

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL**



**SINTOMAS ASOCIADOS A CUATRO NIVELES DE
INFESTACION DE *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* EN *Solanum
tuberosum* CHALATENANGO EL SALVADOR**

POR:

WILLIAM JOSUÉ MIGUEL ESTRADA

JESÚS IVÁN RICO MEJÍA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

SAN SALVADOR JULIO DE 2008

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. AGR Y LIC. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÓNOMICAS

DECANO

DR. REINALDO ADALBERTO LOPEZ LANDAVERDE

SECRETARIO

ING. AGR. Y MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

ING. AGR. MSc. RAFAEL ANTONIO MENJIVAR ROSA.

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. LEOPOLDO SERRANO CERVANTES

ING. AGR. MSc. ANDRÉS RIVAS FLORES

ING. AGR. DAGOBERTO PÉREZ

RESUMEN

La investigación se realizó en la zona alta del departamento de Chalatenango, en el Cantón Las Pilas del Municipio de San Ignacio, de Abril a Noviembre de 2007, con los objetivos de conocer y describir los síntomas asociados con la infestación de *Bactericera (Paratrioza) cockerelli* (Homóptera, Psyllidae) sobre las plantas de papa, y crear una base de datos, que servirá a los técnicos a dar un control efectivo de este vector del fitoplasma causante de la enfermedad Punta Morada de la papa. Esta investigación se realizó en dos fases: Una pre-experimental de campo, que consistió en el establecimiento de una parcela de papa de la variedad Atzimba, la más susceptible a la enfermedad, para coleccionar adultos de *Paratrioza* e información de su importancia; y una segunda fase, que fue experimental, la cual consistió en el montaje de dos diseños completamente al azar, siendo el factor de estudio: La infestación de la plaga (Ninfas y Adultos) en “Vitro-plantas” de papa de la variedad Cal-White. Se evaluaron 4 tratamientos (0,10,20 y 30 adultos o ninfas) y 6 repeticiones en jaulas construidas de tela tricot y tubo PVC de ½”. En los experimentos se comprobó que Ninfas y Adultos son vectores de la enfermedad y que son las ninfas, las que ocasionan el mayor daño ya que estas reducen significativamente los rendimientos del cultivo. Además paralelo a los experimentos se recolectó información y se hicieron descubrimientos en campo: Un hongo entomopatogeno (*Cladosporium sp.*) sobre adultos y ninfas, reconocimiento de macho y hembra en su fase adulta; hallazgo de una planta hospedero silvestre (*Datura stramonium*) y una probable nueva especie de *Bactericera* o *Paratrioza*, encontrada como adulto en plantas de papa en El Salvador.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todo poderoso, a la Virgen Maria, al Espíritu Santo: por la salud, por cuidarnos, por la paciencia, la perseverancia y por darnos la oportunidad de terminar este proyecto que todo estudiante desea alcanzar.

A la familia Reyes (Sonia de Reyes, Carlos Reyes e hijos,) por todo el apoyo desinteresado prestado durante la estadía en Las Pilas, Chalatenango.

A todos los agricultores de la zona, en especial: Saúl Regalado, Santos Chávez, Arnulfo Chávez, Etilio Romero, Armando Arreaga y Guillermo Reyes por todo su apoyo, en brindarnos información, semilla de papa.

Al Ing. Leopoldo Serrano, por todo su apoyo académico, en el trabajo de campo, logístico y orientación en la conducción de esta investigación.

A los Ingenieros Andrés Rivas, Dagoberto Pérez y Mario Pérez por todas sus orientaciones, apoyo y responsabilidad mostrada en la investigación.

Al Ing. Jorge Alberto Ulloa y Junta Directiva (Autoridades 2005-2007) por todo su apoyo logístico prestado cuando se les solicito.

Al Programa Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC) por el apoyo económico y logístico prestado, el cual fue uno de los aportes más significativos en este trabajo.

Al Ing. Ever Quiñónez, a la Ing. y Lic. Nelly Guerrero y su grupo de trabajo de la Escuela Nacional de Agricultura por su apoyo logístico, asesoría y donación de vitro plantas de papa que fueron de gran importancia para este trabajo.

