

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL PSÍLIDO DE LA PAPA,
***Paratrioza cockerelli* (Homóptera: Psyllidae), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS**
REALIZADOS EN EL LABORATORIO FITOSANITARIO UNR-MAGA
QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A. PERÍODO DE FEBRERO A NOVIEMBRE
2013.

RAQUEL IRENE FLORES PINEDA

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2016

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL PSÍLIDO DE LA PAPA,
Paratrioza cockerelli (Homóptera: Psyllidae),. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS
REALIZADOS EN EL LABORATORIO FITOSANITARIO UNR-MAGA
QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A. PERÍODO DE FEBRERO A NOVIEMBRE
2013.**

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

**POR
RAQUEL IRENE FLORES PINEDA**

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

**EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

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

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López

VOCAL PRIMERO

Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz López

VOCAL CUARTO

Br. Ind. Milton Juan José Caná Aguilar

VOCAL QUINTO

P. Agr. Cristian Alexander Méndez López

SECRETARIO

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón.

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

Guatemala, noviembre de 2016

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: **Determinación de la presencia y distribución del psílido de la papa, *Paratrioza cockerelli* (homóptera: psyllidae) en cuatro municipios de Quetzaltenango, Guatemala, C. A., Diagnóstico y servicios realizados en el Laboratorio Fitosanitario de la Unidad de Normas y Regulaciones, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- de Quetzaltenango, Guatemala, C.A. período de febrero a noviembre 2013;** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Raquel Irene Flores Pineda

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por darme la vida, el entendimiento, y abundancia de bendiciones, por su fidelidad, gracia y misericordia inmerecidas, porque sin su voluntad no se mueve ni la hoja de un árbol.
- A MI ESPOSO:** Juan Carlos Morales Rodas por su amor y apoyo incondicional que ha sido la fuerza que me impulsa a seguir; por enseñarme a resolver las complicaciones de la vida con ingenio, alegría y positivismo.
- A MIS HIJAS:** Julia Camila y Jimena Cristina, por ser el motor de mi vida, porque en la responsabilidad de guiarlas he aprendido de mis errores para ser mejor persona.
- A MI MADRE:** Raquel Pineda Leiva, por su amor y dedicación, por su sabiduría, por sus sacrificios, por todos sus esfuerzos para que yo logre mis metas, por sus ejemplos de vida y consejos, por su apoyo y la forma en que se ha dejado a un lado a sí misma, y ha tolerado, transigido y sobrelleva para que mi bienestar sea completo. Gracias madre por modelar en lo que una mujer debe ser.
- A MI PADRE:** Darwin Leonel Flores Portillo por su amor, por enseñarme valores, por formarme como una mujer fuerte, independiente y resuelta.
- A MI HERMANA:** Andrea Fabiola por todas las aventuras compartidas, por nuestros interminables momentos de buen humor, por ser mi consejera, mi amiga, por ser quien abre los brazos en los que me refugio cuando mi alma necesita consuelo. Gracias por todo hermana.
- A MI TIO:** Esvin Adoniram Pineda Leiva, por haber creído en mí y haberme apoyado para que pudiera estudiar, sin su ayuda, este camino hubiera sido mucho más complicado, gracias por su amor.

A MIS ABUELITOS: Vladimiro Flores Olavarrueth e Irma Yolanda Portillo Sosa, por todo el apoyo, el amor y por mostrarnos el camino correcto de la vida. Raquel Leiva Duque (Q.E.P.D) por enseñarme a ser feliz con las cosas más sencillas de la vida, la extrañó y la amo, desearía mucho que pudiera compartir conmigo esta felicidad; y Francisco Pineda Lara (Q.E.P.D), por ser el baluarte y cimiento de mi familia materna A todos mis viejitos les agradezco infinitamente por darme el Legado del Cristianismo y ser la ascendencia de esta familia que ha crecido en el amor de Dios.

A MIS TIOS: Carlos Pineda, Elva Pineda (Q.E.P.D), Neri Pineda, Ezequiel Pineda, Israel Lara; Emilio Pineda, Marvin Pineda, Samuel Leiva, Dorcas Barrientos, Willfredo Terraza, Vilga Elubia Palma, Estelita Linares, Lilia Cárdenas, Clariza Navarrete, Efigenia López, Elda Videz, Sofía Mendoza, Aida Victoria Morales, Daniel Portillo (Q.E.PD.) Elizabeth Portillo, Lucas Sosa, Efraín Escobar, Aníbal Escobar, porque con su ejemplo me enseñaron que el trabajo dignifica.

A MIS PRIMOS: Tonito, Melvi, Walter, Yobany, Adriana, Omar, Ricardo, Paty, Claudia, Rebeca, Vilma, Neri, Abigail, Sergio, Wincito, Byron, Dany, Britney, Herson, Lili, Marvin, Estefany, Esteban, Sindy, José, Marjorie, a todos gracias, porque han sido parte de mi vida y han aportado su granito de arena para darme alegría y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A la FAUSAC Y USAC

Por abrir sus puertas para darme la instrucción profesional, por el privilegio y el orgullo de poder servir a mi pueblo como egresada de la gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala. Mi corazón se hincha de emoción por ser parte de la comunidad Sancarlista.

A mis amigos de la vida

Esaú Sandoval, Jennifer Bravo, Ana Barrios, Walter Maldonado, José Ricardo Hernández, Ronald Lima, Ronaldo Cárdenas (Q.E.P.D.) Miguel Barrios (Q.E.P.D.) Sergio Gaborit, Amílcar Ponce, Rolando Martínez, Yezzenia Zaldaña, Valentín y Merylu Gonzalez, José Luis Solares, porque han sido oportunos para brindarme su amistad incondicional y han enriquecido mi corazón con incontables experiencias.

A mis amigos del Gremio

Alma Santos, María del Sol Maldonado, Bárbara Argueta, Andrea Guerra, Heidy Botzoc, Rómulo Xicay, Humberto Preti, Miguel Barrera, Cristian Pérez, Eliseo Salazar, Marvin Pec, Gerson Coy, Daniel Barrios, Mynor Marroquín, Neri Barrios, Eduardo Figueroa, William Sosa, Raúl Córdova, Rony Chalí, Julio Paniagua, José Franco, Rudy Guillermo, porque todos y cada uno de ustedes son importantes y aportaron algo positivo a mi crecimiento personal.

A mis amigos intracardíacos del Gremio

Marianna Mendoza, Delmy Castillo, Keyla Patzán, Karla Hernández, Roselia Solares, Alba Noj, Rubeín Pérez, Fredy Franco, Juan Josué Santos, agradezco especialmente a cada uno por su apoyo, cada uno sabe lo que les debo, están en lo profundo de mi corazón, y sin la ayuda de ustedes, esto no fuera posible.

Al personal académico de la FAUSAC

Ing. Udine Aragón, Ing. Mario Godínez, Ing. Rolando Lara, Dr. Edin Orozco, Ing. Manuel Martínez, Dr. Pablo Prado, Lic. Enrique Flores, Ing. Ivan Santos, Ing. Marvin Salguero, Ing. Aníbal Sacbajá, Ing. Francisco Vásquez, Ing. Oscar Medinilla, Ing. Juan Herrera, Ing.

Roderico Estrada Muy, Ing. Marco Estrada Muy, Ing. Marino Barrientos, con su entrega y dedicación modificaron mi mente e hicieron florecer en mi alma la pasión por la agronomía y el trabajo bien hecho.

A mis supervisores y asesores

Ing. José Luis Alvarado por su paciencia, dedicación y motivación constante.

Ing. Álvaro Hernández, por sus enseñanzas invaluable, sus consejos serán para mí un proyecto de vida.

Ing. Hermógenes Castillo, por enseñarme a pensar y a ver la vida más pragmática.

Al Ministerio de Agricultura Ganadería y alimentación

Ing. Efraín Mendoza, con mucho agradecimiento, su mediación abrió las instancias posibles para la elaboración del Ejercicio Profesional Supervisado. Aprendí de él a poner todo el empeño y esfuerzo para lograr mis metas.

Ing. Carlos Sicán, con especial afecto por todo su apoyo, por su amistad y por sus enseñanzas.

Ing. Amilcar Celada por su paciencia, comprensión y enseñanzas.

A mis compañeros de trabajo, Karla Estrada, Don Benito Zorin, Don Mario Alpirez, Mario Estuardo Castillo, Dr. MV Francisco Castillo, Ing. Víctor Carrascosa, por toda la convivencia, por el cariño y el apoyo que me brindaron.

A la Cadena de la Papa, Funda Sistemas, ADICH y MANCUERNA

Con especial cariño para el Ing. Ángel Arango y Don Marcial Tomás con particular dilección por su colaboración desinteresada, misma que enriqueció sobremanera la investigación. Al Compañero Mario Fuentes, muchísimas gracias por su asistencia y colaboración en el muestreo.

A OIRSA

Por brindar oportunidad de trabajo a estudiantes de la FAUSAC y por financiar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	x
CAPITULO I	
DIAGNÓSTICO DEL LABORATORIO FITOSANITARIO DE LA UNIDAD DE NORMAS Y REGULACIONES DEL MINISTERIO DE GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN DE QUETZALTENANGO	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Antecedentes.....	3
1.2.2 Unidad ejecutora.....	3
1.2.3 Misión y visión.....	4
1.2.4 Ubicación del Laboratorio Fitosanitario.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 General.....	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 METODOLOGÍA	5
1.5 RESULTADOS.....	5
1.5.1 Historia.....	5
1.5.2 Datos obtenidos.....	6
A. Administración.....	6
B. Alcances.....	6
C. Descripción general.....	6
D. Costos	7
E. Infraestructura	7
F. Servicios.....	7
G. Recursos humanos.....	8
H. Recursos físicos	8
a. Equipo	8
b. Reactivos y cristalería	9
I. Metodología de trabajo.....	9
a. Recepción de muestras.....	9

CONTENIDO	PÁGINA
b. Registro de muestras.....	10
c. Procesamiento de muestras	10
d. Tiempo requerido para el diagnóstico.....	10
e. Emisión de resultados.....	10
f. Muestras procesadas.....	10
J. Distribución de fondos recaudados	11
1.5.3 Jerarquización de problemas.....	11
1.5.4 Problemática priorizada.....	13
1.6 CONCLUSIONES	14
1.7 RECOMENDACIONES.....	15
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	15
1.9 ANEXOS.....	16

CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL PSÍLIDO DE LA PAPA, <i>Paratrioza cockerelli</i> (Homóptera: Psyllidae) EN SAN MARTÍN SACATEPÉQUEZ, CONCEPCIÓN CHIQUIRICHAPA, PALESTINA DE LOS ALTOS Y SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C. A, C. A.	21
2.1 PRESENTACIÓN	22
2.2 MARCO TEÓRICO	24
2.2.1 Marco conceptual	24
A. Cultivo de la papa	24
B. Generalidades de <i>P. cockerelli</i>	24
A. Características morfológicas y ciclo de vida de <i>P. cockerelli</i>	26
a. Huevo.....	26
b. Ninfa.....	27
c. Adulto.....	28
B. Distribución geográfica.....	31
C. Formas de daño foliar del Psílido al cultivo de papa	32
D. Síntomas	32
E. Daños originados por la toxina.....	34

CONTENIDO	PÁGINA
F. Daños causados por el fitoplasma.....	34
G. Efectos foliares.....	34
H. Efectos en los tubérculos.....	35
I. Efectos en la semilla.....	35
J. Controles de la Plaga.....	35
a. Umbral económico.....	35
b. Monitoreo.....	36
c. Control cultural.....	37
d. Control etológico.....	37
e. Control biológico.....	38
f. Control químico.....	39
K. Dispersión espacial.....	40
L. Tipos de distribución.....	41
a. Patrón espacial al azar (aleatorio).....	41
b. Patrón espacial uniforme.....	42
c. Patrón espacial agregado.....	42
M. Distribución espacial: métodos alternos.....	43
a. Índice de razón varianza-media.....	43
2.2.2 Marco referencial.....	44
A. Localización.....	44
a. Ubicación geográfica de Quetzaltenango.....	44
b. División política administrativa.....	44
c. Zona papera de Quetzaltenango.....	45
B. Clima.....	48
C. Suelos.....	48
2.3 OBJETIVOS.....	49
2.3.1 General.....	49
2.3.2 Específicos.....	49
2.4 HIPÓTESIS.....	49
2.5 METODOLOGÍA.....	50
2.5.1 Presencia de <i>P. cockerelli</i>	50

CONTENIDO	PÁGINA
A. Delimitación de las áreas de muestreo	50
B. Planificación de muestreo	50
a. Muestreo Piloto	50
b. Cantidad de área a muestrear	50
c. Número de muestras	52
C. Recolección de muestras	54
D. Rotulación de muestras	54
E. Identificación y conteo de ninfas	56
F. Tabulación de datos del muestreo	56
2.5.2 Distribución y patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i>	57
A. Distribución de <i>P. cockerelli</i>	57
a. Análisis de datos georreferenciados	57
B. Dispersión de <i>P. cockerelli</i>	58
a. Índice de relación media/varianza	58
b. Tabla de frecuencia	58
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
2.6.1 Presencia de <i>P. cockerelli</i>	60
A. San Martín Sacatepéquez	60
B. San Juan Ostuncalco	63
C. Concepción Chiquirichapa	65
D. Palestina de los Altos	66
E. Variedades de papa	69
2.6.2 Distribución espacial y patrones de dispersión de <i>P. cockerelli</i>	70
A. San Martín Sacatepéquez	72
a. Distribución espacial de <i>P. cockerelli</i>	72
b. Patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i>	73
B. San Juan Ostuncalco	74
a. Distribución espacial <i>P. cockerelli</i>	74
b. Patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i>	75
C. Concepción Chiquirichapa	76
a. Distribución espacial <i>P. cockerelli</i>	76

CONTENIDO	PÁGINA
b. Patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i>	77
D. Palestina de los Altos	79
a. Distribución espacial <i>P. cockerelli</i>	79
b. Patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i>	80
2.7 CONCLUSIONES	82
2.8 RECOMENDACIONES	82
c. BIBLIOGRAFÍA	83
2.9 ANEXOS	87

CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO DE LA UNIDAD DE NORMAS Y REGULACIONES, MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA- DE	89
3.1 PRESENTACIÓN.....	90
3.2 Servicio 1. Elaboración de catálogo fotográfico con las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la región occidental.....	91
3.2.1 Objetivos	91
3.2.2 Metodología	91
A. Recepción de la muestra.....	91
B. Registro de la muestra	91
C. Procesamiento de la muestra.....	91
D. Diagnóstico.....	92
E. Procesamiento de datos	92
3.2.3 Resultados	92
3.2.4 Evaluación	112
3.2.5 Bibliografía.....	112
3.3 Servicio 2. Actualización del inventario de plagas y enfermedades.....	113
3.3.1 Objetivos.....	113
3.3.2 Metodología	113
A. Adquisición de base de datos.....	113
B. Actualización de base de datos.....	113

CONTENIDO	PÁGINA
C. Procesamiento de datos	114
D. Divulgación de datos	114
3.3.3 Resultados.....	114
3.3.4 Evaluación.....	115
3.3.5 Bibliografía.....	115
3.4 Servicio 3. Elaboración de trifoliar informativo sobre los servicios que presta el Laboratorio Fitosanitario.....	116
3.4.1 Objetivos.....	116
3.4.2 Metodología.....	116
A. Preparación de información	116
B. Elaboración del trifoliar.....	116
C. Definición del diseño del trifoliar.....	116
D. Divulgación del trifoliar	117
3.4.3 Resultados.....	117
3.4.4 Evaluación.....	118
3.4.5 Bibliografía.....	119

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	
Cuadro 1: Equipo presente en el laboratorio para el análisis nematológico	8
Cuadro 2: Equipo presente en el laboratorio para el análisis fitopatológico.....	9
Cuadro 3: Equipo presente en el laboratorio para el análisis entomológico	9
Cuadro 4: Análisis FODA del Laboratorio Fitosanitario.....	11
Cuadro 5. Clasificación Taxonómica del Psílido de la papa.....	25
Cuadro 6. Duración del ciclo biológico de <i>P. Cockerelli</i>	31
Cuadro 7. Organismos entomófagos benéficos que controlan <i>P. cockerelli</i>	38
Cuadro 8. Organismos entomopatógenos benéficos que controlan <i>P. cockerelli</i>	39
Cuadro 9: Recomendación de insecticidas aplicados al suelo para el control de <i>P.</i> <i>cockerelli</i>	39

Cuadro 10: Recomendación de insecticidas asperjados al follaje para el control de <i>P. cockerelli</i>	40
Cuadro 11. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de PAPA, por semestre, según departamento y municipio. Año agrícola 2002 / 2003. (Superficie en hectáreas y producción en toneladas métricas) .	46
Cuadro 12. Proporción de área de muestreo de <i>P. cockerelli</i> según municipio	52
Cuadro 13. Número total de cuerdas implicadas en el área y número de agricultores por municipio	53
Cuadro 14. Número total de muestras	54
Cuadro 15. Estadísticas de muestreo bajo un sistema de muestreo al azar	58
Cuadro 16. Muestras encontradas con <i>P. cockerelli</i> en San Martín Sacatepéquez	60
Cuadro 17. Muestras encontradas con <i>P. cockerelli</i> en San Juan Ostuncalco	63
Cuadro 18. Muestras encontradas con <i>P. cockerelli</i> en Concepción Chiquirichapa.....	65
Cuadro 19. Muestras encontradas con <i>P. cockerelli</i> en Palestina de los Altos	67
Cuadro 20. Insecticidas aplicados para el control de <i>P. cockerelli</i> en Palestina de Los Altos	68
Cuadro 21. Patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i> en San Martín Sacatepéquez	73
Cuadro 22. Distribución de frecuencias.....	73
Cuadro 23. Patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i> en San Juan Ostuncalco.....	75
Cuadro 24. Distribución de frecuencias.....	75
Cuadro 25. Patrón de dispersión de <i>P. cockerelli</i> en Concepción Chiquirichapa.....	77
Cuadro 26. Prueba de Poisson	78
Cuadro 27. Patrón de dispersión de los municipios de estudio	80
Cuadro 28. Prueba de distribución	80
Cuadro 29: Boleta de muestreo de <i>P. cockerelli</i>	88
Cuadro 30. Listado de plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la región occidental incluidos en el catálogo elaborado.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1A. Frente de las instalaciones del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Quetzaltenango.....	16
Figura 2A. Entrada a las instalaciones del laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Quetzaltenango.....	16
Figura 3A. Secretaría de información y recepción de muestras del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Quetzaltenango.....	17
Figura 4A. Laboratorio de Diagnóstico entomológico	17
Figura 5A. Laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico	18
Figura 6A. Laboratorio de Diagnóstico Nematológico	19
Figura 7A. Área de procesamiento de muestras.....	19
Figura 8A. Área de procesamiento de muestras.....	20
Figura 9. Adulto de <i>P. cockerelli</i>	26
Figura 10. Dimorfismo sexual de <i>P. cockerelli</i>	29
Figura 11. Ciclo Biológico de <i>P. cockerelli</i>	30
Figura 12. Patrones de dispersión de poblaciones	44
Figura 13. División política y administrativa del departamento de	45
Figura 14. Rotulación de muestras por posición.	55
Figura 15. Muestra de hojas de papa	55
Figura 16. Conteo e identificación de ninfas de <i>P. cockerelli</i>	56
Figura 17. Mapa de municipios de muestreo de <i>P. cockerelli</i>	57
Figura 18. Fotografías tomadas en observación de muestra de aldea La Estancia.....	61
Figura 19. Fotografías tomadas de la muestra SJ01 aldea El Tizate.....	64
Figura 20. Plantas con síntomas de daño por <i>P. cockerelli</i> en Concepción Chiquirichapa	66
Figura 21. Parcela con trampas amarillas, aldea El Edén, Palestina de los Altos	69
Figura 22. Gráfica de porcentajes de variedades afectadas por <i>P. cockerelli</i>	69
Figura 23. Distribución de <i>P. cockerelli</i> . A. Distribución según registros de temperatura, B. distribución según rangos altitudinales y C. densidad de ninfas según zonas aptas para el cultivo.....	71

FIGURA	PÁGINA
Figura 24. Distribución espacial de <i>P. cockerelli</i> en San Martín Sacatepéquez	72
Figura 25. Distribución espacial de la <i>P. cockerelli</i> en San Juan Ostuncalco.	74
Figura 26. Distribución espacial de la <i>P. cockerelli</i> en Concepción Chiquirichapa.....	76
Figura 27. Distribución espacial de la <i>P. cockerelli</i> en Palestina de los Altos	79
Figura 28A. Planta de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	87
Figura 29A. Planta de papa con tubérculos	87
Figura 30: Base de datos actualizada de las plagas y enfermedades cuarentenarias	115
Figura 31. Portada del trifoliar informativo.....	117
Figura 32. Parte posterior del trifoliar informativo.....	118

RESUMEN

El informe integrado lo componen tres Capítulos: el Diagnóstico, la Investigación y Servicios Profesionales; fueron elaborados durante el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (E.P.S.A.) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene información sobre el Laboratorio Fitosanitario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación ubicado en el kilómetro 205.5, carretera interamericana que conduce a San Marcos, municipio de La Esperanza del departamento de Quetzaltenango.

El diagnóstico se realizó en abril de 2013, está conformado por información obtenida mediante observación directa y entrevistas realizadas. Describe el funcionamiento actual del laboratorio y establece sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas; como resultado se sugieren recomendaciones pertinentes para lograr atención de calidad que cumpla con los objetivos del sistema de vigilancia epidemiológica y determinar los servicios a realizar.

El proyecto de investigación se basa en la determinación de la presencia y distribución del Psílido de la papa, *Paratrioza cockerelli* (Homóptera: Psyllidae) en los municipios de San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco, del departamento de Quetzaltenango, principales productores de papa.

Se concluyó que en estos municipios existe presencia del Psílido de la papa, *P. cockerelli*. En los municipios de San Martín Sacatepéquez, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco la dispersión es uniforme con distribución Normal, mientras que en el municipio de Concepción Chiquirichapa la dispersión es al azar con distribución de Poisson.

Se realizaron tres servicios, el primero consistió en la elaboración de un catálogo fotográfico con las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la zona, con el fin de facilitar y sistematizar la información para los técnicos del laboratorio. El segundo servicio permitió crear una base de datos actualizada del inventario de plagas cuarentenarias. Y en

el tercer servicio se elaboró un trifoliar informativo sobre los servicios que proporciona el laboratorio, con la finalidad de promocionar y divulgar las actividades que se realizan en atención a las necesidades de apoyo sobre control fitosanitario en ésta región del país.



CAPITULO I

DIAGNÓSTICO DEL LABORATORIO FITOSANITARIO DE LA UNIDAD DE NORMAS Y REGULACIONES DEL MINISTERIO DE GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN DE QUETZALTENANGO

1.1 PRESENTACIÓN

El Laboratorio Fitosanitario pertenece a la Unidad de Normas y Regulaciones del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del MAGA, es parte de la red de vigilancia epidemiológica fitosanitaria y proporciona los servicios de análisis y asistencia técnica a la región de occidente del país, brindar servicios a personas particulares, productores individuales y asociados, empresas e instituciones privadas y gubernamentales.

Existen parámetros que deben cumplir los laboratorios de diagnóstico para brindar un servicio adecuado a los agricultores y exportadores de productos agrícolas, debido a ello, se realizó el presente diagnóstico para establecer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que tiene el Laboratorio Fitosanitario de Quetzaltenango. Para ello se obtuvo información mediante la observación directa y mediante entrevistas realizadas al personal del laboratorio. Como resultado se generaron recomendaciones pertinentes para lograr un servicio de calidad y que el trabajo que se realice en el laboratorio cumpla los objetivos del sistema de vigilancia epidemiológica.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Antecedentes

En 1987 se inauguran los laboratorios del Programa de Sanidad Animal -PRODESA- que funcionó como laboratorio, el mismo año se realiza un retiro voluntario, debido a ello se cuenta con poco personal, para las pruebas de rabia, brucelosis, bacteriología en agua y parasitología animal. En el año 2000, la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA, conforma el sistema de Vigilancia Epidemiológica Fitozoosanitario, por tal razón se abre el laboratorio Fitosanitario, a cargo del Ing. Agr. Amílcar Celada; realiza solamente epidemiología. En 2003 se adquirió equipo necesario para la realización de diagnósticos, así como la capacitación del personal.

En 2005 el Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria – PARPA- toma la responsabilidad y apoya a los laboratorios del MAGA, para vigilancia epidemiológica. A partir de entonces sólo funcionarán los siguientes laboratorios, Laboratorio Fitosanitario central del Km. 22, en Bárcenas Villa Nueva, el Laboratorio de Petén y el laboratorio de Quetzaltenango. En agosto del año 2005, en coordinación con el programa de EPS de la Facultad De Agronomía de la Universidad De San Carlos de Guatemala (FAUSAC), se establecen los lineamientos de trabajo, tanto en el laboratorio de la FAUSAC, como en el laboratorio del MAGA, Quetzaltenango. Además de ello, se trasladó al Ing. Agr. José Marroquín del laboratorio de Retalhuleu, ambos formando parte de apoyo para el servicio de diagnóstico del laboratorio. A partir de esta fecha ha habido mejoras para el laboratorio, así como capacitaciones del personal.

1.2.2 Unidad ejecutora

Las actividades que se realizan en el Laboratorio Fitosanitario están coordinadas y financiadas por La Unidad De Normas y Regulaciones del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. UNR-VISAR-MAGA.

1.2.3 Misión y visión

Misión: Este laboratorio fue creado con el fin de prestar asistencia técnica al sector agrícola y forestal, es un ente indispensable para la vigilancia, inspección y protección de productos agrícolas que ingresan y exportan, principalmente a la región occidental.

Visión: Prestar servicios de diagnósticos en el agro occidental, factor clave para que el país compita con mayores posibilidades de éxito en el proceso de globalización y tratados internacionales de comercio.

1.2.4 Ubicación del Laboratorio Fitosanitario

El laboratorio de Diagnostico Fitosanitario, se localiza en el municipio de La Esperanza del departamento de Quetzaltenango, sobre la carretera interamericana, que conduce hacia San Marcos, en el Km. 205.5.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Conocer la situación actual del Laboratorio Fitosanitario de Quetzaltenango.

1.3.2 Específicos

- Describir el funcionamiento actual del Laboratorio Fitosanitario.
- Describir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentes en el Laboratorio Fitosanitario.

1.4 METODOLOGÍA

Para establecer la situación del Laboratorio Fitosanitario de la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA de Quetzaltenango se realizaron entrevistas al personal del laboratorio, con el fin de obtener información sobre los antecedentes, los servicios que proporciona la institución, los procedimientos que se realizan, la situación laboral y otros temas de interés. Al principio del presente diagnóstico también se realizó un recorrido por las instalaciones para obtener información a través de la observación y, posteriormente por medio de la convivencia y el trabajo se obtuvo elementos probatorios que permitieron la realización de un análisis tipo FODA y una descripción ordenada de la información obtenida.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Historia

En el año 2000 la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA, empieza a conformar el sistema de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, por lo que se habilita el Laboratorio Fitosanitario quedando a cargo del Ing. Amílcar Celada quien en ese momento solo realizaba diagnóstico epidemiológico, hasta el año 2003 se capacitó al personal y se adquirió el equipo necesario para realizar diferentes diagnósticos.

En el año 2005 el Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria - PARPA- toma la responsabilidad y apoya a los laboratorios del MAGA, para vigilancia epidemiológica; cierra algunos laboratorios, y deja en funcionamiento los de Bárcenas, Petén y Quetzaltenango. Desde entonces hasta la fecha se han realizado capacitaciones al personal y mejoras en los servicios.

1.5.2 Datos obtenidos

A. Administración

La administración del Laboratorio Fitosanitario, está bajo dirección de la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Actualmente el Msc. Amílcar Celada Linares figura como jefe del área de Diagnostico Fitosanitario.

B. Alcances

El Laboratorio Fitosanitario cuenta con la infraestructura necesaria para el diagnóstico de agentes fitopatógenos entre los que se encuentran hongos, nemátodos, artrópodos y malezas. También provee material para establecer el inventario nacional de plagas y enfermedades. Apoya a proyectos de investigación y formación de profesionales de agronomía.

C. Descripción general

a. Actividades que se realizan

- Diagnóstico fitopatológico
- Diagnóstico nematológico
- Diagnóstico Entomológico

b. Asistencia técnica

- Muestreo de plagas
- Manejo de enfermedades
- Manejo de insectos plaga.

c. Capacitación

- Patología Vegetal

- Entomología
- Acarología
- Epidemiología
- Manejo Integrado de plagas

D. Costos

El servicio de diagnóstico fitosanitario tiene un costo de Q 75.00 por muestra. A los epidemiólogos del Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental – PIPAA, no se les realiza ningún cobro según acuerdos entre programas.

