridos XA75, XA81, XA82, XA105, XA106, XA108, XA92, XA200 y XA224 fueron los que mostraron menor incidencia de la enfermedad (Cuadro 6), alcanzando un 46.7, 56.7, 63.3, 63.1, 63.8, 62.5, 60.0, 56.7 y 65.8 por ciento respectivamente de incidencia del acolochamiento de la hoja, el híbrido Sheriff (testigo) se encuentra entre los cinco materiales que presentaron mayor incidencia (un promedio de 81 por ciento de incidencia) del acolochamiento de la hoja, como se verá más adelante, los híbridos XA75, XA105, XA106, XA108 y XA192 presentaron un rendimiento total superior al testigo Sheriff, por lo cual se le debe de dar seguimiento en el proceso de mejoramiento en busca de resistencia al acolochamiento de la hoja.

2.6.2 Severidad

Según el análisis de varianza para los valores del área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja, se determinó que existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados con un 10 por ciento de significancia. Obteniéndose un coeficiente de variación de 4.52 por ciento. Los resultados del análisis de varianza para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los tratamientos se presentan en el Cuadro 18 A.

Debido a que se presentaron diferencias significativas entre los híbridos se procedió a realizar la prueba comparación de medias de Tukey al 10 por ciento de significancia; determinando que los híbridos XA127, XA126, XA75, XA192, XA81, XA191, XA200, XA107 y XA108 mostraron los valores más bajos de severidad del acolchamiento de la hoja alcanzando 1.58, 1.60, 1.62, 1.71, 1.63, 1.67, 1.67, 1.76 y 1.60 grados de severidad respectivamente (Cuadro 7), pero todos los híbridos experimentales fueron superiores en resistencia en comparación con Sheriff que alcanzó un valor promedio de 3 grados de severidad del acolchamiento de la hoja; como se verá más adelante el híbrido XA75 presentó un rendimiento total y forma igual que Sheriff, pero su firmeza es suave; los híbridos XA126 y XA127 presentan un rendimiento total promedio igual a Sheriff, pero poseen una firmeza “medianamente firme” mientras que el Sheriff presenta una firmeza “firme”.

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de Tukey para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolchamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Media de incidencia (unidades de área)	Grupo Tukey
XA177	4657.5	A
XA124	4530.0	A B
Sheriff	4501.3	A B C
XA125	4335.0	A B C D
XA218	3742.5	A B C D E
XA191	3716.3	B C D E
XA127	3693.8	B C D E
XA123	3673.8	B C D E
XA126	3658.6	B C D E
XA209	3592.5	C D E
XA185	3468.8	D E
XA107	3437.5	D E
XA105	3359.5	E F
XA224	3351.3	E F
XA192	3292.5	E F
XA106	3276.6	E F
XA81	3265.0	E F
XA82	3137.5	E F
XA108	3128.8	E F
XA200	2910.0	E F
XA75	2475.0	F

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias de Tukey para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Media de severidad (unidades de área)	Grupo Tukey
SHERIFF	4225.0	A
XA177	3447.5	B
XA124	3002.5	C
XA125	2830.0	C D
XA106	2680.0	D E
XA224	2635.0	D E F
XA209	2567.5	D E F
XA185	2540.0	D E F
XA123	2415.0	E F G
XA82	2352.5	F G
XA105	2345.0	F G H
XA218	2340.0	F G H
XA108	2202.5	G H I
XA107	2202.5	G H I
XA200	2182.5	G H I
XA191	2170.0	G H I
XA81	2150.0	G H I
XA192	2035.0	H I
XA75	2015.0	I
XA126	1365.0	J
XA127	1235.0	J

2.6.3 Tamaño del fruto

Se determinó mediante la clasificación realizada por los productores como fruto grande, mediano, pequeño y rechazo; el porcentaje de frutos producidos por planta se muestra en el Cuadro 8. Los híbridos XA105, XA185, XA200 Y XA218 fueron los que presentaron mayor producción de frutos de tamaño comercial, ya que únicamente se obtuvo un 19, 18.8, 16.4 y 20.6 por ciento de fruto de rechazo; mientras que el híbrido Sheriff (testigo) presentó un 28.1 por ciento de fruto de rechazo.

Cuadro 8. Porcentaje de frutos producidos por planta, clasificados de acuerdo al tamaño del fruto en los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Fruto grande (en porcentaje)	Fruto mediano (en porcentaje)	Fruto pequeño (en porcentaje)	Fruto de rechazo (en porcentaje)
Sheriff	26.1	24.3	21.5	28.1
XA75	26.8	33.1	16	24.1
XA81	23.5	25	23.5	28
XA82	22.5	19.5	25	33
XA105	28	30	23	19
XA106	26	37	20	17
XA107	26.5	33	21	19.5
XA108	31.4	33.3	17	18.3
XA123	31	21.2	15.6	32.2
XA124	26.5	33.5	17.4	22.6
XA125	30.2	26	22.5	21.3
XA126	24.9	25.6	21.4	28.1
XA127	39.9	19.3	8.4	32.4
XA177	35.5	38	8.5	18
XA185	28.1	37.6	15.5	18.8
XA191	33.5	19.5	17	30
XA192	41.2	25.8	13.9	19.1
XA200	37	23.8	22.8	16.4
XA209	30.4	34.8	13.1	21.7
XA218	18.9	27.6	32.9	20.6
XA224	29.5	34.1	20.5	15.9

2.6.4 Rendimiento según el tamaño del fruto

A. Rendimiento de fruto grande de tomate

Los resultados del análisis de varianza respecto al rendimiento de tomate de fruto grande en kilogramos por hectárea, indican que existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido fue de 27.28 por ciento (Cuadro 19 A).

Se procedió a realizar una prueba comparación de medias de Tukey para los híbridos evaluados debido a que se presentaron diferencias significativas entre los híbridos, de la cual se aprecia que estadísticamente el mejor rendimiento de tomate

grande se obtuvo con los híbridos XA191, XA200, XA127, XA177, XA108, XA105 y Sheriff (Cuadro 9), aunque el híbrido XA191 alcanzó un rendimiento de 43,354 kilogramos por hectárea en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó 25,593 kilogramos por hectárea, los híbridos XA191 y XA200 presentaron baja severidad del acoloramiento de la hoja (1.64 y 1.67 grados de severidad) lo cual se ve reflejado en el rendimiento de fruto grande alcanzado, el híbrido XA191 presentó una firmeza “medianamente firme”, pero el fruto presenta forma de corazón; el híbrido XA200 presentó forma redonda y una firmeza de clasificación “medianamente firme”.

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable rendimiento de fruto grande en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Media de rendimiento de fruto grande (kilogramos por hectárea)	Grupo Tukey
XA191	43354	A
XA200	43042	AB
XA127	31929	ABC
XA177	31182	ABC
XA108	31025	ABC
XA125	26891	ABCD
XA105	26445	ABCD
SHERIFF	25593	ABCD
XA185	24229	BCD
XA107	23677	CD
XA126	22239	CD
XA106	22016	CD
XA224	20603	CD
XA209	19921	CD
XA124	19270	CD
XA75	19001	CD
XA123	18958	CD
XA209	17961	CD
XA81	16943	CD
XA218	13900	CD
XA82	10391	D

B. Rendimiento de fruto mediano

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza respecto al rendimiento del fruto de tomate mediano en kilogramos por hectárea indican que existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido fue de 20.03 por ciento (Cuadro 20 A).

Se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey para los híbridos evaluados; como se puede observar en el Cuadro 10, los valores más altos rendimiento de fruto mediano se obtuvo con los híbridos XA185 (30,195 kg/ha), XA177 (28,266 kg/ha), XA105 (27,380 kg/ha), XA108 (25,871 kg/ha), XA107 (25,377 kg/ha), XA106 (23,226 kg/ha), XA224 (21,760 kg/ha), XA75 (21,134 kg/ha), XA124 (20,473 kg/ha) y XA126 (19,909 kg/ha), en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó 15,431 kg/ha. El híbrido XA185 fue uno de los híbridos que mostraron menor incidencia de la enfermedad (62.5 por ciento de incidencia del acolochamiento de la hoja) y siendo uno de los que mostraron mayor rendimiento de esta categoría se le debe considerar como prometedor en el proceso del mejoramiento. El híbrido XA82 fue el híbrido que presentó menor rendimiento de tomate mediano en kilogramos por hectárea, con 2.13 grados de severidad y una incidencia de 63.3 por ciento del acolochamiento de la hoja.

C. Rendimiento de fruto pequeño

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza respecto al rendimiento del fruto de tomate pequeño en kilogramos por hectárea, se observa que existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido fue de 31.9 por ciento (Cuadro 21 A).

En la prueba de comparación de medias de Tukey para los híbridos evaluados en el proceso de mejoramiento (Cuadro 11); se pudo apreciar que estadísticamente los híbridos XA127 (3,660 kg/ha), XA177 (4,814 kg/ha), XA192 (5,688 kg/ha), XA191 (5,706 kg/ha), XA209 (5,740 kg/ha), XA81 (6,157 kg/ha), XA123 (6,688 kg/ha), XA82 (7,141

kg/ha), XA106 (7,499 kg/ha), XA200 (7,934 kg/ha), XA124 (7,968 kg/ha), XA185 (8,305 kg/ha), XA75 (8,768 kg/ha), XA224 (8,845 kg/ha), XA108 (10,564 kg/ha) y XA125 (11,119 kg/ha) se encuentran entre los híbridos que presentaron menor rendimiento de fruto pequeño, Sheriff (testigo) alcanzó 9,067 kg/ha de pequeño (Cuadro 11); el híbrido XA127 presentó el menor rendimiento de fruto pequeño, además tiene la característica de ser un fruto grande, pero también presenta un porcentaje alto (32.4 por ciento) de fruto de rechazo y fue el híbrido que mostró menor severidad (1.3 grados de severidad) del acolchamiento de la hoja, pero su firmeza se determinó como “medianamente firme” la cual no iguala a Sheriff (control) que presenta una firmeza de categoría “firme”.

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de Tukey para el rendimiento de fruto mediano en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Media de rendimiento de fruto mediano (kilogramos por hectárea)	Grupo Tukey
XA185	30195	A
XA177	28266	A B
XA105	27380	A B C
XA108	25871	A B C D
XA107	25377	A B C D E
XA106	23226	A B C D E F
XA224	21760	A B C D E F G
XA75	21134	A B C D E F G H
XA124	20473	A B C D E F G H
XA126	19909	A B C D E F G H
XA218	18205	B C D E F G H
XA125	17449	C D E F G H
XA209	17393	C D E F G H
SHERIFF	15431	D E F G H I
XA192	14634	E F G H I
XA127	12925	F G H I
XA191	11554	G H I
XA123	11508	G H I
XA81	11178	G H I
XA200	10650	H I
XA82	6592	I

Cuadro 11. Prueba comparación de medias de Tukey para el rendimiento de fruto pequeño en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Media de rendimiento de fruto pequeño (kilogramos por hectárea)	Grupo Tukey
XA218	17387	A
XA105	15748	A B
XA107	12699	A B C
XA126	12156	A B C
XA125	11119	A B C D
XA108	10564	A B C D
SHERIFF	9067	B C D
XA224	8845	B C D
XA75	8768	B C D
XA185	8305	B C D
XA124	7968	B C D
XA200	7934	B C D
XA106	7499	C D
XA82	7141	C D
XA123	6688	C D
XA81	6157	C D
XA209	5740	C D
XA191	5706	C D
XA192	5688	C D
XA177	4814	C D
XA127	3660	D

D. Rendimiento de fruto de rechazo

De acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 12) estadísticamente los híbridos XA200, XA224, XA106, XA81, XA125, XA191, XA82, XA124, XA209, Sheriff, XA185, XA218, XA108, XA177, XA107, XA105, XA123 y XA75 presentaron los valores promedio más bajos de rendimiento de fruto de rechazo. El híbrido XA200 fue uno de los híbridos que presentó menor rendimiento de tomate de rechazo (5,660 kg/ha) y Sheriff que alcanzó 8,746 kg/ha, el híbrido XA200 al ser clasificado el fruto de acuerdo al tamaño presentó solamente un 16 por ciento de fruto de rechazo, además

presentó un valor relativamente bajo (1.6 grados) de severidad del acolchamiento de la hoja, posee un fruto de color rojo-naranja-oscuro igual que Sheriff (testigo), pero su firmeza se determinó como “medianamente firme”.

Cuadro 12. Prueba de comparación de medias de Tukey para el rendimiento de fruto de rechazo en kilogramos por hectárea de los híbridos evaluados.

Híbrido	Media de rendimiento de fruto de rechazo (kilogramos por hectárea)	Grupo Tukey
XA126	14258	A
XA127	13508	A B
XA75	11209	A B C
XA123	11138	A B C
XA105	10767	A B C
XA107	10450	A B C
XA177	10024	A B C
XA108	9224	A B C
XA118	8910	A B C
SHERIFF	8746	A B C
XA185	8721	A B C
XA209	8666	A B C
XA124	7459	A B C
XA192	6993	A B C
XA82	6860	A B C
XA191	6786	A B C
XA125	6441	B C
XA81	6308	B C
XA106	6265	B C
XA224	6157	B C
XA200	5660	C

E. Rendimiento total en kilogramos por hectárea

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza respecto al rendimiento total del fruto de tomate en kilogramos por hectárea, se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido fue de 14.78 por ciento; los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 23 A.

Se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey para los híbridos que están en proceso de mejoramiento (Cuadro 13), donde se pudo observar que estadísticamente los mayores rendimientos de tomate se obtuvieron con los híbridos experimentales XA105 (80,341 kg/ha), XA108 (76,684 kg/ha), XA177 (74,286 kg/ha), XA107 (72,203 kg/ha), XA185 (71,450 kg/ha), XA192 (70,376 kg/ha), XA126 (68,561 kg/ha), XA191(67,382 kg/ha), XA127 (62,022 kg/ha), XA125 (62,000 kg/ha), XA75 (60,111 kg/ha), XA106 (59,006 kg/ha), XA218 (58,402 kg/ha), XA224 (57,365 kg/ha) y XA124 (55,170 kg/ha) y el híbrido comercial Sheriff alcanzó también rendimiento alto (58,837 kg/ha). El híbrido XA105 presentó 2.3 grados de severidad, una firmeza “medianamente firme” y una forma “redonda alta” igual que Sheriff; el híbrido XA108 presentó 1.56 grados de severidad del acolochamiento de la hoja, de firmeza “medianamente firme” pero con forma “de corazón”.

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias de Tukey para el rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Media de rendimiento total de fruto (kilogramos por hectárea)	Grupo Tukey
XA105	80341	A
XA108	76684	A
XA177	74286	A B
XA107	72203	A B C
XA185	71450	A B C
XA192	70376	A B C
XA126	68561	A B C D
XA191	67382	A B C D
XA127	62022	A B C D E
XA125	62000	A B C D E
XA75	60111	A B C D E
XA106	59006	A B C D E
SHERIFF	58837	A B C D E
XA218	58402	A B C D E
XA224	57365	A B C D E
XA124	55170	A B C D E F
XA209	49760	B C D E F
XA123	48291	C D E F
XA200	44165	D E F
XA81	40585	E F
XA82	30985	F

2.6.5 Forma del fruto

En el Cuadro 14 se presenta la clasificación para los híbridos evaluados de acuerdo al descriptor para determinar la forma del fruto para el género *Lycopersicon* propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, 1996).

De acuerdo al descriptor para el género *Lycopersicon* propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, 1996), los híbridos experimentales XA75, XA82, XA105, XA123, XA124 y XA218 presentaron forma “redonda alta” que se asemeja al híbrido Sheriff (testigo) (Figura 7). De estos híbridos, el híbrido XA75 presentó el valor más bajo de severidad (1.6 grados de severidad) del acoloramiento de la hoja, y además presentó un rendimiento de 60,111 kilogramos por hectárea en comparación con Sheriff que alcanzó un rendimiento de 58,837 kilogramos por hectárea.

Cuadro 14. Clasificación de la forma del fruto de los híbridos experimentales evaluados, de acuerdo al descriptor del fruto de tomate propuesto por el IPGRI (1996).

Híbrido	Forma	Híbrido	Forma
Sheriff	Redonda alta	XA126	De corazón
XA75	Redonda alta	XA127	Levemente aplastada
XA81	De corazón	XA177	Aplastada
XA82	Redonda alta	XA185	Redonda
XA105	Redonda alta	XA191	De corazón
XA106	Cilíndrica alargada	XA192	Aplastada
XA107	De corazón	XA200	Redonda
XA108	De corazón	XA209	De corazón
XA123	Redonda alta	XA218	Redonda alta
XA124	Redonda alta	XA224	De corazón
XA125	Redonda		

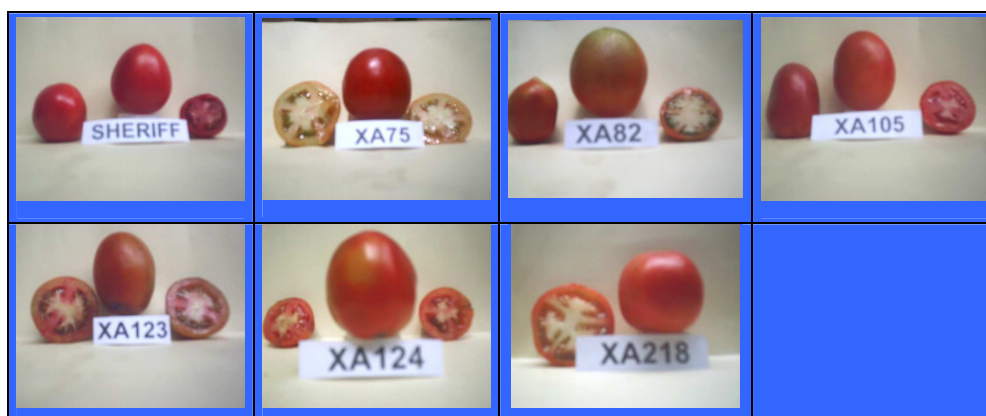


Figura 7. Híbridos experimentales que presentaron una forma igual a Sheriff de acuerdo al descriptor del fruto de tomate propuesto por el IPGRI, (1996).

2.6.6 Firmeza del fruto

Con respecto a la firmeza de los híbridos en el Cuadro 15, se puede observar que los híbridos experimentales XA125 y XA177 presentaron una firmeza de categoría “Firme”, pero no son superiores al híbrido comercial Sheriff (testigo).

Cuadro 15. Firmeza del fruto presentada en los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Firmeza	Híbrido	Firmeza
SHERIFF	Firme	XA126	Medianamente firme
XA75	Suave	XA127	Medianamente firme
XA81	Suave	XA177	Firme
XA82	Medianamente firme	XA185	Medianamente firme
XA105	Medianamente firme	XA191	Medianamente firme
XA106	Medianamente firme	XA192	Medianamente firme
XA107	Medianamente firme	XA200	Medianamente firme
XA108	Medianamente firme	XA209	Medianamente firme
XA123	Suave	XA218	Medianamente firme
XA124	Medianamente firme	XA224	Suave
XA125	Firme		

2.6.7 Color del fruto

La coloración del fruto de los híbridos evaluados se presenta en el Cuadro 16, de acuerdo la tabla de Munsell. Para los híbridos XA82 y XA192 no se pudo establecer su coloración debido a que no presentaron una coloración uniforme (Figura 17 A).

Cuadro 16. Coloración del fruto de los híbridos experimentales evaluados empleando la tabla de Munsell (1976).

Híbrido	Tabla Munsell	Color	Híbrido	Tabla Munsell	Color
SHERIFF	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro	XA126	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro
XA75	5YR 8/6	Amarillo-naranja-claro	XA127	10R 5/16	Rojo-naranja-claro
XA81	10R 5/16	Rojo-naranja-claro	XA177	10R 5/16	Rojo-naranja-claro
XA82	No definido	Verde a naranja	XA185	10R 5/14	Rojo-naranja-claro
XA105	10R 5/16	Rojo-naranja-claro	XA191	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro
XA106	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro	XA192	No definido	Verde a Naranja
XA107	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro	XA200	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro
XA108	10R 5/16	Rojo-naranja-claro	XA209	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro
XA123	10R 5/16	Rojo-naranja-claro	XA218	10R 5/16	Rojo-naranja-claro
XA124	8.75R 5/14	Rojo-naranja-claro	XA224	10R 5/16	Rojo-naranja-claro
XA125	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro			

De acuerdo a la tabla de Munsell, los híbridos experimentales que presentaron una coloración roja igual que el testigo (Sheriff) fueron XA81, XA106, XA107, XA124, XA125, XA126, XA191, XA200, XA209 y XA224 (Figura 8).



Figura 8. Híbridos experimentales que presentaron una coloración igual que Sheriff, empleando la tabla de Munsell (1976).

2.6.8 Grados Brix del fruto

Los resultados del análisis de varianza para contenido de grados Brix en el fruto de tomate para los híbridos evaluados se presentan en el Cuadro 30 A, estableciéndose que existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido es de 0.77 por ciento.

Se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 17), en el cual se reporta que los valores más altos de grados Brix en el fruto se obtuvieron en el híbrido XA82 con una media de 5.20 grados Brix y el híbrido XA107 con una media de 4.39 grados Brix , el híbrido Sheriff presentó una media de 4.36 grados Brix. Mientras que el híbrido XA124 fue el tratamiento que menor contenido de azúcares solubles presentó alcanzando una media de 2.03 grados Brix.

