

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

SUBÁREA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE AGRONOMÍA -EPSA-



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**REALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE
AGROQUÍMICOS DE BAYER CROP SCIENCE EN LOS DEPARTAMENTOS DE
QUETZALTENANGO, SACATEPÉQUEZ Y ZACAPA**

CARLOS VIRGILIO MARTÍNEZ LÓPEZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**REALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE
AGROQUÍMICOS DE BAYER CROP SCIENCE EN LOS DEPARTAMENTOS DE
QUETZALTENANGO, SACATEPÉQUEZ Y ZACAPA**

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

POR

CARLOS VIRGILIO MARTÍNEZ LÓPEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez

VOCAL PRIMERO

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano

VOCAL CUARTO

Br. Lorena Carolina Flores Pineda

VOCAL QUINTO

Per. Agr. Josué Antonio Martínez Roque

SECRETARIO

Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2011

Guatemala, Noviembre del 2011

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 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE AGROQUÍMICOS DE BAYER CROP SCIENCE EN LOS DEPARTAMENTOS DE QUETZALTENANGO, SACATEPÉQUEZ Y ZACAPA”**, 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”

Carlos Virgilio Martínez López

ACTO QUE DEDICO

A:

- Dios Por darme la vida, la sabiduría y guiarme en el camino correcto, por brindarme una y otra oportunidad y permitir realizar mis sueños y metas, mil gracias por todo tu amor, por las bendiciones que me has dado, y por regalarme una familia maravillosa.
- Mis padres Carlos Enrique Martínez Valdez y Arminda López de Martínez, gracias por su amor, esfuerzo y sabios consejos, gracias por tanto y tanto sacrificio, sé que no me alcanzará la vida para devolver todo lo que han hecho por mí. Los amo.
- Mis hermanas Ilcia, Lucky, One y Karla; gracias por su amor, su apoyo incondicional y por ayudarme a alcanzar este éxito en mi vida. Las quiero mucho.
- Mis cuñados José Guillermo Samayoa, Esdras Portillo y Jairo Castañeda, gracias por su apoyo y por formar parte de mi familia.
- Mis sobrinos Génesis y Pablo Andrés, con especial cariño.
- Mis tíos Leticia, Rinaldo y Joel Martínez; gracias por sus consejos y apoyo brindado.
- Mi primo Emilio Martínez; por tu cariño y amistad, por apoyarme y respaldarme siempre en todo momento, en las buenas y en las malas. Este triunfo también es tuyo. Te amo.
- Mis primos Ámarin, Augusto y Gilson López, Irma y Lourdes Martínez, Glenda y Susy Aguilar, por el cariño y amistad que nos une.
- Mis amigos Rodolfo Chour, Otto Moscoso, Allan Figueroa, Manuel Sagastume, Bryan Sánchez, Jorge Calderón, Oswal Castillo, Oscar Pellecer, Carlos Ramos, Antonio Paiz, Rodrigo Longo, Mauricio Warren, Antonio Cambranes, Luis Siguí, Alberto Navas, Ismael Méndez, Ana Ester Barrios, Amílcar Velásquez, Ing. Mauricio Franco, Ing. Geovany Portillo, Ing. Juan René Santizo, Ing. Fernando Cabrera, Ing. Ángel Valle, Ing. Juan Carlos Pérez, Ing's Carlos y Henry Custodio e Ing. Juan Carlos Cabrera, gracias por la amistad y por todos los momentos compartidos a lo largo de estos años.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios

Guatemala

Promoción 2002

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Instituto Adolfo V. Hall de Oriente, Chiquimula –I.A.V.H.O-

Y con especial cariño a:

Morales, Izabal

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi casa de estudios

Gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Agronomía, por haberme abierto las puertas de sus salones de clases y haberme preparado como profesional.

Instituto Adolfo V. Hall de Oriente, Chiquimula

Por forjarme en mis inicios como agrónomo.

Mi supervisor

Dr. Silvel Elías, gracias por su confianza, orientación y comprensión durante el proceso del EPS y por sus aportes de conocimientos que fortalecieron el presente documento.

Mi asesor

Dr. David Monterroso, gracias por su apoyo y colaboración y por su valioso tiempo en asesorar mi trabajo de investigación.

Bayer Crop Science

Agradezco la oportunidad de desarrollar el EPSA en reconocida empresa, especialmente al Ing. Ag. Antonio Muñoz e Ing. Ag. Juan René Santizo por su apoyo técnico y aporte de conocimientos en el proceso de EPS, pero principalmente por su confianza y amistad.

Ingenieros Agrónomos

Gustavo Álvarez y Rony Mijangos, gracias por su colaboración y asesoramiento en el proceso de los análisis nematológicos en los laboratorios de ésta facultad.

Ing. Ag. Cristhofer Ardón

Por su amistad y asesoramiento durante el proceso de análisis de resultados. Que Dios te bendiga.

Familia López Zabala

Por el apoyo durante mi etapa en la Universidad, por sus consejos y cariño, mil gracias.

Familia Cabrera Del Cid

Por haberme brindado su apoyo y abrirme las puertas de su casa durante mi -EPSA- en el municipio de Estanzuela, Zacapa.

Familia Monterroso Molina

Por su apoyo durante la fase de -EPSA- realizado en Quetzaltenango.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
RESUMEN	xi
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.), ALDEA SAN JOSÉ PACHIMACHÓ, SAN MATEO, QUETZALTENANGO, 2008	
1.1	2
1.2	3
1.3	4
1.3.1	4
1.3.2	4
1.4	5
1.4.1	5
1.4.2	6
1.4.3	6
1.4.4	6
1.5	7
1.6	8
1.6.1	8
1.6.2	9
1.6.3	9
1.7	9
1.7.1	9
1.7.2	10
1.7.3	10
1.7.4	10
1.7.5	11
1.7.6	12
1.7.7	14
1.7.8	14
1.7.9	15
1.7.10	15
1.8	17
1.8.1	17
1.8.2	18
1.8.3	18

1.9	Resultados.....	19
1.9.1	Enfermedades presentes en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	19
1.9.2	Plagas presentes en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	21
1.10	Conclusiones.....	27
1.11	Recomendaciones	28
1.12	Bibliografía.....	29
1.13	Anexos.....	31
1.13.1	Boleta para productores.....	32
1.13.2	Boleta de comunidad	34
CAPITULO II. INVESTIGACIÓN. ESTUDIO A NIVEL DE RECONOCIMIENTO DE LOS NEMÁTODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> M.), Y ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA LOS INVERNADEROS DE LA FINCA PANORAMA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ.....		
		37
2.1	Introducción	38
2.2	Planteamiento del problema.....	39
2.3	Marco teórico	40
2.3.1	Marco conceptual	40
2.3.2	Marco referencial.....	51
2.4	Objetivos.....	53
2.4.1	General.....	53
2.4.2	Específicos	53
2.5	Hipótesis	53
2.6	Metodología	54
2.6.1	Metodología experimental.....	54
2.6.2	Diseño experimental	56
2.6.3	Tratamientos.....	57
2.6.4	Modelo estadístico.....	58
2.6.5	Croquis de campo.....	59
2.7	Manejo del experimento	60
2.7.1	Eliminación del cultivo anterior.....	60
2.7.2	Preparación del suelo	60
2.7.3	Extracción de muestras de suelo por bloques.....	61
2.7.4	Transplante del cultivo al área experimental	64
2.7.5	Extracción de muestras (plantas y suelo) previo a la aplicación de los tratamientos (20 días después del transplante -ddt-)	64
2.7.6	Aplicación de los tratamientos (20 días después del transplante -ddt-).....	64
2.7.7	Extracción de muestras (plantas y suelo) posterior a la aplicación de tratamientos.....	64
2.8	Variables de respuesta	64

CONTENIDO	PÁG.
2.8.1 Población de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera.....	64
2.8.2 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera	65
2.8.3 Índice del daño radical	65
2.8.4 Incidencia del daño radical.....	66
2.9 Análisis de la información	66
2.9.1 Identificación de nemátodos fitoparásitos en el suelo y en el sistema radical.....	66
2.9.2 Incidencia de nemátodos en el suelo e incidencia del daño radical.....	66
2.9.3 Análisis estadístico.....	66
2.9.4 Análisis gráfico.....	67
2.9.5 Análisis económico	67
2.10 Resultados y discusión.....	68
2.10.1 Identificación de nemátodos fitoparásitos.....	68
2.10.2 Población de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera.....	72
2.10.3 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera	72
2.10.4 Análisis estadístico para la variable población de <i>Helicotylenchus</i> spp	74
2.10.5 Comportamiento poblacional de <i>Helicotylenchus</i> spp a través del tiempo.....	79
2.10.6 Índice del daño radical provocado por <i>Rotylenchulus reniformis</i>	84
2.10.7 Incidencia del daño radical provocado por <i>Rotylenchulus reniformis</i>	85
2.10.8 Análisis estadístico para la variable índice de daño radical provocado por <i>Rotylenchulus reniformis</i>	86
2.10.9 Comportamiento del índice de daño radical a través del tiempo en el cultivo de tomate.....	92
2.10.1 Costos de los nematicidas evaluados y su aplicación en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala.....	95
2.11 Conclusiones.....	98
2.12 Recomendaciones.....	99
2.13 Bibliografía	100
2.14 Anexos	102
 CAPITULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE AGROQUÍMICOS DE BAYER CROP SCIENCE.....	 117
3.1 Presentación	118
3.2 Servicio 1. Comparación de un programa químico para el manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), en relación al manejo efectuado por los agricultores de la aldea San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango	119
3.2.1 Introducción	119
3.2.2 Antecedentes	120

CONTENIDO	PÁG.
3.2.3	Justificación 121
3.2.4	Objetivos 122
3.2.5	Metodología..... 123
3.2.6	Análisis de resultados..... 129
3.2.7	Conclusiones 138
3.2.8	Recomendaciones 139
3.2.9	Bibliografía 140
3.2.10	Anexos 141
3.3	Servicio 2. Evaluación de opciones químicas para el control de mosca blanca (<i>Bemisia spp</i>) en los cultivos de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) y melón (<i>Cucumis melo</i>) en los municipios de Teculután y Cabañas, Zacapa, en el año 2009 147
3.3.1	Introducción 147
3.3.2	Antecedentes..... 148
3.3.3	Justificación 149
3.3.4	Objetivos 150
3.3.5	Hipótesis..... 150
3.3.6	Metodología para la ejecución en el cultivo de pepino 151
3.3.7	Metodología para la ejecución en el cultivo de melón 154
3.3.8	Análisis de resultados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa..... 156
3.3.9	Análisis de resultados en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa 164
3.3.10	Conclusiones 170
3.3.11	Recomendaciones 171
3.3.12	Bibliografía 172
3.3.13	Anexos 173

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁG.
1.1A Croquis de la Aldea San José Pachimachó y sus áreas productivas de papa	31
2.2 Croquis del área experimental utilizada para la evaluación de nematocidas en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala	59
2.3 Croquis de los bloques utilizados para la evaluación de nematocidas en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala	59
2.4 Dimensiones de cada unidad experimental utilizada para la evaluación de nematocidas en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala	60
2.5 Esquema de extracción de submuestras de suelo por unidad experimental en el cultivo de tomate	61
2.6 Incidencia del daño radical por sistema radical ocasionado por <i>Rotylenchulus reniformis</i> en el cultivo de tomate.....	71
2.7 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo rizosférico del cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala	74
2.8 Comportamiento poblacional de <i>Helicotylenchus</i> spp en relación a los tratamientos foliares de Spirotetramat y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009	80
2.9 Comportamiento poblacional de <i>Helicotylenchus</i> spp en relación a los tratamientos con Spirotetramat al suelo y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009	82
2.10 Comportamiento poblacional de <i>Helicotylenchus</i> spp en relación a los tratamientos con <i>Paecilomyces lilacinus</i> y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009	83
2.11 Prueba de comparación de medias según el criterio de Fisher, para la variable índice de daño radical por sistema radical a los 50 días después del transplante -ddt-	89
2.12 Comportamiento del índice de daño radical por sistema radical en relación a los tratamientos foliares de Spirotetramat y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009.....	93
2.13 Comportamiento del índice de daño radical por sistema radical en relación a los tratamientos al suelo con Spirotetramat y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009	94
2.14 Comportamiento del índice de daño radical por sistema radical en relación a los tratamientos al suelo con <i>Paecilomyces lilacinus</i> y sus testigos, cultivo de tomate, 2009.....	95
2.15A. A y B. Daño radical observado en campo y laboratorio, provocado por <i>Rotylenchulus reniformis</i> en el cultivo de tomate, 2009	114
2.16A. A. Síntomas foliares provocados por <i>Rotylenchulus reniformis</i> y B. Marchitez de plantas provocado por <i>Fusarium</i> spp en el cultivo de tomate, 2009.....	114
2.17A. A.a. Estilete de <i>Pratylenchus</i> spp y B. Hembra adulta de <i>Pratylenchus</i> spp	115
2.18A. A.a. Intestino sobrepuesto al esófago <i>Pratylenchus</i> spp, B.a. Vulva y B.b. Cola de <i>Pratylenchus</i> spp.....	115
2.19A. A.a. Estilete, A.b. Nódulos basales, B.a. Vulva y B.b. Cola de <i>Helicotylenchus</i> spp.....	116
2.20A. A.a. Estilete y A.b. Bulbo medio en <i>Tylenchorhynchus</i> spp, B. Hembra adulta de <i>Helicotylenchus</i> spp.....	116
3.21 Croquis de la parcela experimental en el cultivo de papa, San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango	123

FIGURA	PÁG.
3.22 Programa de aplicaciones foliares para el control de enfermedades en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>)	126
3.23 Programa de aplicaciones foliares para el control de plagas en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>)	127
3.24 Comportamiento de la incidencia de <i>Phytophthora infestans</i> en parcela experimental y parcela del agricultor.....	129
3.25 Comportamiento de la severidad de <i>Phytophthora infestans</i> en parcela experimental y parcela del agricultor.....	131
3.26 Comportamiento de la emergencia de plántulas de papa en ambas parcelas	133
3.27 Porcentaje de rendimiento de papa (<i>S. tuberosum</i>) en ambas parcelas de acuerdo a clasificación.....	135
3.28A. Escala diagramática para la evaluación de la severidad de tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>), en el cultivo de papa. CIP 1981.	141
3.29A. Evolución del daño de <i>Phytophthora infestans</i> en parcela experimental de papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	141
3.30A. A. Preparación de los tratamientos, B. Equipo de aplicación y C. Aplicaciones foliares en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>).....	142
3.31A. Daño al tubérculo de papa provocado por; A. <i>Phyllophaga</i> spp, B. <i>Tecia solanivora</i> y C. <i>Ralstonia solanacearum</i>	142
3.32A. Clasificación y pesado del tubérculo cosechado	142
3.33 Croquis de campo para el manejo de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>), Teculután, Zacapa	151
3.34 Croquis para los monitoreos de adultos e inmaduros de mosca blanca en cada unidad experimental	154
3.35 Croquis de campo para el manejo de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa.....	155
3.36 Población de huevos de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	158
3.37 Población de ninfas de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	160
3.38 Población de adultos de <i>Bemissia</i> spp por hoja en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	162
3.39 Población de huevos de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa.....	166
3.40 Población de ninfas de <i>Bemissia</i> spp por pulgada ² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa.....	168
3.41A. A. Parcela delimitada y B. Toma de muestras en el cultivo de melón.....	173
3.42A. A y B. Adultos con vida de <i>Bemisia</i> spp en el cultivo de melón	173
3.43A. A y B. Ninfas de <i>Bemisia</i> spp con vida, en el cultivo de melón	173
3.44A. Conteo de poblaciones de huevos y ninfas de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² a través del estereoscopio.....	174

FIGURA	PÁG.
3.45A. A y B. Preparación de los tratamientos evaluados para el control de <i>Bemisia</i> spp en el cultivo de melón	174
3.46A. A y B. Aplicación de tratamientos para el control de <i>Bemisia</i> spp en el cultivo de melón..	175
3.47A. A. Efecto de los tratamientos en adultos y B. Efecto de los tratamientos en ninfas de <i>Bemisia</i> spp.....	175

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁG.
1.1 Comportamiento histórico de la producción nacional de papa según años censados.....	8
1.2 Cantidades de elementos para poder producir una tonelada de tubérculos de papa.....	12
1.3 Calendario anual de producción de papa en la Aldea San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango.....	16
1.4 Matriz de priorización de enfermedades y plagas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), Aldea San José Pachimachó, municipio de San Mateo, Quetzaltenango, en el año 2008.....	24
1.5 Priorización de plagas y enfermedades en el cultivo de papa (<i>S. tuberosum</i>), con base a sus frecuencias y rangos.....	25
2.6 Tratamientos evaluados para el control de nemátodos fitoparásitos, finca Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.....	58
2.7 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo rizosférico del cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala.....	73
2.8 Análisis de varianza para la población de <i>Helicotylenchus</i> spp a los cero días.....	75
2.9 Análisis de varianza para la población de <i>Helicotylenchus</i> spp a los 20 días después del trasplante -ddt-.....	76
2.10 Análisis de varianza para la población de <i>Helicotylenchus</i> spp a los 50 días después del trasplante -ddt-.....	77
2.11 Análisis de varianza para la población de <i>Helicotylenchus</i> spp a los 80 días después del trasplante -ddt-.....	78
2.12 Análisis de varianza para la población de <i>Helicotylenchus</i> spp a los 110 días después del trasplante -ddt-.....	79
2.13 Promedio del índice de daño radical por tratamiento a través del tiempo en el cultivo de tomate.....	85
2.14 Análisis de varianza para el índice de daño radical por sistema radical a los 50 días después del trasplante -ddt-.....	87
2.15 Prueba de comparación de medias según el criterio de Fisher, para el índice de daño radical por sistema radical a los 50 días después del trasplante -ddt-.....	87
2.16 Análisis de varianza para la variable índice de daño radical por sistema radical a los 80 días después del trasplante -ddt-.....	91
2.17 Análisis de varianza para el índice de daño radical por sistema radical a los 110 días después del trasplante -ddt-.....	92
2.18 Costos de aplicación de tratamientos para el control de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala.....	97
2.19A. Análisis nematológico preliminar en muestras de suelo, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía USAC.....	102
2.20A. Índice de daño radical (agallas) monitoreado a los 20 y 50 días después del trasplante -ddt- en el cultivo de tomate, 2009.....	103

2.21A. Índice de daño radical (agallas) monitoreado a los 80 y 110 días después del transplante -ddt- en el cultivo de tomate, 2009	104
2.22A. Análisis nematológico a los cero días, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC	105
2.23A. Análisis nematológico a los 20 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC	106
2.24A. Análisis nematológico a los 50 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC	107
2.25A. Análisis nematológico a los 80 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC	109
2.26A. Análisis nematológico a los 110 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC	111
2.27A. Análisis nematológico de muestras de raíz, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía USAC	113
3.28 Criterio utilizado para la clasificación del tubérculo cosechado en el área de estudio	128
3.29 Comportamiento de la emergencia de plántulas de papa en ambas parcelas	132
3.30 Rendimiento del cultivo de papa en ambas parcelas de acuerdo a clasificación utilizada	134
3.31 Resumen de costos de protección del cultivo de papa en parcela experimental	136
3.32 Resumen de costos de protección del cultivo de papa en parcela del agricultor	136
3.33 Resultados del análisis económico en ambas parcelas.....	137
3.34A. Aplicaciones efectuadas para el control de enfermedades y plagas en parcela experimental de papa	143
3.35A. Aplicaciones efectuadas para el control de enfermedades y plagas en parcela del agricultor	143
3.36A. Costos derivados de las aplicaciones químicas para el manejo de enfermedades y plagas en parcela experimental de papa	144
3.37A. Costos derivados de las aplicaciones químicas en el cultivo de papa para el manejo de enfermedades y plagas en parcela del agricultor.....	145
3.38A. Monitoreo de incidencia y severidad de <i>Phytophthora infestans</i> en parcela experimental y parcela del agricultor	146
3.39 Tratamientos evaluados para el control de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	152
3.40 Tratamientos evaluados para el control de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp) en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa	156
3.41 Análisis de varianza para la población de huevos de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	157
3.42 Prueba de medias según Tukey, para la población de huevos de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	158
3.43 Análisis de varianza para la población de ninfas de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	159

3.44 Prueba de medias según Tukey, para la población de ninfas de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	160
3.45 Análisis de varianza para la población de adultos de <i>Bemisia</i> spp por hoja en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa.....	161
3.46 Prueba de medias según Tukey, para la población de adultos de <i>Bemisia</i> spp por hoja en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	162
3.47 Resumen de los mejores tratamientos para el control de adultos e inmaduros de mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp), en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa	163
3.48 Análisis de varianza para la población de huevos de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa	165
3.49 Prueba de medias según Tukey, para la población de huevos de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa.....	165
3.50 Análisis de varianza para la población de ninfas de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa	167
3.51 Prueba de medias según Tukey, para la población de ninfas de <i>Bemisia</i> spp por pulgada ² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa.	167
3.52 Análisis de varianza para la población de adultos de <i>Bemisia</i> spp por hoja en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa	169

TRABAJO DE GRADUACIÓN

RESUMEN

Con la colaboración del departamento de Investigación y Desarrollo de Agroquímicos de Bayer Crop Science y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se llevó a cabo el Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA- en los departamentos de Quetzaltenango, Sacatepéquez y Zacapa, iniciando en Agosto del 2008 y finalizando en Mayo del 2009. En dicho período de trabajo se desarrollaron tres temas: en primer lugar, se realizó un diagnóstico general de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la aldea San José Pachimachó del municipio de San Mateo, departamento de Quetzaltenango; en el cual se identificó la enfermedad conocida como Tizón Tardío provocada por *Phytophthora infestans* como la principal limitante para la producción de papa, debido a las condiciones climáticas apropiadas para su desarrollo en la época de producción en que se realizó el trabajo, obligando a los agricultores a efectuar un alto número de aplicaciones químicas para el control de dicha enfermedad e incrementando el nivel de residualidad de pesticidas en el producto final, afectando así la cadena alimenticia. Además se identificaron dos plagas claves en el suelo que afectan al cultivo las cuales fueron gallina ciega (*Phyllophaga* spp) y la palomilla de la papa (*Tecia solanivora*).

En segundo lugar, se efectuó un estudio a nivel de reconocimiento de los nemátodos asociados al cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum* M.) y alternativas de manejo para los invernaderos de la finca Panorama, Antigua Guatemala Sacatepéquez; en donde se identificaron seis géneros de nemátodos fitoparásitos asociados al suelo rizosférico del cultivo, los cuales fueron; *Helicotylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Tylenchorhyncus* spp, *Meloidogyne* spp, *Hemicriconemoides* spp y *Criconemoides* spp, de los cuales *Helicotylenchus* spp fue el de mayor incidencia y población dentro del área experimental. También se identificó a *Rotylenchulus reniformis* que resultó ser el responsable del daño radical en forma de agallas en una alta incidencia dentro del cultivo. Por otro lado *Helicotylenchus* spp fue el nemátodo de mayor población durante el estudio, sin embargo, *R. reniformis* es el de mayor importancia debido al daño radical ocasionado al cultivo.

En cuanto a la evaluación estadística de las diferentes alternativas de manejo; el activo Spirotetramat en dosis de 1.5 y 2 lt/ha aplicado de forma foliar y *Paecilomyces lilacinus* en dosis de 600 g/ha, fueron los tratamientos que mejores resultados presentaron únicamente 30 días después de su aplicación para el control de *R. reniformis*, aunque dichas diferencias probablemente se presentaron por la heterogeneidad de las poblaciones de nemátodos en el suelo, ya que junto a dichos tratamientos también se encuentra el testigo absoluto (sin aplicación), sin embargo, Spirotetramat representaría la mejor alternativa por tener efecto de control sobre otras plagas como áfidos y mosca blanca.

Se determinó con base a la dinámica biológica de *Helicotylenchus* spp, así como de las agallas provocadas por *R. reniformis*; que con Spirotetramat aplicado en dosis de 2 lt/ha de manera foliar, Oxamil a razón de 3 lt/ha aplicado también al follaje y con *P. lilacinus* en dosis de 500 g/ha aplicado al suelo, dichos patógenos presentaron una tendencia general hacia la disminución en sus poblaciones a lo largo del estudio.

La elección de los tratamientos que mejores resultados presentaron, se orienta hacia la perspectiva propia de la disponibilidad de recursos económicos, así como del grado de protección ambiental al que se esté dispuesto a contribuir.

En tercer lugar, se desarrollaron los servicios correspondientes al -EPSA-, siendo los siguientes: comparación de un programa químico para el manejo de las principales enfermedades y plagas del cultivo de papa (*S. tuberosum* L.) en relación al manejo efectuado por los agricultores de la aldea San José Pachimachó, San Mateo Quetzaltenango, y finalmente se efectuó la evaluación de opciones químicas para el control de mosca blanca (*Bemisia* spp) en los cultivos de pepino (*Cucumis sativus*) y melón (*Cucumis melo*) en los municipios de Teculután y Cabañas del departamento de Zacapa.



CAPÍTULO I.

DIAGNÓSTICO GENERAL DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), ALDEA SAN JOSÉ PACHIMACHÓ, SAN MATEO, QUETZALTENANGO, 2008

1.1 Introducción

El trabajo que se presenta a continuación, fue enfocado hacia el diagnóstico de las principales enfermedades y plagas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Aldea San José Pachimachó, municipio de San Mateo Quetzaltenango, en el año 2008.

El trabajo consistió en determinar e investigar a través de distintas técnicas como el sondeo directo con los productores, entrevistas y visitas a centros e instituciones relacionadas con el tema agrícola, los principales problemas relacionados a la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo de papa (*S. tuberosum*) por los que deben de atravesar los agricultores de dicha comunidad.

El diagnóstico se enfocó en dicho cultivo ya que el mismo constituye la base de las actividades económicas agrícolas de la comunidad en mención, en otras palabras, el cultivo de la papa ocupa la primera posición en cuanto a importancia productiva de los agricultores del área mencionada.

Por las razones expuestas, se presenta el siguiente diagnóstico, en donde se encuentran no solo los principales problemas en cuanto al cultivo, sino también algunas características generales del área productiva, como por ejemplo, aspectos históricos y actuales, económicos y agrícolas en la comunidad, a través de los cuales se identificaron y priorizaron los problemas, con el objetivo de plantear soluciones mediante servicios que beneficien a los agricultores del área.

1.2 Justificación

Dentro de las obligaciones académicas que se le atribuyen al estudiante de –EPSA–, figuran el compromiso social, principalmente con el área rural productiva de nuestro país, razón por la cual se ha desarrollado el presente diagnóstico del área productiva de papa en la comunidad San José Pachimachó, con el objetivo propio de contribuir a solucionar problemas de plagas y enfermedades en el cultivo mencionado.

Lo anterior no solo se justifica por el compromiso social mencionado, sino también porque en dicha comunidad los agricultores son productores exclusivamente, o en un alto índice, del cultivo de papa.

Prueba de lo descrito es, que de acuerdo al ICTA, (2000), se establece que para el año 1998; en Guatemala se plantaron aproximadamente 11,962 hectáreas de papa, y se produjeron 296,418 toneladas métricas, siendo el departamento de Quetzaltenango una de las áreas más importantes en cuanto a la producción de dicho cultivo, ocupando el tercer lugar en área productiva a nivel nacional, reportando entre 1000 y 1500 hectáreas, únicamente por debajo de los departamentos de Huehuetenango y San Marcos, además, la papa es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz.

El cultivo de la papa entonces representa para una gran mayoría de agricultores, parte de su dieta básica e ingresos económicos, especialmente en el altiplano occidental del país.

Por las razones expuestas, se hizo necesaria la identificación de problemas de tipo fitosanitario, así como la contribución en la búsqueda de alternativas para su solución.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Determinar las principales enfermedades y plagas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la comunidad de San José Pachimachó, municipio de San Mateo Quetzaltenango, así como algunas características generales de dicha comunidad en el año 2008.

1.3.2 Específicos

Identificar las principales enfermedades y plagas del cultivo de papa en la época de producción de agosto a noviembre del 2008.

Realizar una jerarquización de los problemas encontrados en el cultivo en mención y realizar una serie de actividades para la solución a dichos problemas.

1.4 Aspectos generales de la aldea San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango

La comunidad de San José Pachimachó posee la categoría de aldea dentro del municipio de San Mateo del departamento de Quetzaltenango, está ubicada a 10 km de distancia de la cabecera municipal y se compone por 190 habitantes distribuidos en 26 viviendas, de las cuales cada una representa una familia compuesta aproximadamente por 7 miembros.

Por su ubicación geográfica en el país, y además por las condiciones adecuadas de suelo, clima etc, el área de dicha comunidad es ideal para la explotación de cultivos principalmente hortalizas, trabajo desarrollado por la mayoría de habitantes como actividades económicas o agrícolas principales, dentro de éstas se encuentran en orden prioritario los siguientes cultivos: papa, coliflor, zanahoria, maíz y arveja dulce, entre otros.

Como ya se describió, la producción de papa (*S. tuberosum* L.) es la principal actividad económica en la zona, reportando aproximadamente la cantidad de 26 familias dedicadas a dicho cultivo, en otras palabras, la totalidad de familias de la comunidad se dedican al cultivo de la papa en menor o mayor escala.

1.4.1 Organización de los productores

Los agricultores dedicados a la producción de papa como cultivo principal, cuentan con dos asociaciones agrícolas, la primera compuesta por 14 productores o socios, se encuentra legalmente registrada y autorizada por el ministerio de Gobernación de Guatemala, misma que se conoce con el nombre de **Agroregis** y su principal objetivo es facilitar créditos a los agricultores de menor recurso y áreas productivas de menor tamaño, al mismo tiempo que se facilita el mercado para dichos socios.

La segunda asociación, es relativamente nueva en cuanto a su formación y como consecuencia aun no poseen los trámites necesarios para ser reconocida legalmente, dicha asociación se conoce con el nombre de **Productores de San José** y en general tienen los mismos objetivos de **Agroregis**.

Es necesario mencionar que ambas asociaciones han sido formadas por habitantes de la comunidad los cuales son productores de papa, y que dicha comunidad no cuenta con apoyo técnico, ya sea del tipo estatal o del sector privado, únicamente se puede mencionar la presencia de promotores o vendedores agrícolas el cual no puede ser catalogado como una asistencia técnica de manera objetiva que pueda beneficiar a dichos productores.

1.4.2 Áreas de producción de papa

En la comunidad las áreas productivas de papa oscilan en una media mínima por productor o familia de 50 cuerdas (1 cuerda=21.8m x 21.8m=475m²), lo que equivale a 2.17 hectáreas de terreno, teniendo en menor escala otras hortalizas como coliflor y zanahoria.

1.4.3 Distribución y tenencia de la tierra

Las áreas de producción se encuentran distribuidas en pequeñas parcelas de un máximo de 10 cuerdas por productor o familia (0.475 hectáreas), es decir que en general los productores cultivan la papa en aproximadamente 5 parcelas distintas, de las cuales un porcentaje mínimo se encuentran fuera de la comunidad en áreas aledañas como lo es el caso del Cantón Chitux, en donde son varios los productores que dedican áreas arrendadas para el cultivo.

En cuanto a la tenencia de la tierra, existe propiedad directa de los productores pero también existe el arrendamiento de ciertas áreas, teniendo un valor aproximado por el arrendamiento de Q. 125.00 por cuerda (475m²) en cada ciclo de producción.

1.4.4 Historia y actualidad de la producción agrícola en la comunidad

Haciendo una pequeña reseña histórica de las actividades que han realizado los habitantes de la comunidad a través del tiempo, éstos se han dedicado a la explotación de papa aproximadamente desde hace 20 ó 30 años, y por lo general participan el padre de familia juntamente con sus hijos, además se puede mencionar que previo a iniciar con la producción de papa, en dichos campos se producía trigo.

Pasando a la actualidad, los productores han experimentado un cambio tecnológico sustancial en cuanto a ciertas labores en el cultivo, específicamente en el uso de maquinaria agrícola para la mecanización o preparación del suelo y para la cosecha, teniendo como resultado un incremento significativo en el rendimiento del cultivo de papa en relación a tiempos anteriores.

Prueba de lo descrito es que para el año 1,999 se reporta un incremento del 30% en los rendimientos en relación a los últimos 15 años previos (INE, 2003).

A esto se le suma la generación o uso de variedades de papa que han sido mejoradas en varios aspectos, principalmente de rendimiento.

1.5 Zonas de producción y productividad nacional

Tomando como referencia el IV Censo Nacional Agropecuario 2003, se estima que la producción de papa en Guatemala alcanza alrededor de las 102.3 miles de toneladas métricas. En lo que respecta a la distribución de la producción por departamentos, se estima que el 77% es aportado por tres departamentos: Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos (INE, 2003).

En referencia al comportamiento histórico de la producción de papa en Guatemala, según las fuentes de información en los años censales 1950, 1964, 1979, y 2003 (Cuadro 1.1), se observa un primer tramo que cubre el periodo 1950-1964 el cual muestra un ritmo de crecimiento de más o menos 0.33 miles de TM por año (Valenzuela y Hernández, 2006).

El segundo tramo 1964-1979 muestra un crecimiento anual promedio de 1.23 TM. Por último, el periodo comprendido del año 1979 al 2003, que cubre 24 años muestra un crecimiento promedio anual de 3.0 miles de TM (Valenzuela y Hernández, 2006).

Este crecimiento puede considerarse normal, si tomamos como referencia que la conducta de la producción obedece al crecimiento de la demanda de consumo de alimentos provocada por el crecimiento natural de la población (Valenzuela y Hernández, 2006).

Cuadro 1.1 Comportamiento histórico de la producción nacional de papa según años censados

Año censado	Producción (miles de T.M.)
1950	8.3
1964	13.2
1979	30.5
2003	102.3

Fuente: IV Censo Nacional Agropecuario (INE, 2003).

Continuando con la actualidad de la producción de papa en la comunidad, tenemos que la mayoría de los productores cuentan con riego por goteo en ciertas áreas dedicadas al cultivo, razón por la cual se tiene una producción durante todo el año, específicamente de marzo a diciembre, generando tres cosechas del cultivo mencionado.

Se ha descrito en orden prioritario que; dentro de los cultivos principales de la zona, la papa ocupa el primer lugar, ya que el resto de hortalizas como zanahoria y coliflor son explotadas pero en menor escala y con el objetivo de realizar rotaciones de los cultivos y disminuir la cantidad de inóculo de organismos que provocan daños en el cultivo principal.

1.6 Características biofísicas de la comunidad

1.6.1 Fisiografía

1.6.1.1 Tierras altas volcánicas

Estas tierras se encuentran parcialmente en los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Jalapa, Santa Rosa, Zacapa, Chiquimula y Jutiapa (INAB, s.f).

Desde el punto de vista geológico, comprende especialmente el Terciario Volcánico, en donde se incluye Rocas Volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario. Se ha involucrado en esta región, algunas tierras sobre materiales Intrusivos, principalmente Granitos y Dioritas, que se encuentran principalmente al Norte de San Marcos, al Norte de Totonicapán y en las proximidades del cauce del río Motagua en la

parte Nororiental del país. Lo anterior se da como consecuencia de las evidencias encontradas en similitud de condiciones climáticas y por razones de mapeo a la escala de trabajo que se utilizó en la delimitación de cada una de las regiones. En esta región la mayor parte de las tierras están cubiertas con bosques, cultivos de subsistencia, hortalizas (de consumo nacional y exportación) y frutales deciduos (INAB, s.f).

1.6.2 Hidrografía

La comunidad se encuentra ubicada en la cuenca del río Samalá y subcuenca del río Xequijel.

1.6.3 Rutas de acceso

De acuerdo a los resultados obtenidos a través de sondeos directos a los líderes y productores de la comunidad, así como las visitas a entidades gubernamentales como el caso de la municipalidad de San Mateo a la cual pertenece la comunidad en mención, se determinó que son tres las rutas de acceso, las cuales se encuentran en estado regular para ser transitadas en vehículo, tanto en época lluviosa como en época seca.

Dichas vías de acceso están compuestas por dos tipos de estructura a la vez (terracería y asfalto), las cuales se conducen de los municipios de La Esperanza, San Mateo y Concepción Chiquirichapa hacia la comunidad, la distancia oscila entre 3 y 8 km.

1.7 Aspectos generales del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

1.7.1 Origen del cultivo

La papa es originaria de la región Andina de Sudamérica. También existen centros secundarios en algunas áreas de Mesoamérica como México y Guatemala (CIP 1981).

Según Henkes y Duna (1981), las primeras siembras estuvieron cercanas a las orillas del lago Titicaca, entre las fronteras de Perú y Bolivia.

A partir de Sudamérica se diseminó la siembra a casi todo el mundo; en Europa se introdujo ésta, hacia el año de 1,570 donde en esa época no fue muy bien aceptada.

Actualmente su consumo forma parte de la dieta de varios países alrededor del mundo (Henkes y Duna, 1981).

1.7.2 Descripción botánica

Hierbas erectas o escandentes, hasta un metro de alto, estoloníferas y con tubérculos, escasa o densamente víscido-pubescentes con tricomas simples, inertes. Hojas solitarias, mayormente 5 a 9 imparipinnadas, foliolos ovados o elípticos, hasta 8 cm de largo ápice agudo o acuminado, base obtusa: foliolos intersticiales presentes o ausentes, pecíolo delgado, hasta 5 cm de largo, foliolos pseudostipulares hasta 1 cm de largo. Inflorescencia paniculada terminales con muchas flores tardíamente laterales, pedúnculos de 4 a 10 cm de largo, pedicéolo de 10 a 20 mm de largo, cáliz de 5 a 8 mm de largo lobado hasta cerca de la mitad de su longitud, lobos lanceolados, largamente acuminados; corola de 20 a 40 mm de diámetro, blanca rosada, azul o purpúrea, frecuentemente amarilla cuando seca, levemente lobada, lobos ovados, anteras 5 a 7 mm de largo baya subglobosa, 1.5 a 2.5 cm de diámetro glabra amarilla; semilla 2 mm de diámetro (Gentry y Standley, 1974).

1.7.3 Clasificación taxonómica

Taxonómicamente, la papa se clasifica de la forma siguiente: (Jaramillo, s.f.).

Reino	<i>Vegetal</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Solanales</i>
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Solanum tuberosum</i> L.

1.7.4 Importancia del cultivo de la papa en Guatemala

La papa en Guatemala está caracterizada como una hortaliza, es un cultivo muy importante para los medianos y pequeños agricultores de subsistencia, ha adquirido importancia por existir dentro del territorio excelentes condiciones de clima y suelo, principalmente en el altiplano Occidental y regiones altas del centro y Norte del país (Cid, 1998).

En Guatemala éste cultivo ha adquirido mucha importancia en los últimos años; se produce principalmente en las regiones de los altiplanos del país en departamentos como Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos, Sololá, Chimaltenango, Guatemala, Alta y Baja Verapaz y Jalapa (Cid, 1998).

1.7.5 Condiciones agroclimáticas

1.7.5.1 Clima

El cultivo de la papa, requiere para su crecimiento, una variación de temperatura ambiental, de la siguiente manera: después de la siembra, la temperatura debe alcanzar hasta 20°C para que la planta desarrolle bien. Luego, se necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje, aunque no debe pasar de los 27°C. Las temperaturas medias óptimas deben ser de 15 a 18°C y las temperaturas medias por debajo de 5°C no son convenientes (ICTA y DIGESA, 1994).

1.7.5.2 Suelo

Los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25 a 30 cm. Los suelos muy arenosos no retienen humedad y por esto requieren de riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen los más altos rendimientos (ICTA y DIGESA, 1994).

1.7.5.3 Fertilización

Los suelos sometidos a una agricultura intensiva si bien pueden tener una alta capacidad productiva, generalmente son deficientes en Nitrógeno, Fósforo, Potasio y algunas veces en otros macro y micro elementos que el agricultor necesita aplicarlos para obtener altos rendimientos que le aseguren una buena rentabilidad en el cultivo (ICTA y DIGESA, 1994).

Cuadro 1.2 Cantidades de elementos en kg para poder producir una tonelada de tubérculos

Elementos		Cantidad requerida
Nitrógeno	N	4 a 6 kg
Fósforo	P	0.7 a 1.1 kg
Potasio	K	6 a 7.5 kg
Magnesio	Mg	0.6 a 0.8 kg
Calcio	Ca	0.6 a 0.8 kg
Azufre	S	0.6 a 0.8 kg
Hierro	Fe	80 a 120 g
Manganeso	Mn	12 a 60 g
Zinc	Zn	12 a 60 g
Cobre	Cu	2 a 6 g
Boro	B	12 a 40 g
Molibdeno	Mo	2 a 6 g

Fuente: (Villagarcía, S., CIP, 1987)

El fertilizante puede ser 15-15-15 (en suelos con deficiencia de Potasio) ó 20-20-0 en suelos volcánicos. Las cantidades de fertilizante variarán de 773 kg/ha (en terrenos francos o franco arcillosos) a 8494 kg/ha en terrenos franco arenosos o pobres. En éste tipo de suelo es recomendable hacer una segunda aplicación al momento de la calza, ésta deberá hacerse con urea, a razón de 104.5 kg/ha (ICTA, 2002).

1.7.6 Materiales de papa cultivados en Guatemala

1.7.6.1 Tollocan

Planta con tallos rectos, fuertes y hojas verdes. Ésta puede alcanzar una altura de 70 a 95 cm. Las flores son blancas, las cuales se presentan entre los 55 a 60 días después de la siembra. Su madurez fisiológica la alcanza a los 110 ó 115 días después de la siembra. La piel y la pulpa son crema. El tubérculo tiene forma oblonga a redonda. A 2,390 msnm presenta 18.2 % de sólidos totales y 12.6 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*). Su rendimiento varía de 25 a 35 t/ha. Su textura es cerosa (ICTA, 2002).

1.7.6.2 ICTA Chiquirichapa

Puede alcanzar alturas de planta de 60 a 70 cm. Su floración se presenta a los 55 ó 60 días después de la siembra. Su floración es lila. Su piel y pulpa es amarillo. Los tubérculos presentan forma oblonga alargada. A 2,390 msnm presenta 19.5 % de sólidos totales y 13.7 % de almidón. Se considera susceptible a Tizón Tardío (*P. infestans*). Su rendimiento varía de 25 a 35 t/ha. Su textura es cerosa (ICTA, 2002).

1.7.6.3 ICTA Xalapán

Clon de porte alto (75 a 95 cm), follaje denso y verde, hojas gruesas. Presenta flores de moradas. Tubérculo de forma alargado. Su hábito de crecimiento es decumbente, por lo que requiere calza alta y oportuna desde la siembra hasta antes de la floración. Su ciclo vegetativo puede variar de 100 a 140 días después de la siembra. El rendimiento varía de 25 a 40 t/ha. Se considera tolerante a Tizón Tardío (*P. infestans*) así como a heladas no muy severas (ICTA, 2002).

1.7.6.4 Atzimba

Presenta alturas de planta de 60 hasta 80 cm; flores blancas. Su madurez fisiológica la alcanza a los 115 ó 150 días después de la siembra (2,390 msnm y 3,500 msnm, respectivamente). Los tubérculos son redondos a oblongos. Su piel y pulpa es crema. A 2,390 msnm reporta 16.7 % de sólidos totales y 10.9 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío (*P. infestans*). Su textura es pastosa (ICTA, 2002).

1.7.6.5 ICTA frit

Presenta follaje abundante verde oscuro. Plantas que alcanzan los 80 ó 90 cm. Florea entre los 70 y 75 días después de la siembra (2,390 msnm) y 130 días después de la siembra a 3,500 msnm. Sus flores son rosadas. La piel y la pulpa blanca. Se caracteriza porque sus ojos en las yemas son púrpura. A 2,390 msnm se reporta 17.3 % de sólidos totales y 11.6 % de almidón. Se considera tolerante a Tizón Tardío (*P. infestans*). Su rendimiento se ve afectado principalmente por altura sobre el nivel del mar; siendo éste de 20 a 30 t/ha a 2,390 msnm y 60 t/ha a 3,500 msnm (ICTA, 2002).

1.7.6.6 Atlántic

Introducida al país por la Empresa Productos René, S.A. y multiplicada en sus inicios por el ICTA. Es de tubérculo oblongo. Piel crema y pulpa blanco. Alcanza alturas de planta de 40 a 50 cm. Florea entre los 55 y 60 días después de la siembra. Sus flores son lila pálido. A una altura de 2,390 msnm reporta 21.4 % de sólidos totales y 15.8 % de almidón. Es susceptible a Tizón Tardío (*P. infestans*). Uno de los atributos principales de éste clon es su calidad industrial. Presenta una textura harinosa seca (ICTA, 2002).

1.7.6.7 Loman

Planta con tallos y hojas verde oscuro. Su altura de planta varía de 20 a 30 cm (3,500 msnm) y 60 ó 65 cm (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado a alargado. La pulpa y piel es crema, susceptible a Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*). Su ciclo vegetativo varía de 80 a 90 días (2,390 msnm) y 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 toneladas por hectárea (3,500 msnm) y de 20 a 30 toneladas por hectárea (2,390 msnm) (Aldana y Chávez, 2007).

1.7.7 Materiales de papa cultivados en la comunidad y sus rendimientos

Las variedades de papa cultivadas en la comunidad son dos; **Atlantic y Loman**, las que son aceptadas de manera uniforme por los productores ya que ambas presentan buen posicionamiento en los mercados.