E. Infraestructura

El Laboratorio Fitosanitario tiene los siguientes ambientes:

- La secretaría de información y recepción de muestras
- Laboratorio de diagnóstico entomológico
- Laboratorio de diagnóstico fitopatológico
- Laboratorio de diagnóstico nematológico
- Área de procesamiento de muestras
- Salón de usos múltiples
- Área de comedor
- Servicio sanitario y parqueo.

F. Servicios

Para el funcionamiento del laboratorio se cuenta con los siguientes servicios:

- Electricidad
- Agua potable
- Teléfono y fax
- Servicio sanitario y ducha.

G. Recursos humanos

El personal encargado del diagnóstico fitosanitario está a cargo del Msc. Amilcar Celada.

a. Diagnóstico fitopatológico, nematológico y bacteriológico

A cargo del Msc. Amilcar Celada, Ing. Agr. Carlos Sicán y Epesista Irene Flores.

b. Diagnóstico entomológico

A cargo del Msc. Amilcar Celada y Epesista Irene Flores.

H. Recursos físicos

a. Equipo

Para la realización de las labores de diagnóstico, el laboratorio cuenta con el equipo que se observa en el cuadro 1, 2 y 3.

Cuadro 1: Equipo presente en el laboratorio para el análisis nematológico

No.	Equipo
1	Microscopio
1	Estereoscopio
1	Incubadora
1	Balanza semi analítica
1	Pipeteador
1	Centrifugadora
1	Horno de conexión
1	Refrigeradora, embudo de fenwick
1	Computadora/cámara microscopio estereoscopio
1	Cámara de flujo laminar
	Cristalería, instrumentos, reactivos y accesorios

Cuadro 2: Equipo presente en el laboratorio para el análisis fitopatológico

No.	Equipo
1	Microscopio
1	Estereoscopio
1	Cámara de cultivo
1	Autoclave
1	Destilador
1	Cristalería, instrumentos, reactivos y accesorios

Cuadro 3: Equipo presente en el laboratorio para el análisis entomológico

No.	Equipo
1	Microscopio
1	Estereoscopio
1	Estufa Eléctrica
1	Cristalería, instrumentos, reactivos y accesorios

b. Reactivos y cristalería

Para la realización de los diagnósticos se utilizan diferentes reactivos, cristalería y accesorios. Los reactivos que más se utilizan son: Lactofenol claro, lactofenol azul, alcohol, ácido acético, fuscina ácida, hidróxido de potasio, colorantes, solución de hogers, solución de sacarosa y otros. La cristalería que más utilizada es: Beakers, Erlenmeyer, cajas de petri, pipetas, varilla de vidrio, probetas, tubos de ensayo, rejilla para tubos de ensayo, embudos, pisetas, vidrios de reloj, porta objetos, cubre objetos y otros. Los accesorios pueden ser agujas de disección, pinzas, bisturí, rotulador y otros.

I. Metodología de trabajo

a. Recepción de muestras

Se realiza en la oficina de recepción, donde el solicitante o interesado llena una boleta de ingreso de la muestra, es una ficha que debe incluir nombre de la empresa, o del solicitante, colector, dirección, teléfono, tipo de análisis que solicita, también se debe llenar información sobre el cultivo y el manejo del mismo.

b. Registro de muestras

Una vez se recibe la muestra se le da un número de registro correlativo a la boleta de ingreso y se registra en la base de datos de la computadora y, también en un libro de actas. Se rotula la muestra con el número correspondiente.

c. Procesamiento de muestras

Según sea el tipo de diagnóstico requerido se le da un procedimiento a la muestra. Si el diagnóstico requerido es entomológico se conservan los insectos en alcohol o se procede a su montaje según sea la especie. Las muestras para diagnóstico fitopatológico deben colocarse en cámara húmeda para su posterior revisión. Las muestras de suelo para diagnóstico nematológico deben pasar por un proceso de lavado, secado y centrifugado.

d. Tiempo requerido para el diagnóstico

Desde el momento de la recepción hasta la emisión de resultados se estima un período de 8 días, de manera que en ese lapso se puedan manifestar los agentes patógenos en el caso del diagnóstico fitopatológico; en el caso del diagnóstico nematológico se necesita ese período para poder procesar las muestras. En el caso del diagnóstico entomológico, cuando los insectos no requieren procesamiento y montaje microscópico, el tiempo puede ser de dos días como mínimo.

e. Emisión de resultados

Los resultados son entregados al interesado, en una hoja impresa, debidamente membretada, sellada y firmada por los técnicos encargados.

f. Muestras procesadas

La mayoría de muestras procesadas son para el servicio de los agricultores locales, cooperativas de la región occidental del país, instituciones gubernamentales y principalmente para el Sistema de Vigilancia Fitosanitaria PIPAA.

J. Distribución de fondos recaudados

Los cobros que se realizan por los diagnósticos son depositados a una cuenta bancaria perteneciente a la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA, los cuales son distribuidos a los diferentes programas. Los fondos son administrados bajo un sistema privativo utilizando una cuenta que se maneja bajo el nombre de Unidad de Normas y Regulaciones – MAGA.

1.5.3 Jerarquización de problemas

Con la información obtenida a través de las entrevistas al personal, la experiencia de trabajo y la observación, se logró la elaboración de un análisis tipo FODA. A continuación se presenta el cuadro 4 que resume las observaciones realizadas.

Cuadro 4: Análisis FODA del Laboratorio Fitosanitario

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones adecuadas • Personal capacitado • Equipo de laboratorio • Ubicación geográfica 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser parte del sistema de vigilancia epidemiológica • Único laboratorio fitosanitario en el occidente del país • Puede apoyar a los productores del sector para el desarrollo agrícola • Tiene autoridad para realizar divulgación bajo los distintos medio de comunicación • Puede participar en el desarrollo de la región capacitando a los agricultores

Continúa...

...Continuación cuadro 4

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos económicos • Falta de reactivos y materiales para el diagnóstico bacteriológico • Falta de equipo y personal capacitado para diagnóstico de virus y fitoplasmas • Poca divulgación de la existencia del laboratorio y los servicios que presta al usuario • Deficiente comunicación entre los epidemiólogos y el usuario para darle seguimiento correcto a la situación fitosanitaria de los cultivos • Necesidad de un inventario actualizado de plagas y enfermedades • Necesidad de claves entomológicas actualizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de recursos económicos • El cumplimiento de la misión y la visión del laboratorio se ven afectadas por un ambiente político tenso que va en contra del objetivo. • Falta de reactivos y otros insumos limitan la capacidad de prestar un buen servicio.

De las fortalezas que tiene el Laboratorio Fitosanitario se puede mencionar que tiene Instalaciones adecuadas; los laboratorios son espaciosos y cómodos para trabajar las muestras; hay un laboratorio para cada tipo de diagnóstico que se realiza y, en general el espacio físico y el equipo, son pertinentes para cada actividad que se lleva a cabo en el laboratorio.

Otra fortaleza es que el personal que elabora los diagnósticos está capacitado, cada uno de los encargados de las diferentes áreas de diagnóstico tienen nivel académico

universitario, por lo que se garantiza un nivel, no solo técnico, sino también científico en el análisis de las muestras.

Una de las fortalezas más importantes, es la ubicación geográfica, el departamento de Quetzaltenango es céntrico en la zona occidental, colinda con los departamentos de Huehuetenango, Sololá, Totonicapán y San Marcos, y dado que el laboratorio se encuentra en el departamento de Quetzaltenango; ello permite suplir las necesidades de diagnóstico de esos departamentos.

Las oportunidades que pueden aprovecharse para mejorar la calidad del servicio del laboratorio, es que éste es parte del sistema de vigilancia epidemiológica, por lo que se pueden percibir las muestras obtenidas de las actividades del sistema; otra ventaja clara es que es el único Laboratorio Fitosanitario en el occidente del país, por lo que los ingresos son mayores, y a su vez puedan ser utilizados para ejecutar proyectos de sanidad vegetal u otros.

Una oportunidad muy importante es el apoyo a los productores del sector para el desarrollo agrícola y participar en el desarrollo de la región capacitando a los agricultores, esto no solo es beneficioso para lograr los objetivos del Ministerio, sino que es una estrategia importante en el tema de la seguridad alimentaria. Por otro lado, debido a que el laboratorio es parte del MAGA, tiene autoridad para realizar divulgación a través de los distintos medio de comunicación, con el propósito de alertar a tiempo el hallazgo de algún problema fitosanitario y que se tomen las medidas adecuadas antes que el problema se extienda y requiera un mayor esfuerzo e inversión de recursos para su control.

1.5.4 Problemática priorizada

Los principales problemas que aquejan al laboratorio son que debido a la falta de recursos económicos, el trabajo de diagnóstico se ve limitado porque hay falta de reactivos y materiales para el diagnóstico bacteriológico; falta de equipo y personal capacitado para diagnóstico de virus y fitoplasmas; además no se pueden ejecutar actividades que ayuden al desarrollo de la región porque hay poca divulgación de la existencia del laboratorio y los

servicios que brinda al usuario, debido a ello miles de agricultores continúan sin obtener los servicios del mismo. En otro sentido, hay una deficiente comunicación entre los epidemiólogos y el usuario para darle seguimiento correcto a la situación fitosanitaria de los cultivos, ello deriva en el incumplimiento de los objetivos del sistema de vigilancia, por lo que no hay garantías de lograr certeza fitosanitaria en los cultivos.

Otra debilidad es que no existe un inventario actualizado de plagas y enfermedades, por lo que no se ejerce un correcto control fitosanitario.

Con relación a las amenazas se observa que el Laboratorio, debido a la falta de recursos económicos se ve limitado, no solo a no realizar el diagnóstico por falta de reactivos y otros insumos, sino que a largo plazo pueden llegar a hacer falta el personal capacitado. Otra amenaza a la que se debe poner atención es que el cumplimiento de la misión y la visión del laboratorio se ven afectadas por un ambiente político tenso que va en contra de los objetivos. Debido a lo expuesto las actividades del laboratorio se limitan al diagnóstico, por lo que no hay aprovechamiento de las oportunidades que se presentan para el desarrollo de la región.

1.6 CONCLUSIONES

1. Existe la infraestructura, equipo y personal técnico para el buen funcionamiento del laboratorio.
2. Las actividades del laboratorio se ven limitadas por la falta de recursos económicos, principalmente para la obtención de reactivos e insumos.
3. Se debe aprovechar la ubicación estratégica del laboratorio para cubrir las necesidades de la zona occidental y apoyar a los productores en el desarrollo agrícola.
4. Se debe divulgar la existencia del laboratorio para realizar un buen trabajo en el sistema de vigilancia epidemiológica.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Para ofrecer un mejor servicio al usuario, se recomienda que los epidemiólogos realicen la labor de divulgación del Laboratorio Fitosanitario y que le den seguimiento, en conjunto con los extensionistas, a los problemas fitosanitarios que aquejan la región.
2. Que las autoridades pertinentes y los profesionales encargados de la administración de recursos de la Unidad de Normas y Regulaciones tomen en cuenta las necesidades de reactivos, accesorios e instrumentos que tiene el laboratorio para que puedan ser incluidas en el presupuesto con el fin de suministrar lo necesario.
3. Facilitar la obtención de claves entomológicas actualizadas que abarquen todas las especies de insectos que afectan a los cultivos de la región.
4. Realizar la actualización del inventario nacional de plagas y enfermedades.
5. Aprovechar la buena ubicación y espacio físico para la realización de capacitaciones en el manejo integrado de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos de mayor importancia en la región.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Celada Linares, AA. 2013. Laboratorio fitosanitario (entrevista). La Esperanza, Quetzaltenango, Guatemala, MAGA-UNR, Laboratorio Fitosanitario.
2. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2013 Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario sede Quetzaltenango. (en línea). Guatemala. Consultado 20 abr 2013. Disponible en: <http://visar.maga.gob.gt/?=1086>
3. Sicán Xujur, CF. 2013. Laboratorio fitosanitario (entrevista). La Esperanza Quetzaltenango, Guatemala, MAGA-UNR, Laboratorio Fitosanitario.

1.9 ANEXOS



Figura 1A. Frente de las instalaciones del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Quetzaltenango

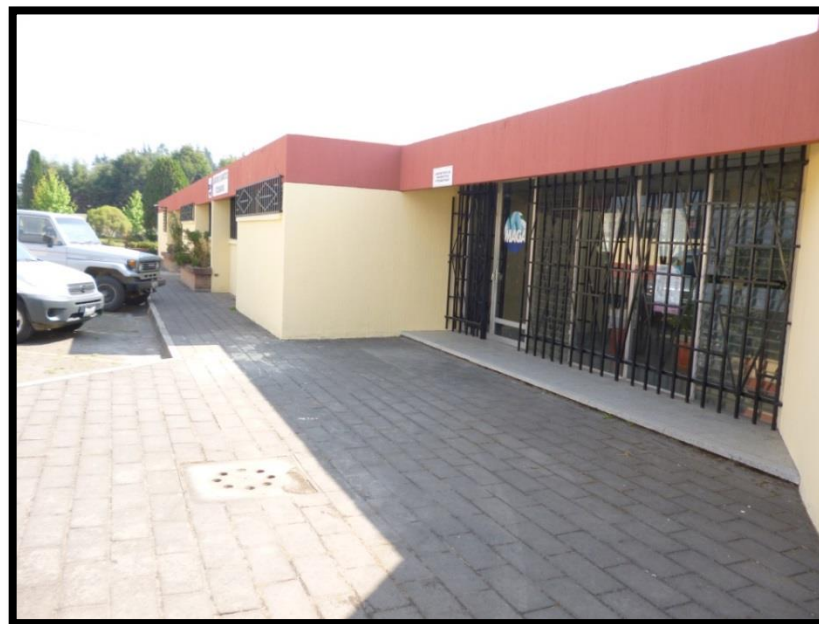


Figura 2A. Entrada a las instalaciones del laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Quetzaltenango

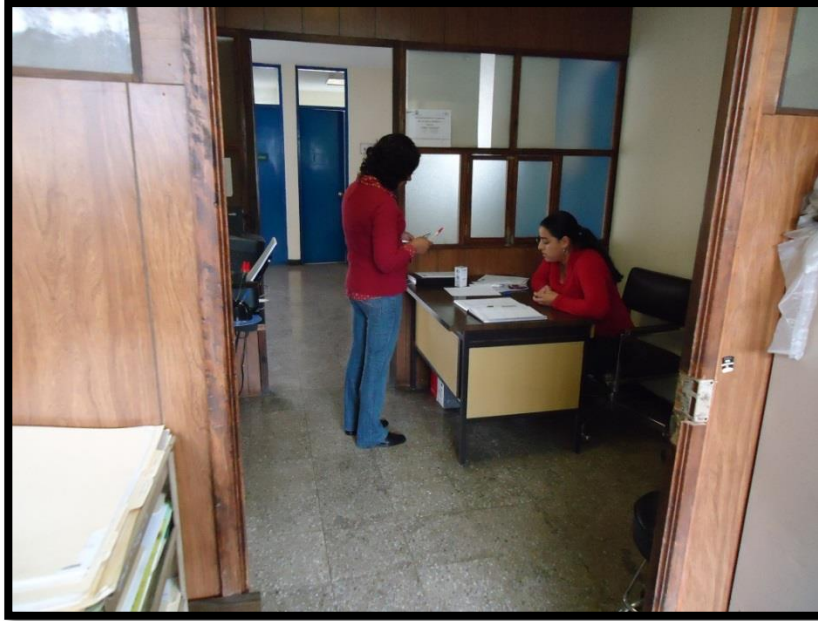


Figura 3A. Secretaría de información y recepción de muestras del Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario de Quetzaltenango



Figura 4A. Laboratorio de Diagnóstico entomológico



Figura 5A. Laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico



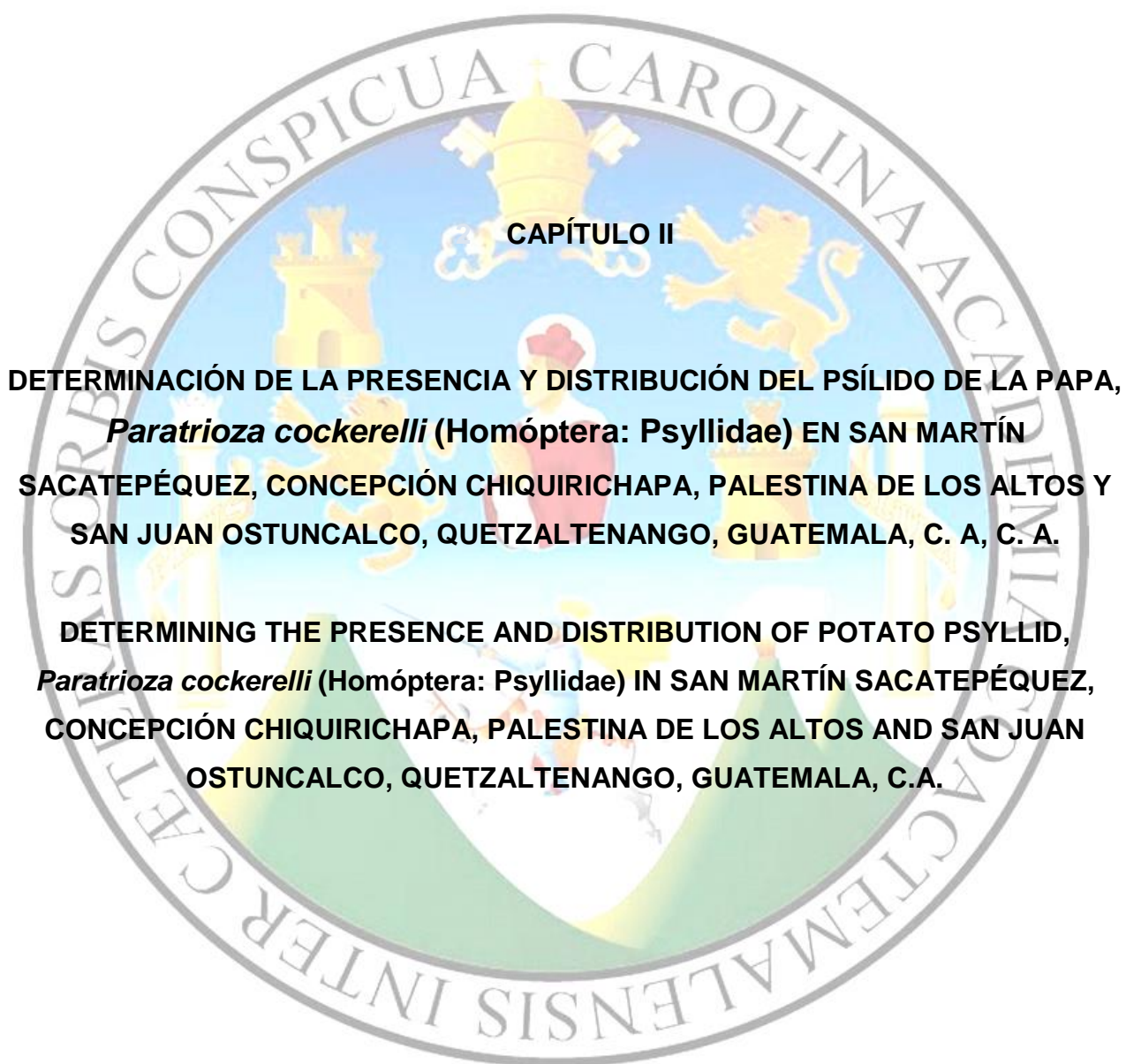
Figura 6A. Laboratorio de Diagnóstico Nematológico



Figura 7A. Área de procesamiento de muestras



Figura 8A. Área de procesamiento de muestras



CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL PSÍLIDO DE LA PAPA, *Paratrioza cockerelli* (Homóptera: Psyllidae) EN SAN MARTÍN SACATEPÉQUEZ, CONCEPCIÓN CHIQUIRICHAPA, PALESTINA DE LOS ALTOS Y SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C. A, C. A.

DETERMINING THE PRESENCE AND DISTRIBUTION OF POTATO PSYLLID, *Paratrioza cockerelli* (Homóptera: Psyllidae) IN SAN MARTÍN SACATEPÉQUEZ, CONCEPCIÓN CHIQUIRICHAPA, PALESTINA DE LOS ALTOS AND SAN JUAN OSTUNCALCO, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

En Guatemala el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) constituye una importante fuente de ingresos; en 2010 las exportaciones generaron ingresos de US\$12,058,488.00 y un equivalente a 11,050 empleos permanentes (MAGA, 2011). El departamento de Quetzaltenango tiene el segundo lugar en volumen de producción nacional de papa. El Instituto Nacional De Estadística realizó una proyección con base en el IV Censo Agropecuario; se estima que en 2012 en este departamento se produjeron 117,475 TM de papa, que corresponden a 23.15% de la producción nacional. (Godínez, 2014). El viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones del MAGA tiene a su cargo la Red de Vigilancia Epidemiológica, que se encarga de monitorear plagas y enfermedades en todos los departamentos del país, el departamento de Quetzaltenango cuenta con el Laboratorio Fitosanitario, que brinda servicios de diagnóstico de plagas y patógenos para el área occidental del país.

En la época actual, a las instalaciones del Laboratorio de Quetzaltenango, se ha examinado un creciente número de muestras de follaje y tubérculos de papa, con síntomas del posible “amarillamiento por psílido”, es una enfermedad cuyo vector es *Paratrioza cockerelli*, un insecto succionador de savia, parecido a los pulgones, perteneciente a la familia Psyllidae (Homóptera), se alimentan de manera similar a los áfidos, y produce un exudado azucarado que se asemeja a polvo blanco, llamado ligamaza, y que sirve como sustrato para hongos que posteriormente reducen la capacidad fotosintética de la planta. Las ninfas del insecto son las perjudiciales porque al alimentarse, inyectan una toxina que causa una condición fisiológica que afecta el desarrollo de la planta disminuyendo su vigor y producción, este daño se conoce como “amarillamiento por psílido”, y en el tubérculo forma un anillo de color café en todo el tejido xilemático, conocido como “zebra chips”. (Garzón, 2003)

En la actualidad existe poca información de la presencia de *P. cockerelli* en la zona papera de Guatemala, por lo que se utilizó una metodología para determinar la presencia y distribución espacial de la plaga, con el objeto de tomar decisiones en cuanto al manejo

de *P. cockerelli* en los cuatro municipios de mayor producción de papa en el departamento de Quetzaltenango.

La supervisión deficiente o nula de una plaga como *P. cockerelli*, puede causar pérdidas en la producción de entre 40% al 60% y afecta la calidad del tubérculo en aproximadamente un 80% para los productores. El impacto socioeconómico de la producción de papa se refleja en la generación de empleo para las familias en los municipios donde se cultiva. En 2012, la producción de 20,370 hectáreas utilizó 3,462,900 jornales equivalentes a 12,368 empleos permanentes y en su producción participan 73,000 familias dispersas en numerosas comunidades rurales de 34 municipios, que basan su sobrevivencia en el autoconsumo de una parte de la cosecha, en el empleo generado por esta actividad agroproductiva y en la venta de sus excedentes; y no solamente en estos aspectos, ya que la papa forma parte de la dieta regular del 80% de la población nacional con consumo per cápita de 35 kg/año en el área del altiplano (Godínez, 2014).

El presente proyecto de investigación se realizó de octubre de 2013 a junio de 2014; se recopilaron datos, mapas, patrones y análisis de los diferentes factores del muestreo ejecutado en las plantaciones de papa en los cuatro municipios con mayor área de cultivo, son estos, San Martín Sacatepéquez, San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa y Palestina de los Altos.

En los cuatro lugares de estudio se confirma la presencia de *P. cockerelli*; el patrón de dispersión de San Martín Sacatepéquez, San Juan Ostuncalco, Palestina de los Altos es uniforme y el de Concepción Chiquirichapa es al azar. A partir de los resultados obtenidos se pueden establecer estrategias de muestreo para monitorear los diferentes estadios de *P. cockerelli* y tomar medidas para el control de esta plaga.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

A. Cultivo de la papa

La papa es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas y su nombre científico es *Solanum tuberosum*. Por su ciclo de cultivo se clasifica como una planta anual, aunque puede comportarse vegetativamente como perenne en el campo. Se caracteriza por tener tres tipos diferentes de tallos; los tallos propiamente dichos que forman las ramas o parte aérea de la planta, los estolones que son tallos subterráneos de crecimiento horizontal y los tubérculos que se forman en el extremo de los estolones. Las hojas de la papa son alternas, compuestas de 3 a 4 pares, folíolos opuestos de forma ovalada y un folíolo terminal. Generalmente las hojas tienen también folíolos pequeños, las flores son pequeñas, blancas, amarillas, azules o rojizas.

Los tubérculos son tallos agrandados, de formas y colores diferentes según las variedades, las cuales forman también frutos aéreos o bayas carnosas con numerosas semillas pequeñas fértiles. La reproducción de la papa puede hacerse por tubérculos, pueden ser enteros o fraccionados. Cuando se hace en forma entera se tienen ventajas como resistencia a las enfermedades y cuando se fracciona sucede lo contrario. (Ver anexo, figura 20A planta de papa. 21A planta de papa con tubérculos).

El cultivo de la papa es importante; desde el aspecto alimentario (tanto en el área rural como urbana), y económico, hasta su utilización a nivel industrial. La fécula es utilizada en la industria textil y, además la exportación a países del área de Centro América (Gudiel, 1980).

B. Generalidades de *P. cockerelli*

Es un insecto del orden homóptera y se clasifica dentro de la familia Chermidae, también llamada Psyllidae. En el cuadro 5 se detalla la clasificación taxonómica del insecto.

Cuadro 5. Clasificación Taxonómica del Psílido de la papa

REINO	Animal
PHYLUM	Artrópoda
CLASE	Insecta
ORDEN	Homóptera
FAMILIA	Psyllidae
GENERO	<i>Paratrioza</i>
ESPECIE	<i>Cockerelli</i>
NOMBRE COMÚN	Psílido, piojo brincador.

Fuente: Zavala, 1998.

Algunos expertos en Paratrioza, como Cerón, Crespo, Cortez Mondaca y Garzón Tizado, utilizan el género *Bactericera* y no *Paratrioza*. En esta investigación se utiliza el género *Paratrioza*, como lo dice Zavala, para uniformizar con lo utilizado en campo y en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El cuerpo del insecto mide alrededor de 2 mm, su apariencia es similar a la de un áfido, con los segmentos abdominales de color oscuro y el espacio entre segmentos de color amarillo (Ferguson y Fraser, 2001).

También, en la parte dorsal del abdomen se puede apreciar una franja color crema, que da la apariencia de un cinto. Al igual que los cicadélidos su hábito es saltador y como en el caso de áfidos y chicharras también se alimenta de la savia de la planta.

Después del apareamiento, las hembras ponen sus huevos principalmente en los márgenes de las hojas, los cuales son ovoides de colores naranja o amarillos y unidos a la hoja por un pedicelo incoloro. Posteriormente pasa por cinco estadíos ninfales en forma de escama y llegan al estado adulto. En la figura 9 se ilustra un adulto de *P. cockerelli*.



Fuente: Antonio Marín Jarillo, 2012.

Figura 9. Adulto de *P. cockerelli*

Como se observa en la figura 9, la coloración de los segmentos abdominales es oscura y el espacio entre segmentos de color amarillo. Una de las características que diferencia a *P. cockerelli* de otros géneros de la familia Psyllidae es la venación de las alas anteriores, en la cual las tres venas principales se separan de un solo punto cerca de la base del ala.

A. Características morfológicas y ciclo de vida de *P. cockerelli*

a. Huevo

Los huevos son de forma ovoide, color anaranjado amarillento brillante, presentan en uno de sus extremos una coloración naranja y en este un pedicelo con el que se adhieren a las hojas (Becerra, 1989).

Los huevos del psílido normalmente son puestos en los bordes de la hoja, en la parte inferior en venas, y a veces se esparcen encima de las partes superiores de la planta. En condiciones de campo la mayoría de huevos y ninfas se encuentra en el lado más bajo de las hojas (Pletsch, 1947).

Los huevos son sumamente pequeños, miden 423x210 micras de largo y ancho (Becerra), son ligeramente más grandes que los vellos de las hojas. Para poder observarlos, se

requiere mínimamente una lupa de aumento 10x. El período de oviposición tiene un promedio de 21.45 días (Ferguson y Fraser, 2001).

b. Ninfa

Durante su alimentación las ninfas inyectan una toxina que induce una enfermedad conocida como “amarillamiento por psílido”. Hay cinco instars que son similares en sus rasgos morfológicos. Los cambios estructurales principales en los instars son: el aumento de tamaño del cuerpo, desarrollo de alas y un número agregado de glándulas marginales de cera. El promedio de desarrollo de la fase de ninfa es de 12 a 21 días (Knowlton, 1933).

Primer instar. Son de color naranja, presenta antenas con los segmentos basales cortos y gruesos, los cuales se adelgazan hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoras; los ojos de color rojo o naranja. Durante este instar no se observan paquetes alares; las patas presentan una segmentación poco visible, al igual que el abdomen (Becerra, 1989).

