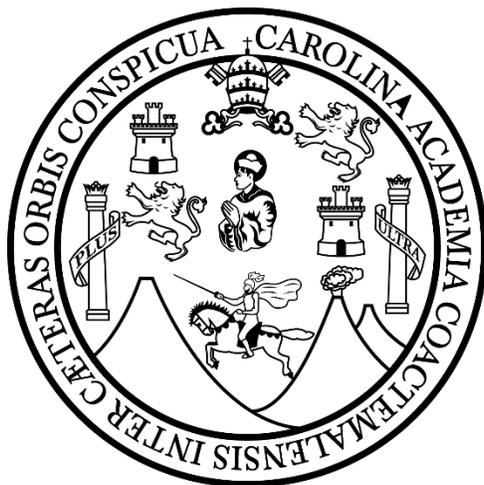


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN
AGRICULTURA SOSTENIBLE**



**TÍTULO:
EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE
PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L) EN ALDEA SAN ANDRÉS CHAPIL, SAN PEDRO
SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS**

**TESIS PRESENTADA POR:
WUILMAN LEONEL MERIDA ROBLERO
CARNÉ: 200841901**

ASESORES
Ing. Agr. OSMAN CIFUENTES
Ing. Agr. ENMANUEL VELASQUEZ A.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

SAN MARCOS, AGOSTO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS



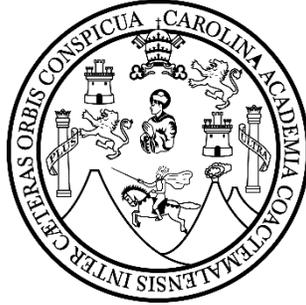
CONSEJO DIRECTIVO

Licda. Eugenia Elizabet Makepeace Alfaro	DIRECTORA
Ing. Aldo Mario René Tobar Gramajo	REPRESENTANTE DOCENTE
Lic. Germán Neptalí Castañón Orozco	REPRESENTANTE DOCENTE
Lic. Mario Roberto Chang Bravo	REPRESENTANTE GRADUADOS
Br. Reina Myrea Barrios Solano	REPRESENTANTE ESTUDIANTIL
Br. Rafael Antulio Mérida Rodríguez	REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

COORDINACION ACADEMICA

Lic. Edwin René del Valle López	COORDINADOR ACADÉMICO
Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez González	COORDINADOR CARRERA TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE
Lic. Francisco Leonardo Hernández Castillo	COORDINADOR CARRERA PEDAGOGÍA Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
Lic. Aminta Esmeralda Guillén Ruíz	COORDINADORA DE TRABAJO SOCIAL
Lic. German Neptalí Castañón Orozco	COORDINADOR CARRERA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
Licda. María Daniela Paiz Godínez	COORDINADORA CARRERA ABOGADO Y NOTARIO Y LICENCIATURA EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
Dr. Jorge Gutiérrez Hazbun	COORDINADOR CARRERA MEDICINA
Lic. Juan Carlos López Navarro	COORDINADOR EXTENSIÓN SAN MARCOS
Ing. Edgar Ronaldo de León Cáceres	COORDINADOR EXTENSIÓN MALACATÁN
Lic. Víctor Hugo Orozco Godínez	COORDINADOR EXTENSIÓN TEJUTLA
Lic. Lisandro Dagoberto de León Gómez	COORDINADOR EXTENSIÓN TACANÁ
Lic. Byron Lionel Orozco García	COORDINADOR DE ÁREA DE EXTENSIÓN
Ing. Rubén Francisco Ruiz Mazariegos	COORDINADOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS**



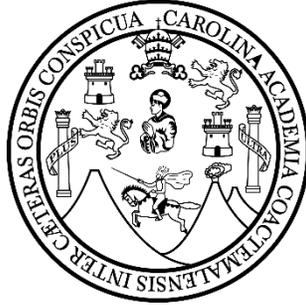
**MIEMBROS DEL COMITÉ DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN DE LA CARRERA
DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA
SOSTENIBLE**

Ing. Agr. Rodolfo Carredano Romeo	PRESIDENTE
Ing. Agr. Fredy Pérez Monzón	SECRETARIO
Ing. Agr. Leonel Alfredo Orozco	VOCAL

ASESORES

Ing. Agr. Osman Cifuentes	ASESOR PRINCIPAL
Ing. Agr. Enmanuel Velásquez	ASESOR ADJUNTO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS**



TRIBUNAL EXAMINADOR

DIRECTORA

Licda. Eugenia Elizabet Makeapeace Alfaro

COORDINADOR ACADEMICO

Lic. Edwin René del Valle

COORDINADOR CARRERA DE AGRONOMIA

Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez González

ASESOR PRINCIPAL

Ing. Agr. Osman Cifuentes

ASESOR ADJUNTO

Ing. Agr. Enmanuel Velásquez



Centro Universitario de San Marcos
Carrera de Agronomía

San Marcos 04 de Agosto de 2016

Señores:
Miembros Comisión de Tesis
Carrera de Ingeniero Agrónomo con
Orientación en Agricultura Sostenible
Centro Universitario de San Marcos
Edificio.

Estimados Señores:
Por este medio me dirijo a ustedes, con la finalidad de indicarles que he procedido a realizar la revisión de mérito basado en lo establecido en el artículo 45 del normativo de tesis de grado, en la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, del informe final del trabajo de graduación titulado: **EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN ALDEA SAN ANDRES CHAPIL, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS**. Presentado por el estudiante **Wuilman Leonel Mérida Roblero**. Identificado con el número de carné: **200841901**.

Por lo anteriormente expuesto y luego de revisar dicho informe de investigación, considero que el mismo cumple las exigencias teórico-metodológicas, que en materia del conocimiento científico se demanda, por lo que en calidad de asesor de dicha investigación emito **DICTAMEN FAVORABLE**, para que la misma sea objeto de análisis en el examen público profesional.

Sin otro particular suscribo la presente.

Deferentemente.



Ing. Agr. Osman Gifuentes
Asesor Principal
Cdl. 1504

San Marcos 06 de Agosto de 2016

Señores:
Miembros Comisión de Tesis
Carrera de Ingeniero Agrónomo con
Orientación en Agricultura Sostenible
Centro Universitario de San Marcos
Edificio.

Estimados Señores:
Por este medio me dirijo a ustedes, con la finalidad de indicarles que he procedido a realizar la revisión de mérito basado en lo establecido en el artículo 45 del normativo de tesis de grado, en la carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, del informe final del trabajo de graduación titulado: **EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN ALDEA SAN ANDRÉS CHAPIL, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS**. Presentado por el estudiante **Wuilman Leonel Mérida Roblero**. Identificado con el número de carné: **200841901**.

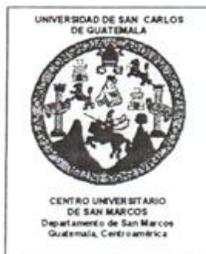
Por lo anteriormente expuesto y luego de revisar dicho informe de investigación, considero que el mismo cumple las exigencias teórico-metodológicas, que en materia del conocimiento científico se demanda, por lo que en calidad de asesor de dicha investigación emito **DICTAMEN FAVORABLE**, para que la misma sea objeto de análisis en el examen público profesional.