A los Ingenieros Reina de Serrano, Fredy Fuentes, Martín Fuentes, y en especial al Sr. Alonso Huevo (CENTA) por todo su apoyo logístico y técnico brindados en la fase de campo de esta investigación.

Al Ing. Agr. MSc. Plutarco Elías Echeгойen técnico de la oficina internacional OIRSA, oficina de El Salvador, quien facilito literatura sobre Paratiroza.

Al Ing. Agr. PhD. Galileo Rivas Platero, investigador del Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza. (CATIE), oficina de Costa Rica, quien facilito literatura sobre fitoplasma.

A BAYER EL SALVADOR a través de la gestión del Ing. Agr. Miguel Salazar por la donación de insumos agrícolas utilizados en la fase de campo de esta investigación.

A todos los docentes y trabajadores (en especial a: Helga Ester Escobar, Gonzalo Nerio, José M. Dueñas “Chemita”, Carlos Guillermo “Carlitos”, Benjamín Sandoval “Luquitas”, don Felipe, don Medardo) de la Facultad de Ciencias Agronómicas que colaboraron en nuestra formación profesional y en el desarrollo de la investigación.

DEDICATORIA

-A **Dios** todo poderoso que me ilumino, guió y protegió durante el transcurso de mis estudios, y me permitió culminar mi sueño que desde niño ya quería llegar a ser.

A **mi viejita linda (mi abuelita Rufina Flamenco)**, quien desde que tengo razón se sacrifico, pasando condiciones precarias para hacerme salir adelante por medio del estudio.

-A **mi tía Rosa Miriam Estrada**, por todos los buenos ejemplos que me dio, así como los valores que inculco en mi , los consejos y todo su amor para verme alcanzar mis metas.

-A **mi tío José Carmen Estrada**, Por creer en mí, por los consejos y por todo el sacrificio de que hizo con su vida para que yo pudiera tener una propia.

-A **mi madre Delma Estrada**, que aunque lejos y con muchas limitaciones, me ha dado la vida y todo su amor desde la distancia, enseñándome que todo en este mundo puede cambiar para ser mejor.

-A **mi padre Salvador Chiquillo**, Por recordarse de mi aun cuando la esperanza parecía perdida , y por todo su apoyo responsable que me brindo, no solo en lo económico, sino también en lo espiritual.

-A **mis hermanos Rafael Y Salvador**, por estar a mi lado siempre que los necesite y por darme todo su apoyo y amor incondicional de hermano y por haberme apoyado en las buenas y en las malas.

- A **todos mis amigos** que de una u otra forma me demostraron que si existen los verdaderos amigos en este mundo apoyándome en las buenas y en las malas, y a mis compañeros de la universidad que con tanto aprecio los recordare.

- A **mi novia Jazmín López**, quien siempre estuvo para apoyarme durante toda mi carrera y en el desarrollo de esta investigación, apoyándome de manera muy sincera y desinteresada, brindándome todo su amor y sus oraciones, para poder alcanzar mis metas.

William Josué Miguel Estrada

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, A JESUCRISTO, AL ESPÍRITU SANTO Y A MI MADRE LA VIRGEN MARIA, por el don de la vida, por protegerme, por iluminarme en los momentos mas difíciles, por la salud y la oportunidad de terminar con bien esta etapa de mi vida.

A mis padres **Zoila Esperanza Mejia y Emilio Rico**; en especial a mi **Madre**. Por todos sus consejos, su paciencia y sobre todo, por que creyeron en que podía lograrlo a pesar de las adversidades, Dios me los Bendiga.

A mis hermanos **Héctor y Maria**, por que son motivo de inspiración y responsabilidad; de darles un buen ejemplo. Dios los cuide y les conceda muchas bendiciones.

A todos mis tíos y primos; en especial a **Blanca Mejia, Héctor Mejia y Doris Elías**, por el apoyo mostrado en ésta etapa de mi vida, sobre todo por su comprensión, Dios los siga bendiciendo.