Segundo instar. Se observa claramente la constricción entre el cuerpo, cabeza y abdomen. La cabeza es de color amarillento, las antenas son filiformes con un par de setas sensoras en la parte apical, los ojos son de color anaranjado oscuro, el tórax es de color verde amarillento, se observan paquetes alares, se presenta la segmentación en las patas. Tanto tórax y abdomen son de mayor tamaño, así como las estructuras en cada uno de ellos; el abdomen es de color amarillo y presenta un par de espiráculos en los cuatro primeros segmentos (Becerra, 1989).

Tercer instar. Se definen perfectamente las constricciones del cuerpo, la cabeza es de color amarillo, las antenas se adelgazan en la parte media para terminar con dos setas sensoras; la coloración de los ojos es rojiza, se observa en el tórax con mucha facilidad, los dos pares de alas en el mesotórax y metatórax; este es de color verde amarillento, en abdomen es de color amarillo y es más redondo inmediatamente abajo del segundo par de alas (Becerra, 1989).

Cuarto instar. La cabeza es de color amarillo, los ojos son de color rojo oscuro, las antenas continúan con las mismas características, la segmentación de las papas se encontró tan definida que se puede apreciar en la parte terminal de las tibias posteriores tres espuelas, así como dos segmentos tarsales y un par de uñas (Becerra, 1989).

Quinto instar. La cabeza y abdomen son de color verde claro, el tórax tiene una tonalidad más oscura, las antenas están divididas en dos partes por una hendidura muy marcada; la parte basal es gruesa y la apical es filiforme, presentan seis placoides sencillas muy visibles; los ojos se tornan de color rojo, presentan tres espuelas en la parte terminal de las tibias posteriores y dos segmentos tarsales y un par de uñas, el abdomen es de forma semicircular (Becerra, 1989).

Los dos últimos instares son los más perjudiciales para el cultivo de la papa, ya que presentan un aparato bucal más definido con lo cual transmiten toxinas muy dañinas, y es cuando en la planta de papa se pueden apreciar fisiológicamente los diferentes síntomas de plantas enfermas, la toxina es una sustancia que llega a dañar las células que producen la clorofila en las hojas de las plantas y que dan el color verde a éstas.

c. Adulto

Recién transformados son de color verde amarillento con las alas transparentes; permanecen inactivos durante las primeras tres o cuatro horas, tornándose las alas durante este tiempo en incoloras o transparentes; la cabeza y el tórax cambian de color y son amarillo ámbar, posteriormente a café claro hasta llegar a café oscuro o negro (Figura 10). Estos cambios de coloración se realizan entre los siete y diez días considerando que la coloración oscura es característica de aquellos insectos que maduraron sexualmente y ya copularon (Becerra, 1989). Ellos son diminutos con alas claras, colocadas como tejido sobre su abdomen, son muy parecidas a las cigarras pero en miniatura (Pletsch, 1947).

Después de la transformación son de color amarillo pálido y posteriormente a los dos o tres días se tornan de color verde; a los cinco días son de colores grises o negros (Pletsch, 1947). Los adultos dos o tres días después de la emergencia pueden presentar

color oscuro (Knowlton y Wylie, 1934). Las hembras depositan 510 huevos durante su ciclo de vida y pueden vivir 3 veces más que los machos (Pletsch, 1947).

Los Machos tienen seis segmentos abdominales, más el segmento genital, con estructuras como pinzas. Las hembras poseen cinco segmentos abdominales, más el genital, con una "Y" en el dorso, con los brazos dirigidos hacia el ápice (Garzón et al, 2007). En la figura 10 se ilustra el dimorfismo sexual entre macho y hembra de *P. cockerelli*.

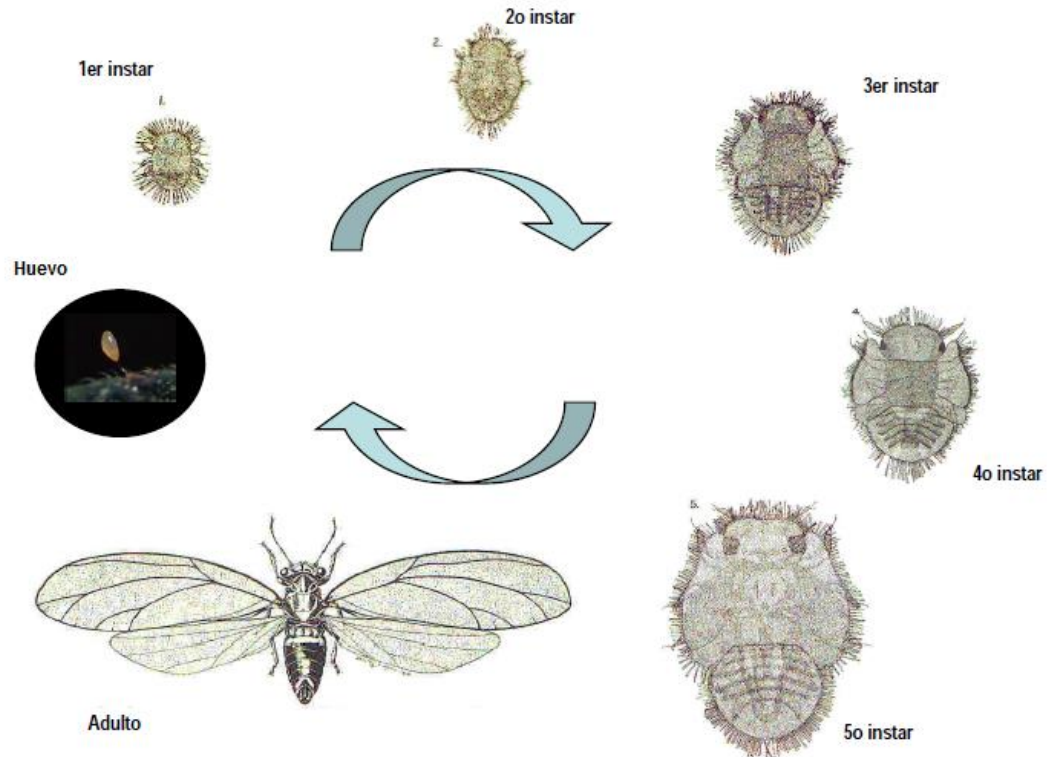


Fuente: Cortez, 2011.

Figura 10. Dimorfismo sexual de *P. cockerelli*.

En la figura 10 se distingue lo descrito anteriormente según Garzón, la hembra tiene los genitales dirigidos hacia el ápice y el macho en forma de pinzas, hacia arriba.

Cada hembra deposita entre 1 a 11 huevos por día con una media de 2.64 (Becerra, 1989); sin embargo, en un estudio realizado por Knowlton en 1934, determinó que las hembras depositan entre 5 y 50 huevos por día. Los adultos especialmente son dañinos, porque transmiten el fitoplasma que es un organismo infeccioso submicroscópico, más grande que un virus y tiene forma de huevo estrellado. En la figura 11 se ilustra el ciclo biológico de *P. cockerelli*.



Fuente: Garzón, 2002.

Figura 11. Ciclo Biológico de *P. cockerelli*

P. cockerelli tiene metamorfosis incompleta con 3 estados de desarrollo, y 5 estadios ninfales. El ciclo total dura un promedio de 27 días, Knowlton y Wylie (1934), luego de realizar estudios de ciclos de insectos, basándose en días, concluyen que los insectos por ser poikilotérmicos, es decir, que su velocidad de desarrollo está determinada en gran parte por temperatura, su edad fisiológica debe definirse en base a grados día o unidades de calor; en función de lo anterior, determinaron que para *P. cockerelli* la temperatura mínima de desarrollo es de 7°C y confirmaron que temperaturas superiores a los 35°C afectan su desarrollo. Y según un estudio del ciclo biológico de *P. cockerelli* bajo las anteriores condiciones su desarrollo se completó de huevo a adulto en 356 unidades de calor. En el cuadro 6 se resume cada estadio del ciclo biológico de la plaga, en unidades de calor y días.

Cuadro 6. Duración del ciclo biológico de *P. Cockerelli*

Duración del ciclo biológico de <i>P. cockerelli</i>		
Estadío	Duración del ciclo	
	Unidades de Calor	Días
Huevo a primer instar	72	5.5
Primer instar a Segundo instar	54	4.1
Segundo instar a tercer instar	48	3.6
Tercer instar a cuarto instar	54	4.1
Cuarto instar a Quinto instar	48	3.6
Quinto instar a Adulto	80	6.1
Total	356	27
7°C < unidades de calor > 35°C. 23°C es la temperatura ideal para su desarrollo.		

Fuente: Becerra, 1989.

Las unidades de calor son para determinar la velocidad de desarrollo de los insectos, y están determinadas por la temperatura en que se encuentra desarrollando el mismo. Para poder determinar lo que son unidades de calor, se debe aplicar la siguiente formula (Becerra, 1989).

$$\frac{(T^{\circ}C \text{ mín.} + T^{\circ}C \text{ máx.})}{2} - 7^{\circ}C$$

Se refiere al promedio de la temperatura diaria menos 7°C que el insecto necesita como mínimo para poder sobrevivir. Es decir, que lo único que se necesita es contar con los datos de temperaturas diarias, tanto máximas como mínimas, sacar su promedio y restarle 7 centígrados (Becerra, 1989).

B. Distribución geográfica

Actualmente esta plaga se ha observado de los 1700 a 3000 msnm, en la mayoría de las zonas paperas de Guatemala causa la reducción de la producción entre el 40% y 60%; y la producción obtenida presentó hasta el 80% con tubérculos con una coloración parda en su endospermo, lo que afecta su calidad culinaria e industrial (Cid, 2005).

C. Formas de daño foliar del Psílido al cultivo de papa

Los psílidos de la papa, como los áfidos, aspiran la savia de la planta a través de las partes de la boca en forma de aguja. Se alimentan de las hojas de una manera similar a los áfidos, pero en vez de producir una película brillante de la ligamaza, en su exudado azucarado se asemeja a un polvo blanco. Las ninfas son la etapa perjudicial porque al alimentarse, inyectan una toxina que causa una condición fisiológica conocida como “fitoplasmosis”, la cual es una sintomatología de debilitamiento, amarillamiento y enrollamiento de los folíolos.

La alimentación por este parásito causa no solo el amarillamiento de la planta, sino que también puede ocasionar la pérdida del vigor y producción debido a una combinación del sistema del tubérculo y del tamaño reducido del mismo (Garzón, 2003).

Según Garzón Tiznado, quien cita a Al-Jaber, A.M. dice que “los síntomas divulgados de los estudios realizados en la Universidad del Estado de Colorado, en ése parásito, incluye el crecimiento retardado, erguido en un nuevo crecimiento, clorosis, y disminución en el color púrpura”. Los síntomas secundarios incluyen la malformación y distorsión del follaje, y como consecuencia de la clorosis extensa, se producen numerosos tubérculos pequeños de mala calidad.

D. Síntomas

Las plantas infestadas presentan un hábito de crecimiento erecto, principalmente de las hojas más jóvenes. Los folíolos se enrollan hacia el haz iniciando por su base, puede además adquirir una pigmentación amarilla o púrpura, de ahí que la enfermedad se conoce como punta morada. El tallo presenta un aspecto más leñoso y puede haber abultamiento de los nudos, en ocasiones los entrenudos son más cortos, y pueden presentarse, tubérculos aéreos. Cuando la población de ninfas es muy alta, la planta presenta un color amarillo y termina por secarse. Para una manifestación severa de los síntomas, se requiere una densidad de más de 15 ninfas por planta. Los adultos, aun en poblaciones de 1000 individuos por planta, no causan daños.

En la parte subterránea se puede apreciar una decoloración cortical y los tubérculos pueden deformarse o desarrollarse muy pegados al estolón, lo que da una apariencia de rosario. En algunas variedades el número de tubérculos pueden incrementarse, pero no alcanzan el tamaño comercial. En el interior del tubérculo se presenta una coloración parda, que en muchos casos es tan severa que imposibilita su consumo. Por otro lado, los tubérculos afectados emiten brotes delgados o finos, y muchos de ellos definitivamente no brotan. Cuando los brotes envejecen pueden formarse en su ápice pequeños tubérculos, que pueden ir de 5 a 15 mm de diámetro.

Si los tubérculos con brotes delgados o finos se plantan en invernadero o campo, dan origen a plantas normales, quizá con el tallo un poco delgado, pero que producen tubérculos sin manchas y que brotarán normalmente. Es decir que hay una inhibición total del brote delgado en tubérculos provenientes de plantas infectadas. (Ferguson y Fraser, 2001).

Existen dos tipos de daños: el toxinífero o directo, y el indirecto, como transmisor del fitoplasma. La toxina de *P. cockerelli* es una sustancia que daña las células que producen clorofila en las hojas de las plantas y que dan el color verde, por lo que las plantas se tornan amarillentas y raquíticas. Como aclaración, México es el único país donde se ha reportado al pulgón saltador como vector de un fitoplasma, en el resto del mundo únicamente se le conoce por su efecto toxinífero en papa y tomate (Ferguson y Fraser, 2001).

En papa, las plantas infestadas producen pocos tubérculos y las pérdidas son de 20% a 50%, además se ha detectado que los tubérculos cuando se encuentran almacenados, brotan prematuramente. Este daño ocurre si la planta es atacada durante las primeras etapas de su desarrollo (Ferguson y Fraser, 2001).

La naturaleza de la enfermedad es diferente al daño causado por un virus. Cuando las plantas son atacadas por este insecto presentan las características mencionadas

anteriormente, sin embargo, al controlar al vector, se observa que la enfermedad no avanza. Se considera que de 3 a 4 ninfas por planta es el umbral para presentar los síntomas normales; para síntomas más severos se requiere mayor densidad poblacional (Ferguson, y Fraser, 2001).

E. Daños originados por la toxina

El primero que dio a conocer al mundo como efecto toxinífero fue el Dr. Richards, en el año 1928. Él mencionó que el “amarillamiento de la papa” se debía a los procesos de alimentación de las ninfas en la planta, pues por el estilete también inyectan toxinas; esto se confirmó al retirar las ninfas de la hoja pues los síntomas desaparecen lentamente, y la planta tiende a recuperar su color verde natural. Posteriormente, entre los años 30 hasta los 90, diversos investigadores han venido aportando mayores elementos sobre el efecto de las toxinas de *P. cockerelli* en las plantas de papa, sin embargo en algunos casos éstas son contradictorias y confunden, por ejemplo, algunos investigadores hablan que, además del amarillamiento de la papa, “las hojas apicales tienen hojas onduladas y hojas moradas”, sin embargo, estos últimos síntomas están más relacionados con los de la punta morada de la papa (un fitoplasma) que con los causados por la toxina.

F. Daños causados por el fitoplasma

Existen al menos cinco enfermedades cuyos agentes causales han sido asociados a fitoplasmas, en los cultivos de tomate y papa, cuatro de estos son transmitidos por chicharritas y sólo uno de éstos, por *P. cockerelli* (Garzón, 2003).

G. Efectos foliares

Los síntomas que pueden desarrollarse con mucha rapidez son los siguientes: Enrollamiento de las hojas, cambios de color, amarillamiento o blanqueamiento en las variedades de color castaño, enrojecimiento en las variedades de color rojo, achaparramiento o retraso en el crecimiento, engrosamiento en los entrenudos del tallo y producción de tubérculos aéreos.

H. Efectos en los tubérculos

Aumento en la producción normal de los tubérculos, menor tamaño de los tubérculos, la forma de los tubérculos es irregular, con frecuencia la cáscara se torna áspera, el estado latente de los tubérculos se ve trastornado, se producen tubérculos en cadena, producción prematura de brotes, la producción puede reducirse en gran medida.

I. Efectos en la semilla

Retoñan de manera prematura, los retoños tienden a ser débiles, por lo general crecen más lentamente, los efectos son más severos en los tubérculos de las plantas que presentan los síntomas más graves, los tubérculos de las siguiente generación son normales (a diferencia de los que ocasionan la enfermedad del fitoplasma) (Garzón, 2002).

J. Controles de la Plaga

a. Umbral económico

Para una manifestación severa de los síntomas se requiere de más de 15 ninfas de *P. cockerelli* por planta. Los adultos, aun en poblaciones de 1000 individuos por planta, no causan daño (Zavala, 1998).

No existen umbrales económicos o de acción para tomar decisiones de control de *P. cockerelli*, únicamente hay información de lo siguiente: en California se reporta que densidades de 3 a 5 ninfas por planta, son capaces de producir síntomas del amarillamiento por *P. cockerelli*, pero que se requiere un número mayor de 15 ninfas por planta para producir síntomas severos. Poblaciones relativamente bajas antes o durante el inicio de la formación de los tubérculos, afectan la producción significativamente, pero una vez que los tubérculos se han formado las plantas toleran el daño. En esta región californiana se han reportado pérdidas del rendimiento del 20% al 50%. También se reporta que los tubérculos producidos por plantas enfermas brotan prematuramente bajo almacenaje y no son adecuados para su uso como semilla, se indica que la alimentación

por adultos tiene poco o ningún efecto en cualquier época de desarrollo del cultivo (Strand, 2006)

b. Monitoreo

El monitoreo de *P. cockerelli* es fundamental para tomar decisiones inmediatas que permitan definir qué insecticida aplicar, en qué momento y la dosis adecuada para su control, con el fin de prevenir el manchado del tubérculo de papa. La aplicación de insecticidas no se justifica sin el monitoreo del insecto en campo. Es muy importante detectar la dirección de los vientos, que es por donde llegan los insectos al cultivo. Para el monitoreo de este insecto se requiere identificar en campo los huevos, las ninfas y los adultos. Se recomienda realizar siempre un monitoreo previo y otro posterior a la aplicación de insecticidas, con el propósito de conocer la eficiencia de la aplicación. A continuación se presentan los tipos de monitoreo a realizar:

Trampas amarillas. La información que se obtiene mediante este tipo de trampas es la siguiente, tipo de insecto, fecha de llegada, población, y de donde proviene. Se recomienda el empleo de tarjetas de color amarillo, rectangulares, de 1.2 m². Se colocan hasta 6 trampas por lote de papa. (Lote de aproximadamente 1 ha). Una trampa en cada punto cardinal y dos en el centro de la parcela. Se realizan al menos dos conteos de insectos por semana y se determina el promedio capturado por centímetro cuadrado, el punto más importante a monitorear es el lote por donde entra el viento. En general se toma como una población baja, cuando se encuentra menos de un insecto por cm², regular cuando hay entre uno y cuatro insectos por cm² y alta con más de cuatro insectos en promedio por cm². Cuando se encuentra una población regular de insectos o una población alta, es cuando hay mayor riesgo para el desarrollo de la enfermedad en el campo. (Garzón et al, 2007)

Red Entomológica. Un segundo método para el monitoreo de *P. cockerelli* es el de la red entomológica, este nos permitirá conocer la población actual de adultos en campo. Para ello, se requiere realizar el redeo en los cuatro puntos cardinales más dos en el centro, nuevamente, seis en total. Se recomiendan 20 golpes de red por sitio. El promedio de

insectos se definirá del total de adultos capturados por sitio entre el número de golpes de red. Se realizan al menos dos muestreos por semana, uno antes y otro después de la aplicación, en caso de que se decida no aplicar, por seguridad realice un segundo muestreo en esa semana. (Garzón et al, 2007)

Observación directa. Este monitoreo se realiza directamente en 10 puntos de papa por punto cardinal y 10 en el centro. Para esto se toma una hoja por planta de la parte media hacia la base y se cuenta el número de ninfas o adultos de *P. cockerelli*, el total de insectos se divide entre el número de hojas muestreadas y se obtiene la población en ese momento. (Garzón et al, 2007)

c. Control cultural.

Hartman en 1937 señaló que las plantaciones tempranas de papa son severamente dañadas por el psílido, mientras que las tardías se ven menos afectadas. Lo anterior indica que es necesario general información referente al comportamiento del insecto para conocer cuáles son las etapas más susceptibles al ataque de este insecto.

Se considera que después las cosechas se deben destruir los residuos, quemarlos y limpiar el área del cultivo, eliminando así, posibles focos de reinfestación (Ferguson y Fraser H, 2001).

Se recomienda también entre las prácticas de control cultural, el uso de semilla certificada, comprobar su sanidad con análisis de laboratorio; rotación de cultivos y uso de diferentes variedades de papa.

d. Control etológico

Se deben colocar trampas amarillas 45 días antes de la siembra en los 4 lados de la parcela. En este período se debe de hacer eliminación de hospederos permanentemente y seguido de aplicación de insecticidas, eliminación de hospederos alternos 45 días antes de la siembra y eliminación de otras solanáceas. Se pueden utilizar trampas que consisten

en un cilindro con una tarjeta amarilla, removible, reticulada, impregnada de un pegante para la captura de adultos, y colocada ligeramente arriba de la punta de las plantas, las tarjetas se recogen semanalmente y se reemplazan por nuevas (Al-Jabar, 1999). También se puede establecer barreras vivas, trampas que deben circundar el cultivo, pero sobre todo en el sitio en que arriban los vientos dominantes y en el momento oportuno (Cortez, 2011).

e. Control biológico

Este tipo de control ayuda a equilibrar el medio ambiente, al mantener las poblaciones de las principales plagas reguladas por los parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Comercialmente existen productos biológicos para el control de *P. cockerelli* y también se encuentran de manera natural dentro del cultivo, por lo que al realizar una aplicación con insecticidas se debe tomar en cuenta que no sean tan agresivos con la fauna benéfica, y se requiere no realizar más de 8 aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo. Entre los organismos de control biológico se encuentran entomopatógenos y entomófagos, a continuación enumeran en los cuadros 7 y 8.

Cuadro 7. Organismos entomófagos benéficos que controlan *P. cockerelli*

Nomb re Común	Nombre Científico	Clasificación	Fase Atacada
Avispita	<i>Tamarixia triozae</i>	(Hymenoptera:Eulophidae)	Parasitoide de ninfas
Avispita	<i>Metaphycus psyllidus</i>	(Hymenoptera:Eulophidae)	Parasitoide
Catarinita	<i>Hippodamia convergens</i>	(Coleoptera:Coccinellidae)	Depredador de huevos y ninfas
Caimancito, León de los áfidos	<i>Chrysoperla carnea</i>	(Neuroptera:Chrysopidae)	Depredador de huevos y ninfas
Crisopa	<i>Chrysopa spp.</i>	(Neuroptera:Chrysopidae)	Depredador de ninfas
Chinche pajiza	<i>Nabis spp.</i>	(Hemiptera:Nabidae)	Depredador de ninfas
Chinche ojona	<i>Geocoris spp.</i>	(Hemiptera:Geocoridae)	Depredador de huevos y ninfas
Antocórido	<i>Anthocoris spp.</i>	(Hemiptera:Anthocoridae)	Depredador de ninfas

Fuente: Garzón et al, 2007.

Estos organismos entomófagos son utilizados en México para el control de *P. cockerelli*; en Guatemala, específicamente en el área de Quetzaltenango, no se realizan liberaciones de entomófagos benéficos para el control de la plaga.

Cuadro 8. Organismos entomopatógenos benéficos que controlan *P. cockerelli*

Hongo	Fase Atacada
<i>Beauveria bassiana</i>	Adultos, huevos y ninfas
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Adultos
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Adultos y ninfas

Fuente: Garzón et al, 2007.

B. bassiana y *M. anisopliae* son hongos benéficos para el control de una amplia variedad de plagas, y también pueden controlar *P. cockerelli*, estos dos hongos son desarrollados comercialmente en Guatemala, lamentablemente por cuestiones de costos no son utilizados para el cultivo de papa.

f. Control químico

Los psíldos se alimentan de áreas protegidas de la planta (en el envés de las hojas), es muy importante que la cobertura de la aplicación sea total y son bastante tolerantes a los insecticidas, por lo que las dosis pueden ser altas, en los cuadros 9 y 10 se muestran algunos insecticidas usados en el control de *P. cockerelli* y sus dosis recomendadas.

Cuadro 9: Recomendación de insecticidas aplicados al suelo para el control de *P. cockerelli*

Insecticida	Grupo Químico	Formulación		Dosis/ha	ISD
Temik	Carbamato	GRAN	5	14-20 Kg	90
Thimet	Fosforado	GRAN	15	13-17 Kg	90
Confidor	Cloronicotinoide	SC	30	1-1.5 L	7
Actara	Cloronicotinoide	GD	25	0.6 Kg	14

Fuente: Cortez, 2011.

ISD= intervalo de seguridad en días

Cuadro 10: Recomendación de insecticidas asperjados al follaje para el control de *P. cockerelli*

Insecticida	Grupo Químico	Formulación		Dosis/ha	EBC
Agrimec	Avermectina	CE	1.8	0.3-1.2 L	N, A
Saf-T-Sade	Hidrocarburo parafínico	CE	80	0.8-2 L	H, N
Detergentes	Ácidos grasos	SA	49	2-4 L	H, N
Rescate	Cloronicotinoide	PS	20	250-375 g	N, A
Neem	Azadiractina	CE	1.2	1-3 L	N, A
Oberon	Ketoenoles	LS	24	0.5 L	H, N
Talstar	Piretroide	CE	12	0.4-0.6 L	N, A
Clutch	Neonicotinoide	WDG	50	150-200 g	N, A
Baytroid	Piretroide	CE	5.7	0.5-0.75 L	N, A
Thiodan	Ciclodieno	CE	33	1.5-2 L	N
Cascade	Regulador	CD	5	0.5 L	H, N

Fuente: Cortez, 2011.

EBC= Estado Biológico Controlado. H= huevo; N= ninfa; A= adulto.

Los insecticidas foliares más utilizados por los productores de Papa en Quetzaltenango, son Rescate, Oberon, Thiodan y Baytroid; y los Insecticidas aplicados al suelo más utilizados son Thimet y Confidor.

Según Illescas (2003), los insecticidas originales que resultaron efectivos fueron el azufre en polvo y las aspersiones de azufre y cal. Los Carbamatos, algunas veces no han bajado la densidad de psílicos. Según un estudio realizado por Illescas (2003), para el control de *P. cockerelli*, evaluando 7 insecticidas, los que más eficacia de control mostraron fueron Betaciflutrina (Monarca 11.25 SE) con un 44.7%, Acetamiprid (Rescate 20 SP) con un 43% y el jabón (Saft-T-Side) con un 30% de efectividad. Además, estudió la eficacia de Metamidophos (Tamaron 60 SL), que resultó ser el más económico y eficaz, pero según la normativa, está prohibido el uso de este insecticida.

K. Dispersión espacial

La distribución espacial es una de las propiedades más características de las especies, porque produce parámetros que las segregan y estos son expresiones poblacionales del

comportamiento a nivel individual (Badii et al, 2011). Se refiere a la ubicación que los individuos ocupan en un determinado tiempo y espacio, como las superficies cultivadas.

Los estudios de distribución espacial tienen importancia ecológica. Además, de ésta depende la forma de realizar muestreos para determinar los tamaños de muestra y dinámicas poblacionales de los insectos en los cultivos. Esta información es fundamental para diseñar sistemas de control de plagas, porque la distribución de una plaga influye en la efectividad y el comportamiento de parasitoides.

La disposición espacial se describe mediante índices y modelos matemáticos, lo que permite hacer predicciones sobre el comportamiento de las poblaciones y encontrar transformaciones adecuadas que posibiliten el análisis de varianza.

L. Tipos de distribución

Aun cuando hay un gran número posible de patrones, se consideran tres de los más comunes: distribución al azar, uniforme y agregada (Barfield, 1989).

a. Patrón espacial al azar (aleatorio)

Un patrón aleatorio implica la ausencia total de interacciones entre los individuos y con el medio. Para que la probabilidad de encontrar a un individuo sea la misma en todos los puntos del espacio, es necesario que todo este espacio ofrezca las mismas condiciones (Tannure et al, 2002).

Badii *et al* (2011) indica que para referirse a la distribución espacial aleatoria cuando cada punto tiene la misma probabilidad de ocupar cualquier punto, cada punto tiene la misma probabilidad de contener cualquier individuo y la presencia de un individuo en un punto es independiente de otros individuos. Hay dos tipos de dispersión aleatoria:

- La distribución normal, para los conteos altos y cuando existe una homogeneidad de varianzas.

- La distribución Poisson, una indicación de rareza y cuando la varianza muestral es igual a la media muestral. Se usa el modelo de bondad de ajuste (χ^2) para determinar la concordancia entre los datos observados y esperado. Los datos de frecuencia esperados se estiman mediante la ecuación

$$f_e(x) = Px(Sf_o)$$

b. Patrón espacial uniforme

Cuando se encuentra a un individuo en un punto se reduce la probabilidad de encontrar otro individuo en el mismo punto. Es tipo de dispersión es indicativo de la competencia y territorialidad. Los datos de frecuencia esperados se estiman mediante la ecuación.

$$f_e(x) = Px(Sf_o)$$

Una característica de las poblaciones uniformes distribuidas es que la varianza es menor que la media, porque hay relativamente pocas áreas de hacimiento o densidades muy bajas en comparación a un patrón aleatorio. El espacio uniforme o regular entre los individuos, puede indicar un comportamiento competitivo o agresivo, como la territorialidad existente en algunas plantas, aves y mamíferos. Tal comportamiento es extremadamente raro en muchos invertebrados. (Badii *et al* 2011)

c. Patrón espacial agregado

Un patrón agregado indica la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio. Existen muchas causas probables para la formación de un patrón agregado, cuyo estudio puede ser relevante para comprender mejor la biología o ecología de los organismos o el medio bajo estudio (Tannure *et al*, 2002).