En cuanto a los rendimientos de papa que los productores obtienen, existen ligeras variaciones dependiendo de la variedad y de la clasificación del producto, es decir, papa de primera o segunda calidad en función de su tamaño. En términos generales se estima un rendimiento promedio de 1,136 a 1,591 kg por cuerda (475 m²), lo que equivale de 23,915 a 33,495 kg/ha, dependiendo si es variedad Loman o Atlántic.

1.7.8 Comercialización de papa en la comunidad

Dependiendo de la variedad, la producción de papa se comercializa en la ciudad capital o en mercados locales, por ejemplo: la variedad Atlántic, que es especializada para la

agroindustria (hojuelas o chips), posee mercado exclusivo con empresas dedicadas a la elaboración de tales productos (Frito Lay), en éste caso el producto es enviado a la ciudad capital. Para la variedad Loman, por sus características de uso alimenticio en los hogares, es comercializada por lo general en mercados del municipio de Concepción Chiquirichapa, en el departamento de Quetzaltenango.

1.7.9 Precio promedio de venta del producto

El producto alcanza un precio que varía en función de la variedad y época de producción en el año, la variedad Loman se ubica como la más variable en sus precios, oscilando entre Q.100.00 y Q.150.00 por cada 45.45 kg en los meses de Julio a Agosto y Septiembre a Diciembre respectivamente, lo anterior se explica por el hecho de que en los meses finales del año es la temporada más crítica en cuanto a la incidencia de enfermedades en el cultivo, razón por la cual los precios aumentan debido al aumento en los costos de producción, mientras que de Julio a Agosto los precios disminuyen, ya que las condiciones bajo las cuales se produce el cultivo son menos críticas en cuanto a las condiciones adecuadas para el desarrollo de enfermedades, es decir en esta temporada se encuentra mayor disponibilidad u oferta del producto en el mercado.

1.7.10 Calendario anual de producción de papa en la Aldea San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango

Se diferencian tres épocas de producción en el año, las primeras dos presentan la característica principal de la presencia de lluvias que propician las condiciones adecuadas para el desarrollo de enfermedades provocadas por hongos y bacterias. En la época de producción número tres, comprendida en los meses finales del año e inicios del siguiente, las condiciones climáticas son contrarias a las épocas anteriores, es decir, aumento de temperatura y ausencia de humedad provocada por lluvias lo cual propician la presencia de plagas en el follaje y disminución de enfermedades provocadas por hongos (Cuadro 1.3).

Cuadro 1.3 Calendario anual de producción de papa en la Aldea San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango

ÉPOCA UNO			ÉPOCA DOS			ÉPOCA TRES		
Preparación del suelo Enero a Febrero	Siembra Abril a Mayo	Cosecha Julio, Agosto y Septiembre	Preparación del suelo Junio a Julio	Siembra Agosto	Cosecha Diciembre	Preparación del suelo Noviembre	Siembra Diciembre	Cosecha Abril
ÉPOCA LLUVIOSA			ÉPOCA LLUVIOSA			ÉPOCA SECA		

1.8 Metodología

La metodología empleada en la determinación de las principales plagas y enfermedades que enfrentan los productores de papa en San José Pachimachó, municipio de San Mateo, Quetzaltenango, se realizó en tres fases: gabinete inicial, campo y gabinete final.

1.8.1 Fase inicial de gabinete

En ésta fase de inicio se realizaron visitas de reconocimiento en áreas productivas, observando de manera general el estado de las plantaciones de papa, así como el manejo que los productores ejercen a lo largo del ciclo del cultivo, además se identificaron aspectos generales de la comunidad como vías de acceso, población, cultivos principales de la zona etc, identificando también a los principales productores y líderes en la comunidad.

Posteriormente, la elaboración del diagnóstico de la comunidad, se basó en la recopilación de información primaria, involucrando a las personas residentes a través de técnicas de sondeo directas tipo entrevistas y trabajo de campo. También se recopiló información por medio de revisión de literatura, consultas de páginas en Internet, visitas a organizaciones relacionadas con los sectores agrícolas, socioeconómica etc, entre las cuales se pueden mencionar:

- ✓ Instituto Nacional de Estadística (INE).
- ✓ Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), con sede en Quetzaltenango.
- ✓ Facultad de Agronomía del Centro Universitario de Occidente (CUNOC), con sede en Quetzaltenango.
- ✓ Municipalidad de San Mateo, Quetzaltenango.
- ✓ Agroregis.

1.8.2 Fase de campo

Se procedió a la elaboración de encuestas de sondeo directo a los productores de papa para determinar aspectos generales sobre el cultivo y el manejo del mismo, así como los diferentes problemas de plagas y enfermedades que se presentan a lo largo del ciclo de producción.

Además se incluyeron aspectos generales sobre la comunidad para establecer por ejemplo: áreas productivas mínimas con que cuentan los diferentes productores, población dedicada a la producción de papa en función de familias, mercados etc.

Se realizaron entrevistas con líderes comunitarios y productores de la comunidad con la finalidad de recopilar la información socioeconómica y agrícola, específicamente del cultivo principal de la zona, como lo es la papa, así como también información histórica y actual de la comunidad en cuanto a la producción del cultivo, triangulando la información obtenida por parte de las personas para su mayor veracidad.

Es necesario mencionar que información de este tipo también fue recabada a partir de entrevistas con técnicos promotores de ventas de agroquímicos de Bayer Crop Science que laboran en dicha zona.

1.8.3 Fase final de gabinete

Esta fase comprendió el análisis de la información recabada a través de los diferentes medios empleados, se presenta la importancia y la magnitud de los problemas encontrados en la producción de papa, sirviendo como base para desarrollar una serie de actividades para la contribución al desarrollo de la comunidad.

Se compararon e integraron los diferentes puntos de vista en cuanto a la información obtenida por productores y líderes de la comunidad, con información obtenida por técnicos de Bayer y opiniones profesionales de personal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y de la Facultad de Agronomía del Centro Universitario de Oriente (CUNOC), ambos con sede en Quetzaltenango.

1.9 Resultados

Los problemas de mayor importancia a lo largo del ciclo del cultivo de papa son principalmente de tipo fitosanitario, es decir problemas de plagas y enfermedades, aunque por las características climáticas (alta precipitación) de la época del año en que se realizó el trabajo, se presentan principalmente problemas de enfermedades producidas por hongos.

Sin embargo, el problema de plagas existe, pero en menor grado, esto se explica por el control natural que la lluvia ejerce sobre insectos presentes en el follaje del cultivo, caso contrario a las plagas del suelo.

A continuación se presenta una descripción de las principales plagas y enfermedades consideradas como problemas en el cultivo de papa, específicamente para la época de producción comprendida de Agosto a Noviembre.

1.9.1 Enfermedades presentes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

1.9.1.1 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

El agente causante del tizón tardío de las solanáceas en general, tiene la capacidad de provocar serios daños a los cultivos hospederos, en éste caso al cultivo de papa, y los productores de la comunidad en mención no son la excepción, máximo si se toma en cuenta las condiciones climáticas actuales de la época de producción, las cuales son propicias para el desarrollo del patógeno y como consecuencia los daños al cultivo se hacen evidentes.

El ataque de tizón tardío, puede causar pérdidas hasta del 100% de la producción si no se toman medidas adecuadas para su control. Las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de ésta enfermedad son: alta humedad ambiental y temperaturas superiores a los 18°C (ICTA, 2002).

Bajo condiciones favorables del medioambiente, las lesiones progresan convirtiéndose en lesiones necróticas grandes de café a negro, que pueden causar la muerte del foliolo y diseminarse por todos los tallos hasta matar a la planta (ICTA, 2002).

Es necesario mencionar que éste patógeno por lo general se presenta desde los 25 días después de la siembra y se prolonga según las condiciones climáticas hasta los 70 días de edad del cultivo, si las condiciones son extremas, puede presentarse hasta el final del ciclo de producción, pudiendo provocar pérdidas totales y como consecuencia, se considera de acuerdo a los productores como uno de los problemas de mayor importancia en la producción.

1.9.1.2 Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*)

Es una enfermedad que puede provocar serios daños al tubérculo y a la producción. Los daños más severos se producen en la época lluviosa y especialmente en suelos donde se cultiva papa en el mismo campo de manera sucesiva como en el caso de la comunidad en cuestión. El patógeno se mantiene de un ciclo a otro en forma de esclerocios (estructuras de sobrevivencia del hongo) en el suelo y sobre los tubérculos, ó como micelio en restos de vegetales en el suelo. Cuando las condiciones son favorables, los esclerocios germinan e invaden los tallos de papa o los brotes emergentes, especialmente a través de heridas, por lo general ataca plántulas o brotes y tubérculos, razón por la cual se hace necesario su tratamiento en el momento de la siembra, aunque si el suelo está altamente infestado éste tratamiento al suelo no es tan efectivo (ICTA, 2002).

1.9.1.3 Pudrición bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)

Ésta enfermedad produce una pudrición de los tubérculos y marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje. Al inicio, únicamente una rama de la planta puede presentar síntomas. La pudrición de los tubérculos puede ocurrir tanto en el campo como durante el almacenamiento (ICTA, 2002).

Cuando ésta enfermedad invade un campo es muy difícil eliminarla, debido a que tiene la habilidad de poder parasitar a plantas de diferentes especies, por lo que puede permanecer en forma indefinida. Se recomienda utilizar siempre semilla de buena calidad (certificada) y hacer rotaciones, especialmente con gramíneas (ICTA, 2002).

1.9.2 Plagas presentes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Existe una diversidad de insectos que provocan daños en el cultivo de papa, principalmente al convertirse en vectores de virus o al alimentarse directamente del tubérculo, sin embargo, para el caso de los que atacan el sistema foliar, el daño depende en gran parte de la época de producción del año, lluviosa o seca, ya que la lluvia ejerce un grado de control natural sobre las poblaciones, teniendo especial cuidado para las plagas del suelo únicamente.

Con base a lo anterior, de manera general las plagas representan mayor problema en épocas secas, mientras que la situación se invierte en las enfermedades fungosas y bacterianas ya que éstas se presentan en mayor magnitud en épocas lluviosas, por ser éstas condiciones adecuadas para su desarrollo.

Conociendo lo descrito y tomando en cuenta la época de producción actual la cual se caracteriza por las constantes lluvias, se presentan los problemas mínimos más relevantes en cuanto a los problemas provocados por plagas del follaje en el cultivo de papa, así como las de mayor cuidado en el suelo.

1.9.2.1 Plagas del suelo

A. Gallina ciega (*Phyllophaga* spp)

En el cultivo de papa, la principal plaga del suelo lo constituye la gallina ciega. Las larvas de éste insecto dañan primero el sistema radicular y posteriormente a los tubérculos. Si estos son dañados, pierden su calidad comercial. Debido a que las plantas no muestran signos visibles del ataque de la plaga, es mejor hacer un control preventivo. Esto se hace mediante la aplicación de insecticida al fondo del surco al momento de la siembra (ICTA, 2002).

B. Palomilla de la papa (*Tecia solanivora*)

Las larvas de *T. solanivora* atacan principalmente a los tubérculos. Si no se controla adecuadamente, ésta plaga puede acarrear daños severos que pueden representar del 30 al 50% de la producción. Se recomienda un manejo integrado consistente en una calza adecuada, uso de trampas con feromonas y finalmente un control químico cuando el

cultivo principia a florear (45 a 50 días después de la siembra) y deben hacerse cada 15 días un máximo de 4 aplicaciones (ICTA, 2002).

1.9.2.2 Plagas del follaje

Estos insectos deben controlarse únicamente cuando se note que están causando daño a la plantación y con base a muestreos frecuentes al cultivo. De ésta manera se evitará hacer aplicaciones innecesarias de insecticidas y se ahorrarán gastos.

A. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes* spp)

La mosca blanca se ha convertido en el problema principal para muchos cultivos. Es un insecto chupador, siendo *Bemisia tabaci* la más difundida, distribuida prácticamente en toda la zona central y costera del país, en altitudes que van de 0 a 800 msnm. Últimamente se ha encontrado a *Trialeurodes* spp en altitudes de hasta 2,400 msnm, (CENTA, 2002), especie que hipotéticamente debería de encontrarse en la zona de la comunidad en estudio debido a la altura considerable (msnm) en la que está ubicada dicha comunidad.

Ambas especies duran en estado de huevo, de cinco a diez días puesto sobre el envés de las hojas y las ninfas de 12 a 28 días. Éstas son translúcidas de amarillo a amarillo-verdoso, pasando por cuatro estadios desde ninfa a pupa. Las ninfas chupan la savia en el envés de las hojas. El adulto mide de 1 a 2 mm de largo, blanco, con dos pares de alas, es muy activo y ágil, volando rápidamente de sus sitios de alimentación, propagando los virus a las plantas sanas. El daño más importante que ocasionan estos insectos, es la transmisión de geminivirus y de otros tipos de virus en papa y en tomate (CENTA, 2002).

B. El silido de la papa o silido del tomate (*Paratrioza cockerelli*)

En 1,998 fue identificada por técnicos del ICTA, pero la misma aún no causaba daño económico. Los primeros daños fueron reportados en el 2,000 y los mismos se incrementaron en el 2,001.

Pertenece a la familia Psillydae. El insecto divide su desarrollo en tres etapas: huevo, ninfa y adulto. Es en la etapa de ninfa que el insecto causa el daño. El mismo es causado por

una toxina que las ninfas inyectan en las plantas cuando se están alimentando. Ésta toxina causa trastornos fisiológicos en las plantas afectando su desarrollo, rendimiento y la calidad de la producción. Los síntomas del daño pueden confundir a los expertos pues son similares a los que causan otros organismos patogénicos, siendo según ICTA 2002, los siguientes:

- a. Tubérculos aéreos. Éste síntoma es igual al que produce el micoplasma de la punta morada.
- b. Las zonas meristemáticas de los tallos son rojizos, similar al que produce el micoplasma de la punta morada.
- c. Las raíces presentan lesiones similares a las que produce *Rizoctonia solani*.
- d. Las plantas producen pocos tubérculos y los mismos son pequeños.
- e. La pulpa de los tubérculos presenta coloraciones pardo claro (similares a las que produce el virus plrv) y alto contenido de azúcares, por lo que su calidad para consumo en fresco y para fabricar papalinas y papas a la francesa no es adecuada. Como consecuencia del ataque los tubérculos pierden su calidad comercial.
- f. Los tubérculos semilla que se obtienen de plantas atacadas, no llegan a brotar o bien producen brotes ahilados, semejantes a los que producen los tubérculos afectados por virus.
- g. Por lo general el ataque se inicia en las orillas de las plantaciones y avanza lentamente hacia el interior, pero también pueden observarse manchones amarillo pálido rodeados de zonas verdes.
- h. Hojas enrolladas. Éste daño es similar al que produce el virus del enrollamiento de las hojas (plrv) (Cuadro 1.4).

Cuadro 1.4 Matriz de priorización de enfermedades y plagas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Aldea San José Pachimachó, municipio de San Mateo, Quetzaltenango, en el año 2008

Problemas identificados	Tizón tardío (<i>P. infestans</i>)	<i>Rizoctonia</i> spp	Pudrición bacteriana (<i>R. solanacearum</i>)	Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp)	Palomilla (<i>Tecia</i> spp)	Mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp)	Silido de la Papa (<i>Paratrioza</i> spp)
Tizón tardío (<i>P. infestans</i>)		TT	TT	TT	TT	TT	TT
<i>Rizoctonia</i> spp			R	R	P	GC	GC
Pudrición bacteriana (<i>R. solanacearum</i>)				GC	P	PB	PB
Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp)					P	GC	GC
Palomilla (<i>Tecia</i> spp)						P	P
Mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp)							MB
Silido de la Papa (<i>Paratrioza</i> spp)							

Referencias:

TT=Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

GC=Gallina ciega (*Phyllophaga* spp)

R=*Rizoctonia* spp

MB=Mosca blanca (*Bemisia* spp y *Trialeurodes* spp)

PB=Pudrición bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)

P=Palomilla de la papa (*Tecia solanivora*)

Cuadro 1.5 Priorización de plagas y enfermedades en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), con base a sus frecuencias y rangos

Problema	Frecuencia	Rango
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	6	1
<i>Rizoctonia</i> spp	2	3
Pudrición bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	2	3
Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> spp)	5	2
Palomilla de la papa (<i>Tecia solanivora</i>)	5	2
Mosca blanca (<i>Bemisia</i> spp, <i>Trialeurodes</i> spp)	1	4
Silido de la papa (<i>Paratrioza cockerelli</i>)	0	5

En el Cuadro 1.5 se presentan los resultados obtenidos en la priorización de los problemas generados a partir de la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo de papa, para lo cual se utilizó una matriz de doble entrada con el objetivo de identificar en orden prioritario los problemas en cuestión.

Considerando la época de producción, de acuerdo a los productores y con base a los resultados obtenidos, se estableció que la principal limitante para la producción de papa lo representa el ataque de tizón tardío (*P. infestans*) ya que ésta ocupa el primer lugar en base a su frecuencia.

En segundo orden de importancia se encuentran las plagas del suelo (*Phyllophaga* spp y *Tecia solanivora*), confirmando de ésta forma que las plagas en el follaje no son de importancia debido al control natural ejercido por la lluvia.

Se determinó que la pudrición producida por *Ralstonia solanacearum* y la presencia de *Rizoctonia* spp, ocupan el tercer grado de importancia en la producción de papa, seguido por la presencia de mosca blanca (*Trialeurodes* spp y/o *Bemisia* spp) y finalmente, con un grado mínimo de importancia se encuentra la presencia de *Paratrioza* spp.

Es necesario mencionar que problemas fitosanitarios en el cultivo de la papa por lo general se presentan en una gran diversidad, por lo que no se descarta el apareamiento de problemas de éste tipo que no han sido incluidas dentro del presente documento por considerarse de muy baja probabilidad su presencia, sin embargo, como lo dijimos anteriormente y en función de las condiciones de producción especialmente el clima, no se puede estar excluido totalmente de la aparición de problemas no considerados en ésta oportunidad.

Los problemas descritos en cuanto a plagas y enfermedades, generan una serie de mecanismos de respuesta en su manejo o control por parte de los productores de la zona, siendo el tipo de control químico el más aceptado y utilizado, repercutiendo en un alto número de aplicaciones foliares de fungicidas principalmente y de insecticidas en menor grado, sumando el hecho de que la mayoría de productores no hace uso de niveles críticos de poblaciones con base a monitoreos para tomar la decisión de realizar el control de plagas y de igual forma no manejan parámetros de incidencia en los daños provocados por las diversas enfermedades especialmente el tizón tardío (*P. infestans*) que constituye la principal enfermedad foliar en el cultivo.

La alta cantidad de aplicaciones (14 a 16 en época lluviosa), adquiere importancia en el tema de la cadena alimenticia, ya que el producto obtenido bajo estas condiciones, posee un alto contenido de residuos de pesticidas, afectando al consumidor final (población). Además existe incertidumbre en el tema de los rendimientos del cultivo.

1.10 Conclusiones

Los problemas principales en la época de producción de papa comprendida de Agosto a Noviembre, lo constituyen las enfermedades provocadas por hongos y plagas del suelo.

La principal enfermedad que limita la producción de papa es el tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Las principales plagas que afectan al cultivo son las que se desarrollan en el suelo, específicamente la gallina ciega (*Phyllophaga* spp) y la palomilla de la papa (*Tecia solanivora*).

Las plagas del follaje como mosca blanca (*Bemisia* spp y *Trialeurodes* spp) y el silido de la papa (*Paratrioza cockerelli*), no constituyen un problema crítico para la producción de papa en la época específica en que se desarrolló el trabajo.

Los agricultores no hacen uso de parámetros en base a monitoreos de poblaciones de insectos e incidencia de enfermedades que les indique la necesidad de ejecutar los tratamientos para su control, por lo que se realizan aplicaciones desmedidas.

El número de aplicaciones químicas para el control de enfermedades y plagas es alto (14 a 16), las razones son las siguientes; primero: alta incidencia de enfermedades foliares debido a las condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo y segundo: por no hacer uso de parámetros que indiquen la necesidad y el momento adecuado para la aplicación.

1.11 Recomendaciones

Realizar monitoreos de las principales enfermedades y plagas que limitan la producción de papa en la época específica de Agosto a Noviembre, para dar un manejo adecuado al cultivo.

No producir más de un ciclo del cultivo en un mismo campo para evitar el aumento de las poblaciones de plagas, así como de microorganismos causantes de enfermedades.

Realizar las aplicaciones químicas, especialmente para el control de plagas del follaje, en base a monitoreos de las poblaciones, ya que por las características de la época de producción en donde se presentan lluvias constantes, muchas veces no es necesaria la aplicación de insecticidas, sin embargo la mayoría de agricultores no realiza tal actividad.

En cuanto a problemas generados por la presencia de bacterias especialmente *Ralstonia solanacearum* que provoca el marchitamiento y podredumbre, se recomienda el uso de semillas sanas con el objetivo de prevenir ó disminuir el daño de la bacteria, ya que dicho patógeno, una vez instalado en un campo de cultivo difícilmente se puede manejar con el uso de cualquier otro método.

Con el apoyo del departamento de Desarrollo e Investigación de Bayer de Guatemala división agrícola, se recomienda someter a prueba una programación de manejo de enfermedades y plagas haciendo uso de monitoreos y parámetros técnicos que ayuden a realizar dichos tratamientos en los momentos indicados en función del desarrollo de los diversos patógenos, esto con el objetivo de disminuir lo máximo posible la cantidad de aplicaciones químicas en el cultivo, favoreciendo el final de la cadena alimenticia hacia la población humana en general al disminuir el contenido de residuos de plaguicidas en el producto.

1.12 Bibliografía

1. Aldana, F; Chávez, G. 2007. Antecedentes generales de la variedad mejorada Loman M-60. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 6 p.
2. CAB Internacional, UK. 2001. Crop protection compendium (disco compacto). United Kingdom. 1 CD.
3. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, SV). 2002. Guía técnica: cultivo de la papa. El Salvador. p. 24-25.
4. Cid, AR Del. 1998. El cultivo de papa. Guatemala, ICTA. 10 p.
5. CIP (Centro Internacional de la Papa, PE). 1981. Informe anual de 1981. Lima, Perú. 47 p.
6. Gentry, JL; Standley, PC. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany v. 24, pte. 10, p. 142.
7. Henkes, R; Dunn, N. 1981. Aumenta el consumo de papa con nuevas variedades y nuevos métodos de producción, el cultivo de papa puede extenderse a un número mayor en regiones. El Surco (MX) no 3:1-12.
8. Hooker, WJ. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Trad. Teresa Ames de Icochea. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 166 p.
9. ICTA (Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT). 2002a. Catálogo de variedades de papa. Guatemala. 22 p.
10. _____. 2002b. El cultivo de la papa en Guatemala (*Solanum tuberosum*). Guatemala. 52 p.
11. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GT); DIGESA (Dirección General de Servicios Agrícolas, GT). 1994. Recomendaciones prácticas para el cultivo de papa en Guatemala. Guatemala. 27 p.
12. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). s.f. Clasificación de tierras por capacidad de uso: una metodología para tierras de la república de Guatemala. Guatemala. p. 18-19.
13. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. IV censo agropecuario de Guatemala. Guatemala. 1 CD.
14. Jaramillo, A. s.f. Importancia, descripción botánica, valor alimenticio de la papa. Guatemala, Rhom & Hass. p. 3-5.

15. Ramírez Rivera, B. 2008. Evaluación del clon de papa (*Solanum tuberosum* L.) Loman M-60, asesoría técnica y servicios comunitarios en el caserío Eben Ezer, Purulhá, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 132 p.
16. Valenzuela, A; Hernández, G. 2006. Información estratégica sobre la papa. MAGActual (GT) no. 17:15-22.

1.13 Anexos

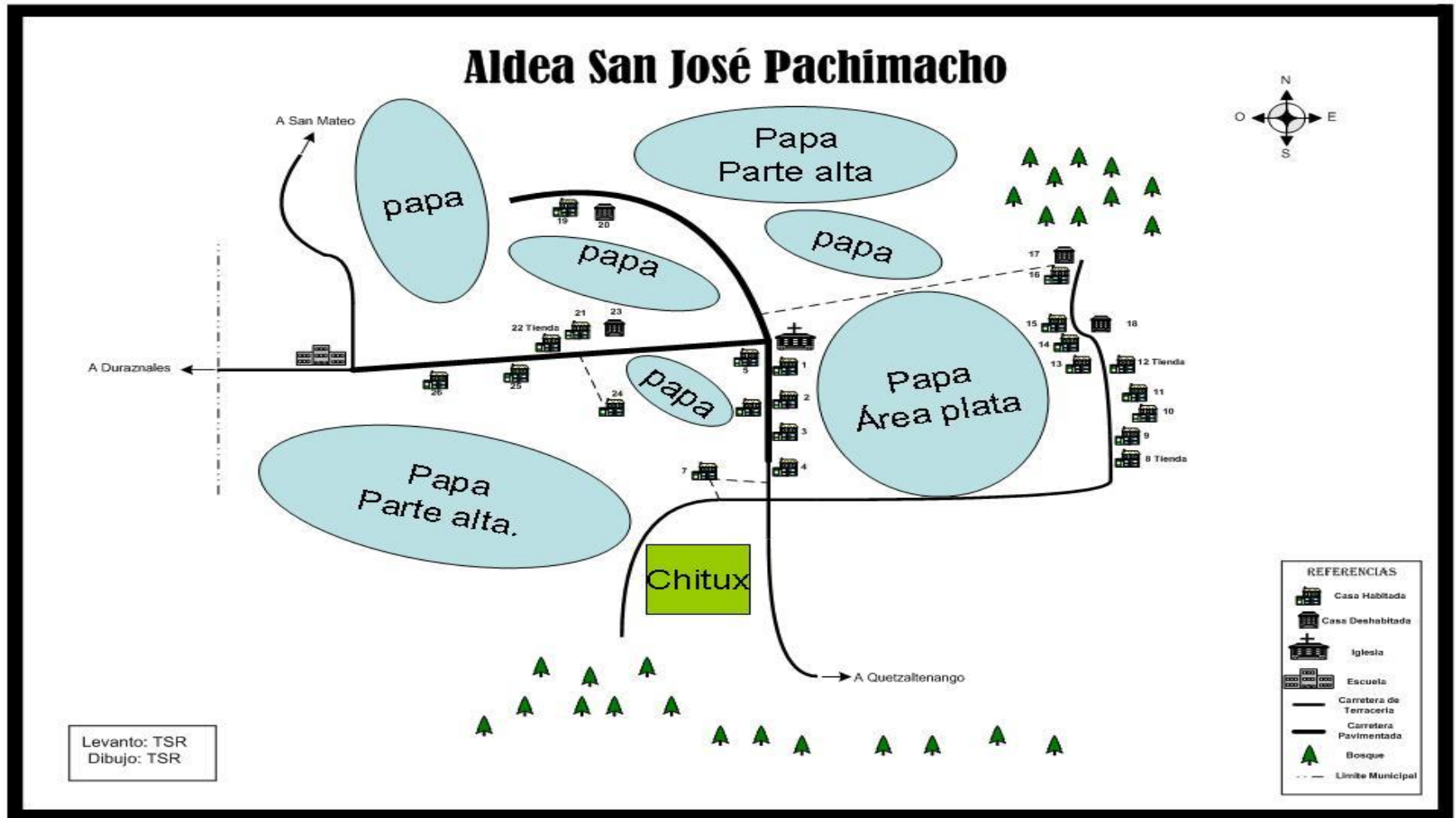


Figura 1.1A Croquis de la Aldea San José Pachimachó y sus áreas productivas de papa

1.13.1 Boleta para productores

1. Datos generales de la unidad productiva

1.1. Nombre del productor _____

1.2 Procedencia/residencia _____

1.3 Edad ____ 1.4 Nivel de escolaridad ____ 1.5 Cantidad de miembros de la familia

1.6 A qué cultivos se dedica? _____

1.7 Qué cantidad de área destina al cultivo de la papa? _____

1.8 En cuántas parcelas cultiva la papa?

1.9 Su parcela es: Propia _____ Arrendada _____

1.10 Si arrenda, cual es el precio que paga por cuerda: _____

1.11 Desde cuando se dedica a la producción de papa _____

1.12 Que otros cultivos existían en su parcela: _____

1.13 Qué miembros de su familia trabajan con usted en el cultivo de la papa?

Aspectos generales sobre el cultivo

Objetivo: Conocer aspectos generales sobre la producción de papa en la comunidad

Produce todo el año: si _____ no _____ Por qué? _____

Épocas de producción: _____

Cuántas cosechas producen en el año: _____ En que meses _____

Realiza rotación de cultivos: si _____ no _____ Por qué? _____

Si realiza rotación de cultivos cual cultivo utiliza? _____

Que variedades de papa siembra: _____

Que variedad prefiere _____ Por qué? _____

Cuál es el rendimiento promedio por cuerda: _____

En los últimos años su producción ha aumentado o disminuido _____ Explique por qué? _____

Donde comercializa su producto: Mercado de: _____ Otros _____

Qué porcentaje de su producción dedica a consumo propio: _____

Cuál es el precio promedio de venta de su producto dependiendo de la variedad que siembra: Quetzales por quintal _____

El precio de venta de su producto cambia en función de la época: si _____ no _____

Si el precio cambia, indique época y precios: _____

1.13.2 Boleta de comunidad

Aspectos generales sobre la comunidad

Objetivo: Conocer aspectos generales en las actividades de la población de la Aldea San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango.

Nombre de la comunidad _____

Categoría _____ Municipio _____

Departamento: _____

Distancia a la cabecera municipal _____ km.

Distancia hacia otros poblados _____ km

Habitantes _____

Principales actividades productivas en la comunidad:

Anote los principales cultivos de la zona en orden de importancia:

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

7 _____

Familias que se dedican al cultivo de papa: _____

Familias que se dedican a otro cultivo: _____

Tienen alguna forma de organización los productores de papa? _____

Cuál _____

Existe representante o promotor agrícola _____

Cuántos productores trabajan con dicho promotor? _____

Vías de acceso a la comunidad

Objetivo. Conocer las características geográficas de la comunidad y la incidencia en el acceso a recursos y servicios.

En el siguiente cuadro identifique cuales son los accesos, las condiciones y la distancia de las principales rutas de acceso a la comunidad.

Rutas de acceso a la comunidad	Tipo de camino (asfalto, terracería, vereda)	Distancia (km)	Recorrido			Estado de las vías de acceso						
			A pie	Vehículo	Otro	Invierno			Verano			
						B	R	M	B	R	M	
De San José a:												
De San José a:												
De San José a:												
De San José a:												

Referencias:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Instituciones públicas ó privadas que prestan asistencia técnica a la comunidad

Objetivo: Determinar el nivel de asistencia técnica prestada a la población del área productiva agrícola, ya sea por instituciones públicas o privadas.

Indique si existen programas o fuentes de recursos de apoyo a la asistencia técnica y/o capacitación al sector productivo agrícola.

Entidad que ofrece estos servicios	Los servicios son donados o con costo	Qué tipo de servicio ofrecen	Tiempo de permanencia en la comunidad

The seal of the University of Coahuila de Mexico is a circular emblem. It features a central shield with a red and white design, flanked by two golden lions. Above the shield is a golden crown. The shield is set against a blue background with a green base. The entire emblem is encircled by a grey border containing the Latin text "UNIVERSITAS COAHUILAENSIS INTER CETERAS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COAHUILAENSIS".

CAPITULO II.

ESTUDIO A NIVEL DE RECONOCIMIENTO DE LOS NEMATÓDOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* M.), Y ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA LOS INVERNADEROS DE LA FINCA PANORAMA, ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

STUDIES OF THE RECOGNITION OF THE NEMATODES LEVELS ASSOCIATED WITH TOMATOES CROPS (*Solanum lycopersicum* M.), AND ALTERNATE HANDLING TECHNIQUES OF THE GREENHOUSES AT FINCA PANORAMA, ANTIGUA GUATEMALA SACATEPEQUEZ.

2.1 Introducción

Uno de los propósitos principales del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA-, es contribuir a la solución de diferentes problemáticas agrícolas nacionales identificadas en el área o unidad productiva a la cual se asigna el estudiante.

El daño por nemátodos es uno de los problemas que afecta el cultivo de tomate bajo invernadero en la finca Panorama del municipio de Antigua Guatemala del departamento de Sacatepéquez.

El objetivo principal del trabajo que se presenta en éste documento, fue evaluar diferentes alternativas de manejo de las poblaciones de nemátodos presentes en el sistema radical y en la rizósfera del cultivo de tomate. Dichas alternativas fueron constituidas por tres nematicidas en diferentes dosis y métodos de aplicación, tanto al suelo como foliar, a los 20 días después del transplante del cultivo al área experimental.

Los productos que se evaluaron fueron, el primero a base del activo químico Spirotetramat que entre sus principales características se encuentra su efecto sobre plagas chupadoras y su traslocación dentro de la planta a través del sistema de doble vía (xilema y floema), el segundo producto; es biológico a base de *Paecilomyces lilacinus* el cual infecta los huevecillos del nemátodo especialmente de las especies con fases sedentarias y ha sido utilizado para controlar el nemátodo *Radopholus similis* que ataca el cultivo de banano, y, un tercer producto químico a base del activo Oxamil el cual fue utilizado como testigo comercial ya que es uno de los productos utilizados en la actualidad para el manejo de nemátodos en general, además de un testigo absoluto (sin aplicación).

Para cumplir con el objetivo de evaluar la eficiencia de las alternativas de manejo de nemátodos ya descritas, fue necesario el monitoreo de las poblaciones de los mismos en el suelo de la rizósfera del cultivo a través de la identificación de los diferentes géneros asociados, así como también se efectuó la estimación del daño radical (agallas) provocado específicamente por *Rotylenchulus reniformis*, para finalmente analizar dichos resultados de forma gráfica y estadística y establecer los tratamientos que presentaron mejor control sobre el patógeno en estudio.

2.2 Planteamiento del problema

Son muchos los problemas de tipo fitosanitario que se deben considerar al cultivar tomate debido a la gran gama de microorganismos patógenos que lo afectan y que provocan pérdidas a lo largo de su producción. El ataque de nemátodos y otros patógenos como el caso de *Fusarium* spp, cuya interacción repercute en la pérdida de plantas, disminución en el rendimiento e ingresos económicos etc, es el problema central.

El problema generado a partir del ataque de los microorganismos mencionados tiene mutua relación, y en general la presencia de tales organismos va acompañada de una disminución considerable en el rendimiento del cultivo. De acuerdo a los productores éste complejo (nemátodos y patógenos vasculares) afecta entre un 10 y 40% del área cultivada, disminuye los rendimientos y aumenta los costos de protección del cultivo.

Lo descrito se evidenció en la mayoría de invernaderos destinados al cultivo, al realizar estudios preliminares en el centro de diagnóstico fitopatológico de la Facultad de Agronomía USAC. Se reveló la presencia del patógeno *Helicotylenchus* spp en el suelo en poblaciones elevadas (Cuadro 2.19A). Se observaron además, agallas en el sistema radical del cultivo, síntoma clásico que ocasiona ciertos géneros de nemátodos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.A**).

A lo anterior se le debe sumar que, a medida que transcurre el tiempo y en muchas ocasiones debido al mal uso de agroquímicos en monocultivos, como el caso de tomate bajo invernadero, éstos van perdiendo su eficiencia lo que provoca a los agricultores el aumento de las dosis, encontrándose actualmente niveles tóxicos elevados. Por ésta razón se justifica la búsqueda de alternativas, tanto de nuevos químicos como de biocontroladores de nemátodos, tal es el caso de los productos evaluados en éste trabajo.

En resumen, la importancia de los nemátodos fitoparásitos aumenta cuando interactúan con hongos del suelo especialmente *Fusarium* spp, ya que además del daño directo producido a las raíces, los nemátodos alteran la fisiología de los tejidos infectados, predisponiéndolos para el ataque y para soportar el desarrollo de otros patógenos, (Aballay, E. 1995).

2.3 Marco teórico

2.3.1 Marco conceptual

2.3.1.1 Características generales de los nemátodos

El término nemátodo viene de nematoide (en forma de hilo), que se usa para designar comúnmente a los gusanos redondos, lombrices, etc. Los nemátodos son un grupo altamente diferenciado de los invertebrados, que se clasifican como un Phylum separado del reino animal. La categoría de Phylum se divide en dos clases; Adenophorea y Secernentea; en ambas hay especies de nemátodos parásitos de importancia económica para los vegetales (Evans, Trudgill y Webster, 1993).

Los nemátodos son gusanos redondos, de simetría bilateral, no segmentados, incoloros (transparentes) y circulares. Tanto el macho como la hembra tienen una forma típica de aguja (fusiforme), pero algunas especies tienen dimorfismo sexual; en algunas especies la hembra adulta toma la forma de pera, limón o riñón, llegando a ser sedentaria, en cambio el macho sigue con la forma de aguja. El largo varía de 0.5 a 5 mm. En los parásitos la cavidad bucal tiene un estilete en forma de aguja hipodérmica que le sirve para penetrar las células de las plantas y succionar su contenido, luego viene el esófago que contiene las glándulas salivales necesarias para la digestión de los alimentos. El esófago conecta con el intestino que conecta al recto y termina en el ano (Guiñez y Gonzáles, 1993).

La reproducción en general consiste en la copulación del macho con la hembra y la fertilización del huevo por el espermatozoide del macho. En ausencia o escasez de machos, el huevo se desarrolla por partenogénesis. En algunas especies la hembra funciona como hermafrodita, esto es, ella misma produce los huevos y espermatozoides en sus gónadas (Guiñez y Gonzáles, 1993).

El sistema reproductivo de la hembra consiste en uno o dos ovarios tubulares que conectan con el útero, éste con la vagina y finalmente con la abertura o vulva. El sistema reproductivo del macho consiste en uno o dos testículos tubulares, que se vacían en los vasos deferentes y se unen con el recto formando la cloaca, que se abre ventralmente a

través de la abertura cloacal. Los machos se distinguen además, por la presencia de las espículas copulatorias (Evans, Trudgill y Webster, 1993).

El sistema nervioso consiste en una comisura que rodea el esófago, llamado anillo nervioso; varios ganglios y nervios están asociados longitudinalmente a éste anillo. Los nervios estimulan varios órganos sensibles (papilla y anfidos). El sistema excretor es una celda ventral que se abre hacia fuera, a través de un poro excretor, en la región del esófago (Guiñez y Gonzáles, 1993).

Los nemátodos no poseen estructuras u órganos de sistema circulatorio o respiratorio. Aparentemente estos procesos están asociados con los movimientos de los fluidos dentro del cuerpo (González G, 1993).

2.3.1.2 Resumen de características generales de los nemátodos

Según Evans, Trudgill y Webster (1,993), las características generales se resumen a continuación:

- Vermiformes (forma de gusano)
- Redondos en sección transversal.
- Simetría bilateral (cuerpo en dos mitades idénticas)
- Hialinos (transparentes)
- No segmentados
- Seudocelomados (presencia de un espacio lleno de líquido entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo).
- Tripoblastos (presencia de ectodermo, mesodermo y endodermo).

2.3.1.3 Ciclo de vida y hábitos de alimentación de los nemátodos

En general, en todos los nemátodos el ciclo de vida consta de seis estados: huevo, cuatro estados juveniles o larvarios y el adulto. Al pasar de un estado a otro hay una muda de piel; la primera muda se produce dentro del huevo (Magunacelaya, 1995).

2.3.1.4 Clasificación de los nemátodos según su hábito de alimentación

De acuerdo con González 1993, la mayoría de los nemátodos que habitan en el suelo, según su hábito de alimentación, se pueden clasificar, en tres grupos:

A. Saprófagos

Que obtienen su alimento directamente de la materia orgánica en descomposición o de microorganismos asociados a la putrefacción.

B. Predadores

Se alimentan de pequeños animales, incluyendo otros nemátodos.

C. Parásitos de los vegetales

Que se alimentan de hongos, algas y vegetales.

Aunque todas las partes de la planta pueden ser afectadas por éstos parásitos (raíces, tallos, brotes, hojas, flores y semillas), el tipo de daño varía de acuerdo a las especies de nemátodos y a las plantas hospederas. Según Magunacelaya (1996), con base a la forma en que los nemátodos se alimentan de las raíces, estos se pueden clasificar en tres grupos:

a. Endoparásitos

Son aquellos que penetran totalmente a las raíces, se desarrollan y multiplican dentro de ella. Hay endoparásitos sedentarios, que son los que entran a la planta y se fijan en un solo lugar toda su vida, ejemplo: nemátodo del nudo de la raíz, *Meloidogyne* spp, y endoparásitos migratorios, que entran a la planta y se movilizan de un punto a otro dentro de ella, ejemplo: nemátodo de las lesiones radicales, *Pratylenchus* spp.

b. Semiendoparásitos

Son aquellos que penetran parcialmente dentro del tejido vegetal, ejemplo: nemátodo de los cítricos, *Tylenchulus semipenetrans*.

c. Ectoparásitos

Se alimentan de las partes externas de las plantas sin entrar a ellas. Para poder alimentarse, normalmente son más largos que los endoparásitos, lo mismo que su estilete, por ejemplo: *Xiphinema* spp ó nemátodo daga, *Trichodorus* spp y *Longidorus* spp.

La información detallada de la anatomía de los nemátodos es importante para comprender la relación del nemátodo con su medio ambiente y también proporcionar una visión de la intrincada relación entre el nemátodo y el hospedero. Además, se piensa que la interacción parásito y hospedero, debe tener una influencia directa en la morfología de un nemátodo (González G, 1993).

2.3.1.5 Factores que influyen en el desarrollo de los nemátodos

En el campo, la emergencia depende de dos factores principales: la temperatura y la humedad del suelo (González G, 1993).

A. Humedad del suelo

Una humedad muy baja, solo es importante en campos irrigados o en regiones donde existen temporadas secas con muy poca lluvia, o sin lluvia alternada con temporadas lluviosas (González G, 1993).

B. Temperatura del suelo

La velocidad de desarrollo de los nemátodos se ve influenciada por diferentes factores, como la temperatura, la aptitud de las plantas que sirven como huéspedes a una especie determinada de nemátodo y, asimismo, el vigor de la planta, que se refleja en los nutrientes disponibles (González G, 1993).

Taylor, A.L, (1,971) citado por Salguero Barahona (2,000), utilizó el tomate como una planta experimental, aunque no se conoce cuál fue la especie de nemátodo con la que

realizó sus observaciones, estableció que: a temperaturas entre 27.5°C y 30°C, las hembras se desarrollan de la etapa de larva a la etapa de deposición de huevos en unos 17 días; a 24.5°C, 21 a 30 días; a 20°C en 31 días; y a 15.4°C, en 57 días. A temperaturas inferiores a 15.4°C, o superiores a 33.5°C, las hembras no llegan a alcanzar su madurez.

2.3.1.6 Interrelaciones de los nemátodos con otros organismos productores de enfermedades

Uno de los descubrimientos más importantes en nematología y fitopatología, ha sido la demostración de las interacciones existentes entre los nemátodos y otros organismos patógenos que viven en el suelo, incluyendo hongos, bacterias y virus, como causantes de enfermedades en las plantas (Magunacelaya, 1996).

Se ha comprobado experimentalmente que ciertos nemátodos patógenos acrecientan el desarrollo de enfermedades que causan los hongos y las bacterias, en plantas que comúnmente son resistentes a ella. Ejemplos específicos de esto son las variedades de tabaco resistentes al hongo que produce la enfermedad conocida como peciolo negro, *Phytophthora parasítica* var. *nicotianae* y el marchitamiento bacteriano, causado por *Pseudomonas solanacearum* y las variedades de algodón y tomate resistentes a los marchitamientos debidos a *Fusarium* spp, interaccionando con los nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* (Magunacelaya, 1996).

Aunque se han emitido varias teorías sobre la función que tienen los nemátodos, aún no se han dilucidado por completo; se piensa que la infección causada por un patógeno puede alterar la respuesta de la planta huésped frente a su acción como a infecciones subsiguientes causadas por otro o por el mismo patógeno. Muchas veces estas combinaciones causan un daño aditivo, pudiendo romperse la resistencia de la planta o producir síntomas diferentes a los generalmente producidos por un organismo solo. Los investigadores que trabajan en el área a menudo utilizan una serie de términos, tales como: asociación, complejo, complejo enfermedad, interacción etc, (Magunacelaya, 1996).

De cualquier forma en una "enfermedad compleja" están involucrados dos o más factores y cada uno de ellos son esenciales para el desarrollo de la enfermedad.

De acuerdo con Magunacelaya (1996), para el caso de *Meloidogyne* spp, se han resumido las formas en las que puede facilitar la infección por hongos o bacterias en cuatro puntos:

- A. Puede incrementar o alterar la liberación de exudados radiculares, los cuales estimulan la germinación de esporas de hongos o atraer estados móviles a las raíces.
- B. Los estados juveniles al penetrar a las raíces pueden transportar esporas de hongos o bacterias.
- C. Las lesiones radiculares pueden ser puntos de entrada para los patógenos.
- D. Las células de las raíces, modificadas en su fisiología ante la presencia del nemátodo, pueden ser un medio más favorable para el desarrollo de los patógenos, ya sea a causa de su mayor nivel de nutrientes o porque los antagonistas químicos ó su sistema de defensa han sido destruidos.