Sin otro particular suscribo la presente.

Deferentemente.



Ing. Agr. Emmanuel Velásquez
Asesor Adjunto
Col. 641



EL INFRASCRITO SECRETARIO DEL COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN, DE LA CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS, DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CERTIFICA: LOS PUNTOS: PRIMERO, SEGUNDO, CUADRAGÉSIMO, CUADREGÉSIMO PRIMERO Y CUADRAGÉSIMO SEGUNDO. DEL ACTA No. 003-2016, LOS QUE LITERALMENTE DICEN:

ACTA No. 003-2016

En la ciudad de San Marcos, siendo las quince horas, del día martes diez y siete de mayo del año dos mil diez y seis, reunidos en la Sede del Centro de Documentación y Laboratorio de Cómputo de la carrera de Agronomía, del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los integrantes del Comité de Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, en su orden: Ing. Agr. Rodolfo Carredano Romero Coordinador, Ing. Agr. Leonel Orozco vocal y quién suscribe Ing. Agr. Fredy Roberto Pérez Monzón Secretario, con el objeto de dejar constancia de lo siguiente: PRIMERO: Establecido el quórum se conoció la agenda la que fue aprobada de la siguiente manera: a) Apertura, b) Solicitudes de Seminario I., c) Solicitudes de Seminario II. SEGUNDO: APERTURA: El Coordinador del Comité procedió a dar la bienvenida a los presentes. CUADRAGÉSIMO: El Secretario del comité de trabajo de graduación informo a los presentes que el estudiante WUILMAN LEONEL MÉRIDA ROBLERO solicita DICTAMEN FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACION titulado "EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN ALDEA SAN ANDRES CHAPIL, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS." CUADRAGÉSIMO PRIMERO: Se procedió por parte del Ing. Agr. Leonel Alfredo Orozco Miranda a dar lectura a los artículos que rigen el Normativo del Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible para llevar a cabo la revisión del informe final del Trabajo de Graduación del estudiante: WUILMAN LEONEL MÉRIDA ROBLERO titulado: "EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN ALDEA SAN ANDRES CHAPIL, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS." El cual llena los requisitos establecidos por el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible. CUADRAGÉSIMO SEGUNDO: De lo descrito en el punto anterior y los dictámenes emitidos por los Profesionales siguientes: Ing. Agr. Jorge Juárez González, Ing. Agr. Carlos Barrios e Ing. Agr. Carlos Fuentes; el comité de trabajo de graduación acordó DICTAMEN FAVORABLE al Trabajo de Graduación presentado por el estudiante antes indicado. Concluyó la reunión en el mismo lugar y fecha a las dieciséis horas, previa lectura que se hizo a lo escrito y enterados de su contenido y efectos legales, aceptamos, ratificamos y firmamos. DAMOS FE. (FS) ilegibles Ing. Agr. Rodolfo Carredano Romero, Ing. Agr. Leonel Orozco, Ing. Agr. Fredy Roberto Pérez Monzón.

Y A SOLICITUD DEL INTERESADO SE EXTIENDE, FIRMA Y SELLA LA PRESENTE CERTIFICACIÓN DE ACTA, EN UNA HOJA DE PAPEL MEMBRETADO DEL CENTRO UNIVERSITARIO, EN LA CIUDAD DE SAN MARCOS A LOS DOS DÍAS DEL MES DE AGOSTO DEL AÑO DOS MIL DIEZ Y SEIS.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Fredy Roberto Pérez Monzón
Secretario Comité Trabajo de Graduación

*Ing. Roberto Pérez Monzón
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 5,107*

CC. archivo



USAC
TRICENTENARIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS

Transc.COACUSAM-981-2016
Agosto 15, 2016

ESTUDIANTE: WUILMAN LEONEL MÉRIDA ROBLERO
CARRERA: INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE.
CUSAM, Edificio.

Atentamente transcribo a usted el Punto **QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS, inciso b) subinciso b.7) del Acta No. 012-2016**, de sesión ordinaria celebrada por la Coordinación Académica, el 10 de agosto de 2016, que dice:

"QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS: b) ORDENES DE IMPRESIÓN. CARRERA: INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA b.7) La Coordinación Académica conoció Providencia No. CACUSAM-074-2016, de fecha agosto 08 de 2016, suscrita por el Ing. Agr. Jorge Robelio Juárez González, Coordinador de la Carrera de Ingeniero Agrónomo con Orientación en Agricultura Sostenible, a la que adjunta solicitud del estudiante: WUILMAN LEONEL MÉRIDA ROBLERO, Carné No. 200841901, en el sentido se le **AUTORICE IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN, TITULADO: "EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE PARATRIOZA (Bactericera cockerelli sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L) EN ALDEA SAN ANDRES CHAPIL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.**", previo a conferírsele el Título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS. La Coordinación Académica en base a la opinión favorable de los Asesores, Comité de Trabajos de Graduación y Coordinador de Carrera, **ACORDÓ: AUTORIZAR IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE PARATRIOZA (Bactericera cockerelli sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L) EN ALDEA SAN ANDRES CHAPIL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.**", al estudiante: WUILMAN LEONEL MÉRIDA ROBLERO, Carné No. 200841901, previo a conferírsele el Título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE, EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS."
Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Edwin René del Valle López
Coordinador Académico



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por brindarme salud, sabiduría y entendimiento.

A MIS PADRESHugo Leonel Mérida y Libna Maribel Roblero Gómez, por su apoyo incondicional.

A MIS HERMANOS

Edward Harrison Mérida Roblero y Libna Madelyne Mérida Roblero.

A MIS ABUELOS

Artemio Gómez Barrios, Humbertina Gómez y Martha Lidia Mérida Por sus sabios consejos y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES

Ing. Agr. Osman Cifuentes, Ing. Agr. Enmanuel Velásquez Muy agradecido por la paciencia, tiempo y conocimiento brindado en esta fase de mi vida.

A MIS COMPAÑEROS

De carrera y personas conocidas en este proceso formativo, muy en especial a la familia García y Familia Cardona por todo el apoyo brindado, mil gracias.