A mis abuelos; **Carlos Mejia e Isabel de Mejia** (Gratos Recuerdos), **Lorenzo Rico y Estanislao de Rico** por todas sus oraciones y consejos que siempre llevaré en mi corazón.

A la **Comunidad de la Renovación Carismática Católica de San Laureano**, por que gracias a ella he recibido muchas bendiciones, que la Santísima Trinidad, siga bendiciendo a todos sus miembros.

A todos mis maestros que contribuyeron a mi formación profesional, en especial a Leopoldo Serrano que me enseñó valores como; la Humildad, Responsabilidad, Respeto a lo largo de esta investigación.

A todos mis compañeros estudiantes, que me enseñaron el verdadero valor de la amistad, en especial a Gilmar Mejia, Roberto Vargas, Miguel Estrada, Edson Rivas, Rafael Cano y Evelia Quijano. Dios les conceda muchos éxitos y bendiciones.

A todos los trabajadores de la Facultad que de una ú otra manera me apoyaron en mi etapa de estudiante, en especial a; Helga Escobar, Dorita, Gonzalo Nerio, Benjamín Sandoval “Luquitas, José Maria Dueñas “Chemita”. Dios les conceda seguir apoyando a más estudiantes.

Jesús Iván Rico Mejia

INDICE

CONTENIDO	PAG
RESUMEN.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES.....	3
2.2 IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPA..	5
2.3 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE LA PAPA.....	5
2.4 PUNTA MORADA.....	6
2.4.1 Descripción de Síntomas, daños y ciclo de la enfermedad.....	6
2.4.2 Diseminación de la enfermedad punta morada.....	7
2.4.3 Control.....	7
2.5 FITOPLASMA.....	8
2.5.1 Características principales de los fitoplasma.....	8
2.5.2 Fitoplasma en el cultivo de la papa.....	8
2.5.3 Principales vectores.....	9
2.6 <i>Bactericera (Paratrioza cockerelli)</i>	9
2.6.1 Clasificación taxonómica.....	9
2.6.2 Origen.....	10
2.6.3 Descripción general del insecto.....	10
2.6.4 Biología y ciclo de vida.....	10
2.6.5 Enemigos naturales.....	11
2.6.6 Cultivos atacados y hospederos alternos.....	12
3. METODOLOGIA.....	13
3.1 UBICACIÓN.....	13
3.2 DURACION.....	13
3.3 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	13
3.3.1 Material Biológico.....	13
3.3.2 Otros Materiales.....	14
3.4 FASE DE CAMPO Y PREEXPERIMENTAL.....	14
3.4.1 Montaje y manejo de la parcela de papa.....	14
3.4.2 Adquisición de la semilla.....	15
3.4.3 Preparación del sustrato.....	15
3.4.4 Establecimiento de sistemas de riego.....	16
3.4.5 Construcción de Jaulas (cría, infestación y de transporte).....	17
4.4.5.1 Jaula de cría.....	17
3.4.5.2 Jaula de infestacion.....	17
3.4.5.3 Jaula de trasporte de insectos.....	18
3.4.6 Establecimiento y manejos de las Vitro-plantas en las jaulas de infestación.....	18
3.5 FASE EXPERIMENTAL Y TOMA DE DATOS.....	19