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias de Tukey para la variable grados Brix en el fruto de tomate de los híbridos experimentales evaluados.

Híbrido	Media (grados Brix)	Grupo Tukey
XA82	5.20	A
XA107	4.396	B
SHERIFF	4.36	B C
XA81	4.24	C D
XA192	4.16	D
XA177	4.143	D
XA209	4.14	D
XA123	3.86	E
XA106	3.76	E F
XA75	3.67	F G
XA224	3.55	G
XA127	3.40	H
XA126	3.17	I
XA200	2.82	J
XA105	2.74	K
XA191	2.733	K
XA218	2.73	K
XA108	2.62	L
XA125	2.33	M
XA185	2.04	N
XA124	2.03	N

Partiendo de que la climatología y el manejo agronómico durante el período de maduración son los factores que más influyen en el contenido de sólidos solubles, se puede decir que bajo las condiciones y época del año en que se realizó el experimento (Figura 9), el híbrido XA82 (5.2 grados Brix), XA107 (4.39 grados Brix) y Sheriff (4.36 grados Brix) fueron los que presentaron un promedio alto de grados Brix, mientras que el híbrido XA124 fue el tratamiento que mostró menor valor ya que presentó una media de 2.03 grados Brix.

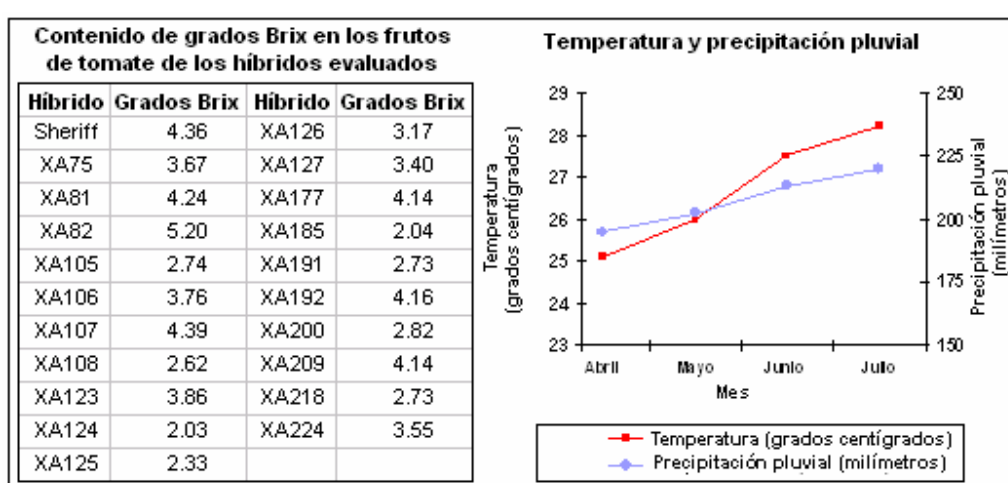


Figura 9. Contenido de grados Brix en los frutos de tomate de los híbridos evaluados bajo el ambiente presentado en el período que comprende del mes de Abril al mes de Julio de 2005 en El Tempisque.

2.6.9 Características de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque

A. XA75: presentó 46.7 por ciento de incidencia y una severidad de 1.62 grados del acolchamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento determinado, la floración inicia cerca de los 30 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 85 días después del trasplante; presenta un fruto de forma que va redondo a redondo alto, de color amarillo-naranja-claro (según Munsell), con una firmeza “suave” y un peso que va de 39 a 60 gramos.

- B. XA81:** presentó 56.7 por ciento de incidencia y una severidad de 1.63 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento indeterminado, la floración inicia cerca de los 34 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 96 días después del trasplante; el fruto presenta forma de corazón, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), con una firmeza “suave”, con un peso que va de 25 a 82 gramos.
- C. XA82:** presentó 63.3 por ciento de incidencia y una severidad de 2.13 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 30 días después del trasplante, la fructificación da se alcanza cerca de 79 días después del trasplante; el fruto es redondo alto, de color no definido (según Munsell) debido a que no se da una maduración uniforme en la superficie del fruto, de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 35 a 78 gramos.
- D. XA105:** presentó 63.1 por ciento de incidencia y una severidad de 2.03 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento determinado, la floración inicia cerca de los 27 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 89 días después del trasplante; el fruto es redondo alto, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 35 a 60 gramos.
- E. XA106:** presentó 63.8 por ciento de incidencia y una severidad de 2.05 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 37 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 76 días después del trasplante; el fruto es de forma cilíndrica alargada, de color rojo-naranja-oscuro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 23 a 70 gramos.
- F. XA107:** presentó 64.0 por ciento de incidencia y una severidad de 1.76 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento determinado, la floración inicia cerca de los 36 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 88 días después del trasplante; el fruto presenta forma de corazón, de color rojo-naranja-

oscuro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 37 a 63 gramos.

- G. **XA108:** presentó 62.5 por ciento de incidencia y una severidad de 1.57 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento determinado, la floración inicia cerca de los 37 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 88 días después del trasplante; el fruto es de forma de corazón, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 50 a 79 gramos.

- H. **XA123:** presentó 70.8 por ciento de incidencia y una severidad de 1.6 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 31 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 85 días después del trasplante; el fruto es redondo alto, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “suave”, con un peso que va de 42 a 75 gramos.

- I. **XA124:** presentó 80.0 por ciento de incidencia y una severidad de 2.36 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 30 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 80 días después del trasplante; el fruto es redondo alto, de color rojo-naranja-claro intermedio (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 33 a 72 gramos.

- J. **XA125:** presentó 75 por ciento de incidencia y una severidad de 2.05 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 28 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 83 días después del trasplante, su fruto es redondo, de color rojo-naranja-oscuro (según Munsell), de firmeza “firme”, con un peso que va de 30 a 86 gramos.

- K. **XA126:** presentó 63.9 por ciento de incidencia y una severidad de 1.60 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración

inicia cerca de los 35 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 88 días después del trasplante; el fruto presenta forma de corazón, de color rojo-naranja-oscuro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 40 a 71 gramos.

- L. **XA127:** presentó 65 por ciento de incidencia y una severidad de 1.58 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 42 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 92 días después del trasplante; el fruto es levemente aplastado, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 45 a 88 gramos.
- M. **XA177:** presentó 78.7 por ciento de incidencia y una severidad de 2.61 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento indeterminado, la floración inicia cerca de los 46 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 98 días después del trasplante; el fruto es aplastado, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “firme”, con un peso que va de 48 a 80 gramos.
- N. **XA185:** presentó 62.5 por ciento de incidencia y una severidad de 2.11 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 32 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 80 días después del trasplante; la forma del fruto va de redondo a redondo alto, con un color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 48 a 91 gramos.
- O. **XA191:** presentó 64.2 por ciento de incidencia y una severidad de 1.67 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 35 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 82 días después del trasplante; el fruto es redondo, de color rojo-naranja-oscuro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 39 a 145 gramos.

- P. XA192:** presentó 60.0 por ciento de incidencia y una severidad de 1.71 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 40 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 95 días después del trasplante; el fruto es de forma aplastada, de color no definido (según Munsell) debido a que no se da una maduración uniforme en la superficie del fruto, de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 60 a 170 gramos.
- Q. XA200:** presentó 56.7 por ciento de incidencia y una severidad de 1.67 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento indeterminado, la floración inicia cerca de los 30 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 80 días después del trasplante; el fruto es redondo, de color rojo-naranja-oscuro (según Munsell), de firmeza “suave”, con un peso que va de 38 a 62 gramos.
- R. XA209:** presentó 66.7 por ciento de incidencia y una severidad de 2.07 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento indeterminado, la floración inicia cerca de los 35 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 88 días después del trasplante; el fruto es redondo, de color rojo-naranja-oscuro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 39 a 60 gramos.
- S. XA218:** presentó 73.3 por ciento de incidencia y una severidad de 1.65 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 35 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 86 días después del trasplante; el fruto es redondo alto, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “medianamente firme”, con un peso que va de 40 a 70 gramos.
- T. XA224:** presentó 65.8 por ciento de incidencia y una severidad de 2.04 grados del acolochamiento de la hoja. Son plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 32 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 80 días después del trasplante; el fruto es de forma de corazón, de color rojo-naranja-claro (según Munsell), de firmeza “suave”, con un peso que va de 50 a 88 gramos.

2.7 CONCLUSIONES

- 2.7.1 Los híbridos XA75, XA81, XA82, XA105, XA106, XA108, XA192, XA200 y XA224 fueron los que mostraron menor incidencia de la enfermedad, alcanzando un 46.7, 56.7, 63.3, 63.1, 63.8, 62.5, 60.0, 56.7 y 65.8 por ciento respectivamente de incidencia del acolochamiento de la hoja y el híbrido comercial Sheriff (testigo) alcanzó un 81 por ciento de incidencia.
- 2.7.2 Los híbridos XA127, XA126, XA75, XA192, XA81, XA191, XA200, XA107 y XA108 mostraron los valores más bajos de severidad del acolochamiento de la hoja alcanzando 1.58, 1.60, 1.62, 1.71, 1.63, 1.67, 1.67, 1.76 y 1.60 grados de severidad respectivamente; pero todos los híbridos experimentales mostraron mayor resistencia en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó el valor promedio de 3 grados de severidad del acolochamiento de la hoja.
- 2.7.3 Los híbridos XA105, XA185, XA200 Y XA218 fueron los que presentaron mayor producción de frutos de tamaño comercial, ya que únicamente se obtuvo un 19, 18.8, 16.4 y 20.6 por ciento de fruto de rechazo; mientras que el híbrido Sheriff (testigo) presentó un 28.1 por ciento de fruto de rechazo.
- 2.7.4 El mejor rendimiento de tomate grande se obtuvo con los híbridos XA191, XA200, XA127, XA177, XA108, XA105 y Sheriff (testigo), aunque el híbrido XA191 alcanzó un rendimiento de 43,354 kilogramos por hectárea en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó 25,593 kilogramos por hectárea.
- 2.7.5 Los valores más altos rendimiento de fruto mediano se obtuvo con los híbridos XA185 (30,195 kg/ha), XA177 (28,266 kg/ha), XA105 (27,380 kg/ha), XA108 (25,871 kg/ha), XA107 (25,377 kg/ha), XA106 (23,226 kg/ha), XA224 (21,760 kg/ha), XA75 (21,134 kg/ha) , XA124 (20,473 kg/ha) y XA126 (19,909 kg/ha), en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó 15,431 kg/ha.
- 2.7.6 Los mayores rendimientos totales se obtuvieron con los híbridos XA105 (80,341 kg/ha), XA108 (76,684 kg/ha), XA177 (74,286 kg/ha), XA107 (72,203 kg/ha), XA185 (71,450 kg/ha), XA192 (70,376 kg/ha), XA126 (68,561 kg/ha), XA191(67,382 kg/ha), XA127 (62,022 kg/ha), XA125 (62,000 kg/ha), XA75 (60,111 kg/ha), XA106 (59,006

kg/ha), XA218 (58,402 kg/ha), XA224 (57,365 kg/ha) y XA124 (55,170 kg/ha), el híbrido Sheriff alcanzó un rendimiento total promedio de 58,837 kg/ha.

- 2.7.7 Los híbridos experimentales XA75, XA82, XA105, XA123, XA124 y XA218 presentan forma redonda alta que se asemeja al híbrido Sheriff de acuerdo al descriptor empleado.
- 2.7.8 Los híbridos que presentaron color rojo-naranja-oscuro igual que Sheriff fueron XA81, XA106, XA107, XA124, XA125, XA126, XA191, XA200, XA209 y XA224.
- 2.7.9 Los híbridos experimentales XA125 y XA177 presentaron una firmeza de clasificación "Firme", pero no son superiores al híbrido comercial Sheriff.
- 2.7.10 Los valores más altos de grados Brix en el fruto se obtuvieron en el híbrido XA82 con una media de 5.207 grados Brix y el híbrido XA107 con una media de 4.39 grados Brix , el híbrido Sheriff presentó una media de 4.36 grados Brix. Mientras que el híbrido XA124 fue el tratamiento que presentó el valor más bajo alcanzando una media de 2.03 grados Brix.

2.8 RECOMENDACIONES

2.8.1 Se recomienda seguir realizando pruebas con los híbridos experimentales que se encuentran en proceso de mejoramiento en busca de resistencia a Begomovirus en otras regiones del país que reportan presencia de la enfermedad ya que se han encontrado algunos híbridos que ha presentado índices de incidencia bajos como es el caso de los híbridos XA75, XA81, XA82, XA105, XA106, XA108, XA92, XA200 y XA224 fueron los que mostraron menor incidencia de la enfermedad, alcanzando un 46.7, 56.7, 63.3, 63.1, 63.8, 62.5, 60.0, 56.7 y 65.8 por ciento respectivamente de incidencia del acolochamiento de la hoja; mientras que los híbridos XA127, XA126, XA75, XA192, XA81, XA191, XA200, XA107 y XA108 mostraron los valores más bajos de severidad del acolochamiento de la hoja alcanzando 1.58, 1.60, 1.62, 1.71, 1.63, 1.67, 1.67, 1.76 y 1.60 grados de severidad respectivamente; en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó el valor promedio de 3 grados de severidad del acolochamiento de la hoja. Además de que también poseen cualidades como rendimiento, firmeza y tamaño, las cuales se deben considerar en el proceso de mejoramiento; tal es el caso de los híbridos XA105 (80,341 kg/ha), XA108 (76,684 kg/ha), XA177 (74,286 kg/ha), XA107 (72,203 kg/ha), XA185 (71,450 kg/ha), XA192 (70,376 kg/ha), XA126 (68,561 kg/ha), XA191 (67,382 kg/ha), XA127 (62,022 kg/ha), XA125 (62,000 kg/ha), XA75 (60,111 kg/ha), XA106 (59,006 kg/ha), XA218 (58,402 kg/ha), XA224 (57,365 kg/ha) y XA124 (55,170 kg/ha) que estadísticamente alcanzaron rendimientos iguales al reportado en el híbrido comercial Sheriff (58,837 kg/ha); los híbridos XA75, XA82, XA105, XA123, XA124 y XA218 presentan una forma que se asemeja al híbrido Sheriff. Los híbridos experimentales XA125 y XA177 presentaron firmeza de categoría "Firme".

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Boff, P. 1988. Epidemiología e control químico en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tese MSc. Vicosa, MG, Brasil, Universidade Federal de Vicosa. 140 p.
2. Brown, J. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. In Las mosca blancas (Homoptera: *Aleyrodidae*) en América Central y el Caribe. Ed. por Hilje, L y Arboleda, O. Costa Rica, CATIE. p. 1-9. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 205).
3. Campbell, G; Madden, S. 1990. Análisis temporal de epidemias: descripción y comparación de curvas de progreso de la enfermedad. Brasil, PROAOD. p. 92-193.
4. Castaño, J. 1989. Estandarización de la estimación de daños causados por hongos, bacterias y nematodos en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Fitopatología Colombiana 13(9-19):59-67.
5. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. Cubillo, D; Chacón, A; Hilje, L. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemesia tabaci*). Manejo Integrado de Plagas no. 34:23-27.
7. Depestre, T; Gómez, O. 1999. Mejoramiento de tomate y chile pimiento. La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Presentado en Curso de Mejoramiento de Hortalizas (1999, Guatemala). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 6-36.
8. Edmon, J. 1985. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza. México, CECSA. 204 p.
9. Guerra, C. 2005. Producción y calidad del fruto del tomate (entrevista). El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, Guatemala, Productor de tomate.
10. Hilje, L; Cubillo, D. 1995. Logros en el manejo integrado del complejo *Bemesia tabaci*-*Geminivirus* en tomate: mediante prácticas agrícolas. In Semana Científica CATIE (2., 1995, Turrialba, CR). Resúmenes. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 50-52.
11. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2006. Registros climáticos de la estación experimental de Asunción Mita, Jutiapa, 1992-2005. Sin publicar.
12. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, IT). 1996. Descripteurs de la tomatie (*Lycopersicon* spp.). Roma, Italia. 46 p.

13. Jones, D. 2003. Plant viruses transmitted by whiteflies. *Europ. J. Plant Path.* 109:195-219.
14. Lastra, R. 1992. Los geminivirus, un grupo de fitovirus con características especiales. *In* Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca (3., 1992, Costa Rica). Memoria. Eds. Luko Hilge y Orlando Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Agricultura Sostenible, Área de Fitoprotección. p. 16-19.
15. Martínez, J. 2001. Tomato markets in Central America: tomato breeders round table (2001, Antigua Guatemala). Guatemala, s.e. 96 p.
16. Mejía, L. 1994. Biología y manejo del complejo mosca blanca, virosis. *In* Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca (3., 1994, Guatemala). Memoria. Eds. Margarita Mata, Danilo Dardón y Victor Salguero. Antigua Guatemala, Guatemala, CATIE, Programa de Agricultura Sostenible, Area de Fitoprotección. p. 109-120.
17. Mejía, L. 2003. Resistencia genética para la producción sostenible del tomate: producción de híbridos tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca y su evaluación agronómica y molecular: informe final proyecto FODECYT 11-00. Guatemala. p. 6, 7.
18. Monterroso, D. 1986. La resistencia genética de las plantas como componente del manejo integrado de plagas. *In* Curso-Taller de "Tácticas MIP" (1986, Honduras). Honduras, Proyecto MIP / CATIE. p. 1-10.
19. Morales, F; Anderson, P. 2001. The emergence and dissemination of whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America. *Arch. Virol.* 146:415-441.
20. Munsell, US. 1976. Book of color glossy finish collection, removable samples in two binders. US, Munsell Color, Macbeth a Division of Koll Morgan Corporation. s.p.
21. Nakhla, MK; Sorenson, A; Mejía, L; Ramírez, P; Karkashian, JP; Maxwell, DP. 2004. Molecular characterization of tomato infecting-begomoviruses in Central America and development of DNA-based detection methods. *In* International Tomato Disease Symposium (1., 2004, FL, US). Orlando, FL, US, s.e. 8 p.
22. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la republica de Guatemala; según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1.000,000. Color.
23. Polston, J; Anderson, P. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western hemisphere. *Plant Dis.* 81:1358-1369.
24. Reyna, A. 1994. Efecto de la aplicación de tres insecticidas botánicos y un químico en la población de mosca blanca (*Bemisia tabaci Genn.*) y la virosis en el cultivo del

- tomate (*Lycopersicon esculentum* M.), La Alameda, Chimaltenango, Guatemala. EPSA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 58 p.
25. Ribeiro, D; Silva, M Da; Zambolim, L. 1998. Protecao de plantas, epidemiología aplicada ao controle das doencas das plantas. Brasil, Universidade Federal de Vicosa, Departamento de Fitopatología. p. 28-30.
 26. Rick, C. 1978. El tomate. Investigación y Ciencia no. 25:45-55.
 27. Rodríguez, N. 2005. Rendimientos de tomate obtenidos con relación a la enfermedad del acolochamiento de la hoja (entrevista). Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa, Guatemala, Productor de tomate.
 28. Rosales, A. 2004. Uso de un marcador molecular en la selección de plantas resistentes a nematodos formadores de nudos radiculares en un programa de mejora genética de tomate. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 20-21.
 29. Sandoval, M. 2003. Monografía de Agua Blanca, Jutiapa. 4 ed. Guatemala, s.e. 21 p.
 30. Scott, J; Shuster, D. 1991. Screening of accessions for resistance to the Florida tomato geminivirus. TGC Report 41: 48-50.
 31. Segura, M. 1998. La comercialización de frutas y hortalizas desde la perspectiva europea. Barcelona, España, S.E.C.H. p. 43-47.
 32. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. p. 419-443.
 33. Teni, R. 2004. Experiencias en la producción de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 1-25.
 34. University of Wisconsin, US. 2004. Breeding tomatoes for begomovirus resistance in Guatemala (en línea). US. Consultado 21 nov 2005. Disponible en <http://www.plantpath.wisc.edu/InVirLab/CDR-Grant04.htm>
 35. University of Wisconsin, US. 2004. Molecular characterization of tomato-infecting begomoviruses in Central America and development of DNA-based detection methods (en línea). US. Consultado 21 nov 2005. Disponible en <http://www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes/CDR/GT.htm>
 36. USDA, US. 1937. Soil survey manual. US. p. 136-274. (Handbook no. 18).