INDICE

1	TITULO	1
2	RESUMEN	2
3	INTRODUCCION	3
4	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	5
5	JUSTIFICACION	6
6	MARCO TEORICO	8
6.1	Marco conceptual.....	8
6.1.1	Descripción del cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	8
6.2	Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> sulc) en Guatemala.....	10
6.3	Definición de insecticidas.....	15
6.4	Descripción de productos (insecticidas) a utilizar.....	15
7	MARCO REFERENCIAL.....	18
7.1	Investigaciones realizadas sobre el psilido de la papa.....	18
8	DESCRIPCION AREA EXPERIMENTAL.....	19
8.1	Localización	19
8.2	Zonas de vida.....	19
9	OBJETIVOS	21
9.1	General:	21
9.2	Específicos:.....	21
10	HIPOTESIS	21
11	METODOLOGIA.....	22
11.1	Métodos	22
11.2	Material experimental.....	22
11.3	Material y equipo.....	23
11.4	Diseño experimental	23
11.5	Descripción de tratamientos.....	25
11.6	Variable de respuesta	26
11.7	Manejo del experimento.....	27
11.8	Análisis de datos.....	28
12	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

12.1	Análisis económico	36
13	CONCLUSIONES.....	39
14	RECOMENDACIONES	40
15	BIBLIOGRAFIA.....	41
16	ANEXOS	44
16.1	Ubicación geográfica de la localidad donde se realizó la investigación	45
16.2	Síntomas ocasionados por el daño de <i>B. cockerelli</i> sulc	45
16.3	Cronograma de actividades	50
16.4	Presupuesto y fuente de financiamiento	51
16.5	Boleta de toma de datos en campo	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Clasificación Taxonómica del cultivo de papa	9
Cuadro 2	Composición química del cultivo de papa.....	9
Cuadro 3	Enemigos naturales de <i>Paratrioza cockerelli</i>	14
Cuadro 4	Insecticidas recomendados para el control de los síldos de la papa. ...	14
Cuadro 5	Descripción de tratamientos	25
Cuadro 6	variables de la investigación.....	26
Cuadro 7	promedio de individuos de <i>Bactericera cockerelli</i> sulc por tratamiento en diferentes días después de la siembra y la prueba de tukey correspondiente.	32
cuadro 8	Cuadro análisis de varianza SC tipo III. para el manchado del tubérculo de papa.	33
Cuadro 9	Variables para realizar el análisis de correlación.....	33
Cuadro 10	ANDEVA rendimiento	34
Cuadro 11	Prueba tukey correspondiente al rendimiento	35

Cuadro 12 Presupuesto parcial y estimación de los costos que varían, el rendimiento ajustado y beneficios netos.	37
Cuadro 13 Análisis de dominancia de cada tratamiento en papa.....	37
Cuadro 14 Tasa marginal de retorno.....	38
Cuadro 15 Producción a nivel nacional y departamental según cifras BANGUAT, 2007.	44
Cuadro 16 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 6 (65 dds).	48
Cuadro 17 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 7 (72 dds).	48
Cuadro 18 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 8 (79 dds).	48
Cuadro 19 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 9 (86 dds).	49
Cuadro 20 Datos ANDEVA número de ninfas/4 plantas por unidad experimental, lectura 6 (65 dds).	49
Cuadro 21 Datos ANDEVA número de ninfas/4 plantas por unidad experimental, lectura 7 (72dds).	49
Cuadro 22 Datos ANDEVA número de ninfas/4 plantas por unidad experimental, lectura 8 (79dds).	49
Cuadro 23 Datos ANDEVA número de huevos/4 plantas por unidad experimental, lectura 9 (86dds).	49

INDIDCE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo biológico de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> sulc).....	13
Figura 2 Planta de papa afectada por la toxina de las ninfas de paratrioza	45
Figura 3 Manchado del tubérculo en papa	46
Figura 4 Presencia de ninfas y huevos de paratrioza en el cultivo de papa	46
Figura 5 Semilla certificada variedad loman utilizada en la investigación	47
Figura 6 Establecimiento del ensayo siembra y trazo de unidades experimentales.	47
Figura 7 Cosecha de papa relacionado a la investigación sobre la paratrioza.....	48

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 porcentaje Abbott Huevos (<i>Bactericera cockerelli</i>) por lectura.	30
Gráfica 2 porcentaje Abbott Ninfas (<i>Bactericera cockerelli</i>).	31
Gráfica 3 Porcentaje tubérculo manchado ocasionado por Paratrioza, (<i>Bactericera cockerelli</i> sulc).....	33
Gráfica 4 Análisis de correlación número de ninfas y manchado del tubérculo. ...	34
Gráfica 5 Rendimiento total cosecha papa T/Ha.	35

1 TITULO

EFFECTIVIDAD BIOLOGICA DE SIETE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* sulc.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) EN ALDEA SAN ANDRES CHAPIL, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

.

2 RESUMEN

Con el propósito de identificar insecticidas efectivos para el manejo de paratuberculosis *Bactericera cockerelli* sulc se realizó una investigación en Aldea San Andrés Chápil, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, donde se evaluaron 7 insecticidas de diferentes grupos toxicológicos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 8 tratamientos y 4 repeticiones en el cual se incluyó el testigo del productor y el testigo absoluto (sin aplicación de insecticida). Cada unidad experimental constituyó surcos de 3.00 m (10 tubérculos a 0.30 m) y de ancho 2.80 m (4 surcos a 0.7 m) dando en total un área de 8.4 m² por unidad experimental con 40 tubérculos en cada unidad experimental, teniendo un área total de 268.8 metros cuadrados. Se realizaron nueve aplicaciones de cada insecticida, con frecuencia de aplicación de siete días entre cada una, se iniciaron al momento de la emergencia de la planta de papa.

Los mejores insecticidas para el control de huevos y ninfas fueron (Thiacloprid, Beta-cyfluthrin), (*Azadirachta indica*), (*Beauveria bassiana*), (Imidacloprid), (Spirotetramat), (Imidacloprid-deltamethrin) y (Abamectina-Spiromesifen). Estos productos pertenecen a diferentes grupos toxicológicos por lo que se recomienda utilizarlos en un sistema de manejo integrado. Sin embargo, directamente ningún insecticida fue efectivo para reducir el manchado interno del tubérculo, solamente se logró determinar una correlación directa existente entre número de ninfas y número de tubérculos manchados.

En cuanto al rendimiento los mejores tratamientos fueron Spirotetramat y Abamectina-Spiromesifen, siendo el testigo absoluto el tratamiento con menos rendimiento. El ingrediente Imidacloprid-deltamethrin resultó ser el tratamiento favorable económicamente.

3 INTRODUCCION

El cultivo de la papa en Guatemala tiene gran relevancia porque genera empleo rural, especialmente para las familias rurales que se dedican a su producción, dinamiza la economía local, constituye un elemento importante de la seguridad alimentaria y nutricional (SAN), por lo que se le considera un tesoro en las áreas donde se produce. (13).

Con relación a la comercialización de la papa, del total de la producción, el 92 % se consume a nivel nacional, y es la variedad Loman la preferida, ya que de ésta variedad se siembra el 74 % del área total, (14). Sin embargo el cultivo de papa es atacada por una plaga denominada Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) la cual ocasiona serios daños en el cultivo

La Paratrioza o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli* Sulc.) es una plaga que se alimenta de la savia de las plantas hospederas y puede ocasionar dos tipos de daños:

1. Daño directo: Es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas. Ésta ocasiona amarillamiento y debilita las plantas, debido a lo cual se afecta el rendimiento y la calidad de tubérculos.

2. Daño indirecto: Se considera más importante que el directo, ya que es ocasionado por fitoplasmas y bacterias provocando la enfermedad de la punta morada de la papa, ambos son transmitidos tanto por las ninfas como por adultos. Para el control de la Paratrioza no basta con la sola aplicación de insecticidas, es necesario seguir toda una estrategia de manejo integrado.