2.3.1.7 Interacción de nematodos y hongos

Según Magunacelaya, (1996), Atkinson (1892), fue el primero en reportar la interacción entre nemátodos y hongos. Escribió que: aunque *Meloidogyne* spp y *Fusarium* spp causan enfermedades distintas en algodón, había mucho más daño en la plantación cuando los dos organismos estaban presentes en el suelo. Ésta interrelación es también importante en otros cultivos como tabaco y tomate. En ciertos países como Ecuador se ha observado que variedades resistentes a la marchitez por *Fusarium* spp han mostrado susceptibilidad debido a la presencia de nemátodos.

Enfermedades causadas por *Fusarium* spp en otros cultivos son influenciadas también por otros nemátodos, entre éstas enfermedades están: Fusariosis en banano y *Radopholus similis*, marchitez en tabaco y *Tylenchorhynchus claytoni*, podredumbre radical de los cítricos y *Tylenchulus semipenetrans* (Magunacelaya, 1996).

Una interacción interesante de hongo y nemátodo es el de una enfermedad en trigo causada por el hongo *Dilospora alopecuri* asociado con el nemátodo *Anguina tritici*. Las esporas del hongo se adhieren a los juveniles del nemátodo y son transportadas hasta los

primordios florales donde se produce la enfermedad. Además de los mencionados, existen innumerables complejos, donde casi siempre están involucradas especies de *Meloidogyne*; entre otras: *Meloidogyne* con *Verticillium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Helminthosporium*, *Pythium*, *Curvularia*, *Botrytis*, *Aspergillus* y *Penicillium* (Magunacelaya, 1996).

2.3.1.8 Como actúan los nemátodos en la interacción con hongos

- A. Vectores de hongos
- B. Productores de heridas
- C. Modificadores del huésped (alteración del código genético, formación de agallas).
- D. Modificadores de la rizósfera o del sustrato (Magunacelaya, 1996).

2.3.1.9 Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de tomate

A. *Helicotylenchus* spp

Taylor (1,971), citado por Salguero Barahona (2,000), refiriéndose a parasitismo, hábitat y características morfológicas indica lo siguiente:

Es endoparásito y ectoparásito de muchas plantas; se encuentra en todas sus fases en el suelo y en las raíces.

a. Principales características morfológicas

- Cuerpo: de 0.5 a 1.2 mm de largo, arqueado o en espiral cuando está muerto o en reposo.
- Estilete: moderadamente largo.
- Orificio de la glándula esofágica dorsal: situado por detrás de los ensanchamientos del estilete, a una distancia mayor que la mitad de la longitud del estilete.
- Ovarios: dos.

- Vulva: posterior al punto medio del cuerpo.
- Cola: en las hembras, de redondeada a casi puntiaguda, frecuentemente con una proyección corta en la cara ventral; en los machos corta y con aleta.

Jenkins y Taylor (1967), citado por García Abal (2002), opinan que los síntomas del ataque de los nemátodos de éste género están relacionados con el deterioro de las funciones del sistema radical. Por lo tanto los síntomas que se describen con más frecuencia son aquellos que son atribuidos a un pobre funcionamiento del sistema radical, esto es, detención del crecimiento, reducción del número de raíces así como marchitamiento bajo condiciones de estrés.

B. *Pratylenchus* spp

Taylor (1971), citado por Salguero Barahona (2000), refiriéndose al parasitismo y hábitat de *Pratylenchus* spp indica que; es un endoparásito migratorio, se alimenta de la corteza de la raíz de muchas plantas. Se encuentra en las raíces ó en el suelo en todas sus fases. Los machos en muchas especies desconocidos, o poco comunes en otras. Las principales características morfológicas son las siguientes:

- Longitud del cuerpo: 0.4 a 0.8 mm.
- Región labial: poco diferenciada del cuerpo.
- Estilete: corto, fuerte, con ensanchamientos gruesos.
- Ovarios: uno.
- Vulva: en el cuarto posterior del cuerpo.
- Cola: de casi redondeada a puntiaguda, cola del macho con aleta.
- La parte anterior casi igual en el macho que en la hembra.

Christie (1959), citado por Salguero Barahona (2000), opina que los nemátodos lesionantes son parásitos vagabundos y ninguna fase de su desarrollo puede denominarse como la etapa de infestación, porque los adultos y las larvas de varias edades se

encuentran dentro y fuera de las raíces. El lugar favorito de entrada no se encuentra en los extremos de las raíces, sino ligeramente atrás de la zona de alargamiento en la región de los pelos absorbentes. No todas las plantas que son infestadas por una especie determinada de éste parásito son, en igual grado, huéspedes adecuados. Los nemátodos invaden las raíces de algunos vegetales con mayor libertad que las de otros y el daño puede ser, en algunos de ellos más graves que en las restantes.

La gravedad de los daños que ocasiona el nemátodo lesionador es difícil de estimar, ya que cambia de acuerdo al cultivo atacado y es mayor en las regiones subtropicales que en las templadas. Los daños que sufren las plantas consisten en una reducción o inhibición de su raíz que es causada por las lesiones locales en las raíces jóvenes que se producen antes de que los hongos y bacterias secundarios ocasionen su pudrición. Los síntomas de la raíz de las plantas afectadas por éste nemátodo consisten en lesiones que al principio aparecen en forma de manchas diminutas, alargadas y aguanosas ó amarillo obscuro, las cuales en poco tiempo se vuelven pardas hasta tornarse negro (Agrios, GN. 1996).

Luc, Sicora y Bridge, (1990), citado por García Abal, (2002), indican que éste nemátodo no forma agallas, pero destruye la región cortical de las raíces. Tanto las formas juveniles como las adultas perforan y se alimentan de las células corticales hasta destruirlas, lo que produce una serie de galerías. Allí son dejados los huevos y los excrementos, produciendo un punto de penetración y desarrollo para otros microorganismos. De ésta manera se inicia el necrosamiento y la muerte de la raíz afectada. Después ocurre la interrupción de la absorción de agua y nutrientes que tiene como consecuencia reflejos visibles en la planta. En la parte aérea sus síntomas dependen de las condiciones nutricionales de la planta. En ataques severos su síntoma es el amarillamiento generalizado de la planta, en campo se observa una reducción del crecimiento de las plantas, generalmente agrupadas en focos.

C. *Tylenchorhynchus* spp

La región labial se presenta como una prolongación del cuerpo, presencia de campos laterales con 2 a 5 incisuras, el bulbo posterior desarrollado, la cola ahusada, redondeada

y ligeramente estriada; el estilete desarrollado con nódulos basales conspicuos (Espinoza, Fuentes, Jaraba y Lozano, 2,004).

Drokpín (1980), citado por Molina (2007), define a *Tylenchorhyncus* spp como un ectoparásito que se alimenta de tejidos subsuperficiales de la raíz.

D. *Meloidogyne* spp

Jenkins y Taylor (1967), citado por García Abal (2002), indican que los nemátodos de éste género presentan dimorfismo sexual; la hembra cuando es adulta se hincha y toma la forma de una pera o una forma casi esférica, excepto en el extremo anterior que permanece elongado. El estilete de la hembra es delgado, más pequeño que el del macho ó el de las larvas y tiene unos nódulos basales bien desarrollados. Los dos ovarios se abren a través de una vulva por la cual los huevos son arrojados a una masa gelatinosa que los protege. Los machos no se hinchan y se tornan vermiformes luego de la última muda. Su estilete está fuertemente desarrollado con nódulos basales largos. Pueden presentar uno o dos testículos.

Christie, (1986), citado por García Abal (2002), establece que son parásitos sedentarios y, una vez que se alojan dentro de los tejidos de la planta no se mueven ni cambian de posición. Inicialmente, su crecimiento es, en gran parte, un aumento de grosor. Llegan a ser de forma ovalada, con un grosor de aproximadamente la mitad de su longitud. El macho es un parásito sedentario únicamente durante su desarrollo larvario. La hembra es un parásito sedentario en todo su desarrollo larvario y durante toda su vida adulta.

García Abal (2002), cita a Luc, Sicora y Bridge, (1990), quienes indican que la producción de las agallas ocurre sobre las raíces jóvenes que se formaron después de las primeras lluvias durante el invierno. Las agallas son inicialmente blancas a café amarillento y se tornan café oscuro a medida que la raíz se va envejeciendo. Las masas de huevos son producidas en el córtex debajo de la epidermis de la raíz. Se pueden observar áreas necróticas sobre las agallas de la raíz las cuales se pueden agravar por medio de infecciones secundarias.

E. *Hemicriconemoides* spp

Chitwood y Birchfield (1957), citado por Bello, (1984), indican que las hembras son de forma cilíndrica, alargada, provista de una vaina cuticular (cutícula doble), que permanece unida a la cutícula interna en la región cefálica, en la vulva y algunas veces en la cola. Presenta anillos semejantes en la vaina cuticular y en el cuerpo, muy marcados y ligeramente redondeados, no dirigidos hacia atrás y generalmente en cantidad menor a 150. Región labial con dos anillos (algunas veces con tres, de forma variable). Nódulos basales del estilete con la parte anterior cóncava, nunca con los bordes dirigidos hacia atrás, raramente redondeados. Macho con espículas alargadas y delgadas, ligeramente curvadas en su parte ventral; gubernáculo excretor opuesto al bulbo medio o en la base del estilete. Machos alargados, sin estilete, con alas caudales reducidas.

F. *Criconemoides* spp

Iglesias, (1992), cita a Dropkin, (1989), quien describe al ectoparásito *Criconemoides* spp como nemátodo anillado, debido a los anchos anulares semejantes a anillos que rodean el cuerpo. Éste se caracteriza por ser poco móvil con un estilete largo y grueso, con el cual provoca grandes heridas en los sitios de alimentación. Grandes poblaciones de éste nemátodo producen severos daños en las raíces parasitadas. Éstos se alimentan de los tejidos radiculares y pueden alcanzar elevadas poblaciones alrededor de las raíces de árboles frutales y otras plantas leñosas como la vid. Los *Criconemoides* spp se adhieren a la epidérmis de la raíz mientras el fuerte estilete penetra las células de los tejidos exteriores. Se les encuentra usualmente en suelos arenosos con suficiente humedad.

G. *Rotylenchulus reniformis*

Christie, (1986), citado por García Abal (2002), opina que los nemátodos de éste género son similares a los nemátodos de los cítricos en su ciclo de vida y hábitos. Los cambios larvarios tienen lugar en el suelo, donde los nemátodos jóvenes de ambos sexos se desarrollan rápidamente después de la incubación. Solamente las hembras son parásitas, no se ha observado que los machos penetren en las raíces. Una hembra puede establecerse íntegramente dentro de la raíz o con el extremo posterior más o menos sobresaliente. Después de que la hembra comienza su alimentación, su cuerpo se

ensancha hasta que adquiere la forma característica de riñón. La copulación no tiene lugar sino hasta que la hembra ha penetrado en la raíz y el cuerpo ha comenzado a agrandarse. Los machos y las hembras se presentan en cantidades aproximadamente iguales.

Linford y Olivereira (1940), citado por Bello, (1984), indican que las hembras adultas son sedentarias y semi-endoparásitas, mientras que los machos no son parásitos. Tarda de 24 a 29 días en completar su ciclo biológico. Las larvas de las hembras, después de infectar las raíces se alimentan, engruesan y comienzan a poner de 45 a 66 huevos. Se le ha encontrado parasitando aguacate, mango y papaya en Australia, Estados Unidos, Hawái, India, Pakistán y Trinidad. Presentan dimorfismo sexual, con hembras engrosadas en forma de riñón, machos vermiformes. Orificio de la glándula dorsal cerca de la mitad de distancia de la base del estilete al bulbo medio. Hembras con dos ovarios y glándulas esofágicas sobre el intestino. Machos con el estilete débil y esófago reducido.

2.3.2 Marco referencial

2.3.2.1 Características físicas del área de estudio

A. Localización y vías de acceso

Antigua Guatemala es un municipio de Sacatepéquez, que se encuentra a una distancia de 45 km de la ciudad capital a través de la ruta nacional CA-1, en las coordenadas 14° 32' 15" Latitud Norte y 90° 36' 35" Longitud Oeste (IGN, 1980).

El área productiva de tomate está ubicada en una colonia del municipio de Antigua Guatemala conocida con el nombre de finca Panorama a una distancia de 1 km de la cabecera municipal en las coordenadas 14° 34' 2" Latitud Norte y 90° 44' 31" Longitud Oeste.

B. Límites y extensión territorial

Según el Diccionario Geográfico de Guatemala, Antigua Guatemala, municipio del departamento de Sacatepéquez tiene una extensión aproximada de 78 km². Limita al Norte y al Este con San Bartolomé Milpas Altas, al Sur con Santa María de Jesús, al Oeste con San Antonio Aguas Calientes, Ciudad Vieja y Santa Catarina Barahona, todos del mismo departamento.

Dentro de Antigua Guatemala se encuentra la colonia mencionada y la unidad productiva de tomate bajo invernadero con el nombre de finca Panorama, la cual cuenta con un área productiva de 1.05 hectáreas de tomate bajo invernadero.

C. Geología y suelos

Según el Diccionario Geográfico de Guatemala, Antigua Guatemala está constituida por rocas sedimentarias del cuaternario, así como rocas volcánicas terciarias y cuaternarias. La actual ciudad está rodeada tanto hacia el Sur como al Oeste del valle por los volcanes de Agua, de Fuego y de Acatenánigo. Los suelos predominantes pertenecen al grupo que se ha designado clases misceláneas de terreno, lo que incluye áreas fragosas, volcanes, así como suelos de valles no diferenciados, es decir un grupo donde no predomina tipo particular alguno. Dentro de la riqueza mineral cabe indicar la existencia de pedernal, cuarzo, arcilla, cristal de roca, pirita y otros minerales.

D. Condiciones climáticas y zonas de vida

Según la clasificación de zonas de vida por el sistema de Holdrige, el municipio de Antigua Guatemala se encuentra ubicado en el bosque húmedo montano bajo subtropical, cuyo símbolo es: BH-MB el cual indica que las condiciones climáticas son las siguientes: el patrón de lluvia varía entre 1,975 y 1,588 mm, con promedio de 1,344 mm al año, la temperatura varía entre 15 y 23°C y el clima predominante es templado (IGN, 1980).

E. Altitud

El municipio de Antigua Guatemala del departamento de Sacatepéquez, se localiza a una altura promedio de 1,530 metros sobre el nivel del mar (msnm) (IGN, 1980).

2.4 Objetivos

2.4.1 General

- Identificar a nivel de reconocimiento los nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* M.), para evaluar alternativas de manejo, químicos y biológicos bajo condiciones de invernadero, en la finca Panorama, del municipio de Antigua Guatemala del departamento de Sacatepéquez.

2.4.2 Específicos

- Identificar los nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de tomate (*S. lycopersicum* M.), tanto en el suelo de la rizósfera de las plantas como en el sistema radical.
- Determinar la incidencia de los nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera del cultivo en el área experimental.
- Determinar la población de nemátodos en el suelo rizosférico para cada tratamiento.
- Dilucidar el daño (agallas) ocasionado por la presencia de nemátodos en el sistema radical del cultivo.
- Determinar la incidencia del daño radical (agallas) del cultivo.
- Evaluar de forma gráfica y estadística el efecto de las diferentes opciones de manejo.

2.5 Hipótesis

- La presencia de *Rotylenchulus reniformis* provoca agallas en las raíces de tomate cultivado bajo invernadero.
- Los tratamientos biológicos y químicos controlan las poblaciones de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de tomate.

2.6 Metodología

2.6.1 Metodología experimental

2.6.1.1 Características del material evaluado

A. Oxamil (Vydate 24 SL)

Pertenece al grupo de los carbamatos que son compuestos derivados del Ácido Carbámico. Su baja toxicidad oral y dermal para los mamíferos y su amplio espectro de acción contra nemátodos e insectos le han permitido aumentar su demanda en el mercado mundial. Sus características principales son su alta toxicidad, su baja estabilidad química y su nula acumulación en los tejidos, característica que lo posiciona en ventaja con respecto a los Organoclorados de baja degradabilidad y gran acumulación (Nelia, 1984).

Estos compuestos inhiben la enzima Colinesterasa. Contrario a los fumigantes, los Carbamatos son más solubles en agua y se traslocan a las diferentes partes de los cultivos bajo tratamiento. El ingrediente activo es el Oxamil, es de acción sistémica y es efectivo para combatir varias especies de nemátodos e insectos como el picudo del corno en musáceas y ácaros en general (Nelia, 1984).

B. Spirotetramat (Movento® OD150)

- Nombre común, ISO: Spirotetramat
- Descripción general del sistema de doble vía:

Spirotetramat es altamente sistémico incluyendo movilidad del xilema y del floema. Tomado una vez por la planta, la sustancia activa se mueve acropetal en el xilema y demuestra ambos, acropetal y basipetal el movimiento en el floema. Después del tratamiento, incluso los nuevos crecimientos o las raíces se protegen contra los parásitos succionadores debido a ésta característica biológica específica. Todos los insecticidas sistémicos comercialmente disponibles son actualmente sistémicos unidireccional, es decir se desplazan sobre todo en el xilema de la planta (acropetalmente, hacia arriba) (Bayer Crop Science, 2007).

Los insecticidas sistémicos unidireccionales tales como neonicotinoides no protegen las hojas nuevamente crecidas después del uso foliar. En contraste, Spirotetramat, foliarmente aplicado, protege tejido maduro, tejido joven y especialmente las hojas nuevas no presentes al momento de la aplicación. Por lo tanto, como en cualquier uso foliar, es vital que la eficacia biológica alcance una cobertura uniforme del aerosol para proteger uniformemente todas las etapas de las hojas. Las características de Spirotetramat después del uso foliar proporcionan también la protección excelente contra parásitos ocultos tales como áfidos en ensalada ó la alimentación en raíces (Bayer Crop Science, 2007).

- Modo de Acción

Spirotetramat es un insecticida foliar sistémico nuevo que pertenece al grupo de los Ketoenoles y, dentro de éste grupo, a la clase química Ácido Tetrámico que ofrece a cultivadores una herramienta altamente eficaz para manejar una amplia gama de parásitos chupadores. El producto tiene un modo de acción único clasificado como inhibidor de la biosíntesis del lípido (LBI) y es activo por la ingestión contra los insectos en estados inmaduros que se alimentan en las plantas tratadas. Además, los estudios han demostrado impacto en hembras adultas expuestas reduciendo fecundidad y la supervivencia del descendiente (Bayer Crop Science, 2007).

Después de la ingestión de Spirotetramat, etapas juveniles de insectos tales como áfidos y moscas blancas no pueden mudar correctamente y mueren en el plazo de 2 a 5 días. La velocidad del efecto mortal es variable, dependiendo de las etapas de vida ó los parámetros externos. Spirotetramat puede también reducir drásticamente la cantidad de larvas depositadas por los áfidos adultos (Bayer Crop Science, 2007).

Es importante mencionar que no existe información acerca del empleo de Spirotetramat como nematicida ya que dicho producto ha sido diseñado como insecticida para el control de plagas chupadoras como áfidos y mosca blanca.

C. *Paecilomyces lilacinus* cepa 251 (Bioact 40 WP)

Infecta los huevecillos del nemátodo especialmente de las especies con fases sedentarias y oviposición de huevecillos en masa o enquistados. El proceso de infección de los huevecillos comienza en la matriz gelatinosa con el crecimiento de la hifa, finalmente cubriendo el huevo con una red miscelial de la cual las ramas hifales penetran en la cáscara del huevo para proliferar adentro y finalmente sustituir el embrión o juvenil por biomasa fungosa (EPA, 2005).

Las conidias de *Paecilomyces lilacinus* parasitan los huevos y las hembras de los nemátodos, causando deformación y destrucción de los ovarios de las hembras y reducción de la eclosión de huevos, igualmente bajo condiciones de pH ligeramente ácido produce toxinas que afectan el sistema nervioso de los nemátodos. Ambos efectos pueden producirse simultáneamente y reducir sensiblemente los niveles poblacionales de los nemátodos (EPA, 2005).

• Composición	p/p
<i>Paecilomyces lilacinus</i> cepa 251.....	40%
Ingredientes inertes.....	60%
Total.....	100%

Contiene: 400 gramos de esporas de *Paecilomyces lilacinus* cepa 251 por kilogramo de producto comercial (EPA, 2005).

D. Variedad de tomate Evaluna RZ

Tomate tipo saladett, larga vida de anaquel, ideal para mercado fresco e industria, peso aproximado de 120 gramos por fruto, firme y de excelente color, adaptable para diferentes zonas a campo abierto e invernadero, resistente a: virus del mosaico del tabaco, *Verticillium* y *Fusarium* spp (RijkZwaan, 2008).

2.6.2 Diseño experimental

Tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales se desarrolló el presente trabajo, se usó el Diseño de Bloques Completos al Azar, por adaptarse tal modelo a la necesidad de bloquear el efecto del gradiente de luz en el desarrollo del proyecto.

El diseño en bloques completos al azar (DBA), toma en cuenta los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. En éste diseño las unidades experimentales se distribuyen en grupos homogéneos. Cada uno de estos grupos es llamado: bloque. El número de unidades experimentales dentro de cada bloque es igual al número de tratamientos incluidos en el experimento (López, 2008).

Los tratamientos son distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque aleatoriamente, así, cada bloque irá a constituir una repetición. Éste tipo de experimento es seleccionado cuando se tienen dudas acerca de la homogeneidad del ambiente ó cuando, por experiencia, se sabe de su heterogeneidad, tal es el caso de la distribución de las poblaciones de nemátodos de forma natural en el suelo. Éste diseño es conveniente cuando se logra determinar una gradiente de variabilidad en un sentido, que esté influyendo sobre los tratamientos, por ejemplo: grado de inclinación del terreno donde se realizará el experimento, dirección del viento, gradiente de temperatura, etc. Los bloques se construyen perpendiculares a la dirección de la gradiente de variabilidad (López, 2008).

Para éste caso, la gradiente de variabilidad a bloquear lo constituyó la entrada de luz natural al invernadero, ya que por la biología del patógeno la luz influye en la dinámica poblacional del mismo, de tal forma que los bloques se ubicaron de manera perpendicular a la entrada de dicha gradiente con el objetivo de bloquear el efecto de la misma.

2.6.3 Tratamientos

A continuación se presentan los diferentes tratamientos en cuanto a dosis y productos evaluados, tomando en cuenta que las dosis fueron seleccionadas en base a las que se utilizan en otros cultivos. En el Cuadro 2.6 se observa: un testigo comercial (Oxamil) y un testigo absoluto o sin aplicación, ambos como referencia de comparación, también tratamientos de Spirotetramat en tres dosis al suelo y las mismas dosis foliares, y finalmente dos tratamientos de *Paecilomyces lilacinus* aplicados al suelo.

Cuadro 2.6 Tratamientos evaluados para el control de nemátodos fitoparásitos, finca Panorama, Antigua Guatemala, Sacatepéquez

No.	Tratamiento	Concentración	Formulación	Dosis comercial	Dosis i.a (g i.a/ha)	Momento de aplicación	Método de aplicación	Aplicaciones
1	Testigo absoluto	***	***	***	***	***	***	***
2	Oxamil (T.C)	240 g i.a/lt	SL	3 lt/ha	720	21 ddt	Foliar	1
3	Spirotetramat	150 g i.a/lt	OD	1 lt/ha	150	21 ddt	Foliar	1
4	Spirotetramat	150 g i.a/lt	OD	1.5 lt/ha	225	21 ddt	Foliar	1
5	Spirotetramat	150 g i.a/lt	OD	2 lt/ha	300	21 ddt	Foliar	1
6	Spirotetramat	150 g i.a/lt	OD	1 lt/ha	150	21 ddt	Drench	1
7	Spirotetramat	150 g i.a/lt	OD	1.5 lt/ha	225	21 ddt	Drench	1
8	Spirotetramat	150 g i.a/lt	OD	2 lt/ha	300	21 ddt	Drench	1
9	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	40 g i.a/100 g	WP	500 g/ha	200	21 ddt	Drench	1
10	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	40 g i.a/100 g	WP	600 g/ha	240	21 ddt	Drench	1

Referencias:

ddt=días después del transplante, i.a=ingrediente activo, T.C=testigo comercial. SL=solución líquida, OD=dispersión en base oleosa, WP=polvo mojable.

2.6.4 Modelo estadístico

El modelo asociado a éste diseño experimental se muestra a continuación:

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

Donde:

$$i = 1, 2, 3, \dots, t \text{ y } j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Siendo: Y_{ij} = variable de respuesta observada o medida en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

μ = media general de la variable de respuesta.

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento, β_j = efecto del j-ésimo bloque.

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

2.6.5 Croquis de campo

2.6.5.1 Delimitación del área experimental

El área experimental comprendió un total de 50.4m², estableciendo tres bloques con 10 unidades experimentales, tal como se muestra en la Figura 2.2.

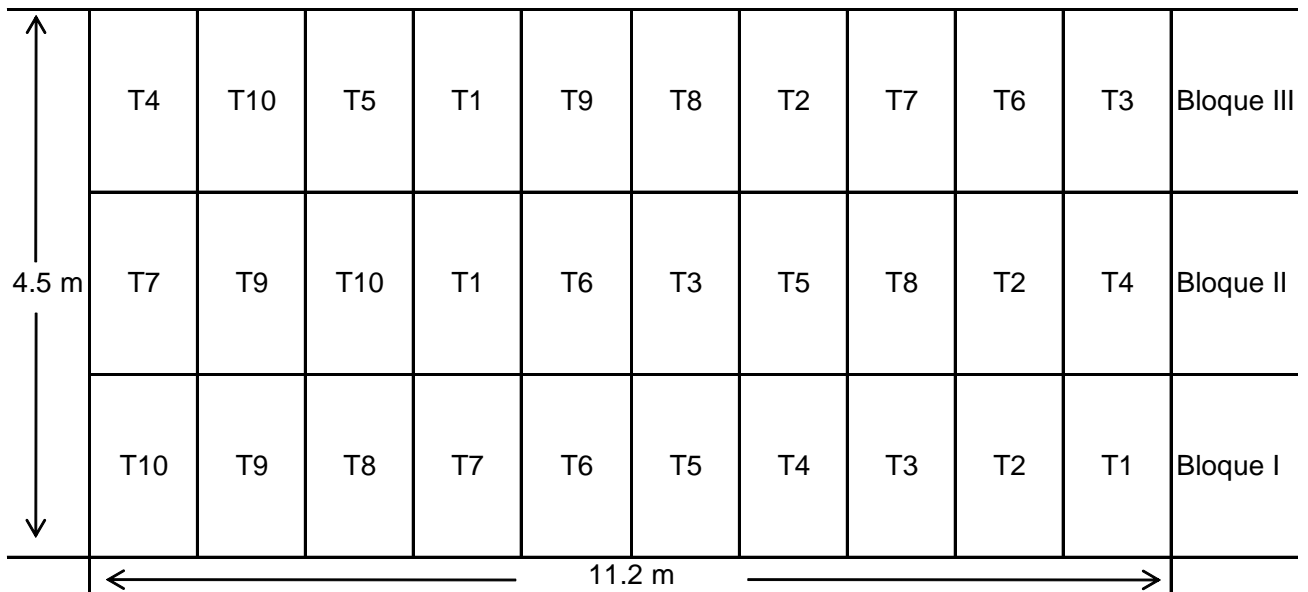


Figura 2.2 Croquis del área experimental utilizada para la evaluación de nematocidas en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala

2.6.5.2 Ubicación de los bloques dentro del área experimental

Se estableció un total de tres bloques, con dimensiones de 1.5 m de ancho y 5.6 m de longitud, con un área de 16.8 m² para cada uno, respectivamente (Figura 2.3).

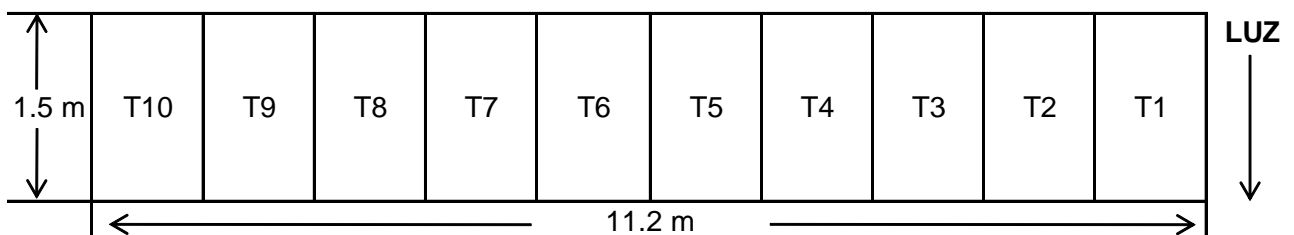


Figura 2.3 Croquis de los bloques utilizados para la evaluación de nematocidas en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala

2.6.5.3 Ubicación de las unidades experimentales

Dentro de los bloques se ubicaron diez unidades experimentales con dimensiones de 1.1 m de ancho y 1.5 m de longitud, con un área de 1.65 m². Dichas unidades experimentales representan un tratamiento en donde se ubicaron seis plantas dispuestas en hileras simples o surcos, específicamente a 1.1 m entre hileras y 0.25 m entre plantas (Figura 2.4).

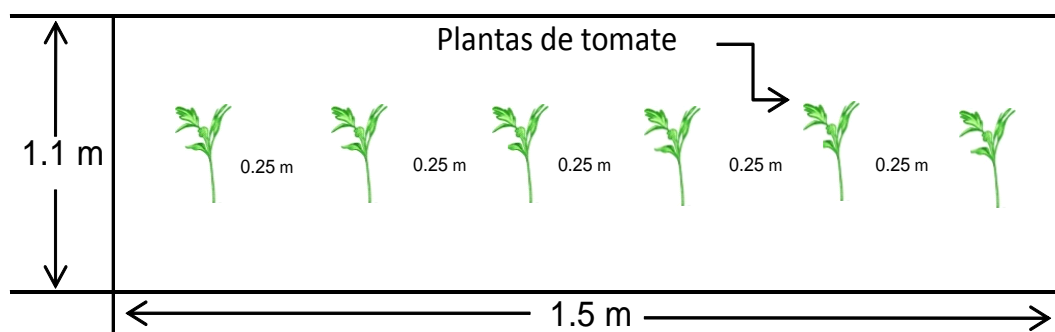


Figura 2.4 Dimensiones de cada unidad experimental utilizada para la evaluación de nematicidas en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala

2.7 Manejo del experimento

2.7.1 Eliminación del cultivo anterior

Posteriormente a la delimitación y ubicación del área experimental en una zona con antecedentes de ataque de nemátodos, se desarrolló la eliminación de la parte foliar de la plantación que se encontraba en su ciclo final a través del corte de la misma, con el objetivo de conservar en el suelo el sistema radical afectado por el patógeno en estudio y distribuirlo posteriormente de forma homogénea en el área experimental durante la preparación del suelo.

2.7.2 Preparación del suelo

Ésta actividad consistió en la remoción del suelo de forma manual con el objetivo de distribuir lo más uniforme posible los restos de raíz afectada por nemátodos (agallas) en el área experimental, aumentando así la probabilidad de que todas las plantas fueran infectadas por las hembras de nemátodos.

2.7.3 Extracción de muestras de suelo por bloques

Posteriormente a la preparación del suelo, se extrajeron muestras de suelo de cada uno de los bloques, éstas fueron enviadas y analizadas en laboratorio para estimar las poblaciones de nemátodos fitoparásitos y posteriormente medir el grado de control o supresión que los productos evaluados ejercieron sobre la población inicial.

Dicha actividad se desarrolló para cada bloque extrayendo cinco muestras compuestas por cada uno, para establecer la población inicial por unidad experimental.

2.7.3.1 Actividades desarrolladas en la extracción de muestras de suelo

A. Con el uso de un barreno, se extrajeron tres submuestras por unidad experimental de manera sistemática, dichas muestras fueron tomadas a una distancia de 0.5 m entre sí y a una profundidad de 0.20 m (Figura 2. 5).

Cada muestra fue compuesta del total de submuestras extraídas de dos unidades experimentales, es decir seis submuestras por muestra compuesta.

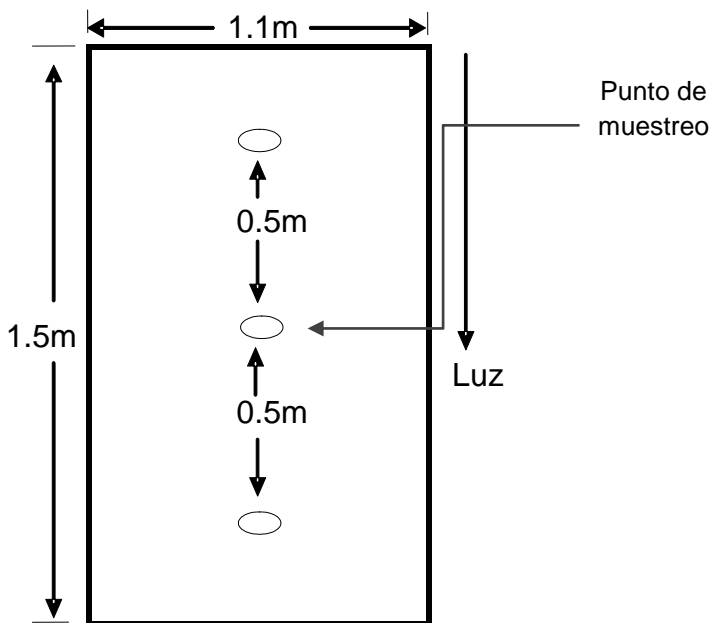


Figura 2. 5 Esquema de extracción de submuestras de suelo por unidad experimental en el cultivo de tomate

B. Dichas muestras fueron debidamente identificadas de acuerdo al bloque del cual provenían.

C. Las muestras colectadas fueron enviadas a los laboratorios de la Subárea de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía USAC, para su debido análisis y estimación de la población de nemátodos.

El método utilizado en dicho laboratorio para la extracción de nemátodos en el suelo es el de tamizado y doble centrifugado en azúcar que se describe a continuación.

2.7.3.2 Método de tamizado y doble centrifugado en azúcar para la extracción de nemátodos en el suelo

Según Álvarez y Solares (2007), el método en mención se resume en los siguientes pasos:

A. Utilizando un frasco con 500 ml de agua, se le añaden 300 cc de suelo proveniente de la muestra de campo.

B. El contenido anterior se deposita en un recipiente donde se elimina cualquier material ajeno a las muestras (piedras por ejemplo).

C. Teniendo lo anterior, se procede al tamizado de la muestra haciendo pasar la misma por cuatro tamices de distinto diámetro (mesh), específicamente de 20, 35, 150 y 325 mesh, respectivamente. Los diámetros de los últimos dos tamiz pueden variar en función del tipo de suelo.

D. Con la ayuda de una piseta, se colectan 20 cc del penúltimo y último tamiz en un frasco, es decir 40 cc en total para tener una muestra.

E. Posteriormente se procede al centrifugado de dicha muestra, compartiéndola en dos tubos dentro de la centrifugadora a razón de 6,000 rpm, durante seis minutos.

F. El sobrenadante con nemátodos obtenido en la centrifugación se vierte en el tamiz más fino (325 mesh), conservando el precipitado en los tubos.

- G. Se agregan 10 cc de una solución de sacarosa al 46% (1 M), (454 g/lit de agua) al precipitado contenido en los tubos y se centrifuga durante 30 segundos.
- H. El sobrenadante se añade al obtenido inicialmente, que se encuentra contenido en el tamiz de 325 mesh.
- I. Del producto de la doble centrifugación y con la ayuda de una piseta, se recolecta en un frasco un volumen de 20 cc lo cual constituye la muestra final en donde se realizarán las lecturas o conteo y determinación de géneros de nemátodos contenidos en la muestra inicial de 300 g de suelo.

2.7.3.3 Conteo de poblaciones de nemátodos

- A. De la muestra obtenida a través del método de tamizado y doble centrifugado en azúcar (20 cc), se obtienen 2 cc los cuales se disponen en una cámara de conteo en donde se realizan las observaciones al microscopio.
- B. La población obtenida se multiplica por la constante 10, teniendo como resultado la población contenida en 300 g de suelo inicial.

2.7.3.4 Identificación de nemátodos en la rizósfera del suelo

La identificación de géneros de nemátodos se llevó a cabo al mismo momento del conteo, dicha actividad se realizó en el centro de diagnóstico fitopatológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con la ayuda del asesor específico y de acuerdo con las claves de los siguientes autores:

- A. Wilmontt, Gooch, Siddiqi y Franklin (1972).
- B. Mai y Lyon (1975).
- C. Luc, Sikora y Bridge (1990).
- D. UNL Nematology Lab (1977).

2.7.4 Transplante del cultivo al área experimental

Una vez realizadas las actividades descritas anteriormente, se procedió a establecer el cultivo (pilones) en los bloques y parcelas, respectivamente.

2.7.5 Extracción de muestras (plantas y suelo) previo a la aplicación de los tratamientos (20 días después del transplante -ddt-)

En dicho muestreo se extrajo una planta por cada tratamiento y réplica y se analizó el suelo de la rizósfera de cada una de las plantas, así como el sistema radical de las mismas.

2.7.6 Aplicación de los tratamientos (20 días después del transplante -ddt-)

Posteriormente al transplante del cultivo, se dejó transcurrir 20 días para realizar las aplicaciones de los diversos tratamientos (previo se extrajo plantas muestra de cada tratamiento y réplica, respectivamente).

Para cada uno de los tratamientos se realizó su respectiva calibración y cálculo de dosis.

2.7.7 Extracción de muestras (plantas y suelo) posterior a la aplicación de tratamientos

Después de realizadas las aplicaciones de los diferentes tratamientos evaluados en el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo la extracción de muestras de plantas y suelo en cada uno de los tratamientos, específicamente a los 30, 60 y 90 días después de la aplicación de dichos tratamientos.

2.8 Variables de respuesta

2.8.1 Población de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera

Se ejecutó a los 30, 60 y 90 días después de aplicar los tratamientos. Específicamente la estimación de dicha variable se llevó a cabo a nivel de laboratorio, en donde se enviaron las muestras de suelo y en el que se emplea la metodología descrita anteriormente de extracción de nematodos del suelo a través del tamizado y doble centrifugado en azúcar.

2.8.2 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera

La determinación de la incidencia dentro del área experimental se calculó con base al total de las unidades experimentales, haciendo una relación de las mismas con la presencia de cada uno de los diferentes géneros de nemátodos fitoparásitos identificados en el cultivo, dicho de otra forma se tomó como un 100% el total de las unidades experimentales las cuales fueron 30, tal como se muestra en la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{(\text{cantidad de parcelas afectadas})(100)}{30}$$

Es importante mencionar que la determinación de dicha variable fue de gran importancia para saber la presencia y distribución de cada uno de los géneros dentro del área experimental y tener así un parámetro para la posterior evaluación estadística de la eficiencia de los tratamientos evaluados.

2.8.3 Índice del daño radical

Ésta actividad se llevó a cabo a nivel de laboratorio a los 20, 50, 80 y 110 días después del transplante, extrayendo una planta por cada tratamiento, implicando las siguientes actividades:

- A. Se extrajeron las plantas muestra de cada una de las unidades experimentales.
- B. A nivel de laboratorio, se eliminó el suelo del sistema radical.
- C. Una vez eliminado el suelo del sistema radical, se determinó el índice de daño ó de agallamiento a través de la observación de la cantidad de agallas por sistema radical y con el apoyo en una escala de 0 a 5, donde: 0 = ausencia de agallas, 1= 1 a 2 agallas, 2= 3 a 10 agallas, 3= 11 a 30 agallas, 4= 31 a 100 agallas y 5= más de 100 agallas por sistema radical (Taylor y Sasser, 1983).

2.8.4 Incidencia del daño radical

Al igual que la incidencia de los géneros encontrados en el suelo, el daño constituido en el agallamiento al sistema radical también fue estimado en cuanto a su incidencia en porcentaje dentro del área experimental, haciendo uso de una relación entre la presencia de agallas y el total de las unidades experimentales afectadas.

2.9 Análisis de la información

2.9.1 Identificación de nemátodos fitoparásitos en el suelo y en el sistema radical

Se proporciona una descripción de los nemátodos identificados, tanto en el suelo como en el sistema radical del cultivo, con base a las herramientas utilizadas para su determinación y estudios realizados por algunos autores.

2.9.2 Incidencia de nemátodos en el suelo e incidencia del daño radical

El objetivo básico de establecer la incidencia de los diferentes géneros de nemátodos fitoparásitos identificados en el suelo de la rizósfera de las plantas, así como la incidencia del daño radical o agallamiento, fue principalmente para tener un criterio en la aplicación de fundamentos estadísticos, es decir que, dicho parámetro ha indicado cual de los géneros se encontró distribuido lo más homogéneamente posible en el área experimental para ejecutarle un análisis de varianza a la población del mismo y establecer cuál de los tratamientos evaluados presentó mejor control en dicha población.

2.9.3 Análisis estadístico

La información se sometió a un análisis de varianza (ANDEVA), para las variables que tuvieron alta incidencia. Las variables analizadas fueron las siguientes:

- Población de *Helicotylenchus* spp en el suelo de la rizósfera de las plantas, en cada muestreo.
- Índice de daño radical provocado por *Rotylenchulus reniformis*, en cada muestreo.

Posteriormente, en donde fue necesario, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias por el criterio de Tukey ó Fisher, para encontrar cual fue el tratamiento que obtuvo menor promedio en las variables analizadas.

2.9.4 Análisis gráfico

Con los promedios obtenidos en las poblaciones de *Helicotylenchus* spp así como del daño radical provocado por *Rotylenchulus reniformis* en cada uno de los monitoreos, se elaboró un análisis gráfico en relación a los tratamientos evaluados, con el objetivo de establecer tendencias en dichas variables y establecer cuales tratamientos se comportaron con mejor eficiencia hacia su control.

2.9.5 Análisis económico

Se calcularon los costos de aplicación de los tratamientos evaluados, con base a una estimación de los costos comerciales de los productos, ya que éstos no se encuentran aún posicionados en el mercado por estar en fase de experimentación. A demás no fue posible estimar la rentabilidad debido a que se extrajeron plantas en cada uno de los muestreos por lo que no se produjo cosecha y por lo tanto no se obtuvieron ingresos económicos.

2.10 Resultados y discusión

2.10.1 Identificación de nemátodos fitoparásitos

Se identificaron nemátodos fitoparásitos en dos partes principales del cultivo, primero en el suelo de la rizósfera de las plantas muestreadas, y segundo, en el sistema radical, específicamente en las agallas provocadas. Las descripciones de las características observadas en los nematodos identificados, se presentan a continuación.

2.10.1.1 Nemátodos identificados en el suelo de la rizósfera de las plantas

A. *Helicotylenchus* spp

Dicho género fue identificado en el suelo rizosférico de las plantas muestreadas, presentando poblaciones considerablemente elevadas y además con alta incidencia dentro del área experimental, oscilando entre 80 y 100% durante los monitoreos llevados a cabo a través del tiempo, sin embargo, ya que por lo general éste nemátodo es un ectoparásito, no representa alto peligro para el cultivo, en relación a otros géneros identificados.

Para la identificación de *Helicotylenchus* spp, así como de los demás nemátodos, se siguieron las descripciones de ciertas claves (Wilmontt, Gooch, Siddiqi y Franklin, Mai y Lyon, Luc, Sikora y Bridge ect), observando la característica principal de dicho género la cual se constituye en adoptar una posición corporal en forma de espiral, tal como lo describe Taylor, (1971) en donde indica que el cuerpo oscila entre 0.5 a 1.2 mm de longitud y es arqueado o en espiral cuando está muerto o en reposo (Figura 2.20A).

B. *Pratylenchus* spp

Por su hábito de alimentación es de mayor peligro en relación a *Helicotylenchus* spp por ejemplo, ya que de acuerdo a Taylor, (1971); *Pratylenchus* spp es un endoparásito migratorio y se alimenta de la corteza de la raíz del cultivo.

Luc, Sicora y Bridge (1990), indican que éste nemátodo no forma agallas, pero destruye la región cortical de las raíces. Tanto las formas juveniles como las adultas perforan y se alimentan de las células corticales hasta destruirlas, lo que produce una serie de galerías. Allí son dejados los huevos y los excrementos, produciendo un punto de penetración y

desarrollo para otros microorganismos. De ésta manera se inicia el necrosamiento y la muerte de la raíz afectada.

La descripción anterior es de suma importancia, ya que al momento en que *Pratylenchus* spp lesiona el sistema radical del cultivo, éste queda predispuesto para la infección por otros patógenos como el caso de *Fusarium* spp, provocando serios problemas vasculares en las plantas, de dicha interacción (nemátodo y hongo), surge la importancia del manejo o control de las poblaciones de nemátodos, sin embargo, la población de éste patógeno se presentó en baja incidencia durante los cinco monitoreos ejecutados y además en muy bajas poblaciones.

Existen diferentes características propias de *Pratylenchus* spp, pero una de las principales es: la colocación del intestino de manera sobrepuesta al esófago, la cual fue observada a nivel de laboratorio en su respectiva identificación (Figura 2.18A).

C. *Tylenchorhynchus* spp

Es un ectoparásito que se alimenta de tejidos subsuperficiales de la raíz por lo que no representa tanto riesgo en el cultivo, además sus poblaciones al igual que su incidencia se presentó en menor proporción que *Helicotylenchus* spp y *Pratylenchus* spp respectivamente.

Su principal característica observada a nivel de laboratorio para su identificación fue; la región labial que se presenta como una prolongación del cuerpo (Espinoza, Fuentes, Jaraba y Lozano, 2004).