CAPÍTULO III

"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA CAUSADO POR LOS GEMINIVIRUS DEL GÉNERO BEGOMOVIRUS Y POTENCIAL COMERCIAL DE DOS HÍBRIDOS PRECOMERCIALES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN TRES CEIBAS, AGUA BLANCA, JUTIAPA"

"GEOREFERENCIACIÓN DE LAS PARCELAS CON PRESENCIA DEL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) CAUSADO POR BEGOMOVIRUS EN TRES CEIBAS Y EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA"

3.1. PRESENTACIÓN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado se realizaron dos actividades como parte de los servicios a desarrollar en la región. La primera consistió en la evaluación de dos híbridos precomerciales que han mostrado avances en el proceso de mejoramiento en busca de resistencia a Begomovirus; en el ciclo de cultivo que comprende de Octubre de 2005 a Enero de 2006 se estableció una parcela experimental en Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa; la resistencia se determinó mediante la evaluación de incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja causado por Begomovirus. Además, se determinó el potencial comercial del fruto en función del rendimiento, coloración, tamaño y firmeza para los 2 híbridos precomerciales y sus respectivos testigos, el híbrido XC4-a con el testigo Sheriff y XC273-a con el testigo Silverado. De ello, se ha determinado que el híbrido XC4-a presentó un 24 por ciento de incidencia de acolochamiento de la hoja y Sheriff presentó un 73.5 por ciento; el híbrido XC273-a presentó un 19 por ciento de incidencia y Silverado presentó 70 por ciento de incidencia de acolochamiento de la hoja. El híbrido XC4-a presentó 1.75 grados de severidad del acolochamiento de la hoja y Sheriff presentó 3.0 grados; el híbrido XC273-a presentó 1.9 grados de severidad del acolochamiento de la hoja y Silverado 2.5 grados. Se determinó que el híbrido XC273-a presentó mayor rendimiento en comparación con Silverado (59,535 kilogramos por hectárea y 48,328 kilogramos por hectárea respectivamente); El híbrido XC4-a y Sheriff (testigo) no presentaron diferencias significativas de rendimiento (56,507 kilogramos por hectárea y 48,505 kilogramos por hectárea respectivamente). El híbrido XC4-a presenta forma de fruto redonda y Sheriff posee una forma de fruto redonda alta, el híbrido XC273-a y Silverado presentan una forma de fruto cilíndrica alargada. Los híbridos XC273-a, Sheriff y Silverado presentaron coloración del fruto “rojo-naranja-oscuro” y el híbrido XC4-a presentó una coloración del fruto “rojo-naranja-claro”. El híbrido Sheriff, XC4-a, Silverado y XC273-a presentaron igual firmeza de categoría “firme”.

La segunda actividad desarrollada durante el Ejercicio Profesional Supervisado consistió en la georeferenciación de las parcelas con presencia del acolochamiento de la hoja del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) causado por Begomovirus en Tres Ceibas

y El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, de lo cual se pudo determinar que existen 13 parcelas en las cuales se han presentado problemas de Begomovirus, de estas se presenció por primera vez la sintomatología del acolchamiento de la hoja en el tomate en cinco parcelas en las dos localidades en estudio, seguidamente se elaboró un mapa georeferenciado donde se señalan a las parcelas en mención, con la finalidad de que se consideren estas áreas como principales para las evaluaciones futuras de híbridos experimentales en busca de resistencia a Begomovirus, y que además, sea una herramienta para iniciar programas de manejo integrado de plagas, y que de esa manera se logre controlar a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que es el agente vector de Begomovirus.

3.2. INFORME DEL SERVICIO 1

"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA CAUSADO POR LOS GEMINIVIRUS DEL GÉNERO BEGOMOVIRUS Y EL POTENCIAL COMERCIAL DE DOS HÍBRIDOS PRECOMERCIALES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN TRES CEIBAS, AGUA BLANCA, JUTIAPA"

3.2.1 PRESENTACIÓN

Se evaluaron dos híbridos precomerciales de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), los cuales han mostrado en otras localidades del país cierta resistencia (1 grado a 2 grados de severidad) al acolochamiento de la hoja causado por Begomovirus, en comparación con los híbridos comerciales (testigos) que han alcanzado entre 3 ó 4 grados de severidad del acolochamiento de la hoja (el grado 4 es el valor más alto de severidad de acolochamiento de la hoja); razón por la cual se evaluó dicha resistencia y potencial comercial bajo el ambiente de Tres Ceibas para los híbridos precomerciales XC4-a y XC273-a.

3.2.2 MARCO TEÓRICO

A. Marco conceptual

La conceptualización de la presente evaluación está comprendida en el Capítulo II, inciso 2.2.1; debido a que se evaluó el mismo tema de interés "resistencia al acolochamiento de la hoja causado por Begomovirus en híbridos que se encuentran en proceso de mejoramiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

B. Marco referencial

a. Ubicación geográfica

El área experimental se localiza en Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa. Las coordenadas en que se localiza son: Latitud Norte $14^{\circ} 30' 30''$ y Longitud Oeste $89^{\circ} 37' 46''$ (Figura 10) (11).

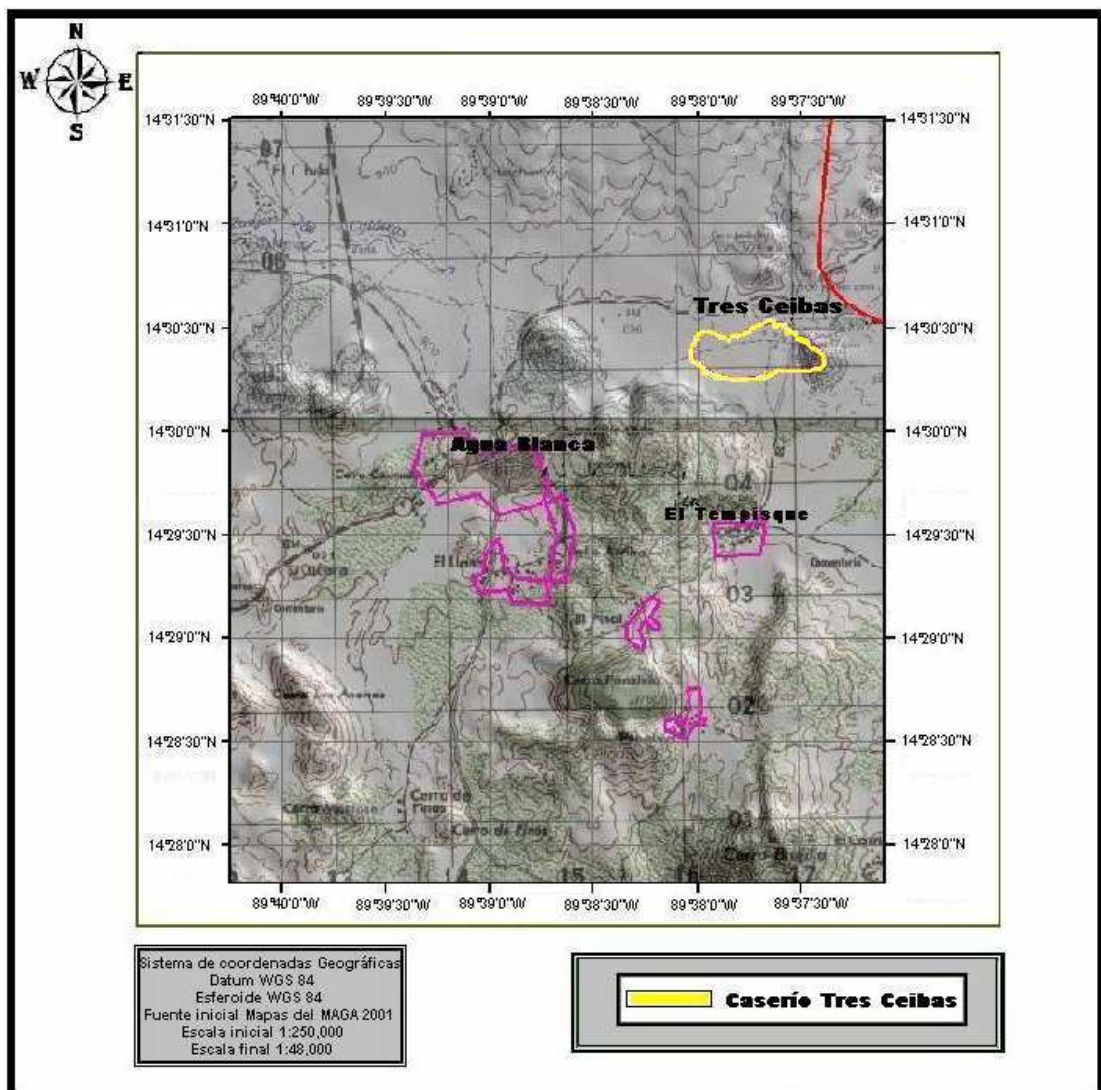


Figura 10. Ubicación geográfica de Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa.

3.2.3 OBJETIVOS

A. Objetivo general

- a. Evaluar dos híbridos precomerciales de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en busca de materiales con resistencia al acolchamiento de la hoja causado por Begomovirus y determinar su potencial comercial.

B. Objetivos específicos

- a. Determinar la resistencia de los híbridos precomerciales al acolchamiento de la hoja de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) causado por Begomovirus mediante la incidencia y severidad.
- b. Evaluar potencial comercial de los híbridos de acuerdo a la coloración, firmeza y forma del fruto.
- c. Estimar el rendimiento en kilogramos por hectárea de los híbridos evaluados.

3.2.4 HIPÓTESIS

- A.** Los híbridos evaluados de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no presentan incidencia y severidad del acolchamiento de la hoja ocasionado por Begomovirus, bajo las condiciones de Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa.

- B.** Los híbridos evaluados de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tienen potencial comercial aceptable para el mercado local, bajo las condiciones de Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa.

- C.** Los híbridos evaluados de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) poseen igual rendimiento en kilogramos por hectárea, bajo las condiciones de Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa.

3.2.5 METODOLOGÍA

A. Área experimental

El ensayo se realizó en una parcela localizada en el Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa; en el ciclo de cultivo de Octubre de 2005 a Enero del 2006. El área disponible fue de 175 metros cuadrados. Con un rango de temperatura promedio de 24.75⁰C, la temperatura máxima absoluta de 34.5 grados centígrados se registra en Octubre; la temperatura mínima promedio registrada es de 23.5 grados centígrados en Enero, la temperatura mínima absoluta se registró en Diciembre alcanzando 12 grados centígrados. La precipitación pluvial mensual promedio fue de 52.65 milímetros, considerando que en Diciembre de 2005 y Enero de 2006 no se reportó precipitación pluvial (6).

B. Descripción de factores

- a. **Híbrido Comercial:** es aquel que se encuentra a la venta para su cultivo, presenta características deseadas tanto en la producción (resistencia a enfermedades, adaptabilidad, etc.) como en la comercialización (calidad del producto).
- b. **Híbrido precomercial:** híbrido que se encuentra en un proceso avanzado de mejoramiento de plantas, para demostrar determinada ventaja posible respecto a otro híbrido o variedad comercial.

C. Descripción de los tratamientos

a. Híbridos Comerciales (testigo)

- I. **Híbrido comercial "Sheriff":** posee fruto redondo a redondo alto de acuerdo al descriptor propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, 1996), según la categoría utilizada por los productores de la localidad el fruto presenta una firmeza de categoría "firme", rojo-naranja-oscuro según la tabla de Munsell (Book of color glossy finish collection, 1976), con un rendimiento promedio de 70,000

kilogramos por hectárea dependiendo del manejo que el productor proporcione, pero es susceptible a los Geminivirus (6, 13).

- II. Híbrido comercial “Silverado”:** posee un fruto en forma de ciruela según la clasificación propuesta por IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, 1,996), según la categoría utilizada por los productores de la localidad el fruto presenta una firmeza de categoría “firme”, rojo-naranja-oscuro según la tabla de Munsell (Book of color glossy finish collection, 1976), su rendimiento varía según el manejo agronómico, alcanzando un promedio 80,500 kilogramos por hectárea, pero es susceptible a Geminivirus (5, 13).

b. Híbridos precomerciales

Los dos materiales precomerciales provienen de líneas resistentes que han sido cruzadas con genotipos susceptibles a Geminivirus, pero resistentes a otros patógenos, con buenas características de fruto y alto rendimiento; con resistencia derivada de las especies silvestres *Lycopersicon hirsutum* Dunal., *Lycopersicon chilense* (L) Miller y *Lycopersicon peruvianum* Dunal (9).

- I. XC4-a:** las plantas son de crecimiento determinado, que posee un fruto rojo brillante, presenta firmeza, forma redonda parecido a Sheriff (testigo), este híbrido se indica (9) que en evaluaciones que se están desarrollando en otras regiones del país ha mostrado un grado (1.5 grados a 2.0 grados de severidad de acolchamiento de la hoja) de resistencia a Geminivirus.
- II. XC273-a:** las planta presentan un crecimiento semideterminado posee un fruto de color rojo brillante, su fruto es firme, de forma de ciruela parecida a Silverado (testigo). En evaluaciones que se están desarrollando en otras regiones del país ha mostrado un grado (1.0 grado a 2.0 grados de severidad de acolchamiento de la hoja) de resistencia a Geminivirus.

D. Manejo del experimento

Para llevar a cabo la ejecución del experimento se hizo necesario cumplir con una serie de prácticas culturales normalmente utilizadas por los productores de la localidad, que son las siguientes:

- a. **Preparación de pilones:** se utilizaron bandejas de duroport de 242 agujeros, se colocó la semilla en un sustrato de turba. Se hicieron aplicaciones de fungicida preventivo (Truban más metiltioalofanato) a razón de 0.025 kilogramos por bomba de 16 litros. Se realizaron aplicaciones de fertilizante de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (20-20-20) a razón de 0.05 kilogramos por bomba de 16 litros cada dos semanas.
- b. **Preparación del terreno:** consistió en labores de arado a una profundidad de 30 centímetros; posteriormente se realizaron los surcos en forma manual con azadón.
- c. **Trasplante:** se colocó el pilón en campo definitivo, basándose en el croquis de campo (Figura 16 A), trasplantando 10 plantas de cada híbrido por bloque a 0.30 metros entre plantas y 1.2 metros entre surcos.
- d. **Fertilización:** se aplicó al pie de la planta fertilizante 10-50-0 a razón de 260 kilogramos por hectárea al momento del trasplante; a los 15 días después del trasplante se realizó la segunda fertilización con urea 46-0-0 a razón de 65 kilogramos por hectárea; 15-15-15 con dosis de 260 kilogramos por hectárea y nitrato de calcio filtrado con el sistema de riego a razón de 97.5 kilogramos por hectárea. La tercera fertilización se realizó a los 21 días después del trasplante aplicando Potasio a razón de 195 kilogramos por hectárea. Los bioestimulantes y fertilizantes foliares a utilizados fueron 26-21-08 más 8 de elementos menores, alternando con 18-18-23 a razón de 0.05 kilogramos por bomba de 16 litros cada semana. A partir de un mes después del trasplante se realizaron aplicaciones semanales de nitrato de calcio y nitrato de potasio a razón de 97.5 kilogramos por hectárea para mejorar la floración y la fructificación respectivamente.
- e. **Aporque:** se realizó a los 21 días después del trasplante, en esta actividad se utilizó azadón para cubrir la parte baja de la planta de tomate.

- f. **Tutorado:** se realizó a los 30 días después del trasplante, consistiendo en la colocación de tutores a 1.5 metros de distancia a lo largo de cada bloque y así mismo dos hileras de hilo de polipropileno (rafia).
- g. **Control de insectos:** se realizaron aplicaciones de Metomil para el control de insectos del suelo (*Phyllophaga* spp.) a razón de 0.025 litros por bomba de 16 litros a partir del momento del trasplante, y a un intervalo de 15 días después del trasplante. Clorfenapir a razón de 0.01 litros por bomba de 16 litros para el control de insectos del fruto (del orden de los lepidópteros) al momento que inició la formación del fruto.
- h. **Control de enfermedades:** se realizaron aplicaciones de 0.075 litros bomba de 16 litros de Propineb como preventivo y 0.05 litros por bomba de 16 litros de Cimoxanil como curativo para *Phytophthora infestans* (Tizón tardío). Además se aplicó 0.015 litros por bomba de 16 litros de Azoxystrobin para el control de *Alternaria* sp. (Tizón temprano).
- i. **Control de malezas:** se llevó a cabo en forma manual (entre plantas) o utilizando azadón (entre surcos) una vez por semana.
- j. **Riego:** mediante el diseño de riego por goteo, se aplicó tres veces por semana con cuatro horas por aplicación con una lámina de riego de 0.5 milímetros por aplicación.
- k. **Cosecha:** se realizó manualmente, cuando el fruto alcanzó su estado de madurez (coloración) adecuado para su comercialización.

E. Variables de respuesta

- a. **Incidencia:** número de unidades de plantas que están visiblemente enfermas (que presentan sintomatología virótica) del total de plantas (4). El porcentaje de este factor se determina por la ecuación siguiente:

$$\text{Porcentaje de Incidencia} = \frac{\text{número de plantas infectadas por unidad experimental}}{\text{Número de plantas}} \times 100$$

- b. **Severidad:** indica el porcentaje de área total del tejido de la planta con síntomas de la enfermedad (4), utilizando la escala 0-4 propuesta por Scott, de la Universidad de

Florida (1991) (Figura 11). El índice de severidad de la enfermedad se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Índice de Severidad} = \frac{(X_{ki} * N_{ki})}{N_j}$$

Donde:

X_{ki} = nivel del daño en el momento i.

N_{ki} = número de plantas con el nivel del daño en el momento i.

N_j = número total de plantas evaluadas.



Figura 11. Escala de severidad del acoloramiento de la hoja (propuesta por Scott, 1991).

Donde:

0 = ausencia de síntomas visibles.

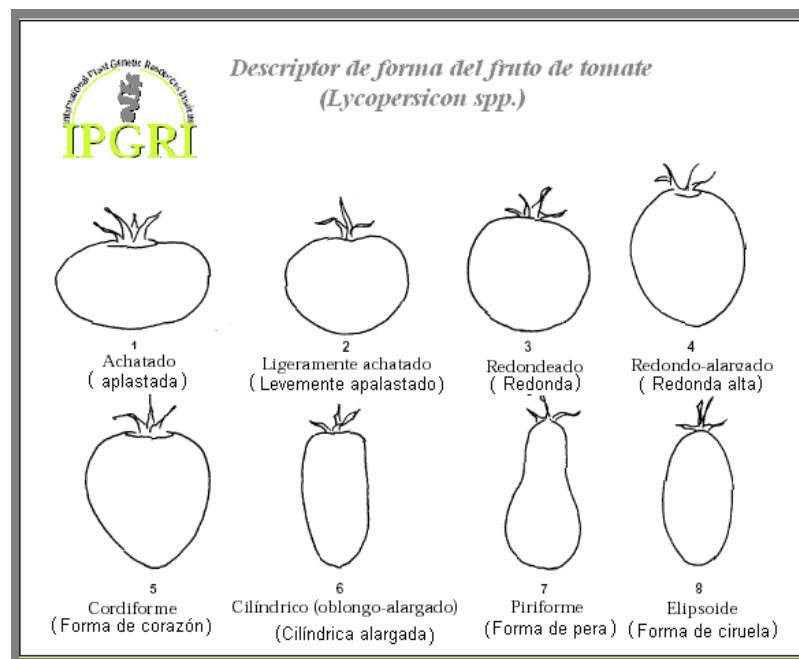
1 = presencia de síntomas visibles solo por inspección cuidadosa.

2 = presencia de síntomas moderados en parte de la planta y visibles a corta distancia.

3 = presencia de síntomas moderados a severos en toda la planta pero con poco achaparramiento.

4 = presencia de síntomas severos en toda la planta con mucho achaparramiento.

- c. **Rendimiento:** es determinado el peso total en kilogramos por unidad experimental para realizar la conversión a kilogramos por hectárea.
- d. **Forma del fruto:** para la forma del fruto el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) propone un descriptor para el género *Lycopersicon*, Las formas propuestas se presentan en la Figura 12.



Fuente: Internacional Plant Genetic Resources Institute, 1996.

Figura 12. Descriptor para formas del fruto de tomate, propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, 1996).

- e. **Color del fruto:** las distintas tonalidades de coloración que presentan los frutos, se determinaron al momento de la cosecha se utilizó la tabla de Munsell (Book of color glossy finish collection, 1976) (10).
- f. **Firmeza del fruto:** esta variable se tomó al determinó al momento de la cosecha, para ello se utilizaron tres categorías según el criterio empleado por los productores(16, 17), indicando que las categorías de firmeza son:

- **Suave:** se deforma fácilmente al ejercer presión con los dedos la mano.
- **Medianamente firme:** no se deforma fácilmente, pero tampoco presenta firmeza.
- **Firme:** presenta firmeza al tacto.

F. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es Diseño Bloques Completos al Azar (DBA), ya que por ser una parcela experimental a campo abierto, se determinó que existe una gradiente de variabilidad (viento) la cual influye en la distribución espacial del vector (*Bemesia tabaci*). El modelo estadístico es el siguiente:

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

Donde: $i = 1, 2, \dots, t$

$J = 1, 2, \dots, r$

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

μ = Media general

τ_i = Efecto del i -ésimo híbrido de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

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

Consistiendo en cuatro tratamientos: los híbridos XC4-a y Sheriff (testigo); XC273-a y Silverado (testigo) con tres bloques.

Donde:

- Unidad experimental: constó de 80 plantas por unidad experimental.

- b. Unidad de muestreo: 20 plantas por unidad experimental, seleccionadas al azar para la toma de datos de las variables incidencia y severidad; para la variable rendimiento se determinó el peso total en kilogramos por hectárea.

G. Toma de datos

La toma de datos consistió de la siguiente manera:

- a. **Incidencia:** se determinó el número de plantas que presentaban síntomas de la enfermedad (acoloramiento de la hoja) del total de plantas de la unidad experimental. Las lecturas se realizaron a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante, los porcentajes de incidencia se anotaron en una boleta de toma de datos específica para esta variable (Anexo 3).
- b. **Severidad:** se utilizó la escala propuesta por Scott de la Universidad de Florida, Estados Unidos (13). Las lecturas se realizaron a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después del trasplante, los grados de severidad se anotaron en una boleta de toma de datos específica para esta variable (Anexo 4).

Para estas variables (incidencia y severidad) al realizar la primera lectura se procedió a identificar 20 plantas seleccionadas al azar para realizar las posteriores lecturas de severidad.