Existen varios modelos que se pueden usar para describir este tipo de dispersión, sin embargo, el modelo de binomial negativa, ofrece una explicación más adecuada, precisa y general de la dispersión agregada. Se usa aquí también el modelo de bondad de ajuste

(X^2) para determinar el ajuste entre los datos del campo y los datos esperados que se generan por el modelo, según las siguientes ecuaciones:

$$f_{0} = \frac{n}{qk} \quad \text{y} \quad f_x = f(x-1) \left(\frac{m}{m+k-1}\right)^{\left(\frac{x+k-1}{X}\right)}$$

Dónde:

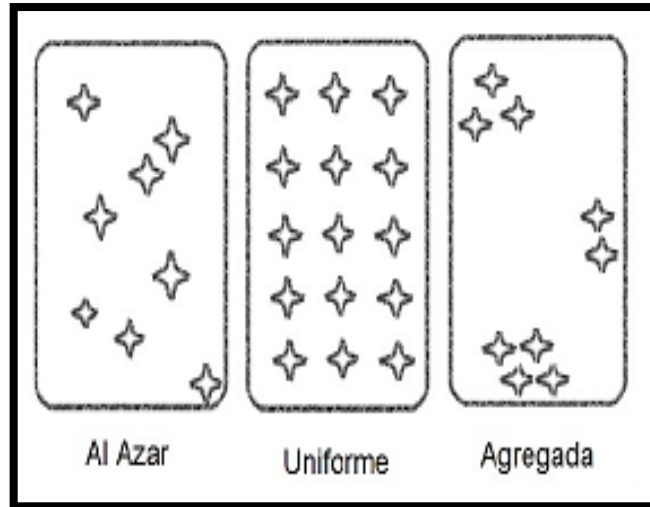
f_0 es la frecuencia esperada de la clase cero, f_x es la frecuencia esperada de la clase x , $q = 1 + p$, $p = m/K$, $m =$ la media muestral, k es el parámetro de dispersión del modelo de binomial negativa y las demás notaciones antes descritas.

M. Distribución espacial: métodos alternos

Existe un gran número de modelos sencillos propuestos por varios autores para determinar el tipo de dispersión espacial de las poblaciones; éstos métodos han sido utilizados en manejo integral de plagas; en agricultura para las plagas insectiles, ácaros plaga, los depredadores (Badii *et al* 2011).

a. Índice de razón varianza-media

Esta prueba está basada en la igualdad entre la varianza y la media. La razón varianza-media o índice de dispersión ($I = v/m$) se aproxima a la unidad cuando la distribución es Poisson. Este índice frecuentemente se desvía de la unidad y la significancia de esta desviación se estima vía una prueba de $X^2 = (v/m) (n-1)$. Valores de 1 menor, igual o mayor de la unidad indican patrones de dispersión de tipo uniforme, Poisson o agregada, respectivamente (Badii *et al* 2011).



Fuente: Barfield, 1989.

Figura 12. Patrones de dispersión de poblaciones de insectos

2.2.2 Marco referencial

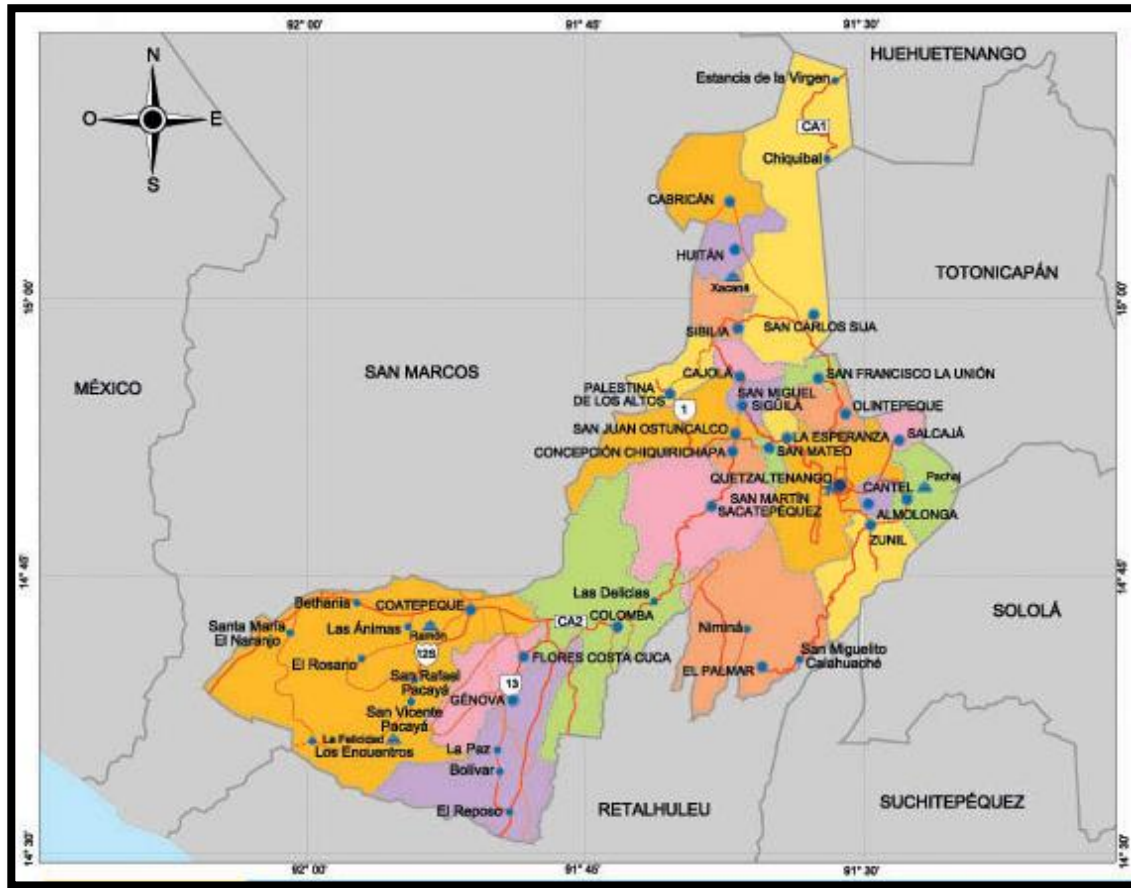
A. Localización

a. Ubicación geográfica de Quetzaltenango

Quetzaltenango se encuentra a 202 km de la Ciudad Capital. Tiene una extensión territorial de 1,951 km² (279,227 mz, equivalente al 1.8% del territorio nacional). Limita al Norte con el departamento de Huehuetenango; al Sur con los departamentos de Retalhuleu y Suchitepéquez; al Este con Totonicapán y Sololá y al Oeste con el departamento de San Marcos. Se ubica en la latitud 14°50'16'' y longitud 91°31'03''. Tiene una altitud promedio de 2,333 msnm.

b. División política administrativa

El departamento de Quetzaltenango se encuentra en la Región VI (Sur Occidente). Su cabecera es Quetzaltenango. Se conforma por 24 municipios, entre los que se encuentran: 2 ciudades, 2 villas, 20 pueblos, 94 aldeas, 186 caseríos, 217 parajes, 299 fincas, 110 haciendas, 938 labores, 284 granjas y 26 asentamientos agrícolas. En la figura 5 se ilustra el mapa de Quetzaltenango.



Fuente: www.leopl.com, 2015

Figura 13. División política y administrativa del departamento de Quetzaltenango

c. Zona papera de Quetzaltenango

Según el IV Censo Agropecuario la mayor cantidad de plantaciones de papa se concentran en el altiplano occidental del país, conformado por su orden de prioridad por los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos, Guatemala y Sololá. En términos porcentuales, Quetzaltenango aporta un 23% de la producción nacional de papa. (MAGA, 2011). En el Cuadro 11 se enlistan los porcentajes de producción de papa de los municipios productores de papa de Quetzaltenango.

Cuadro 11. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción obtenida de PAPA, por semestre, según departamento y municipio. Año agrícola 2002 / 2003. (Superficie en hectáreas y producción en toneladas métricas)

Departamento y municipio	Total año agrícola 2002 / 2003			
	Número de fincas	Superficie cosechada	Producción obtenida	Porcentaje de producción
Total República	26,984	6,759	102,267.12	100
Quetzaltenango	5092	1465.1	23677.75	23.15
San Martín Sacatepéquez	1256	399.7	4816.79	20.34
San Juan Ostuncalco	965	245.0	4288.53	18.11
Concepción Chiquirichapa	824	252.7	4319.83	20.75
Palestina de Los Altos	804	252.7	4913.77	18.04
Sibilia	265	70.0	1377.11	5.82
Almolonga	230	30.8	460.44	1.94
San Carlos Sija	199	21.0	195.41	0.83
Cabricán	140	11.9	125.60	0.53
Quetzaltenango	107	32.9	572.57	2.42
Zunil	104	37.8	448.83	1.90
Huitán	73	6.3	54.52	0.23
San Mateo	46	44.8	1120.96	4.73
La Esperanza	30	29.4	425.33	1.80
Salcajá	26	4.9	88.77	0.37
Cantel	14	2.1	28.76	0.12
Olintepeque	6	22.4	422.93	1.79
San Miguel Sigüilá	3	0.7	17.60	0.07

Fuente: MAGA, 2011.

Los municipios de mayor producción de papa, son San Martín Sacatepéquez con 20.34%, San Juan Ostuncalco con 18.11%, Concepción Chiquirichapa con 20.75% y Palestina de los Altos con 18.04% del total de producción obtenida en el departamento.

San Martín Sacatepéquez. Tiene una extensión territorial de 143.85 km², dista a 19 km de la cabecera departamental del Quetzaltenango y a 220 de la ciudad de Guatemala. Respecto a la ubicación cartográfica, la latitud es de 14°49'22" y longitud 91°38'33", y la

altitud promedio es de 2,490 msnm. Al norte colinda con los municipios de San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa, al Sur con los municipios de Colomba, El Palmar y una pequeña porción de Nuevo San Carlos del departamento de Retalhuleu, al Este con el municipio de San Mateo y Quetzaltenango; al oeste limita con el municipio de Colomba; todos del departamento de Quetzaltenango. El municipio está formado por 13 aldeas, 23 caseríos, 5 Sectores y 3 barrios (SEGEPLAN, 2010).

Concepción Chiquirichapa. Se localiza en el centro-oeste del departamento de Quetzaltenango y tiene una extensión territorial de 48 km²; se localiza a 13 km de la cabecera departamental y a 214 km de la ciudad capital. La elevación es de 2565 msnm con una latitud 14°51'20'' y longitud de 91°37'26''. Limita al Norte con los municipios de San Juan Ostuncalco y San Mateo; al Sur con San Martín Sacatepéquez, al Este con San Mateo y Quetzaltenango y al Oeste con San Juan Ostuncalco y San Martín Sacatepéquez; todos del departamento de Quetzaltenango. Está conformado por 28 comunidades, 1 pueblo, 9 aldeas, 17 caseríos y 1 barrio (SEGEPLAN, 2010).

San Juan Ostuncalco. Es uno de los municipios con mayor extensión del departamento de Quetzaltenango, ocupa el 5% del territorio del departamento y su extensión es de 109 km², se encuentra a 14 km de la cabecera departamental de Quetzaltenango y a 215 km de la ciudad Capital. El municipio está formado por una villa, cuatro zonas, 19 aldeas, 12 caseríos, 8 fincas y 1 parcela. Colinda al Norte con Cajolá, San Miguel Sigüilá, San Carlos Sija y Palestina de los Altos; al Sur con Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez; al este con San Mateo; al Oeste con Palestina de los altos y San Pedro Sacatepéquez, El Quetzal y San Cristóbal Cucho, del departamento de San Marcos (SEGEPLAN, 2010).

Palestina de los Altos. El municipio de Palestina de Los Altos cuenta con una extensión territorial de 48km². Su elevación es de 2620 msnm, con una latitud norte de 14°55'55'' y longitud oeste 91°41'38''. Se creó por Acuerdo Gubernativo del 18 febrero 1993, que había pertenecido a San Juan Ostuncalco. Se encuentra a 33 km de la cabecera departamental y a 234 km de la ciudad capital. Colinda al norte con Sibilía, San Carlos Sija; al sur con

San Juan Ostuncalco y San Pedro Sacatepéquez al occidente con San Antonio Sacatepéquez. Está conformado por 37 centros poblados, tres aldeas y 33 caseríos (SEGEPLAN, 2010).

B. Clima

El clima de la región es frío. Tiene una precipitación anual promedio de 2730 mm. La temperatura va de 12.5 a 18.6 grados Celsius. La zona de vida que se presenta en esta región es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bhm-MB) (IGN, 1980).

C. Suelos

Según Simmons, los suelos de esta región pertenecen a la serie de suelos predominantes, pertenecientes al grupo de la altiplanicie central, existen suelos profundos sobre relieve inclinado a escarpado donde predominan los suelos Patzité, Quiché, Sinaché, los cuales son cenizas volcánicas de color claro, de buen relieve, textura franca arenosa y arcillosa friable. También existen suelos profundos sobre el relieve casi plano de la serie Quetzaltenango, los cuales son cenizas volcánicas de color claro, de buen drenaje, textura franco arenosa fina y firme, con subsuelo café amarillo (Simmons, 1959).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

- Determinar la presencia y distribución del Psílido de la papa, *P. cockerelli* en los municipios de San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco.

2.3.2 Específicos

- Establecer la presencia de *P. cockerelli* en los municipios de estudio del departamento de Quetzaltenango.
- Analizar la distribución espacial y patrones de dispersión de *P. cockerelli* en el cultivo de papa en los municipios de San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco.

2.4 HIPÓTESIS

- Sí existe la presencia de *P. cockerelli* asociada como plaga en el cultivo de papa, en los 4 municipios de estudio.
- El patrón de dispersión de la plaga con base en parámetros estadísticos es agregado.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Presencia de *P. cockerelli*

A. Delimitación de las áreas de muestreo

Los muestreos se realizaron en los cuatro principales municipios productores de papa: Concepción Chiquirichapa, San Juan Ostuncalco, San Martín Sacatepéquez y Palestina de los Altos. Según el IV Censo Agropecuario del 2003, el área cosechada de papa en estos municipios es de 1,150.1 hectáreas y sobre esa base se partió para realizar el muestreo.

En el municipio de Concepción Chiquirichapa se muestrearon parcelas pertenecientes a los miembros de Asociación de Desarrollo Integral de Chiquirichapa -ADICH-; en San Martín Sacatepéquez se muestrearon parcelas pertenecientes a los miembros de Asociación de Productores de Papa -APROPA-; en San Juan Ostuncalco se muestrearon parcelas pertenecientes a los miembros de Asociación Integral de Paperos de Occidente -AIPO- y en Palestina de los Altos se muestrearon parcelas de los miembros de la mancomunidad del río naranjo -MANCUERNA-.

B. Planificación de muestreo

a. Muestreo Piloto

Se condujo un muestreo piloto en el mes de octubre de 2013 con el fin de validar la boleta (Cuadro 25A del anexo), la que finalmente incluyó aspectos como: número de muestra, lugar, municipio, coordenadas, aldea, variedad, presencia, estadio de la plaga, ubicación de la ninfa y número de ninfas/cm².

b. Cantidad de área a muestrear

Se definieron las distancias entre cada municipio a muestrear, posteriormente se realizó una programación de muestreo, que se inició a partir de junio de 2014, cuando el cultivo de papa ya está establecido.

Para determinar el número de muestras se utilizó la fórmula de muestreo simple aleatorio con una precisión de 0.10 para obtener un mayor número de muestras y así cubrir mayor parte de los municipios, la confiabilidad es del 90% con un valor de Z de 1.645 la fórmula utilizada para obtener el número de muestras es la de “proporción de un tamaño de muestra de una población finita” (Álvarez, 1988).

$$n = \frac{p * q}{D^2 + p * \frac{q}{N}}$$

Dónde:

n=Tamaño de muestras (ha)

N= Población total

p= proporción de elementos con la característica de interés

q= proporción de elementos sin la característica de interés

D= d/Z d= precisión Z= valor de tabla para coeficiente de confiabilidad

Al sustituir los valores de la fórmula, el tamaño de la muestra es el siguiente:

$$n = \frac{(0.5)(0.5)}{\left(\frac{0.10}{1.645}\right)^2 + \frac{(0.5)(0.5)}{1,150.1}} = \mathbf{64 \text{ ha}}$$

El área muestreada, comprende una totalidad de 64 ha que fueron distribuidas proporcionalmente según el área que cada municipio tiene dedicada a la producción de papa, el cuadro 12 presenta la distribución del área muestreada.

Cuadro 12. Proporción de área de muestreo de *P. cockerelli* según municipio

Municipio	Superficie Cosechada (ha)	Porcentaje (%)	Proporción de área (ha)
San Martín Sacatepéquez	399.7	35	23
San Juan Ostuncalco	245	21	13
Concepción Chiquirichapa	252.7	22	14
Palestina de los Altos	252.7	22	14
Total	1,150.1	100	64

Fuente: MAGA, 2011.

El municipio de San Martín Sacatepéquez tiene 399.7 ha dedicadas a la producción de papa, esto representa un 35% del total de 1,150.1 ha de extensión que tiene el cultivo de papa en los 4 municipios de mayor producción de papa en Quetzaltenango, por lo que en proporción a las 64 ha fueron; en San Martín Sacatepéquez se muestrearon 23 ha. San Juan Ostuncalco tiene una extensión de 245 ha dedicadas al cultivo de papa, esto representa un 21% del total de 1,150.1 ha por lo que se muestreo 13 ha en este municipio. Concepción Chiquirichapa y Palestina de los Altos tienen una extensión de 252.7 ha cada uno, dedicadas al cultivo de papa, esto representa un 22% del total de 1,150.1 ha por lo que también se muestreo 14 hectáreas en cada uno de estos municipios.

c. Número de muestras

En el departamento de Quetzaltenango, específicamente en los municipios de interés del muestreo, los agricultores miden sus terrenos en cuerdas de 21 m² por lo que una hectárea está compuesta de 23 cuerdas (medida en varas cuadradas):

$$1 \text{ hectárea} = \frac{10,000 \text{ m}^2}{(21 * 21)\text{m}^2} = 23 \text{ cuerdas}$$

El número total de hectáreas que se estimó en el inciso anterior, se multiplicó por 23, que es el número de cuerdas por hectárea, para obtener un estimado del total de las cuerdas que se muestrearon. Se estimó que cada agricultor tiene a su cargo cinco cuerdas de

terreno, una cuerda corresponde a 21m² por lo que cada agricultor tiene un área de 0.22 ha. El estimado de agricultores por municipio se resume en el cuadro 13.

Cuadro 13. Número total de cuerdas implicadas en el área y número de agricultores por municipio

Municipio	Proporción de área (ha)	Cuerdas	Agricultores por municipio
San Martín Sacatepéquez	23	529	106
San Juan Ostuncalco	13	299	60
Concepción Chiquirichapa	14	322	64
Palestina de los Altos	14	322	64
Total	64	1,472	294

Como se muestra en el cuadro 13, el número total de cuerdas es de 1,472 y el número total de agricultores son de 294 en los cuatro municipios. Con base en el muestreo simple aleatorio, para conocer el número total de muestras se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{N(d)^2 + 1}$$

Dónde:

n = número de muestras

N = número de agricultores por municipio

d² = precisión

Si se aplica la fórmula anterior para cada uno de los municipios de interés, y tomando en cuenta que la precisión del estudio es de 0.10, se obtiene el siguiente número total de muestras por municipio, como se resume en el cuadro 14.

Cuadro 14. Número total de muestras

Municipio	Número de muestras Estimadas	Número de muestra Totales
San Martin Sacatepéquez	61	62
San Juan Ostuncalco	45	52
Concepción Chiquirichapa	47	53
Palestina de los Altos	47	54
Total	200	221

Al número de muestras estimadas, se le sumo el 10% del valor calculado para disminuir el margen de error de muestreo, por lo que, el número de muestras tomadas en el campo en los cuatro municipios fue de 221.

C. Recolección de muestras

La recolección de muestras con *P. cockerelli* se realizó buscando plantas con síntomas de daño del insecto, revisando cuatro plantas de papa en cada punto cardinal, en las orillas de la parcela (debido a que este insecto se moviliza por la corrientes de aire); se tomó una rama por planta, del estrato medio hacía la base de la planta y más cercana al tallo principal, observando cuidadosamente los foliolos de cada rama en busca de huevos, ninfas o adultos.

Luego de coleccionar las cuatro ramas, se procedió a agruparlas y rotularlas, según el punto cardinal en que fueron colectadas, para un total de 16 ramas en los cuatro puntos. Luego fueron llevadas al Laboratorio Fitosanitario de Quetzaltenango, para su identificación. En cada parcela muestreada se llenó parcialmente la boleta que se muestra en el cuadro 25A de anexos, con la información pertinente del lugar; la misma boleta se terminó de llenar en el laboratorio luego de procesar las muestras y de realizar el cálculo de densidad.

D. Rotulación de muestras

Las muestras fueron agrupadas y rotuladas según la posición en que se colectaron; norte, sur, este u oeste, como se ilustra en la figura 14.



Figura 14. Rotulación de muestras por posición.

Posteriormente fueron trasladadas en una bolsa de nylon transparente rotulada con el mismo número de la boleta, variedad, punto y aldea. El producto de cada punto de muestreo se ilustra en la figura 15.



Figura 15. Muestra de hojas de papa

La rotulación de la bolsa es sencilla y se realizó con hojas de papel bond, y masking tape.

E. Identificación y conteo de ninfas

En el Laboratorio Fitosanitario de Quetzaltenango se realizó la observación de la presencia de ninfas de *P. cockerelli* en el envés de la hoja (Figura 8), ya que no están expuestas al sol. Se observó que las ninfas tienen el cuerpo en forma de cilindro (escamas aplastadas) que producen filamentos o pelitos de cera.

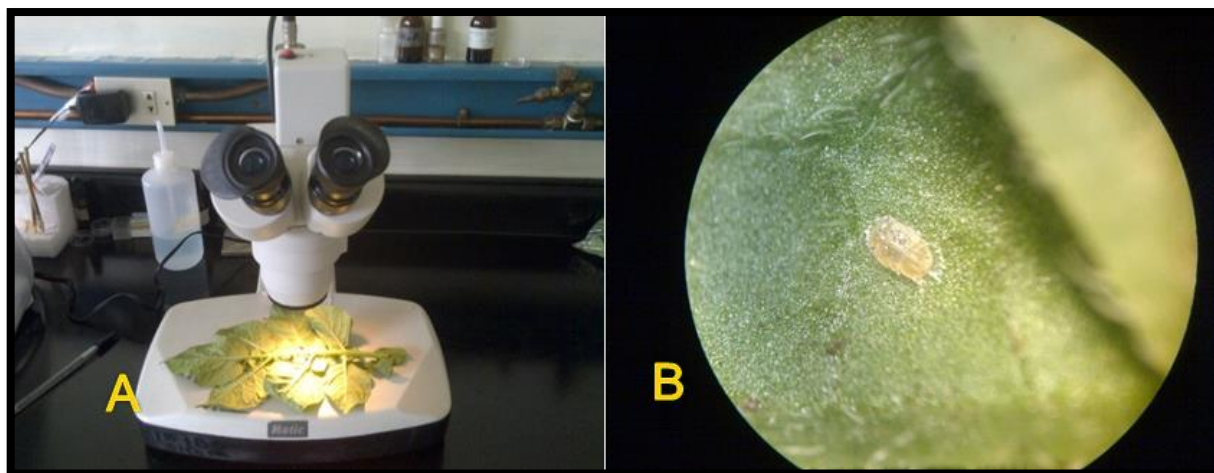


Figura 16. Conteo e identificación de ninfas de *P. cockerelli*

(A. Observación de hojas de papa en estereoscopio para conteo de ninfas de *P. cockerelli* y cálculo de la densidad (ninfas/cm²). B. Observación de ninfa de *P. cockerelli* con aumento 4x).

La revisión de la muestra en laboratorio consistió en observar 10 hojas al azar, de las cuatro ramas colectadas por punto cardinal. De manera que se observaron, diez hojas por punto cardinal para un total de 40 hojas por muestra. En las hojas donde se encontraron ninfas se realizó el conteo de las mismas para la estimación de la densidad.

F. Tabulación de datos del muestreo

Luego de observar cada muestra tomada en campo, identificar las ninfas de *P. cockerelli* y de realizar el conteo para calcular la densidad, se procedió a tabular los datos de las boletas para ordenar la información que establece la presencia de *P. cockerelli*.

2.5.2 Distribución y patrón de dispersión de *P. cockerelli*

A. Distribución de *P. cockerelli*

El mapeo consistió en la toma de coordenadas con un dispositivo GPS en cada uno de los puntos de muestreo de los cuatro municipios de mayor producción de papa de Quetzaltenango.

a. Análisis de datos georreferenciados

Se introdujeron los datos de coordenadas de los puntos de muestreo a formato Microsoft Excel para ser exportados a entorno GIS (Sistemas de Información Geográfica), posteriormente se hizo una interpolación mediante el método IDW (Inversa Distancia Ponderada). Generando un mapa de distribución espacial de la plaga. El resultado final es un mapa de los cuatro municipios implicados en la investigación (Figura 17) y cuatro mapas de la distribución espacial en los municipios de estudio.

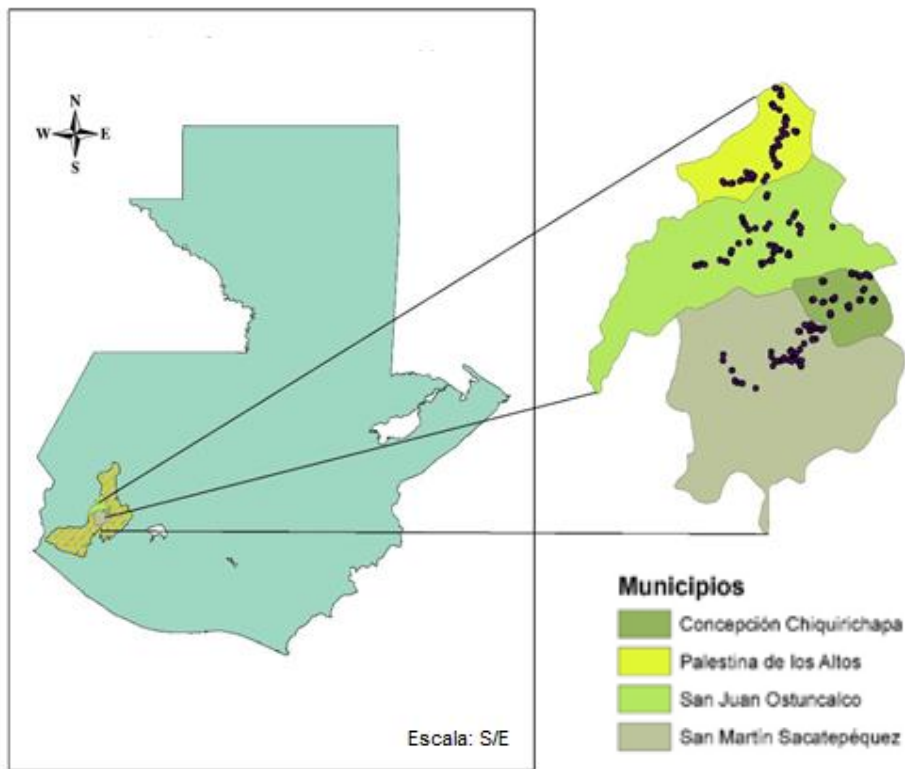


Figura 17. Mapa de municipios de muestreo de *P. cockerelli*

En el mapa de la figura 17 se localiza el departamento de Quetzaltenango y dentro de este los cuatro municipios donde se realizó el muestreo.