D. *Meloidogyne* spp

Es uno de los principales nemátodos fitoparásitos en el cultivo de tomate y en muchos otros, ya que las hembras generan agallas al sistema radical, prueba de ello es que según Christie, (1986), éstos nemátodos son parásitos sedentarios y, una vez que se alojan dentro de los tejidos de la planta no se mueven ni cambian de posición, la hembra es un parásito sedentario en todo su desarrollo larvario y durante toda su vida adulta.

A pesar de la importancia del daño provocado por *Meloidogyne* spp, en el presente trabajo no se identificaron hembras maduras o adultas en el sistema radical de las plantas, únicamente estados juveniles en el suelo y en una incidencia considerablemente baja la cual osciló entre 16 y 20% a lo largo del estudio, registrando poblaciones muy bajas en los diferentes muestreos ejecutados al suelo, por lo que el daño ocasionado al cultivo no fue significativo, únicamente para ésta zona.

E. *Hemicriconemoides* spp

Éste nemátodo es ectoparásito de muchos cultivos y algunas de sus características clásicas, según Chitwood y Birchfield (1957), es que presenta anillos en el cuerpo ligeramente redondeados no dirigidos hacia atrás, los cuales fueron observados en laboratorio.

La incidencia de dicho género fue relativamente baja oscilando entre 26% y 13% en los primeros muestreos y disminuyendo a 0% en el final del estudio, presentando de igual manera poblaciones bajas en el suelo.

F. *Criconemoides* spp

Junto a *Meloidogyne* spp y *Hemicriconemoides* spp, es el género que menor incidencia presentó, ya que únicamente se reportó en el último muestreo llevado a cabo a los 110 días después del transplante -ddt- en un 10% en el área experimental. De igual forma, sus poblaciones se mantuvieron en cantidades significativamente reducidas.

Llamado nemátodo anillado, ya que su característica principal son los anillos que rodean el cuerpo y su largo estilete. Son ectoparásitos y en éste caso no son de importancia hacia el cultivo ya que se presentó en baja población e incidencia y de acuerdo a Dropkin, (1989), únicamente poblaciones elevadas de éste nemátodo producen severos daños en las raíces parasitadas.

2.10.1.2 Nemátodo identificado en el sistema radical del cultivo (agallas)

A. *Rotylenchulus reniformis*

Según criterio propio, es el nemátodo de mayor importancia de acuerdo al daño que se le encontró generando al sistema radical del cultivo, ya que las hembras son semi-endoparásitas y provocan agallas en la raíz (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.A), dificultando procesos fisiológicos de la planta y predisponiendo a la misma para la entrada de otros microorganismos.

Además, el daño ocasionado por *R. reniformis* se presentó en una incidencia alta, ascendiendo a través de los monitoreos llevados a cabo a través del tiempo, iniciando en un 0% a los 20 días después del transplante -ddt- donde se encontraba en etapa de infección, 77% a los 50 -ddt-, 80% a los 80 -ddt- y 97% a los 110 -ddt-, lo cual indica su importancia no solo por el daño específico provocado al cultivo, sino también por su alta distribución dentro del área de estudio (Figura 2.6).

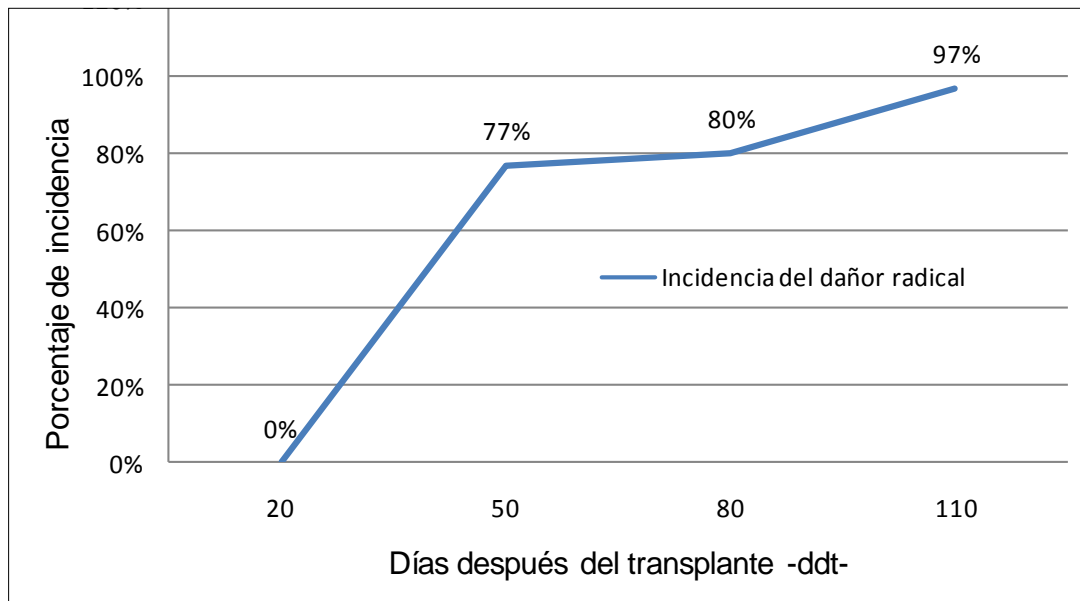


Figura 2.6 Incidencia del daño radical por sistema radical ocasionado por *Rotylenchulus reniformis* en el cultivo de tomate

De acuerdo a Christie, (1986), la importancia de *R. reniformis*, se fundamenta en que solamente las hembras son parásitas y que una hembra puede establecerse íntegramente dentro de la raíz o con el extremo posterior más o menos sobresaliente (semi-endoparásita). Después de que la hembra comienza su alimentación, su cuerpo se ensancha hasta que adquiere la forma clásica de riñón, característica observada a nivel de laboratorio a través de la disección de agallas contenidas en muestras de raíz para la identificación de dicho nemátodo y fundamentado en el informe de resultados otorgado por el laboratorio de la Facultad de Agronomía, USAC (Cuadro 2.27A).

2.10.2 Población de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera

Los monitoreos de las poblaciones de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera de las plantas, se desarrollaron antes y después de la aplicación única de los tratamientos evaluados, específicamente se ejecutaron dos muestreos previos, a los cero y 20 días después del transplante -ddt-, y tres posteriores, a los 50, 80 y 110 -ddt-, los resultados de dichos análisis pueden ser observados en los Cuadro 2.22A, 2.23A, 2.24A, 2.25A y 2.26A.

2.10.3 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo de la rizósfera

La incidencia de los nemátodos identificados en el área experimental, se constituyó en una herramienta sumamente importante al momento de evaluar estadísticamente la eficiencia de los tratamientos aplicados sobre la población de dichos patógenos, ya que no es posible efectuar un análisis de éste tipo cuando la población del patógeno o variable respuesta se encuentra muy disperso en el área experimental, es decir cuando la población no se distribuye tan homogéneamente como es el caso de los nemátodos que por lo general se distribuyen naturalmente de forma agregada en el suelo.

Dichos resultados fueron calculados a través de una relación entre la presencia de cada uno de los géneros identificados y el total de unidades experimentales, es decir, si determinado género se encontró en las 30 unidades experimentales, indica entonces que éste se presentó en una incidencia de 100%, respectivamente.

Para comprender de mejor manera lo descrito, se presentan los siguientes resultados en el Cuadro 2.7, en el que se detalla el comportamiento de la incidencia expresada en

porcentaje de los diferentes géneros identificados en el suelo dentro del área experimental.

Cuadro 2.7 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo rizosférico del cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala

NEMÁTODOS EN EL SUELO	PORCENTAJE DE INCIDENCIA EN ÁREA EXPERIMENTAL				
	0 días	20 ddt	50 ddt	80 ddt	110 ddt
<i>Tylenchorhynchus</i> spp	46.6	26.6	40	30	30
<i>Helicotylenchus</i> spp	100	90	96.6	86.6	83.33
<i>Pratylenchus</i> spp	46.6	3.3	20	46.6	26.66
<i>Hemicriconemoides</i> spp	26.6	6.66	13.33	0	0
<i>Meloidogyne</i> spp	16.6	0	6.6	10	20
<i>Criconemoides</i> spp	0	0	0	0	10

ddt =días después del trasplante.

El Cuadro 2.7, muestra los resultados de la distribución de nemátodos basada en la presencia de los diferentes géneros dentro del área en la cual se llevó a cabo el proyecto, se observa que es *Helicotylenchus* spp el género que se encontró en mayor incidencia y por lo tanto con mayor homogeneidad en el suelo a lo largo del estudio, ya que inicia con un 100% de incidencia a los cero días o al momento del trasplante, manteniéndose entre el 90 y 80% hasta los 110 días después del trasplante.

Se presentan a continuación dichos resultados de forma gráfica para una mejor interpretación de los mismos (Figura 2.7).

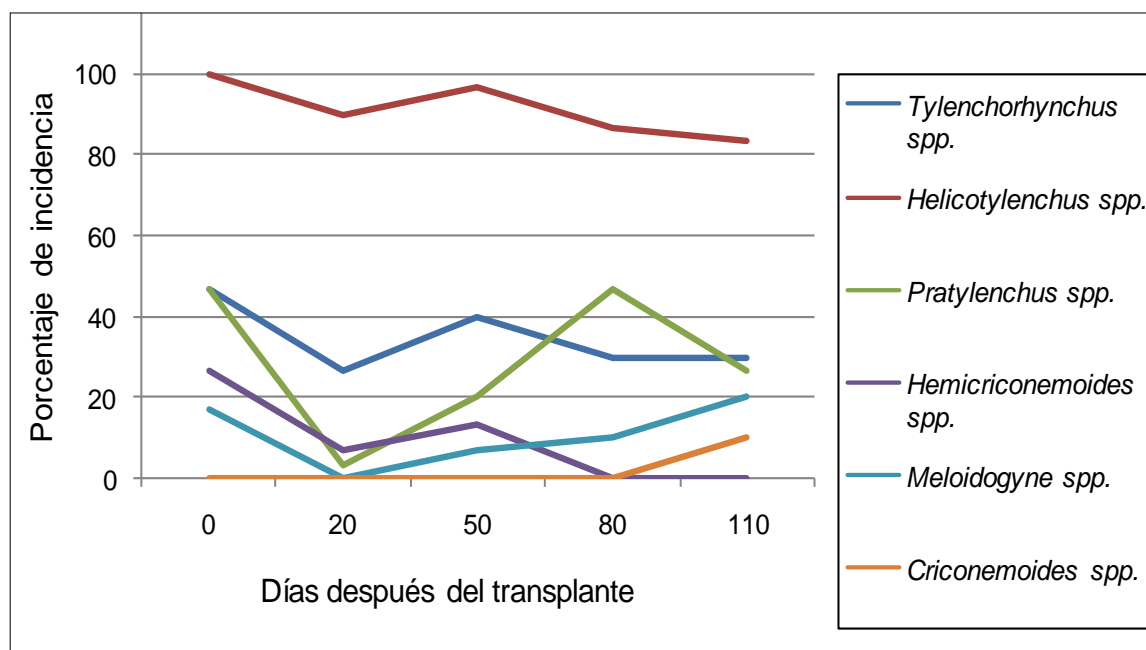


Figura 2.7 Incidencia de nemátodos fitoparásitos en el suelo rizosférico del cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala

Los resultados que se presentan en la Figura 2.7, indican la importancia del patógeno *Helicotylenchus* spp en el cultivo, además, sirvió para la evaluación de los tratamientos aplicados para el control del mismo, principalmente por su amplia distribución o incidencia en el área, fundamento por el cual, a continuación se presentan los respectivos análisis estadísticos para las poblaciones de dicho género en cada uno de los muestreos ejecutados.

2.10.4 Análisis estadístico para la variable población de *Helicotylenchus* spp

Debido a la alta incidencia de *Helicotylenchus* spp, fue posible ejecutarle a la población de dicho género los respectivos análisis estadísticos para determinar si alguno de los tratamientos aplicados ejercieron control en dichas poblaciones.

Los resultados de dichas pruebas se presentan a continuación en los diferentes muestreos ejecutados a través del tiempo.

2.10.4.1 Análisis de varianza a los cero días (momento del trasplante)

En ésta oportunidad los resultados obtenidos en las poblaciones del patógeno se encontraban libres de cualquier manejo o control ya que los tratamientos fueron aplicados 20 días después del trasplante -ddt-, sin embargo, con el objetivo de tener una relación de las poblaciones, antes y después de los tratamientos, se presentan los siguientes resultados en cuanto a análisis estadístico se refiere (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8 Análisis de varianza para la población de *Helicotylenchus* spp a los cero días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
<i>Helicotylenchus</i> spp.	30	0.64	0.43	36.5	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	780.2	11	70.93	2.95	0.0204
Bloque	583.09	2	291.55	12.12	0.0005
Tratamiento	197.11	9	21.9	0.91	0.5373
Error	432.97	18	24.05		
Total	1213.18	29			

El Cuadro 2.8 indica que a los cero días de establecido el estudio, es decir, al momento del trasplante, las poblaciones se encontraban sin diferencia estadística entre los tratamientos establecidos, en otras palabras las poblaciones de *Helicotylenchus* spp en el primer monitoreo se encontraban distribuidas de forma similar dentro de cada bloque, no así entre los bloques, ya que se presentó diferencia significativa entre estos.

Debido a lo descrito anteriormente en cuanto a la no diferencia significativa entre tratamientos para la variable en cuestión, no fue necesario realizar una prueba de comparación de medias.

2.10.4.2 Análisis de varianza a los 20 días después del trasplante -ddt-

Luego del trasplante (cero días), se dejó transcurrir un lapso de 20 días para monitorear nuevamente las poblaciones de los diferentes géneros identificados, en éste caso

Helicotylenchus spp, ambos monitoreos (0 días y 20 días después del trasplante -ddt-) fueron ejecutados previamente a la aplicación de los diversos tratamientos evaluados.

Para dicho monitoreo, se efectuó su respectivo análisis de varianza para determinar el comportamiento de la población, dichos resultados se observan en el Cuadro 2.9.

Cuadro 2.9 Análisis de varianza para la población de *Helicotylenchus* spp a los 20 días después del trasplante -ddt-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
<i>Helicotylenchus</i> spp.	30	0.23	0	94.24	
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	1665.16	11	151.38	0.48	0.8944
Bloque	649.38	2	324.69	1.02	0.3797
Tratamiento	1015.78	9	112.86	0.36	0.942
Error	5717.08	18	317.62		
Total	7382.23	29			

En el Cuadro 2.9 se observa que el valor de probabilidad (p) para los tratamientos y bloques no es menor a 0.05, por lo que no existieron diferencias significativas al nivel de la prueba estadística entre las poblaciones de *Helicotylenchus* spp, principalmente entre tratamientos.

Lo anterior indica que a 20 días después del trasplante del cultivo y habiendo monitoreado las poblaciones en dos ocasiones (0 y 20 días), éstas se encontraron distribuidas de forma similar en el área experimental, dando el indicio de: que de presentarse alguna diferencia en los próximos monitoreos (50, 80 ó 110 días después del trasplante -ddt-), se pudiera tratar de un efecto de control de los tratamientos evaluados, ya que los mismos fueron aplicados inmediatamente después del segundo monitoreo.

2.10.4.3 Análisis de varianza a los 50 días después del trasplante -ddt-

Como ya se describió, las poblaciones monitoreadas a los 0 y 20 días después del trasplante -ddt-, no produjeron ninguna diferencia estadística entre tratamientos, es decir

que éstas se encontraban distribuidas de forma similar en toda el área experimental, razón por la cual, es en el presente monitoreo (50 días después del transplante -ddt-) en donde se pudo haber producido alguna diferencia en las poblaciones de los diferentes tratamientos debido al efecto de los mismos, sin embargo, y como se muestra en el Cuadro 2.10, ésta hipótesis no se cumplió.

Cuadro 2.10 Análisis de varianza para la población de *Helicotylenchus* spp a los 50 días después del transplante -ddt-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
<i>Helicotylenchus</i> spp.	30	0.2	0	58.6	
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	520.13	11	47.28	0.41	0.9353
Bloque	108.05	2	54.02	0.46	0.6366
Tratamiento	412.09	9	45.79	0.39	0.9231
Error	2099.88	18	116.66		
Total	2620.01	29			

Tal como se describe previo al Cuadro 2.10, en el mismo se observa que no se presentaron diferencias significativas entre los diversos tratamientos evaluados, es decir que éstos no produjeron ninguna disminución en las poblaciones de *Helicotylenchus* spp 50 ddt, por lo que debido al transcurso del tiempo desde ya se pudo formular la hipótesis de que dichos tratamientos no efectuarían ningún control en los monitoreos siguientes en el tiempo, por perder éstos su efecto a través del mismo.

2.10.4.4 Análisis de varianza a los 80 días después del transplante -ddt-

Tal como se preveía desde el monitoreo anterior (50 días después del transplante -ddt-), las poblaciones de *Helicotylenchus* spp a los 80 -ddt- ó 60 días después de aplicados los tratamientos, continuaron comportándose sin ninguna diferencia significativa estadísticamente, tal como se muestra en el Cuadro 2.11.

Cuadro 2.11 Análisis de varianza para la población de *Helicotylenchus* spp a los 80 días después del trasplante -ddt-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
<i>Helicotylenchus</i> spp.	30	0.3	0	56.43	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	510.29	11	46.39	0.7	0.7268
Bloque	290.36	2	145.18	2.18	0.1422
Tratamiento	219.93	9	24.44	0.37	0.9366
Error	1199.97	18	66.67		
Total	1710.26	29			

El contenido del Cuadro 2.11, es el resultado del análisis de varianza para la población de *Helicotylenchus* spp a los 80 días después del trasplante -ddt- y muestra que con fundamentos estadísticos no se presentó ninguna diferencia significativa entre tratamientos, ya que como se observa, el valor de probabilidad (p) es mayor a 0.05 por lo que dicha diferencia no existió, por lo tanto no fue necesario realizar prueba de medias, confirmando que en éste monitoreo y al igual que en el anterior, no se obtuvieron resultados satisfactorios en el control de las poblaciones del patógeno en estudio, estadísticamente hablando.

2.10.4.5 Análisis de varianza a los 110 días después del trasplante -ddt-

Se presentaron los respectivos análisis de varianza para determinar diferencias entre tratamientos hacia las poblaciones de *Helicotylenchus* spp desde los monitoreos ejecutados a los 0, 20, 50 y 80 días después del trasplante -ddt-, en los cuales no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos de la variable en cuestión, por lo que hipotéticamente se esperaba el mismo resultado en el último muestreo ejecutado a los 110 -ddt- lo cual se confirma en el Cuadro 2.12.

Cuadro 2.12 Análisis de varianza para la población de *Helicotylenchus* spp a los 110 días después del transplante -ddt-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
<i>Helicotylenchus</i> spp.	30	0.24	0	90.4	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	529.69	11	48.15	0.52	0.8685
Bloque	57.24	2	28.62	0.31	0.7399
Tratamiento	472.45	9	52.49	0.56	0.8104
Error	1681.93	18	93.44		
Total	2211.62	29			

Tal como se venía comportando la población de *Helicotylenchus* spp en los muestreos anteriores, en el Cuadro 2.12 se observa que a los 110 días después del transplante -ddt-, los tratamientos aplicados no ejercieron control en las poblaciones de los mismos, ya que no se presentó ninguna diferencia significativa en el análisis de varianza ejecutado.

En resumen, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a las poblaciones del género *Helicotylenchus* spp, por lo que con base estadística se estableció que dichos tratamientos no generaron ningún efecto de manejo o control hacia las poblaciones del patógeno en ninguno de los intervalos de tiempo posteriores a las aplicaciones de los mismos.

2.10.5 Comportamiento poblacional de *Helicotylenchus* spp a través del tiempo

Después de analizar de manera estadística la variable población de *Helicotylenchus* spp en el suelo rizosférico del cultivo, a continuación se presenta de manera gráfica la dinámica poblacional de dicho patógeno en relación a los tratamientos evaluados, con el objetivo de observar la tendencia de dicha población en cada uno de los tratamientos y deducir la eficiencia de los mismos en el control de las poblaciones.

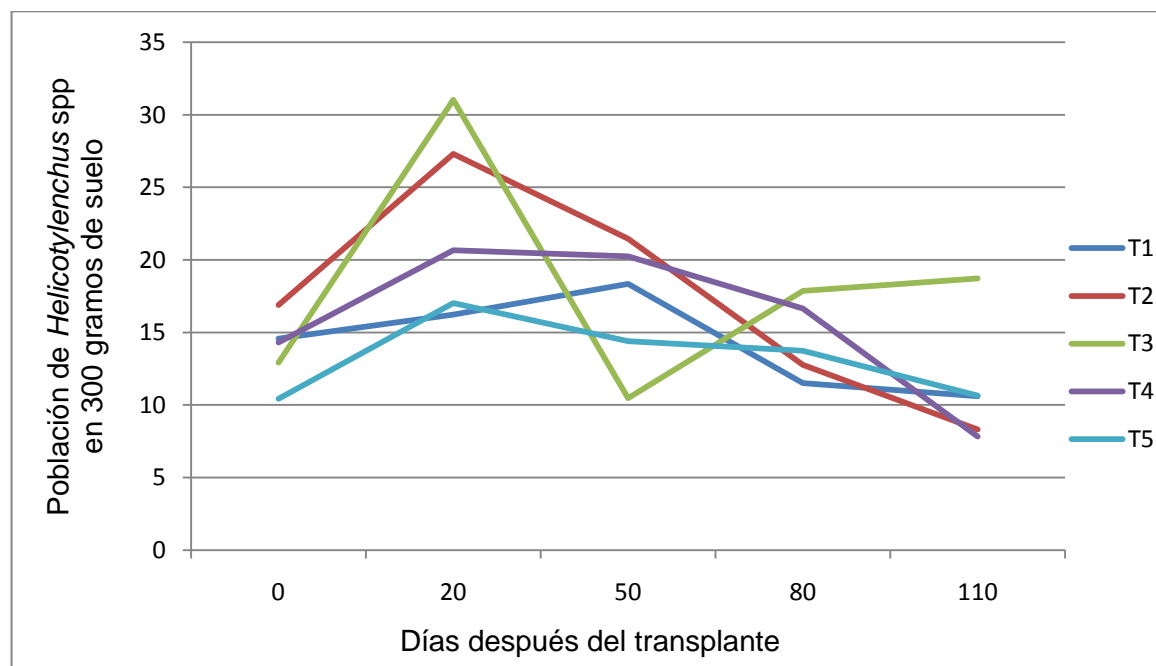


Figura 2.8 Comportamiento poblacional de *Helicotylenchus* spp en relación a los tratamientos foliares de Spirotetramat y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009

En la Figura 2.8 se observa el crecimiento generalizado de la población de *Helicotylenchus* spp de los cero a los 20 días después del transplante -ddt-, dicho aumento en la población, se explica naturalmente por el hecho de haberle proporcionado alimento al nemátodo al momento de plantar el cultivo, sin embargo, de los 20 hasta los 110 días después del transplante -ddt-, las poblaciones se mantuvieron con una tendencia relativamente estable hacia la disminución, a excepción del tratamiento tres (T3) que presentó un comportamiento de fluctuación en cada uno de los monitoreos, probablemente por la distribución heterogénea de sus poblaciones en el suelo.

La disminución generalizada de la población, iniciada a los 20 días después del transplante, se explica porque en dicho momento fueron aplicados los tratamientos evaluados, a excepción del tratamiento uno (T1), que corresponde al testigo absoluto (sin aplicación) en el cual la población se encuentra en aumento hasta los 50 días después del transplante -ddt- donde experimentó una leve disminución en la misma, manteniéndose estable hasta el final del estudio.

En general, la Figura 2.8 muestra al tratamiento cinco (T5) que corresponde a 2 lt/ha de Spirotetramat, tratamiento cuatro (T4) correspondiente a 1.5 lt/ha de Spirotetramat y el tratamiento dos (T2) equivalente a 3 lt/ha de Oxamil, con una tendencia estable en la disminución de la población después de los 20 días hasta los 110 días después del transplante -ddt-, aunque el testigo comercial (T2) fue el que presentó una curva mucho más pronunciada en la disminución de la población del patógeno, el tratamiento cinco (T5) también presentó la misma tendencia pero por debajo de la curva del testigo comercial, es decir con menor población.

De acuerdo con la Figura 2.8 y bajo el concepto de la dinámica poblacional, el tratamiento cinco (T5) es el que mejor control ejerció sobre *Helicotylenchus* spp, principalmente por dos razones; primero, es el tratamiento que mayor estabilidad poblacional presentó después de aplicar los tratamientos a los 20 días después del transplante -ddt-, y segundo, porque su curva poblacional se presentó por debajo del testigo absoluto (T1) y también por debajo del testigo comercial (T2).

Se debe tomar en cuenta que; aunque Oxamil también haya presentado una tendencia estable en todo momento hacia la disminución de la población del patógeno, su toxicología es elevada ya que éste es clasificado con banda toxicológica roja (altamente tóxico) en relación a Spirotetramat clasificado con banda toxicológica verde (ligeramente tóxico), el cual es otro de los aspectos a tomar en cuenta al momento de decidir cual ingrediente activo utilizar en el manejo del patógeno en estudio. A lo anterior, le debemos sumar el tema económico, ya que tratar una hectárea del cultivo de tomate con Spirotetramat a razón de 2 lt/ha (T5), implica un costo de Q.2,500.00 en relación a Q.760.00 que representa tratar una hectárea con Oxamil a razón de 3 lt/ha.

Finalmente, es cuestión de contemplar las ventajas y desventajas de cada uno de los productos, porque si bien es verdad que a base de Spirotetramat el costo de aplicación en una hectárea se triplica en relación a aplicar Oxamil, se pueden controlar otras plagas del cultivo con dicho ingrediente además de ser menos tóxico que Oxamil.

De acuerdo con el análisis gráfico de las poblaciones se establece que; de los tratamientos foliares a base del activo Spirotetramat, se recomienda el uso de 2 lt/ha para el manejo de *Helicotylenchus* spp, pudiendo utilizar también Oxamil a razón de 3 lt/ha.

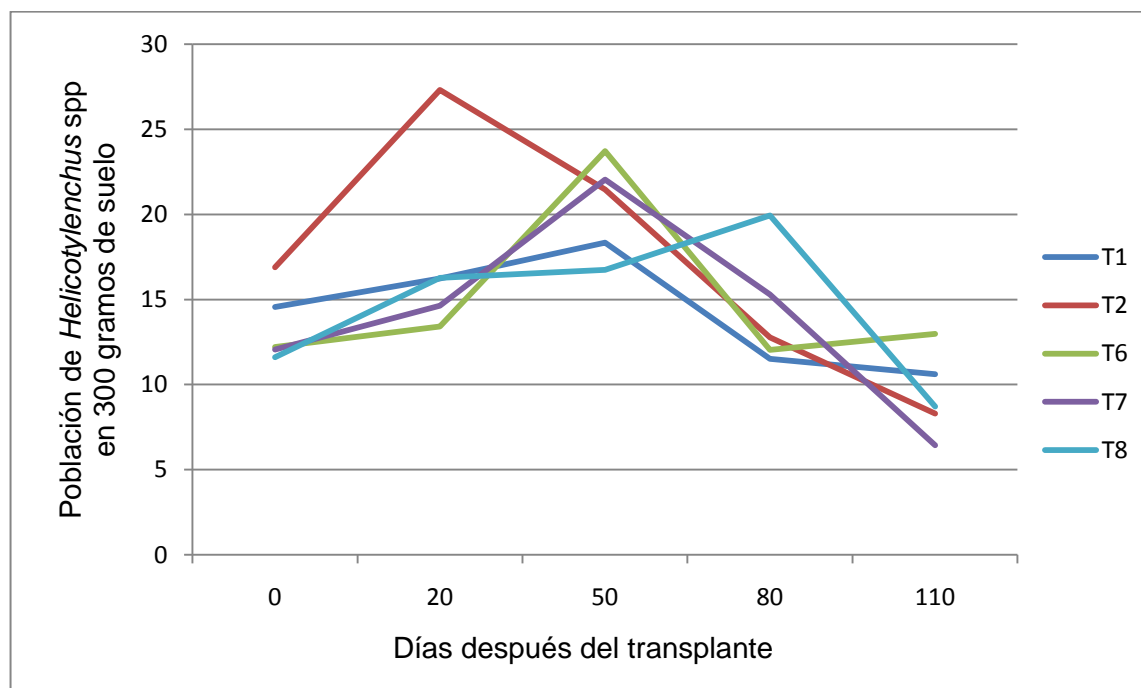


Figura 2.9 Comportamiento poblacional de *Helicotylenchus* spp en relación a los tratamientos con Spirotetramat al suelo y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009

La Figura 2.9 corresponde al comportamiento poblacional de *Helicotylenchus* spp para los tratamientos a base de Spirotetramat aplicados al suelo (T6, T7 y T8), los cuales corresponden a 1, 1.5 y 2 lt/ha del ingrediente mencionado, encontrando también el tratamiento uno (T1) que corresponde al testigo absoluto y el tratamiento dos (T2) a base de Oxamil a razón de 3 lt/ha aplicado de forma foliar y utilizado como referencia comercial.

En dicha figura se observa un comportamiento similar del testigo absoluto (T1) con los tratamiento seis y siete (T6 y T7), ya que todos mantienen su incremento poblacional desde los cero hasta los 50 días después del transplante -ddt- en donde disminuyen y se mantienen relativamente estables hasta los 110 días, por lo cual se deduce que dichos tratamientos (T6 y T7) no presentaron ningún tipo de control hacia el patógeno en cuestión.

En cuanto al tratamiento ocho (T8) que corresponde a 2 lt/ha de Spirotetramat, se observa después de su aplicación (20 días después del transplante -ddt-) que se mantiene estable hasta los 50 días, aumentando su población a los 80 días y disminuyendo hacia los 110 días, por lo que tampoco se recomienda su utilización, debido a la fluctuación observada.

En general, los tres tratamientos de Spirotetramat aplicados al suelo no presentaron ninguna tendencia definida hacia la estabilidad, ascenso o descenso de las poblaciones de *Helicotylenchus* spp, por lo cual se deduce que estos no ejercieron un adecuado control del patógeno, caso contrario al testigo comercial a base de Oxamil, correspondiente al tratamiento dos (T2), que sí presentó una tendencia definida hacia la disminución de las poblaciones a partir de su aplicación 20 días después de transplantar el cultivo.

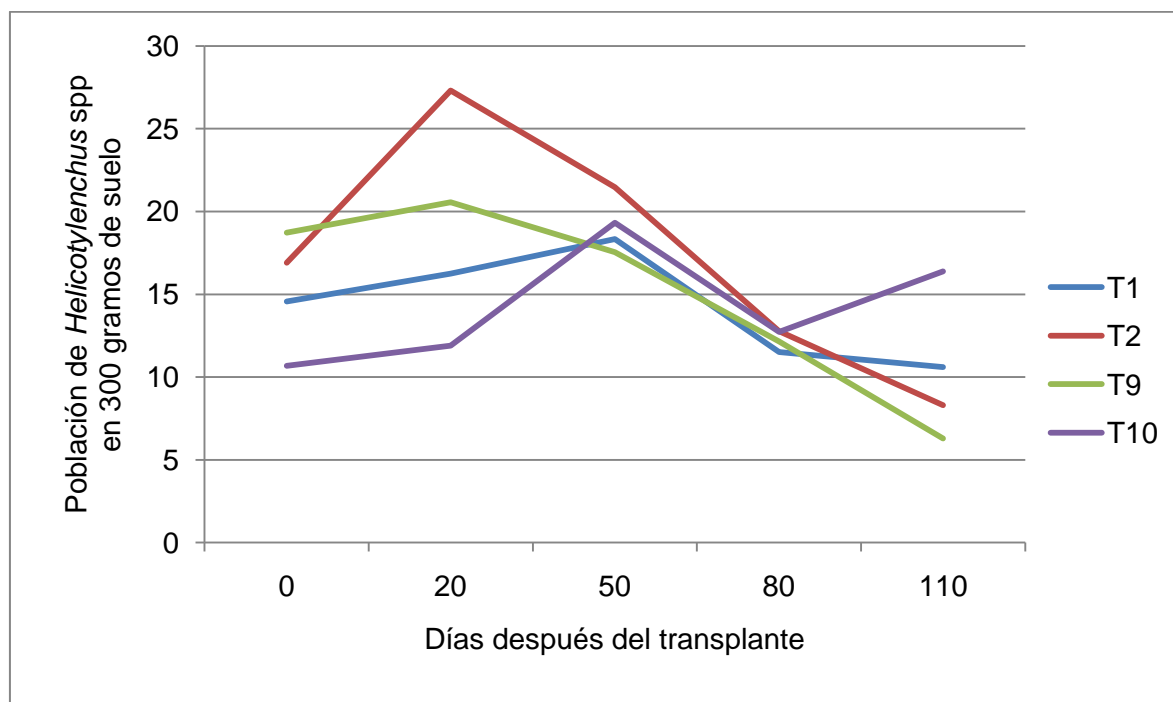


Figura 2.10 Comportamiento poblacional de *Helicotylenchus* spp en relación a los tratamientos con *Paecilomyces lilacinus* y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009

La Figura 2.10 corresponde al comportamiento poblacional de *Helicotylenchus* spp a través del tiempo, en relación a los tratamientos a base de *Paecilomyces lilacinus* aplicados al suelo (T9 y T10) equivalentes a 500 y 600 g/ha del hongo mencionado, al

testigo absoluto (T1), así como también al testigo utilizado como referencia comercial (T2) correspondiente a 3 lt/ha del ingrediente activo Oxamil.

Se observa el tratamiento dos y nueve (T2 y T9) con una tendencia estable hacia la disminución de la población de *Helicotylenchus* spp, por lo que se deduce una eficiencia aceptable de dichos tratamientos en el control del patógeno en estudio.

En cuanto al tratamiento diez (T10), éste se comportó de manera similar al testigo sin aplicación (T1), por lo que dicho tratamiento no presentó ningún control sobre la población.

2.10.6 Índice del daño radical provocado por *Rotylenchulus reniformis*

El índice de daño radical (agallas), fue provocado por *R. reniformis* según informe otorgado por el laboratorio de diagnóstico fitopatológico de la Facultad de Agronomía USAC (Cuadro 2.27A), y fue medido a través del uso de una escala de daño, la cual asigna un valor de 0 a 5 con base al número de agallas presentes en el sistema radical de las plantas.

Dicha variable fue monitoreada a los 20 días después del transplante -ddt- en donde no se presentó ningún valor de índice de daño debido a que no se detectaron agallas en el sistema radical, a los 50 -ddt- donde los promedios de dicha variable oscilaron entre 2 y 4.67 entre los tratamientos, a los 80 -ddt- registrando un índice de daño promedio entre 2.33 y 4.33 y finalmente a los 110 -ddt- donde los promedios de la variable en cuestión oscilaron entre 2.67 y 4.67 entre tratamientos respectivamente, como se observa en el Cuadro 2.13.

Cuadro 2.13 Promedio del índice de daño radical por tratamiento a través del tiempo en el cultivo de tomate

Tratamientos	Promedio del índice de daño radical por tratamiento			
	20 ddt	50 ddt	80 ddt	110 ddt
T1	0	2	2.67	4
T2	0	4.33	3.33	3.67
T3	0	2.67	2.67	3.33
T4	0	2	3	2.67
T5	0	0.67	2.33	3
T6	0	4	4	3
T7	0	4.67	4.33	4.67
T8	0	4	3.33	3
T9	0	3	3	3.33
T10	0	1.67	2.67	4

ddt=días después del trasplante.

Los resultados que se muestran en el Cuadro 2.13, son producto de una prueba de medias en cada uno de los muestreos ejecutados en base al criterio de Tukey, los resultados originales pueden ser observados en el Cuadro 2.20A y 2.21A.

2.10.7 Incidencia del daño radical provocado por *Rotylenchulus reniformis*

La incidencia del daño radical no es más que la relación entre la presencia de agallas por sistema radical en las unidades experimentales. El comportamiento de dicha variable en el área experimental fue ascendiendo a través del tiempo, prueba de ello es que a los 20 días después del trasplante -ddt-, la incidencia fue de un 0%, probablemente porque el patógeno *R. reniformis* responsable de dicho daño, se encontraba iniciando su infección a las células radicales de las plantas, ya que a los 50 -ddt-, se observó un incremento del daño hasta el 77%, continuando su ascenso en un 80% y 97% a los 80 y 110 -ddt-, respectivamente (Figura 2.6).

La alta incidencia del daño radical traducido en agallas, se constituyó en una variable útil para evaluar el efecto ejercido por los tratamientos aplicados, por lo que a continuación se presentan los respectivos análisis estadísticos.

2.10.8 Análisis estadístico para la variable índice de daño radical provocado por *Rotylenchulus reniformis*

Como ya se describió, el daño radical ocasionado por *R. reniformis*, no solo es perjudicial para el cultivo, sino que también, sirvió para evaluar los tratamientos aplicados para su control, principalmente por su alta incidencia en el área experimental.

Es importante mencionar que las poblaciones de *R. reniformis* se encuentran expresadas de forma indirecta en el daño radical del cultivo.

2.10.8.1 Análisis de varianza a los 20 días después del transplante -ddt-

La incidencia del daño radical a los 20 días después del transplante -ddt-, y previo a la aplicación de los tratamientos evaluados, se presentó en un 0% (Figura 2.6), por lo que no fue necesario realizar un análisis de varianza para determinar la ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

2.10.8.2 Análisis de varianza a los 50 días después del transplante -ddt-

Los tratamientos evaluados fueron aplicados 20 días después del transplante -ddt- e inmediatamente después del monitoreo del índice de daño radical ejecutado el mismo día, de manera que en el presente monitoreo (50 días después del transplante -ddt- ó 30 días después de aplicados los tratamientos), se podría esperar de forma hipotética algún control de los tratamientos reflejado en diferencias significativas entre los mismos. Dichos resultados se presentan en el Cuadro 2.14.

Cuadro 2.14 Análisis de varianza para el índice de daño radical por sistema radical a los 50 días después del transplante -ddt-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Daño radical	30	0,76	0,62	17,93	
F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p
Modelo	6,67	11	0,61	5,22	0,0010
Tratamiento	3,77	9	0,42	3,62	<0,0098
Bloque	2,89	2	1,45	12,47	0,0004
Error	2,09	18	0,12		
Total	8,75	29			

El Cuadro 2.14 muestra la presencia de diferencias significativas entre tratamientos y bloques. Habiendo identificado dichas diferencias a través del análisis de varianza, se procedió a ejecutar una prueba de comparación múltiple de medias por el criterio de Fisher para establecer él, o los tratamientos que menor índice de daño radical obtuvieron, dichos resultados se muestran en el Cuadro 2.15.

Cuadro 2.15 Prueba de comparación de medias según el criterio de Fisher, para el índice de daño radical por sistema radical a los 50 días después del transplante -ddt-

Tratamientos	Medias		n	Grupos Fisher				
	Normales	$\sqrt{x+1}$		A				
T5	0.67	1,24	3	A				
T10	1.67	1,58	3	A				
T4	2	1,66	3	A				
T1	2	1,67	3	A				
T3	2.67	1,82	3		B			
T9	3	1,90	3		B			
T8	4	2,21	3			C		
T6	4	2,24	3			C		
T2	4.33	2,31	3				D	
T7	4.67	2,38	3					E

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,10$)

Se ejecutó la prueba de medias con el menor nivel de significancia (90%) y bajo el criterio de Fisher, ya que con mayor precisión (95%) y con el criterio de Tukey, únicamente eran diferenciados dos grupos, obteniendo resultados muy complejos al momento de recomendar tratamientos (Cuadro 2.15).

El Cuadro 2.15 muestra cinco grupos Fisher, en el primero se ubica el tratamiento cinco (T5) que corresponde a 2 lt/ha de Spirotetramat aplicado al follaje, el cual permitió el menor número de agallas o daño radical de acuerdo a la media obtenida, encontrando inmediatamente a continuación, y en el mismo grupo, el tratamiento diez (T10) que corresponde a 600 g/ha de *Paecilomyces lilacinus* cepa 251 aplicado al suelo, tratamiento cuatro (T4) que corresponde a 1.5 lt/ha de Spirotetramat aplicado al follaje y el tratamiento uno (T1) que corresponde al testigo absoluto (sin aplicación).

Con base a lo descrito, se establece que: todos los tratamientos del primer grupo Fisher pueden ser interpretados con la misma eficiencia en la supresión hacia las agallas provocadas al sistema radical del cultivo, ya que estadísticamente pertenecen al mismo grupo y no presentan diferencias entre sí, sin embargo, dentro de dicho grupo se encuentra el testigo absoluto (T1), el cual corresponde al tratamiento sin aplicación lo cual indica que; aplicar el T5, T10 y T4 resultó igual que no aplicar (T1).

El producto de la prueba de comparación de medias que se ha expuesto, se presenta de manera gráfica en la Figura 2.11 para mejor interpretación de resultados.

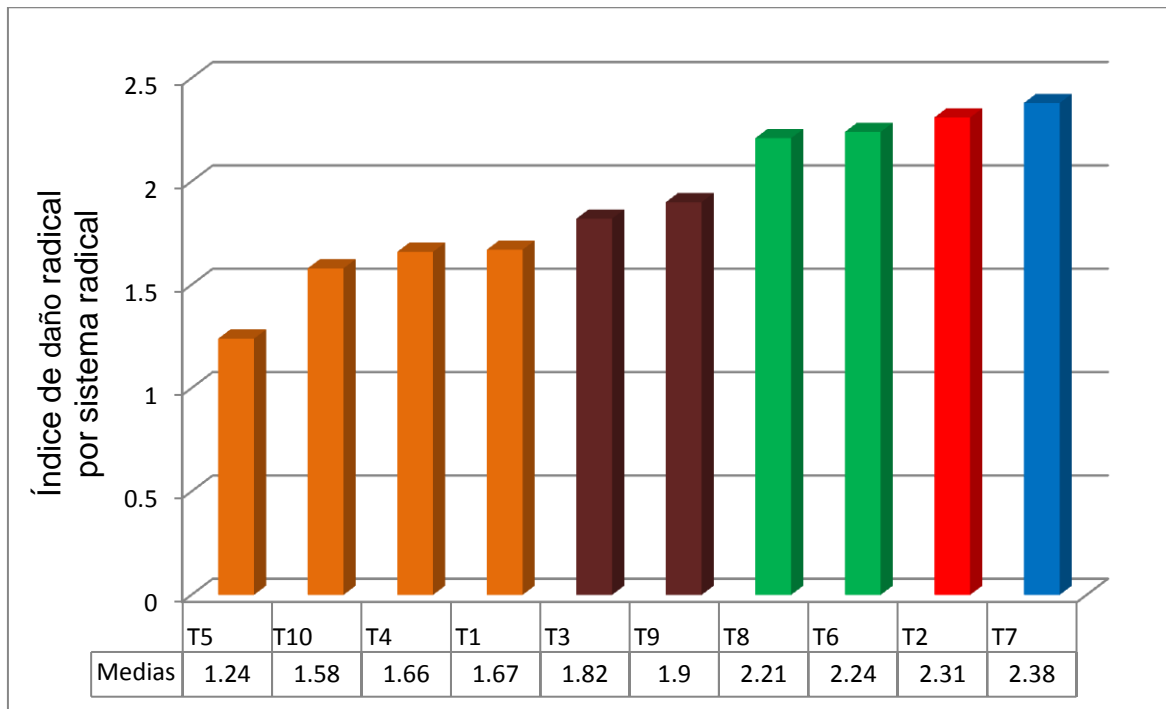


Figura 2.11 Prueba de comparación de medias según el criterio de Fisher, para la variable índice de daño radical por sistema radical a los 50 días después del transplante -ddt-

En la Figura 2.11 se diferencian cinco grupos Fisher, en el primero, donde se ubican los mejores tratamientos, se encuentra incluido el tratamiento uno que corresponde al testigo absoluto, es decir, a la no aplicación de tratamientos, lo anterior se debe probablemente a la baja presencia del patógeno específicamente en el área donde fueron extraídas las muestras de raíz de dicho tratamiento (T1), principalmente por la distribución de los nemátodos al momento de la preparación del suelo en el área experimental. Esto indica que las diferencias encontradas entre tratamientos no se deben al efecto de éstos, sino a la distribución heterogénea de las poblaciones en las unidades experimentales y bloques, a pesar de haber distribuido homogéneamente material enfermo en el área experimental.

Teóricamente no debería de aplicarse ninguno de los tratamientos ubicados en el primer grupo Fisher, sin embargo el (T5) y (T10), ubicados en el mismo grupo al que pertenece el testigo absoluto (T1), pudieran ser aplicados como medida complementaria a un manejo cultural como enmiendas orgánicas, solarización y aplicación racional del agua.

Ambos tratamientos pudieran ser utilizados como complemento, el primero (T5), correspondiente a 2 lt/ha de Spirotetramat, por tener efecto de control de plagas chupadoras como áfidos y mosca blanca, además de ejercer un mejor control en el daño radical en relación al testigo comercial (T2) que corresponde al ingrediente activo Oxamil y que estadísticamente se ubica en el cuarto grupo Fisher, y el segundo; (T10) correspondiente a 600 g/ha de *Paecilomyces lilacinus* por tratarse de un activo biológico y no tener efectos tóxicos en general.

Pensando en la disminución de costos derivados de la adquisición de los productos y la aplicación de los mismos, Oxamil es el de menor costo en relación a Spirotetramat y *Paecilomyces lilacinus*, sin embargo es de mayor toxicidad que los dos últimos.