3.5.1 Experimento con ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>	19
3.5.2 Experimento con adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>	19
3.5.3 Ubicación de las jaulas de los experimentos.....	20
3.5.4 Toma de datos.....	21
3.6 METODOLOGIA ESTADÍSTICA.....	21
3.6.1 Factor de estudio.....	21
3.6.2 Unidad experimental.....	21
3.6.3 Diseño estadístico y repeticiones.....	21
3.6.4 Descripción de tratamientos.....	21
3.6.4.1 Experimento con ninfas.....	21
3.6.4.2 Experimento con adultos.....	22
3.6.5 Distribución estadística.....	22
3.6.6 Hipótesis científica.....	23
3.6.7 Hipótesis estadísticas.....	23
3.6.7.1 Experimento con ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>	23
3.6.7.2 Experimento con adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>	23
3.6.8 Variables evaluadas.....	23
3.6.8.1 Variables cualitativas.....	23
3.6.8.2 Variables cuantitativas.....	23
3.7 FASE DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADO DE INFORMACIÓN.	24
4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	24
4.1 RESPUESTA DE LA PLANTA DE PAPA A CUATRO NIVELES DE INFESTACION, POR NINFAS DE <i>Bactericera (Paratrioza) cockerelli</i> , EN CONDICIONES DE JAULAS.....	24
4.1.1 Peso de tubérculos por planta.....	24
4.1.2 Numero de tubérculos por planta.....	25
4.1.3 Tubérculos aéreos desarrollados en plantas de papa debido a la infestacion de ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>	26
4.1.4 Complejo de síntomas desarrollados en plantas de papa por la infestacion de ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>	26
4.2 RESPUESTA DE LA PLANTA DE PAPA A CUATRO NIVELES DE INFESTACION, POR ADULTOS DE <i>Bactericera (Paratrioza) cockerelli</i> , EN CONDICIONES DE JAULAS.....	28
4.2.1 Peso de tubérculos por planta.....	28
4.2.2 Numero de tubérculos por planta.....	28
4.2.3 Tubérculos aéreos desarrollados en plantas de papa debido a la infestacion de adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>	29
4.2.4 Complejo de síntomas desarrollados en plantas de papa por la infestacion de adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>	29
4.3 OTROS RESULTADOS.....	30
4.3.1Análisis de observaciones de la parcela experimental montada para la captura de insectos.....	30
4.3.2 Análisis de observaciones de parcelas comerciales de cultivo de papa.	31

4.3.3 Análisis de fitoplasma en adultos de <i>Paratrioza</i> y tejidos vegetales de papa y tomate.....	34
4.3.4. Apareamiento de <i>Paratrioza cockerelli</i>	36
4.3.5. Identificación del macho y hembra de <i>Paratrioza cockerelli</i>	36
4.3.6 Hongo entomopatogeno nativo de las pilas (<i>Cladosporium sp</i>).....	37
4.3.7 Pulgones Subterráneos.....	38
4.3.8 Sexador de Insectos (<i>Paratrioza c.</i>).....	39
4.3.9 Hospedero de <i>Paratrioza c.</i>	40
4.3.10 Otra especie de <i>Bactericera (Paratrioza)</i> observada.....	41
5. CONCLUSIONES.....	42
6. RECOMENDACIONES.....	43
7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	45
8. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

N°	CONTENIDO	PAG
1	Enemigos naturales de <i>Paratrioza cockerelli</i>	11
2	Tratamientos utilizados para evaluar sintomatología de las ninfas.....	22
3	Tratamientos utilizados para evaluar la sintomatología de Adultos.....	22
4	Distribución estadística utilizada en los dos experimentos.....	22
A 1	Rendimiento del cultivo de la papa (TM/Ha) en Centro América.....	58
A 2	Análisis de varianza: Variable tubérculos aéreos (Adultos).....	58
A 3	Análisis de varianza: Variable tubérculos aéreos (Ninfas).....	58
A 4	Análisis de varianza: Variable producción (Ninfas).....	59
A 5	Análisis de varianza: Variable producción (Adultos).....	59
A 6	Prueba estadística (DMS) del análisis de varianza: Producción de tubérculos comerciales por efecto del daño de ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>	59
A 7	Prueba estadística (DMS) del análisis de varianza: Producción de tubérculos comerciales por efecto del daño de adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>	60
A 8	Insecticidas y acaricidas para el control de <i>Paratrioza cockerelli</i>	61