B. Dispersión de *P. cockerelli*

Las poblaciones de dispersión de una plaga pueden estar en forma agregada, al azar o uniforme; se tomó en cuenta el promedio de ninfas/cm².

a. Índice de relación media/varianza

Para conocer el patrón de dispersión de la plaga se estimó el índice de relación media/varianza. Para lo que se calculó los estadísticos de muestreo que se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Estadísticas de muestreo bajo un sistema de muestreo al azar

Estadísticas de muestreo	Fórmula
Media	$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{n}$
Varianza	$s^2 = \frac{\sum Xi - (\sum Xi)^2/n}{n - 1}$
Proporción o patrón de dispersión	$\frac{\bar{x}}{s^2}$
Patrón de dispersión uniforme	$\frac{\bar{x}}{s^2} > 1$
Patrón de dispersión al azar	$\frac{\bar{x}}{s^2} = 1$
Patrón de dispersión agregada	$\frac{\bar{x}}{s^2} < 1$

La media se calculó a partir del conteo de ninfas, luego se estimó la varianza, y los patrones de dispersión se concluyeron a partir de estimar el índice media/varianza.

b. Tabla de frecuencia

Luego de estimar el índice media/varianza fue necesario construir una tabla de frecuencias observadas (f_o) de cada clase (x_i) a partir de ninfa/cm². Luego se calculó las

probabilidades (P_x) de la ocurrencia de cada clase según el modelo de Poisson (azar) y Normal (uniforme), las frecuencias observadas ($f_e(x)$) y los valores de X^2 .

Estos cálculos se hicieron en el programa Infostat en su versión libre estudiantil; se construyeron tablas de frecuencia y/o probar el ajuste de modelos distribucionales teóricos. Se obtuvo una tabla conteniendo las frecuencias absolutas observadas (FA), las frecuencias absolutas esperadas de acuerdo con el modelo distribucional propuesto (E (FA)), y el valor p de la prueba de bondad de ajuste. Un valor p menor al nivel de significación nominal (0.05) de la prueba conduce al rechazo del modelo distribucional propuesto.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Presencia de *P. cockerelli*

A. San Martín Sacatepéquez

En este municipio se tomaron 62 muestras de insectos en 14 aldeas productoras de papa. 19 muestras fueron encontradas con ninfas de *P. cockerelli* en nueve de las 14 aldeas muestreadas. En el cuadro 16 se presenta el resumen de las muestras positivas.

Cuadro 16. Muestras encontradas con *P. cockerelli* en San Martín Sacatepéquez

Código	Aldea	Coordenadas		Altitud (msnm)	Variedad papa	Estadios observados			\bar{X} ninfas/cm ²
		X	Y			Huevo	Ninfa	Adulto	
SM 07	El Refugio	641289	1636638	1901	Loman	si	si		0.2
SM 08	El Refugio	641119	1636745	1858	Loman	si	si		0.1
SM 10	El Rincón	640284	1637996	1739	Loman		si		0.5
SM 11	El Rincón	640314	1638377	1812	Loman		si		0.25
SM 15	La Cumbre	643661	1637697	2360	Loman		si		0.3
SM 17	La Cumbre	644336	1638106	2405	Loman	si	si		0.2
SM 18	San Martín Chiquito	644237	1638047	2426	Loman		si		0.5
SM 19	San Martín Chiquito	644316	1638070	2402	Loman	si	si		0.1
SM 21	San Martín Chiquito	644970	1638458	2386	Loman		si	si	1
SM 25	La Estancia	644917	1638643	2418	Loman	si	si		0.1
SM 27	La Estancia	644807	1638639	2404	Loman	si	si	si	1
SM 29	San Martín Chile Verde	646130	1639961	2525	Loman		si	si	0.1
SM 36	San Martín	645730	1639137	2483	Loman	si	si		0.3
SM 37	San Martín	645465	1638770	2481	Loman		si		0.5
SM 43	Toj Mech	644926	1638151	2405	Loman	si	si		0.1
SM 47	Toj Mech	646322	1640093	2562	Loman		si		0.4
SM 48	Tui Chim	645480	1637842	2495	Dia		si		0.2
SM 56	Toj Alic	645930	1640256	2698	Loman		si		0.6
SM 57	Toj Alic	645743	1640320	2694	Loman	si	si		0.45

La presencia de *P. cockerelli* (Ver figura 18) representa el 31% en las áreas productoras de papa de este municipio, lo que demuestra su distribución y los posibles daños que representa para el cultivo de papa.

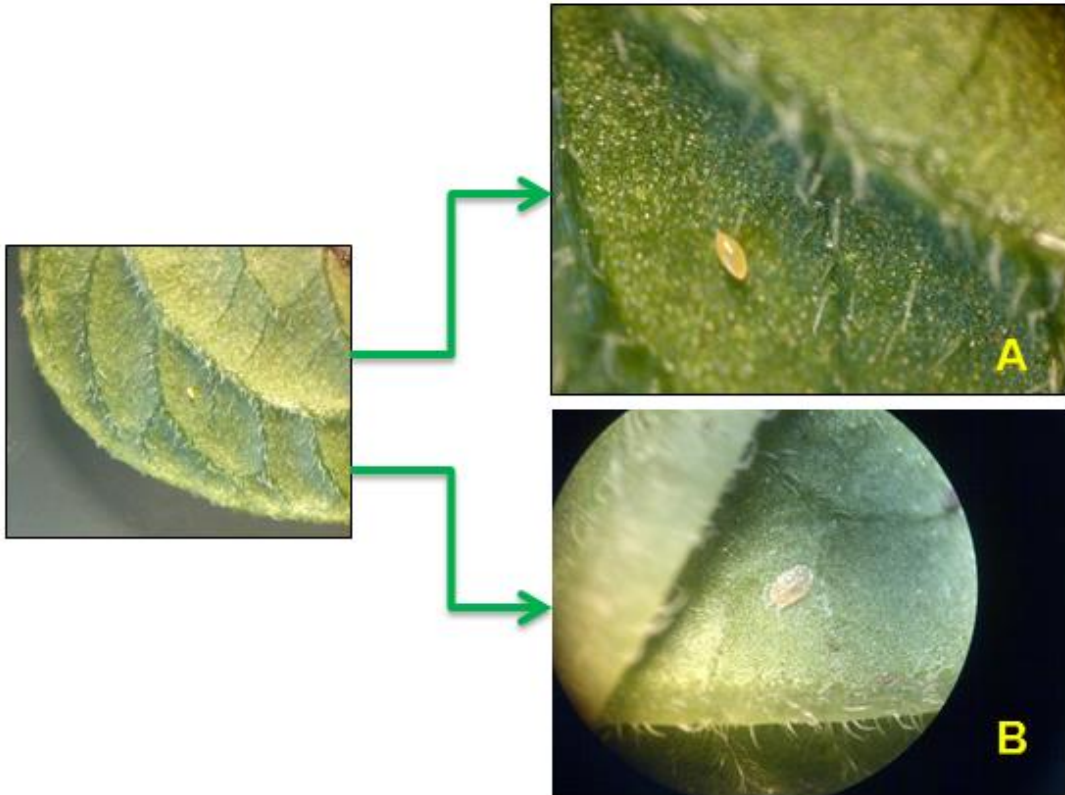


Figura 18. Fotografías tomadas en observación de muestra de aldea La Estancia

(A. Huevo de *P. cockerelli* encontrado en la muestra SJ 34. B. Ninfa de *P. cockerelli* encontrada en la muestra SM 27.)

Por la cantidad de muestras tomadas y las distancias entre puntos de muestreo, entre otras limitaciones, se centró en la recolección de hojas para observación y conteo de densidad de ninfas como parámetro para la determinación de la presencia de *P. cockerelli* en Quetzaltenango. Las condiciones climáticas no fueron las mismas en todos los muestreos, ya que los muestreos se realizaban de 7:00 a.m. a 4:00 p.m., y en ese periodo de tiempo la variación de temperatura y humedad influía en la observación de adultos.

Como aparece en el cuadro 16, de las 19 muestras encontradas con ninfas de *P. cockerelli*, en 9 muestras se encontraron huevos y en 3 muestras se apreciaron adultos.

Las muestras donde se observaron adultos, tienen densidades de ninfas/cm² de entre 0.1 y 1, lo que supone que las poblaciones de adultos no son tan elevadas, ya que una hembra deposita de 1 a 11 huevos con una media de 2.64 (Becerra, 1989). En la mayoría de muestras con *P. cockerelli*, se encontraron hasta tres huevos por hoja y hasta tres ninfas/cm².

La mortalidad de ninfas puede ocurrir en las primeras horas de la mañana en esta zona productora de papa, ya que la temperatura mínima absoluta en el mes de Junio va desde 1°C a 7.6°C (INSIVUMEH). La temperatura umbral, según método de grados/días, para la supervivencia de las ninfas es de 7°C y requiere de 336 unidades de calor, según método de grados/día, para pasar desde huevos a adultos, la mayor mortalidad ocurre entre el primer y tercer estadio ninfal (Ferguson y Fraser, 2001). Estas condiciones climáticas mantienen las poblaciones de adultos controladas.

La dinámica poblacional de los adultos de *P. cockerelli*, resulta difícil de dilucidar con este tipo de muestreo porque en esta zona de Quetzaltenango las bajas temperaturas coinciden con la época de lluvias, y la baja densidad poblacional coincide con las condiciones climáticas desfavorables para que se prolifere la plaga, sin embargo, según lo abordado en la Asamblea General de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA, 2005) se presentó un estudio donde observaron una reducción de la incidencia de la plaga en condiciones de bajas temperaturas y un incremento en la cantidad de adultos con el incremento de precipitaciones, puesto que el presente muestreo no es propiamente de adultos, sino de ninfas, no se pueden hacer aseveraciones concluyentes sobre las poblaciones de adultos.

B. San Juan Ostuncalco

En este municipio se muestrearon 10 aldeas y en 9 sitios se encontraron 26 muestras con *P. cockerelli*, de las 51 muestras tomadas en total. En el cuadro 17 se presentan los datos del muestreo en este municipio.

Cuadro 17. Muestras encontradas con *P. cockerelli* en San Juan Ostuncalco

Código	Aldea	Coordenadas		Altitud	Estadíos observados			Variedad papa	X ninfas /cm ²
		X	Y		Huevo	Ninfa	Adulto		
SJ 01	El Tizate	641461	1647086	2840		si		Loman	0.2
SJ 02	El Tizate	641566	1646860	2857		si		Loman	0.5
SJ 10	La Cumbre, La Esperanza	643545	1644404	2937		si		Loman	0.1
SJ 11	La Cumbre, La Esperanza	643386	1644366	2938		si		Loman	0.2
SJ 18	Los Juárez, La Esperanza	643515	1644421	2962	si	si		Loman	0.35
SJ 19	Los Juárez, La Esperanza	643603	1644853	2925		si		Loman	0.3
SJ 20	Los Juárez, La Esperanza	643597	1644844	2924		si		Loman	0.2
SJ 21	Los Juárez, La Esperanza	643632	1644928	2935	si	si		Loman	0.2
SJ 23	Nueva Concepción	643531	1645323	2838	si	si	si	Loman	0.1
SJ 26	Nueva Concepción	641271	1645425	2756		si		Loman	0.1
SJ 27	Nueva Concepción	640804	1644990	2759	si	si		Loman	0.5
SJ 28	Nueva Concepción	640738	1644819	2762	si	si	si	Loman	0.6
SJ 31	Nueva Concepción	640514	1644248	2795	si	si		Loman	0.1
SJ 33	Agua Blanca	638803	1644124	2630	si	si	si	Loman	0.5
SJ 34	Agua Blanca	638469	1644010	2655	si	si	si	Loman	0.75
SJ 35	Agua Blanca	638380	1643991	2656	si	si	si	Loman	1
SJ 36	Agua Blanca	638626	1644014	2653	si	si	si	Loman	1.5
SJ 37	Agua Blanca	638996	1644065	2658	si	si	si	Loman	0.8
SJ 42	Los Alonzo	644013	1645050	2837	si	si		Loman	0.1

Continúa...

...Continuación cuadro 17

Código	Aldea	Coordenadas		Altitud	Estadios observados			Variedad papa	\bar{X} ninfas /cm ²
		X	Y		Huevo	Ninfa	Adulto		
SJ 44	Los Alonzo	643795	1645094	2852		si		Loman	0.25
SJ 45	Pueblo Nuevo	647564	1646563	2560		si		Loman	0.2
SJ 46	Victoria	645065	1647393	2548	si	si	si	Loman	0.3
SJ 47	Victoria	644914	1647184	2560	si	si		Loman	0.25
SJ 49	Espumpujá	645264	1646637	2606	si	si		Loman	0.5
SJ 50	Espumpujá	645430	1646480	2582	si	si	si	Loman	0.7
SJ 51	Espumpujá	645386	1646120	2577	si	si		Loman	0.2

La presencia de *P. cockerelli* en San Juan Ostuncalco representa el 51% del área total, con riesgo que la densidad de adultos en etapas fenológicas posteriores de la planta pueda causar daño.

En este municipio fueron encontrados huevos en 17 muestras y adultos en 9 muestras de las 26 muestras con ninfas de *P. cockerelli*. En este sector se pudieron apreciar mas adultos durante la toma de muestras, asi como el daño causado por los adultos (figura 19) , que son vectores de un fitoplasma causante de la punta morada (Garzón Tizado, 2003).



Figura 19. Fotografías tomadas de la muestra SJ01 aldea El Tizate.

(A. Plantas de papa con síntomas de punta morada encontradas en campo. B. Ramas colectadas para la muestra SJ01 en aldea El tizate, San Juan Ostuncalco)

C. Concepción Chiquirichapa

En este municipio se tomaron 53 muestras encontrándose 22 con *P. cockerelli*, la plaga fue encontrada en 10 aldeas de 11 que abarcó el muestreo. En el cuadro 18 se presentan los datos de las muestras positivas.

De 22 muestras en que se identificaron ninfas de *P. cockerelli*, en 9 se encontraron huevos y adultos. En este municipio se observaron parcelas con síntomas de amarillamiento y debilitamiento de las plantas, estos síntomas, como dice Garzón Tiznado (2003) son causados por la toxina que inyectan las ninfas de *P. cockerelli* al alimentarse de la planta.

En esta región la plaga está distribuida en casi toda el área total, representando un riesgo de daño para el cultivo de papa. (figura 20)

Cuadro 18. Muestras encontradas con *P. cockerelli* en Concepción Chiquirichapa

Código	Aldea	Coordenadas		Altitud	Variedad	Estadios observados			\bar{X} ninfas /cm ²
		X	Y			Huevo	Ninfa	Adulto	
CC 01	Duraznales	650131	1643410	2513	Loman		si		0.75
CC 02	Duraznales	650047	1643474	2518	Loman		si		1.5
CC 06	Tuipox	649531	1643459	2598	Loman	si	si	si	2
CC 09	Xepox	648911	1643590	2512	Loman	si	si	si	0.5
CC 10	El llano	655482	1643471	2646	Loman	si	si		0.5
CC 19	El llano	647478	1641117	2647	Loman		si		0.5
CC 30	Talmax	650428	1641995	2661	Loman	si	si		0.1
CC 32	Talmax	650345	1641989	2647	Loman		si	si	0.2
CC 34	Talmax	650326	1641934	2661	Loman		si	si	0.25
CC 36	Talmax	650306	1641902	2665	Loman		si		0.3
CC 37	Talmax	650356	1641863	2664	Loman	si	si		0.5
CC 38	Tuipox	649653	1642540	2636	Loman	si	si		0.7
CC 39	Tuipox	649718	1642632	2627	Loman	si	si	si	2.3
CC 40	Telená	649532	1641974	2705	Loman	si	si		1
CC 41	Telená	649465	1641946	2704	Loman		si		0.5
CC 42	Telená	649435	1641929	2699	Loman		si		0.1

Continúa...

...Continuación cuadro 18

Código	Aldea	Coordenadas		Altitud	Variedad	Estadios observados			\bar{X} ninfas /cm ²
		X	Y			Huevo	Ninfa	Adulto	
CC 45	Tojchulup	648720	1641388	2692	Loman		si	si	0.5
CC 46	Tojcorral	648732	1641598	2676	Loman		si	si	2.2
CC 48	Tojcorral	647738	1641992	2590	Loman		si		1
CC 50	Tuitzisbil	647064	1641800	2678	loman		si	si	1
CC 51	Tuitzisbil	646932	1641747	2681	loman		si	si	0.4
CC 52	Tojchan	646245	1641902	2730	loman	si	si		0.1



Figura 20. Plantas con síntomas de daño por *P. cockerelli* en Concepción Chiquirichapa

(A. plantas con amarillamiento y debilitamiento, en aldea El Llano. B. planta con daño leve, en aldea Xepox. C. planta con daño severo, en aldea Tuipox. D. planta con poco desarrollo foliar y amarillamiento, en aldea Duraznales.)

D. Palestina de los Altos

En este municipio se tomaron 54 muestras en 10 aldeas, 19 muestras tenían *P. cockerelli*, distribuidas en 9 de las 10 aldeas que abarcó el muestreo. El cuadro 19 se desglosa la información de las muestras positivas.

En este municipio fueron encontradas con *P. cockerelli* 19 muestras, se encontraron huevos en 13 muestras y adultos en 4 muestras. Según Celada (2013) los adultos de *P. cockerelli* se encuentran en las plantas en las horas del día cuando la temperatura es menor, si se desean coleccionar adultos con red entomológica el muestreo debe ser en las primeras horas de la mañana, incluso pueden encontrarse en las hojas cuando se coleccionan las muestras, si se tiene agilidad en guardar rápido la muestra en la bolsa, al revisar la muestra en el laboratorio se observan adultos. Cuando la temperatura se va elevando los adultos buscan partes escondidas de las plantas, y es difícil encontrarlos. El muestreo en este municipio, se realizaba de 10 a.m. a 4 p.m. porque se contaba con la colaboración de un Técnico de la Asociación MANCUERNA (horario programado). Se hace esta aclaración para mejor comprensión, porque hubo poca observación de adultos.

Cuadro 19. Muestras encontradas con *P. cockerelli* en Palestina de los Altos

Código	Aldea	Coordenadas		Altitud	Variedad	Estadios observados			X ninfas/ cm ²
		X	Y			Huevo	Ninfa	Adulto	
P 06	El Edén	643407	1654263	2891	Loman	si	si		0.1
P 07	El Edén	643519	1654165	2903	Loman		si		0.2
P 11	Las Delicias	644021	1654864	2871	Tollocan		si	si	0.25
P 13	Las Delicias	643996	1654830	2862	Loman		si		0.1
P 20	Mirapeña	644409	1653325	2929	Loman	si	si		0.35
P 21	Mirapeña	644265	1653163	2933	Loman		si		0.4
P 23	Los Laureles Abajo	644395	1652393	2907	Loman	si	si	si	0.6
P 28	El Desierto	643795	1652039	2862	Loman		si		0.25
P 29	El Desierto	643942	1651675	2888	Loman	si	si	si	1
P 31	Los González	643483	1651488	2925	Loman		si		0.25
P 35	Los González	643493	1650988	2922	Loman	si	si		0.3
P 36	Los González	643609	1650764	2910	Loman	si	si	si	0.1
P 38	Los González	643774	1650330	2952	Loman	si	si		0.4

Continúa...

...Continuación cuadro 19

Código	Aldea	Coordenadas		Altitud	Variedad	Estadios observados			\bar{X} ninfas/ cm ²
		X	Y			Huevo	Ninfa	Adulto	
P 44	San José Buena Vista	641439	1649455	2850	Loman	si	si		0.2
P 45	San José Buena Vista	641319	1649379	2842	Loman	si	si		0.1
P 46	El Carmen	640807	1649235	2861	Loman	si	si		0.2
P 47	El Carmen	640671	1649218	2857	Loman	si	si		0.45
P 48	El Carmen	640270	1649237	2827	Loman	si	si		0.1
P 52	Buena Vista	641717	1649940	2824	Tollocan	si	si		0.1

Palestina de los Altos fue el único municipio en el que se encontraron trampas amarillas en algunas parcelas, y densidades menores de *P. cockerelli*; también fue en este municipio donde hubo acercamiento con los productores que están asociados con MANCUERNA, y brindaron información sobre los productos que aplican para el control de *P. cockerelli* que se enlistan en el cuadro 20.

Cuadro 20. Insecticidas aplicados para el control de *P. cockerelli* en Palestina de Los Altos

Insecticida	Ingrediente Activo	Formulación		Dosis/ha
Rescate	Acetamiprid	PS	20	300-500 g
Baytroid	Cyflutrin	CE	5.7	0.5-1 L
Thiodan	Endosulfan	CE	33	1.5-2 L
Confidor	Imidacloprid	LS	20	0.5-1 L

Los insecticidas utilizados por los productores de papa asociados a MANCUERNA, son los mismos que recomienda Garzón (2007). En la figura 21 se muestran las fotografías tomadas al control etológico utilizado por dichos productores.

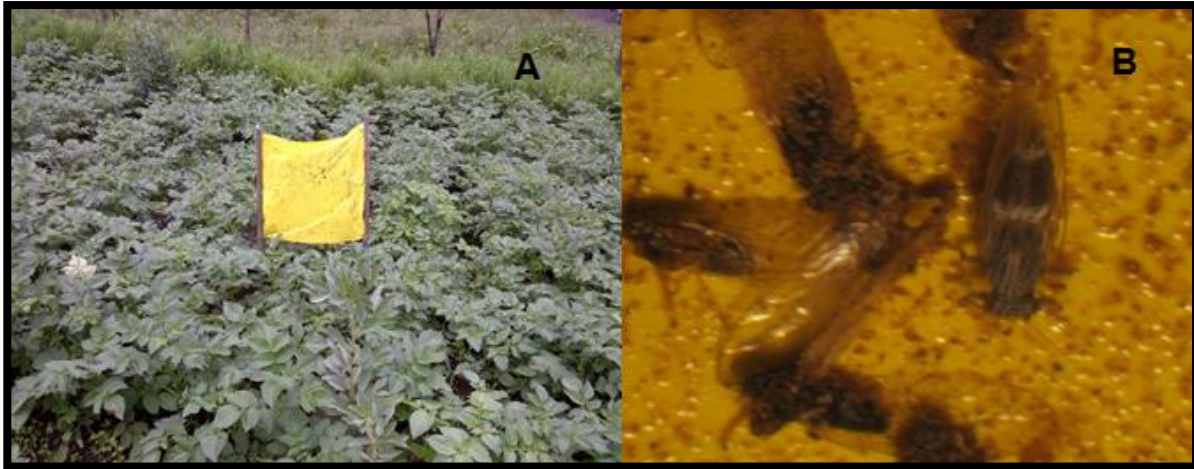


Figura 21. Parcela con trampas amarillas, aldea El Edén, Palestina de los Altos

En la figura 21A se observa una trampa amarilla en parcela de aldea El Edén, Palestina de los Altos y en la 21B, se observan adultos de *P. cockerelli* encontrados en trampa.

E. Variedades de papa

Entre los datos que se tomaron, la variedad de papa que más se ve afectada por el ataque de *P. cockerelli* es la variedad Loman lo que coincide con lo reportado por Cifuentes (2014) el indica que: “La variedad Loman es la más sembrada por los agricultores y es la que más problemas de enfermedades y plagas tiene”. En la Figura 22 se ilustra en una gráfica de pie los porcentajes de las variedades de papas encontradas en las parcelas muestreadas de los cuatro municipios.

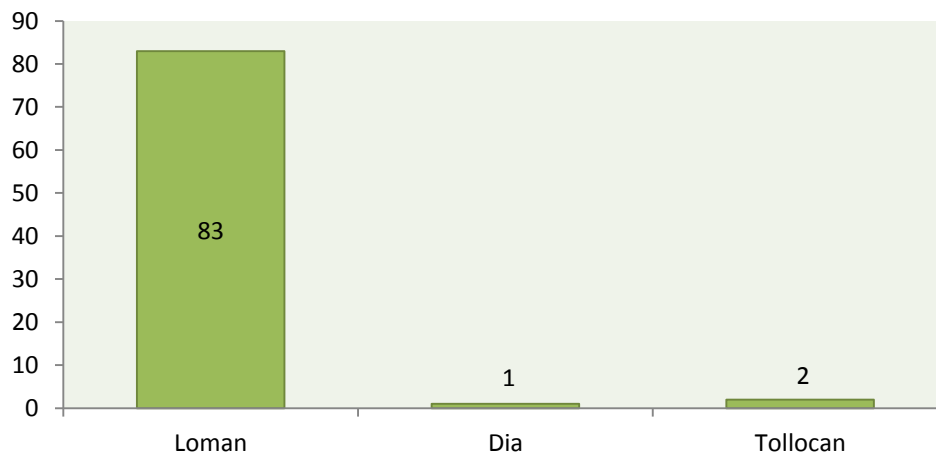


Figura 22. Gráfica de porcentajes de variedades afectadas por *P. cockerelli*

La variedad Loman es utilizada por un 97% de los productores que se enmarcan en el estudio, siendo ésta la más vulnerable a enfermedades y ataques de plagas, la variedad Tollocan es producida en un 2% y la variedad Día es producida en un 1% del total del territorio muestreado en este estudio. En las parcelas con la variedad día es donde se observó menor incidencia de plagas y enfermedades.

2.6.2 Distribución espacial y patrones de dispersión de *P. cockerelli*

La distribución espacial de *P. cockerelli* en el cultivo de papa en los municipios de San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco del departamento de Quetzaltenango se presenta en la Figura 23, como menciona Badii, Guillen, Cerna y Landeros (2011) la distribución espacial es una de las propiedades de las dinámicas de poblaciones de especies, porque produce parámetros que las segregan y estas son expresiones poblacionales del comportamiento a nivel individual y este es un prerrequisito esencial para el muestreo.

La distribución atiende a patrones espaciales que pueden ser de forma al azar, uniforme y agregada variando en espacio y tiempo; el modelo de interpolación IDW de la Figura 23 muestra que la plaga se distribuye en los cuatro municipios de estudio.

En la Figura 23 A se observa *P. cockerelli* presente en los rangos de temperatura entre 10 a 15°C coincidiendo con lo señalado por Ferguson y Fraser (2001) la temperatura umbral es de 7°C y requiere de 336 unidades calor (UC) para pasar desde huevos a adultos. Si se consideran 10°C, el requerimiento para su desarrollo es de 280 unidades. La mayor mortalidad ocurre entre el primer y tercer estadio ninfal, lo cual sucede entre las 72 y 173 UC.

Además en la figura 23 B se observa que la plaga se distribuye entre las altitudes de 1688 a 3369 msnm y lo reportado por Del Cid en el año 2008 la plaga se observó a *P. cockerelli* entre los 1700 a 3000 msnm; es importante señalar que se encontraron parcelas sobre la altura recomendada por el ICTA 2014 para el cultivo de papa (Figura 23 B).

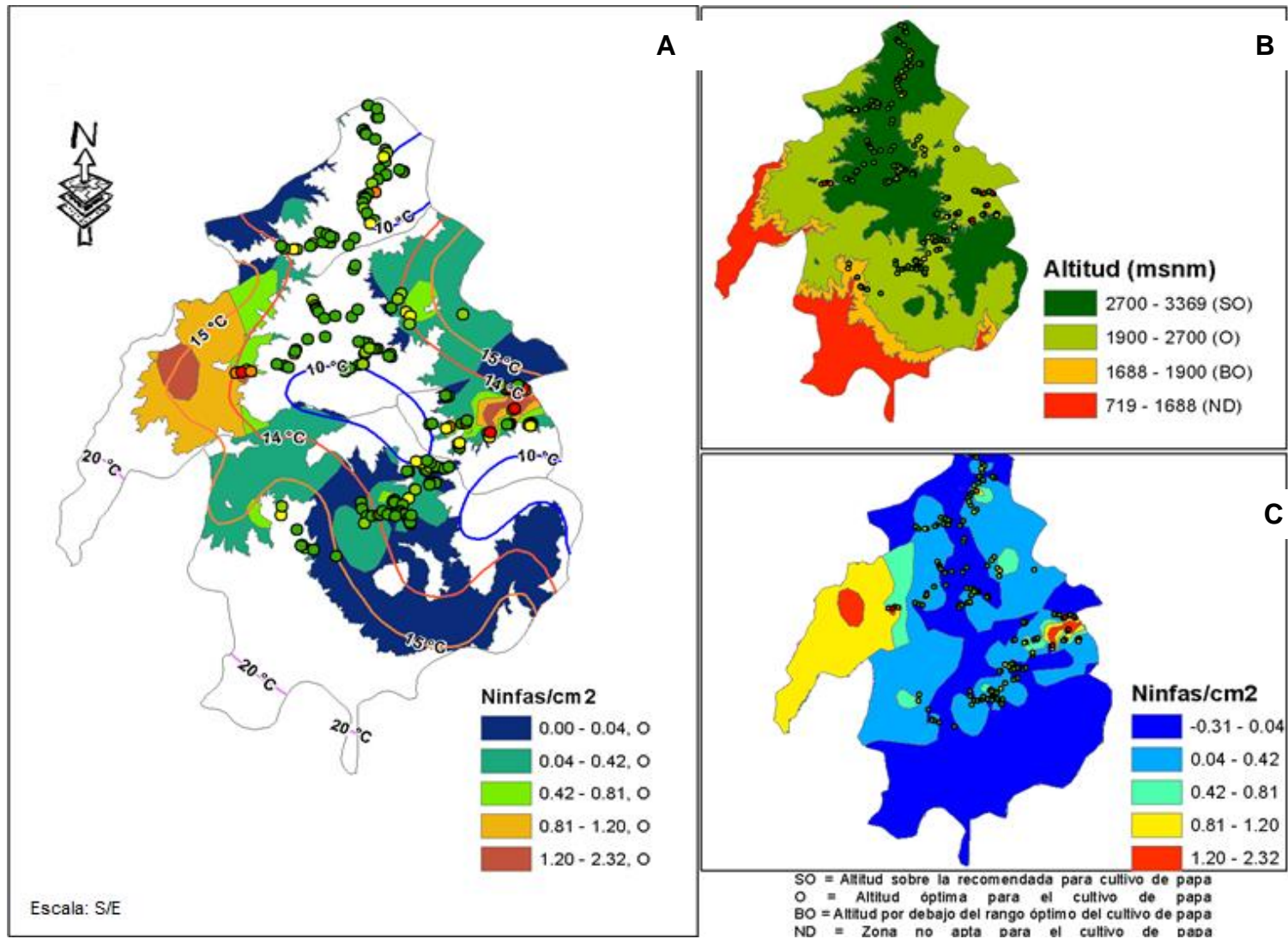


Figura 23. Distribución de *P. cockerelli*. A. Distribución según registros de temperatura, B. distribución según rangos altitudinales y C. densidad de ninfas según zonas aptas para el cultivo.