Se encuentra distribuida en Guatemala, México, Honduras, El Salvador, Canadá, Estados Unidos (Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Minnesota, Montana, Nebraska, Nevada, New México, North Dakota, Oklahoma, South Dakota, Texas, Utah, Wyoming). En Costa Rica no ha sido reportada.(19)

La enfermedad transmitida por el psilido está en plena etapa de investigación y tiene preocupados a productores e investigadores Centroamericanos, se estima que Paratrioza puede transmitir el fitoplasma en sólo 15 minutos después de haberlo adquirido. Actualmente se están investigando nuevos genotipos que sean resistentes a la enfermedad. (ALAP, Congreso Internacional de la papa, México, s,f.)

En Guatemala los primeros daños fueron reportados en el año 2,000 y los mismos se incrementaron el año 2,001. Por lo anterior es necesario realizar pruebas de efectividad con productos alternativos que garanticen el control de la plaga sin deterioro del ambiente y salud del hombre. En este sentido el objetivo de la presente investigación fue evaluar la efectividad biológica de 7 insecticidas de diferente grupo toxicológico (Thiacloprid, Beta-cyfluthrin), (Nim Azadirachta indica), (Esporas de *Beauveria bassiana*), (Imidacloprid), (Spirotetramat),

(Imidacloprid, deltamethrin) y (Abamectina-Spiromesifen) para el control de Paratíoz (Bactericera cockerelli sulc) en Aldea San Andrés Chapil, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Localizado a una Latitud: 14° 99' 25" Longitud 91° 78' 04" con pendientes de terreno que van del 5% al 45%.y una altura aproximada de 2468 msnm.

4 DEFINICION DEL PROBLEMA

En el país se cultivan 18,200 hectáreas de papa, lo que equivale a una producción de 419,249 toneladas métricas (Tm). En esta actividad participan 72,665 pequeños y medianos productores, generando tres millones de jornales al año, equivalente a once mil empleos permanentes. (13)

El cultivo de papa a pesar de sus bondades en su etapa fisiológica se ve afectada por una gran cantidad de factores, siendo una de las más importantes el ataque de insectos y enfermedades (26). Dentro de las plagas más importantes se encuentra la Paratryza (**Bactericera cockerelli sulc**). Este insecto se ha convertido recientemente en motivo de gran preocupación debido a su impacto destructivo sobre la papa en los Estados Unidos, México, América Central y Nueva Zelanda (27)(28).

La capacidad destructiva de este insecto radica en su alto potencial reproductivo y capacidad de transmitir una bacteria *Candidatus Liberibacter psyllaurosus* que provoca una enfermedad denominada punta morada de la papa o Zebra Chip (Hansen et al., 2008; Liefting et al., 2008, 2009; Lin et al., 2009; Yang et al., 2010). que puede destruir la producción en un 95% (Ramírez et al., 1978; Cadena et al., 2003), debido a que se obtienen bajos rendimientos y mala calidad de los tubérculos al provocar decoloración interna parda, lo que la vuelve comercialmente inaceptable por presentar rayas oscuras cuando los tubérculos se procesan para producir papas fritas (34).

En Guatemala, en el año de 1998 fue identificada por técnicos del ICTA, pero la misma aún no causaba daño económico, los primeros daños fueron reportados en el año 2000 y los mismos se incrementaron el año 2001.

Los bajos rendimientos y mala calidad del tubérculo ocasionada por el ataque de paratryza, provoca que los productores de papa utilicen agroquímicos de manera descontrolada y uso indiscriminado provocando efectos secundarios. (19). Aunado a esto el desconocimiento de la efectividad biológica de los diferentes insecticidas existentes permite que el agricultor no obtenga un control adecuado del psilido de la papa (*Bactericera cockerelli sulc*). En la actualidad existe diversidad de productos destinados para el control de paratryza, sin embargo es necesario conocer a profundidad que producto ejerce mejor efectividad biológica para el control del insecto utilizando racionalmente los mismos. Para ello se realizará una evaluación de diferentes insecticidas de distintos grupos toxicológicos. Por lo tanto es necesario realizar la siguiente pregunta **¿Cuál de los insecticidas presentará mejor efectividad biológica para el control de paratryza en el cultivo de papa?**

5 JUSTIFICACION

La papa es uno de los cultivos más apreciados por sus cualidades alimenticias, adaptación climática y altos rendimientos, de acuerdo con un estudio del 2008 elaborado por Anastasia Gasó Ausina y financiado por la Agencia de Cooperación Catalana de España, el 77 por ciento de la producción de papa en Guatemala se concentra en San Marcos, Huehuetenango y Quetzaltenango,

Christiansen (J 1980) Indico que la papa en Guatemala está considerada como una hortaliza y constituye el tercer cultivo en importancia después del maíz y frijol. Actualmente en Guatemala se produce en 8 de los 23 departamentos. (9), además, representa para una gran mayoría de agricultores parte de su dieta básica, especialmente en el altiplano occidental del país. En algunos casos se ha observado que la papa es la única fuente de alimentación y que una familia de seis miembros consume diariamente 6 kilogramos. (25)

El área cultivada según diferentes fuentes oscila entre 10 a 15 mil hectáreas, el rendimiento promedio es de 15 a 20 toneladas por hectárea (INE 2003). Otro aspecto importante del cultivo para el país, lo constituye que es fundamental para pobladores de áreas marginales ya que en su explotación utiliza una media de 320 jornales/ha-1.(23), (25).

Un escenario más aproximado a la realidad nacional en cuanto a rendimientos es el reportado por el BANGUAT, con rendimientos decrecientes y situados en 23 Ton/Ha para el 2007 como promedio nacional. A nivel de América Latina, se sitúa a Guatemala en el segundo puesto en rendimientos, por detrás únicamente de Argentina y por delante de países como Brasil, México y Chile. Los rendimientos para San Marcos con cifras BANGUAT 2007, alcanzan los 20,47 Tn/Ha, con cinco toneladas por hectárea de diferencia con Huehuetenango y muy por debajo de las 29.9 Tn/Ha que alcanza Baja Verapaz, el departamento que reporta mayores rendimientos a nivel nacional. (2)

En la última década se ha observado un aumento vertiginoso del consumo de papa pre-frita congelada motivado por la expansión de las cadenas multinacionales de comida rápida. (9). Sin embargo la producción de este cultivo de “25 a 30 quintales por cuerda, que es el promedio se ha reducido entre 5 y 10 quintales”, derivado del daño directo e indirecto que ocasiona la paratroiza (*Bactericera cockerelli* sulc). Según Ing. Arango, representante titular de la cadena alimentaria de la papa. La caída del empleo también es una consecuencia del mal que afecta a este cultivo. (12)

Por lo anterior es necesario realizar una evaluación de la efectividad biológica de siete insecticidas de diferente grupo toxicológico para el control de dicha plaga en el cultivo de papa. Esto contribuirá a los productores ya que se minimizaran los

bajos rendimientos y daños en la calidad de la papa, garantizando, la seguridad alimentaria y económica de las familias. Dicha investigación tiene prioridad y es de mucha importancia ya que se basa en las líneas de investigación de la carrera, relacionada a la agricultura sostenible.

La investigación estará asesorada técnicamente por expertos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA. Además brindaran un aporte financiero del 70% y el estudiante aportara el 30% restante.