Si el objetivo principal fuera la disminución de contaminantes, la mejor opción lógicamente sería *Paecilomyces lilacinus* (T10), aunque el costo para tratar una hectárea es de Q.4,875.00 aproximadamente, mientras que la dosis más alta de Spirotetramat oscila en Q.2,400.00 por hectárea, presentando una diferencia económica significativa en ambos productos, superado más aun si se refiere a Oxamil que oscila en Q.760.00 por hectárea (Cuadro 2.18). La utilización de uno u otro producto, se enfocaría hacia la disponibilidad del recurso económico de la finca y de la perspectiva propia hacia la protección del ambiente.

En el primer grupo Fisher, en donde se ubican los mejores tratamientos, se encuentra Spirotetramat en 1.5 y 2 lt/ha (T4 y T5) aplicados de forma foliar, por lo que se deduce que dicho activo es de mejor eficiencia aplicado foliarmente en relación a aplicarlo al suelo (drench), ya que los mismos tratamientos se presentaron en el tercero y quinto grupo Fisher al ser aplicados al suelo.

2.10.8.3 Análisis de varianza a los 80 días después del transplante -ddt-

Como se observó en los análisis realizados a los 50 días después del transplante -ddt-, se obtuvieron diferencias entre tratamientos, probablemente por la heterogeneidad en la distribución de la población del patógeno en el suelo, ó por efecto de los tratamientos, por lo que fue necesario continuar con dichos análisis en éste caso a los 80 -ddt-, con el

objetivo principal de establecer la continuidad o no del efecto de los tratamientos evaluados, por lo que se presenta a continuación el respectivo análisis de varianza de la variable en cuestión.

Cuadro 2.16 Análisis de varianza para la variable índice de daño radical por sistema radical a los 80 días después del trasplante -ddt-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Daño radical	30	0.83	0.72	30.46	
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	79.07	11	7.19	7.89	0.0001
Tratamiento	10.8	9	1.2	1.32	0.2949
Bloque	68.27	2	34.13	37.46	<0.0001
Error	16.4	18	0.91		
Total	95.47	29			

El Cuadro 2.16 indica que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos a los 80 días después del trasplante -ddt- en cuanto al índice de daño radical, lo cual significa que las poblaciones de *R. reniformis* se homogenizaron en las unidades experimentales, ó bien que los tratamientos dejaron de ejercer el control que habían presentado a los 50 -ddt-, probablemente por el paso del tiempo, ya que el testigo absoluto se comportó de la misma manera que los demás, es decir, sin diferencias.

2.10.8.4 Análisis de Varianza a los 110 días después del trasplante -ddt-

Se presentaron diferencias entre tratamientos a los 50 días después del trasplante -ddt- debido a la distribución heterogénea de las poblaciones de nemátodos en el suelo expresada en el daño radical, ya que entre los mejores tratamientos se encontró el testigo sin aplicación, lo cual indica que dichas diferencias no se produjeron por efecto de los tratamientos sino por la heterogeneidad descrita.

Lo anterior se justifica en el análisis de varianza contenido en el Cuadro 2.17 donde se observa que no se presentaron diferencias entre tratamientos.

Cuadro 2.17 Análisis de varianza para el índice de daño radical por sistema radical a los 110 días después del transplante -ddt-

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Daño radical	30	0.77	0.63	27.76	
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	56.8	11	5.16	5.58	0.0007
Bloque	46.67	2	23.33	25.2	<0.0001
Tratamiento	10.13	9	1.13	1.22	0.3444
Error	16.67	18	0.93		
Total	73.47	29			

2.10.9 Comportamiento del índice de daño radical a través del tiempo en el cultivo de tomate

Con base a los promedios obtenidos del índice de daño radical (Cuadro 2.13), se analizó el comportamiento de dicha variable a través del tiempo, interpretando el comportamiento de manera gráfica en tres figuras, la primera en relación a los tratamientos de Spirotetramat aplicado de forma foliar y el testigo absoluto y comercial (Figura 2.12), la segunda con Spirotetramat aplicado al suelo y su relación con los testigos comercial y absoluto (Figura 2.13) y finalmente con *Paecilomyces lilacinus* aplicado al suelo y su relación con ambos testigos (Figura 2.14).

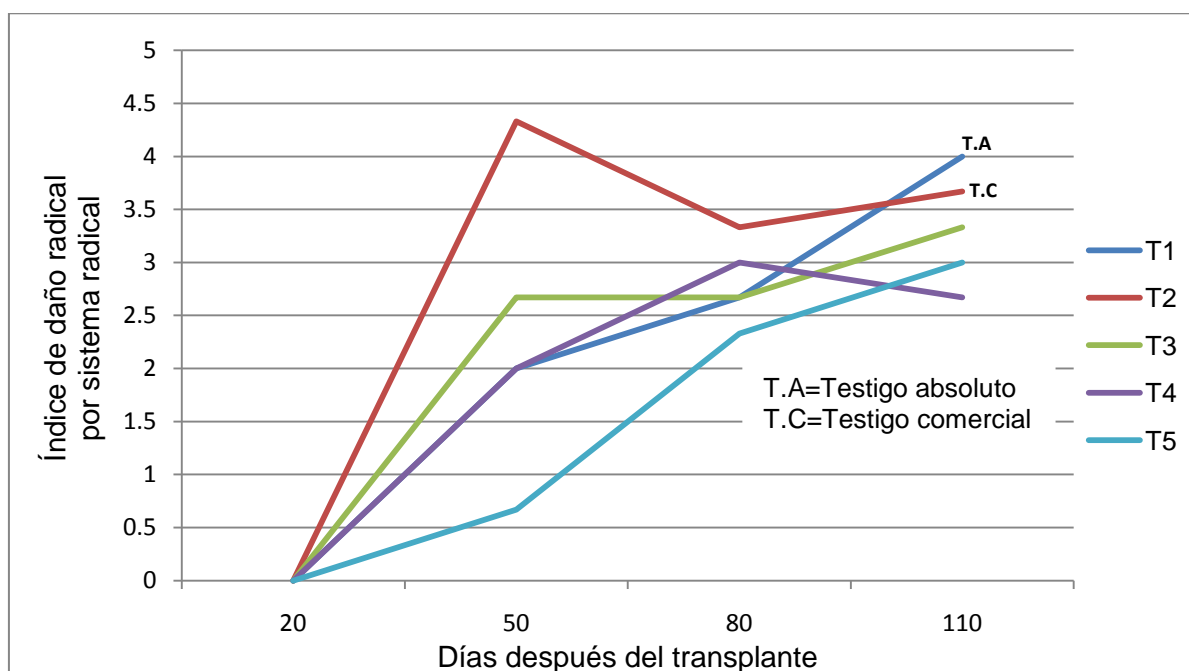


Figura 2.12 Comportamiento del índice de daño radical por sistema radical en relación a los tratamientos foliares de Spirotetramat y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009

En la Figura 2.12 se observa el comportamiento del daño radical provocado por *R. reniformis* para cada uno de los tratamientos de Spirotetramat aplicado de forma foliar, los cuales son; tratamiento tres (T3) que corresponde a 1lt/ha, tratamiento cuatro (T4) que corresponde a 1.5 lt/ha y el tratamiento cinco (T5) que equivale a 2 lt/ha, además del testigo absoluto (T.A) y el testigo comercial (T.C) que corresponde a 3 lt/ha del activo Oxamil.

En dicha Figura se observa una tendencia de aumento generalizado del daño radical en todos los tratamientos, sin embargo, el tratamiento en el que se mantuvo dicha tendencia a través del tiempo fue en el testigo absoluto (T1) por razones naturales de crecimiento de la población de *R. reniformis* traducido en el daño al sistema radical. El T3, T4 y T5 presentaron la misma tendencia relativamente estable hacia el crecimiento que el testigo absoluto, aunque en el caso del T5 su comportamiento fue por debajo del testigo absoluto pero con la misma tendencia, mientras que en relación al testigo comercial, éstos presentan una curva de daño radical por debajo de la obtenida por dicho testigo, sin

embargo dicho testigo ejerció una disminución considerable únicamente de los 50 a los 80 días después del transplante -ddt- en relación a los tratamientos de Spirotetramat.

Como ya se mencionó, el T5 presentó la misma tendencia de crecimiento en cuanto al daño radical, pero por debajo de la curva de los testigos, esto debido a que dicho tratamiento fue uno de los que mejor control ejerció en los análisis estadísticos ejecutados a dicha variable.

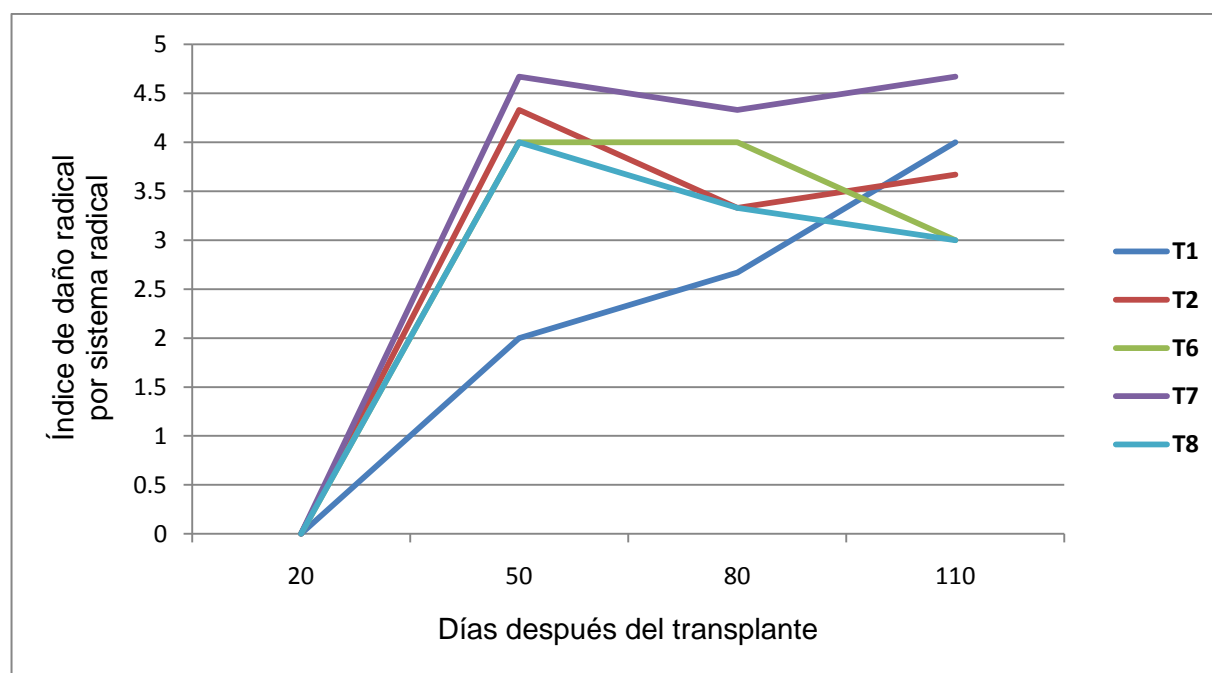


Figura 2.13 Comportamiento del índice de daño radical por sistema radical en relación a los tratamientos al suelo con Spirotetramat y sus testigos en el cultivo de tomate, 2009

La Figura 2.13 muestra el comportamiento normal que presentó el testigo sin aplicación (T1), con una tendencia hacia el aumento del daño radical, mientras que el tratamiento seis (T6) correspondiente a 1 lt/ha de Spirotetramat aplicado al suelo, el tratamiento dos (T2) correspondiente a 3 lt/ha de Oxamil como testigo comercial aplicado foliarmente y el tratamiento ocho (T8) equivalente a 2 lt/ha de Spirotetramat aplicado al suelo, presentaron cierta tendencia hacia la disminución del daño radical de los 50 días en adelante, y finalmente el tratamiento siete (T7) que corresponde a 1.5 lt/ha de Spirotetramat aplicado al suelo únicamente logró estabilizar el daño de los 50 días en adelante.

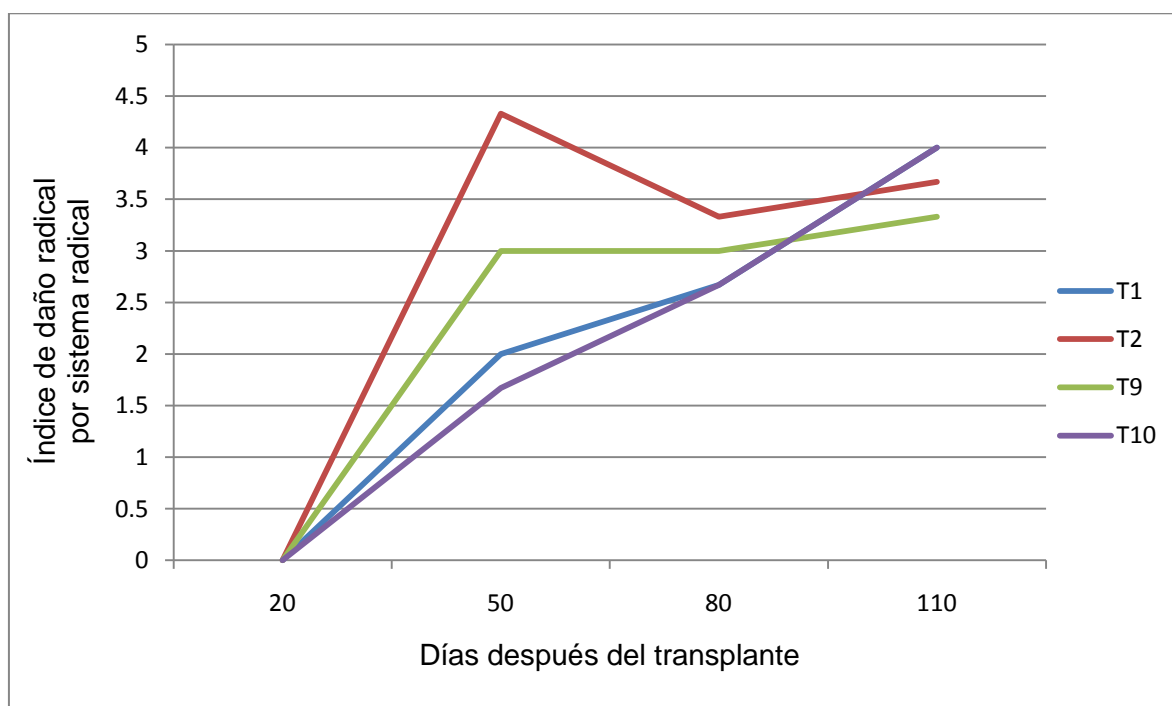


Figura 2.14 Comportamiento del índice de daño radical por sistema radical en relación a los tratamientos al suelo con *Paecilomyces lilacinus* y sus testigos, cultivo de tomate, 2009

En la Figura 2.14 se observa el comportamiento normal que presentó el testigo absoluto (T1) hacia el incremento del daño radical, a éste se le suma el tratamiento diez (T10) que corresponde a 600 g/ha de nematicida a base de *Paecilomyces lilacinus* con el mismo comportamiento, es decir que dicho tratamiento no se recomienda para el control de agallas provocadas por *R. reniformis*. En general el tratamiento dos (T2) equivalente a 3 lt/ha de Oxamil y el tratamiento nueve (T9) correspondiente a 500 g/ha de *Paecilomyces lilacinus* fueron los que presentaron mejores resultados para el control de agallas ya que los mismos mostraron una tendencia relativamente estable a partir de los 50 días hasta el final del estudio.

2.10.1 Costos de los nematicidas evaluados y su aplicación en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala

En el Cuadro 2.18 se presentan los costos derivados de la adquisición y aplicación de los diferentes tratamientos evaluados, lo cual se calculó en el caso de Spirotetramat y *Paecilomyces lilacinus* con base a una estimación de sus precios comerciales en el futuro,

ya que éstos no se encuentran actualmente disponibles en el mercado por estar en fase de experimentación, mientras que para Oxamil se tomó el precio promedio actual de éste en el mercado. Tenemos entonces que para Spirotetramat se estima un precio de Q.1,200.00 por litro de producto comercial y para *Paecilomyces lilacinus* un precio aproximado de Q.8,000.00 por kilogramo de producto comercial, mientras que el valor actual de Oxamil en el mercado equivale a Q.220.00 por litro de producto comercial.

Los costos entonces, resultan de la sumatoria del precio del producto por unidad de área, más el costo de aplicar dicho producto (jornales) en un área determinada (Cuadro 2.18).

Cuadro 2.18 Costos de aplicación de tratamientos para el control de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de tomate, finca Panorama, Antigua Guatemala

No.	Tratamiento	Dosis comercial	Método de aplicación	Precio en quetzales por hectárea	Jornales por hectárea	Total en quetzales por hectárea
1	Testigo absoluto	***	***	***	***	***
2	Oxamil	3 lt/ha	Foliar	660	2	760
3	Spirotetramat	1 lt/ha	Foliar	1,200.00	2	1,300.00
4	Spirotetramat	1.5 lt/ha	Foliar	1,800.00	2	1,900.00
5	Spirotetramat	2 lt/ha	Foliar	2,400.00	2	2,500.00
6	Spirotetramat	1 lt/ha	Drench	1,200.00	1.5	1,275.00
7	Spirotetramat	1.5 lt/ha	Drench	1,800.00	1.5	1,875.00
8	Spirotetramat	2 lt/ha	Drench	2,400.00	1.5	2,475.00
9	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	500 g/ha	Drench	4,000.00	1.5	4,075.00
10	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	600 g/ha	Drench	4,800.00	1.5	4,875.00

2.11 Conclusiones

Los nemátodos fitoparásitos identificados en el suelo fueron; *Helicotylenchus* spp, *Pratylenchus* spp, *Tylenchorhyncus* spp, *Meloidogyne* spp, *Hemicriconemoides* spp y *Criconemoides* spp.

El nemátodo fitoparásito asociado al sistema radical de las plantas formando agallas es *Rotylenchulus reniformis*.

Las poblaciones de *R. reniformis*, están expresadas en la estimación del daño radical (agallas) de las plantas.

Helicotylenchus spp es el nemátodo de mayor población e incidencia; pero *R. reniformis* es el que causa mayor daño al cultivo.

No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para el control de *Helicotylenchus* spp en ninguno de los muestreos al suelo rizosférico del cultivo.

A pesar de la homogenización del estrato al momento de la preparación del suelo, las diferencias estadísticas entre tratamientos para el control de agallas provocadas por *R. reniformis* (50 días después del transplante -ddt-), probablemente se presentaron por la heterogeneidad de las poblaciones en el área experimental, ya que dentro de los mejores tratamientos se ubica el testigo absoluto (sin aplicación).

Al analizar de forma gráfica el comportamiento poblacional de *Helicotylenchus* spp y el daño radical provocado por *R. reniformis*; Spirotretamat a razón de 2 lt/ha, *Paecilomyces lilacinus* en dosis de 500 g/ha y Oxamil en dosis de 3 lt/ha, fueron los tratamientos que mejores resultados obtuvieron para el control de dichos patógenos.

2.12 Recomendaciones

Para el control de *Helicotylenchus* spp y *Rotylenchulus reniformis*, se recomienda ejecutar más pruebas con el activo Spirotetramat y *Paecilomyces lilacinus*, ya que presentaron cierta eficiencia específicamente para el control de agallas y además son efectivos contra otras plagas como el caso de Spirotetramat.

Estadísticamente, para el control de agallas no se recomienda la aplicación de ningún tratamiento de los que fueron evaluados en el presente ensayo, ya que éstos presentaron iguales daños que el testigo sin aplicar, a no ser que se utilicen como complemento a las medidas de manejo cultural como solarización y enmiendas orgánicas debido a las propiedades de Spirotetramat en el control de otras plagas como áfidos y mosca blanca, así como *Paecilomyces lilacinus* que por ser biológico no genera contaminantes en general.

Al momento de ejecutar nuevas pruebas de éste tipo, se recomienda distribuir de manera cuidadosa y homogénea el material radicular enfermo o poblaciones de larvas de nemátodos del segundo instar en el área experimental, asegurando así que todas las plantas expuestas tengan la misma probabilidad de ser infectadas en la misma intensidad por el patógeno en estudio, en éste caso *R. reniformis*.

Para los tratamientos biológicos, se recomienda su aplicación al momento del transplante y no dejar transcurrir 20 días para su aplicación.

Estadísticamente no se recomienda la aplicación de los tratamientos sometidos a prueba para el control de *Helicotylenchus* spp en el suelo rizosférico del cultivo, ya que dichos tratamientos no presentaron ninguna diferencia significativa en los muestreos ejecutados posteriormente a sus aplicaciones.

Con base en el análisis gráfico de las variables; *Helicotylenchus* spp y del daño radical provocado por *R. reniformis*, se recomienda el uso de Spirotetramat de forma foliar en dosis de 2 lt/ha, 500 g/ha de *Paecilomyces lilacinus* aplicado al suelo o bien 3 lt/ha de Oxamil aplicado de forma foliar, ya que dichos tratamientos son los que presentaron mayor tendencia hacia la disminución de dichas variables a lo largo del estudio.

2.13 Bibliografía

1. Aballay, E. 1995. Control de nemátodos fitopatógenos. Chile, Universidad de Chile, Publicaciones Misceláneas Agrícolas no. 41, p. 85-87.
2. _____. 1996. El nemátodo de los nódulos de la raíz, *Meloidogyne* spp. en frutales y vides. Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Avances en Sanidad Vegetal de Frutales y Vides p. 139-143.
3. Agrios, GN. 1996. Fitopatología. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México, Limusa. 838 p.
4. Álvarez Valenzuela, GA; Solares y Solares, HR. 2007. Manual de prácticas de introducción a la fitopatología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Área Tecnológica, Subárea de Protección de Plantas. s.p.
5. Bayer Crop Science, GE. 2007. Spirotetramat: new ketoenol insecticide with phloem and xylem mobility for the control of sucking insects: aphids, scales (soft and armoured), whiteflies, psyllids, and selected thrips species. Germany. 33 p.
6. Bello, A. 1984. Nemátodos patógenos de los árboles frutales (en línea). España, Instituto de Edafología y Biología Vegetal. Consultado 28 set 2009. Disponible en: <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-09-02-133-165.pdf>.
7. EPA (Environmental Protection Agency, US). 2005. Biopesticides registration action document: *Paecilomyces lilacinus* strain 251 (PC Code 028826). US. 32 p.
8. Espinoza, MR; Fuentes, KC; Jaraba, JD; Lozano, ZE. 2004. Temas agrarios, revista de divulgación científica, Colombia (en línea). Colombia. Consultado 29 set 2008. Disponible en: www.unicordoba.edu.co/.../TEMAS_AGRARIOS_2004_ENERO.pdf
9. Evans, K; Trudgill, DL; Webster, JM. 1993. Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Wallingford, UK, CAB International. 648 p.
10. García Abal, MR. 2002. Estudio de la distribución horizontal de los nemátodos fitoparásitos en el área cafetalera de la cabecera municipal de San Vicente Pacaya, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 60 p.
11. González, G. 1993. Comportamiento bioagronómico de los principales portainjertos del duraznero. Rev. Frutícola Chile 14(2):45-50.
12. Guiñez, A; González, H. 1993. Curso de nematología básica. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Serie La Platina no. 47, 101 p.

13. Iglesias, AF. 1992. Problemas nematológicos de la vid (en línea). Chile, INIA Consultado 28 set 2009. Disponible en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR26035.pdf>
14. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Francis Gall comp. Guatemala. tomo 2, p. 118-119.
15. López, EA. 2008. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en Agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 170 p.
16. Luc, M; Sikora, RA; Bridge, J. 1990. Plant parasitic nemátodos in subtropical and tropical agricultura. Ed. by Michel Luc, Richard; A. Sikora y John Brida. London, EG, CAB International, Institute of Parasitology. 700 p.
17. Magunacelaya, J. 1995. Principales nemátodos que afectan a los frutales de hoja caduca y la vid: biología, sintomatología y evaluación de daños. Chile, Universidad de Chile, Publicaciones Misceláneas Agrícolas no. 41, p. 75-80.
18. _____. 1996. *Pratylenchus* spp. y nemátodos ectoparásitos en frutales y vid. Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Avances en Sanidad Vegetal de Frutales y Vides. p. 133-137.
19. Mai, WF; Lyon, HH. 1975. Pictoral key to genera of plant-parasitic nematodos. Ed. by Richard E. Rosembaum. 4 ed. New York, US, s.e. 289 p.
20. Molina, JA. 2007. Efecto de la compostación de bulbos de ajo (*Allium sativum* L.) infestados con *Ditylenchus dipsaci* (Huhn) Filipjev en la sobrevivencia del nematodo (en línea). Chile, Universidad Austral de Chile, Escuela de Agronomía. 63 p. Consultado 28 set 2009. Disponible en: cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fam722e/doc/fam722e.pdf
21. Nelía, JR. 1984. Nemátodos, diagnóstico y combate (en línea). Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, Servicio de Extensión Agrícola. Consultado 29 set 2009. Disponible en: academic.uprm.edu/ofarrill/...NematodosDiagnosticoyCombate.pdf
22. Salguero Barahona, MR. 2000. Nemátodos fitopatógenos del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*), en la aldea Acul, Nebaj, Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 72 p.
23. UNL Nematology Lab., US. 1977. Interactive diagnostic key to plant parasitic, freeliving and predaceous nematodes (en línea). US. Consultado 15 feb 2008. Disponible en: <http://nematode.unl.edu/key/nemakey.htm>
24. Willmontt, S; Gooch, PS; Siddiqui, MR; Franklin, M. 1972. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Ed, by Sheila Willmott. London, England, William Clowes. s.p.

2.14 Anexos

Cuadro 2.19A. Análisis nematológico preliminar en muestras de suelo, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía USAC



PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA EN PROTECCION VEGETAL
SUBAREA DE PROTECCION DE PLANTAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO	86 - 08
FECHA DE INGRESO	11/11/08

CULTIVO	TOMATE
PROCEDENCIA	San Pedro El Panorama, Antigua Guatemala
PRODUCTOR	BAYER /Antonio Muñoz
DATOS DE CONTACTO	CARLOS MARTINEZ

AGENTE DETECTADO	INVERNADERO 1	Helicotylenchus sp	1340/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	180/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	120/300 cc de suelo
	BLOQUE I	Helicotylenchus sp	60/300 cc de suelo
		Meloidogyne sp	300/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	90/300 cc de suelo
	BLOQUE II	Helicotylenchus sp	190/300 cc de suelo
		Meloidogyne sp	120/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	80/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	40/300 cc de suelo
	BLOQUE III	Helicotylenchus sp	140/300 cc de suelo
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	El invernadero uno presenta las mayores poblaciones que podrían ser críticas para el cultivo de tomate.		
EJECUTOR DE ANALISIS	 Roni Mijangos Chex		
RESPONSABLE DE LABORATORIO	 Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez		
			

Cuadro 2.20A. Índice de daño radical (agallas) monitoreado a los 20 y 50 días después del transplante -ddt- en el cultivo de tomate, 2009

Tratamiento	Bloque	20 -ddt-		50 -ddt-	
		Cantidad de agallas	Índice de Daño	Cantidad de Agallas	Índice de daño
T1	R1	0	0	20	3
T1	R2	0	0	25	3
T1	R3	0	0	0	0
T2	R1	0	0	230	5
T2	R2	0	0	82	4
T2	R3	0	0	72	4
T3	R1	0	0	53	4
T3	R2	0	0	71	4
T3	R3	0	0	0	0
T4	R1	0	0	8	2
T4	R2	0	0	35	4
T4	R3	0	0	0	0
T5	R1	0	0	3	2
T5	R2	0	0	0	0
T5	R3	0	0	0	0
T6	R1	0	0	31	4
T6	R2	0	0	33	4
T6	R3	0	0	89	4
T7	R1	0	0	140	5
T7	R2	0	0	90	4
T7	R3	0	0	322	5
T8	R1	0	0	275	5
T8	R2	0	0	186	5
T8	R3	0	0	10	2
T9	R1	0	0	164	5
T9	R2	0	0	80	4
T9	R3	0	0	0	0
T10	R1	0	0	14	3
T10	R2	0	0	8	2
T10	R3	0	0	0	0

Referencias: -ddt-=Días después del transplante.

Cuadro 2.21A. Índice de daño radical (agallas) monitoreado a los 80 y 110 días después del trasplante -ddt- en el cultivo de tomate, 2009

Tratamiento	Bloque	80 -ddt-		110 -ddt-	
		Cantidad de agallas	Índice de daño	Cantidad de agallas	Índice de daño
T1	R1	18	3	332	5
T1	R2	140	5	265	5
T1	R3	0	0	5	2
T2	R1	81	4	150	5
T2	R2	91	4	166	5
T2	R3	10	2	1	1
T3	R1	59	4	18	3
T3	R2	55	4	173	5
T3	R3	0	0	6	2
T4	R1	65	4	12	3
T4	R2	105	5	135	5
T4	R3	0	0	0	0
T5	R1	160	5	10	2
T5	R2	9	2	168	5
T5	R3	0	0	3	2
T6	R1	349	5	35	4
T6	R2	54	4	100	4
T6	R3	17	3	1	1
T7	R1	280	5	194	5
T7	R2	234	5	510	5
T7	R3	23	3	52	4
T8	R1	43	4	5	2
T8	R2	62	4	95	4
T8	R3	3	2	11	3
T9	R1	34	4	82	4
T9	R2	225	5	198	5
T9	R3	0	0	2	1
T10	R1	53	4	108	5
T10	R2	78	4	370	5
T10	R3	0	0	3	2

Referencias: -ddt-=días después del trasplante.

Cuadro 2.22A. Análisis nematológico a los cero días, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC



PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA EN PROTECCION VEGETAL
SUBAREA DE PROTECCION DE PLANTAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO	95 - 08
FECHA DE INGRESO	17/12/08

CULTIVO	TOMATE		
PROCEDENCIA	FINCA PANORA, ANTIGUA GUATEMALA		
PRODUCTOR	BAYER		
DATOS DE CONTACTO	CARLOS MARTINEZ		
AGENTE DETECTADO	B1 P2 7	Tylenchorhynchus sp.	20/300 cc de suelo
		Helicotylenchus sp.	20/300 cc de suelo
	B1 P4 9	Tylenchorhynchus sp.	20/300 cc de suelo
		Helicotylenchus sp.	110/300 cc de suelo
		Meloidogyne sp.	30/300 cc de suelo
	B1 P5 10	Helicotylenchus sp.	80/300 cc de suelo
	B2 P1 7	Tylenchorhynchus sp.	60/300 cc de suelo
		Helicotylenchus sp.	230/300 cc de suelo
		Meloidogyne sp.	20/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp.	40/300 cc de suelo
	B2 P2 7	Tylenchorhynchus sp.	20/300 cc de suelo
		Helicotylenchus sp.	30/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp.	20/300 cc de suelo
	B2 P3 8	Helicotylenchus sp.	70/300 cc de suelo
	B3 P3 8	Tylenchorhynchus sp.	30/300 cc de suelo
		Helicotylenchus sp.	210/300 cc de suelo
	Meloidogyne sp.	30/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp.	60/300 cc de suelo	
B3 P4 9	Tylenchorhynchus sp.	40/300 cc de suelo	
	Helicotylenchus sp.	1020/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp.	350/300 cc de suelo	
B2P5 10	Hemicriconemoides sp.	30/300 cc de suelo	
	Helicotylenchus sp.	150/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp.	20/300 cc de suelo	
B3 P1 6	Helicotylenchus sp.	190/300 cc de suelo	
	Hemicriconemoides sp.	20/300 cc de suelo	
B1 P3 8	Helicotylenchus sp.	140/300 cc de suelo	
	Tylenchorhynchus sp.	30/300 cc de suelo	
B1 P1 9	Helicotylenchus sp.	350/300 cc de suelo	
B3 P5 10	Helicotylenchus sp.	360/300 cc de suelo	
	Hemicriconemoides sp.	60/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp.	40/300 cc de suelo	
B1 P1 6	Helicotylenchus sp.	140/300 cc de suelo	
	Hemicriconemoides sp.	20/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp.	20/300 cc de suelo	

EJECUTOR DE ANALISIS

Roni Mijangos Chex

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Cuadro 2.23A. Análisis nematológico a los 20 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC



PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA EN PROTECCION VEGETAL
SUBAREA DE PROTECCION DE PLANTAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC



CORRELATIVO 103 - 09
FECHA DE INGRESO 10/03/09
CULTIVO TOMATE
PROCEDENCIA FINCA PANORA, ANTIGUA GUATEMALA
PRODUCTOR BAYER
DATOS DE CONTACTO CARLOS MARTINEZ

INFORME DE RESULTADOS

AGENTE DETECTADO	B1 P1	Helicotylenchus sp	210/300 cc de suelo
	B1 P10	Helicotylenchus sp	140/300 cc de suelo
	B1 P2	Tylenchorhynchus sp.	20/300 cc de suelo
	B1 P3	Tylenchorhynchus sp.	20/300 cc de suelo
	B1 P4	Helicotylenchus sp	130/300 cc de suelo
	B1 P5	Helicotylenchus sp	60/300 cc de suelo
		Hemicriconemoides sp	40/300 cc de suelo
	B1 P6	Helicotylenchus sp	170/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp	80/300 cc de suelo
	B1 P7	Helicotylenchus sp	230/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	120/300 cc de suelo
	B1 P8	Helicotylenchus sp	1150/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp	160/300 cc de suelo
		Hemicriconemoides	80/300 cc de suelo
	B1 P9	Helicotylenchus sp	180/300 cc de suelo
	B2 P1	Helicotylenchus sp	780/300 cc de suelo
	B2 P10	Helicotylenchus sp	1480/300 cc de suelo
	B2 P2	No presenta	
	B2 P3	Helicotylenchus sp	230/300 cc de suelo
	B2 P4	Helicotylenchus sp	280/300 cc de suelo
	B2 P5	Helicotylenchus sp	60/300 cc de suelo
	B2 P6	Helicotylenchus sp	80/300 cc de suelo
	B2 P7	Helicotylenchus sp	490/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	170/300 cc de suelo
	B2 P8	Helicotylenchus sp	570/300 cc de suelo
	B2 P9	Helicotylenchus sp	3470/300 cc de suelo
	B3 P1	Helicotylenchus sp	360/300 cc de suelo
	B3 P10	Helicotylenchus sp	420/300 cc de suelo
	B3 P2	Helicotylenchus sp	80/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	40/300 cc de suelo
	B3 P3	Helicotylenchus sp	140/300 cc de suelo
	B3 P4	Helicotylenchus sp	1070/300 cc de suelo
	B3 P5	Helicotylenchus sp	160/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp	80/300 cc de suelo
	B3 P6	Helicotylenchus sp	780/300 cc de suelo
	B3 P8	Helicotylenchus sp	5220/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	80/300 cc de suelo
	B3 P9	Helicotylenchus sp	60/300 cc de suelo
	B1 P1	Helicotylenchus sp	210/300 cc de suelo

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Cuadro 2.24A. Análisis nematológico a los 50 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC



CORRELATIVO

PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA EN PROTECCION VEGETAL
SUBAREA DE PROTECCION DE PLANTAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC



INFORME DE RESULTADOS

10019 - 09

FECHA DE INGRESO

17/03/09

CULTIVO

TOMATE

PROCEDENCIA

Finca Panorama, Antigua Guatemala

PRODUCTOR

BAYER

DATOS DE CONTACTO

CARLOS MARTINEZ

AGENTE DETECTADO	P5B1	Helicotylenchus sp	30/300 cc de suelo
	P1B2	Helicotylenchus sp	490/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	230/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	80/300 cc de suelo
	P6B3	Helicotylenchus sp	410/300 cc de suelo
	P5B3	Helicotylenchus sp	1180/300 cc de suelo
	P10B2	Helicotylenchus sp	470/300 cc de suelo
		Meloidogyne sp.	110/300 cc de suelo
	P7B3	Helicotylenchus sp	350/300 cc de suelo
	P8B1	Helicotylenchus sp	2260/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	750/300 cc de suelo
	P9B1	Helicotylenchus sp	790/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	380/300 cc de suelo
		Meloidogyne sp.	120/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	80/300 cc de suelo
	P7B1	Helicotylenchus sp	160/300 cc de suelo
	P4B1	Helicotylenchus sp	210/300 cc de suelo
		Hemicriconemoides sp.	30/300 cc de suelo
	P2B3	Helicotylenchus sp	130/300 cc de suelo
		Hemicriconemoides sp.	30/300 cc de suelo
Tylenchorhynchus sp.		180/300 cc de suelo	
P9B3	Helicotylenchus sp	420/300 cc de suelo	
	Hemicriconemoides sp.	50/300 cc de suelo	
P7B2	Helicotylenchus sp	480/300 cc de suelo	
	Tylenchorhynchus sp.	50/300 cc de suelo	
P3B2	Helicotylenchus sp	170/300 cc de suelo	
	Tylenchorhynchus sp.	30/300 cc de suelo	
P6B2	Helicotylenchus sp	230/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp	40/300 cc de suelo	

AGENTE DETECTADO	P9B2	Helicotylenchus sp	970/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	260/300 cc de suelo
	P1B1	Helicotylenchus sp	410/300 cc de suelo
	P10B3	Helicotylenchus sp	370/300 cc de suelo
	P3B1	No presenta	
	P4B3	Helicotylenchus sp	620/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	130/300 cc de suelo
	P3B3	Helicotylenchus sp	330/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	60/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	40/300 cc de suelo
	P8B3	Helicotylenchus sp	60/300 cc de suelo
	P4B2	Helicotylenchus sp	450/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	370/300 cc de suelo
	P10B1	Helicotylenchus sp	70/300 cc de suelo
	P2B2	Helicotylenchus sp	50/300 cc de suelo
	P1B3	Helicotylenchus sp	630/300 cc de suelo
	Pratylenchus sp	80/300 cc de suelo	
P6B1	Helicotylenchus sp	80/300 cc de suelo	
P5B2	Helicotylenchus sp	320/300 cc de suelo	
	Tylenchorhynchus sp.	160/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp	80/300 cc de suelo	
	Hemicriconemoides sp	60/300 cc de suelo	
P8B2	Helicotylenchus sp	530/300 cc de suelo	
	Tylenchorhynchus sp.	210/300 cc de suelo	
P2B1	Helicotylenchus sp	110/300 cc de suelo	

EJECUTOR DE ANALISIS

Roni Mijangos Chex

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Cuadro 2.25A. Análisis nematológico a los 80 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC



CORRELATIVO

PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA EN PROTECCION VEGETAL
SUBAREA DE PROTECCION DE PLANTAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC



INFORME DE RESULTADOS
10061 - 09

FECHA DE INGRESO

30/04/09

CULTIVO

TOMATE

PROCEDENCIA

Finca Panorama, Antigua Guatemala

PRODUCTOR

BAYER

DATOS DE CONTACTO

CARLOS MARTINEZ

AGENTE DETECTADO	P4B1	Tylenchorhynchus sp.	20/300 cc de suelo
	P3B3	Helicotylenchus sp	100/300 cc de suelo
	P1B3	Helicotylenchus sp	410/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	120/300 cc de suelo
	P8B2	Helicotylenchus sp	680/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	80/300 cc de suelo
	P8B3	Helicotylenchus sp	730/300 cc de suelo
	P4B3	Helicotylenchus sp	180/300 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	30/300 cc de suelo
	P3B1	NO PRESENTA NEMATODOS FITOPARASITICOS	
	P9B3	Helicotylenchus sp	180/300 cc de suelo
		Criconemoides sp.	30/300 cc de suelo
		Meloidogyne sp.	60/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	40/300 cc de suelo
	P3B2	Helicotylenchus sp	330/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	120/300 cc de suelo
	P5B3	Helicotylenchus sp	360/300 cc de suelo
		Pratylenchus sp	130/300 cc de suelo
P10B3	Helicotylenchus sp	210/300 cc de suelo	
	Pratylenchus sp	60/300 cc de suelo	
P8B1	Helicotylenchus sp	250/300 cc de suelo	
P10B1	Helicotylenchus sp	180/300 cc de suelo	
P9B2	Helicotylenchus sp	20/300 cc de suelo	
P9B1	NO PRESENTA NEMATODOS FITOPARASITICOS		

AGENTE DETECTADO	P6B4	Helicotylenchus sp Tylenchorhynchus sp. Pratylenchus sp	560/300 cc de suelo 180/300 cc de suelo 60/300 cc de suelo
	P4B2	Helicotylenchus sp Pratylenchus sp Tylenchorhynchus sp. Meloidogyne sp.	360/300 cc de suelo 150/300 cc de suelo 160/300 cc de suelo 80/300 cc de suelo
	P2B1	NO PRESENTA NEMATODOS FITOPARASITICOS	
	P6B2	Helicotylenchus sp	170/300 cc de suelo
	P5B2	Helicotylenchus sp Tylenchorhynchus sp. Pratylenchus sp	220/300 cc de suelo 50/300 cc de suelo 60/300 cc de suelo
	P1B1	Helicotylenchus sp Tylenchorhynchus sp. Pratylenchus sp	410/300 cc de suelo 120/300 cc de suelo 350/300 cc de suelo
	P2B2	Helicotylenchus sp Pratylenchus sp	230/300 cc de suelo 130/300 cc de suelo
	P6B3	Helicotylenchus sp Pratylenchus sp Meloidogyne sp.	880/300 cc de suelo 650/300 cc de suelo 1440/300 cc de suelo
	P7B1	Helicotylenchus sp Tylenchorhynchus sp.	410/300 cc de suelo 260/300 cc de suelo
	P7B2	Helicotylenchus sp	110/300 cc de suelo
	P1B2	Helicotylenchus sp Pratylenchus sp	250/300 cc de suelo 230/300 cc de suelo
	P2B3	Helicotylenchus sp Tylenchorhynchus sp. Criconemoides sp. Pratylenchus sp	220/300 cc de suelo 140/300 cc de suelo 30/300 cc de suelo 190/300 cc de suelo
	P5B1	Helicotylenchus sp	50/300 cc de suelo
	P7B3	Helicotylenchus sp Criconemoides sp.	330/300 cc de suelo 40/300 cc de suelo
	P10B2	Helicotylenchus sp Tylenchorhynchus sp.	130/300 cc de suelo 60/300 cc de suelo

EJECUTOR DE ANALISIS

Roni Mijangos Chex

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



Cuadro 2.26A. Análisis nematológico a los 110 días después del transplante -ddt-, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía, USAC



PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA EN PROTECCION VEGETAL
SUBAREA DE PROTECCION DE PLANTAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO 10074 - 09
FECHA DE INGRESO 30/06/09
CULTIVO TOMATE
PROCEDENCIA Finca Panorama, Antigua Guatemala
PRODUCTOR BAYER
DATOS DE CONTACTO CARLOS MARTINEZ

AGENTE DETECTADO	P3B2	Helicotylenchus sp	920/100 cc de suelo
		Pratylenchus sp	280/100 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	30/100 cc de suelo
		Criconemoides sp.	20/100 cc de suelo
	P2B1	Helicotylenchus sp	250/100 cc de suelo
		Pratylenchus sp	80/100 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	30/100 cc de suelo
	P8B2	Helicotylenchus sp	120/100 cc de suelo
		Pratylenchus sp	250/100 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	360/100 cc de suelo
		Criconemoides sp.	40/100 cc de suelo
	P4B1	Helicotylenchus sp	180/100 cc de suelo
		Pratylenchus sp	90/100 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	240/100 cc de suelo
	P7B1	Helicotylenchus sp	130/100 cc de suelo
		Pratylenchus sp	20/100 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	190/100 cc de suelo
	P6B1	Helicotylenchus sp	20/100 cc de suelo
	P10B1	Meloidogyne sp.	30/100 cc de suelo
		Criconemoides sp.	30/100 cc de suelo
P5B2	Helicotylenchus sp	350/100 cc de suelo	
	Meloidogyne sp.	3310/100 cc de suelo	
P5B1	Helicotylenchus sp	20/100 cc de suelo	
	Tylenchorhynchus sp.	20/100 cc de suelo	
P9B1	Helicotylenchus sp	60/100 cc de suelo	
P4B3	Helicotylenchus sp	130/100 cc de suelo	
P3B3	Helicotylenchus sp	60/100 cc de suelo	
P1B3	Helicotylenchus sp	90/100 cc de suelo	
P10B3	Helicotylenchus sp	20/100 cc de suelo	
	Meloidogyne sp.	30/100 cc de suelo	
P1B1	Helicotylenchus sp	50/100 cc de suelo	
	Meloidogyne sp.	520/100 cc de suelo	
	Pratylenchus sp	60/100 cc de suelo	
P9B2	Helicotylenchus sp	110/100 cc de suelo	
P8B1	Helicotylenchus sp	20/100 cc de suelo	
	Tylenchorhynchus sp.	30/100 cc de suelo	

AGENTE DETECTADO	P3B1	Helicotylenchus sp	80/100 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	40/100 cc de suelo
	P2B3	Helicotylenchus sp	140/100 cc de suelo
	P8B3	Helicotylenchus sp	1710/100 cc de suelo
	P2B2	Pratylenchus sp	180/100 cc de suelo
	P7B2	Helicotylenchus sp	60/100 cc de suelo
	P4B2	Helicotylenchus sp	120/100 cc de suelo
	P10B2	Helicotylenchus sp	80/100 cc de suelo
		Meloidogyne sp.	120/100 cc de suelo
	P1B1	Helicotylenchus sp	140/100 cc de suelo
		Meloidogyne sp.	1350/100 cc de suelo
	P6B3	Helicotylenchus sp	150/100 cc de suelo
	P7B3	Helicotylenchus sp	20/100 cc de suelo
		Tylenchorhynchus sp.	20/100 cc de suelo
	P9B3	NO PRESENTA NEMATODOS	
P5B3	NO PRESENTA NEMATODOS		
P1B2	Pratylenchus sp	60/100 cc de suelo	