- c. **Rendimiento:** con una balanza monoplano se procedió a determinar el peso del fruto en kilogramos por unidad experimental, y después se realizó la conversión en kilogramos por hectárea al momento de la cosecha (Cuadro 35 A).
- d. **Forma del fruto:** al momento de la cosecha se tomaron al azar 10 frutos por planta del total de plantas de la unidad muestreo, y se determinó su forma utilizando el descriptor propuesto por el IPGRI (1996) para la forma del fruto del género *Lycopersicon*.

- e. **Color del fruto:** al momento de la cosecha se tomaron al azar 10 frutos por planta del total de plantas de la unidad muestreo, y se determinó su color mediante la tabla de Munsell (10).
- f. **Firmeza del fruto:** para determinar esta variable, al momento de la cosecha se tomaron al azar 10 frutos por planta del total de plantas de la unidad muestreo, y se determinó su firmeza, se procedió a ejercer presión con la mano sobre los frutos y luego se clasificaron dentro de la categoría correspondiente. Se utilizaron tres categorías de firmeza del fruto: suave, medianamente firme y firme.

H. Análisis de la información

Los híbridos precomerciales se compararon con los híbridos comerciales, siendo el híbrido XC4-a comparado con el híbrido Sheriff (testigo); y el híbrido XC273-a comparado con el híbrido Silverado (testigo).

Para las variables respuesta incidencia y severidad (Figura 31 A y Figura 32 A) se realizó un análisis de varianza al 10 por ciento de significancia y debido a que se presentaron diferencias significativas, se realizó la prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad al 10 por ciento de significancia. Para estos índices obtenidos, se hizo necesario hacer la transformación de los datos (Cuadro 33 A y Cuadro 34 A) para ser analizados estadísticamente. La transformación de los datos se realizó mediante la ecuación del área abajo de la curva del progreso o desarrollo de la enfermedad "AUDPC" (area under the disease progress curve) (3), la ecuación se representa de la siguiente manera:

$$AUDPC = \sum_{i=0}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Donde:

y_i = índice de severidad de la lectura anterior.

y_{i+1} = índice de severidad de la lectura actual.

t_{i+1} = días después del trasplante de la lectura actual.

t_i = días después del transplante de la lectura anterior.

Para la variable respuesta rendimiento: con los valores obtenidos del peso del fruto en kilogramos por hectárea se realizó un análisis de varianza al 10 por ciento de significancia y debido a que presentó diferencias significativas, se efectuó la prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad al 10 por ciento de significancia.

3.2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Incidencia

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza respecto a la incidencia de la enfermedad, se observa que existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido fue de 9.48 por ciento; los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 36 A.

Según se puede observar en la prueba de comparación de pares de medias por contrastes (Cuadro 18), El híbrido XC4-a alcanzo un 24 por ciento con acolochamiento de la hoja, mientras que el híbrido Sheriff alcanzó un 73.5 por ciento con acolochamiento de la hoja. el híbrido XC273-a presentó menor incidencia de la enfermedad (19 por ciento de plantas con acolochamiento de la hoja), mientras que el híbrido Silverado alcanzó un 70 por ciento con acolochamiento de la hoja, como se verá más adelante el híbrido XC273-a también presenta coloración, firmeza, y forma igual al híbrido Silverado (testigo), y un mayor rendimiento y menor severidad en comparación con Silverado.

Cuadro 18. Prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los precomerciales evaluados en Tres Ceibas.

Contraste	Totales de incidencia en unidades de AUDPC (área abajo de la curva del progreso de la enfermedad)				Q	$r \sum C_i^2$	$SS(Q) = \frac{Q^2}{r \sum C_i^2}$	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
	Sheriff	XC4-a	Silverado	XC273-a					
	8,017.5	2,205.0	8,730.0	2,166.0					
Sheriff VRS XC4-a	1	-1	0	0	5,864.5	6	5630,859.4	202.22	13.75
Silverado VRS XC273-a	0	0	1	-1	6,564.0	6	7181,016.0	257.89	13.75

B. Severidad

En el análisis de varianza realizado para la variable severidad del acoloramiento de la hoja, se observó que existen diferencias significativas entre los híbridos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido fue de 2.63 por ciento; los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 37 A.

De acuerdo a la comparación de medias por contrastes de un grado de libertad (Cuadro 19), el híbrido XC4-a presentó menor severidad (1.75 grados de severidad) y el híbrido Sheriff (testigo) alcanzó un valor de 3 grados de severidad del acoloramiento de la hoja, el inconveniente que se da con el híbrido experimental XC4-a es que presentó una diferencia de color del fruto (rojo-naranja-claro) mientras Sheriff presenta un rojo-naranja-oscuro. El híbrido XC273-a también presentó menor severidad del acoloramiento de la hoja (1.9 grados de severidad) en comparación con el híbrido Silverado (testigo) que alcanzó un valor de 2.5 grados de severidad del acoloramiento de la hoja, el híbrido XC273-a también presenta coloración, firmeza, y forma igual al híbrido Silverado (testigo), y un mayor rendimiento.

Cuadro 19. Prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acoloramiento de la hoja en los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.

Contraste	Totales de severidad en unidades de AUDPC (área abajo de la curva del progreso de la enfermedad)				Q	$r \sum C_i^2$	$SS(Q) = \frac{Q^2}{r \sum C_i^2}$	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
	Sheriff	XC4-a	Silverado	XC273-a					
	8,430.0	3,307.5	8,505.0	3,157.5					
Sheriff VRS XC4-a	1	-1	0	0	5,122.5	6	4373,334.37	1,658.14	13.75
Silverado VRS XC273-a	0	0	1	-1	5,347.5	6	4765,959.37	1,806.99	13.75

C. Rendimiento total

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza respecto al rendimiento total del fruto de tomate en kilogramos por hectárea, se observó que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados al 10 por ciento de significancia. El coeficiente de variación obtenido fue de 5.96 por ciento; los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 38 A.

De acuerdo a la prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad (Cuadro 20), se determinó que el híbrido XC273-a presentó mayor rendimiento en comparación con Silverado (59,535 kilogramos por hectárea y 48,328 kilogramos por hectárea respectivamente); los híbridos XC4-a y Sheriff (testigo) no presentaron diferencias significativas de rendimiento (56,507 kilogramos por hectárea y 48,505 kilogramos por hectárea respectivamente), pero XC4-a presentó menor severidad del acolchamiento de la hoja en comparación con Sheriff (1.75 grados y 3.0 grados de severidad del acolchamiento de la hoja).

Cuadro 20. Prueba de comparación de pares de medias por contrastes de un grado de libertad para el rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.

Contraste	Rendimientos totales (en kilogramos por hectárea)				Q	$r \sum C_i^2$	$SS(Q) = \frac{Q^2}{r \sum C_i^2}$	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
	Sheriff	XC4-a	Silverado	XC273-a					
	48,505	56,507	48,328.6	59,535					
Sheriff VRS XC4-a	1	-1	0	0	-8,002.0	6	10672,000.6	9.53	13.75
Silverado VRS XC273-a	0	0	1	-1	-11,206.4	6	20930,566.8	18.69	13.75

D. Forma del fruto

En el Cuadro 39 A se presenta la clasificación para la forma de los híbridos XC4-a, Sheriff, XC273-a y Silverado de acuerdo al descriptor para el género *Lycopersicon* propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, 1996). El híbrido XC273-a presentó una forma “cilíndrica alargada” y Silverado (testigo) también presentó una forma “cilíndrica alargada”. El híbrido XC4-a presentó una forma del fruto de tomate “redonda” y Sheriff (testigo) presentó una forma “redonda alta” (Figura 13).

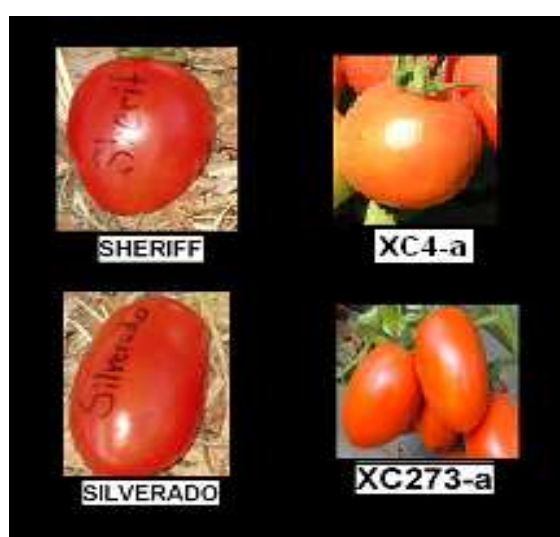


Figura 13. Forma presentada de los frutos de tomate de los híbridos (Sheriff, XC4-a, Silverado y XC273-a) evaluados en Tres Ceibas.

E. Color del fruto

En el Cuadro 40 A se presenta la coloración del fruto en los híbridos evaluados utilizando la tabla de Munsell (Book of color glossy finish collection, 1976). Determinando que el híbrido XC273-a presenta un “rojo-naranja-oscuro” igual que Silverado (testigo); y el híbrido experimental XC4-a mostró un “rojo-naranja-claro” mientras que el testigo “Sheriff” presenta un “rojo-naranja-oscuro” (Figura 14).



Figura 14. Coloración presentada de los frutos de tomate de los híbridos (Sheriff, XC4-a, Silverado y XC273-a) evaluados en Tres Ceibas.

F. Firmeza del fruto

Como resultado de la firmeza del fruto de los híbridos evaluados (Cuadro 21), se puede observar que el híbrido precomercial XC4-a y el híbrido comercial Sheriff (testigo) presentaron una firmeza de categoría “Firme”; mientras que el híbrido XC273-a y el híbrido comercial Silverado (testigo) también presentaron firmeza de categoría “Firme”. De los híbridos evaluados, como se ha podido observar, el híbrido XC273-a fue el que además de firmeza, presentó mayor rendimiento, menor severidad, buena coloración de fruto y de forma igual que el híbrido Silverado (testigo), por aparte el híbrido XC4-a posee las mismas cualidades que Sheriff (testigo), excepto por el rendimiento que no presentó diferencias respecto al testigo y que su coloración no alcanza la misma tonalidad que Sheriff.

Cuadro 21. Firmeza presentada de los frutos de los híbridos (Sheriff, XC4-a, Silverado y XC273-a) evaluados en Tres Ceibas.

Híbrido	Firmeza
Sheriff	Firme
XC4-a	Firme
Silverado	Firme
XC273-a	Firme

G. Características de los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas

a. XC4-a

Plantas de crecimiento determinado, la floración inicia cerca de los 38 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 77 días después del trasplante, su fruto es redondo de color 10R 5/14 (rojo-naranja-claro) según Munsell, con una firmeza del fruto de categoría “firme”, con un peso que va de 38 a 75 gramos.

b. XC273-a

Plantas de crecimiento semideterminado, la floración inicia cerca de los 44 días después del trasplante, la fructificación se alcanza cerca de 73 después del trasplante, su fruto es de forma cilíndrica alargada, con un color 10R 5/12 (rojo-naranja-oscuro) según Munsell, con una firmeza del fruto de categoría “firme”, con un peso que va de 43 a 84 gramos

3.2.7 CONCLUSIONES

- A. El híbrido XC4-a mostró menor número de plantas (24 por ciento de incidencia) que presentaron sintomatología del acolochamiento de la hoja, mientras el híbrido Sheriff (testigo) alcanzó un 73.5 de incidencia del acolochamiento de la hoja. El híbrido XC273-a presentó 19 por ciento de incidencia del acolochamiento de la hoja, el híbrido Silverado con un 70 por ciento de incidencia del acolochamiento de la hoja.
- B. El híbrido XC4-a fue el tratamiento que presentó menor severidad (1.75 grados de severidad) del acolochamiento de la hoja en comparación con el testigo (Sheriff) que alcanzó 3 grados de severidad del acolochamiento de la hoja; el híbrido XC273-a presentó un valor de 1.9 grados de severidad del acolochamiento de la hoja severidad y Silverado presentó 2.5 grados de severidad del acolochamiento de la hoja.
- C. El híbrido XC4-a presentó un rendimiento de 56,507 kilogramos por hectárea en comparación con Sheriff (testigo) que alcanzó un 48,505 kilogramos por hectárea; el híbrido XC273-a mostró mayor rendimiento que Silverado (testigo) alcanzando 56,507 kilogramos por hectárea y 48,505 kilogramos por hectárea respectivamente.
- D. Los híbridos XC273-a y Silverado presentaron una forma del fruto cilíndrica alargada; el híbrido XC4-a presentó una forma del fruto redonda y Sheriff es de forma redonda alta.
- E. El híbrido XC273-a presentó un fruto rojo-naranja-oscuro igual que el testigo (Silverado), y el híbrido experimental XC4-a mostró un rojo-naranja-claro mientras que Sheriff (testigo) presenta un rojo-naranja-oscuro.
- F. Los híbridos experimentales XC4-a y XC273-a presentaron una firmeza de categoría "Firme" igual a los híbridos Sheriff y Silverado.

3.2.8 RECOMENDACIONES

- A.** Se recomienda seguir realizando pruebas con los híbridos precomerciales XC4-a y XC273-a que se encuentran en proceso de mejoramiento en busca de resistencia a Begomovirus en otras regiones del país que reportan presencia de la enfermedad, ya que estos materiales evaluados han presentado índices de incidencia y severidad bajos en comparación a los testigos empleados. Además de que también poseen buenas cualidades como rendimiento, forma, firmeza y tamaño, las cuales se deben considerar en el proceso de mejoramiento.
- B.** Continuar con el proceso de selección hasta encontrar nuevos materiales que presenten mayor resistencia a la enfermedad del acoloramiento de la hoja, y que presenten las mismas características comerciales que posee el híbrido comercial Sheriff, para que de esa manera el productor de la región tenga otra alternativa que le garantice mejorar la producción.
- C.** Realizar un estudio de los materiales precomerciales, XC4-a y XC273-a desde el proceso de cosecha hasta la comercialización, para evaluar la calidad del fruto luego de ser transportado, así como su aceptación en el mercado.

3.3 INFORME DEL SERVICIO 2

“GEOREFERENCIACIÓN DE LAS PARCELAS CON PRESENCIA DEL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) CAUSADO POR BEGOMOVIRUS EN TRES CEIBAS Y EL TEMPISQUE, AGUA BLANCA, JUTIAPA”

3.3.1 PRESENTACIÓN

Se elaboró un mapa georeferenciado de las parcelas en que se reporta presencia de Begomovirus el cual es el responsable de ocasionar la enfermedad del acolochamiento de la hoja del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). La finalidad de la elaboración del mapa es que sea utilizado como referencia para realizar las evaluaciones de materiales resistentes a Begomovirus y así mismo como punto de partida para estudios de manejo integrado de plagas para tratar de controlar a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), la cual es el vector de Begomovirus.

Según el mapa georeferenciado se pudo determinar que son 5 las parcelas en las que inicialmente se presentaron los síntomas del acolochamiento de la hoja del tomate en Tres Ceibas y El Tempisque.

La fuente de infección inicial del acolochamiento de la hoja no se pudo establecer debido a que no se cuenta con documentación técnica que permita corroborar esta información proporcionada verbalmente por los productores de la región. Las causas argumentadas por los productores de la región tampoco se pueden afirmar, ya que no se cuenta con análisis fitopatológicos realizados al apareamiento inicial del acolochamiento de la hoja, y además sería necesario hacer un estudio en mayor unidad de área para evaluar en conjunto a las áreas aledañas, que incluyan también a otros cultivos que sean hospederos de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

3.3.2 MARCO TEÓRICO

A. Marco conceptual

a. Georeferenciación

La georeferenciación se refiere a la localización de una capa o cobertura en el espacio definido por un sistema de coordenadas de referencia (latitud y longitud).

b. Mapa georeferenciado

Es un mapa que contiene datos que se relacionan con características de la superficie de la tierra, que se compone de dos elementos, datos a nivel espacial que describe la geografía (forma y posición) de las características o elementos, y datos de atributos que describe las características o cualidades de estos elementos. Por ejemplo, se puede tener una parcela de terreno definido con datos espaciales y, como atributos la calidad del uso de la tierra, propietario, etc.

c. Aspectos espaciales del manejo de las epidemias de virus

Según Byrne et. al. (1996), las especies de insectos vectores de virus pueden aumentar en campos de cultivo de varias especies, lo cual resulta en una dispersión de estos insectos hacia los campos adyacentes de otros cultivos. La dispersión de vectores desde los hospederos alternativos tiende a estar asociada con la ocurrencia creciente de enfermedades virosas en campos adyacentes. La posibilidad de dispersión está asociada por la habilidad para volar y las condiciones locales de clima. Indica que si se conocen esos aspectos se podrían desarrollar predicciones del crecimiento de la población de áfidos vectores y dispersión hacia fuera y adentro de los campos de cultivo (2).

Byrne (1,996) reporta que en estudios de campo respecto a la migración de mosca blanca, marcó campos de cultivo y colocó trampas, digitalizó la ubicación de las mismas y los resultados del análisis indicaron que la distribución de la mosca blanca después de la dispersión fue por segmentos en la unidad experimental. Además indica que encontraron moscas blancas atrapadas en el borde del campo de estudio, a más de 6 metros (20 pies) por encima del cultivo, lo cual da una idea de lo alto que puedan volar o ser dispersas por algún factor climático como podría ser el caso del viento (2).

En estudios fisiológicos de laboratorio respecto a la capacidad migratoria y reproducción (Beenackers et. al. 1985), indican que los lípidos comparados con los carbohidratos, pueden suministrar hasta ocho veces más energía por unidad de peso, y dado a que la constitución de áfidos y escarabajos poseen esa particularidad, mayormente las hembras, se amplía su dispersión espacial. En el caso de mosca blanca no se ha encontrado evidencia que los lípidos sean almacenados para dispersiones de un promedio de tres kilómetros de distancia, pero con los experimentos en cámaras de vuelo indican que en hembras, el contenido de lípidos está correlacionado con la duración del vuelo. Debido a ello, las reservas de lípidos podrían ser de mayor importancia para la migración a larga distancia (1, 2).

B. Marco referencial

El marco referencial de El tempisque y Tres Ceibas se describen en los Capítulo I, inciso 1.2.2 y en el Capítulo III, inciso B, respectivamente.

3.3.3 OBJETIVOS

A. Objetivo general

- a. Elaborar un mapa georeferenciado de las parcelas infectadas por Begomovirus en el cultivo de tomate en El Tempisque y Tres Ceibas, Agua Blanca, Jutiapa.

B. Objetivos específicos

- a. Identificar las parcelas infectadas por Begomovirus en el cultivo de tomate.
- b. Establecer las causas que dieron origen a la presencia de Begomovirus en la región.
- c. Determinar cuales son las medidas empleadas para el control de Begomovirus.

3.3.4 METODOLOGÍA

A. Ubicación de las parcelas con presencia de Begomovirus

Se realizó un caminamiento por las áreas de cultivo, mediante el empleo de un GPS (Geographic Position System) se procedió a tomar las coordenadas de cada una de las áreas donde se ha presentado la enfermedad (a través de los años) según los productores.

B. Mapa georeferenciado de las parcelas infectadas por Begomovirus

En un mapa principal del MAGA a escala 1:48,000 se identificó las coordenadas de cada una de las áreas donde se ha presentado la enfermedad.

C. Causas que originaron la presencia de Begomovirus en la región

Mediante la herramienta participativa “comunicación personal” se determinaron las posibles causas de la dispersión espacial de la enfermedad en la región según el criterio de los productores.

D. Medidas empleadas en el control de Begomovirus

Mediante la herramienta participativa “comunicación personal” se determinaron las medidas de control de la enfermedad empleadas por los productores.

3.3.3 RESULTADOS

A. Ubicación de las parcelas con presencia de Begomovirus

Las parcelas cultivadas con tomate, en las cuales se ha presentado la enfermedad del acolochamiento de la hoja causado por los Begomovirus se localizaron en las coordenadas siguientes:

Parcela 1: 89°37'20''W; 14°30'36''N

Parcela 2: 89°37'18''W; 14°29'20''N

Parcela 3: 89°37'20''W; 14°29'21''N

Parcela 4: 89°37'26''W; 14°29'27''N

Parcela 5: 89°37'28''W; 14°29'28''N

Parcela 6: 89°37'35''W; 14°29'25''N

Parcela 7: 89°37'38''W; 14°29'27''N

Parcela 8: 89°37'40''W; 14°29'28''N

Parcela 9: 89°37'42''W; 14°29'24''N

Parcela 10: 89°38'48''W; 14°30'11''N

Parcela 11: 89°38'51''W; 14°30'12''N

Parcela 12: 89°37'12''W; 14°30'42''N

Parcela 13: 89°37'39''W; 14°29'26''N

De acuerdo a los datos obtenidos en las entrevistas realizadas a los productores de la región, las áreas de cultivo donde se presentaron por primera vez los síntomas del acolochamiento de la hoja del tomate son las áreas 1,2,8,9 y 10. Sin embargo, no se pudo determinar el momento de la infección ya que los productores no recuerdan con exactitud el año y el ciclo en que se observaron por primera vez los síntomas de la enfermedad. Pero todos indicaron que la enfermedad se estableció en las áreas mencionadas en el mismo período (1,999-2,000)(16, 17).