6 MARCO TEORICO

6.1 Marco conceptual

6.1.1 Descripción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Descripción Botánica

Es una planta herbácea, vivaz, dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo de naturaleza rizomatosa del cual se originan los tubérculos.

a) Raíces: son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y sólo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido.

b) Tallos: son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguido y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yerma del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 metro. Son de color verde pardo debido a los pigmentos antociámicos asociados a la clorofila, estando presentes en todo el tallo.

c) Rizomas: son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo éstos ovales o redondeados.

d) Tubérculos: son los órganos comestibles de la patata. Están formados por tejido parenquimatoso, donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo.

e) Hojas: son compuestas, imparpinnadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares. La nerviación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en los nervios y en los bordes del limbo.

f) Inflorescencias: son cimosas, están situadas en la extremidad del tallo y sostenidas por un escapo floral. Es una planta autógama, siendo su androesterilidad muy frecuente, a causa del aborto de los estambres o del polen según las condiciones climáticas. Las flores tienen la corola rotácea gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc.

g) Frutos: en forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm. de diámetro, que se tornan amarillos al madurar.

Clasificación Taxonómica del cultivo de papa

Cuadro 1 Clasificación Taxonómica del cultivo de papa

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	Solanum tuberosum L.

Fuente: Faiguenbaum M, H., Zunino, P.

Valor Nutritivo

La papa está constituida por tres partes de agua y una cuarta parte de sólidos (glúcidos, prótidos y lípidos). Es un alimento relativamente equilibrado, aunque deficiente en calcio y fibras. Ver tabla 2 (24)

Cuadro 2 Composición química del cultivo de papa

Componente	gr./100 gr. de peso fresco
Agua	77.4
Carbohidratos totales	17.4
Proteína	2.7
Grasas	0.1
Calcio(mg./100)	14.7
Fósforo (mg./100)	89.0
Hierro(mcg/100)	0.8
Tiamina (mcg/100)	52.6
Niacina (mcg/100)	1.4
Fibra Cruda	0.6
Rivoflavina (mcg/100)	33.7
Sólidos totales	22.6
Cenizas (g)	0.9

Fuente: rlc.fao.org/es/agricultura/produ/papa.htm

Descripción de la papa variedad loman: Planta con tallos y hojas de color verde oscuro. Su altura de planta varía desde 20-30 cm (3,500 msnm) a 60-65 cm (2,390 msnm). En condiciones de campo no produce flores o algunas veces pocas. La forma del tubérculo puede variar de oblongo alargado a alargado. La pulpa y piel

es de color crema, susceptible a Tizón Tardío. Su ciclo vegetativo varía de 80-90 días (2,390 msnm) a 120 días (3,500 msnm). A 2,390 msnm presenta 18.8 % de sólidos y 13.2 % de almidón. De acuerdo a su uso, se caracteriza por ser excelente para papas hervidas y puré; de regular a buena para papalinas y enlatado. Presenta una textura cerosa. Los rendimientos pueden variar de 15 t/ha (3,500 msnm) a 20-30 t/ha (2,390 msnm).

6.2 Paratrioza (*Bactericera cockerelli* sulc) en Guatemala

El pulgón saltador, *Bactericera* (*Paratrioza*) *cockerelli*, mejor conocido en Guatemala como Paratrioza, es un insecto picador chupador que pertenece al Orden Hemiptera y la familia Psyllidae, estos insectos son vectores de enfermedades de importancia económica, en México se ha relacionado a *Bactericera cockerelli* con dos enfermedades contagiosas: “permanente del tomate” (Garzón-Tiznado et al. 2005 & 2009) y “punta morada de la papa-manchado del tubérculo” (Salas-Marina, 2006), y recientemente con la enfermedad de la papa denominada “zebra chip” la cual recientemente se le ha relacionado a la bacteria recién descrita *Candidatus Liberibacter solanacearum* como agente causal (Munyaneza et al. 2007). Puede colonizar especies de diversas familias de plantas, pero parece ser que tiene un gusto especial por especies de la familia Solanácea como son tomatillo (*Physalis ixocarpa*, Brot.), chile (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) (Al-Jabr, 1999), siendo estos dos últimos cultivos tan afectados por él, que también se le conoce como psilido de la papa y/o psilido del tomate. Es una plaga que se ha convertido en un problema serio para la economía de los productores que cultivan hortalizas, como papa, tomate, chile pimiento, afecta la calidad de los productos y reduciendo los rendimientos por unidad de área.

Diseminación de la enfermedad punta morada

A pesar que la principal forma de transmisión de la enfermedad es mediante insectos vectores de la familia Cicadellidae y Psyllidos, un alto porcentaje de transmisión es por semilla-tubérculo. (Martínez S. s.f.). No se transmite por contacto, ni se ha encontrado por semilla botánica. El umbral de daño es de una ninfa 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. (24).

Bactericera (Paratrioza) cockerelli

Clasificación taxonómica.

Reino: Animal
Phylum: Artrópoda
Clase: Insecta
Orden: Homóptera
Familia: Psyllidae, Chermidae
Género: Bactericera (Paratrioza)
Especie: cockerelli

(30)

Nota: con respecto a la familia, se encontró información que hace constar que *Bactericera cockerellii* es triozidae, ya que la distribución de las venas de las alas anteriores, se bifurcanda una vena principal, y en el caso de los psillidos, la vena principal se bifurca primero en dos, y luego de estas se ramifican las demás.(26)

Origen

El origen de *Paratrioza cockerelli* se lo adjudican al oeste de Norteamérica, pero también se considera Europeo. En México, se reportó primeramente en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se le observó en el estado de México, Guanajuato y en 12 lugares más. (MARN-IABIN 2001, Celaya G, 2004). En El Salvador únicamente ha sido documentado en Las pilas, Chalatenango. (30).

Daño ocasionado

Daño directo: Es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas. Esta toxina ocasiona que las plantas se vean amarillentas y raquílicas, afectando el rendimiento y la calidad de frutos y tubérculos.

Daño indirecto: Ocasiona la transmisión de bacterias no cultivables tanto por las ninfas como por los adultos, transmite el fitoplasma asociado al síndrome permanente del tomate y el asociado a la punta morada de la papa. Ambos son transmitidos por el insecto en forma semipersistente; es decir, puede transmitirse a partir de 15 minutos de adquirido. En todas las etapas de desarrollo, la paratrioza se alimenta de las hojas mediante un estilete.

Descripción general del insecto.