A. San Martín Sacatepéquez

a. Distribución espacial de *P. cockerelli*

En la figura 16 se observa las distribución espacial de *P. cockerelli*, en las zonas de color verde donde se realizó el muestreo, la densidad de la plaga es de 0.40 a 0.427 ninfas/cm².

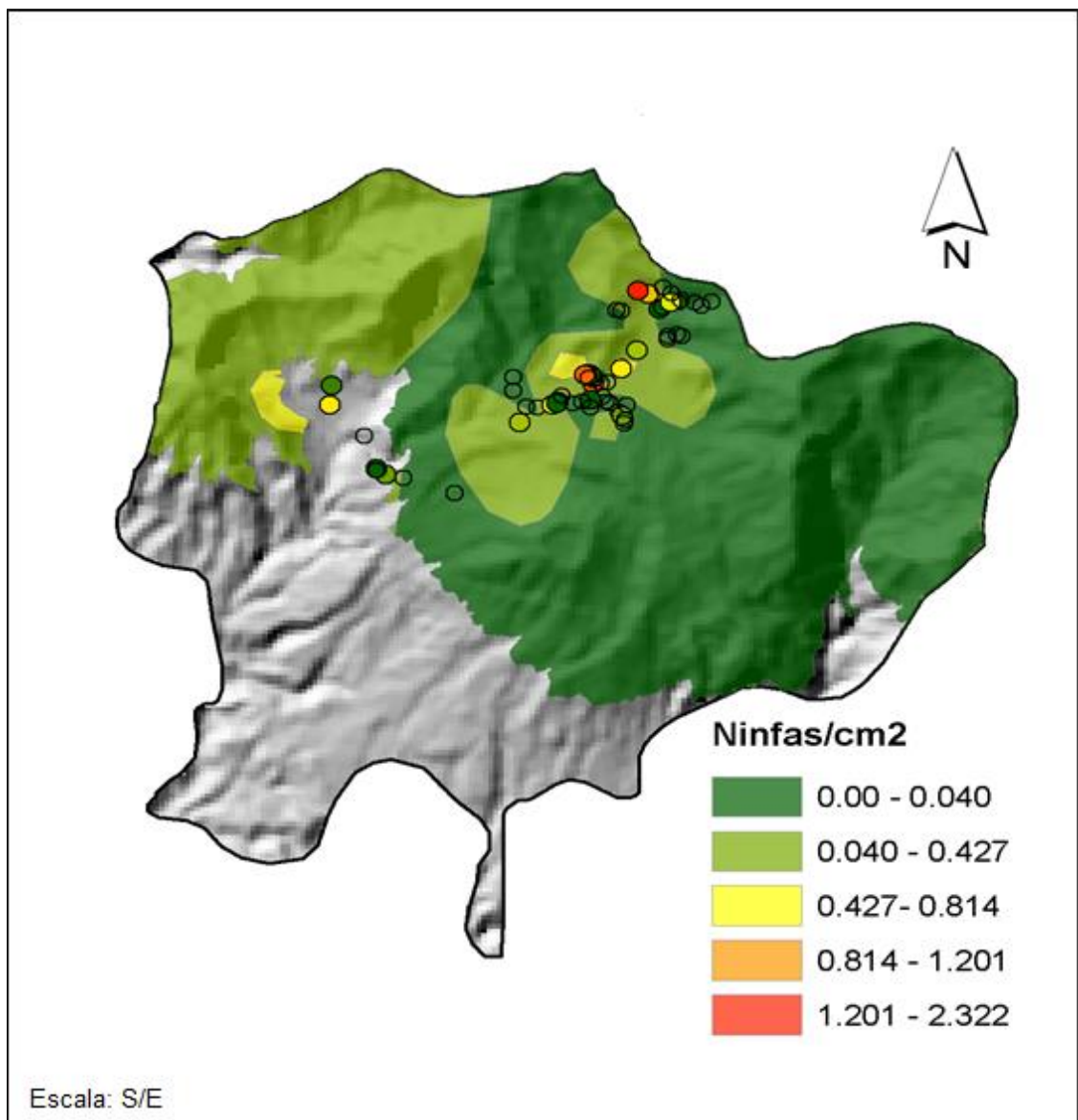


Figura 24. Distribución espacial de *P. cockerelli* en San Martín Sacatepéquez

b. Patrón de dispersión de *P. cockerelli*

Se cuantificó el tipo de dispersión basado en el modelo de razón media-varianza (Cuadro 21), teniendo como resultado un patrón de dispersión uniforme.

Cuadro 21. Patrón de dispersión de *P. cockerelli* en San Martín Sacatepéquez

Municipio	Media	Varianza	Proporción	Patrón de Dispersión
San Martín Sacatepéquez	0.10	0.04	2.5	<u>Uniforme</u>

De esta forma, se hace necesario estimar la dispersión tipo normal y dicha variación esquematizada mediante una tabla de frecuencia (Cuadro 22), cuya distribución sea similar a una de las probabilísticas teóricas conocidas.

Cuadro 22. Distribución de frecuencias

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	E(FA)	E(FR)	Chi-Cuadrado	P
Ninfas/cm ²	1	0	0.2	0.1	48	0.77	56.01	0.9	1.15	
Ninfas/cm ²	2	0.2	0.4	0.3	6	0.1	0	0	1.15	
Ninfas/cm ²	3	0.4	0.6	0.5	7	0.11	0	0	1.15	
Ninfas/cm ²	4	0.6	0.8	0.7	0	0	0	0	1.15	
Ninfas/cm ²	5	0.8	1	0.9	1	0.02	5.99	0.1	5.3	

Según la prueba de Chi-cuadrado, no existe variación entre las densidades de población de ninfas tanto en las parcelas como en las aldeas o sitios. Por lo que el control debe realizarse en toda el área para disminuir poblaciones de ninfas y no tener riesgos posteriores.

El valor p es mayor a 0.05 por lo que la distribución del conteo de insectos puede modelarse con distribución normal. Debido a que el patrón de dispersión de *P. cockerelli* es uniforme, la densidad de ninfas es baja. Y según lo abordado en la Asamblea General de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de

Cultivos y Animales (PCCMCA 2005), en un estudio se caracterizó la dinámica poblacional de *P. cockerelli* en Guatemala, observando una reducción de la incidencia de la plaga en condiciones de bajas temperaturas, y un incremento en la cantidad de adultos con el incremento de las precipitaciones. Coincide con la fecha de muestreo en junio de 2014 luego de las primeras precipitaciones.

B. San Juan Ostuncalco

a. Distribución espacial *P. cockerelli*

La distribución espacial de la plaga se presenta en la Figura 25 y se observan en las diferentes áreas de muestreo; la densidad de la plaga tiene un rango de 0.40 a 2.32 ninfas/cm², es decir, que varía dependiendo de las condiciones climáticas, edáficas y altitudes de cada parcela visitada.

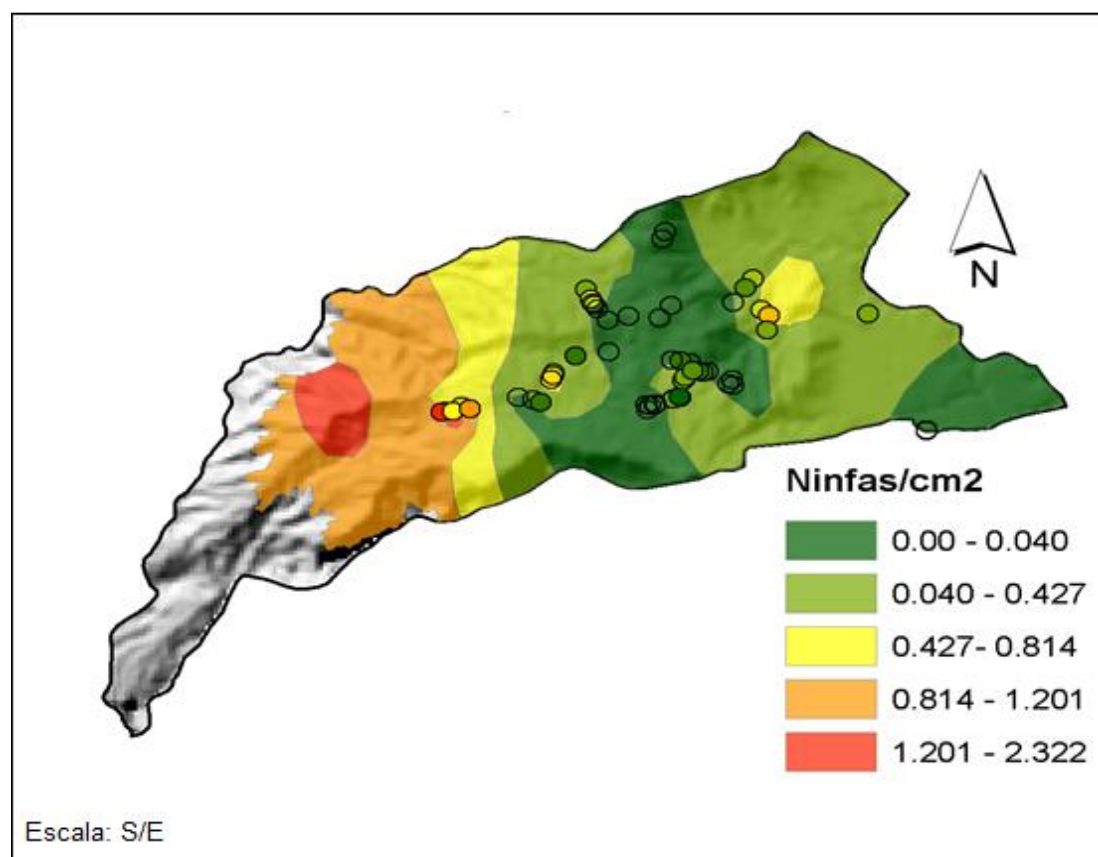


Figura 25. Distribución espacial de la *P. cockerelli* en San Juan Ostuncalco.

b. Patrón de dispersión de *P. cockerelli*

Se cuantificó el tipo de dispersión basado en el modelo de razón media- varianza (Cuadro 11), se obtuvo como resultado una proporción de 2:1, que se muestra en el cuadro 23.

Cuadro 23. Patrón de dispersión de *P. cockerelli* en San Juan Ostuncalco

Municipio	Media	Varianza	Proporción	Patrón de Dispersión
San Juan Ostuncalco	0.21	0.10	2.1	<u>Uniforme</u>

El resultado obtenido hace necesario estimar la dispersión tipo normal y dicha variación esquematizada mediante una tabla de frecuencia (Cuadro 24), un valor p menor al nivel de significación nominal de la prueba conduce al rechazo del modelo distribucional propuesto.

Cuadro 24. Distribución de frecuencias

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	E(FA)	E(FR)	Chi-Cuadrado	P
Ninfas/cm ²	1	0	0.3	0.15	40	0.78	41.51	0.81	0.05	
Ninfas/cm ²	2	0.3	0.6	0.45	6	0.12	0	0	0.05	
Ninfas/cm ²	3	0.6	0.9	0.75	3	0.06	0	0	0.05	
Ninfas/cm ²	4	0.9	1.2	1.05	1	0.02	8.55	0.17	6.72	
Ninfas/cm ²	5	1.2	1.5	1.35	1	0.02	0.94	0.02	6.72	0.081

El p valor es mayor a 0.05 por lo que, los datos pueden modelarse en una distribución normal. Según Badii *et al* (2011) una característica de las poblaciones uniformemente distribuidas es que la varianza es menor que la media, hay relativamente pocas áreas de hacinamiento o densidades muy bajas en San Juan Ostuncalco; y Espinoza (2012), dice que un aspecto importante de *P. cockerelli*, es que es capaz de moverse a grandes distancias aprovechando corrientes de aire, ya que ha sido capturado flotando en el aire hasta alturas de 1500 m y este municipio tiene una altitud promedio de 2,221 msnm por lo

que el comportamiento de la plaga tiende a ser uniforme derivado de sus hábitos migratorios.

En este sentido la prueba de Chi-cuadrado, indica la no existencia de variación entre las densidades de población de ninfas en las parcelas como en las aldeas o sitios muestreados. Por lo que el control debe realizarse en toda el área productora de papa para disminuir poblaciones de ninfas.

C. Concepción Chiquirichapa

a. Distribución espacial *P. cockerelli*

Se esperaba la presencia de *P. Cockerelli* (Figura 26), debido a que este municipio colinda con San Martín Sacatepéquez y San Juan Ostuncalco; municipios que reportaron la presencia de la plaga en el muestreo realizado.

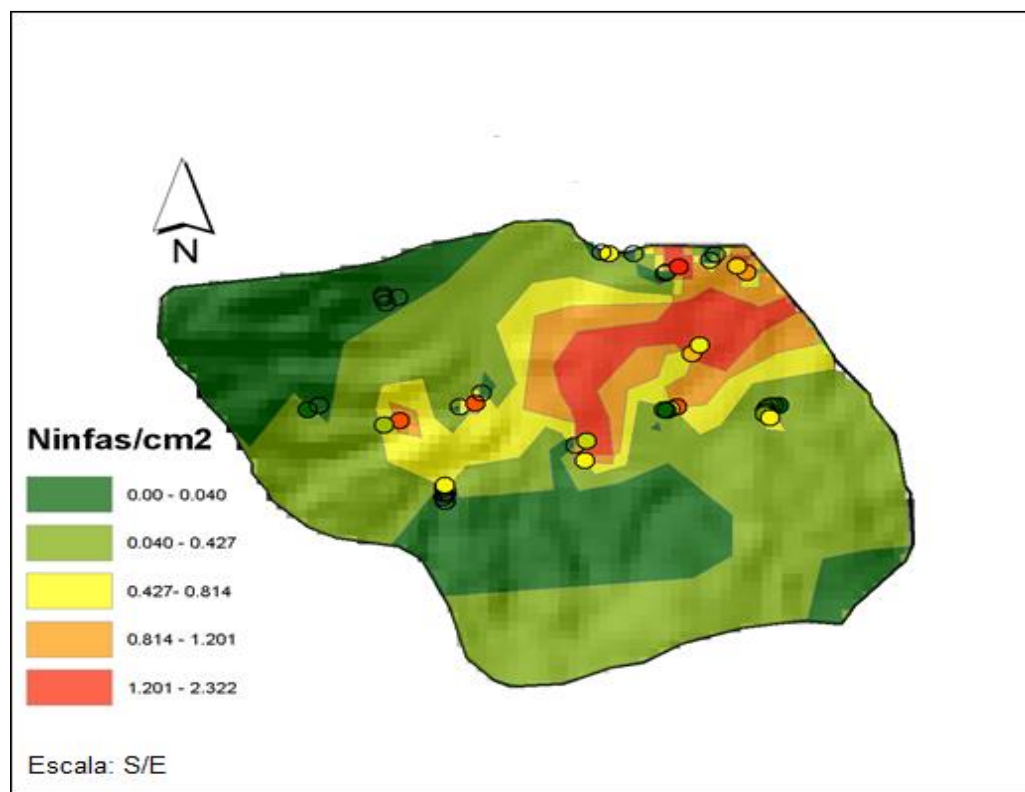


Figura 26. Distribución espacial de la *P. cockerelli* en Concepción Chiquirichapa

La densidad de la plaga tiene un rango de 0.40 a 2.32 ninfas/cm² y el umbral de daño reportado por el CENTA (2002) es de una ninfa (*P. cockerelli*.) por planta y para una manifestación severa de los síntomas se requiere de más de 15 ninfas por planta, los adultos, aún en poblaciones de 1000 individuos por plantas, no causan daño. Por lo que es necesario aplicar medidas de control para esta plaga.

En investigaciones realizadas por Cerón et al (2014) señalan que *Tamarixia triozae* es una especie sinovigénica con alto potencial para el control del psílido de la papa, ya que una hembra puede eliminar más de 300 ninfas de este insecto; además disponen de un periodo de preoviposición corto (menor a un día). Medida que se puede utilizar en este municipio.

b. Patrón de dispersión de *P. cockerelli*

En el cuadro 25 presenta los estadísticos calculados para estimar el patrón de dispersión de la plaga basado en el modelo de razón media-varianza (Cuadro 15).

Cuadro 25. Patrón de dispersión de *P. cockerelli* en Concepción Chiquirichapa

Municipio	Media	Varianza	Proporción	Patrón de Dispersión
Concepción Chiquirichapa	0.32	0.33	0.96	<u>Azar</u>

La proporción entre la media y la varianza es 0.96, es decir muy cercana a 1, por lo que el patrón de distribución de la plaga en el municipio de Concepción Chiquirichapa es al azar, diferente a los otros tres municipios de estudios; estos patrones espaciales de distribución concuerda con lo que menciona ICAMEX (2006) que los psílicos presentan distribuciones espaciales muy agregadas en adultos y que en ninfas varían a través del año.

Para describir este tipo de dispersión se utilizó el modelo de dispersión aleatoria: distribución Poisson, este es una indicación de rareza, es decir, cuando la varianza

muestral (v) es igual a la media muestral (m), esquematizada mediante una tabla de frecuencia (Cuadro 26).

Cuadro 26. Prueba de Poisson

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	E(FA)	E(FR)	Chi-Cuadrado	P
Ninfas/cm ²	1	0	0.46	0.23	38	0.72	38.53	0.73	0.01	
Ninfas/cm ²	2	0.46	0.92	0.69	8	0.15	0	0	0.01	
Ninfas/cm ²	3	0.92	1.38	1.15	3	0.06	12.29	0.23	7.03	
Ninfas/cm ²	4	1.38	1.84	1.61	1	0.02	0	0	7.03	
Ninfas/cm ²	5	1.84	2.3	2.07	3	0.06	2.18	0.04	7.33	0.062

El p mayor al nivel de significación nominal conduce a aceptar el modelo distribución Poisson, se puede decir que la distribución del conteo de insectos puede modelarse con la distribución Poisson con los parámetros especificados.

Para describir este tipo de dispersión Badii (2011) refiere que se puede imaginar un universo bidimensional cuya superficie está compuesta de muchos puntos; cada individuo tiene la misma probabilidad de ocupar cualquier punto, cada punto tiene la misma probabilidad de contener cualquier individuo y la presencia de un individuo en un punto es independiente de otros individuos, lo que para Tannure et al (2002) “un patrón aleatorio implica la ausencia total de interacciones entre los individuos y con el medio. Para que la probabilidad de encontrar un individuo sea la misma en todo los puntos del espacio, es necesario que todo este espacio ofrezca las mismas condiciones”.

Esto coincide con lo observado en el mapa donde el comportamiento de la plaga en el municipio es al azar, mostrando así que más del 60% de las zonas con cultivo de para están siendo afectadas por esta plaga.

Según la prueba de Chi-cuadrado, existe variación entre las densidades de población de ninfas tanto en las parcelas como en las aldeas o sitios. Por lo que el control debe

realizarse en sectores o focos donde exista alta presión de poblaciones de ninfas y no tener riesgos posteriores.

D. Palestina de los Altos

a. Distribución espacial *P. cockerelli*

En la Figura 27 se muestra que la densidad es de 0.040 a 1.201 ninfas/cm² de *P. cockerelli*, por lo que en el mapa se resalta la zonas color verde, amarilla y anaranjado.

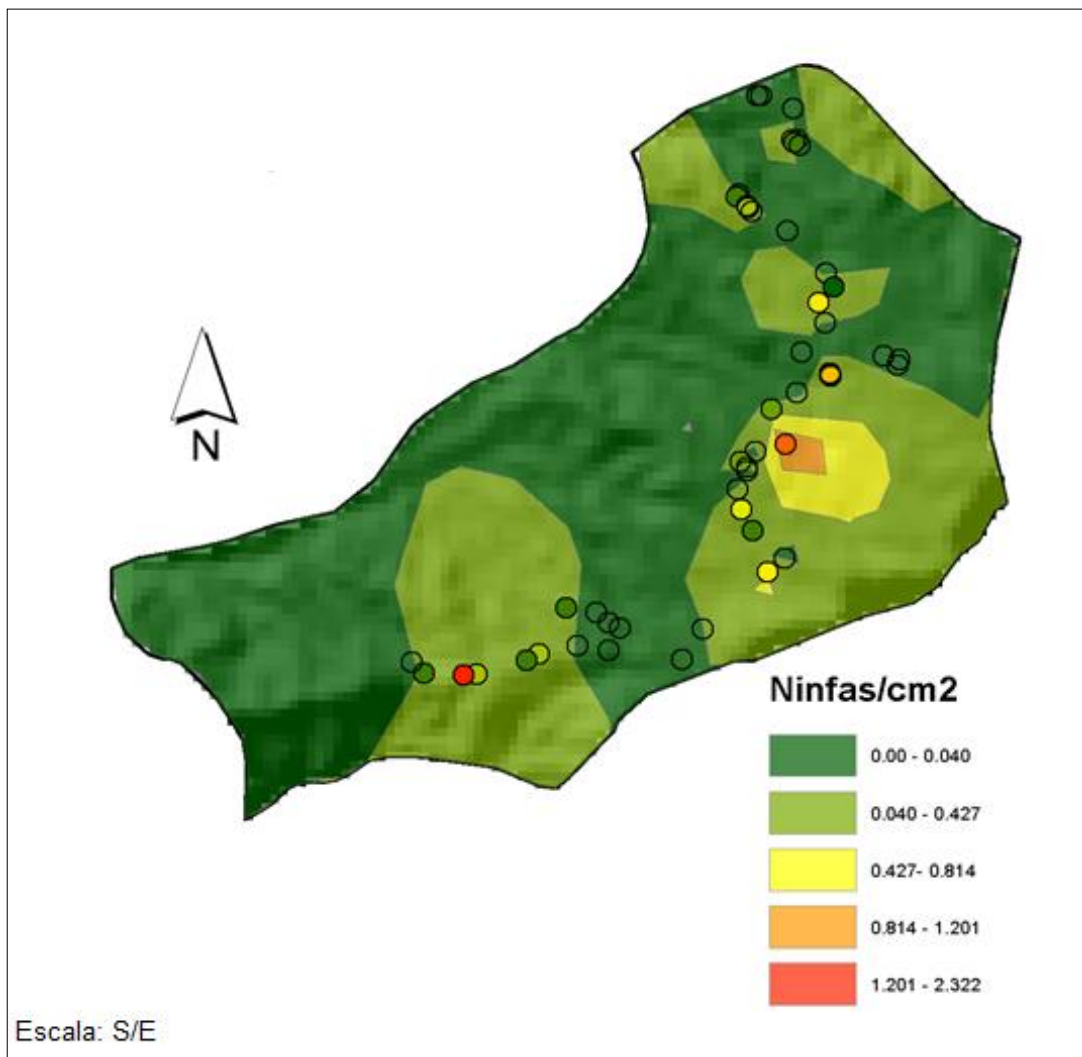


Figura 27. Distribución espacial de la *P. cockerelli* en Palestina de los Altos

b. Patrón de dispersión de *P. cockerelli*

El patrón de dispersión de *P. cockerelli* en el municipio se observa en el mapa de distribución espacial. Y los resultados obtenidos (cuadro 27), basados en el modelo de razón media- varianza (Cuadro 15) coinciden con lo que se observa a nivel espacial.

Cuadro 27. Patrón de dispersión de los municipios de estudio

Municipio	Media	Varianza	Proporción	Patrón de Dispersión
Palestina de los Altos	0.1009	0.0361	2.7970	<u>Uniforme</u>

De esta forma, se hace necesario estimar la dispersión tipo normal y dicha variación esquematizada mediante una tabla de frecuencia que se presenta en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Prueba de distribución

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	E(FA)	E(FR)	Chi-Cuadrado	p
Ninfas/cm ²	1	0	0.2	0.1	41	0.76	48.82	0.9	1.25	
Ninfas/cm ²	2	0.2	0.4	0.3	8	0.15	0	0	1.25	
Ninfas/cm ²	3	0.4	0.6	0.5	4	0.07	0	0	1.25	
Ninfas/cm ²	4	0.6	0.8	0.7	0	0	0	0	1.25	
Ninfas/cm ²	5	0.8	1	0.9	1	0.02	5.18	0.1	4.63	0.2011

El p valor es mayor a 0.05 los datos pueden modelarse en una distribución normal y Badii (2011) menciona que un espacio uniforme o regular entre los individuos, puede indicar un comportamiento competitivo o agresivo, como la territorialidad existente en algunas plantas, aves y mamíferos. Tal comportamiento es extremadamente raro en muchos invertebrados.

Crespo et al (2012) indican en los resultados obtenidos en el estudio de la distribución espacial de *Bactericera cockerelli* en tomate de cáscara en la que menciona que los hábitos de oviposición de la hembra, la cual coloca huevos en grupos a lo largo del borde de las hojas o en envés. Así, al tomar los datos se contabilizaron más de 30 individuos por

sitio de muestreo, y el resultado fue valores superiores de la varianza en comparación con la media, siendo la relación varianza/media mayor de 1 los huevos y las ninfas.

Según la prueba de Chi-cuadrado, no existe variación entre las densidades de población de ninfas tanto en las parcelas como en aldeas de productoras de papa de Palestina de los Altos. Por lo que el control debe realizarse en toda el área para disminuir poblaciones de ninfas y no tener riesgos posteriores que afecta la producción de papa.

Los patrones de dispersión de *P. cockerelli* se determinaron con el objetivo de planificar estrategias de manejo, práctica del muestreo y conocer el estado de sanidad del cultivo, analizando la dinámica poblacional de las plagas en los cuatro municipios de estudio.

El método de interpolación Inversa distancia Ponderada (IDW), es un método determinístico basado en información puntual, que permite determinar la influencia de los fenómenos a nivel espacial, basándose en que, el fenómeno (presencia de *P. cockerelli*) disminuye con respecto a la distancia, es decir, que a mayor distancia del foco disminuye la presencia del insecto.

Los patrones de distribución de los cuatro municipios de estudio se estimaron con el propósito de brindar una solución a los productores de la zona papera del departamento de Quetzaltenango y con eso hacer un uso eficiente de los insumos empleados durante el control de *P. cockerelli* dentro del cultivo de la papa.

2.7 CONCLUSIONES

1. Se determinó que en los cuatro principales municipios productores de papa del departamento de Quetzaltenango existe presencia del Psílido de la papa, *P. cockerelli*.
2. En los municipios de San Martín Sacatepéquez, Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco la dispersión es uniforme y por medio de una distribución de frecuencias el conteo de *P. cockerelli* puede modelarse con distribución normal, y en el municipio de Concepción Chiquirichapa la dispersión es al azar esquematizada mediante una tabla de frecuencia donde el p valor fue mayor a 0.05 lo que el conteo de insectos puede modelarse con distribución Poisson.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Realizar futuros muestreos en los cuatro municipios para conocer la dinámica de las poblaciones y consecuentemente, mejorar las estrategias para su manejo.
2. Realizar monitoreo en adultos de *P. cockerelli* para conocer su patrón de distribución para aplicar medidas de control y así reducir la población de la siguiente generación.
3. En las áreas productoras de papa con patrones de distribución uniforme, debe considerarse aplicaciones de control en toda el área para disminuir poblaciones de ninfas y adultos y evitar daños a la producción del cultivo de papa.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, RG; Los, LM. 1989. Use of sticky traps and limb jarring to aid in pest management decisions for summer populations of pear *Psylla* (Homoptera:Psyllidae) in Connecticut. J. Econ. Entomol. 82:1448-1454.
2. Al-Jabar, AM. 1999. Integrated pest management of tomato/potato psyllid, *Paratrioza cockerelli*, (Homoptera, Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes. Thesis PhD. Fort Collins, US, Colorado State University. 186 p.
3. Álvarez Cajas, VM. 1988. Tamaño de muestra: procedimientos usuales para su determinación. Tesis MSc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 161 p.
4. Badii, M; Guillen, A; Cerna, E; Landeros, J. 2011. Dispersión espacial: el prerrequisito esencial para el muestreo. DAENA: International Journal of Good Conscience 6(1):40-71.
5. Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Casanoves, F; Di Rienzo, JA; Robledo, CW. 2008. Manual del usuario: Infostat. Córdoba, Argentina, Editorial Brujas. 336 p.
6. Barfield, C. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas. In Andrews, KL; French, JB; Godwell, G (eds.). 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en Centroamérica: estado actual y potencial. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 46-67.
7. Becerra, FA.1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* Sulc. y su relación con la enfermedad del “permanente del tomate” en El Bajío. Tesis de Lic. C.C. Quim., México, Universidad Autónoma de Querétaro. 55 p.
8. Celada Linares, AA. 2013. Laboratorio fitosanitario (entrevista). La Esperanza, Quetzaltenango, Guatemala, MAGA, Unidad de Normas y Regulaciones, Laboratorio Fitosanitario.
9. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, SV). 2002. Guía técnica cultivo de la papa. El Salvador. 6 p.
10. Cerón, C; Lomeli, R; Rodríguez, E; Torres, A. 2014. Fecundidad y alimentación de *Tamarixia triozae* Hymenoptera: Eulophidae) sobre el psílido de la papa *Bactericera cockerelli*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5:893-899.
11. Cid, HA Del. 2005. El psílido de la papa *Paratrioza cockerelli*. Guatemala, ICTA. 33 p.