B. Mapa georeferenciado de las parcelas con presencia de Begomovirus

En la Figura 15 se presenta la ubicación de las parcelas en las que se ha reportado presencia de Begomovirus en Tres Ceibas y El Tempisque.

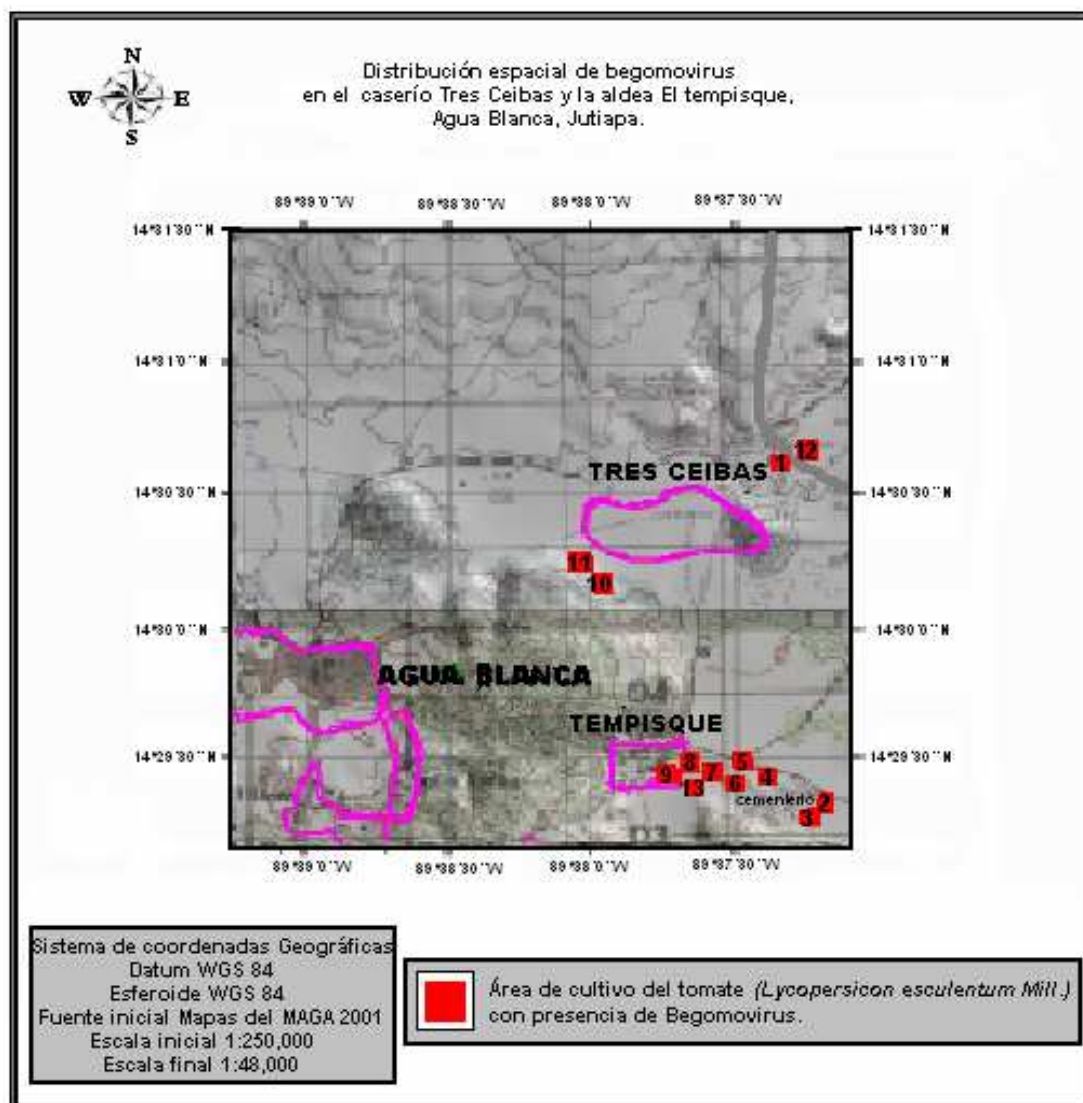


Figura 15. Ubicación de las parcelas con presencia de Begomovirus en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Tres Ceibas y El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

C. Causas que originaron la presencia de Begomovirus en la región

Las causas específicas del apareamiento de Begomovirus en la región, no pudieron ser determinadas con exactitud, ya que algunos productores indican que:

- a. Posiblemente se debió al trasplante de plántulas infectadas con Begomovirus.
- b. Otros productores, argumentan que se debió a que durante el periodo de tiempo en que aparecieron los síntomas de la enfermedad concuerdan con el periodo en que se inició la producción del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en algunas regiones aledañas (que pertenecen al departamento de Chiquimula), siendo este, un cultivo que también es hospedero de la mosca blanca.

Ninguna de las dos posibilidades puede darse con certeza como válida, ya que para afirmar la primera, se debería contar con un análisis fitopatológico para asegurar que las plántulas que en ese período fueron trasplantadas presentaban Begomovirus. Y para dar como válida la segunda posibilidad se debe realizar otros estudios en los lugares aledaños de Chiquimula (a 20 kilómetros de distancia) para evaluar si existe la presencia del virus en mención, y además de que no existe evidencia que la mosca blanca posea la capacidad de disperse por si misma a un aproximado de tres kilómetros de distancia (Byrne, 1996).

Además, también existe la posibilidad de que la presencia de la enfermedad sea consecuencia de factores macroclimáticos tales como el viento y la lluvia, ya que hay que considerar que unos meses antes del apareamiento de los síntomas de la enfermedad en la región, el país fue afectado por el “huracán Mitch” el cual pudo haber dispersado al vector (la mosca blanca) hacia el área de estudio, ya que según indica Loxdale et. al. (1993), en evaluaciones realizadas el viento ha influido en la dispersión de áfidos aproximadamente de 5 kilómetros de distancia.

D. Medidas empleadas en el control de Begomovirus

Debido al incremento de la enfermedad en los siguientes dos ciclos de cultivo luego del apareamiento de los síntomas, tomaron como medida de control la rotación de cultivos, sin embargo, en el ciclo de cultivo de Septiembre de 2005 a Enero de 2,006; trasplantaron en un área que desde hace 6 años no se sembraba y también presentó el mismo grado de severidad de la enfermedad que las otras área sembradas durante el mismo ciclo (5).

Desde hace cuatro años han venido adoptando una serie de medidas de control (rotación de cultivos, trampas entomológicas, insecticidas y empleo de plástico polietileno para controlar al vector, etc.), pero no han obtenido resultados satisfactorios de control de la enfermedad. Además, que en la actualidad se están desarrollando evaluaciones de materiales experimentales resistentes a Begomovirus. Sin embargo no se adoptan todas las medidas de control en conjunto ya que aducen que dejaría de ser rentable la producción del cultivo.

3.3.4 CONCLUSIONES

- A.** Las áreas de cultivo donde se presentaron por primera vez los síntomas del acolchamiento de la hoja del tomate se identificaron en: la parcela 1 ($89^{\circ}37'20''\text{W}$; $14^{\circ}30'36''\text{N}$), parcela 2 ($89^{\circ}37'18''\text{W}$; $14^{\circ}29'20''\text{N}$), parcela 8 ($89^{\circ}37'40''\text{W}$; $14^{\circ}29'28''\text{N}$), parcela 10 ($89^{\circ}38'48''\text{W}$; $14^{\circ}30'11''\text{N}$) y la parcela 13 ($89^{\circ}37'39''\text{W}$; $14^{\circ}29'26''\text{N}$).
- B.** Las causas específicas de la distribución espacial de la enfermedad en la región, no pudieron ser determinadas con exactitud.
- C.** Las medidas de control de la enfermedad empleadas son rotación de cultivos, trampas entomológicas, plaguicidas y empleo de plástico polietileno para controlar al vector (*Bemisia tabaci*), evaluaciones de materiales experimentales resistentes a Begomovirus.

3.3.5 RECOMENDACIONES

- A.** Evaluar la dispersión a corta distancia (áreas menores de 5 kilómetros) para determinar el comportamiento del vector (*Bemisia tabaci*) dentro de la parcela.
- B.** Realizar una caracterización de las especies vegetales de los alrededores de los campos de cultivo para identificar cuales de ellas son hospederas de la mosca blanca.
- C.** Evaluar si alguno de los pesticidas utilizados no están eliminando a las especies depredadoras de la mosca blanca. Ya que esta es una de las razones para que un insecto se convierta en plaga.
- D.** Implementar las medidas de control de la enfermedad y del vector empleadas en conjunto tales como rotación de cultivos, trampas entomológicas, plaguicidas orgánicos, empleo de plástico polietileno para controlar al vector, continuar con el proceso de las evaluaciones de materiales experimentales resistentes a Begomovirus.

3.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Beenackers, AM; Horst, Van Der; Marrewijk, J. 1985. Biochemical processes directed to flight muscle metabolism: Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology. 10(451-486).
2. Byrne, D; Rhatman, T; Orum, V; Palumbo, J. 1996. Localized migration and dispersal by *Bemesia tabaci*. *Oecología* 105: 320:328.
3. Campbell, G; Madden, S. 1990. Análisis temporal de epidemias: descripción y comparación de curvas de progreso de la enfermedad. Brasil, PROAOD. p. 92-193.
4. Castaño, J. 1989. Estandarización de la estimación de daños causados por hongos, bacterias y nematodos en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Fitopatología colombiana* 13(9-19):59-67.
5. Guerra, C. 2,005. Producción, calidad del fruto y los problemas de la virosis (entrevista). El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa, Guatemala. Productor de tomate.
6. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2006. Registros climáticos de la estación experimental de Asunción Mita, Jutiapa. 1992-2005. Sin publicar.
7. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, IT). 1996. Descripteurs de la tomate (*Lycopersicon* spp.). *Via delle SetteChiese* 142, 00145 Roma, Italia 46 p.
8. Loxdale, H; Hardie, J; Footitt, R. 1993. The relative importance of short-and long range movement of flying aphids. *Biological Reviews* 68:291-311.
9. Mejía L. 2003. Resistencia genética para la producción sostenible del tomate: producción de híbridos tolerantes a virosis transmitida por mosca blanca y su evaluación agronómica y molecular: informe final proyecto FODECYT 11-00. Guatemala. p. 6, 7.
10. Munsell, US. 1976. Book of color glossy finish collection, removable samples in two binders. US, Munsell Color, Macbeth a Division of Koll Morgan Corporation s.p.
11. Obiols Del Cid, R. 1998. Mapa climatológico de la república de Guatemala; según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1.000,000 Color.
12. Ribeiro, D; Silva, M Da; Zambolim. L. 1998. Protecao de plantas, epidemiología aplicada ao Controle das doencas das plantas. Brasil, Universidade Federal de Vicosa Departamento de Fitopatología. p. 28-30.
13. Rodríguez, N. 2005. Rendimientos y calidad del fruto de tomate y pérdidas por Begomovirus (entrevista). Agua Blanca, Jutiapa. Guatemala
14. Sandoval, M. 2003. Monografía de Agua Blanca, Jutiapa. 4 ed. p.21-39.

15. Scott J. Shuster D. 1991. Screening of accessions for resistance to the Florida tomato geminivirus. TGC Report 41:48-50.
16. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. P 419-443.
17. USDA, US. 1937. Soil survey manual. U.S. p. 136-274. (Handbook no. 18).

IV. ANEXOS

ANEXO 1**MODELO DE LA BOLETA DE ENCUESTA**
(utilizada en "Las prácticas del manejo de los pesticidas")

FECHA: _____

CULTIVOS SEMBRADOS: _____

Conteste o marque con una "X" en el espacio asignado según sea su respuesta a las siguientes preguntas:

LOS PLAGUICIDAS

¿usa plaguicidas? si _____ no _____

¿cuánto tiempo tiene de usar plaguicidas? _____ años.

COMPRA

¿compra los plaguicidas en su envase original y sellado?

si _____ no _____ algunas veces _____

El plaguicida lo compra por recomendación de:

El vendedor: _____ Técnico: _____ Vecino: _____ Otro: _____

TRANSPORTE

¿cómo transporta los plaguicidas?

Junto con alimentos y personas: _____

Separado de los alimentos y personas: _____

ALMACENAMIENTO

¿dónde guarda los plaguicidas y la bomba de aspersión?

Bodega especial: _____ Dentro de la casa: _____

Fuera de la casa: _____ Otro lugar: _____

ETIQUETADO

¿Lee o pide que le lean la etiqueta antes de usar un plaguicida?

siempre _____ en ocasiones _____ nunca _____

¿se ha fijado en las franjas de color que trae la etiqueta? si _____ no _____

¿sabe usted lo que indican estos colores? si _____ no _____

APLICACIÓN

Haga un listado de todo el equipo de protección que utiliza al momento de la aplicación: _____

Si no utiliza equipo de protección indique la razón: _____

¿le da mantenimiento al equipo de aplicación? si _____ no _____

DESECHO DE ENVASES

a) ¿qué hace con los envases vacíos de plaguicidas?

DOSIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN

a) ¿aplica la dosis indicada en la etiqueta del envase? si _____ no _____

¿sabe cual es la importancia de ello? _____

b) ¿cómo hace usted para saber la cantidad de bombas que necesitará para fumigar su área de cultivo? _____

CONDICIONES AMBIENTALES

a) ¿realiza aplicaciones cuando hay fuertes vientos y lluvias? si_____ no_____
¿por qué?_____

¿en que momento realiza la fumigación?
Cuando hay más calor:_____ cuando hay menos calor:_____
¿por qué?_____

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

a) ¿cuál cree usted que sea la causa por la cual se han incrementado las plagas y enfermedades en el área de cultivo?_____

¿qué otro método de control de plagas y enfermedades conoce aparte del control químico (plaguicidas)?_____

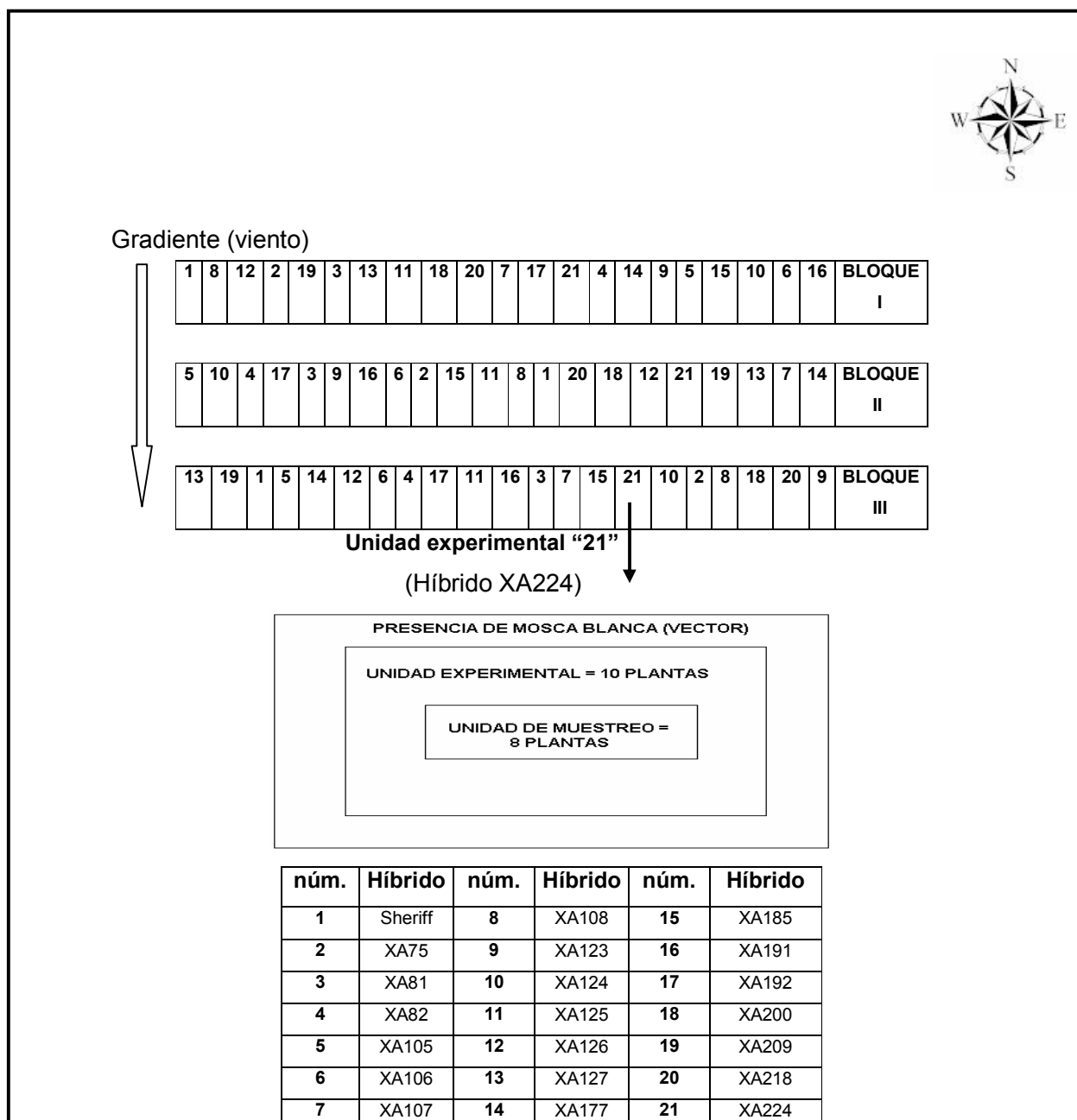
ANEXO 2

Figura 16 A. Distribución de los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.

ANEXO 3**MODELO DE BOLETA DE LECTURA DE INCIDENCIA DEL ACOLOCHAMIENTO DE LA HOJA CAUSADO POR BEGOMOVIRUS.**

(utilizada en la toma de datos incidencia en El Tempisque y Tres Ceibas)

Cultivo de tomate

Fecha de siembra:_____

Lugar:_____, propietario de parcela:_____

“Lectura de incidencia del acolchamiento de la hoja causado por Begomovirus”.

Bloque núm.:_____		Tratamiento	núm. total de plantas	núm. de plantas enfermas
1	Fecha de lectura			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

ANEXO 5

Cuadro 22 A. Valores obtenidos del área abajo de la curva del desarrollo o progreso de la enfermedad (AUDPC), de la Incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.

Híbrido	Incidencia del acolochamiento de la hoja (unidades de área)		
	Repetición I	Repetición II	Repetición III
Sheriff	4125.00	4811.25	4567.50
XA75	2100.00	2550.00	2775.00
XA81	3112.50	3450.00	3232.50
XA82	3375.00	2793.75	3243.75
XA105	3037.50	3281.25	3759.75
XA106	3281.25	2906.25	3642.38
XA107	3468.75	3281.25	3562.50
XA108	2741.25	3116.25	3528.75
XA123	3090.00	3270.00	4661.25
XA124	4687.50	4402.50	4500.00
XA125	4530.00	4357.50	4117.50
XA126	3843.75	3281.25	3850.80
XA127	3791.25	3468.75	3821.25
XA177	4545.00	4627.50	4800.00
XA185	3281.25	3468.75	3656.25
XA191	3765.00	3843.75	3540.00
XA192	3251.25	3558.75	3067.50
XA200	2580.00	3300.00	2850.00
XA209	3900.00	3656.25	3221.25
XA218	3990.00	3562.50	3675.00
XA224	3510.00	3191.25	3352.50

ANEXO 6

Cuadro 23 A. Valores obtenidos del área abajo de la curva del desarrollo o progreso de la enfermedad (AUDPC), de la severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.