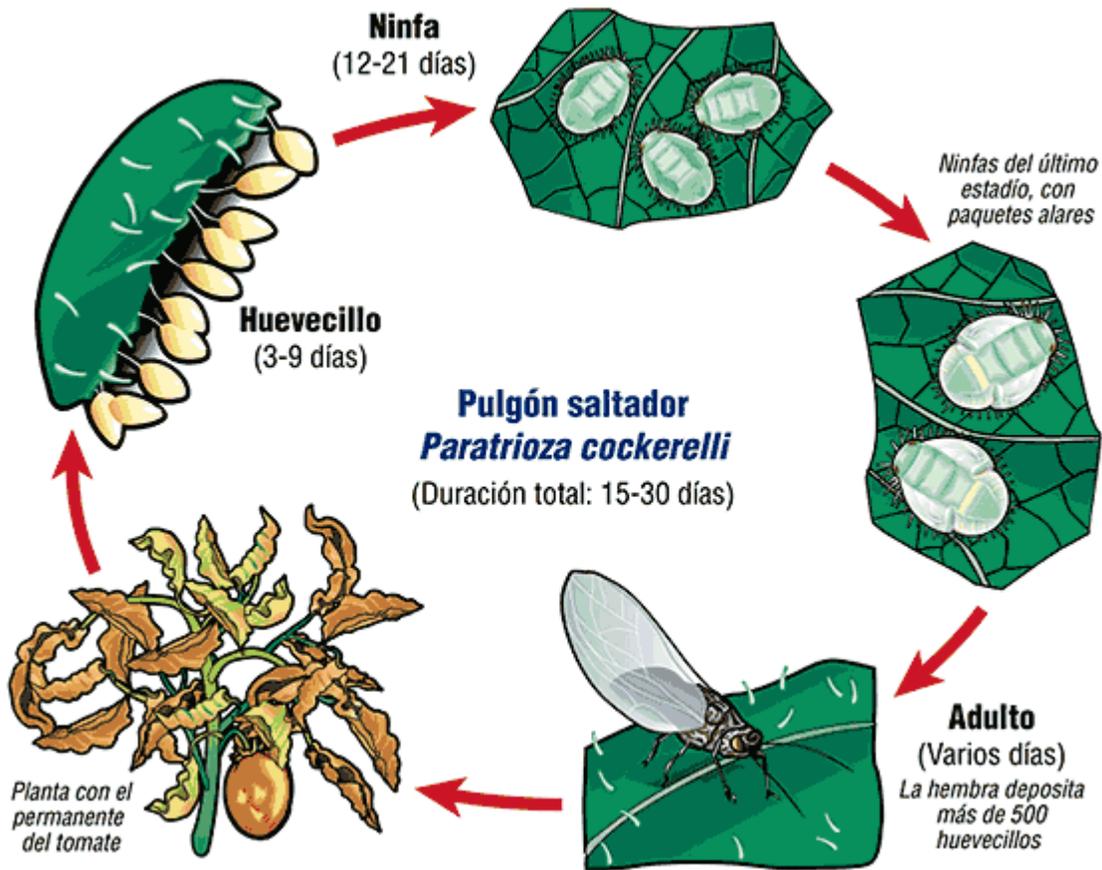
Los adultos son alados, superficialmente se asemejan a las chicharritas, los colores prevalecientes son de diversos tonos; verdes, café, amarillo y negro (Ver anexo3). El cuerpo esta frecuentemente manchado de amarillo, estructuralmente se parecen a los Cicadellidae, excepto por las antenas largas y filiformes que se

proyectan en forma de cuernos enfrente de los ojos y que terminan en dos pelos cortos más o menos notorios. Difieren de los piojos verdaderos de las plantas especialmente en el desarrollo de las patas posteriores para brincar y en la venación de sus alas; los cuerpos son mucho más firmes y las ninfas son generalmente más planas. (MARN-IABIN, 2001). El cuerpo mide alrededor de 2mm, en la parte dorsal del abdomen se puede apreciar una franja color crema, que da la apariencia de un cinturón (CENTA, 2002). La hembra tiene períodos de ovoposición de 2 a 3 días después de la emergencia, puede vivir más tiempo que los machos, se diferencia de ellos por el ovopositor y por tener el abdomen redondeado y más robusto, pueden ovipositar entre 500 y 1400 huevos durante toda su vida. Los adultos son de vida libre y viven por largo tiempo. (Lastres, s.f.). Tiene capacidad de saltar y su hábito alimenticio es chupador, se alimenta de la savia de la planta extraída de los tallos, brotes y hojas. Durante su alimentación las ninfas inyectan una toxina que induce a un desorden fisiológico de la planta (8)

Biología y ciclo de vida

Después del apareamiento, las hembras ponen sus huevecillos de uno en uno sobre un pedicelo incoloro en los bordes y en el envés de las hojas, son ovoides de color naranja amarillento, los cuales pueden ser vistos a simple vista, posteriormente pasan por cinco estadios ninfales en forma de escama antes de llegar al estado adulto. (CENTA, 2002). El período de huevo tarda entre 3 y 9 días para eclosionar, las ninfas tardan entre 12 y 21 días para convertirse en adulto, esto ocurre en el envés de las hojas, son poco móviles y tienen apariencia de escamas.(Figura 1) (Lastres, s.f.).

Figura 1 Ciclo biológico de paratrioza (*Bactericera cockerelli* sulc)



Hospederos alternos

Este insecto posee la habilidad de alimentarse de muchas plantas u hospederos alternos, es importante conocerlos para realizar los monitoreos preventivos, principalmente en las regiones de más alto riesgo de aparición del insecto. Entre las principales especies de plantas hospederas se señalan: Hierba mora (*Solanum nigrum*), Duraznillo (*Solanum rostratum*), Seneciosa lignus y Datura stramonium.

Enemigos naturales

Cuadro 3 Enemigos naturales de *Paratrioza cockerelli*.

Especie	Descripción	Forma / Etapa de control
Tamarixia Triozeae	Avispa	
Metaphycus psyllidus	Avispa	Parasitoide/ninfas estadios 4 y 5
Hippodamia convergens	Catarina	Depredador / ninfas
Chrysopa spp.	Crisopa caimancito	Depredador / ninfas
Crysoperla carnea	Crisopa caimancito	Depredador / ninfas
Nabis spp.	Chinche pajiza	Depredador / ninfas
Geocoris spp.	Chinche ojona	Depredador / ninfas
Anthocoris spp.	Autocòrido	Depredador / ninfas
Beauveria bassiana	Hongo	Patógeno general

Fuente: INIFAP 2005. Tomado de una publicación de Meister. Agosto 2005 PRODUCTORES de HORTALIZAS ESPECIAL de TOMATE.

Entomopatogenos

Comercialmente existen productos biológicos para el control de la paratrioza. No obstante, 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.

Control cultural

Eliminar la maleza hospedera y/o plantas voluntarias, en las áreas cercanas al cultivo. En papa sembrar semilla certificada, comprobando su sanidad con análisis de laboratorio, que determinen que los tubérculos están libres de bacterias, utilizar plantas libres de huevecillos y ninfas.

Control químico

Una vez la plantación se encuentra colonizada, la única forma de controlar a los sílidos es mediante el uso de insecticidas químicos. Los mismos deberán ser aplicados de forma que las plantas sean cubiertas completamente con el producto utilizado, principalmente las hojas bajas. Los productos que se recomiendan para su control se encuentran en la siguiente tabla. (22)

Cuadro 4 Insecticidas recomendados para el control de los sílidos de la papa.

INGREDIENTE ACTIVO	NUMERO DE APLICACIONES	APLICACION TOTAL POR Ha.
Permethrin	Varias	1.36 Kg/aplicación/100 gal de agua
Endosulfan	Varias	4 Litros/aplicación/100 gal de agua
Imidacloprid	Una a la siembra otra a la calza	Dosis recomendada por el fabricante
Aldicarb	Una a la siembra	Dosis recomendada por el fabricante

Autor: Bayer Crop Science.