EJECUTOR DE ANALISIS

Roni Mijangos Chex


RESPONSABLE DE LABORATORIO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez




--*

Cuadro 2.27A. Análisis nematológico de muestras de raíz, centro de diagnóstico fitopatológico, Facultad de Agronomía USAC



PROGRAMA DE ASISTENCIA TECNICA EN PROTECCION VEGETAL
SUBAREA DE PROTECCION DE PLANTAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
USAC



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO	031 - 09
FECHA DE INGRESO	17/03/09

CULTIVO	TOMATE
PROCEDENCIA	FINCA PANORA, ANTIGUA GUATEMALA
PRODUCTOR	BAYER
DATOS DE CONTACTO	CARLOS MARTINEZ

AGENTE DETECTADO	Raíces tomate	<i>Rotylenchulus reniformis</i>
------------------	---------------	---------------------------------

EJECUTOR DE ANALISIS

RESPONSABLE DE LABORATORIO



Roni Mijangos Chex



Ing. Agr. Gustavo Adolfo Álvarez



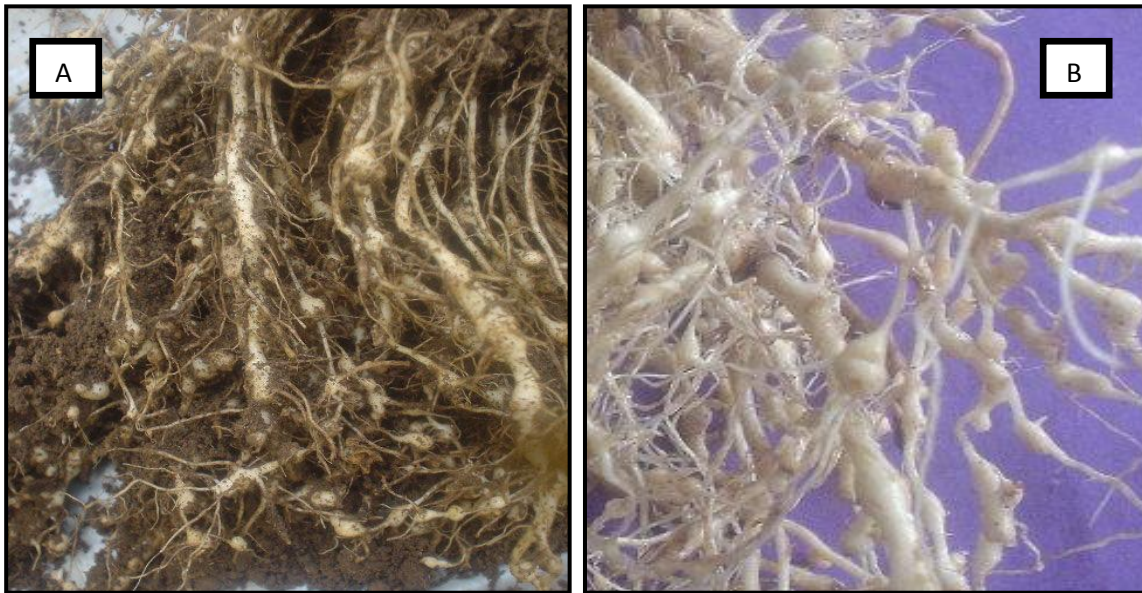


Figura 2.15A. A y B. Daño radical observado en campo y laboratorio, provocado por *Rotylenchulus reniformis* en el cultivo de tomate, 2009



Figura 2.16A. A. Síntomas foliares provocados por *Rotylenchulus reniformis* y B. Marchitez de plantas provocado por *Fusarium* spp en el cultivo de tomate, 2009

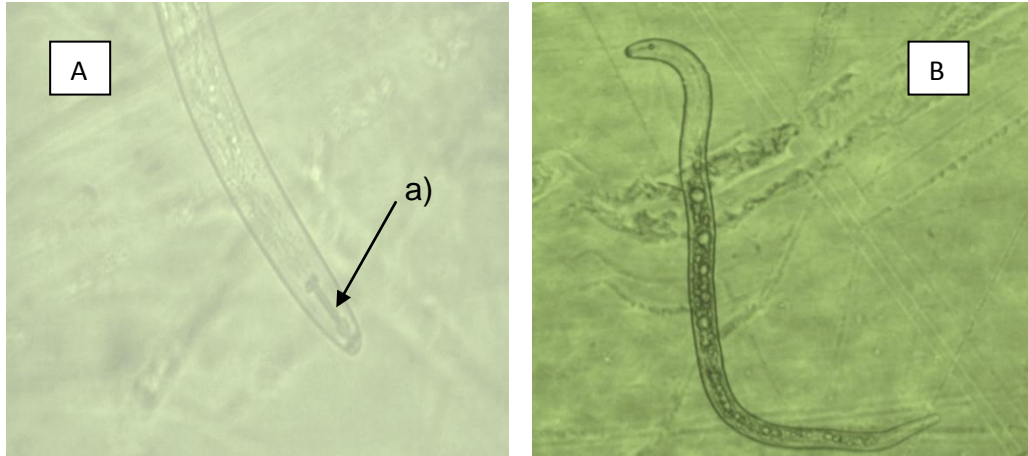


Figura 2.17A. A.a. Estilete de *Pratylenchus* spp y B. Hembra adulta de *Pratylenchus* spp

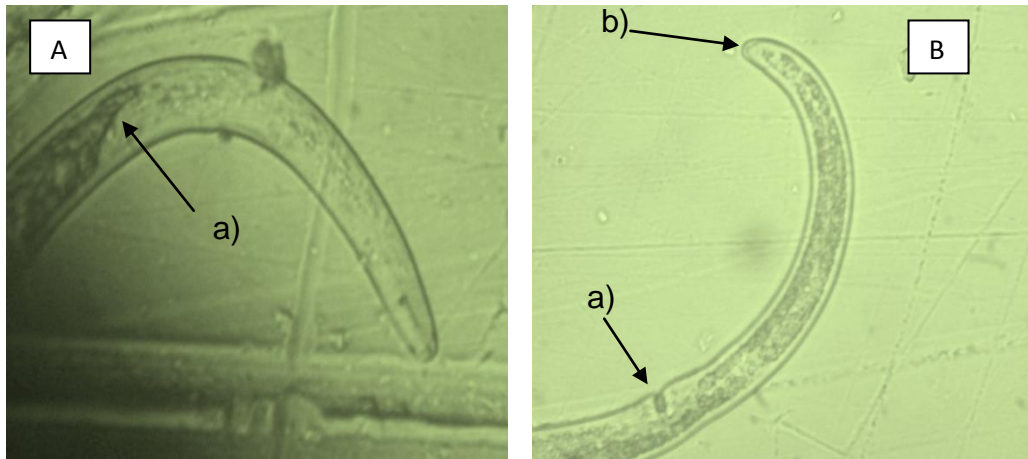


Figura 2.18A. A.a. Intestino sobrepuesto al esófago *Pratylenchus* spp, B.a. Vulva y B.b. Cola de *Pratylenchus* spp

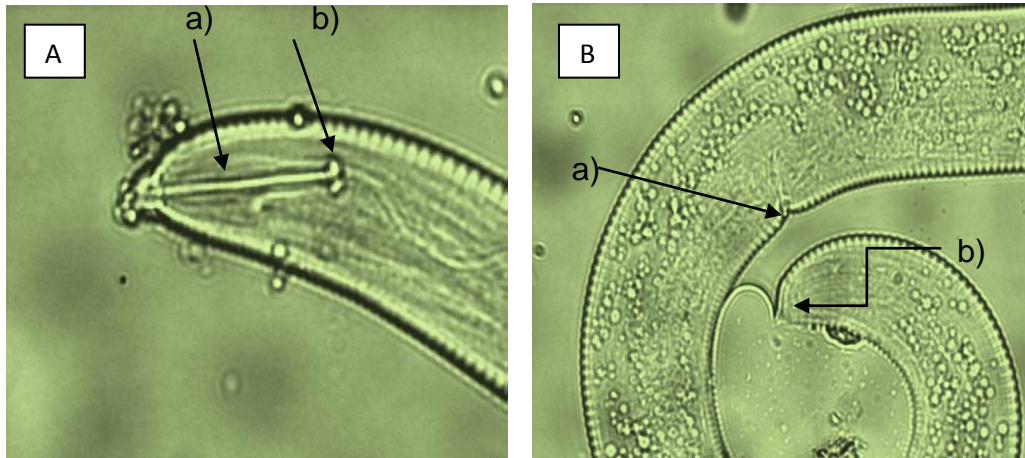


Figura 2.19A. A.a. Estilete, A.b. Nódulos basales, B.a. Vulva y B.b. Cola de *Helicotylenchus* spp

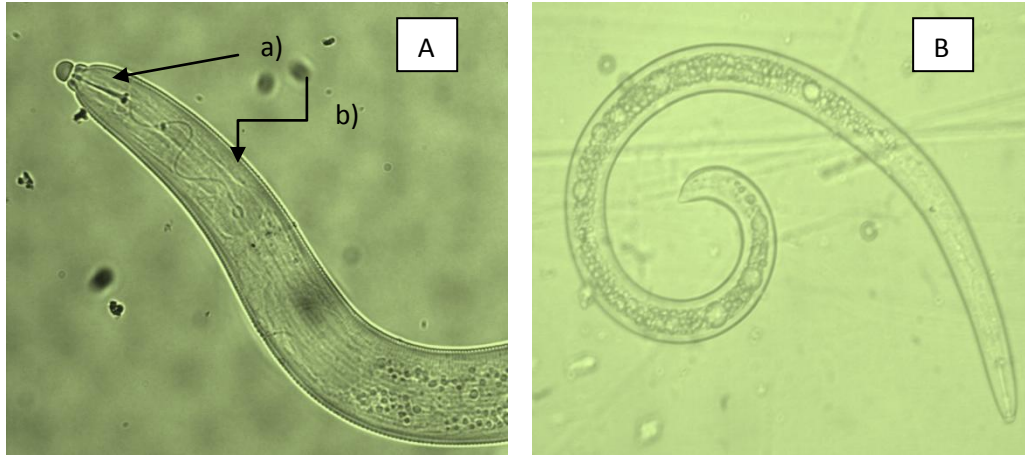


Figura 2.20A. A.a. Estilete y A.b. Bulbo medio en *Tylenchorhynchus* spp, B. Hembra adulta de *Helicotylenchus* spp



3.1 Presentación

El departamento de Desarrollo e Investigación de Agroquímicos de Bayer Crop Science tiene como objetivo primordial desarrollar las pruebas necesarias a nivel de campo y laboratorio para establecer aspectos técnicos de los principios activos de sus fungicidas, insecticidas, herbicidas etc, tales como la efectividad de éstos sobre los organismos patógenos que atacan a los cultivos (insectos, hongos, bacterias, malezas etc) para lo cual fue desarrollada la molécula, así como también las dosis ó niveles adecuados, número de aplicaciones, intervalo entre aplicaciones, plagas, enfermedades ó malezas específicas que controla el producto etc.

Sabiendo lo anterior, los servicios ejecutados durante el Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA-, se trabajaron en función de dos aspectos, primero; con base a la problemática identificada a través del diagnóstico de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la aldea San José Pachimachó, municipio de San Mateo del departamento de Quetzaltenango, y segundo; sobre la base descrita en cuanto a la necesidad de la Empresa de ejecutar pruebas a nivel de campo, específicamente con mosca blanca (*Bemisia* spp) en los cultivos de pepino (*Cucumis sativus*) y melón (*Cucumis melo*) en el departamento de Zacapa.

En síntesis, se desarrollaron dos servicios durante el período de -EPSA-, el primero en el cultivo de papa (*S. tuberosum*) en donde se ejecutó un programa químico para el manejo de las principales enfermedades y plagas del cultivo, teniendo como objetivo principal disminuir la cantidad de aplicaciones efectuadas por los agricultores para el control de dichos patógenos. Al realizar una menor cantidad de aplicaciones químicas en el cultivo, la intención fue favorecer la cadena alimenticia con un producto final de menor residualidad.

El segundo servicio se desarrolló en los cultivo de pepino (*C. sativus*) y melón (*C. melo*), el objetivo principal de dicho trabajo fue determinar las dosis de mayor eficiencia del ingrediente activo Spirotetramat para el control de mosca blanca (*Bemisia* spp), además de relacionar su eficiencia con dos de los productos líderes actualmente en el mercado para el control de dicha plaga, los cuales fueron; Imidacloprid y Thiamethoxan.

El trabajo consistió en determinar los mejores tratamientos de Spirotetramat en el cultivo de pepino y finalmente ejecutar una nueva prueba en el cultivo de melón con los mejores tratamientos obtenidos inicialmente en el cultivo de pepino, además se sometió a prueba la alternancia de los ingredientes activos (Spirotetramat e Imidacloprid e Imidacloprid y Spirotetramat), comparando también los resultados con el manejo efectuado por la finca.

3.2 Servicio 1. Comparación de un programa químico para el manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en relación al manejo efectuado por los agricultores de la aldea San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango

3.2.1 Introducción

Los problemas generados a partir de la presencia de enfermedades y plagas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las áreas productivas de la comunidad San José Pachimachó del municipio de San Mateo, Quetzaltenango, derivan en una alta cantidad de aplicaciones ó tratamientos químicos que los agricultores se ven obligados a realizar para obtener una producción aceptable en el cultivo mencionado, teniendo como resultado final un producto con concentraciones elevadas de residuos de plaguicidas, afectando la cadena alimenticia final de la población humana ó consumidores.

A lo anterior se le suma el hecho de que la mayoría de productores no hacen uso de parámetros en base a monitores por ejemplo, que les indiquen la necesidad de realizar ó no los diferentes tratamientos ó aplicaciones químicas en el control de las enfermedades y plagas que se presentan en las plantaciones, de tal manera que esto aumenta el problema central descrito en cuanto a la cantidad elevada de aplicaciones para la protección de enfermedades y plagas en el cultivo, ya que se hacen aplicaciones desmedidas.

Sabiendo lo anterior, nos dimos a la tarea de buscar una alternativa de control de las principales enfermedades y plagas en el cultivo, específicamente la enfermedad conocida como tizón tardía (*Phytophthora infestans*) y algunas plagas del suelo como la gallina ciega (*Phyllophaga* spp) y la palomilla de la papa (*Tecia solanivora*), las cuales

representan los problemas de mayor importancia en el cultivo para la época específica en que se realizó el trabajo.

Para el objetivo descrito, se hizo uso de parámetros técnicos y de una programación de aplicaciones foliares en el manejo de dicha problemática con el objetivo general de disminuir la elevada cantidad de aplicaciones en el cultivo.

3.2.2 Antecedentes

El diagnóstico elaborado en el área de estudio, indica que estamos ubicados en la segunda época de producción, la cual se estima de Agosto a Noviembre y como característica general presenta época lluviosa, de tal manera que dichas condiciones aumentan, en primer lugar, la presencia de problemas relacionados al ataque de enfermedades fungosas.

Tomando en consideración lo descrito, es decir las condiciones de la época de producción, los agricultores se ven obligados a realizar elevadas cantidades de aplicaciones químicas, principalmente por problemas relacionados a hongos, mismas que oscilan en un promedio de 14 a 16 aplicaciones durante el ciclo del cultivo en relación a la época seca por ejemplo en donde dichas actividades descienden por lo general a 8 aplicaciones, aumentando los costos de producción en materia de protección de plagas y enfermedades y afectando temas como la cadena alimenticia del consumidor final (población humana), por lo que la disminución de aplicaciones químicas se hace fundamental no solo para el mejoramiento de dicha cadena, sino para la disminución de costos en general.

3.2.3 Justificación

La cadena alimenticia que inicia con la producción a nivel de campo, en éste caso de papa, es de suma importancia ya que al finalizar la cadena, la calidad del producto en cuanto a residualidad de agroquímicos, depende, en su mayoría, del manejo del cultivo efectuado por los agricultores en la cantidad de aplicaciones de pesticidas en general, razón por la cual se hace necesario un manejo racional de dichos productos.

Teniendo el antecedente que en dichas áreas productoras de papa, los agricultores efectúan hasta 16 aplicaciones de diferentes agroquímicos, principalmente fungicidas para el control de enfermedades debido a la época de producción (alta precipitación) en el cultivo, en el presente trabajo se ha fundamentado la necesidad de ofrecer un producto con el menor nivel residual de pesticidas posible, por lo que el objetivo principal fue la prueba de un programa de aplicaciones químicas para el control de las principales enfermedades y plagas, haciendo uso de parámetros indicadores de la necesidad ó no, de la aplicación de los mismos, como el caso del tizón tardío provocado por *Phytophthora infestans* donde se iniciaron las aplicaciones para su control al presentarse un 5% de incidencia en la parcela experimental.

En la programación utilizada se hizo uso de agroquímicos de mayores costos comerciales (curativos y preventivos a la vez), pero con mayor efectividad en relación a los únicamente preventivos utilizados por algunos agricultores, siempre con el objetivo de disminuir la cantidad de aplicaciones y favorecer de ésta manera el final de la cadena alimenticia.

En síntesis, se utilizaron agroquímicos de mayor costo comercial, pero con mayor eficiencia para disminuir la cantidad de aplicaciones.

3.2.4 Objetivos

3.2.4.1 General

- Comparar un programa de aplicaciones foliares para el manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en relación al programa utilizado por los agricultores en San José Pachimachó, San Mateo Quetzaltenango, para la época de producción de Agosto/Noviembre del 2008.

3.2.4.2 Específicos

- Disminuir la elevada cantidad de aplicaciones químicas para el manejo de las principales plagas y enfermedades.
- Monitorear la incidencia y severidad de *Phytophthora infestans* como parámetro para las aplicaciones de control.
- Determinar el posible efecto de los tratadores de semilla (Propamocarb & Fosetil Aluminio, Imidacloprid & Thiodicarb y Carbendazim) en la emergencia de plántulas de papa.
- Determinar el rendimiento del cultivo en la parcela experimental con relación a la parcela del agricultor.
- Establecer el efecto de los tratadores de semilla (Propamocarb & Fosetil Aluminio y Carbendazim) sobre *P. infestans* con base a los días transcurridos para el apareamiento de infecciones foliares.
- Determinar el efecto de los tratadores de semilla (Imidacloprid & Thiodicarb) en la protección de plagas del suelo.

3.2.5 Metodología

3.2.5.1 Área de estudio

Se establecieron dos parcelas con dimensiones de: 14 m de ancho y 30 m de longitud, para reunir un área total de 420m² por cada parcela experimental. Una de las dos parcelas fue destinada como área de estudio y se relacionó con la segunda parcela manejada por el agricultor.

En ambas parcelas se establecieron 16 surcos separados a 0.9 m entre sí, con un aproximado de 120 plantas por surco y separadas a 0.25 m entre cada una, para hacer un total de 1,920 plantas en el área total de cada parcela, tal como se observa en la Figura 3.21.

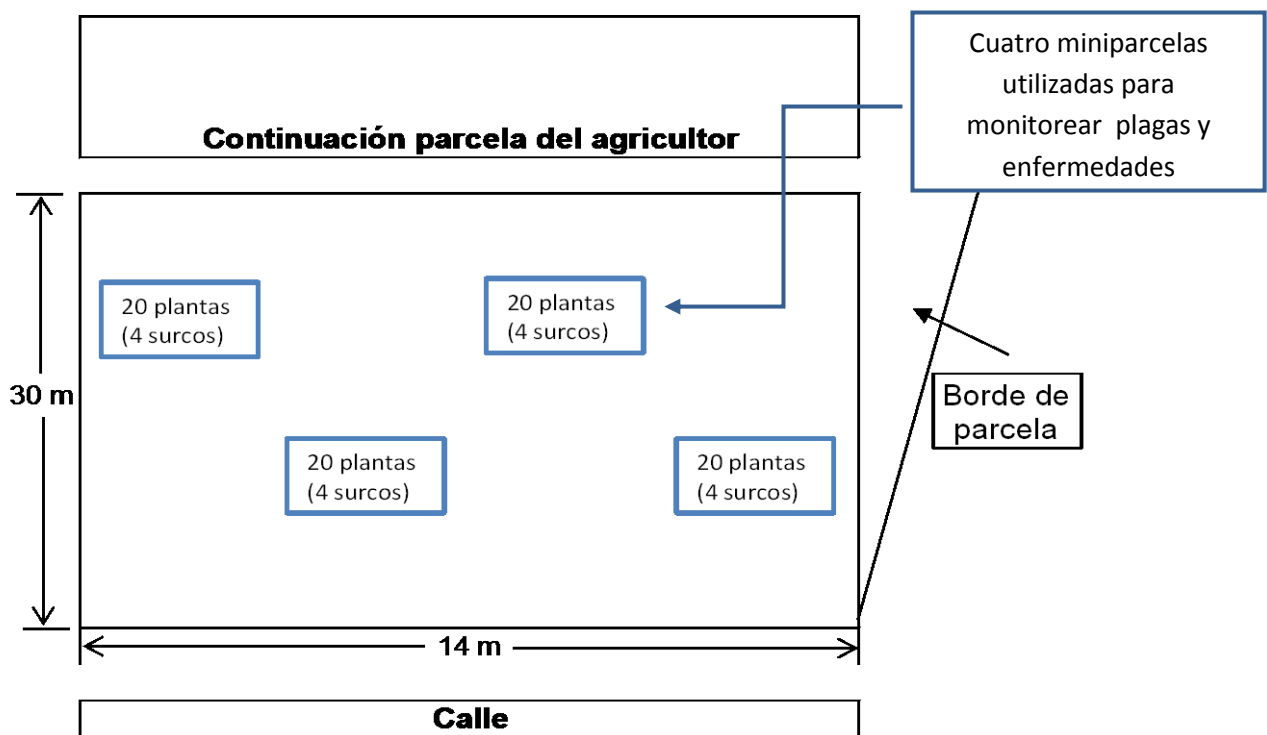


Figura 3.21 Croquis de la parcela experimental en el cultivo de papa, San José Pachimachó, San Mateo, Quetzaltenango

La Figura 3.21 representa la parcela experimental y la distribución de las cuatro miniparcels utilizadas para el monitoreo de plagas y enfermedades en el cultivo de papa.

3.2.5.2 Transplante del cultivo

La semilla utilizada fue proporcionada por los agricultores, ejecutando el transplante del tubérculo previamente germinado.

3.2.5.3 Monitoreos de enfermedades y plagas

Ambas actividades se desarrollaron en el mismo tiempo y espacio, en intervalos de 3 a 4 días, dependiendo de las condiciones climáticas. La principal enfermedad que se monitoreó fue la producida por *Phytophthora infestans* ya que las condiciones climáticas fueron adecuadas para su desarrollo, además de monitorear mosca blanca.

En ambas parcelas se establecieron cuatro miniparcelas (Figura 3.21) para los monitoreos indicados, dichas miniparcelas con dimensiones de 1.8 m de ancho por 2 m de longitud para hacer un área de 3.6 m², mismas que albergaron 20 plantas de papa cada una.

A. Monitoreos de tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Se le asignó mayor importancia debido a que el presente trabajo se desarrolló bajo condiciones climáticas favorables para su desarrollo. *P. infestans* representa el principal problema para la producción de papa específicamente en la época de Agosto a Noviembre por las condiciones ya descritas, por lo tanto, la programación de aplicaciones de fungicidas fue enfocada principalmente a dicha enfermedad.

Sabiendo lo anterior, se desarrollaron monitoreos tanto en la parcela experimental como en la del agricultor, para determinar la incidencia y severidad de la enfermedad sobre 20 plantas muestreadas por miniparcela. La severidad se calculó con base a una escala de daño (Figura 3.28A), mientras que la incidencia sobre el número de plantas afectadas en cada miniparcela.

Se inició con las aplicaciones de fungicidas al presentarse un 5% de incidencia (una planta infectada por miniparcela).

B. Monitoreos de mosca blanca (*Bemisia spp* y *Trialeurodes spp*)

Se ejecutó en las mismas miniparcels muestreadas para tizón tardío. El parámetro utilizado para la aplicación de insecticidas fue de 10 adultos por cada 20 plantas muestreadas. Cabe mencionar que en ningún monitoreo se alcanzaron niveles críticos de poblaciones de mosca blanca debido a la lluvia, sin embargo se ejecutaron ciertas aplicaciones de insecticidas de manera preventiva.

C. *Rhizoctonia spp*

No se ejecutaron monitoreos de dicha enfermedad, sin embargo se consideró su manejo en el programa elaborado. Por la naturaleza del patógeno el cual se caracteriza por sobrevivir en el suelo y atacar generalmente en el estado de plántula del cultivo, se ejecutó un manejo (tratadores de semilla) al inicio o momento de la siembra, es decir que no se realizaron muestreos del comportamiento de dicha enfermedad.

En la Figura 3.22 y 3.23 se presenta de forma gráfica las programaciones utilizadas para el control de enfermedades y plagas en el cultivo de papa.

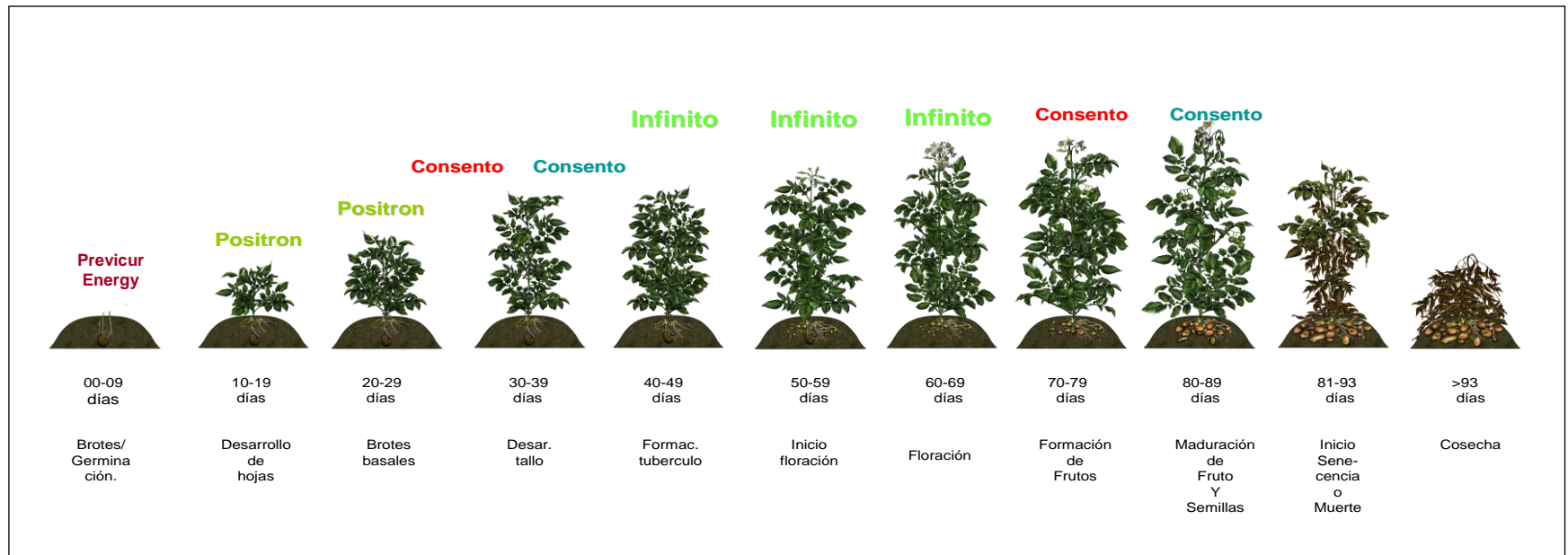


Figura 3.22 Programa de aplicaciones foliares para el control de enfermedades en el cultivo de papa (*S. tuberosum*)

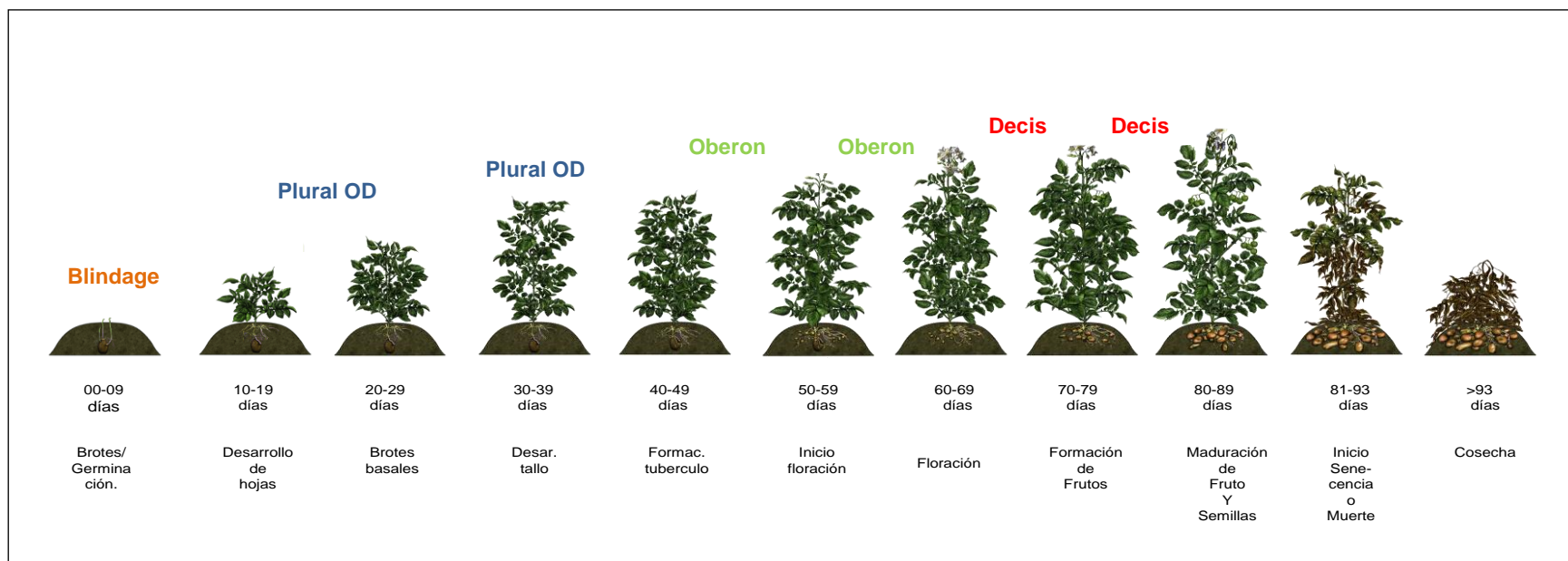


Figura 3.23 Programa de aplicaciones foliares para el control de plagas en el cultivo de papa (*S. tuberosum*)

Las Figuras 3.22 y 3.23, muestran los productos utilizados para el control de enfermedades y plagas en el cultivo de papa a lo largo de su desarrollo. El lapso de tiempo transcurrido entre cada una de las aplicaciones, fueron comprendidos aproximadamente en diez días entre cada una, sin olvidar que las mismas estuvieron sujetas a cambios con base a los monitoreos desarrollados y la observación del avance de dichos patógenos.

Ambas programaciones se hicieron coincidir en el momento de la aplicación, es decir que se desarrollaron mezclas, tanto de insecticidas como de fungicidas para ser aplicados en el mismo momento, con el objetivo de disminuir costos derivados de mano de obra.

3.2.5.4 Monitoreos de la emergencia de plántulas en parcela experimental y parcela del agricultor

Dicha actividad se llevó a cabo en intervalos de 3 a 4 días, monitoreando cuatro surcos del cultivo en ambas parcelas.

3.2.5.5 Cosecha del cultivo en parcela experimental y parcela del agricultor

Se efectuó de forma manual con el objetivo de comparar rendimientos en ambas parcelas (Figura 3.32A), además del daño ocasionado al tubérculo por insectos del suelo (Figura 3.31A). En general, la cosecha se llevó a cabo utilizando los criterios de clasificación del tubérculo que se detallan en el Cuadro 3.28.

Cuadro 3.28 Criterio utilizado para la clasificación del tubérculo cosechado en el área de estudio

Denominación	Descripción	Criterio de clasificación
P	Tubérculo de primera	5 a 12 cm de diámetro
S	Tubérculo de segunda	5 cm de diámetro
D.T	Daño de <i>Tecia solanivora</i>	Galerías en el tubérculo
D.P	Daño de <i>Phyllophaga</i> spp	Perforaciones al tubérculo
D.R	Daño de <i>Ralstonia solanacearum</i>	Pudrición blanda
R	Rechazo	Daños varios

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por agricultores de la comunidad.

3.2.6 Análisis de resultados

3.2.6.1 Monitoreos de tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Fueron realizados con intervalo de 3 a 4 días, con el objetivo de observar la dinámica de la enfermedad en cuanto a su incidencia y severidad para tomar la decisión de efectuar ó no las aplicaciones de control. Dichos monitoreos fueron ejecutados tanto en la parcela experimental, como en la parcela del agricultor (Cuadro 3.38A). En la Figura 3.24 se presentan dichos resultados para una mejor interpretación.

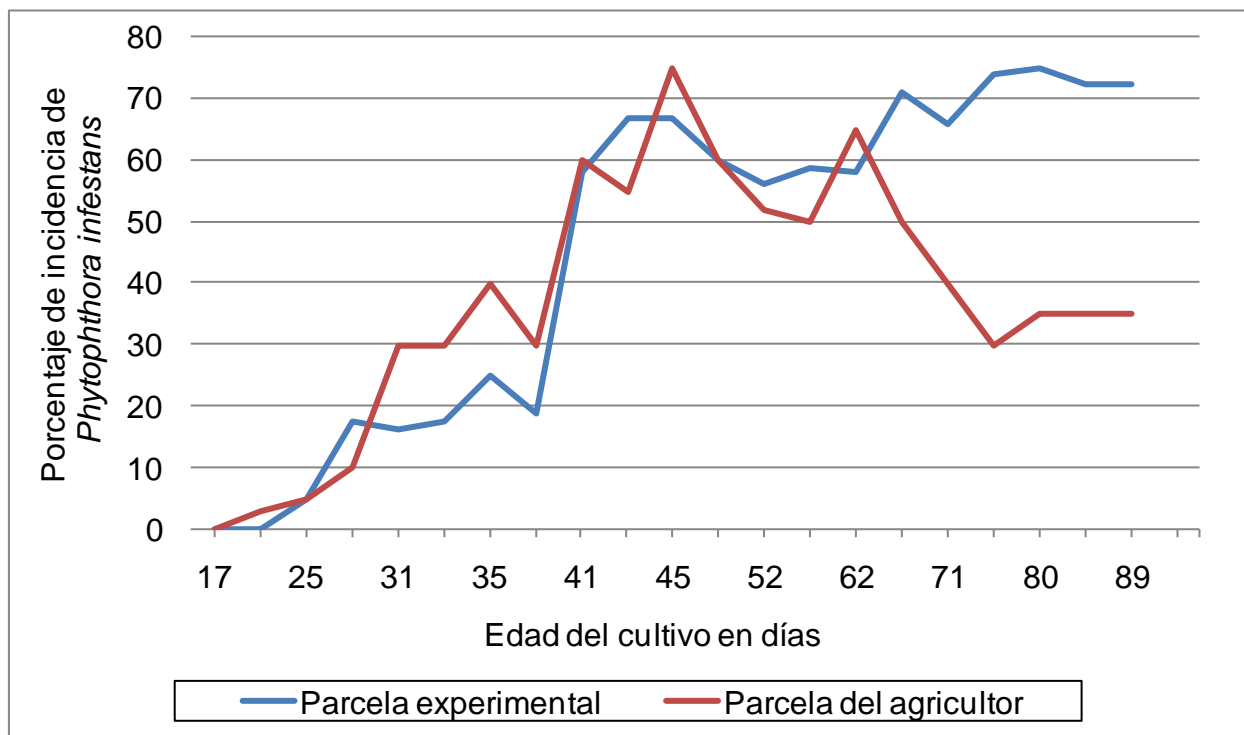


Figura 3.24 Comportamiento de la incidencia de *Phytophthora infestans* en parcela experimental y parcela del agricultor

La Figura 3.24 muestra que entre los 17 y 37 días de edad del cultivo, la parcela experimental se mantuvo por debajo de los porcentajes de incidencia registrados en la parcela del agricultor, presentando un ascenso considerable en ambas parcelas entre los 37 y 41 días el cual osciló, en el caso de la parcela experimental, de 18.7% a 58%, mientras que para el agricultor dicho ascenso se registró de 30% a 60%.

Se observa que a partir de los 41 días, la incidencia se mantiene de manera similar en ambas parcelas hasta los 67 días de edad del cultivo, finalizando muy por encima en relación a la incidencia en la parcela del agricultor de los 70 días hasta los 89 días de ciclo del cultivo en el cual fue monitoreada dicha enfermedad. El descenso de plantas afectadas (incidencia), se fundamenta en el control ejercido al hongo por los tratamientos aplicados (Figura 3.24).

La evolución del daño provocado por *P. infestans* se observa en los anexos (Figura 3.29A).

En resumen, al comparar resultados se observa que al inicio del ciclo del cultivo la incidencia se mantuvo por debajo de la registrada en la parcela testigo o parcela del agricultor, manteniéndose de forma similar en la etapa media del cultivo, teniendo en la etapa final, un descenso significativo en la parcela del agricultor, esto se debió al afán de abrir los intervalos de aplicaciones con el objetivo de disminuir las mismas, sin embargo bajo las condiciones de alta precipitación en las que se desarrolló el trabajo no es posible ejecutar las aplicaciones con tanto intervalo (8 a 10 días como se programó inicialmente).

Una vez la incidencia alcanzó el 50% aproximadamente, fue muy difícil disminuirla, por lo que se recomienda para posteriores trabajos bajo las mismas condiciones, no sobrepasar dicho porcentaje de incidencia del hongo en una plantación de papa.

Uno de los objetivos de efectuar monitoreos de la incidencia de *P. infestans*, se basó en la necesidad de tener un parámetro que indicara el momento adecuado para el inicio de las aplicaciones foliares en el control de dicho hongo, dicho parámetro se estableció en un 5%, registrándose a los 25 días de edad del cultivo (Cuadro 3.38A), por lo que se inició con los tratamientos inmediatamente el siguiente día de registrar dicho porcentaje, es decir, el día 26 de edad del cultivo.

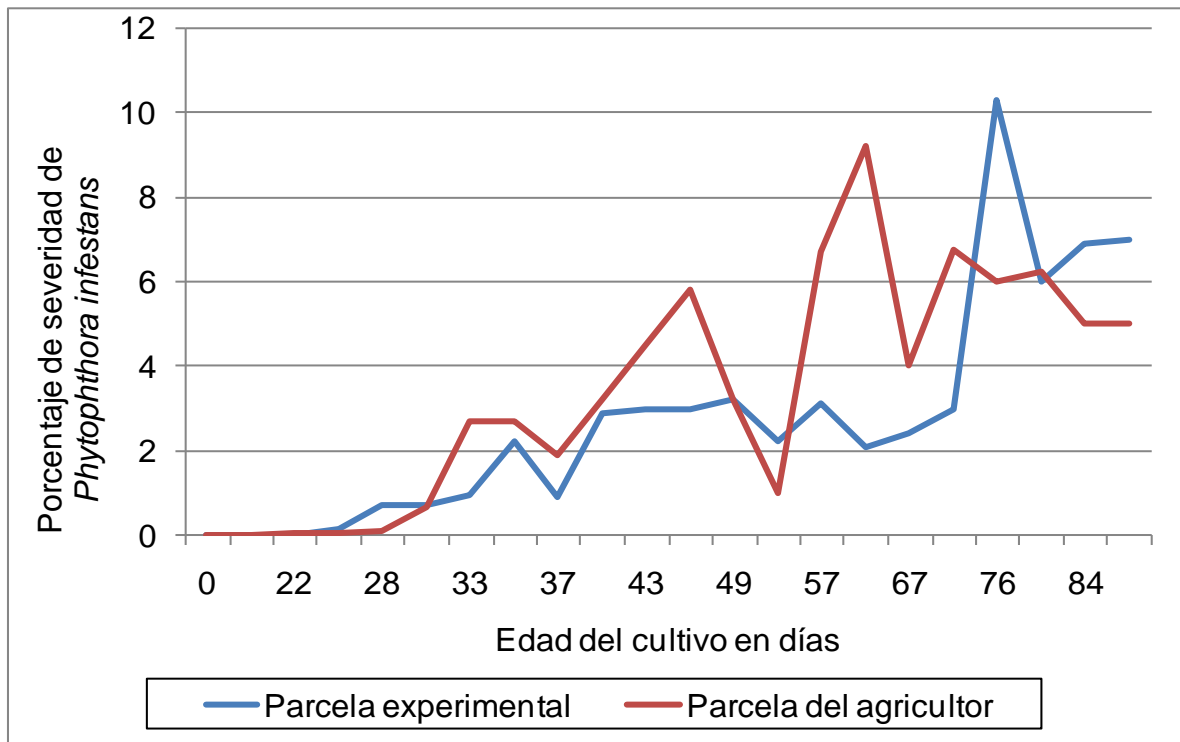


Figura 3.25 Comportamiento de la severidad de *Phytophthora infestans* en parcela experimental y parcela del agricultor

La severidad de la enfermedad provocada por *P. infestans* en el cultivo de papa, fue medida con base a una escala diagramática según el Centro Internacional de la papa, 1981 (Figura 3.28A), la cual asigna un porcentaje de daño de 1 a 50.

La Figura 3.25, indica que a partir de los 25 días de edad del cultivo, hasta los 75 días, la parcela experimental registró severidad por debajo de los resultados obtenidos para la parcela del agricultor, lo cual muestra una mayor eficiencia de los tratamientos efectuados en la parcela experimental. A lo anterior, se le debe sumar la mala decisión del agricultor en cuanto al momento de la aplicación de determinados fungicidas, ya que más adelante se verá que el agricultor también utilizó algunos de los productos programados en nuestro trabajo, sin embargo el momento de la aplicación, como ya se dijo, no fue el adecuado.

Al comparar el comportamiento de la incidencia y severidad, se observa que para el primer caso, ésta se incrementó de manera considerable en ambas parcelas entre los 37 y 41 días de edad del cultivo (Figura 3.24), mientras que para la severidad, se observa en la

Figura 3.25 que ésta se incrementó de manera considerable a partir de los 70 días de edad del cultivo, esto indica que a pesar de registrar alta incidencia en la etapa media del ciclo del cultivo (37 a 41 días), los tratamientos efectuados lograron ejercer un buen control sobre la severidad del hongo, además, en relación a la parcela del agricultor, la severidad no solo se mantuvo por debajo hasta los 70 días, sino que también se logró mantener estable mucho más tiempo, ya que la Figura 3.25 muestra dos incrementos importantes en dicha variable para la parcela del agricultor específicamente a los 37 y 52 días de edad del cultivo.

3.2.6.2 Monitoreos de la emergencia de plántulas en ambas parcelas

Los monitoreos de la emergencia de plántulas de papa en la parcela experimental, se llevaron a cabo con el objetivo de verificar el posible efecto de los tratadores de semilla aplicados al momento de la siembra en relación al agricultor y reflejado dicho efecto en el comportamiento de la emergencia. En el Cuadro 3.29 se presentan los resultados para dicha actividad.

Cuadro 3.29 Comportamiento de la emergencia de plántulas de papa en ambas parcelas

Edad del cultivo (días)	Porcentaje de emergencia de plántulas por parcela	
	Parcela Experimental	Parcela del Agricultor
18	31.71	31.83
21	38.5	44
25	75.79	69
28	82.63	77
32	88.38	83
36	89.29	85
39	89.88	86
42	90.88	87
45	91.46	87

El Cuadro 3.29 contiene el registro del comportamiento de la emergencia de plántulas de papa, tanto en la parcela experimental como en la del agricultor, indicando que dicha emergencia se estabilizó entre los 40 y 45 días de edad del cultivo, se presentan dichos resultados en la Figura 3.26 para mejor interpretación de los mismos.