12. Cortez Mondaca, E. 2011. Capacitación en el manejo y control de zebra chip (*Candidatus liberibacter solanacearum*) y su vector el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*). México, INIFAP / SAGARPA. 126 diapositivas.
13. Crespo, L; Vera, J; Bravo, H; López, J; Reyna, R; Peña, A; Manuel, V; Garza, R. 2012. Distribución espacial de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Triozidae) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* (Brot)). *Agrociencia* 46: 289-298.
14. Espinoza, H. 2012. Monitoreo del psílido de la papa, *Bactericera cockerelli*, y de la enfermedad de la papa rayada en el altiplano de Intibucá. Honduras, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Hoja Técnica no. 12, 4 p.
15. Ferguson, G; Banks, E; Fraser, H. 2003. Potato psyllid – a new pest in greenhouse tomatoes and peppers (en línea). Ontario, Canada, Ontario Ministry of Agriculture and Food, OMAF Fact Sheet. Consultado 20 abr 2013. Disponible en http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/potato_psyllid.htm
16. Garzón, JA. 2002. Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México. In Taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas (2002, MX). Culiacán, Sinaloa, México. p. 79-87.
17. _____. 2003. El “pulgón saltador” o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura en Sinaloa. Taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Memoria, p. 9-12.
18. Garzón, JA; Bujanos, R; Marín, A. 2007. Manejo integrado de *Paratrioza* (*Bactericera cockerelli* Sulc.) INIFAP, Campo Experimental Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México. Folleto para productores no. 54. 24 p.
19. Godínez López, TO. 2014. Diagnóstico situacional de la agrocadena de la papa en Guatemala. Guatemala, PRODEL. 56 p.
20. Gudiel, VM. 1980. Manual agrícola Superb. 5 ed. Guatemala, Productos Superb. 289 p.
21. Hartman, G. 1937. A study of psyllids yellows. Wyoming, US, Wyoming Agricultural Experiment Station, Bulletin 220. May.

22. ICAMEX (Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México, MX). 2006. Control del psílido de la papa. México. 13 p.
23. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT) 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v. 1, p. 494-496.
24. Illescas Contreras, OV. 2003. Evaluación de insecticidas para el control de *Paratrioza cockerelli* (Homoptera:Psyllidae) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), en tres localidades en el valle de Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, USAC, Centro Universitario de Occidente, Carrera de Agronomía. 79 p.
25. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010. Promedios mensuales y anuales de temperatura mínima absoluta, Estación Labor Ovalle Quetzaltenango, 1991-2010 (en línea). Guatemala. Consultado 15 abr 2015. Disponible en www.insivumeh.gob.gt/meteorología/ESTACIONES/QUETZALTENANGO/LaborOvalle/temp.min.abs.LABOR_OVALLE.htm
26. Knowlton, GF. 1933. Notes of injurious UTA insects: potato psyllid. Proc. Utah Acad. Sci. 10:153.
27. Knowlton, GF; Wylie, LT. 1934. Host plants of the potato psyllid. Jour. Econ. Ent. 27:547.
28. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2011. El agro en cifras. Guatemala. 56 p.
29. PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales, PA). 2005. Acta de la catorceava asamblea general de la sociedad. Panamá. 99 p.
30. Pletsch, DJ. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology an control. Montana Agric. Expet. Stn. Bull. 446:96.
31. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, GT). 2010. Plan de desarrollo departamental de Quetzaltenango, 2011-2021. Guatemala. 141 p.
32. Serrano, L; Pérez, D. 2007. Valoración del contexto agroecológico del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en la zona alta de Chalatenango. El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Unidad de Postgrado. 123 p.

33. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
34. Strand, L. 2006. Integrated pest management for potatoes in the western United States. US, University of California Agriculture and Natural Resources, Statewide Integrated Pest Management Program, Pub. 3316. 167 p.
35. Tannure, C; Mazza, S; Giménez, L. 2002. Modelos para caracterizar los patrones de distribución espacial de *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae), en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 4 p.
36. Zavala, QT. 1998. Informe anual de investigación. Toluca, México, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural / Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de Toluca. 10 p.

2.10 ANEXOS



Figura 28A. Planta de papa (*Solanum tuberosum*)



Fuente: <http://www.prensalibre.com>, 2016.

Figura 29A. Planta de papa con tubérculos



CAPÍTULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO
DE LA UNIDAD DE NORMAS Y REGULACIONES, MINISTERIO DE AGRICULTURA
GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN -MAGA- DE QUETZALTENANGO**

3.1 PRESENTACIÓN

El Laboratorio Fitosanitario del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación – MAGA- con sede en el departamento de Quetzaltenango tiene como principal objetivo ofrecer servicios de análisis y asistencia técnica a la región de occidente del país, dirigido a personas particulares, productores individuales y asociados, empresas e instituciones privadas y gubernamentales.

A partir de las recomendaciones del diagnóstico y como parte de las actividades que se realizan en el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- se plantearon tres servicios. El primer servicio consistió en la elaboración de un catálogo fotográfico con las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la zona con el fin de facilitar y sistematizar la información para los técnicos del laboratorio. Por lo que se tomaron los datos de cada muestra ingresada al laboratorio.

El segundo servicio permitió crear una base de datos actualizada del inventario de plagas cuarentenarias, la cual contiene el nombre del patógeno, clase común, condición, artículos reglamentarios y reglamentación. Contribuyendo a la obtención de información completa que sirve para analizar y definir estrategias.

Por último se elaboró un trifoliar informativo sobre los servicios que brinda el laboratorio con la finalidad de promocionar y divulgar las actividades que se realizan en el mismo. Para que los trifoliales sean distribuidos por el personal del laboratorio, en conjunto con los extensionistas.

3.2 Servicio 1. Elaboración de catálogo fotográfico con las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la región occidental

3.2.1 Objetivos

- Sistematizar la información de las plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la zona
- Registrar los datos de las muestras que se reciben en el Laboratorio Fitosanitario

3.2.2 Metodología

A. Recepción de la muestra

El ingreso de la muestra se efectuó por medio de la oficina de recepción, donde el solicitante lleno una boleta donde incluyó el nombre del solicitante, colector, dirección, teléfono, tipo de análisis, información sobre el cultivo y el manejo agronómico.

B. Registro de la muestra

Una vez se recibió la muestra, se le dio un número de registro correlativo a la boleta de ingreso y se registró en la base de datos y en un libro de actas. Se rotuló la muestra con el número correspondiente para proseguir con el diagnóstico de la muestra.

C. Procesamiento de la muestra

Para el diagnóstico entomológico se procedió a conservar los insectos en alcohol o su montaje según la especie. Las muestras para diagnóstico fitopatológico se colocaron en cámara húmeda para su posterior revisión. Y las muestras de suelo para diagnóstico nematológico se pasaron por un proceso de lavado, secado y centrifugado.

D. Diagnóstico

Se hizo la observación de muestras de insectos en el estereoscopio y montajes de tejidos, nematodos e insectos en el microscopio. Luego se identificó estructuras y se tomaron fotografías de las estructuras.



E. Procesamiento de datos

Se digitalizaron los datos generados, utilizando el software Microsoft Office para la elaboración del catálogo, éste incluye el nombre del patógeno, clase, cultivo y comunidad donde afecta, una breve descripción de la sintomatología y foto de la estructura del patógeno.


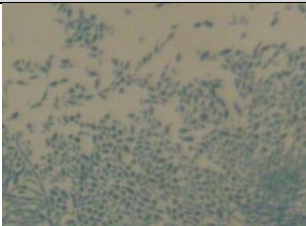
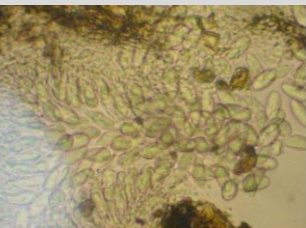

3.2.3 Resultados

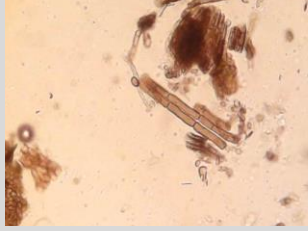
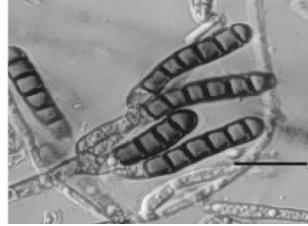
Se registraron un total de 80 plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la zona en el Cuadro 30 se encuentra el listado y la información obtenida de las muestras analizadas.

Cuadro 30. Listado de plagas y enfermedades que afectan los cultivos de la región occidental incluidos en el catálogo elaborado.



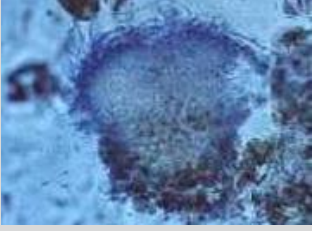
ÁCAROS		
<p>Patógeno: <i>Brevipalpus sp.</i> Cultivo: Limón y naranja. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Sololá: San Andrés Semetabaj 	<p>Sintomatología: transmite una enfermedad viral: leprosis de los cítricos y los síntomas severos se presentan en las hojas, brotes verdes y frutos.</p>	 Fuente: Reyes Donis <i>Brevipalpus sp.</i>
<p>Patógeno: <i>Panonychus sp.</i> Cultivo: Mandarina Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa 	<p>Sintomatología: distribuido por toda la superficie de las hojas, frutos y ramas verdes. Sus múltiples picaduras producen una decoloración blanquecina difusa en el haz de la hoja y en el fruto verde.</p>	 <i>Panonychus sp.</i>


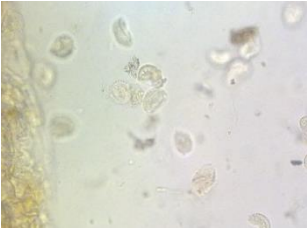
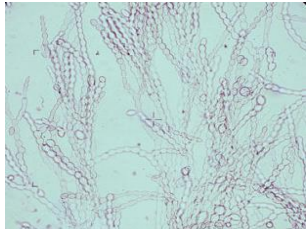
<p>Patógeno: <i>Phytonemus sp.</i> Cultivo: Melocotón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Cantel 	<p>Sintomatología: en grupo parecen una capa de polvo. Los bordes de las hojas se enroscan, encrespa los tallos, los brotes se marchitan.</p>	 <p><i>Phytonemus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Tenuipalpus sp.</i> Cultivo: Limón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Sololá 	<p>Sintomatología: provoca en los frutos un resquebramiento fino de la epidermis, asemeja una leprosis; además produce un amarillamiento uniforme de las hojas terminales.</p>	 <p><i>Tenuipalpus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Tetranychus sp.</i> Cultivo: Tomate, gerbera, limón y arveja. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Chuiquel, San Andrés Semetabaj - Quetzaltenango: La Esperanza, San Miguel Sigüilá. 	<p>Sintomatología: causa daños mecánicos en las hojas al producir raspados con su aparato bucal. Se alimenta de los contenidos celulares de las hojas dejando manchas en la epidermis.</p>	 <p><i>Tetranychus sp.</i></p>
HONGOS		
<p>Patógeno: <i>Alternaria sp.</i> Cultivo: Apazote, ericka, tomate, chile pimiento, granadilla, lima, papa, papaya, melocotón y crisantemo. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Tajumulco, Sipacapa, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, Ayutla, El Quetzal. - Quetzaltenango: Cantel, Génova, Colomba, Cajolá, Salcajá, San Juan Ostuncalco - Sololá: San Antonio Palopó, San Andrés Semetabaj, Panajachel, 	<p>Sintomatología: se observan en los pedúnculos de las inflorescencias, causa necrosis, y en los frutos, como lesiones oscuras a negras con aspecto de pudrición seca.</p>	 <p><i>Alternaria sp.</i></p>

<p>Santa Lucía Utatlán</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tonicapán: Momostenango, - Quiché: Chichicastenango - Huehuetenango: Malacatancito 		
<p>Patógeno: <i>Armillaria sp.</i> Cultivo: Manzana Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Cantel 	<p>Sintomatología: causa podredumbre en las raíces.</p>	 <p><i>Armillaria sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Aspergillus sp.</i> Cultivo: Manzana y maíz Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quiché: Chichicastenango - Sololá: El Quetzal 	<p>Sintomatología: el daño es postcosecha, ya que causa podredumbre y es causante de contaminar el grano con micotoxinas.</p>	 <p><i>Aspergillus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Botryodiplodia sp.</i> Cultivo: Manzana, melocotón, aguacate, ciruela y remolacha, Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Huehuetenango: La Democracia - Sololá: San Pedro La Laguna - Quetzaltenango: El Palmar - Quiché: Chichicastenango. 	<p>Sintomatología: el tallo presenta necrosis y un desecamiento en forma descendente (cancrosis). También afecta las ramas y yemas florales. En el tallo se observan picnidios de color oscuro los cuales al realizar el montaje se observan los conidios de color oscuro.</p>	 <p>Fuente: Carlos Sicán <i>Botryodiplodia sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Botryosphaeria sp.</i> Cultivo: Melocotón y manzana Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Salcajá - Quiché: Chichicastenango 	<p>Sintomatología: desecamiento y marchitez de las ramas, los síntomas foliares son amarillamiento y chancros.</p>	 <p>Fuente: Paul Bachi <i>Botryosphaeria sp.</i></p>

<p>Patógeno: <i>Capnodium sp.</i> Cultivo: Limón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Huehuetenango: La Democracia - Totonicapán: Totonicapán 	<p>Sintomatología: no daña directamente la hoja, sino que la cubre superficialmente con una película o costra, observándose como un polvo negro y seco sobre la superficie de la hoja.</p>	 <p>Fuente: Edin Orozco <i>Capnodium sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Cercospora sp.</i> Cultivo: Café, repollo, maíz, pinabete y melocotón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango - Huehuetenango - Totonicapán: Totonicapán - San Marcos - Quiché: Canillá. 	<p>Sintomatología: manchas concéntricas en la hoja, rodeada de un halo marrón oscuro o rojizo, al avanzar la enfermedad las manchas se juntan y provocan desecación en las hojas.</p>	 <p><i>Cercospora sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Cercospora sp.</i> Cultivo: Aguacate Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa. 	<p>Sintomatología: invade los tallos sin mostrar crecimiento del hongo; de allí infecta nuevos brotes, formando rosetas en los botones florales, los cuales no abren. Reduce la producción de frutos.</p>	 <p>Fuente: www.mycologia.org <i>Cercospora sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Chalara sp.</i> Cultivo: Lazos de amor Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango 	<p>Sintomatología: causa podredumbre negra en las raíces y en hojas se manifiesta clorosis y pérdida de vigor de la planta.</p>	 <p>Fuente: www.mycologia.org <i>Chalara sp.</i></p>

<p>Patógeno: <i>Cladosporium sp.</i> Cultivo: Melocotón, limón, aguacate, chile, tomate, papa, veronica, acanto, lazos de amor, stevia, pinabete, manzana, maíz y apazote. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango - Quiché - Huehuetenango - Totonicapán - Sololá 	<p>Sintomatología: se observan zonas amarillentas de tono claro sobre el haz y masas fungosas café oliváceo en el envés.</p>	 <p>Fuente: www.mycology.adelaide.edu.au <i>Cladosporium sp</i></p>
<p>Patógeno: <i>Curvularia sp.</i> Cultivo: Maíz y tomate Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Ocós - Huehuetenango: Nentón. 	<p>Sintomatología: se presenta una pequeña mancha redondeada café con un halo amarillo, las lesiones pueden agregarse ocupando más del 80% de la lámina foliar.</p>	 <p>Fuente: www.mycology.adelaide.edu.au <i>Curvularia sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Diplodia sp.</i> Cultivo: anona, naranja, aguacate, melocotón, maíz, plátano y cedro Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa, San Marcos, El Tumbador, El Quetzal, Ocós, Pajapita - Huehuetenango: Jacaltenango - Quetzaltenango: Salcajá. 	<p>Sintomatología: sólo ataca la base del tallo y puede producir la podredumbre seca de la espiga en el caso de maíz. Los entrenudos inferiores se ponen marrones y fácilmente quebradizos.</p>	 <p>Fuente: http://www.moldbacteria.com <i>Diplodia sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Dolabra nepheliae</i> Cultivo: Rambután Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Catarina 	<p>Sintomatología: se manifiesta por la ocurrencia de lesiones cancerosas en el tronco principal, ramas laterales, pecíolos y ocasionalmente en las nervaduras centrales.</p>	 <p>Fuente: Edin Orozco <i>Dolabra nepheliae</i></p>

<p>Patógeno: <i>Elsinoe fawcettii</i> Cultivo: Lima, naranja, limón y mandarina Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Quetzaltenango: Coatepeque. - Huehuetenango: Jacaltenango - Sololá: Panajachel. 	<p>Sintomatología: causa lesiones verrugosas o erupciones suberosas sobre frutos, hojas y tallos de cítricos. Cuando las frutas han alcanzado su tamaño definitivo, presentan pequeñas costras de coloración castaños claros.</p>	 <p>Fuente: Hyun <i>Elsinoe fawcettii</i></p>
<p>Patógeno: <i>Fusarium sp.</i> Cultivo: tomate, berro, Chile, papa, melocotón, café, aguacate, banano, zanahoria, manzana y cedro. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: San Andrés Semetabaj, Santiago Atitlán, Sololá - San Marcos: Tajumulco, San Rafael Pie de la Cuesta, Pajapita - Quetzaltenango: La Esperanza, San Carlos Sija, Cajolá, El Palmar Quetzaltenango. - Huehuetenango: San Miguel Acatán, Chiantla, Nentón - Totonicapán: Totonicapán - Quiché: Chichicastenango. 	<p>Sintomatología: curvamiento hacia arriba de los folíolos y posible necrosis marginal posteriormente. Los síntomas aparecen primero en las hojas basales y luego progresan en sentido ascendente.</p>	 <p><i>Fusarium sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Gloeosporium sp.</i> Cultivo: Manzana Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quiché: Chichicastenango. 	<p>Sintomatología: produce manchas circulares de color marrón claro causando pudrición en el fruto.</p>	 <p>Fuente: www.tecnicoagricola.es <i>Gloeosporium sp.</i></p>

<p>Patógeno: <i>Glomerella sp.</i> Cultivo: Limón, lima, naranja y melocotón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Quetzaltenango: Cantel 	<p>Sintomatología: provoca antracnosis en las hojas y provoca daños en los frutos.</p>	 <p>Fuente: Bruna Ribeiro <i>Glomerella sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Helminthosporium sp</i> Cultivo: Maíz Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Ocos, Ayutla - Quiché: Canilla. 	<p>Sintomatología: ocasiona unas manchas paralelas color castaño claro, de forma, rectangular, alargada, delimitada por dos nervaduras. Cuando las manchas confluyen, dan lugar a amplias áreas necróticas que doblan o secan las hojas.</p>	 <p><i>Helminthosporium sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Hemilea vastatrix</i> Cultivo: Café Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Huehuetenango: La Democracia - Quiché: San Juan Cotzal - Totonicapán: Momostenango. 	<p>Sintomatología: afecta el área foliar de la planta provocando manchas amarillas y necrosis, en el envés hoja se observan pústulas de color naranja y en ataques severos hay unión de pústulas.</p>	 <p><i>Hemilea vastatrix</i></p>
<p>Patógeno: <i>Leptosphaeria sp.</i> Cultivo: Limón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa 	<p>Sintomatología: produce manchas café claro con zonas blancas de picnidios. Entra por las heridas de los tallos estos organismos están involucrados en la muerte descendente de los árboles y en la pudrición de los frutos.</p>	 <p><i>Leptosphaeria sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Monilinia sp.</i> Cultivo: Melocotón y manzana Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Quiché: Chichicastenango - Huehuetenango: Malacatancito 	<p>Sintomatología: los frutos maduros presentan manchas marrones, que muestran podredumbre. Normalmente el fruto infectado permanece sobre el árbol perdiendo su contenido en agua y dando lugar a momias.</p>	 <p>Fuente: Villarino <i>Monilinia sp.</i></p>




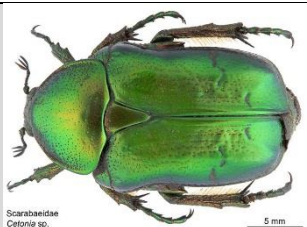
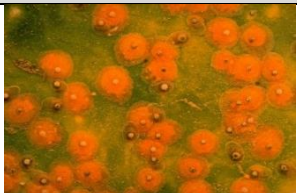
<p>Patógeno: <i>Mycosphaerella sp.</i> Cultivo: Veronica Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Quetzaltenango. 	<p>Sintomatología: se observan manchas circulares en las hojas con una coloración grisácea y borde marrón claro, estas aumentan a medida que va desarrollando el patógeno.</p>	 <p>Fuente: Carlos Sicán <i>Mycosphaerella sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Oidium sp.</i> Cultivo: Papaya y uva Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Santa Cruz La Laguna, Xajaxac. 	<p>Sintomatología: cubre la superficie de las hojas y tallos de las plantas. Toma un aspecto polvoriento de color blanquecino, más conocido por cenicilla, que llega a cubrir por completo toda la superficie de las hojas y brotes tiernos.</p>	 <p><i>Oidium sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Paecilomyces sp</i> Cultivo: Ciruela y remolacha Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quiché: Chichicastenango 	<p>Sintomatología: alteraciones de tamaño y deformaciones en hojas, tallos y yemas. .</p>	 <p>Fuente: www.caltexmoldservices.com <i>Paecilomyces sp</i></p>
<p>Patógeno: <i>Penicillium sp.</i> Cultivo: Limón, melocotón, papa, liriopé y plátano Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: San Andrés Semetabaj - Quetzaltenango: Salcajá, Quetzaltenango - San Marcos: San Pedro Sacatepéquez, Ocós. 	<p>Sintomatología: desarrollo de una pudrición blanda, acuosa con márgenes de avance muy definidos. En la superficie del fruto aparece un moho blanco azulado y algunas especies producen toxinas.</p>	 <p>Fuente: Environmental Microbiology Laboratory <i>Penicillium sp.</i></p>






<p>Patógeno: <i>Pestalotia sp.</i> Cultivo: Cedro y limón Lugar: - Quetzaltenango: Quetzaltenango</p>	<p>Sintomatología: causa lesiones necróticas formando acérvulos en las ramas, en el cedro ocasiona canchales.</p>	 <p><i>Pestalotia sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Pestalotiopsis sp.</i> Cultivo: Aguacate Lugar: - San Marcos: Sipacapa</p>	<p>Sintomatología: en el fruto se observan algunas hendiduras necróticas, conocida como antracnosis, a medida que avanza la enfermedad dentro de las lesiones se observan pequeños abultamientos de color grisáceo.</p>	 <p>Fuente: Carlos Sicán <i>Pestalotiopsis sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Phaeoseptoria sp.</i> Cultivo: Café Lugar: - Sololá: Santiago Atitlán</p>	<p>Sintomatología: se pueden observar manchas de color café en las hojas.</p>	 <p>Fuente: www.tandfonline.com <i>Phaeoseptoria sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Phaeosphaeria sp.</i> Cultivo: Maíz Lugar: - Quiché: Canillá - San Marcos: Ayutla, El Quetzal.</p>	<p>Sintomatología: se observan lesiones inmaduras de color verde pálido o manchas cloróticas esparcidas en la superficie de la hoja. Las lesiones maduras son necróticas, descoloridas y secas con márgenes marrón.</p>	 <p>Fuente: Edin Orozco <i>Phaeosphaeria sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Phytophthora sp.</i> Cultivo: Papa Lugar: - Quetzaltenango: San Carlos Sija</p>	<p>Sintomatología: las hojas presentan una necrosis que se forma de afuera hacia adentro, se observa un micelio de color blanco, donde se desarrollan los esporangios.</p>	 <p><i>Phytophthora sp.</i></p>





<p>Patógeno: <i>Pseudocercospora sp.</i> Cultivo: Manzana, ciruela y remolacha. Lugar: - Quiché: Chichicastenango.</p>	<p>Sintomatología: ataca principalmente hojas, pero también puede presentarse en pecíolos, tallos y pedúnculos. En hojas produce manchas casi redondeadas.</p>	 <p>Fuente: Bennett y Arneson <i>Pseudocercospora sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Puccinia sp.</i> Cultivo: Chaster rojo, bombón y maíz. Lugar: - Sololá: San Antonio Palopó - Quiché: Canillá - San Marcos: Ayutla, El Quetzal.</p>	<p>Sintomatología: pústulas de color cafés presente en el envés de las hojas, rodeada de un halo amarillento. Las pústulas se desarrollan tanto en el haz como en el envés.</p>	 <p><i>Puccinia sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Pythium sp.</i> Cultivo: Tomate Lugar: - San Marcos: Tajumulco</p>	<p>Sintomatología: pudriciones radicales produciendo marchitamiento de plántulas. Y pudrición blanda de los frutos sobre todo de los que están en contacto con el suelo.</p>	 <p><i>Pythium sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Rhizopus sp.</i> Cultivo: Aguacate, ciruela y remolacha Lugar: - Sololá: Santiago Atitlán - Huehuetenango: Huehuetenango - Quiché: Chichicastenango.</p>	<p>Sintomatología: afecta los frutos en post cosecha por la aparición de un moho de aspecto grisáceo en el punto de inserción del pedúnculo con el fruto, el cual corresponde a masas de conidióforos, que sostienen conidias del hongo.</p>	 <p>Fuente: AIMCRA <i>Rhizopus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Sclerotium sp.</i> Cultivo: Cebolla Lugar: - Sololá: Concepción, Sololá - Quetzaltenango: Zunil.</p>	<p>Sintomatología: puede invadir la parte aérea de la planta, ya sea tallos, hojas, ramas y frutos; en éstos se observa flacidez de tejidos y una pudrición blanda.</p>	 <p>Fuente: www.botany.edu <i>Sclerotium sp.</i></p>






<p>Patógeno: <i>Taphrina deformans</i> Cultivo: Melocotón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Quetzaltenango: Salcajá, Cantel, Quetzaltenango 	<p>Sintomatología: se desarrollan en las hojas, ramas jóvenes y en la parte externa de los frutos. Presenta verrugosis, con una especie de ampollas produciendo la llamada lepra.</p>	 <p>Fuente: Edin Orozco <i>Taphrina deformans</i></p>
<p>Patógeno: <i>Tranzschelia sp.</i> Cultivo: Melocotón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Salcajá, Cantel, Quetzaltenango - San Marcos: San Pedro Sacatepéquez. 	<p>Sintomatología: en el haz de las hojas, se observan pequeñas manchas de color amarillo claro. En las ramas presentan una hinchazón de aspecto húmedo y se desarrollan grietas y en frutos se desarrollan manchas circulares de color verde.</p>	 <p><i>Tranzschelia sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Uromyces sp.</i> Cultivo: frijol Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Salcajá. 	<p>Sintomatología: inicia como pequeñas lesiones amarillas en las hojas, en las cuales se empiezan a formar un punto de color rojizo, de aspecto polvoso; crecen ligeramente en tamaño y se distribuyen sobre la superficie de la hoja.</p>	 <p><i>Uromyces sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Verticillium sp.</i> Cultivo: Aguacate Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: San Pedro Sacatepéquez. 	<p>Sintomatología: presencia de hojas blancas y opacas. En un corte transversal del tallo y raíces, el tejido del xilema presenta un anillo gris o café oscuro.</p>	 <p>Fuente: www.caltexmoldservices.com <i>Verticillium sp.</i></p>
INSECTOS		
<p>Patógeno: <i>Agriotes sp.</i> Cultivo: Stevia Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: Totonicapán. 	<p>Sintomatología: El daño se puede apreciar al observar la destrucción de los puntos de crecimiento tales como las yemas germinativas en raíces, daños en tallos jóvenes, mordeduras en el hipocórito.</p>	 <p><i>Agriotes sp.</i></p>