Híbrido	Severidad del acolochamiento de la hoja (unidades de área)		
	Repetición I	Repetición II	Repetición III
Sheriff	4170.0	4372.5	4132.5
XA75	2040.0	1935.0	2070.0
XA81	2175.0	2040.0	2235.0
XA82	2250.0	2512.5	2295.0
XA105	2265.0	2445.0	2325.0
XA106	2775.0	2625.0	2640.0
XA107	2182.5	2220.0	2205.0
XA108	2175.0	2107.5	2325.0
XA123	2370.0	2310.0	2565.0
XA124	3135.0	2985.0	2887.5
XA125	2685.0	2917.5	2887.5
XA126	1440.0	1350.0	1305.0
XA127	1207.5	1230.0	1267.5
XA177	3345.0	3472.5	3525.0
XA185	2565.0	2287.5	2767.5
XA191	2085.0	2137.5	2287.5
XA192	1965.0	2197.5	1942.5
XA200	2025.0	2227.5	2295.0
XA209	2542.5	2505.0	2655.0
XA218	2347.5	2332.5	2340.0
XA224	2587.5	2670.0	2647.5

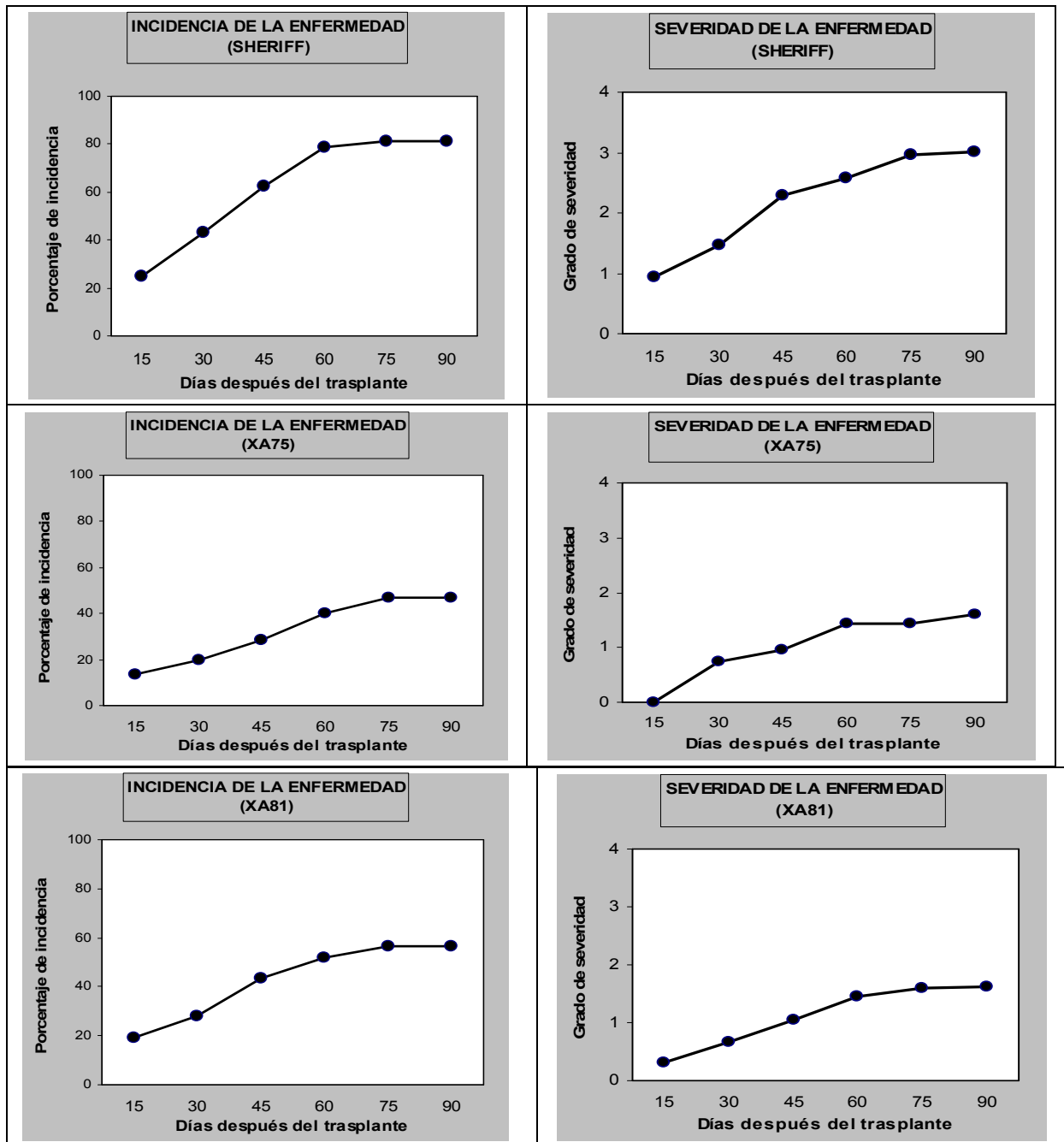
ANEXO 7

Figura 17 A. Incidencia y severidad del acolocamiento de la hoja en los híbridos de tomate Sheriff, XA75 y XA81 evaluados en El Tempisque.

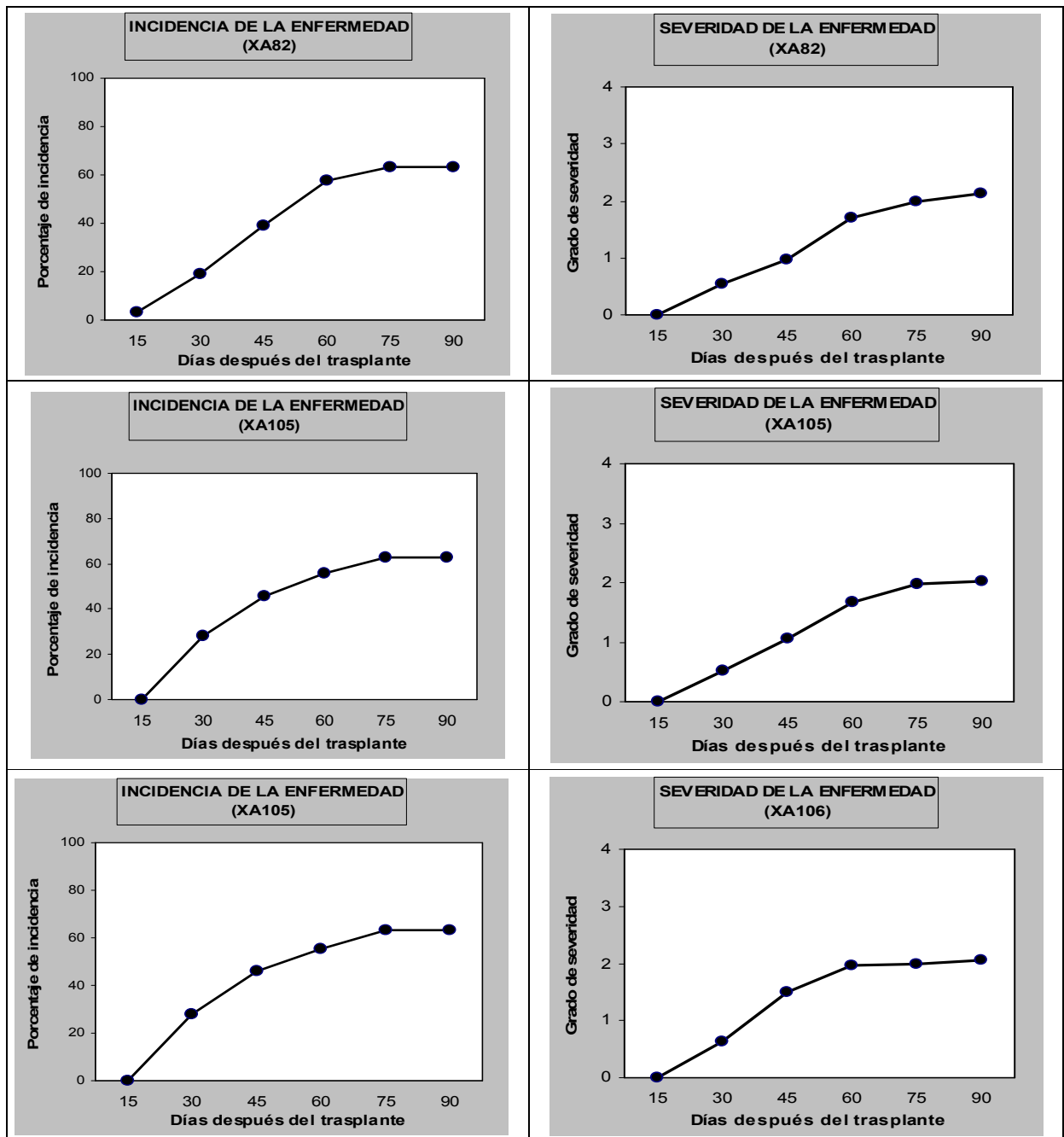
ANEXO 8

Figura 18 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA82, XA105 y XA106 evaluados en El Tempisque.

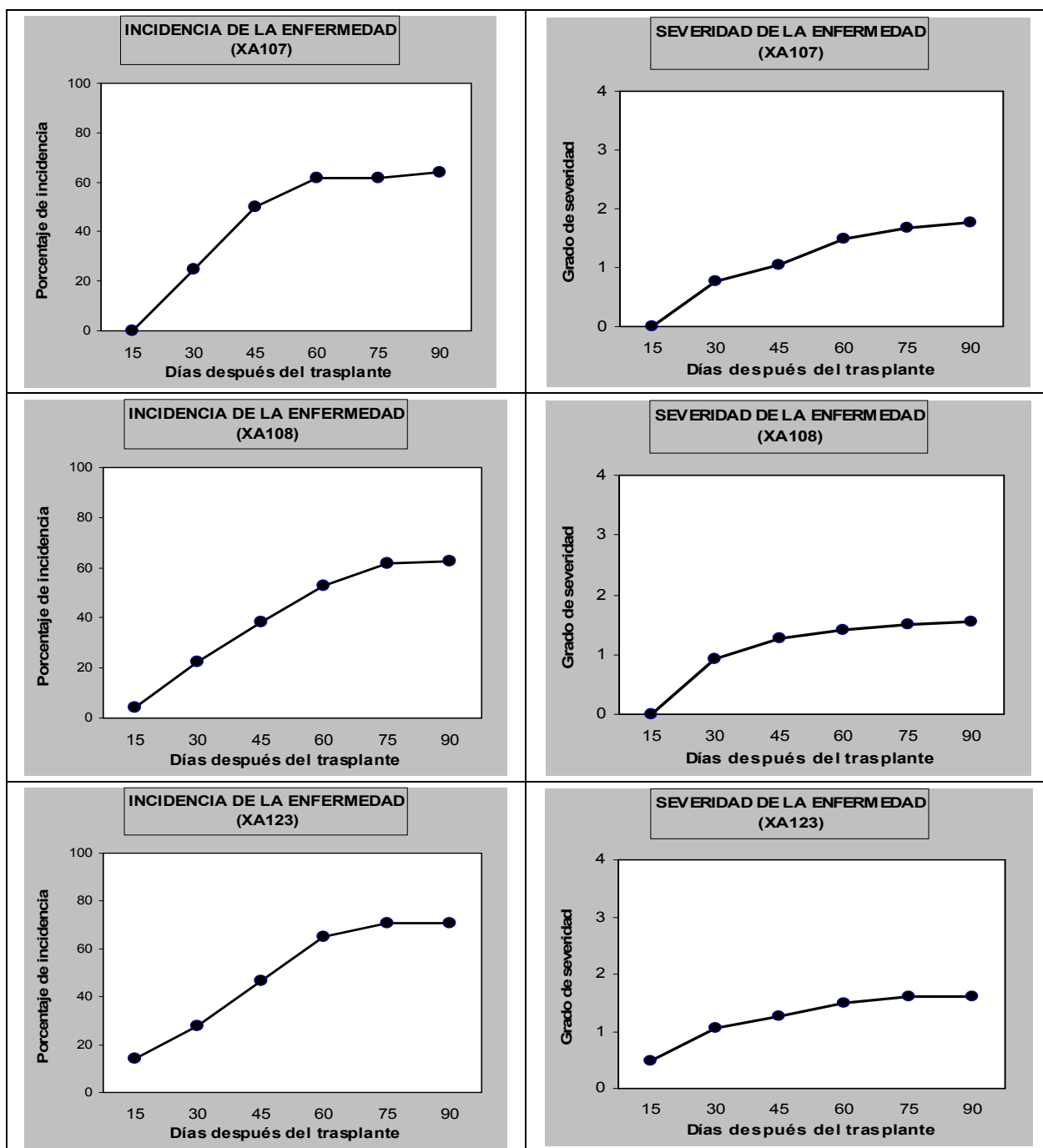
ANEXO 9

Figura 19 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA107, XA108 y XA123 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 10

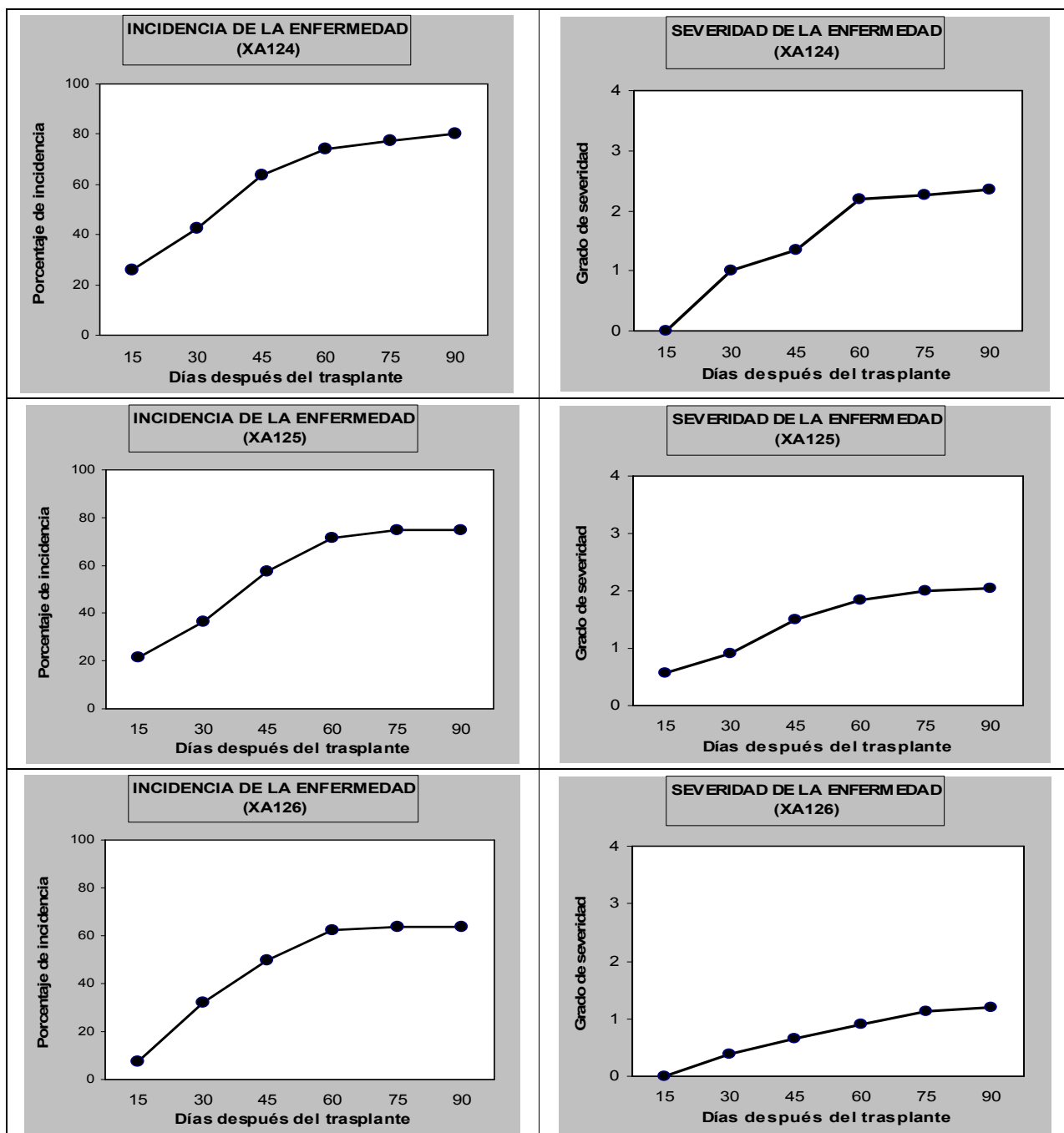


Figura 20 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA124, XA125 y XA126 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 11

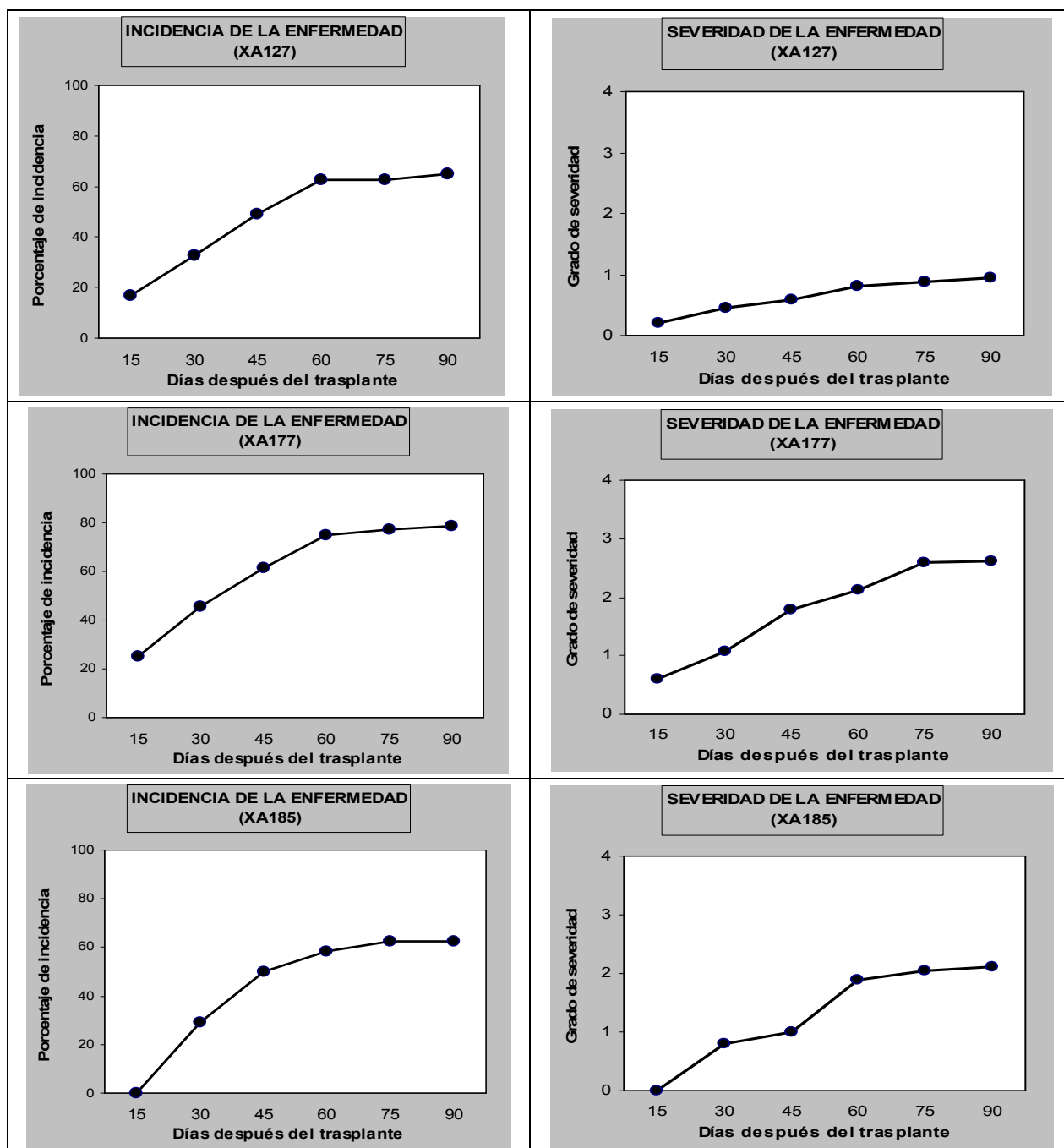


Figura 21 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA127, XA177 y XA185 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 12

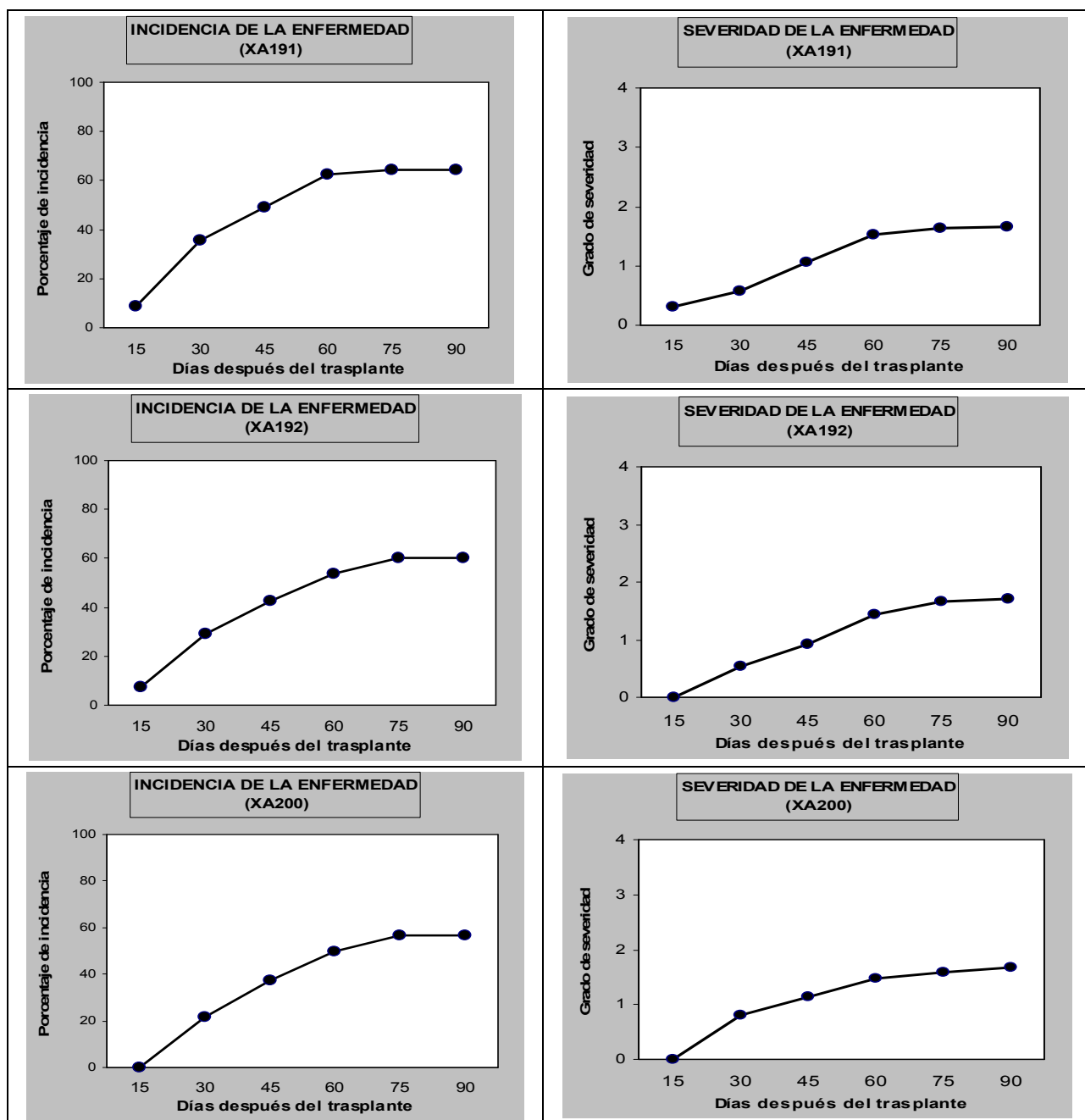


Figura 22 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA191, XA192 y XA200 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 13