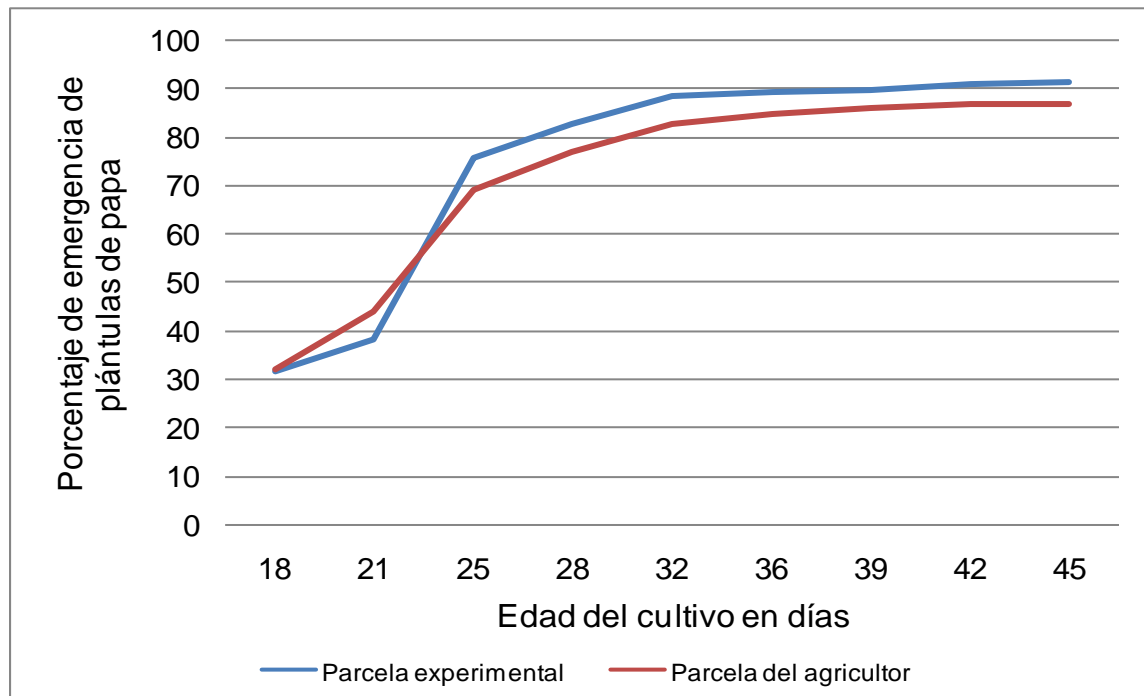


Figura 3.26 Comportamiento de la emergencia de plántulas de papa en ambas parcelas

La Figura 3.26, muestra el comportamiento de la emergencia de plántulas en ambas parcelas, indicando que en la parcela experimental ésta se produjo levemente por encima en relación a la emergencia obtenida en la parcela del agricultor. Por lo descrito, se establece que los tratadores de semilla no ejercieron ningún efecto negativo en la emergencia de plantas.

3.2.6.3 Rendimiento del cultivo en parcela experimental y parcela del agricultor

La cosecha y clasificación del tubérculo de acuerdo a la denominación descrita (Cuadro 3.28), se llevó a cabo con varios objetivos, primero; establecer diferencias de rendimiento entre las parcelas para evaluar la eficiencia del programa de protección en relación al manejo efectuado en la parcela del agricultor, y segundo; para establecer el efecto de los tratadores de semilla en el control de plagas y hongos del suelo.

En el Cuadro 3.30 se presentan los resultados detallados del rendimiento del cultivo en ambas parcelas de acuerdo a la clasificación utilizada por los agricultores.

Cuadro 3.30 Rendimiento del cultivo de papa en ambas parcelas de acuerdo a clasificación utilizada

Clasificación del tubérculo	Rendimiento en kilogramos por 420 m ²		Porcentaje de rendimiento	
	Parcela experimental	Parcela del agricultor	Parcela experimental	Parcela del agricultor
Primera	273.6	184.5	47.07	41.39
Segunada	67.3	107.3	11.57	24.06
Daño de <i>Tecia solanivora</i>	30.7	2.7	5.28	0.61
Daño de <i>Phyllophaga</i> spp	6.6	1.4	1.13	0.31
Daño de <i>Ralstonia solanacearum</i>	30.5	35.4	5.24	7.95
Rechazo	172.7	114.5	29.71	25.69
Total	581	446	100	100

El Cuadro 3.30 indica que; en la parcela experimental se obtuvo mayor cantidad de papa de primera (tubérculo de 5 a 12 cm de diámetro), en relación a la parcela del agricultor, dicha diferencia fue aproximadamente de 89 kg equivalente a un 6% de acuerdo al total del rendimiento en ambas parcelas, mientras que para el caso del tubérculo clasificado como papa de segunda (tubérculo de 5 cm de diámetro), ocurrió lo contrario, ya que se obtuvo mayor cantidad en la parcela del agricultor, con una diferencia aproximada de 12%. Lo anterior se justifica por el avance de la severidad de *Phytophthora infestans*, ya que en general la parcela experimental se mantuvo por debajo en relación a la parcela del agricultor lo cual favoreció la formación de tubérculo de mayor tamaño.

En cuanto al daño ocasionado por insectos del suelo, específicamente por gallina ciega (*Phyllophaga* spp) y palomilla de la papa (*Tecia solanivora*), se observa una diferencia considerablemente menor en la parcela del agricultor, indicando que el insecticida utilizado al momento de la siembra en la parcela experimental (Imidacloprid & Thiodicarb), no presentó eficiencia para el control de dichas plagas en relación al tratamiento utilizado por el agricultor (Cuadro 3.30).

De los tratadores de semilla únicamente se recomienda el uso del fungicida (Propamocarb & Fosetil Aluminio mezclado con Carbendazim) para el control de hongos del suelo, ya que el mismo se evaluó con base al apareamiento de las primeras infecciones de *P. infestans* en la parcela, dando una ventaja de tiempo de tres días de retraso en dichas infecciones en relación al agricultor.

A continuación se presenta la Figura 3.27, donde se aprecian los resultados de rendimiento de papa tanto de primera como de segunda categoría expresados en porcentaje en ambas parcelas, así como también los porcentajes en las denominaciones de tubérculo dañado por plagas del suelo y tubérculo clasificado como rechazo.

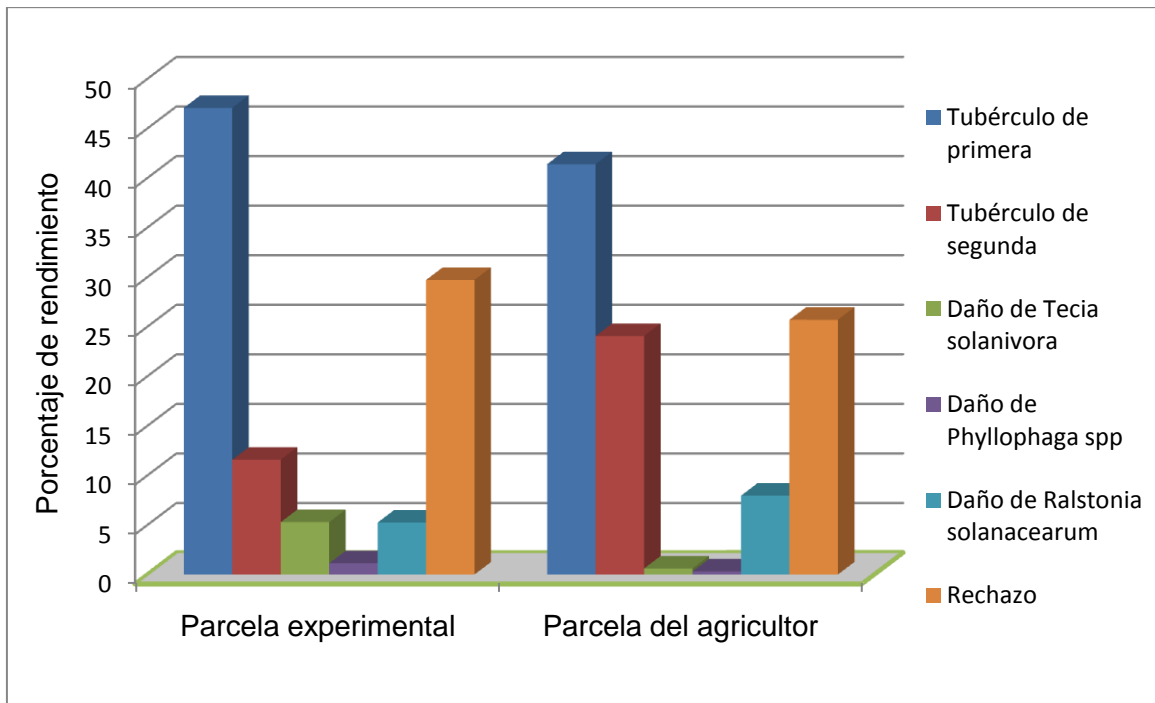


Figura 3.27 Porcentaje de rendimiento de papa (*S. tuberosum*) en ambas parcelas de acuerdo a clasificación

3.2.6.4 Costos de aplicaciones para el control de plagas y enfermedades en parcela experimental y parcela del agricultor

En el Cuadro 3.31 se presenta un resumen de los costos derivados de las aplicaciones químicas efectuadas tanto en la parcela del agricultor como en la parcela experimental, en la misma se incluyen los costos de adquisición de los agroquímicos utilizados y el costo de su aplicación, los resultados detallados son incluidos en anexos (Cuadro 3.36A y 3.37A).

Cuadro 3.31 Resumen de costos de protección del cultivo de papa en parcela experimental

Costos de productos en 475 m ²	Costos de aplicaciones en 420 m ²	Costo total en 420 m ²	Costo total por hectárea
Q. 685.00	Q. 120.00	Q. 805.00	19,166.50

Cuadro 3.32 Resumen de costos de protección del cultivo de papa en parcela del agricultor

Costos de productos en 475 m ²	Costos de aplicaciones en 475 m ²	Costo total en 475 m ²	Costo total por hectárea
534.6	140	674.6	14,202.10

El Cuadro 3.31 y 3.32, muestran las diferencias de costos derivados de las aplicaciones químicas foliares (Figura 3.30A) y al suelo efectuadas en la parcela experimental y la parcela del agricultor.

Se observa que el agricultor efectuó menos gasto en materia de agroquímicos, a pesar de haber realizado mayor cantidad de aplicaciones, sin embargo, ciertos productos que el agricultor utilizó principalmente en el manejo de enfermedades, son de carácter protectante ó preventivo, por lo que su valor comercial es menor en relación a los utilizados en la parcela experimental que en su totalidad fueron protectantes y curativos a la vez, de ahí la explicación de por qué el agricultor ha invertido menos en dichos insumos, se esperaría entonces haber invertido un poco más en relación al agricultor, pero obtener mejores resultados en cuanto al control de hongos como *P. infestans*, y, además ver reflejada dicha inversión en los resultados de rendimiento o cosecha, sin olvidar que el rendimiento del cultivo en la parcela experimental también estuvo en función de la eficiencia de los tratadores de semilla efectuados al momento de la siembra.

3.2.6.5 Rentabilidad

La rentabilidad de ambas parcelas fue calculada con base a los costos totales derivados de la protección del cultivo (plaguicidas y su aplicación) y los ingresos obtenidos del rendimiento de papa de primera (5 a 12 cm de diámetro) con un precio promedio de Q. 150.00 por cada 45.45 kg de producto. Lo anterior se presenta de manera detallada en el Cuadro 3.33

Cuadro 3.33 Resultados del análisis económico en ambas parcelas

Tratamiento	Rendimiento en kg por hectárea	Ingreso bruto	Costos de protección	Ingreso neto	Porcentaje de rentabilidad
Parcela experimental	6,514.30	21,498.30	19,166.50	2,331.80	1.21
Parcela del agricultor	4,393	14,498.30	14,202.10	296.20	2.08

La rentabilidad promedio para la producción de papa de primera (5 a 12 cm de diámetro) en la parcela del agricultor fue de 2.08% contra 1.21% para la parcela experimental, existiendo una diferencia de 0.87%, lo que significa un beneficio de Q. 0.87 más por cada Q.100.00 invertidos para la protección de plagas y enfermedades en la parcela del agricultor.

La Tasa Marginal de Retorno a Capital -TMRC- promedio sobre una hectárea, se obtuvo de la siguiente manera:

$$TMRC=IN/CT$$

Donde: IN=Ingreso neto por hectárea y CT=Costos totales de protección de plagas y enfermedades en una hectárea.

$$CT \text{ promedio en parcela experimental}=Q. 19,166.50$$

$$CT \text{ promedio en parcela del agricultor}=Q.14,202.10$$

$$\text{Diferencia}=Q. 4,964.40$$

IN promedio en parcela experimental=Q. 2,331.80

IN promedio en parcela del agricultor=Q. 296.20

Diferencia=Q. 2,035.60

TMRC=(Q. 2,035.60) / (Q. 4,964.40)= Q. 0.41

La -TMRC- indica que con el manejo efectuado para el control de plagas y enfermedades en la parcela del agricultor, el incremento obtenido por cada quetzal extra invertido será de Q. 0.41 respecto al manejo efectuado en la parcela experimental.

3.2.7 Conclusiones

Se logró disminuir en dos, el número de aplicaciones en relación al agricultor.

En general, el programa evaluado en relación al agricultor, presentó mejores resultados para el control de *Phytophthora infestans* en la etapa inicial y media del cultivo, probablemente porque el agricultor efectuó algunas aplicaciones con productos protectantes, mientras que en el área experimental se utilizaron siempre protectantes y curativos a la vez, de mayor precio comercial, pero de mayor efecto sobre el hongo mencionado.

La razón por la cual la incidencia y severidad de *P. infestans* se incrementó considerablemente en el final del ciclo del cultivo en la parcela experimental, fue, primero; por las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo del hongo, y, segundo; por el afán de disminuir el número de aplicaciones prolongando los intervalos de aplicación

El incremento de la incidencia (hasta 70%) a partir de la etapa media del ciclo del cultivo, evitó el desarrollo del tubérculo, disminuyendo el rendimiento de papa de primera, a pesar que en relación al agricultor se obtuvo mayor rendimiento en dicha clasificación.

Otra de las razones por las que se presentaron mayores problemas de enfermedades, fue porque el área utilizada para las pruebas había sido cultivada en dos temporadas previas de forma consecutiva, aumentando la cantidad de inóculo.

El insecticida (Imidacloprid & Thiodicarb), aplicado al momento de la siembra en la parcela experimental para el control de plagas del suelo, no ejerció un control aceptable en relación a los resultados obtenidos por el agricultor en la cosecha del cultivo.

El fungicida (Propamocarb & Fosetil Aluminio y Carbendazim), aplicado al momento de la siembra para el control de *Phytophthora infestans*, permitió mayor tiempo en el apareamiento de las primeras infecciones del hongo en relación a la parcela del agricultor.

El manejo efectuado en la parcela del agricultor permitió obtener mayor rentabilidad debido al menor costo invertido en protección de plagas y enfermedades.

3.2.8 Recomendaciones

No es viable establecer una programación con intervalos de aplicaciones definidas, más bien éstos estarán exclusivamente en función de monitoreos del avance de la enfermedad, así mismo no se recomienda esperar un 5% de incidencia para iniciar las aplicaciones foliares, ya que por características de alta precipitación de la temporada, la enfermedad aumenta con gran rapidez.

Para el control de plagas y enfermedades foliares del cultivo, se recomienda la alternancia de insecticidas y fungicidas, de preferencia protectantes y curativos a la vez y de diferentes grupos químicos para evitar resistencia de los patógenos.

Tomando en cuenta las condiciones climáticas de la época de producción, para obtener un buen rendimiento es importante realizar monitoreos frecuentes de *Phytophthora infestans* y mantener la incidencia no más del 50%, ya que según la experiencia en el presente trabajo, se observó que arriba de dicho parámetro es muy difícil controlar o disminuir el hongo.

Para evitar ataques severos de *P. infestans* así como cualquier otro patógeno en el cultivo, se recomienda producir no más de una temporada en un mismo campo, ya que una de las principales razones por las que se presentó alta incidencia de *P. infestans*, *Ralstonia solanacearum*, *Tecia solanivora* y *Phyllophaga* spp, fue precisamente porque dicho campo había sido cultivado en dos temporadas previamente a la nuestra.

Uno de los objetivos propuestos inicialmente, fue disminuir el número de aplicaciones efectuadas por el agricultor al utilizar productos de mayor eficiencia (preventivos y curativos a la vez), logrando dos aplicaciones menos que el agricultor, sin embargo en la etapa media del ciclo del cultivo, al tratar de abrir los intervalos de aplicaciones siempre con el objetivo de disminuirlas, se propició el incremento de la incidencia de *P. infestans*, obligando a hacer mas aplicaciones y con mayor frecuencia, por lo que no se recomienda la prolongación de dichos intervalos entre aplicaciones, en otras palabras, las aplicaciones deben efectuarse de acuerdo a los monitoreos efectuados en el cultivo.

No se recomienda el uso del insecticida (Imidacloprid & Thiodicarb) aplicado al momento de la siembra para el control de plagas del suelo, únicamente el fungicida (Propamocarb & Fosetil Aluminio y Carbendazim) ya que éste permitió mayor tiempo para el apareamiento de infecciones foliares provocadas por *P. infestans* en el cultivo.

Con base a la Tasa Marginal de Retorno de Capital -TMRC-, se recomienda hacer uso del manejo efectuado en la parcela del agricultor para la protección de plagas y enfermedades ya que con ésta programación se obtuvo mayores beneficios de rentabilidad.

3.2.9 Bibliografía

1. CIP (Centro Internacional de la papa, PE). 1981. Informe anual de 1981. Lima, Perú. 47 p.
2. Hooker, WJ. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Trad. Teresa Ames de Icochea. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa. 166 p.

3.2.10 Anexos

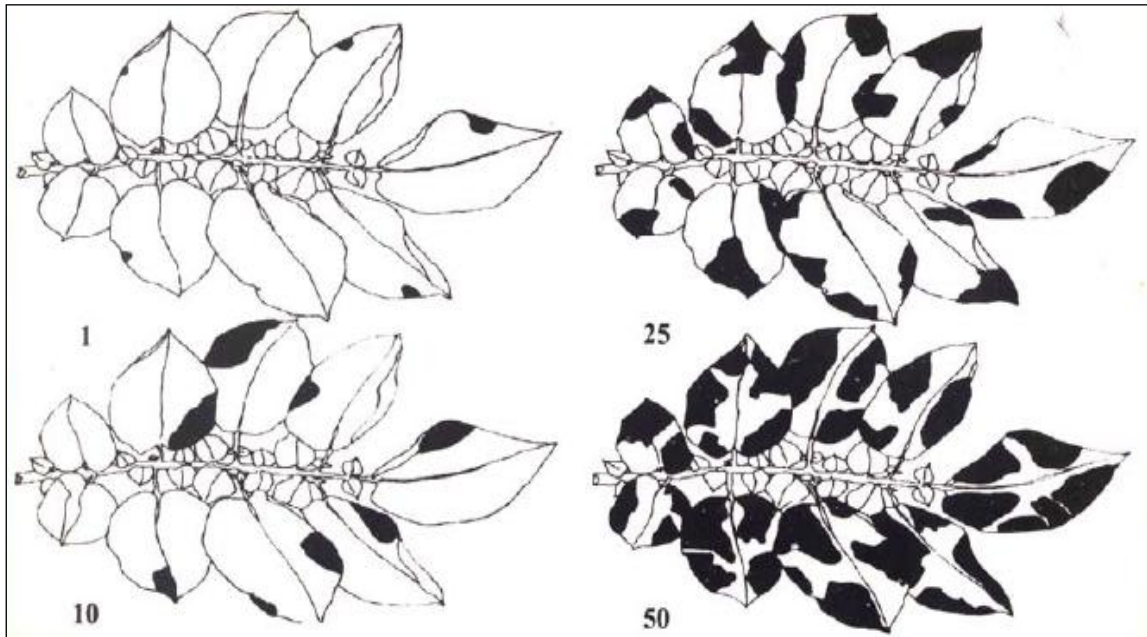


Figura 3.28A. Escala diagramática para la evaluación de la severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), en el cultivo de papa. CIP 1981.



Figura 3.29A. Evolución del daño de *Phytophthora infestans* en parcela experimental de papa (*Solanum tuberosum*)



Figura 3.30A. A. Preparación de los tratamientos, B. Equipo de aplicación y C. Aplicaciones foliares en el cultivo de papa (*S. tuberosum*)



Figura 3.31A. Daño al tubérculo de papa provocado por; A. *Phyllophaga* spp, B. *Tecia solanivora* y C. *Ralstonia solanacearum*



Figura 3.32A. Clasificación y pesado del tubérculo cosechado

Cuadro 3.34A. Aplicaciones efectuadas para el control de enfermedades y plagas en parcela experimental de papa

Num.	Edad del cultivo (días)	Actividad	Mezcla de productos aplicados
1	0	Tratamiento al suelo	Previcur, Blindage y Derosal
2	26	Tratamiento de plagas y enfermedades	Positron, Monarca, Bayfolan y Adherente
3	31	Tratamiento de plagas y enfermedades	Consento, Plural, Ca/Boro y Adherente
4	33	Tratamiento de plagas y enfermedades	Consento, Plural, Bayfolan y Adherente
5	35	Tratamiento de enfermedades	Infinito, Bayfolan y Adherente
6	40	Tratamiento de plagas y enfermedades	Infinito, Plural, Bayfolan y Adherente
7	47	Tratamiento de plagas y enfermedades	Infinito, Plural, Bayfolan y Adherente
8	54	Tratamiento de enfermedades	Positron, Silvacur, Bayfolan y Adherente
9	61	Tratamiento de plagas y enfermedades	Consento, Oberon y Adherente
10	70	Tratamiento de enfermedades	Consento, Positron y Adherente
11	78	Tratamiento de plagas y enfermedades	Consento, Positron, Bayfolan, Decis y Adherente
12	89	Tratamiento de plagas y enfermedades	Consento y Decis

Cuadro 3.35A. Aplicaciones efectuadas para el control de enfermedades y plagas en parcela del agricultor

Num.	Edad del cultivo (días)	Actividad	Mezcla de productos aplicados
1	0	Tratamiento a plagas del suelo	Timep
2	17	Tratamiento de plagas y enfermedades	Positron y Engeo
3	21	Tratamiento de plagas y enfermedades	Positron, Engeo, Bayfolan y Adherente
4	27	Tratamiento de plagas y enfermedades	Consento, Monarca y Calcio-Boro
5	34	Tratamiento de plagas y enfermedades	Positron, Monarca, Terramisina y Adherente
6	37	Tratamiento de plagas y enfermedades	Forum, Monarca y Adherente
7	42	Tratamiento de plagas y enfermedades	Consento, Karate y Adherente
8	47	Tratamiento de plagas y enfermedades	Infinito, Karate y Calcio-Boro
9	52	Tratamiento de plagas y enfermedades	Infinito, Plural y Adherente
10	59	Tratamiento de enfermedades	Infinito y Adherente
11	64	Tratamiento de enfermedades	Positron, Curzate y Adherente
12	70	Tratamiento de enfermedades	Positron y Curzate
13	78	Tratamiento de plagas y enfermedades	Curzate, Mancozeb y Tambo
14	89	Tratamiento de plagas y enfermedades	Curzate, Positron y Tambo

Cuadro 3.36A. Costos derivados de las aplicaciones químicas para el manejo de enfermedades y plagas en parcela experimental de papa

No	Edad del cultivo (días)	Productos aplicados	Dosis comercial	Volumen de descarga en 420m ²	Dosis por descarga en 420m ²	Costo comercial (Q)	Costo de producto en 420m ²	Costo de aplicación en 420m ²	Costo total en 420m ²
1	0	Derosal	1.5 lt/ha	200 lt/ha	63 ml	205/lt	13	10	63.3
	0	Previcur E.	1.5 lt/ha	200 lt/ha	63 ml	370/lt	23.3		
	0	Blindage.	400 ml/ha	200 lt/ha	17 ml	100/100 ml	17		
2	26	Positron	60 g/16 lt	16 lt	60 g	160/750 g	12.8	10	34.3
	26	Monarca	25 ml/16 lt	16 lt	25 ml	121/0.5 lt	6		
	26	Bayfolan	100 ml/ 16 lt	16 lt	100 ml	45/lt	4.5		
	26	Adherente.	20 ml/16 lt	16 lt	20 ml	50/lt	1		
3	31	Consento	75 ml/16 lt	20 lt	93.75 ml	300/lt	28	10	76.5
	31	Plural	25 ml/16 t	20 lt	31.25 ml	250/0.25 lt	31.25		
	31	Ca/B	50 ml/16 lt	20 lt	65.5 ml	90/lt	6		
	31	Adherente.	20 ml/16 lt	20 lt	25 ml	50/lt	1.25		
4	33	Consento	75 ml/16 lt	20 lt	93.75 ml	300/lt	28	10	76.1
	33	Plural	25 ml/16 lt	20 lt	31.25 ml	250/0.25 lt	31.25		
	33	Bayfolan	100 ml/16 lt	20 lt	125 ml	45/lt	5.6		
	33	Adherente.	20 ml/16 lt	20 lt	25 ml	50/lt	1.25		
5	35	Infinito	50 ml/16 lt	23 lt	72 ml	290/0.6 lt	34.8	10	52.75
	35	Bayfolan	100 ml/16 lt	23 lt	145 ml	45/lt	6.5		
	35	Adherente.	20 ml/16 lt	23 lt	29 ml	50/lt	1.45		
6	40	Infinito	50 ml/16 lt	22 lt	69 ml	290/0.6 lt	33	10	84.85
	40	Plural	25 ml/16 lt	22 lt	34.5 ml	250/0.25 lt	34.5		
	40	Bayfolan	100 ml/16 lt	22 lt	137 ml	45/lt	6		
	40	Adherente.	20 ml/16 lt	22 lt	27 ml	50/lt	1.35		
7	47	Infinito	50 ml/16 lt	24 lt	75 ml	290/0.6 lt	36.25	10	92
	47	Plural	25 ml/16 lt	24 lt	37.5 ml	250/0.25 lt	37.5		
	47	Bayfolan	100 ml/16 lt	24 lt	150 ml	45/lt	6.75		
	47	Adherente.	20 ml/16 lt	24 lt	30 ml	50/lt	1.5		
8	54	Positron	60 g/16 lt	24.5 lt	92 g	160/750 g	19.6	10	46.5
	54	Silvacur.	12.5 ml/16 lt	24.5 lt	19 ml	110/0.25 lt	8.4		
	54	Bayfolan	100 ml/16 lt	24.5 lt	153 ml	45/lt	7		
	54	Adherente.	20 ml/16 lt	24.5 lt	31 ml	50/lt	1.5		
9	61	Consento	75 ml/16 lt	25 lt	117 ml	300/lt	35	10	85.55
	61	Oberon	25 ml/16 lt	25 lt	39 ml	250/0.25 lt	39		
	61	Adherente.	20 ml/16 lt	25 lt	31 ml	50/lt	1.55		
10	70	Consento	75 ml/16 lt	26 lt	122 ml	300/lt	36.6	10	69.2
	70	Positron	60 g/16 lt	26 lt	97.5 g	160/750 g	21		
	70	Adherente.	20 ml/16 lt	26 lt	32.5 ml	50/lt	1.6		
11	78	Consento	75 ml/16 lt	25 lt	117 ml	300/lt	35	10	77.75
	78	Positron	60 g/16 lt	25 lt	94 g	160/750 g	20		
	78	Decis	8 ml/16 lt	25 lt	12.5 ml	42/0.125 lt	4.2		
	78	Bayfolan	100 ml/16 lt	25 lt	156 ml	45/t	7		
	78	Adherente.	20 ml/16 lt	25 lt	31 ml	50/lt	1.55		
12	89	Consento	75 ml/16 lt	23 lt	108 ml	300/lt	32.4	10	46.2
	89	Decis	8 ml/16 lt	23 lt	11.5 ml	42/0.125 lt	3.8		
SUMATORIA DE COSTOS.							685	120	805
							COSTO TOTAL EN 420m²	805	

Cuadro 3.37A. Costos derivados de las aplicaciones químicas en el cultivo de papa para el manejo de enfermedades y plagas en parcela del agricultor

No	Edad del cultivo (días)	Productos aplicados	Dosis comercial	Volumen de descarga en 475m ² (lt)	Dosis por descarga en 475m ²	Costo comercial (Q)	Costo de producto en 475m ²	Costo de aplicación en 475m ²	Costo total en 475m ²
1	0	Timep	1 kg/cuerd	0	1 kg/475m ²	270/8 kg	33.75	10	43.75
2	17	Positron	60 g/16 lt	6	22.5 g	160/750 g	5	10	19
	17	Engeo	12.5 ml/16 lt	6	5 ml	780/lt	4		
3	21	Positron	60 g/16 lt	10	37.5 g	160/750 g	8	10	27.85
	21	Engeo	12.5 ml/16 lt	10	8 ml	780/lt	6.25		
	21	Bayfolan	100 ml/16 lt	10	62.5 ml	45/lt	3		
	21	Adherente	20 ml/16 lt	10	12.5 ml	50/lt	0.6		
4	27	Consento	62.5 ml/16 lt	16	62.5 ml	300/lt	18.75	10	39.25
	27	Monarca	25 ml/16 lt	16	25 ml	121/0.5 lt	6		
	27	Ca/Boro	50ml/16 lt	16	50 ml	90/lt	4.5		
5	34	Positron	60 g/16 lt	20	75 g	160/750 g	16	10	37.25
	34	Monarca	25 ml/16 lt	20	31.25 ml	121/0.5 lt	8		
	34	Terramisina	15 g/16 lt	20	18.75 g	40/400 g	2		
	34	Adherente	20 ml/16 lt	20	25 ml	50/lt	1.25		
6	37	Forum	43.75 ml/16 lt	30	82 ml	370/lt	31	10	54.5
	37	Monarca	25 ml/16 lt	30	47 ml	121/0.5 lt	11.5		
	37	Adherente	20 ml/16 lt	30	37.5 ml	50/lt	2		
7	42	Consento	62.5 ml/16 lt	30	117 ml	300/lt	35	10	52
	42	Karate	25 ml/16 lt	30	47 ml	105/lt	5		
	42	Adherente	20 ml/16 lt	30	37.5 ml	50/lt	2		
8	47	Infinito	50 ml/16 lt	30	93.75 ml	290/0.6 lt	45	10	68.5
	47	Karate	25 ml/16 lt	30	47 ml	105/lt	5		
	47	Ca/Boro	50 ml/16 lt	30	93.75 ml	90/lt	8.5		
9	52	Infinito	50 ml/16 lt	30	93.75 ml	290/0.6 lt	45	10	104
	52	Plural	25 ml/16 lt	30	47 ml	250/0.25 lt	47		
	52	Adherente	20 ml/16 lt	30	37.5 ml	50/lt	2		
10	59	Infinito	50 ml/16 lt	30	93.75 ml	290/0.6 lt	45	10	57
	59	Adherente	20 ml/16 lt	30	37.5 ml	50/lt	2		
11	64	Positron	60 g/16 lt	30	112.5 g	160/750 g	24	10	51
	64	Curzate	40 g/16 lt	30	75 g	98/500 g	15		
	64	Adherente	20 ml/16 lt	30	37.5 ml	50/lt	2		
12	70	Positron	60 g/16 lt	30	112.5 g	160/750 g	24	10	49
	70	Curzate	40 g/16 lt	30	75 g	98/500 g	15		
13	78	Curzate	40 g/16 lt	28	70 g	98/500 g	14	10	37.5
	78	Mancozeb	37.5 g/16 lt	28	65.6 g	40/800 g	3		
	78	Tambo	25 ml/16 lt	28	43.75 ml	240/lt	10.5		
14	89	Curzate	20 g/16 lt	28	35 g	98/500 g	7	10	34
	89	Positron	30 g/16 lt	28	52.5 g	160/750 g	11.5		
	89	Tambo	12.5 ml/16 lt	28	22 ml	240/lt	5.5		
SUMATORIA DE COSTOS							534.6	140	
							COSTO TOTAL EN 475m²	674.6	

Cuadro 3.38A. Monitoreo de incidencia y severidad de *Phytophthora infestans* en parcela experimental y parcela del agricultor

Fecha de lectura	Edad del Cultivo (días)	Parcela experimental		Parcela del agricultor	
		Porcentaje de incidencia	Porcentaje de severidad	Porcentaje de incidencia	Porcentaje de severidad
08-Ago-08	0	0	0	0	0
25-Ago-08	17	0	0	0	0
30-Ago-08	22	0	0	3	0.05
02-Sep-08	25	5	0.15	5	0.05
05-Sep-08	28	17.5	0.7	10	0.1
08-Sep-08	31	16.2	0.7	30	0.65
10-Sep-08	33	17.5	0.95	30	2.7
12-Sep-08	35	25	2.2	40	2.7
14-Sep-08	37	18.7	0.9	30	1.9
18-Sep-08	41	58	2.88	60	3.2
20-Sep-08	43	67	3	55	4.5
22-Sep-08	45	67	3	75	5.8
26-Sep-08	49	60	3.2	60	3.2
29-Sep-08	52	56.25	2.2	52	1
04-Oct-08	57	58.75	3.1	50	6.7
09-Oct-08	62	58	2.1	65	9.2
14-Oct-08	67	71	2.4	50	4
18-Oct-08	71	66	3	40	6.75
23-Oct-08	76	74	10.3	30	6
27-Oct-08	80	75	6	35	6.25
01-Nov-08	84	72.5	6.9	35	5
06-Nov-08	89	72.5	7	35	5

3.3 Servicio 2. Evaluación de opciones químicas para el control de mosca blanca (*Bemisia* spp) en los cultivos de pepino (*Cucumis sativus*) y melón (*Cucumis melo*) en los municipios de Teculután y Cabañas, Zacapa, en el año 2009

3.3.1 Introducción

Son muchos los daños que la mosca blanca genera en una gama importante de cultivos, siendo principalmente en las partes jóvenes de las plantas las que son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles.

Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, éste último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamiento y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas, el daño más importante que ocasionan estos insectos, es la transmisión de geminivirus y de otros tipos de virus. Los daños indirectos se deben a la proliferación de neegrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daño se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos (Infoagro, 2009).

Debido a que las zonas cultivadas con melón, y en menor escala con pepino, se encuentran constantemente en producción, generalmente en épocas secas, se ven afectadas por plagas como la mosca blanca, teniendo un aumento en los costos de protección del cultivo para asegurar un buen rendimiento y calidad, viéndose obligados a encontrar las mejores alternativas para su control, principalmente métodos químicos, sin embargo, el manejo inadecuado que en algunas fincas se hace de estos productos, provoca consecuencias negativas como aumento de los costos de producción, deterioro del ambiente y el desarrollo de resistencia a los productos utilizados, por lo que la aplicación correcta y rotación de grupos de insecticidas, así como el manejo del pH del agua juegan un papel sumamente importante en el manejo de la plaga.

Sabiendo lo anterior, se desarrolló una serie de trabajos enfocados a la ejecución de pruebas, utilizando diferentes agroquímicos de forma individual en cada ingrediente activo, así como también la rotación de los mismos, para el control de la plaga mencionada.

3.3.2 Antecedentes

Los cultivos no tradicionales de exportación, como el caso del melón, se caracterizan por ser riesgosos, costosos de producir y muy intensivos en el uso de tecnología e insumos químicos. Son muy susceptibles a plagas y enfermedades, demandan elevadas cantidades de plaguicidas por tener la necesidad de asegurar altas producciones y buena calidad del fruto pensando en los estrictos niveles de calidad para su exportación, sin olvidar el uso adecuado de agroquímicos en cuanto a los niveles permitidos de residualidad en la fruta.

En éste contexto es imprescindible el manejo racional de los productos químicos adecuados para el manejo de plagas y enfermedades del cultivo y asegurar que éstos están siendo utilizados en cantidades apropiadas para el caso de mosca blanca por ejemplo.

En Guatemala la principal zona melonera es sin duda el departamento de Zacapa en donde además de generar empleo para la población del área, es una importante fuente de divisas para el país, prueba de ello es que de acuerdo al censo agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadística -INE- 2006, la producción nacional de melón fue de 10,073,768 quintales, repartida en las 1,364 fincas dedicadas a dicho cultivo distribuidas principalmente en los municipios de Usumatlán, Teculután, Cabañas, Huité, Estanzuela y Zacapa, y en menor escala en el litoral del Pacífico en los departamentos de Retalhuleu y Ecuintla, lo anterior demuestra la importancia del buen manejo del cultivo, específicamente de la mosca blanca que ha sido el tema central del presente trabajo.

3.3.3 Justificación

En las áreas de producción de melón bajo riego en el valle de La Fragua y áreas del municipio de Estanzuela, Teculután y Huité, Zacapa; las temperaturas son elevadas y la precipitación pluvial es baja, condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de poblaciones de mosca blanca, que llegan a alcanzar niveles, en la mayoría de los casos, muy elevados, disminuyendo drásticamente el potencial productivo del cultivo, principalmente por la transmisión de virus, presentándose la misma problemática para el caso del cultivo de pepino, siendo la única diferencia el nivel de tecnificación y cantidad de áreas productivas entre ambos, es decir que en melón se invierte mayor recurso en tecnificación y existe mayor área explotada en relación a pepino.

Los daños son directos al succionar la savia de las hojas principalmente en el enveze, alimentándose del floema de la planta, aunque prefiere los tejidos jóvenes, teniendo mayor importancia los daños indirectos, el cual consiste en ser vector o transmisor de virus el que se traduce en disminución del rendimiento y calidad de los frutos (Villeda Ramírez, 1993).

Por lo anterior, en las áreas productoras de melón de nuestro país se practican diferentes estrategias para la protección del cultivo, en general tratamientos químicos, haciéndose necesaria la comprobación no solo de la eficiencia de los productos utilizados sino también el uso adecuado para evitar, principalmente, problemas de resistencia, es por ello que conjuntamente con el departamento de Investigación y Desarrollo de Bayer Crop Science se llevaron a cabo trabajos para determinar los niveles o dosis adecuadas de productos químicos para el control de la plaga mencionada, en los cultivos de pepino y melón.

3.3.4 Objetivos

3.3.4.1 General

- Evaluar diferentes agroquímicos para el control de mosca blanca (*Bemisia spp*) en los cultivos de pepino (*Cucumis sativus*) y melón (*Cucumis melo*), en los municipios de Teculután y Cabañas, Zacapa.

3.3.4.2 Específicos

- Establecer cual tratamiento de los ingredientes activos Spirotetramat, Imidacloprid y Thiamethoxan presentan el mejor control en la población de adultos e inmaduros de *Bemisia spp* en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) y posteriormente evaluarlos en el cultivo de melón (*Cucumis melo*).

3.3.5 Hipótesis

- Los tratamientos químicos reducen las poblaciones de adultos e inmaduros de mosca blanca (*Bemisia spp*), en los cultivos de pepino (*Cucumis sativus*) y melón (*Cucumis melo*).

3.3.6 Metodología para la ejecución en el cultivo de pepino

3.3.6.1 Delimitación del área

Las áreas se determinaron con base a la disponibilidad de parte de las fincas colaboradoras, en el caso de pepino se delimitó un área experimental de 2,160m² donde se ubicaron seis tratamientos con cuatro repeticiones, en un diseño de bloques completos al azar con un arreglo bifactorial (tratamientos y lecturas), teniendo en cada unidad experimental tres surcos del cultivo con un área aproximada de 90m² por unidad experimental o tratamiento, tal como se aprecia en la Figura 3.33.

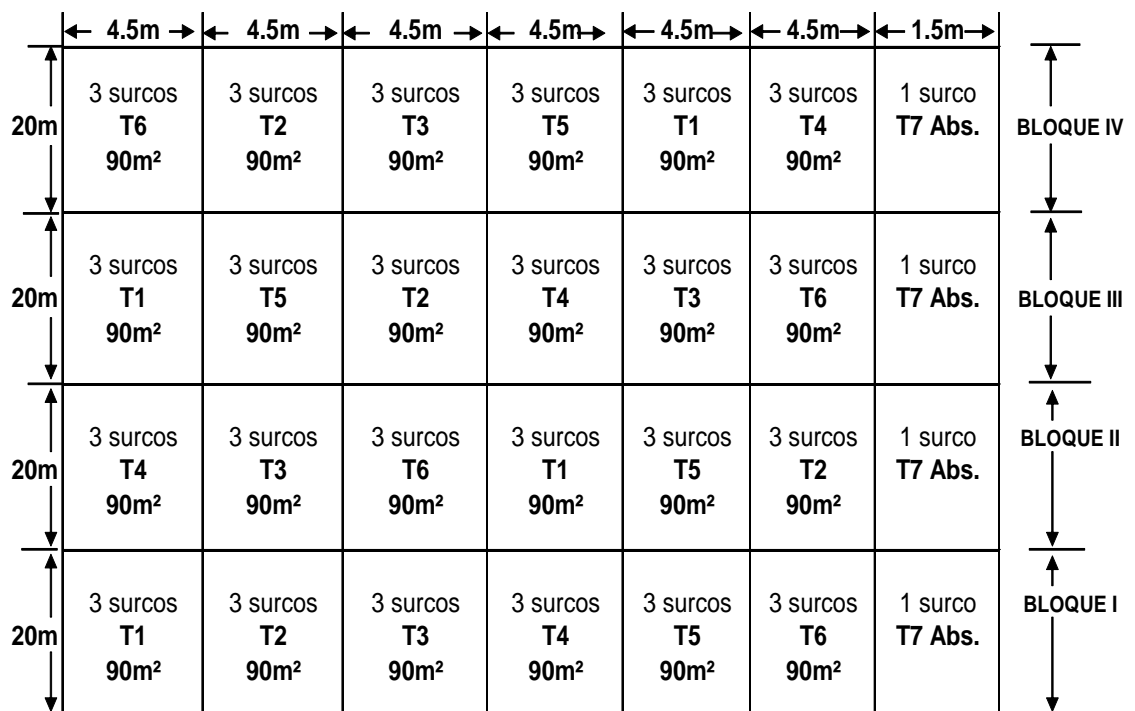


Figura 3.33 Croquis de campo para el manejo de mosca blanca (*Bemisia* spp) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), Teculután, Zacapa

Es necesario aclarar que para el tratamiento siete (T7) que corresponde al testigo absoluto (sin aplicación), se utilizó únicamente un surco del cultivo por razones de manejo, ya que al establecer un testigo absoluto, éste se convierte en foco de infestación severo de la plaga.

3.3.6.2 Calibración del equipo de aplicación

La calibración se desarrolló aplicando únicamente agua en tres unidades experimentales de forma individual, para posteriormente calcular el volumen promedio de descarga para cada unidad experimental ó tratamiento.

3.3.6.3 Tratamientos evaluados para el control de *Bemisia* spp en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Los tratamientos evaluados para el control de mosca blanca en pepino fueron tres ingredientes activos en varias dosis, como se observa en el Cuadro 3.39.

Cuadro 3.39 Tratamientos evaluados para el control de mosca blanca (*Bemisia* spp) en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Tratamiento	Nombre comercial del producto	Ingrediente activo	Dosis evaluada
T1	Plural	Imidacloprid	0.7 lt/ha
T2	Movento	Spirotetramat	0.4 lt/ha
T3	Movento	Spirotetramat	0.5 lt/ha
T4	Movento	Spirotetramat	0.6 lt/ha
T5	Movento	Spirotetramat	0.7 lt/ha
T6	Actara	Thiamethoxan	0.56 kg/ha
T7 Absoluto	***	***	***

En el Cuadro 3.39 se presentan los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino, los cuales fueron; de Spirotetramat cuatro dosis (producto aun no disponible comercialmente por encontrarse en fase de experimentación) que corresponden a los tratamientos dos, tres, cuatro y cinco (T2, T3, T4 y T5) respectivamente, una dosis de Imidacloprid que corresponde al tratamiento uno (T1) y una dosis de Thiamethoxan que corresponde al tratamiento seis (T6), ambos como testigos comerciales (Imidacloprid y Thiamethoxan) y finalmente un testigo absoluto (sin aplicación) que corresponde al T7.

3.3.6.4 Aplicación de los tratamientos

Una vez determinado el volumen promedio de descarga por unidad experimental (calibración), sabiendo el área neta por unidad experimental y la dosis a evaluar de cada

tratamiento, se procedió a realizar las conversiones necesarias para las aplicaciones (Figura 3.46A).

3.3.6.5 Cantidad de aplicaciones

Dos aplicaciones con intervalo de diez días entre sí.

3.3.6.6 Variables de respuesta

Población de huevos y ninfas con vida por pulgada² y población de adultos con vida por hoja.

3.3.6.7 Metodología para los monitoreos de mosca blanca (*Bemisia spp*)

Los monitoreos de las poblaciones se ejecutaron a los 0, 3, 6, 10, 13, 17, 20, 24 y 27 días después de la aplicación -dda-.

Dichos monitoreos, tanto para adultos como para inmaduros, se desarrollaron a través de muestreos directamente en el campo y en cada uno de los tratamientos evaluados de la siguiente manera:

A. Para adultos

Se utilizaron dos puntos de muestreo por tratamiento, realizando el conteo en el envés de las hojas, en cada punto de muestreo se monitorearon tres hojas; una hoja del área foliar inferior, media y superior respectivamente, es decir, finalmente se monitorearon seis hojas por tratamiento.

Cabe mencionar que dicha actividad fue desarrollada en las primeras horas de la mañana cuando los adultos de mosca blanca se encuentran con poca movilidad debido a la relativa baja temperatura (Figura 3.41A).

B. Para huevos y ninfas

Se siguió el mismo patrón utilizado para adultos, el mismo número de hojas y puntos de muestreo, en resumen, las hojas utilizadas para el conteo de adultos fueron colectadas e identificadas para posteriormente ejecutar un conteo de huevos y ninfas con vida por pulgada² con ayuda de un estereoscopio (Figura 3.44A).