* = El Temik es un insecticida muy tóxico y que permanece mucho tiempo en la planta (más de 90 días). Solamente debe aplicarse cuando la producción va ser destinada para semilla y se tiene la seguridad de que los tubérculos no van a ser comidos por ninguna persona, pues pueden producirse intoxicaciones serias.

6.3 Definición de insecticidas

Efectividad biológica de un insecticida

La efectividad biológica de un plaguicida es el resultado conveniente que se obtiene al aplicar un insumo en el control o erradicación de una plaga que afecta a los vegetales. La fórmula que se utiliza para determinar dicha efectividad es la de Abbott:

$\%EB = (T_t - T_i) / T_t \times 100$ donde:

T_t = Número de individuos en el tratamiento testigo

T_i = Número de individuos en el tratamiento i. (13).

Es una sustancia destinada a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga del campo y en la producción, almacenamiento, transporte o comercialización de productos agrícolas en general. (19).

Historia

La historia de los insecticidas se puede resumir y dividir en tres grandes etapas: La primera a principios del siglo XIX, cuando se descubrió accidentalmente la acción plaguicida de algunos elementos naturales como el azufre, cobre, arsénico, piretrinas (sustancias obtenidas de los pétalos del crisantemo "*Chrysanthemum cinerariifolium*") y fósforo; así mismo se inició el uso de los derivados del petróleo. La segunda etapa en 1922, cuando se emplearon diferentes aceites insecticidas y poco más tarde los primeros productos sintéticos.

La tercera etapa, en la que Müller, en 1940 descubre las propiedades insecticidas del dicloro-difenil-tricloroetano, mejor conocido como DDT (Estrada, 1999). A partir de esa fecha ese nuevo compuesto se utilizó para la eliminación de algunos parásitos como el piojo que transmitían enfermedades como el tifo; es así como se origina la industria de los plaguicidas organosintéticos.

Desde entonces se han producido potentes venenos contra los diferentes organismos plaga, siendo la mayoría organoclorados (su principal característica es que poseen átomos de carbono, cloro, hidrógeno y en ocasiones oxígeno, son muy estables en el ambiente) y organofosforados -derivados del ácido fosfórico. Poseen un átomo central de fósforo en la molécula. Son los más tóxicos y menos estables en el ambiente en relación con los organoclorados (19).

6.4 Descripción de productos (insecticidas) a utilizar.

Ingrediente activo:

Suspensión concentrada de extractos del árbol de Nim (*Azadirachta indica*).

Frecuencia de aplicación:

7 – 14 días

Observaciones:

La azadirachtina, contenida en el ACT BOTANICO 0,003 SC actúa por contacto e ingestión como repelente, disuasor de la alimentación, regulador de crecimiento, e insecticida de contacto.

No es fitotóxico si se aplica de acuerdo a las instrucciones del panfleto. No es tóxico para las personas, animales domésticos o insectos benéficos. Corresponde a la franja verde según la clasificación de la OMS, toxicidad grado IV.

Insecticida biológico

Ingrediente activo:

Esporas de Beauveria bassiana en suspensión de aceite vegetal

Dosificación:

2500cc en 200 litros de agua

Observaciones:

Aplicarlo al follaje de las plantas dirigiendo especialmente la aspersion a la plaga que se desea controlar. Aplicarlo solo. Actúa por efecto de parasitismo, por la penetración del hongo al interior del insecto produciéndole la muerte entre 4 a 7 días.

No es tóxico para las personas, animales domésticos o insectos benéficos. Corresponde a la franja verde según la clasificación de la OMS, toxicidad grado IV.

Ingrediente Activo: Thiacloprid, Beta-cyfluthrin

Clase: Insecticida

Grupo Químico: Cloronicotinilo - Piretroide

Ingrediente Activo: Thiacloprid, Beta-cyfluthrin

Concentración: 10% Thiacloprid, 1.25% Beta-cyfluthrin

Formulación: Suspo-emulsión (SE)

Clasificación Toxicológica: Moderadamente peligroso (II)

Banda Toxicológica: Amarillo

Modo de Acción: Sistémico, de contacto e ingestión.

Ventajas: Protección prolongada contra ataque de plagas transmisoras de virus. Con un sólo producto se controla una amplia gama de plagas. Menos aplicaciones, menores costos. No usa solventes derivados de petróleo sino agua. (36)

Ingrediente Activo: Abamectina 1,14% p/v (11,4 g/L) Espiromesifen 22,86% p/v (228,6 g/L) Coformulantes c.s.p. 100% p/v (1 L).

Clase: Insecticida

Efecto: traslaminar de spiromesifen y efecto sistémico de abamectina.(33)

Ingrediente activo: Spirotetramat

Spirotetramat es el nuevo insecticida de Bayer Crop Science, con 2 vías sistémicas, útil para programas de control de insectos chupadores como mosca blanca, paratrioza, pulgones en hortalizas y piojo harinoso en vid.

Gracias a su sistemicidad de 2 vías, el ingrediente activo de spirotetramat se mueve no sólo hacia los brotes nuevos, sino también hacia la raíz de las plantas, por lo que controla aquellas plagas que por sus hábitos biológicos son difíciles de alcanzar por los insecticidas convencionales.

Grupo químico: Ácidos tetrónicos o ketoenoles

Actividad: Ingestión

Modo de acción: Inhibe la biosíntesis de los lípidos

Espectro de acción: Pulgones, piojo harinoso, ninfas de mosca blanca, ninfas de paratrioza y algunos trips como el de la cebolla

Formulación: Dispersión en aceite (OD)

Modo de acción

Movento® posee un novedoso modo de acción que consiste en inhibir la síntesis de los lípidos en los insectos. La síntesis de los lípidos es un proceso metabólico indispensable durante el desarrollo de los insectos. (36)

Ingrediente activo: Imidacloprid

Clase: Insecticida

Grupo químico: Cloronicotinilo

Concentración: 20%

Formulación: Dispersión oleosa (OD)

Clasificación toxicológica: Ligeramente peligroso (III)

Banda toxicológica: Azul

Modo de acción: Plural 20 OD, actúa en forma sistémica, por ingestión y por contacto. En la planta el producto tiene un efecto sistémico acropetal.

Eco toxicidad

Tóxico para abejas. Tóxico para peces y crustáceos. No contamine ríos, lagos y estanques con este producto o con envases o empaques vacíos.(36)

Ingrediente activo: Imidacloprid, deltamethrin

Clase: Insecticida

Grupo Químico: Cloronicotinilo, piretroide

Concentración: 19%

Formulación: Dispersión oleosa (OD)

Clasificación toxicológica: Moderadamente peligroso (II)

Banda toxicológica: Amarilla

Modo de acción: Imidacloprid, deltamethrin es un insecticida que posee un efecto sistémico acropetal, gracias a la acción del ingrediente activo Imidacloprid. Este efecto, se complementa con la acción de contacto e ingestión que ocasiona el ingrediente activo Deltametrina.(36)

7 MARCO REFERENCIAL

7.1 Investigaciones realizadas sobre el psilido de la papa.

Se realizó un estudio en Metepec, Edo de México donde se evaluaron 7 insecticidas de diferentes grupos toxicológicos usados en la región de estudio. Los mejores insecticidas para el control de huevos y adultos del psilido fueron extracto de Nim y abamectina con 69.8 y 84.8 de efectividad, mientras que para ninfas fueron Spiromesifen, bifentrina, abamectina y flufenoxorum con 77.7% de efectividad, sin embargo ningún producto fue efectivo para reducir la incidencia de la Punta Morada de la Papa.