INDICE DE FIGURAS

N°	CONTENIDO	PAG
1	Ciclo biológico de <i>Bactericera (Paratrioza) cockerelli</i>.....	11
2	Montaje y manejo de parcela de papa.....	14
3	Vitro plantas utilizadas en los experimentos.....	15
4	Proceso de elaboración de sustrato, para establecer Vitro-plantas de papa.....	15
5	Sistema de riego por aspersión artesanal.....	16
6	Establecimiento de sistema de riego por goteo artesanal.....	16
7	Jaula de cría, utilizada para la reproducción de <i>Paratrioza cockerelli</i>...	17
8	Jaulas de infestacion, utilizadas para los experimentos.....	17
9	Jaula de transporte de insectos adultos.....	18
10	Metodología para el establecimiento de Vitro plantas en sustrato.....	18
11	Metodología para el montaje de experimento con ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	19
12	Metodología para el montaje de experimento con adulto <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	20
13	Vista aérea mostrando la distribución de los tratamientos con ninfas y adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	20
14	Peso promedio de tubérculos por planta (libras), infestadas por ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	25
15	Numero promedio de tubérculos por planta de papa infestadas por ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	25
16	Numero de tubérculos aéreos desarrollados en plantas de papa, como respuesta a la infestacion de ninfas de <i>Bactericera (paratrioza cockerelli)</i>.....	26
17	Síntomas observados debido al daño de ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>	27
18	Peso promedio de tubérculos por planta (libras), infestadas por adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	28

19	Desarrollo promedio de tubérculos subterráneos por planta, experimento adulto.....	29
20	Numero de tubérculos aéreos desarrollados en plantas de papa, como respuesta a la infestacion de adultos de paratrioza cockerelli.....	29
21	Síntomas observados debido al daño de adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	30
22	Monitoreo de población de <i>Paratrioza cockerelli</i> en la parcela experimental.....	31
23	Monitoreo de población de <i>Paratrioza cockerelli</i> en la parcelas comerciales.....	32
24	Estimación de rendimiento de papa en parcela experimental.....	32
25	Estimación de calidad de tubérculos, parcela experimental.....	33
26	Imágenes observadas en la parcela	34
27	Análisis de electroforesis, donde <i>Paratrioza cockerelli</i> salio positivo a fitoplasma correspondiente a la banda N 5	35
28	Apareamiento de <i>Paratrioza cockerelli</i>.....	36
29	Identificación de los dos sexos de <i>Paratrioza Cockerelli</i>.....	37
30	Hongo entomopatogeno sobre <i>Bactericera (Paratrioza) cockerelli</i> nativo de Las pilas (<i>Cladosporium sp</i>).....	38
31	Pulgonos encontrados subterráneamente alimentándose de tubérculos.	38
32	Sexador de insectos utilizado para sexar <i>Bactericera (Paratrioza) cockerelli</i>.....	39
33	Hospedero De <i>Bactericera(Paratrioza) cockerelli (Datura estramonium)</i> solanácea conocida como Tapa en El Salvador.....	40
34	Especie de <i>Paratrioza</i> no identificada.....	41

INDICE DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	PAG
ANEXO		
1	Formato para toma de datos.	49
2	Distribución de tratamientos en campo, experimento de ninfas y adultos.	50
3	Amarillamiento de los Psyllidos	51
4	Ciclo de vida de <i>Bactericera (Paratrioza) cockerelli</i> observada en campo	51
5	Artrópodos observados en la parcela experimental de papa.	52
6	Diferencia morfológica en la ala anterior de Psyllidae y Triozidae	53
7	Carta a Dr. Javier Romero INIA España	54
8	Carta para Lic. Biol. Laura Hernández Tamaulipas. México.	56
9	Fotografía de fitoplasma en tejido vegetal de papa	57
A1	Rendimiento del cultivo de la papa (TM/Ha) en Centro América.	58
A2	Análisis de varianza: Variable tubérculos aéreos (Adultos)	58
A3	Análisis de varianza: Variable tubérculos aéreos (Ninfas)	58
A4	Análisis de varianza: Variable Producción (Ninfas)	59
A5	Análisis de varianza: Variable Producción (Adultos)	59
A6	Prueba estadística (D.M.S). Del análisis de varianza: Producción de tubérculos comerciales por efecto del daño de ninfas de <i>Paratrioza cockerelli</i>	59
A7	Prueba estadística (D.M.S).del análisis de varianza: Producción de tubérculos comerciales por efecto del daño de adultos de <i>Paratrioza cockerelli</i>.	60
A8	Insecticidas y acaricidas para el control de <i>Bactericera (Paratrioza) cockerelli</i>	61