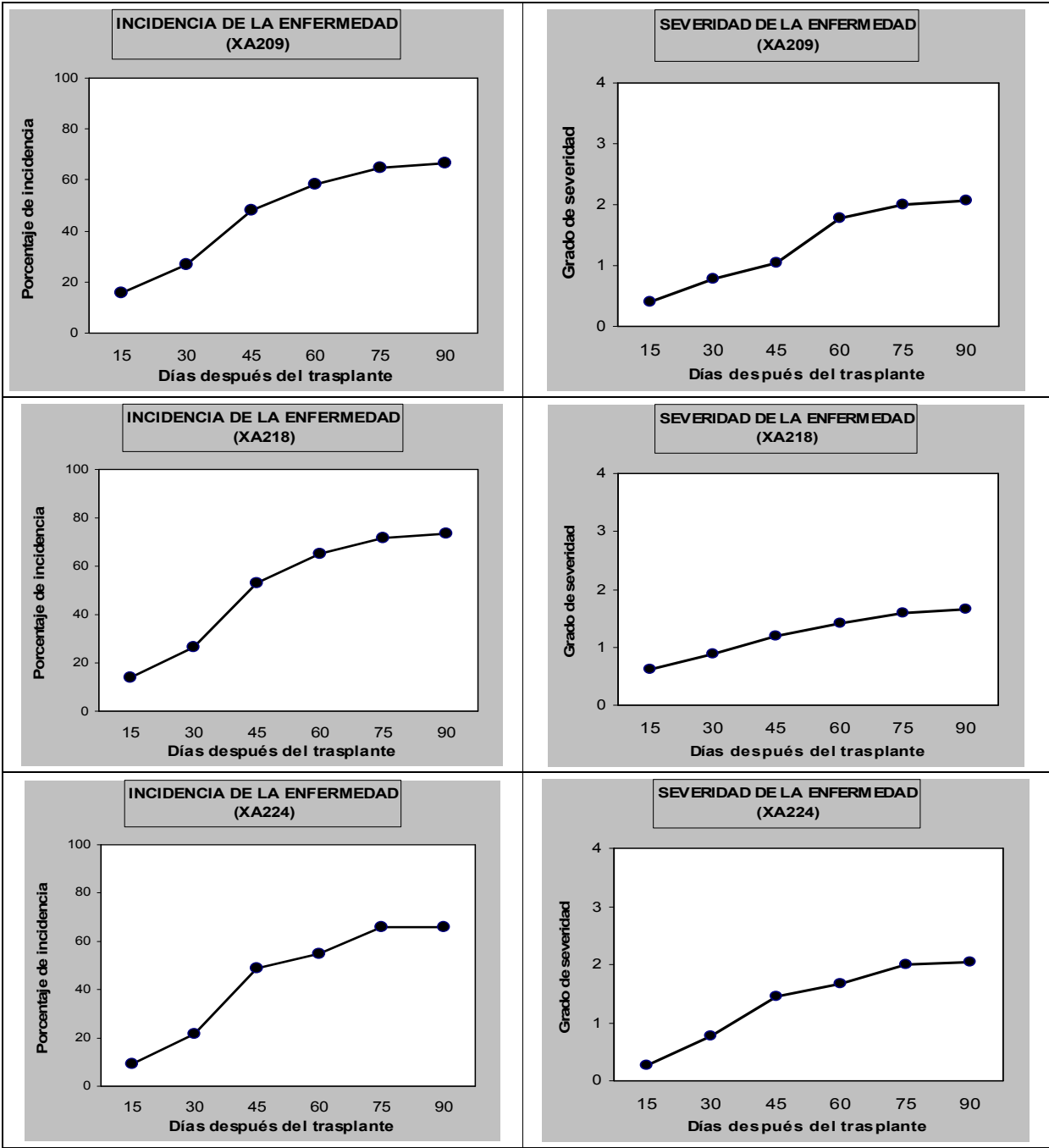


Figura 23 A. Incidencia y severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos de tomate XA200, XA218 y XA224 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 14

Cuadro 24 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	18096429.84	904821.49	8.86	0.1
Bloques	2	353356.81	176678.41	1.73	
Error experimental	40	4085540.45	102138.51		
Total	62	22535327.11			

Coefficiente de variación = 8.92 por ciento

ANEXO 15

Cuadro 25 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	24309108.93	1215455.45	101.12	0.1
Bloques	2	38487.5	19243.75	1.60	
Error experimental	40	480775.0	12919.38		
Total	62	24828371.43			

Coefficiente de variación = 4.52 por ciento

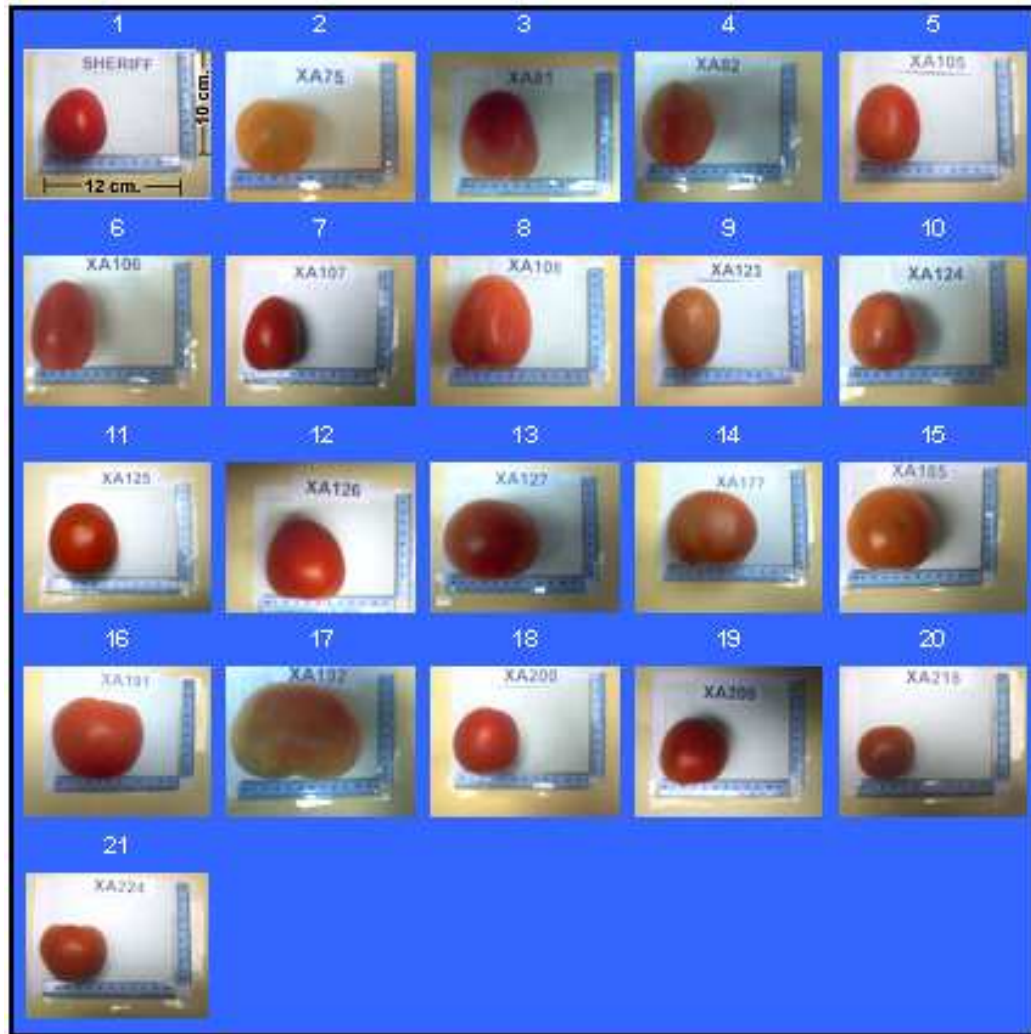
ANEXO 16

Figura 23 A. Determinación del tamaño del fruto de los híbridos experimentales de tomate evaluados en El tempisque.

ANEXO 17

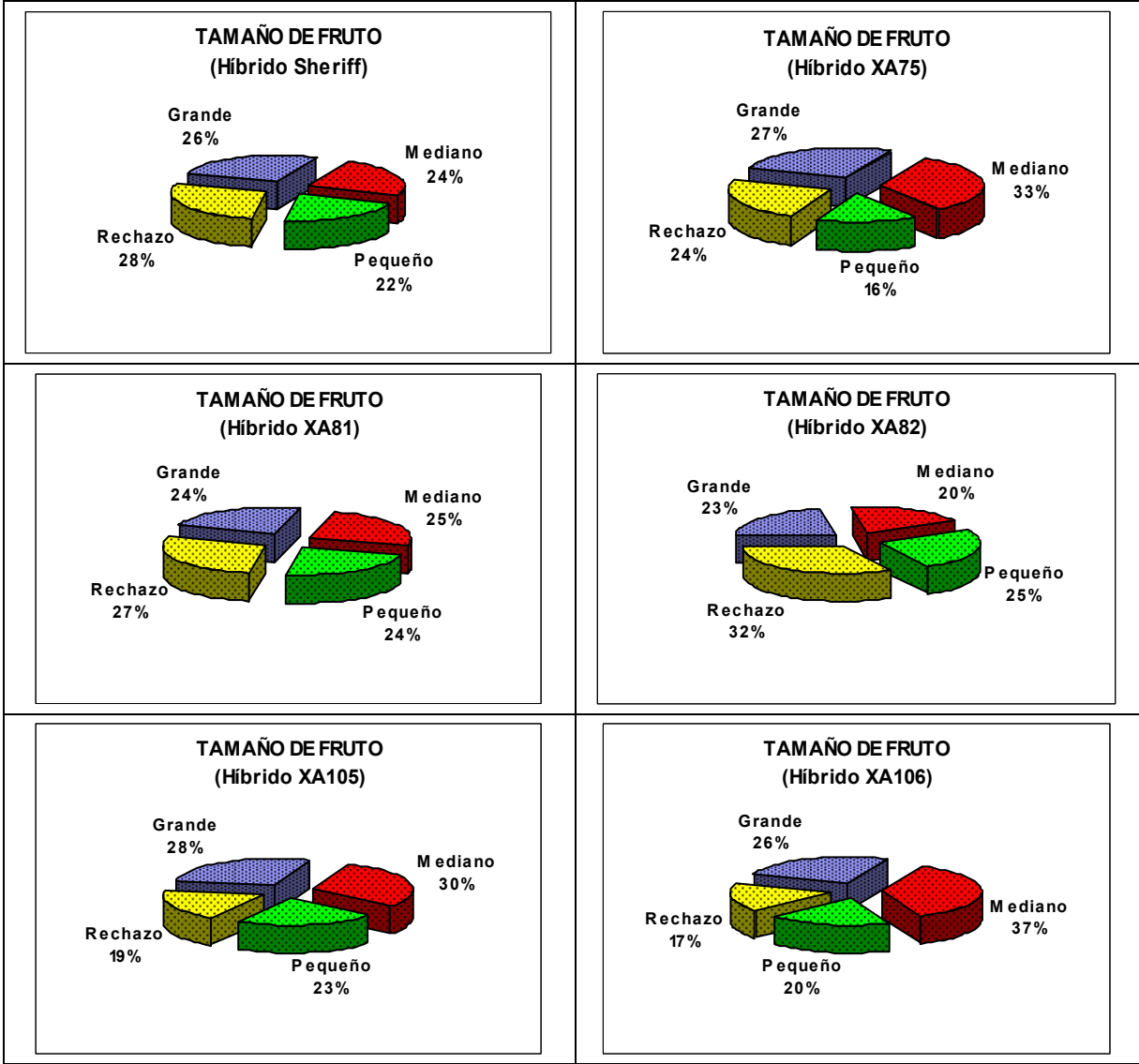


Figura 25 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate Sheriff, XA75, XA81, XA82, XA105 y XA106 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 18

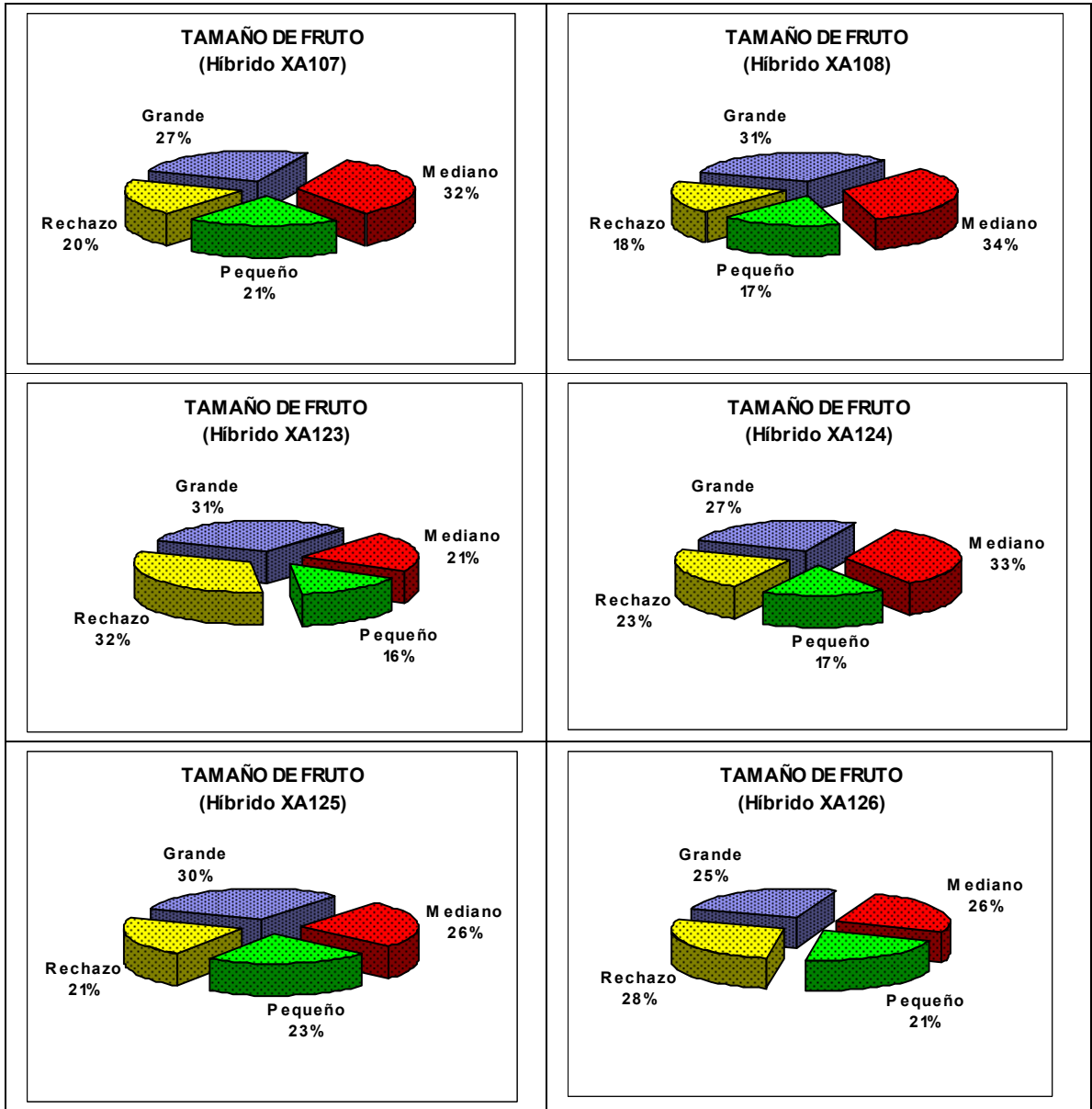


Figura 26 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate XA107, XA108, XA123, XA124, XA125 y XA126 evaluados en El Tempisque.

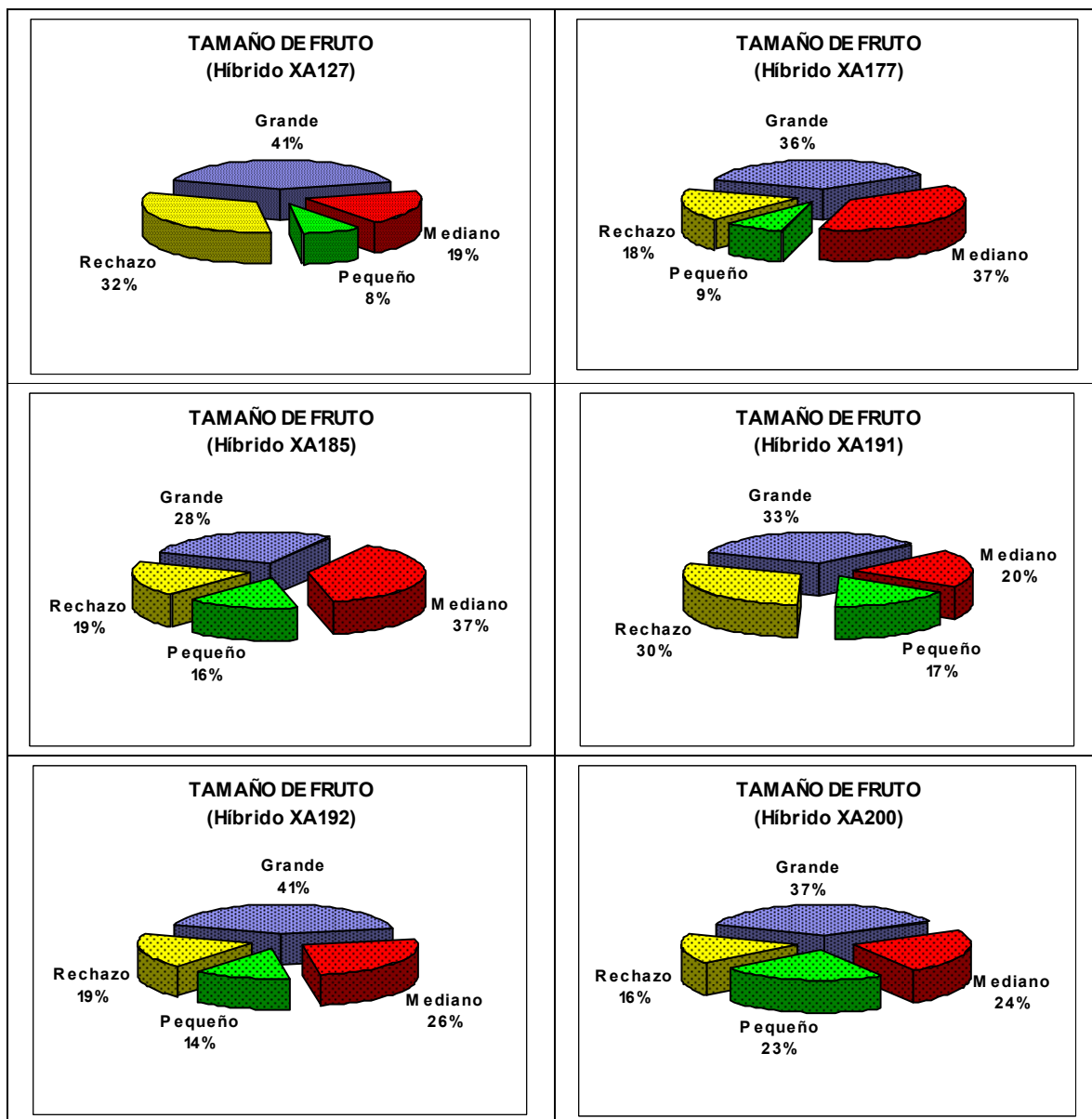
ANEXO 19

Figura 27 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate XA127, XA177, XA185, XA191, XA192 y XA200 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 20

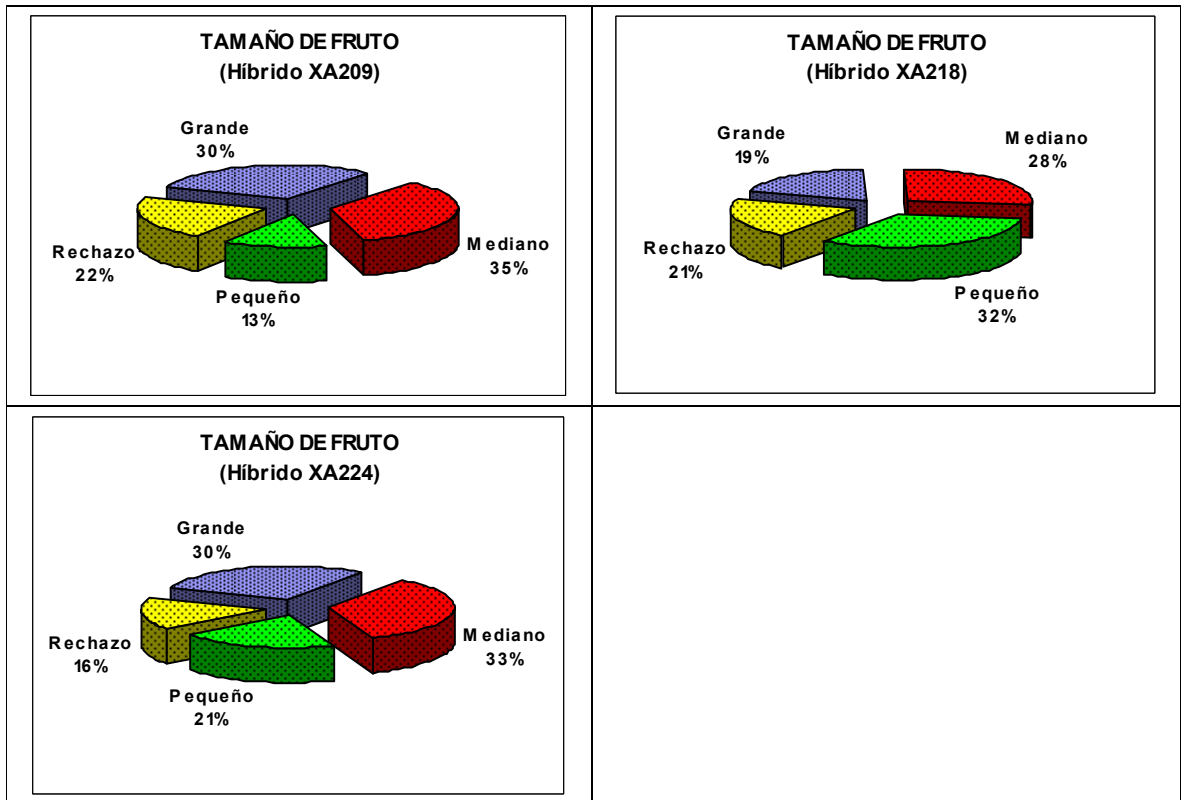


Figura 28 A. Porcentaje de frutos obtenidos según la clasificación de tamaño para los híbridos de tomate XA209, XA 218 y XA224 evaluados en El Tempisque.