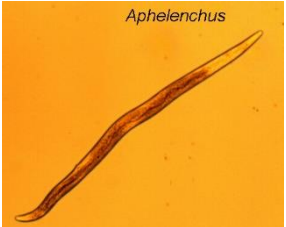
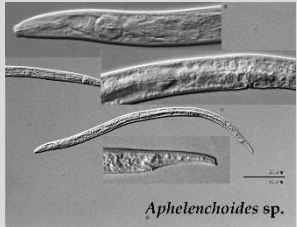
<p>Patógeno: <i>Aleurocanthus woglumi</i> Cultivo: Aguacate y gerbera Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: Sipacapa - Sololá: Sololá. 	<p>Sintomatología: Ninfas extraen savia del envés de la hoja y secretan una mielecilla que cubre hojas, ramas y frutos.</p>	 <p><i>Aleurocanthus woglumi</i></p>
<p>Patógeno: <i>Anastrepha distincta</i> Cultivo: Melocotón y limón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Salcajá y Colomba. 	<p>Sintomatología: Las hembras fecundadas buscan frutas para depositar sus huevos, asegurando así que su larva disponga de una amplia y excesiva fuente de comida.</p>	 <p>Fuente: Reyes Donis, A. <i>Anastrepha distincta</i></p>
<p>Patógeno: <i>Aphis fabae</i> Cultivo: Haba Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: Totonicapán 	<p>Sintomatología: debilitamiento de la planta por succión de savia, se traduce una reducción del crecimiento y rendimiento del cultivo. Segrega melaza y se instala la fumagina, reduciendo la capacidad fotosintética y respiratoria de la planta.</p>	 <p>Fuente: influentialpoints.com <i>Aphis fabae</i></p>
<p>Patógeno: <i>Aphis sp.</i> Cultivo: Melocotón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: Totonicapán. 	<p>Sintomatología: estos insectos chupadores de la savia atacan brotes tiernos deformándolos y además son transmisores de virus.</p>	 <p>Fuente: www.altinco.com <i>Aphis sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Aspidiotus sp.</i> Cultivo: Aguacate y melocotón. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: San Marcos - Quetzaltenango: Cantel. 	<p>Sintomatología: se ubican en el tronco y ramas de los árboles donde forman colonias muy abundantes succionando los nutrientes y debilitando las ramas. El principal problema de las infestaciones de escamas es en el fruto.</p>	 <p>Fuente: pikul.lib.ku.ac.th/insect <i>Aspidiotus sp.</i></p>

<p>Patógeno: <i>Bemisia tabaci</i> Cultivo: Papa y tomate Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán 	<p>Sintomatología: las ninfas y adultos chupan savia en ramas y hojas. Transmiten virus al momento de extraer alimento de la planta.</p>	 <p><i>Bemisia tabaci</i></p>
<p>Patógeno: <i>Ceratitis capitata</i> Cultivo: Melocotón y mango Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: San Cristóbal; Suchitepéquez: San José El Ídolo - Quetzaltenango: Salcajá, Cantel. 	<p>Sintomatología: las moscas adultas ovipositan en la fruta formando un pequeño orificio alrededor del cual se forma una mancha. Las larvas eclosionan dentro del fruto y causan pudrición al alimentarse de la pulpa.</p>	 <p><i>Ceratitis capitata</i></p>
<p>Patógeno: <i>Ceroplastes sp.</i> Cultivo: Rambután Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: El Tumbador 	<p>Sintomatología: causa debilitamiento generalizado de la planta por succión de savia. La población puede ser tan elevada que llegue a cubrir totalmente las ramas.</p>	 <p>Fuente: www.agrologica.es <i>Ceroplastes sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Cetonia sp.</i> Cultivo: Stevia Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: Totonicapán 	<p>Sintomatología: acuden a las flores de numerosas especies de plantas para alimentarse del polen.</p>	 <p>Fuente: www.padil.gov.au <i>Cetonia sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Chrysomphalus sp.</i> Cultivo: Limón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Panajachel. 	<p>Sintomatología: ataca hojas y frutos en colonias muy densas, cuando las infestaciones son severas, observándose la decoloración en las áreas donde están concentrados.</p>	 <p>Fuente: E. Núñez <i>Chrysomphalus sp.</i></p>

<p>Patógeno: <i>Coccus hesperidum</i> Cultivo: Limón Lugar: - Tonicapán: Tonicapán</p>	<p>Sintomatología: debilitamiento generalizado por succión de savia.</p>	 <p>Fuente: Alejandro Tena <i>Coccus hesperidum</i></p>
<p>Patógeno: <i>Coccus virides</i> Cultivo: Limón Lugar: - Tonicapán: Tonicapán</p>	<p>Sintomatología: succionan considerables cantidades de savia causando desnutrición en la planta. Producen una secreción azucarada que atrae hormigas y es un medio ideal para el desarrollo de fumagina.</p>	 <p><i>Coccus virides</i></p>
<p>Patógeno: <i>Diaphorina citri</i> Cultivo: Limón y mandarina Lugar: - San Marcos: Nuevo Progreso - Quetzaltenango: Coatepeque, Colomba.</p>	<p>Sintomatología: transmisor de bacterias del género <i>Liberobacter</i>, causantes del Huanglongbing de los cítricos.</p>	 <p>Fuente: Agricultural Research Service. Photo Library. <i>Diaphorina citri</i></p>
<p>Patógeno: <i>Drosophilla melanogaster</i> Cultivo: Limón Lugar: - Quetzaltenango: Colomba</p>	<p>Sintomatología: se alimenta de frutas en proceso de fermentación tales como los cítricos.</p>	 <p>Fuente: Kate Beebe <i>Drosophilla melanogaster</i></p>
<p>Patógeno: <i>Empoasca sp</i> Cultivo: Limón Lugar: - San Marcos: La Reforma.</p>	<p>Sintomatología: trasmite el virus del achaparramiento.</p>	 <p><i>Empoasca sp.</i></p>

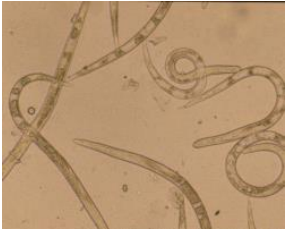

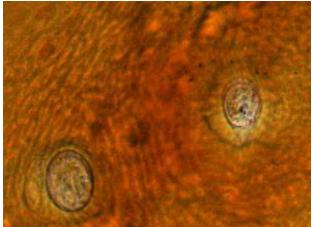
<p>Patógeno: <i>Frankiniella occidentalis</i></p> <p>Cultivo: Arveja, crisantemo, gerbera y melocotón</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Palopó, San Andrés Semetabaj, San Antonio, Santa Lucía Utatlán - Quetzaltenango: La Esperanza. 	<p>Sintomatología: Los daños están ocasionados por las larvas y adultos que succionan el contenido de la célula, y provocan su vaciado.</p>	 <p><i>Frankiniella occidentalis</i></p>
<p>Patógeno: <i>Hortensia similis</i></p> <p>Cultivo: Papa</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Santa Catarina Palopó. 	<p>Sintomatología: chupan la savia de las hojas. Cuando ocurren infestaciones severas, las hojas se tornan amarillentas y las puntas y márgenes de la misma presentan una especie de quemadura y se enroscan.</p>	 <p>Fuente: Matt Edmonds <i>Hortensia similis</i></p>
<p>Patógeno: <i>Liriomyza huidobrensis</i></p> <p>Cultivo: Papa</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: San Martín Sacatepéquez - Sololá: Sololá, Santa Catarina Palopó - San Marcos: San Antonio Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez. 	<p>Sintomatología: las larvas de mosca minadora producen el marchitamiento y la desecación de las hojas con grandes pérdidas de superficie foliar.</p>	 <p><i>Liriomyza huidobrensis</i></p>
<p>Patógeno: <i>Myzus persicae</i></p> <p>Cultivo: Chile pimiento, tomate y stevia</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: San Miguel Sigüila, Cajolá - Totonicapán: Totonicapán. 	<p>Sintomatología: extraen nutrientes debilitando la planta, excretan una sustancia (azúcares) que propician la formación de hongos como la fumagina.</p>	 <p><i>Myzus persicae</i></p>

<p>Patógeno: <i>Paratrioza cockerelli</i></p> <p>Cultivo: Papa y tomate</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: San Martín Sacatepéquez, Cajolá, Concepción Chiquirichapa - Totonicapán: San Cristóbal Totonicapán - San Marcos: San Rafael Pie de la Cuesta. 	<p>Sintomatología: Succiona savia y su saliva es tóxica. Transmite un fitoplasma que causa la punta morada.</p>	 <p><i>Paratrioza cockerelli</i></p>
<p>Patógeno: <i>Planococcus sp</i></p> <p>Cultivo: Naranja</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: Momostenango. 	<p>Sintomatología: destrucción de la raíz al formar una gruesa “costra” a causa del complejo cochinillas-hormigas-hongo. Esto provoca un aspecto marchito en la parte aérea causando defoliación.</p>	 <p><i>Planococcus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Plutella xylostella</i></p> <p>Cultivo: Coliflor</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: San Miguel Siguila. 	<p>Sintomatología: plántulas con perforaciones completas o parciales en las hojas; presencia de minas en el ápice.</p>	 <p><i>Pluella xylostella</i></p>
<p>Patógeno: <i>Pseudococcus longispinus</i></p> <p>Cultivo: Rambután</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: El Tumbador - Quetzaltenango: Coatepeque. 	<p>Sintomatología: estas especies plaga deprecian la fruta por la presencia de restos de estos insectos, así como por la producción de mielecilla y el desarrollo de fumagina</p>	 <p>Fuente: Chris Mallory <i>Pseudococcus longispinus</i></p>
<p>Patógeno: <i>Pulvinaria psidii</i></p> <p>Cultivo: Rambután</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: El Tumbador 	<p>Sintomatología: en ataques fuertes pueden causar defoliación. Muchos de ellos excretan miel de rocío, un líquido azucarado que promueve el desarrollo de la fumagina</p>	 <p>Fuente:: ICAR <i>Pulvinaria psidii</i></p>

<p>Patógeno: <i>Thrips sp.</i> Cultivo: Stevia Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totonicapán: Totonicapán 	<p>Sintomatología: Produce daños mecánicos en las hojas y flores que luego se refleja en un órgano deforme. Trasmisor de virus.</p>	 <p><i>Thrips sp.</i></p>
NEMATODO		
<p>Patógeno: <i>Aphelenchus sp.</i> Cultivo: Tomate, cebolla, ajo, maíz, papa, frijol, chile pimiento, zanahoria y melón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: San Andrés Semetabaj, Sololá - Huehuetenango: Nentón Aguacatán, Chiantla, - San Marcos: San Antonio Sacatepéquez, Tajumulco, Tacaná, Concepción Tutuapa, Tejutla, Comitancillo - Quiché: Sacapulas - Totonicapán: Totonicapán - Quetzaltenango: San Martín Sacatepéquez - Retalhuleu: La Máquina 	<p>Sintomatología: son fito parásitos que causan daños a la raíz.</p>	 <p>Fuente: Dr. Diana H. Wall's <i>Aphelenchus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Aphelenchoides sp.</i> Cultivo: Cebolla, melocotón, papa, tomate, gerbera y plátano. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: San Antonio Palopó, Santa Lucía Uatlán, Sololá - Quetzaltenango: Huitán, San Carlos Sija - Quiché: Sacapulas, San Antonio Ilotenango. - San Marcos: San Antonio 	<p>Sintomatología: se manifiestan por la aparición de deformaciones en las hojas de las plantas hospedadoras. Las hojas se arrugan y en las zonas donde se alimentan, aparecen zonas cloróticas que se toman rojizas y después pardas.</p>	 <p>Fuente: www.niaes.affrc.go.jp <i>Aphelenchoides sp.</i></p>

<p>Sacatepéquez, Ixchiguán, Catarina</p>		
<p>Patógeno: <i>Cactodera</i> sp. Cultivo: Papa, tomate y aguacate Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Huehuetenango: Chiantla, Todos Santos Cuchumatanes - Sololá: Sololá - San Marcos: San Rafael Pie de la Cuesta, San José Ojetenam, Ixchiguán, San Sebastián, San Antonio Sacatepéquez, Concepción Tutuapa, San Miguel Ixtahuacán - Quetzaltenango: Palestina, Concepción Chiquirichapa - Totonicapán 	<p>Sintomatología: provocan profundas lesiones en las raíces; en el punto de infección se desarrolla una necrosis.</p>	 <p>Fuente: Carlos Sicán <i>Cactodera</i> sp.</p>
<p>Patógeno: <i>Criconemoides</i> sp. Cultivo: Aguacate, papa, frijol, crisantemo, tomate, manzana, cebolla, tomillo y melón Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Santiago Atitlán, San Andrés Semetabaj, San Antonio Palopó - Sololá; San Marcos: San Pedro Sacatepéquez, Tacaná 	<ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Huitán, San Francisco La Unión - Quiché: Chichicastenango - Retalhuleu: La Máquina. <p>Sintomatología: causa necrosis en el tejido del sistema radicular, reduciendo la absorción de nutrientes y de agua, lo que limita el crecimiento de la planta.</p>	 <p>Fuente: Edin Orozco <i>Criconemoides</i> sp.</p>

<p>Patógeno: <i>Helicotylenchus sp.</i></p> <p>Cultivo: Ciruela, cebolla, melón, papa, plátano, tomate, tomillo y zanahoria.</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Sololá - Huehuetenango: Aguacatán, Chiantla - Quiché: Sacapulas - Quetzaltenango: San Carlos Sija - Retalhuleu: La Máquina - San Marcos: Sibinal, San Rafael Pie de la Cuesta. - San Cristobal Cuchu, Concepción Tutuapa, San Pedro Sacatepéquez, Tacaná, Tejutla, San José Ojetenam, Ocós. 	<p>Sintomatología: se ve en las partes aéreas de la planta y síntomas de deficiencias en nutrientes amarillamiento del follaje y marchitamiento excesivo en época seca.</p>	 <p>Fuente: Edin Orozco <i>Helicotylenchus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Heterodera sp.</i></p> <p>Cultivo: Papa</p> <p>Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - San Marcos: San José Ojetenam, Ixchiguan, San Sebastian, San Antonio Sacatepéquez, San Pedro, Esquipulas Palo Gordo, San Cristobal Cuchu, Ixchiguán, San Miguel Ixtahuacán - Huehuetenango: Chiantla, Aguacatán, Todos Santos - Quetzaltenango: Palestina, Sibilia, Cajolá, San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa 	<p>Sintomatología: causa deformación en los tejidos por la formación de quistes.</p>	 <p>Fuente: Carlos Sicán <i>Heterodera sp.</i></p>

<p>Patógeno: <i>Meloidogyne sp.</i> Cultivo: tomate, ajo y papa Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: San Andrés Semetabaj - Huehuetenango: Aguacatán, Chiantla - San Marcos: San José Ojetenam - Quiché: Sacapulas, Joyabaj. 	<p>Sintomatología: la infección de las raíces produce engrosamientos o agallas que pueden ser de varios tamaños dependiendo del número de hembras que alberguen. Muestran amarillamiento, marchitamiento y reducciones en la producción.</p>	 <p>Fuente: Miguel Talavera <i>Meloidogyne sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Pratylenchus sp</i> Cultivo: Ciruela, cebolla, frijol, melón, melocotón, papa y plátano. Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sololá: Sololá - Huehuetenango: Aguacatán, Chiantla - Quiché: Sacapulas, Joyabaj - Quetzaltenango: Huitán - Retalhuleu: La Máquina. - San Marcos: San Antonio Sacatepéquez, Ixchiguán. 	<p>Sintomatología: provocan profundas lesiones en las raíces; en el punto de infección se desarrolla una necrosis que se extiende inicialmente en la superficie de la raíz y posteriormente hacia el interior de la misma, en esta fase la corteza de las raíces pequeñas es destruida provocando su separación del cilindro central apariencia de "pelos" finos.</p>	 <p><i>Pratylenchus sp.</i></p>
<p>Patógeno: <i>Punctodera sp.</i> Cultivo: Papa, maíz, tomate, chile pimiento y coliflor Lugar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quetzaltenango: Huitán, Sibilia, Cajolá, San Martín Sacatepéquez, Concepción Chiquirichapa - San Marcos: Tacaná, Tajumulco, San Sebastian, San José Ojetenam, San Antonio Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, Ixchiguán, San Miguel Ixtahuacán 	<p>Sintomatología: es un parásito que ocasiona pérdidas hasta en un 100 % de la producción debido al daño que ocasiona en las raíces.</p>	 <p>Fuente: Carlos Sicán <i>Punctodera sp.</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> - Huehuetenango: Chiantla, Aguacatán - Sololá: Sololá - Quetzaltenango: Palestina - Quiché: San Antonio Ilotenango 		
---	--	--

3.2.4 Evaluación

Se obtuvo un catálogo de plagas y enfermedades actualizadas, cumpliendo con los objetivos de sistematizar y registrar los datos, el cual puede ser utilizado como herramienta para la identificación de 80 agentes fitopatógenos que afectan a los cultivos de la región occidental del país. El catálogo es pictográfico por lo que es de fácil manejo para los técnicos del laboratorio.

3.2.5 Bibliografía

1. Álvarez, R; Delgadillo, F. 2004. Enfermedades del tomate y chile Bell. *In* Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción (4, 2004, MX). Memorias. Torreón, Coahuila, México, UAAAN-UL. p. 69-99.
2. Childers, C; Kitajima, E; Calvin, W; Rivera, C; Ochoa, R. 2001. *Brevipalpus* como vectores de la leprosis de los cítricos. *Revista Manejo Integrado de Plagas* 60:61-65.
3. Corio, V; Morales, J; Alcántar, J. 2005. Enfermedades del durazno *Prunus pérsica* (L.) Batsch. en Michoacán. México, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 22 p.
4. FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, HN). 2004. Enfermedades del rambután (en línea). Honduras. Consultado 23 set 2013. Disponible en: http://www.fhia.org.hn/downloads/diversificacion_pdfs/brambutan1marzo2004.pdf
5. García, M; Rivero, J Del. 1981. El ácaro rojo *Panonychus citri* (McGregor), nueva plaga de los cítricos en España. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia, Bol. Serv. Plagas 7:65-77.
6. IICA, CR. 1966. Frutales de clima templado. Ed. Ernesto Cáceres. Costa Rica. 151 p.

7. INIA (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria). 2004. Enfermedades de cultivos tropicales (en línea) Revista agronomía. Consultado 25 set 2013. Disponible en: http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2104/arti/malaguti_g.htm
8. Mejía, M; Zhagui, B. 2013. Estudio de factibilidad para la creación de un Mercado de Frutas en el sector urbano del cantón Naranjito. 235 p.
9. Presello, D; Iglesias, J; Fernández, M; Botta, G; Eyhérbide, G; Lorea, R. 2008. Comportamiento de cultivares de maíz luego de la inoculación de hongos causantes de podredumbres de espiga. INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). Costa Rica. 4 p.
10. Sánchez, M; Venegas, J; Romero, M; Phillips, A; Trapero, A. 2003. El chancro de encinas y alcornoques causado por *Botryosphaeria* spp. en Andalucía. España. revista Bol. San. Veg. Plagas 29: 593-612.
11. Sicán, C. 2010. Determinación de la presencia y distribución de nematodos de la subfamilia Heteroderinae, asociados al cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) en Concepción Chiquirichapa y servicios realizados en el laboratorio de diagnóstico fitozoosanitario UNR-Maga, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 141 p.

3.3 Servicio 2. Actualización del inventario de plagas y enfermedades

3.3.1 Objetivos

- Elaborar un inventario de plagas y enfermedades cuarentenarias actualizado.

3.3.2 Metodología

A. Adquisición de base de datos

Se obtuvo información sobre la base de datos de plagas y enfermedades que existía en el Laboratorio Fitosanitario de la Dirección de Sanidad Vegetal VISAR-MAGA.

B. Actualización de base de datos

Posteriormente se obtuvieron los registros de las emisiones de resultados que extiende el laboratorio abarcando el período 2013.

C. Procesamiento de datos

Luego se sistematizó y digitalizo la información obtenida con ayuda del Software Microsoft Office (Excel) en el que se registró los siguientes datos: nombre preferido (nombre científico), grupo común, condición, artículos reglamentados, reglamentación y observaciones.

D. Divulgación de datos

Luego sistematizada la información se compartió la plantilla en Excel a los técnicos de laboratorio.

3.3.3 Resultados

Se actualizó el inventario de las plagas y enfermedades cuarentenarias para el año 2013. Registrando un total de 418 agentes fitopatógenos; lo cuales 407 agentes fitopatógenos estas ausentes en la región occidental del país y 11 agentes fitopatógenos no se ha identificado la ausencia o presencia de los mismos. En la Figura 22 se muestra la base de datos en Excel y el formato de la lista de las plagas y enfermedades cuarentenarias que se actualizo hasta la fecha del 9 de julio de 2013.

	A	B	C	D	E	F
1	PAIS:	Guatemala				
2	Nombre de la ONPF:	Dirección de Sanidad Vegetal VISAR-MAGA				
3	Lista específica de plagas cuarentenarias					
4						
5	Lista 1. Lista Específica de Plagas Cuarentenarias A1.	Guatemala 09 de Julio de 2013				
6						
7	Nombre preferido	Grupo Común	Condición	Artículos Reglamentados	Reglamentación	Observaciones
8	<i>Aceria sheldoni</i> (Ewing, 1937)	Ácaro	Ausente	Naranja (<i>Citrus sinensis</i>), limón (<i>Citrus limon</i>)		
9	<i>Aceria tosicella</i> (Keifer, 1969)	Ácaro	Ausente	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	Acuerdo Ministerial No. 813-2007	
10	<i>Aceria tulipae</i> (Keifer, 1938)	Ácaro	Ausente	Tulipanes (<i>Tulipa spp.</i>), Flores	Requisito fitosanitario no publicado	
11	<i>Acherontia lachesis</i> (Fabricius, 1798)	Insecto	Ausencia	Esquejes Tectona (<i>Tectona grandis</i>)		
12	<i>Acidovorax avenae subsp. Cattleyae</i> (Pavarino, 1911)	Insecto	Ausencia	Bulbos Dendrobium (<i>Dendrobium Spp.</i>)		
13	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng., R.M.King & H.Rob., 1970)	Maleza	Ausente	Macadamia (<i>Macadamia integrifolia</i>), Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>), Kikuyú (<i>Pennisetum clandestinum</i>), Aguacate (<i>Persea americana</i>)	Acuerdo Ministerial No. 312-2006	
14	<i>Ahasverus advena</i> (Waltl, 1832)	Insecto	Ausente	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), arroz (<i>Oryza sativa</i>), soya (<i>Glycine max</i>) y malta (<i>Hordeum vulgare</i>), (granos y harinas).		
15	<i>Aleurodicus dispersus</i> (Russel, 1965)	Insecto	Ausencia	Esquejes Guayaba (<i>Psidium guajaba</i>)		
16	Alfalfa mosaci virus (Weimer, 1931)	Virus	Ausencia	Material vegetativo Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		
17	<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797)	Insecto	Ausente	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), arroz (<i>Oryza sativa</i>), soya (<i>Glycine max</i>) y malta (<i>Hordeum vulgare</i>), (granos y harinas).	Acuerdo Ministerial No. 813-2007	
18	<i>Alphitobius laevigatus</i> (Fabricius, 1781)	Insecto	Ausente	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), arroz (<i>Oryza sativa</i>), soya (<i>Glycine max</i>) y malta (<i>Hordeum vulgare</i>), (granos y harinas).	Acuerdo Ministerial No. 813-2007	
19	<i>Alphitophagus bifasciatus</i> (Say, 1824)	Insecto	Ausente	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), arroz (<i>Oryza sativa</i>), soya (<i>Glycine max</i>) y malta (<i>Hordeum vulgare</i>), (granos y harinas).	Acuerdo Ministerial No. 813-2007	
20	<i>Alphitophagus viator</i> (Stephens, 1832)	Insecto	Ausente	Trigo (<i>Triticum aestivum</i>), maíz (<i>Zea mays</i>), arroz (<i>Oryza sativa</i>), soya (<i>Glycine max</i>) y malta (<i>Hordeum vulgare</i>), (granos y harinas).	Acuerdo Ministerial No. 813-2007	

Figura 30: Base de datos actualizada de las plagas y enfermedades cuarentenarias

3.3.4 Evaluación

Se obtuvo un inventario actualizado en una hoja Excel de las plagas y enfermedades cuarentenarias. Esta plantilla puede utilizarse como formato para trasladar esta información a una plataforma o paquete tecnológico de base de datos dinámica para que se pueda actualizar cada año. Esta plantilla contiene la información ordenada y sistematizada para que los técnicos de laboratorio y personas interesadas puedan acceder a los datos y hacer las consultas sobre las plagas y enfermedades cuarentenarias.

3.3.5 Bibliografía

1. Celada, A. 2013. Listado de plagas cuarentenadas (correo electrónico). Quetzaltenango, Guatemala, MAGA.

3.4 Servicio 3. Elaboración de tríptico informativo sobre los servicios que presta el Laboratorio Fitosanitario

3.4.1 Objetivos

- Elaborar un tríptico informativo sobre los servicios que presta el Laboratorio Fitosanitario
- Divulgar el tríptico para hacer promoción sobre los servicios que brinda el laboratorio.

3.4.2 Metodología

A. Preparación de información

Para iniciar con la elaboración del tríptico informativo se extrajo la información del diagnóstico realizado al Laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico de la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA de Quetzaltenango sobre aspectos generales.

B. Elaboración del tríptico

Se definió los ítems que contendría el tríptico, siendo estos los siguientes: que es el Laboratorio Fitosanitario, a que público está dirigido, las actividades que realiza, asistencia técnica, capacitación, recepción de la muestra, tiempo requerido, el costo del análisis de laboratorio y la dirección del laboratorio.

C. Definición del diseño del tríptico

Utilizando el software Portable Adobe Photoshop CS3 se diseñó el formato, color e imagen del tríptico y usando Adobe Reader para formato de impresión.

D. Divulgación del trifoliar

Luego que el trifoliar fue revisado se procedió a la impresión de los trifoliales para proceder con la divulgación y promoción del Laboratorio Fitosanitario del MAGA de Quetzaltenango.


3.4.3 Resultados

Se elaboró un trifoliar informativo para hacer promoción y divulgación de los servicios que brinda el Laboratorio Fitosanitario del MAGA para que las personas interesadas en análisis de laboratorio, asistencia técnica y capacitaciones de la región occidental puedan acudir a las instalaciones.

En la Figura 31 y 32 se puede observar el trifoliar elaborado para la promoción de los servicios que presta el laboratorio.



Figura 31. Portada del trifoliar informativo



El laboratorio de diagnóstico del MAGA, forma parte de la red de vigilancia epidemiológica fitosanitaria, proporcionando los servicios de análisis, asistencia técnica a la región del Occidente.

Presenta servicios a instituciones públicas y privadas, personas particulares individuales y asociados

Las actividades que realiza
*Diagnostico fitopatológico
 Diagnostico nematológico
 Diagnostico entomológico*

Asistencia técnica
*Muestreo de Plagas
 Manejo de enfermedades
 Manejo de insectos y plagas*

Capacitación
Patología vegetal, entomología, acarología, epidemiología, manejo integrado de plaga

Recepción de la muestra
Se realizara en la oficina de recepción, donde el interesado llena la boleta de ingreso de la muestra.

Tiempo requerido.
Desde el momento de la recepción, se tiene un periodo de ocho días para la entrega de resultados.

Los servicios de diagnóstico fitosanitario tienen un costo de Q. 75.00 por muestra,
 A epidemiólogos del Programa Integrado de Protección Agrícola y Ambiental –PIPAA– sin costo alguno.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Figura 32. Parte posterior del trifoliar informativo.

3.4.4 Evaluación

Se obtuvo un trifoliar informativo sobre los servicios que presta el laboratorio con la finalidad de promocionar y divulgar las actividades que se realizan en el mismo. Este documento se realizó por la necesidad de promocionar el laboratorio con los agricultores de la región para que tengan el conocimiento de que existe un laboratorio en Quetzaltenango que hace análisis de laboratorio fitopatogenos que pueden estar afectando sus cultivos, además de la asistencia técnica y capacitaciones que se brindan.

Este trifoliar será útil para ser distribuidos por el personal del laboratorio, en conjunto con los extensionistas.

3.4.5 Bibliografía

1. Celada, A. 2013. Laboratorio fitosanitario (entrevista). La Esperanza, Quetzaltenango, Guatemala, MAGA-UNR, Laboratorio Fitosanitario.
2. Flores, I. 2013. Diagnóstico del Laboratorio Fitosanitario de la Unidad de Normas y Regulaciones, del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Quetzaltenango. Quetzaltenango, Guatemala, MAGA. 16 p.
3. Sicán, C. 2013. Laboratorio fitosanitario (entrevista). La Esperanza Quetzaltenango, Guatemala, MAGA-UNR, Laboratorio Fitosanitario.