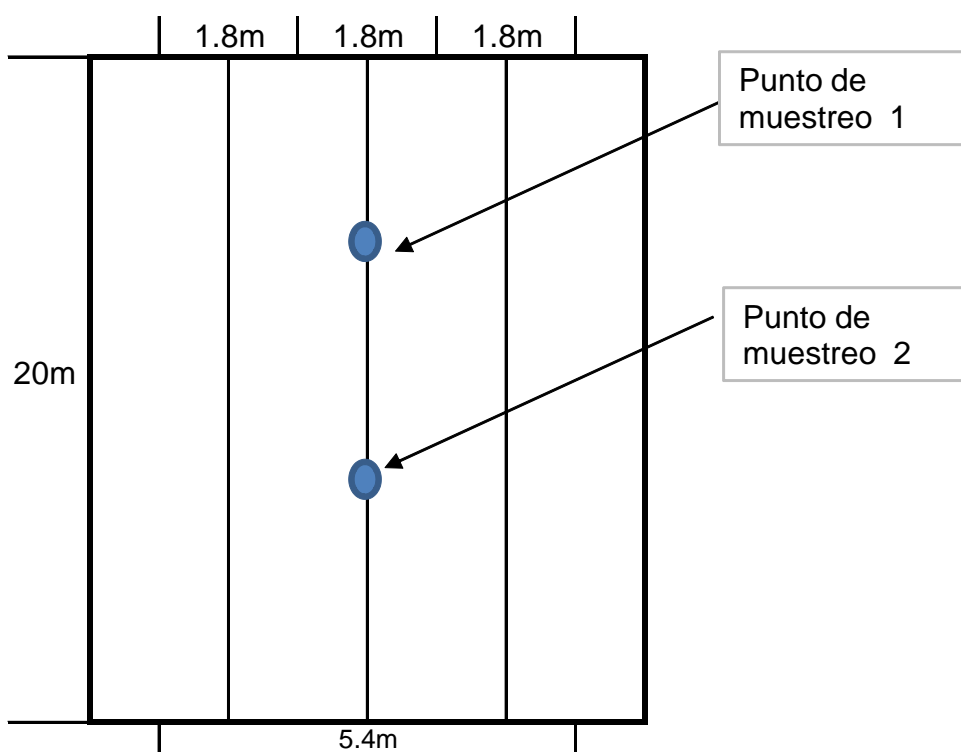


Figura 3.34 Croquis para los monitoreos de adultos e inmaduros de mosca blanca en cada unidad experimental

En la Figura 3.34 se observa que cada unidad experimental correspondiente a cada tratamiento efectuado en el cultivo de pepino, se estableció con dimensiones de 5 m de ancho por 20 m de longitud, reuniendo un área de 90m², ubicando tres surcos del cultivo para ejecutar los respectivos muestreos en el surco central y evitar ó disminuir de ésta forma efectos de borde provocados por los tratamientos adyacentes. Se observa también los dos puntos de muestreo utilizados para monitorear las poblaciones de *Bemisia* spp.

3.3.7 Metodología para la ejecución en el cultivo de melón

La metodología empleada en la presente prueba es similar a la utilizada en el cultivo de pepino.

3.3.7.1 Delimitación del área

En la Figura 3.35, se presenta el croquis de campo para la parte final del trabajo en el cultivo de melón, en donde el objetivo fue evaluar los mejores tratamientos obtenidos en la primera prueba realizada en el cultivo de pepino, así como la rotación de los productos.

	5.4m	5.4m	5.4m	5.4m	5.4m
10m	T5 finca 3 surcos 54m ²	T3 3 surcos 54m ²	T1 3 surcos 54m ²	T4 3 surcos 54m ²	T2 3 surcos 54m ²
10m	T5 finca 3 surcos 54m ²	T2 3 surcos 54m ²	T4 3 surcos 54m ²	T1 3 surcos 54m ²	T3 3 surcos 54m ²
10m	T5 finca 3 surcos 54m ²	T4 3 surcos 54m ²	T3 3 surcos 54m ²	T2 3 surcos 54m ²	T1 3 surcos 54m ²

Figura 3.35 Croquis de campo para el manejo de mosca blanca (*Bemisia spp*) en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

3.3.7.2 Calibración del equipo de aplicación

Se aplicó únicamente agua en tres unidades experimentales de forma individual para calcular el volumen promedio de descarga, tal como se ejecutó en el cultivo de pepino.

3.3.7.3 Tratamientos evaluados

Se establecieron cinco tratamientos los cuales se detallan en el Cuadro 3.40.

Cuadro 3.40 Tratamientos evaluados para el control de mosca blanca (*Bemisia spp*) en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

Tratamiento	Primera Aplicación	Dosis	Segunda aplicación	Dosis.	Intervalo entre aplicación
T1	Spirotetramat	0.5 lt/ha	Spirotetramat	0.5 lt/ha	7 días
T2	Spirotetramat	0.6 lt/ha	Spirotetramat	0.6 lt/ha	7 días
T3	Spirotetramat	0.6 lt/ha	Imidacloprid	0.7 lt/ha	7 días
T4	Imidacloprid	0.7 lt/ha	Spirotetramat	0.6 lt/ha	7 días
T5 (finca)	Endosulfan	***	Dimetoato	***	***

3.3.7.4 Cantidad de aplicaciones

Dos aplicaciones con intervalo de siete días. En ésta prueba el intervalo entre las dos aplicaciones disminuyó en relación a la primera debido a la alta población de mosca blanca surgida de la migración de otros campos de cultivo en la época en que se ejecutó el trabajo.

3.3.7.5 Variables de respuesta

Población de huevos y ninfas con vida por pulgada² y población de adultos con vida por hoja.

3.3.7.6 Monitoreos de mosca blanca (*Bemisia spp*)

Los monitoreos de las poblaciones se ejecutaron a los 0, 3, 6, 10, 13, 17 y 20 días después de la aplicación -dda-, siguiendo la misma metodología de muestreo efectuada en el cultivo de pepino.

3.3.8 Análisis de resultados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

A los resultados obtenidos en los nueve monitoreos de las poblaciones de adultos e inmaduros de mosca blanca, se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para un diseño de bloques completos al azar con un arreglo bifactorial (tratamientos y lecturas), con el objetivo de establecer la presencia de diferencias significativas principalmente entre tratamientos y finalmente, con la ayuda de un programa estadístico (Infostat), se ejecutó una prueba de comparación múltiple de medias según el criterio de Tukey.

3.3.8.1 Huevos de *Bemisia* spp por pulgada²

A continuación se presenta el resultado del análisis de varianza ejecutado a las poblaciones de huevos de mosca blanca en el cultivo de pepino (Cuadro 3.41).

Cuadro 3.41 Análisis de varianza para la población de huevos de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Huevos	252	0.67	0.51	31.99	
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	497.69	83	6	4.1	<0.0001
Tratamiento	105.02	6	17.5	11.97	<0.0001
Lectura	212.3	8	26.54	18.15	<0.0001
Bloque	10.98	3	3.66	2.5	0.0609
Tratamiento*Bloque	51.52	18	2.86	1.96	0.0146
Tratamiento*Lectura	117.86	48	2.46	1.68	0.0087
Error	245.6	168	1.46		
Total	743.28	251			

El análisis de varianza contenido en el Cuadro 3.41, muestra diferencias significativas entre tratamientos y entre lecturas, es decir que la población de huevos de *Bemisia* spp por pulgada², estuvo determinada por el efecto de los tratamientos y las lecturas de las poblaciones a través del tiempo, por lo tanto fue necesario desarrollar una prueba de comparación múltiple de medias por el criterio de Tukey para establecer cuál de los tratamientos presentó dicha diferencia, resultados que se presentan en el Cuadro 3.42.

Cuadro 3.42 Prueba de medias según Tukey, para la población de huevos de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Tratamientos	Medias	N	Grupos Tukey			
T5	2.69	36	A			
T4	3	36	A			
T3	3.64	36		B		
T7	4.12	36			C	
T1	4.2	36			C	
T2	4.28	36			C	
T6	4.56	36				D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de medias que se observa en el Cuadro 3.42, se estableció que los mejores tratamientos para el control de huevos de mosca blanca en el cultivo de pepino fueron: T5 y T4 que corresponden a 0.7 y 0.6 lt/ha de Spirotetramat, ya que son los que se ubican en el primer grupo Tukey con la menor población de huevos viables. Para una mejor comprensión se presenta la Figura 3.36.

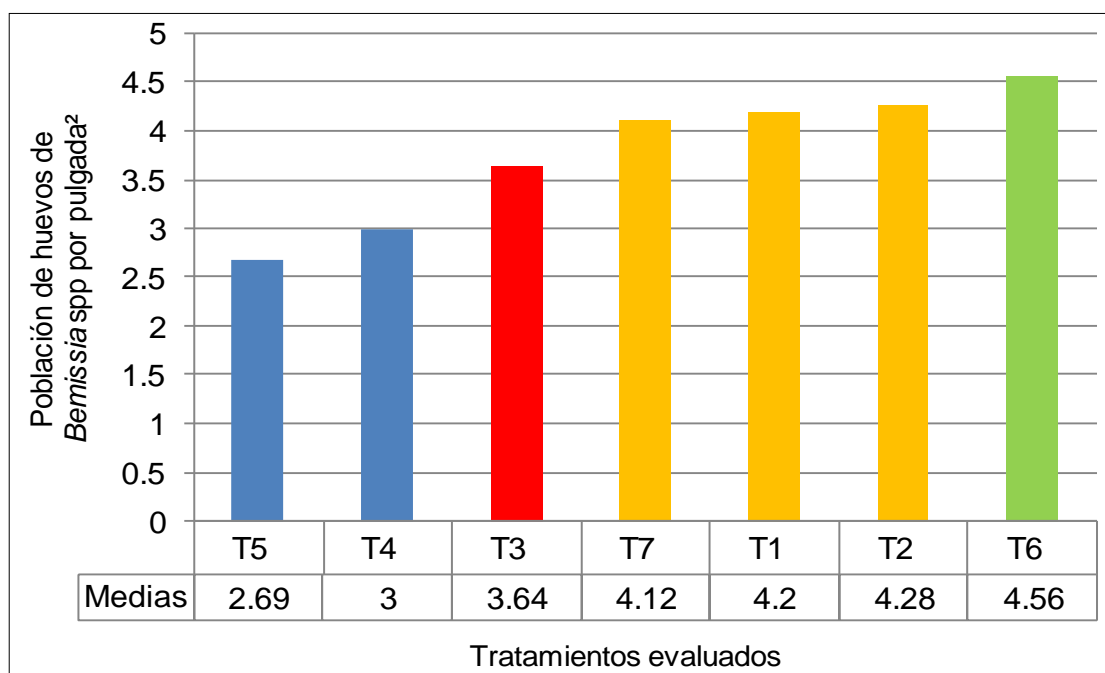


Figura 3.36 Población de huevos de *Bemisia* spp por pulgada² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

En resumen, la Figura 3.36 ilustra lo siguiente: Spirotetramat que no se encuentra disponible comercialmente, resultó ser mas eficiente que los productos utilizados como referencia comercial (Imidacloprid y Thiamethoxan) para el control de huevos de mosca blanca.

3.3.8.2 Ninfas de *Bemisia* spp por pulgada²

A las poblaciones de ninfas, se le practicó un análisis de varianza con el objetivo de establecer diferencias entre tratamientos, tal como se presenta en el Cuadro 3.43.

Cuadro 3.43 Análisis de varianza para la población de ninfas de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Variable Ninfas	N	R²	R² Aj	CV	
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	177.28	83	2.14	4.21	<0.0001
Tratamiento	85.54	6	14.26	28.13	<0.0001
Lectura	19.99	8	2.5	4.93	<0.0001
Bloque	4.9	3	1.63	3.22	0.0242
Tratamiento*Bloque	13.82	18	0.77	1.51	0.0902
Tratamiento*Lectura	53.04	48	1.1	2.18	0.0001
Error	85.15	168	0.51		
Total	262.43	251			

El análisis de varianza contenido en el Cuadro 3.43, muestra diferencias significativas entre tratamientos, razón por la que se procedió a ejecutar una prueba de medias para determinar los de mayor eficiencia en relación a la población media de ninfas vivas (Cuadro 3.44).

Cuadro 3.44 Prueba de medias según Tukey, para la población de ninfas de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Tratamientos	Medias	N	Grupos Tukey		
T5	2.05	36	A		
T1	2.31	36	A		
T4	2.33	36	A		
T3	2.39	36	A		
T2	2.66	36		B	
T7	3.58	36			C
T6	3.6	36			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Según la prueba de medias contenida en el Cuadro 3.44, los mejores tratamientos para el control de ninfas de mosca blanca se encuentran en el primer grupo Tukey, los cuales fueron: T5, T1, T4 y T3 que corresponden a 0.7 lt/ha de Spirotetramat, 0.7 lt/ha de Imidacloprid y 0.6 y 0.5 lt/ha de Spirotetramat, respectivamente, resultados que también se presentan en la Figura 3.37.

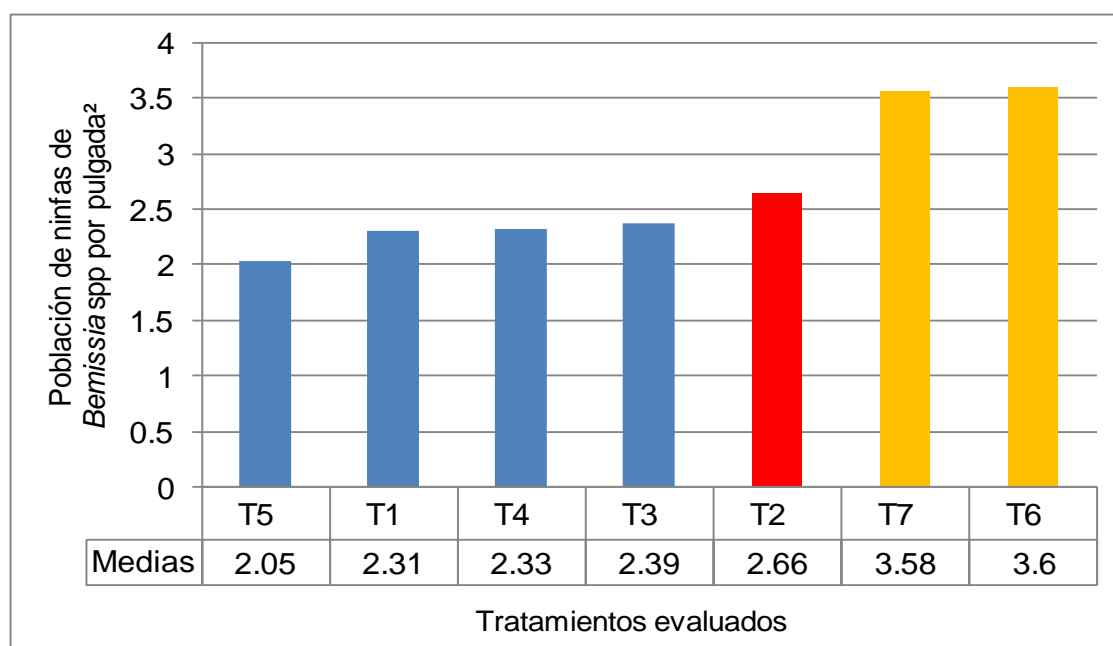


Figura 3.37 Población de ninfas de *Bemisia* spp por pulgada² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Los resultados contenidos en la Figura 3.37, muestran que Spirotetramat se encuentra a la altura de uno de los agroquímicos líderes actualmente en el mercado (Imidacloprid) para el control de ninfas de mosca blanca, encontrándose también por encima de la eficacia de Thiamethoxan que es otro de los productos utilizados actualmente en el mercado para el objetivo ya descrito.

3.3.8.3 Adultos de *Bemisia* spp por hoja

En el Cuadro 3.45 se presenta el análisis de varianza que se le ejecutó a los resultados de las poblaciones de adultos vivos de mosca blanca en el cultivo de pepino.

Cuadro 3.45 Análisis de varianza para la población de adultos de *Bemisia* spp por hoja en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Variable Adultos	N	R²	R² Aj	CV	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102.97	83	1.24	5.06	<0.0001
Tratamiento	31.72	6	5.29	21.57	<0.0001
Lectura	35.38	8	4.42	18.05	<0.0001
Bloque	2.91	3	0.97	3.95	0.0093
Tratamiento*Bloque	4.92	18	0.27	1.12	0.3408
Tratamiento*Lectura	28.04	48	0.58	2.38	<0.0001
Error	41.16	168	0.25		
Total	144.13	251			

El análisis de varianza indica diferencias significativas entre tratamientos, por lo cual se llevó a cabo una prueba de comparación de medias para establecer cuál de los tratamientos presentó la mejor eficacia en el control de la variable en cuestión (Cuadro 3.46).

Cuadro 3.46 Prueba de medias según Tukey, para la población de adultos de *Bemisia* spp por hoja en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Tratamientos	Medias	N	Grupos Tukey		
T5	1.74	36	A		
T1	1.87	36	A		
T3	2	36	A		
T4	2.02	36	A		
T2	2.15	36		B	
T6	2.67	36			C
T7	2.71	36			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0.05$)

Los resultados obtenidos en la comparación de medias para adultos de mosca blanca, presentó resultados exactamente iguales a los obtenidos para ninfas, de manera que esto sirvió para empezar a establecer desde ya los mejores tratamientos de adultos e inmaduros, a continuación se presentan dichos resultados en la Figura 3.38.

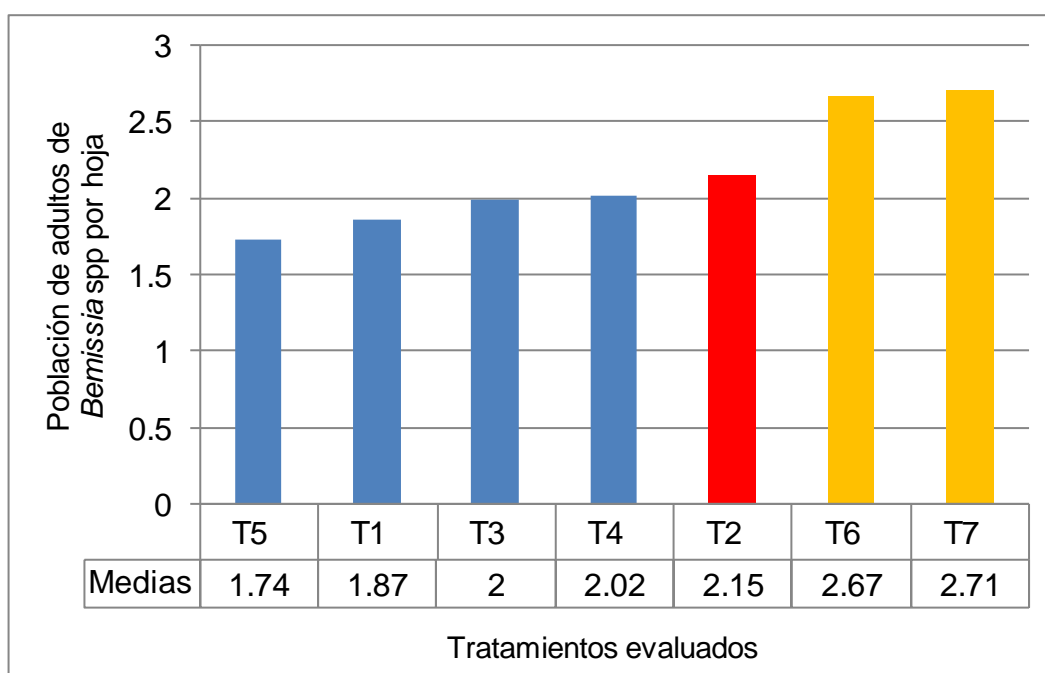


Figura 3.38 Población de adultos de *Bemisia* spp por hoja en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

La Figura 3.38 indica lo siguiente; los tratamientos correspondientes a 0.5, 0.6 y 0.7 lt/ha (T3, T4 y T5) de Spirotetramat y 0.7 lt/ha (T1) de Imidacloprid, presentaron el mejor control en relación a la población de adultos vivos de mosca blanca, ya que dichos tratamientos se ubican en el primer grupo Tukey con la menor población de dicha plaga.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos fueron analizados en conjunto, es decir comparando los monitoreos de adultos e inmaduros en relación a los tratamientos y lecturas efectuadas a través del tiempo, en otras palabras, los resultados de los monitoreos se analizaron con base a un diseño de bloques completos al azar, pero con un arreglo bifactorial (tratamientos y lecturas).

Los tratamientos que mejores resultados presentaron para el control de adultos e inmaduros de mosca blanca en el cultivo de pepino, se presentan en el Cuadro 3.47.

Cuadro 3.47 Resumen de los mejores tratamientos para el control de adultos e inmaduros de mosca blanca (*Bemisia* spp), en el cultivo de pepino, Teculután, Zacapa

Huevos	Ninfas	Adultos
0.6 lt/ha Spirotetramat	0.5 lt/ha Spirotetramat	0.5 lt/ha Spirotetramat
0.7 lt/ha Spirotetramat	0.6 lt/ha Spirotetramat	0.6 lt/ha Spirotetramat
	0.7 lt/ha Spirotetramat	0.7 lt/ha Spirotetramat
	0.7 lt/ha Imidacloprid	0.7 lt/ha Imidacloprid

El Cuadro 3.47 muestra los tratamientos que presentaron la mejor eficiencia en el control de las poblaciones de adultos e inmaduros de mosca blanca en el cultivo de pepino. Se observa que Spirotetramat en dosis de 0.5, 0.6 y 0.7 lt/ha, presentaron la misma eficiencia en el control de ninfas y adultos al igual que Imidacloprid en dosis de 0.7 lt/ha, mientras que para el control de las poblaciones de huevos, la dosis más baja de Spirotetramat (0.5 lt/ha) así como Imidacloprid no presentaron resultados satisfactorios, únicamente 0.6 y 0.7 lt/ha de Spirotetramat.

Con base a lo descrito, se seleccionaron las dosis de 0.5 y 0.6 lt/ha de Spirotetramat y 0.7 lt/ha de Imidacloprid, descartando la dosis más alta de Spirotetramat (0.7 lt/ha) ya que dicho tratamiento no presentó diferencias significativas estadísticamente hablando con

0.5 y 0.6 lt/ha del mismo ingrediente activo, lo que representa menor costo de adquisición del producto comercialmente.

En resumen, se seleccionaron los tratamientos de Spirotetramat en dosis de 0.5 y 0.6 lt/ha e Imidacloprid en dosis de 0.7 lt/ha.

Los tratamientos seleccionados fueron evaluados en una segunda fase, siguiendo la misma metodología, es decir, dos aplicaciones del mismo ingrediente activo, y, además se le sumaron dos tratamientos más en donde se alternaron ingredientes activos (Spirotetramat e Imidacloprid e Imidacloprid y Spirotetramat).

A continuación se presentan los resultados detallados de la segunda prueba llevada a cabo en el cultivo de melón.

3.3.9 Análisis de resultados en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

De los tratamientos seleccionados, se programaron dos aplicaciones, reduciendo el intervalo entre aplicaciones a siete días. La razón por la que se redujo el intervalo de aplicación, fue que dicha prueba se desarrolló en la tercera temporada de producción del cultivo, lo que conlleva una mayor población de la plaga debido a la migración de adultos, ya que en ésta época son muy pocas las empresas que continúan la explotación del cultivo por aproximarse la entrada de la época lluviosa.

3.3.9.1 Huevos de *Bemisia spp* por pulgada²

En el Cuadro 3.48 se presenta el análisis de varianza para los monitoreos de huevos de mosca blanca en la evaluación de los mejores tratamientos seleccionados en la primera prueba ejecutada en el cultivo de pepino.

Cuadro 3.48 Análisis de varianza para la población de huevos de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

Variable Huevos	N	R²	R² Aj	CV	
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	230,97	44	5,25	4,15	<0,0001
Tratamiento	31,62	4	7,91	6,25	0,0003
Lectura	78,29	6	13,05	10,31	<0,0001
Bloque	1,41	2	0,70	0,56	0,5766
Tratamiento*Bloque	18,28	8	2,28	1,81	0,0936
Tratamiento*Lectura	101,37	24	4,22	3,34	0,0001
Error	75,91	60	1,27		
Total	306,87	104			

El Cuadro 3.48 presenta el análisis de varianza para la población de huevos de mosca blanca, indicando diferencias significativas entre tratamientos por lo que en el Cuadro 3.49 se presenta la respectiva prueba de medias para determinar cuáles fueron los mejores tratamientos en el control de dicha variable.

Cuadro 3.49 Prueba de medias según Tukey, para la población de huevos de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

Tratamientos	Medias	N	Grupos Tukey	
T3	2,98	21	A	
T4	3,06	21	A	
T1	3,68	21	A	
T2	3,73	21	A	
T5	4,50	21		

Letras distintas indican diferencias significativas (p ≤ 0,05)

La prueba de medias indica dos grupos Tukey, encontrando en primer lugar los tratamientos tres, cuatro, uno y dos (T3, T4, T1 y T2) como los de mejor eficiencia en el control de poblaciones de huevos de mosca blanca (Cuadro 3.49).

Dichos tratamientos (T3), corresponden a alternar con Spirotetramat en dosis de 0.6 lt/ha en la primera aplicación e Imidacloprid en dosis de 0.7 lt/ha en la segunda aplicación y el

segundo (T4), viceversa. En el mismo grupo, y con la misma eficiencia que el T3 y T4, se encuentra ubicado el T1 que corresponde a dos aplicaciones de Spirotetramat en dosis de 0.5 lt/ha y el T2 equivalente a 0.6 lt/ha del mismo ingrediente activo en ambas aplicaciones, quedando con menor eficiencia los tratamientos aplicados por la finca en donde se ejecutó el trabajo (T5), los cuales consistieron en aplicar los ingredientes activos Endosulfan y Dimetoato en intervalos similares al nuestro, indicando que los tratamientos evaluados se ubican con mayor eficiencia al manejo efectuado por la finca (Cuadro 3.40).

En resumen; alternar los ingredientes activos no representó diferencias en el control de huevos de mosca blanca en relación a utilizar el mismo ingrediente (Spirotetramat) en ambas aplicaciones. Los resultados descritos pueden ser observados en la Figura 3.39.

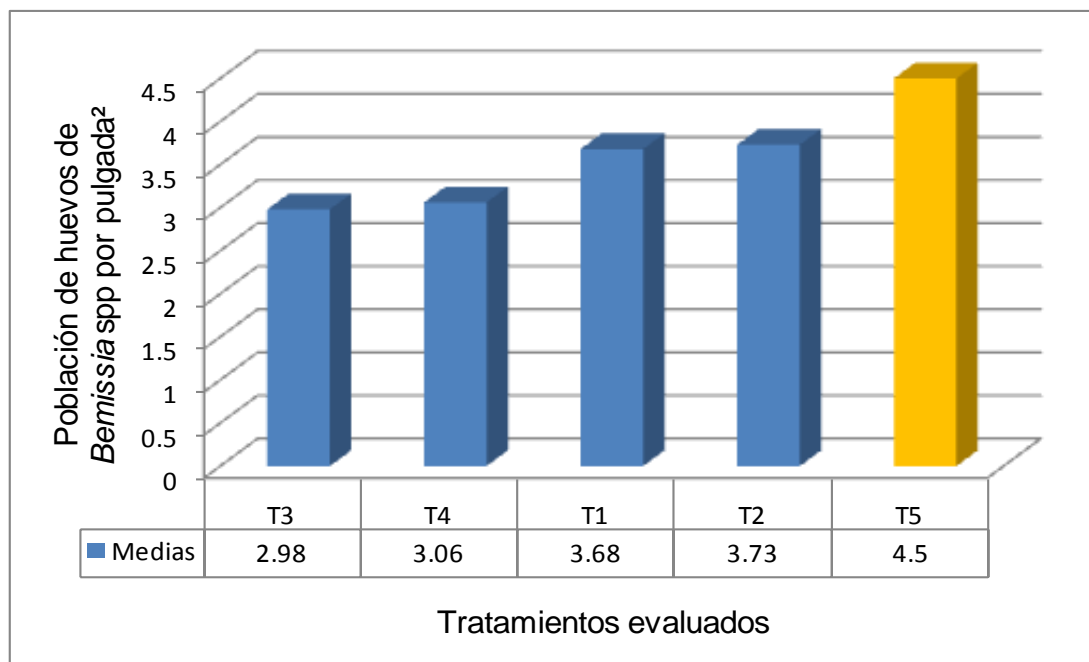


Figura 3.39 Población de huevos de *Bemisia* spp por pulgada² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

3.3.9.2 Ninfas de *Bemisia* spp por pulgada²

En el Cuadro 3.50 se presenta un análisis de varianza para los monitoreos de ninfas, llevado a cabo con el objetivo de determinar diferencias entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 3.50 Análisis de varianza para la población de ninfas de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

Variable Ninfas	N	R²	R² Aj	CV	
	105	0,75	0,57	29,99	
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	419,38	44	9,53	4,13	<0,0001
Tratamiento	48,73	4	12,18	5,27	0,0010
Lectura	166,95	6	27,82	12,04	<0,0001
Bloque	4,00	2	2,00	0,87	0,4255
Tratamiento*Lectura	159,91	24	6,66	2,88	0,0005
Tratamiento*Bloque	39,78	8	4,97	2,15	0,0443
Error	138,61	60	2,31		
Total	557,99	104			

El análisis de varianza para las poblaciones de ninfas de mosca blanca en el cultivo de melón, presentó diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3.50), razón por la que en el Cuadro 3.51 se presenta una prueba de medias con el objetivo de establecer los tratamientos que presentaron el mejor control de dicha variable.

Cuadro 3.51 Prueba de medias según Tukey, para la población de ninfas de *Bemisia* spp por pulgada² en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa.

Tratamientos	Medias	N	Grupos Tukey	
T3	4,25	21	A	B
T4	4,55	21	A	
T1	5,00	21	A	
T2	5,35	21	A	
T5	6,20	21		

Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05)

En el Cuadro 3.51 se observan dos grupos Tukey en relación a la eficiencia de los tratamientos para controlar las poblaciones de ninfas de mosca blanca, indicando resultados exactamente iguales a los obtenidos para la variable huevos, dichos resultados se presentan a continuación de manera gráfica para un mejor análisis (Figura 3.40).

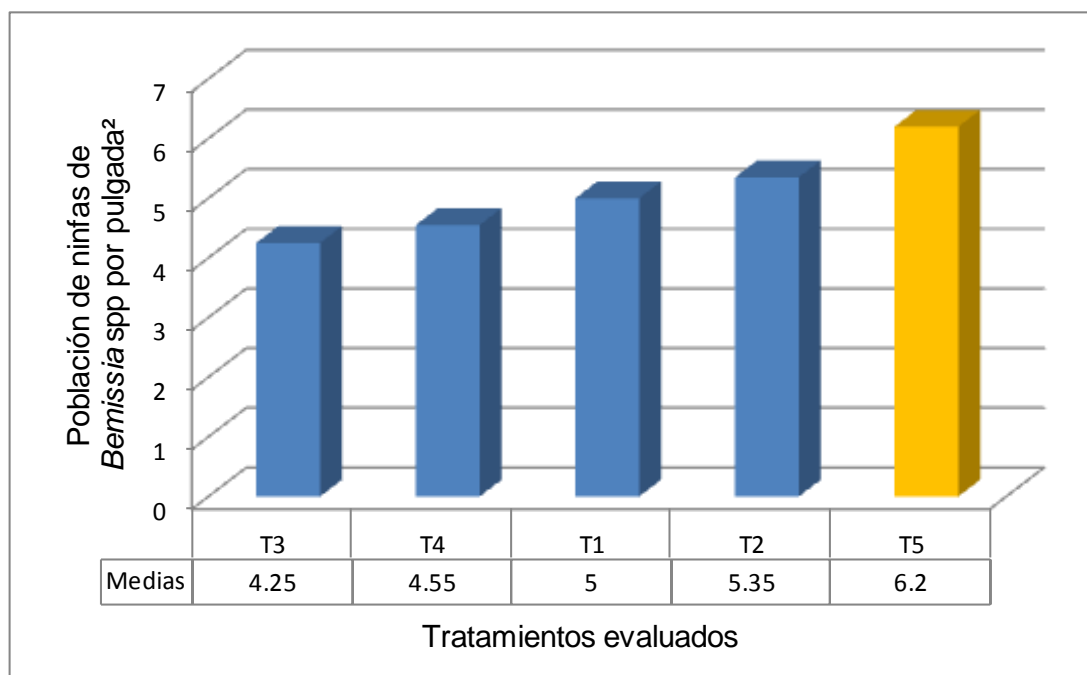


Figura 3.40 Población de ninfas de *Bemissia* spp por pulgada² en relación a los tratamientos evaluados en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

La Figura 3.40 indica que: tanto para el control ninfas, así como de huevos de mosca blanca (Figura 3.39), la mejor alternativa la constituyen los tratamientos tres, cuatro, uno y dos, indicando que no existe diferencia en la eficiencia al alternar los ingredientes activos.

3.3.9.3 Adultos de *Bemisia* spp por hoja

Los resultados de los estados inmaduros (huevos y ninfas), tienen relativamente mayor validez, ya que los adultos por lo general siempre van a presentar migración entre tratamientos, mientras que los estados inmaduros permanecen en el envés del sistema foliar y obviamente no presentan migración, sin embargo es un parámetro que se ha utilizado en éste tipo de estudios. En el Cuadro 3.52 se presentan los resultados del análisis de varianza efectuado a la variable población de adultos de mosca blanca, con el objetivo de establecer diferencias o no entre tratamientos.

Cuadro 3.52 Análisis de varianza para la población de adultos de *Bemisia* spp por hoja en el cultivo de melón, Agroexportadora HLP, Cabañas, Zacapa

Variable Adultos	N	R²	R² Aj	CV	
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	75,69	44	1,72	4,63	<0,0001
Tratamiento	4,53	4	1,13	3,05	0,0237
Lectura	21,48	6	3,58	9,63	<0,0001
Bloque	2,29	2	1,14	3,08	0,0535
Tratamiento*Lectura	38,06	24	1,59	4,27	<0,0001
Tratamiento*Bloque	9,34	8	1,17	3,14	0,0049
Error	22,30	60	0,37		
Total	97,99	104			

En el análisis de varianza para adultos de mosca blanca, no se produjo diferencias significativas entre tratamientos, es decir que los cinco tratamientos evaluados presentaron igual eficiencia para el control de la población de adultos, sin ser necesario ejecutar una prueba de medias con base al criterio de Tukey (Cuadro 3.52).

En resumen; alternar Spirotetramat e Imidacloprid y viceversa, no representó diferencias al utilizar únicamente Spirotetramat en ambas aplicaciones, además dichos tratamientos presentaron mejor eficiencia para el control de huevos y ninfas en relación al manejo efectuado por la finca a excepción del control de adultos en donde todos los tratamientos evaluados incluyendo el de la finca resultaron tener la misma eficiencia en el control de las poblaciones de dicho insecto.

3.3.10 Conclusiones

Los tratamientos de mayor eficiencia para el control de huevos de mosca blanca en el cultivo de pepino fueron; 0.6 y 0.7 lt/ha de Spirotetramat.

Los tratamientos de mayor eficiencia para el control de ninfas y adultos de mosca blanca en el cultivo de pepino fueron; 0.5, 0.6 y 0.7 lt/ha de Spirotetramat y 0.7 lt/ha de Imidacloprid.

En un período de 27 días y con dos aplicaciones en intervalo de 10 días respectivamente, Spirotetramat presentó igual eficiencia en relación a Imidacloprid que es el producto líder actualmente en el mercado para el control de mosca blanca.

Spirotetramat en dosis de 0.5 y 0.6 lt/ha, así como Imidacloprid en dosis de 0.7 lt/ha fueron los tratamientos seleccionados para llevar a cabo la segunda prueba en el cultivo de melón.

Alternar Spirotetramat e Imidacloprid y viceversa, no representó diferencias en la eficiencia del control de adultos e inmaduros de mosca blanca en relación a utilizar únicamente Spirotetramat en ambas aplicaciones.

La segunda prueba de los tratamientos en el cultivo de melón, se efectuó en la tercera temporada de producción, bajo condiciones de alta población de la plaga ya que es aquí donde existe mayor migración de mosca blanca debido a la baja cantidad de campos plantados del cultivo, por lo que dichas condiciones representaron muy buen parámetro para la evaluación de los tratamientos bajo condiciones críticas.

3.3.11 Recomendaciones

Se recomienda el uso de Spirotetramat en dosis de 0.5 ó 0,6 lt/ha para el control de adultos e inmaduros de mosca blanca, así como Imidacloprid en dosis de 0.7 lt/ha.

A pesar de que alternar ingredientes activos (Spirotetramat e Imidacloprid y viceversa), no representó diferencias en la eficiencia de control de mosca blanca en relación a aplicar Spirotetramat en ambas aplicaciones, se recomienda la alternancia para evitar problemas de resistencia de la plaga hacia los insecticidas.

El orden de la alternancia en los ingredientes activos, dependerá de las poblaciones iniciales de mosca al momento de la primera aplicación, por ejemplo; si la población inicial es alta: se recomienda ejecutar la primera aplicación con Imidacloprid a razón de 0.7 lt/ha, ya que éste, por su modo de acción tiene la capacidad de actuar en forma de choque (contacto e ingestión) contra la plaga, disminuyendo considerablemente las poblaciones en poco tiempo, continuando con la segunda aplicación de Spirotetramat en dosis de 0.6 lt/ha una vez que se han disminuido las poblaciones con Imidacloprid, ya que Spirotetramat es más lento en su efecto debido a su modo de acción, pero posee mayor residualidad en la planta en relación a Imidacloprid, garantizando de ésta forma un manejo adecuado de la plaga y de los agroquímicos, recomendando todo lo contrario si las poblaciones iniciales de mosca blanca son bajas, es decir iniciar con Spirotetramat y continuar con Imidacloprid.

3.3.12 Bibliografía

1. Alas Marroquín, GA. 2000. Evaluación de la efectividad de cuatro insecticidas biológicos para el control de ninfas de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el cultivo de melón (*Cucumis melo*), finca Los Yajes, del municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa. Chiquimula, Guatemala, USAC, CUNORI, Facultad de Agronomía. 43 p.
2. Fernández Gómez, G. 2007. Evaluación de cinco insecticidas para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill) en El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 41 p.
3. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2006. Censo nacional agropecuario. Guatemala. 1 CD.
4. Infoagro.com. 2010. El cultivo del melón (en línea). España. Consultado 20 ene. 2010. Disponible en: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm
5. Villeda Ramírez, JD. 1993. El cultivo del tomate. Guatemala, MAGA. 142 p.

3.3.13 Anexos



Figura 3.41A. A. Parcela delimitada y B. Toma de muestras en el cultivo de melón

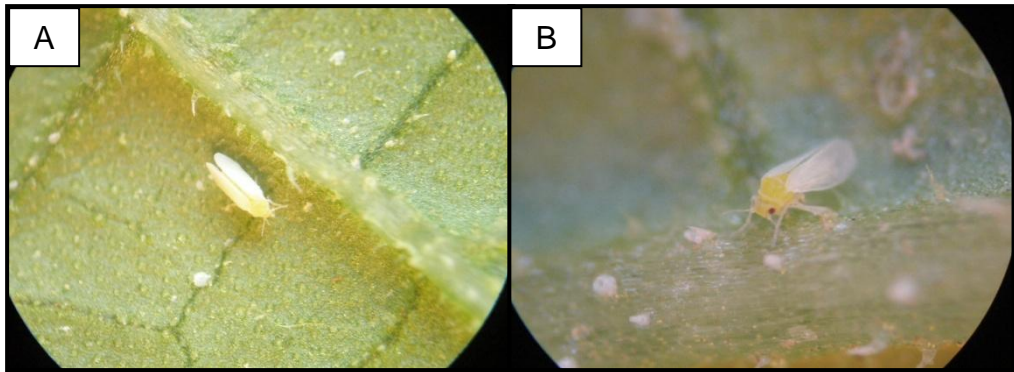


Figura 3.42A. A y B. Adultos con vida de *Bemisia* spp en el cultivo de melón

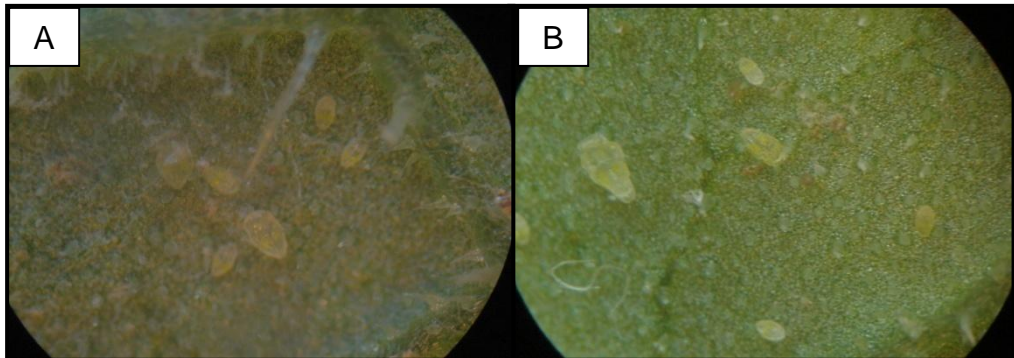


Figura 3.43A. A y B. Ninfas de *Bemisia* spp con vida, en el cultivo de melón



Figura 3.44A. Conteo de poblaciones de huevos y ninfas de *Bemisia* spp por pulgada² a través del estereoscopio

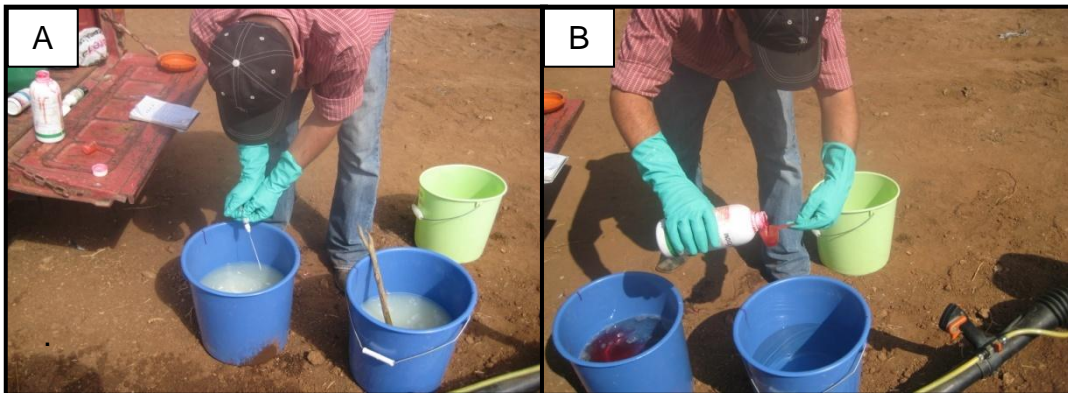


Figura 3.45A. A y B. Preparación de los tratamientos evaluados para el control de *Bemisia* spp en el cultivo de melón

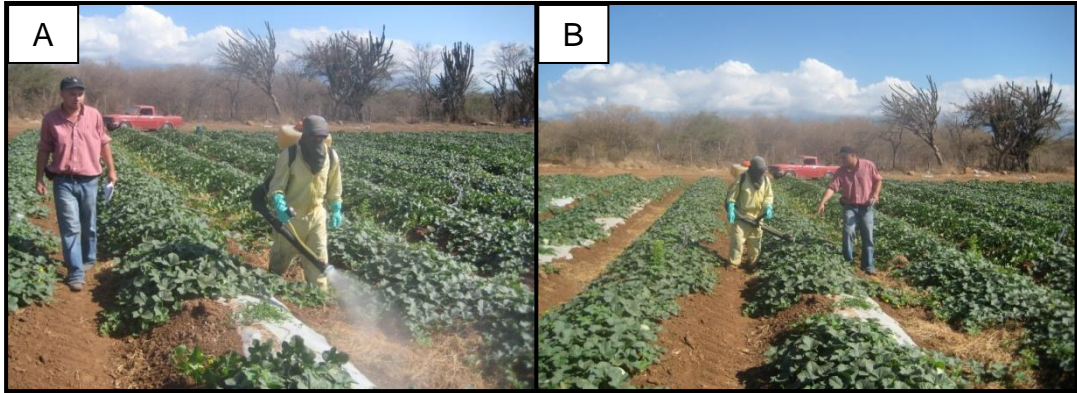


Figura 3.46A. A y B. Aplicación de tratamientos para el control de *Bemisia* spp en el cultivo de melón

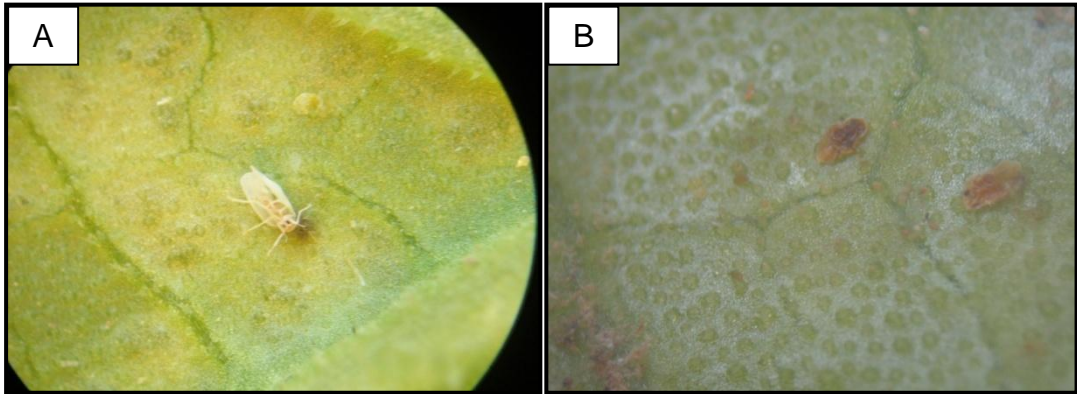


Figura 3.47A. A. Efecto de los tratamientos en adultos y B. Efecto de los tratamientos en ninfas de *Bemisia* spp