ANEXO 21

Cuadro 26 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto grande de tomate en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	4197108042	209855402	4.81	0.1
Bloques	2	3013105324	1506552662	34.50	
Error experimental	40	1746612982			
Total	62	8956826348			

Coeficiente de variación = 27.28 por ciento

ANEXO 22

Cuadro 27 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de tomate de fruto mediano en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	2610276168	13053808	9.37	0.1
Bloques	2	1570923361	785461680	56.42	
Error experimental	40	556914535	13922863		
Total	62	4738114064			

Coeficiente de variación = 20.03 por ciento

ANEXO 23

Cuadro 28 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto pequeño en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	736479172.7	36823958.6	4.71	0.1
Bloques	2	107189457.8	53594728.9	6.85	
Error experimental	40	312774049.4	7819351.2		
Total	62	1156442679.9			

Coefficiente de variación = 31.9 por ciento

ANEXO 24

Cuadro 29 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento de fruto de rechazo en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	358364137.2	17918206.9	2.98	0.1
Bloques	2	65022106.9	32511053.4	5.42	
Error experimental	40	240137025.2	6003425.6		
Total	62	663523269.2			

Coefficiente de variación = 27.88 por ciento

ANEXO 25

Cuadro 30 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	9490026640	474501332	5.96	0.1
Bloques	2	12690365649	6345182824	79.65	
Error experimental	40	3186408949	79660224		
Total	62	25366801238			

Coeficiente de variación = 14.78 por ciento

ANEXO 26

Cuadro 31 A. Análisis de varianza para la variable grados Brix contenidos en el fruto de los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	20	0.000622222	0.000311111	0.44	0.1
Bloques	2	45.58876508	2.27943825	3235.80	
Error experiemetal	40	0.02817778			
Total	62	45.61756508			

Coeficiente de variación = 0.77 por ciento

ANEXO 27

Cuadro 32 A. Rendimiento total obtenido en kilogramos por planta expresado y rendimiento total estimado en kilogramos por hectárea y en cajas de 50 libras por manzana (medida utilizada en la localidad) para los híbridos experimentales evaluados en El Tempisque.

Híbrido	Rendimiento obtenido					Rendimiento estimado	
	Rendimiento en kilogramos por planta, según el tamaño del fruto					Rendimiento total en kilogramos por hectárea	Rendimiento en cajas de 50 libras por manzana
	Fruto grande	Fruto mediano	Fruto pequeño	Fruto de rechazo	Rendimiento total (kilogramos por planta)		
Sheriff	0.31	0.56	0.33	0.31	1.50	58837	1812
XA75	0.23	0.76	0.32	0.40	1.71	60111	1851
XA81	0.20	0.40	0.22	0.23	1.05	40585	1250
XA82	0.12	0.24	0.26	0.25	0.87	30985	954
XA105	0.32	0.99	0.57	0.39	2.26	80341	2474
XA106	0.26	0.84	0.27	0.23	1.60	59006	1817
XA107	0.28	0.91	0.46	0.38	2.03	72203	2224
XA108	0.37	0.93	0.38	0.33	2.02	76648	2362
XA123	0.23	0.41	0.24	0.40	1.28	48291	1487
XA124	0.23	0.74	0.29	0.27	1.52	55170	1699
XA125	0.32	0.63	0.40	0.23	1.58	62000	1910
XA126	0.27	0.72	0.44	0.51	1.93	68561	2112
XA127	0.38	0.47	0.13	0.49	1.47	62022	1910
XA177	0.37	1.02	0.17	0.36	1.93	74286	2288
XA185	0.29	1.09	0.30	0.31	1.99	71450	2201
XA191	0.52	0.42	0.20	0.24	1.39	67382	2075
XA192	0.52	0.53	0.21	0.25	1.50	70376	2168
XA200	0.24	0.38	0.29	0.20	1.11	44165	1360
XA209	0.22	0.63	0.21	0.31	1.36	49760	1533
XA218	0.17	0.66	0.63	0.32	1.77	58402	1799
XA224	0.25	0.78	0.32	0.22	1.57	57365	1767

ANEXO 28

Figura 29 A. Coloración que presentaron los híbridos experimentales de tomate evaluados en El Tempisque.

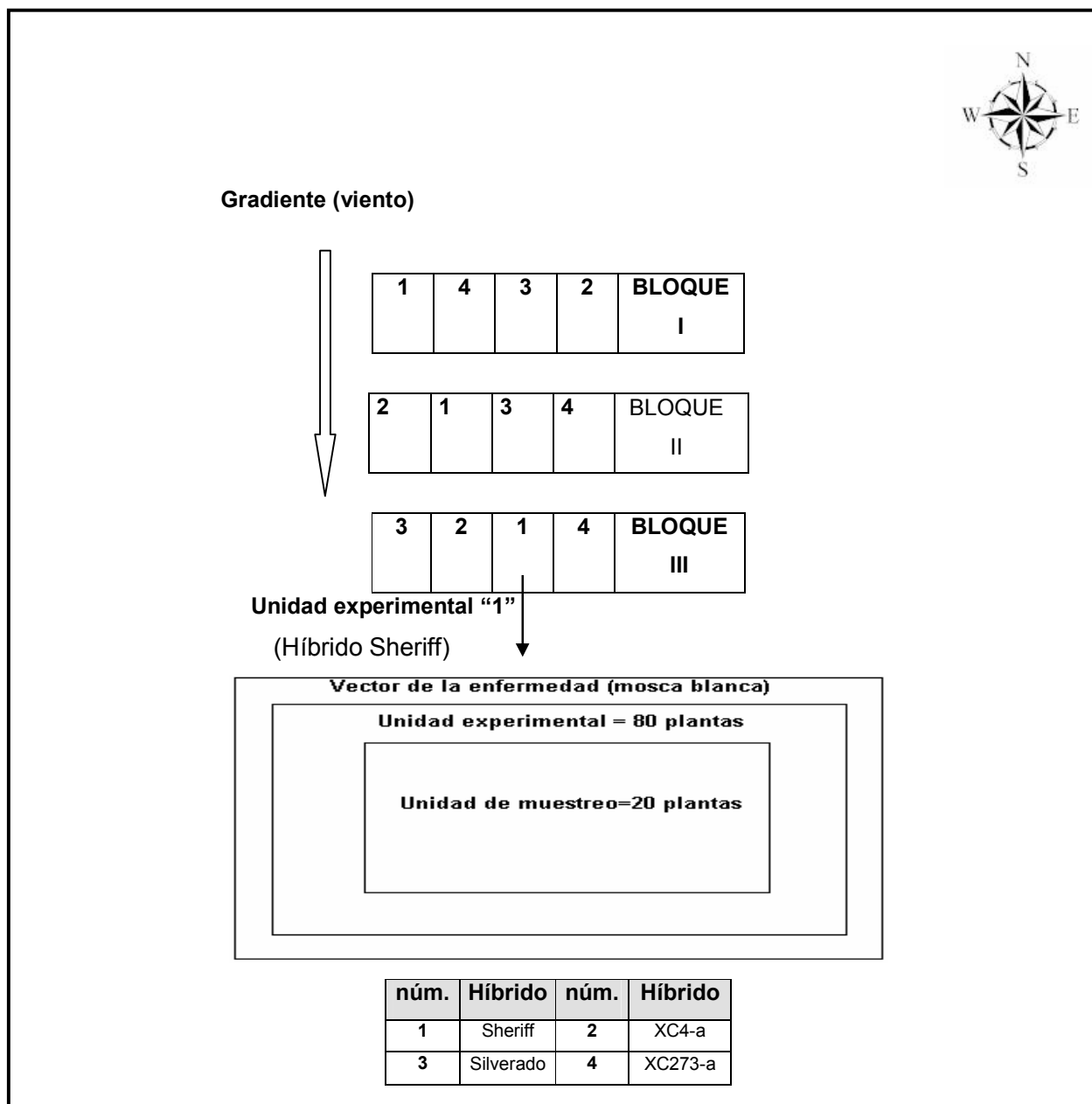
ANEXO 29

Figura 30 A. Distribución en el campo de los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.

ANEXO 30

Cuadro 33 A. Área abajo de la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la Incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.

Híbrido	Incidencia del acolochamiento de la hoja (unidades de área)		
	Bloque I	Bloque II	Bloque III
Sheriff	2835.00	2595.00	2587.50
XC4-a	660.00	585.00	960.00
Silverado	2775.00	2805.00	3150.00
XC273-a	502.50	688.50	975.00

ANEXO 31

Cuadro 34 A. Área abajo de la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de la severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.

Híbrido	Severidad del acolochamiento de la hoja (unidades de área)		
	Bloque I	Bloque II	Bloque III
Sheriff	2715.00	2745.00	2970.00
XC4-a	1012.50	1065.00	1230.00
Silverado	2767.50	2850.00	2887.50
XC273-a	900.00	1080.00	1177.50

ANEXO 32

Cuadro 35 A. Rendimiento total obtenido en kilogramos por planta y rendimiento total estimado en kilogramos por hectárea y por manzana para los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.

Híbrido	Rendimiento total en kilogramos por planta	Rendimiento total en kilogramos por hectárea	Rendimiento total en cajas de 50 libras por manzana
Sheriff	1.75	48505.0	1493.95
XC4-a	2.03	56507.0	1740.41
Silverado	1.74	48328.6	1488.52
XC273-a	2.14	59535.0	1833.67

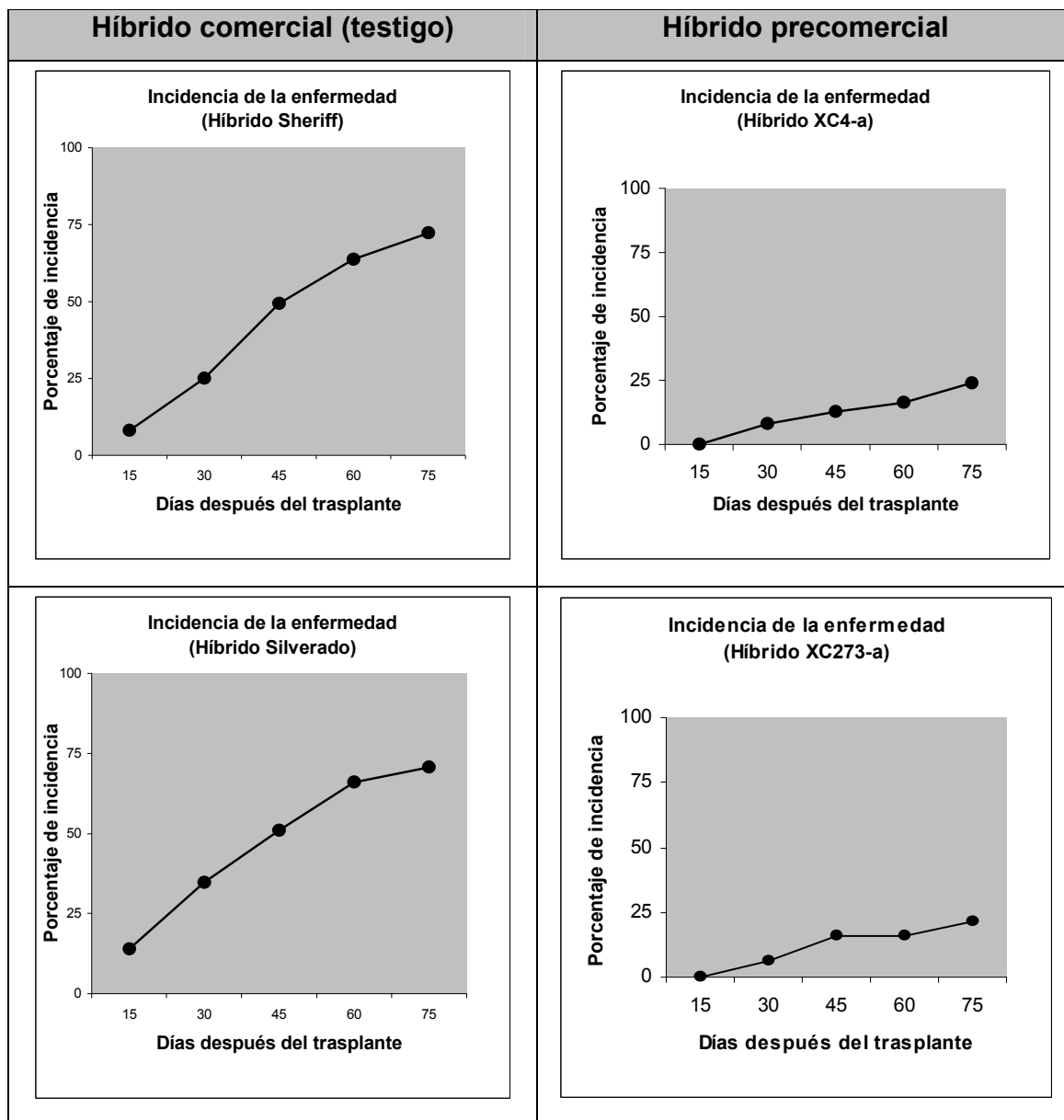
ANEXO 33

Figura 31 A. Incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.

ANEXO 34

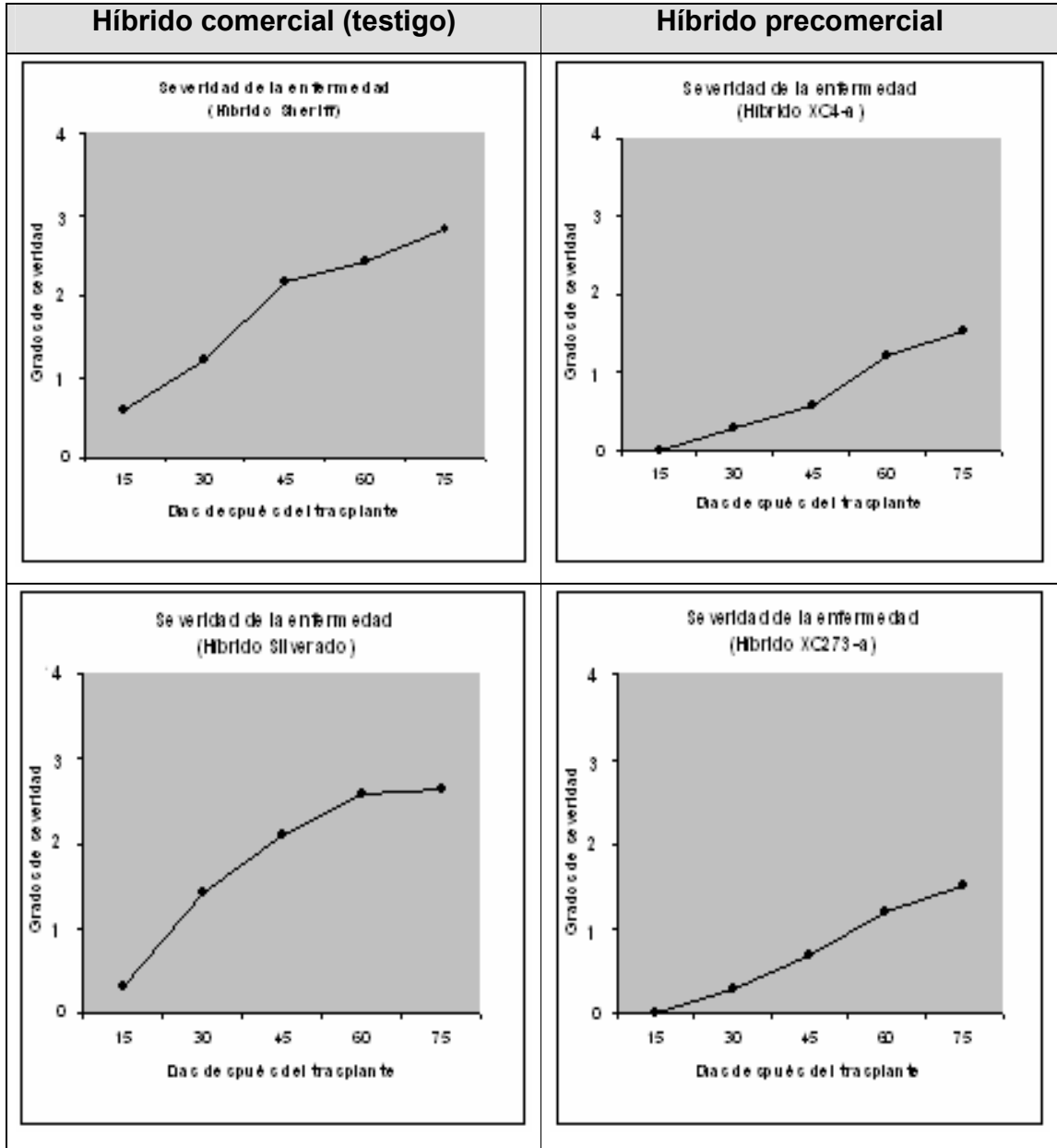


Figura 32 A. Severidad del acolchamiento de la hoja en los híbridos precomerciales de tomate evaluados en Tres Ceibas.

ANEXO 35

Cuadro 36 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable incidencia del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	3	12849675.56	4283225.19	153.83	9.78
Repeticiones	2	151483.50	904821.49		
Error experimental	6	167065.50	27844.25		
Total	11	13168224.56			

Coefficiente de variación = 9.48 por ciento

ANEXO 36

Cuadro 37 A. Análisis de varianza para el área abajo de la curva del progreso de la enfermedad para la variable severidad del acolochamiento de la hoja en los híbridos precomerciales evaluados en Tres Ceibas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	3	9139762.50	3046587.50	1155.10	9.78
Repeticiones	2	95962.50	1215455.45		
Error experimental	6	15825.00	2637.50		
Total	11	9251550.00			

Coefficiente de variación = 2.63 por ciento

ANEXO 37

Cuadro 38 A. Análisis de varianza para la variable rendimiento total en kilogramos por hectárea de los híbridos evaluados en Tres Ceibas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F calculado	Valor de F tabulado
Tratamientos	3	32280202.71	32280199.71	28.84	9.78
Repeticiones	2	503195.22	503193.22		
Error experimental	6	1119413.20	1119407.20		
Total	11	33902811.13			

Coefficiente de variación = 5.96 por ciento

ANEXO 38

Cuadro 39 A. Clasificación de la forma del fruto de acuerdo al descriptor del fruto de tomate propuesto por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute (1996) para los híbridos evaluados en Tres Ceibas.

Híbrido	Forma
Sheriff	Redonda alta
XC4-a	Redonda
Silverado	Cilíndrica alargada
XA273-a	Cilíndrica alargada

ANEXO 39

Cuadro 40 A. Coloración del fruto de los híbridos precomerciales (empleando la tabla de Munsell (Book of color glossy finish collection, 1976) evaluados en Tres Ceibas.

Híbrido	Tabla Munsell	Color
Sheriff	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro
XC4-a	10R 5/14	Rojo-naranja-claro
Silverado	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro
XC273-a	10R 5/12	Rojo-naranja-oscuro