En Guatemala *Paratrioza cockerelli* fue identificada en 1998 por técnicos del ICTA sin embargo no reportaron daño. (Franco R, 2002). 11). Los primeros daños fueron reportados en el año 2,000 y los mismos se incrementaron el año 2,001.

En Quetzaltenango, Guatemala para el año 2004 se evaluaron siete insecticidas para el manejo de *Bactericera cockerelli* Sulc. Se pudo concluir que el control ejercido por el insecticida (Chlorpyrifos + Cypermethrin) sobre las ninfas del psilido de la papa, fue superior; se determinó que el insecticida Cartap (32.87 t/ha), fue superior en rendimiento total de tubérculo a los tratamientos Oxamyl, (Chlorpyrifos + Cypermethrin) y testigo absoluto; se estableció que la respuesta física del insecticida (Chlorpyrifos + Cypermethrin) sobre el porcentaje de tubérculos sanos, fue superior a cinco insecticidas y al testigo absoluto y, se determinó que el porcentaje de tubérculos brotados a cuatro meses de almacenamiento, no fue afectado por los tratamientos evaluados, con base en lo anterior se recomienda incluir el insecticida (Chlorpyrifos + Cypermethrin) en un programa de control químico del psilido de la papa. (15).

En la asamblea general de la Sociedad del Programa Cooperativo Centroamérica no para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA, 2005), en la mesa de Hortalizas se presentaron 9 trabajos de papa, entre ellos, se tocó el tema relacionado con el control de plagas, se estudió y caracterizó la dinámica poblacional de *Bactericera 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. (PCCMCA, 2005). (11).

En un estudio reciente, Venkatesan et al. (2010) observaron que *B. cockerelli* por sí sola, sin portar *Candidatus Liberibacter*, puede causar los síntomas de la PMP en la parte aérea de la planta, pero no en los tubérculos y solamente que el psilido de la papa sea portador de la bacteria entonces aparece el manchado interno en los tubérculos. Los mismos investigadores señalan que se desconoce el mecanismo por medio del cual *B. cockerelli* por sí sola causa los síntomas en la parte aérea de la planta. (29).

8 DESCRIPCION AREA EXPERIMENTAL

8.1 Localización

Aldea San Andrés Chápil, se encuentra ubicada en la región occidente del país, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.

Latitud: 14⁰ 99' 25''

Longitud: 91⁰ 78' 04''

Relieve

Las pendientes del terreno van del 5% al 45%.

Situación ecológica:

Climatología: Las características climáticas de acuerdo a Thornthwaite son del tipo húmedo y semi-frío (BB'3), con 64 a79 días de calor. (INSIVUMEH, 2014)

Altitud

La unidad experimental se encuentra a una altura aproximada de 2468 msnm, tomando como punto de referencia el centro de la estación meteorológica INSIVUMEH.

Temperatura

La temperatura de la región varía dependiendo de la época del año, teniendo una máxima de 22.3 °C y una mínima de 5.0 °C, obteniendo una media anual de 12.0°C (INSIVUMEH, 2014)

Precipitación pluvial

La precipitación anual promedio registrada en la región en el año 2014 es de 1587.5 mm al año. Distribuidos generalmente en los meses de abril a octubre, con un promedio anual de 155 días de lluvia. (INSIVUMEH, 2014)

Vientos

Los vientos van de moderados a fuertes. Generalmente se presentan en dirección norte a este, con una velocidad promedio anual de 10.3 km/h, encontrándose en los meses de noviembre y a principios de abril una mayor intensidad con una media de 12.4 km/h. La velocidad máxima registrada es de 14.4 km/h.

8.2 Zonas de vida

Según Holdridge, las zonas de vida de esta región se clasifican dentro de: un bosque muy húmedo montano subtropical (bmh-MS) que se caracteriza por: Relieve ondulado a accidentado, la vegetación natural está representada por Abies religiosa y Pinus ayacahuite, Quercus sp. Y bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB), esta zona se caracteriza por tener un relieve accidentado, la vegetación natural es Cupressus lusitánica (ciprés común), Alnus Jorullensis y Quercus sp. (roble, encino).

Suelos:

Según Simmons C.C. Tarando y Pinto J.H., los suelos de San Pedro Sacatepéquez son de origen volcánico de texturas arena franca, franco arenosa y franco turbosa, color gris y café oscuro; de la series Ostuncalco (Os), Totonicapán (Tp), Quetzaltenango (Qe), Patzité (Pz) y Camancha erosionada (Cme).

De acuerdo al uso actual del suelo, las clases agrologicas que existen dentro del territorio son IV, VII y VIII.

Humedad relativa

EL rango de humedad relativa que se enmarca en la estación experimental es de 75-77 %.

Vías de acceso

El centro de práctica y las unidades experimentales se encuentran a 255 km de la ciudad capital, a 4.5 km de la cabecera de San Marcos y a 6 km del municipio de San Pedro Sacatepéquez. (5)

9 OBJETIVOS

9.1 General:

Evaluar la efectividad biológica de 7 insecticidas en el control de paratrioza (*Bactericera cockerelli* sulc.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en San Andrés Chápil, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

9.2 Específicos:

1. Identificar el insecticida que presente mejor efectividad biológica para el control de huevos y ninfas de paratrioza en el cultivo de papa.
2. Determinar el tratamiento que presente menor incidencia del manchado interno del tubérculo.
3. Determinar la correlación entre el número de ninfas y la incidencia del manchado interno del tubérculo.
4. Identificar el tratamiento que presente mayor rendimiento.
5. Determinar que tratamiento resulta favorable económicamente para el agricultor.

10 HIPOTESIS

H1: Al menos un insecticida presenta diferencia significativa en la efectividad biológica para el control de huevos y ninfas de Paratrioza en el cultivo de papa.

H2: Al menos un tratamiento presenta menor incidencia del manchado interno del tubérculo.

H3: El número de ninfas tendrá una correlación con la incidencia del manchado interno del tubérculo..

H4: Al menos un tratamiento presenta mayor rendimiento.

H5: Al menos un tratamiento será económicamente favorable para el agricultor

11 METODOLOGIA

11.1 Métodos

✓ **Método científico:**

Son aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías.

El método científico envuelve la observación de fenómenos naturales, luego la postulación de hipótesis y su comprobación mediante la experimentación. Todas las ideas, hipótesis, teorías todo el conocimiento científico esta sujeto a revisión, estudio y a modificación.

✓ **Observación**

Consiste en aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presenta en la realidad.

✓ **Método experimental**

Consiste en probar la hipótesis por experimentación. Hipótesis: Planteamiento mediante la observación siguiendo las normas establecidas por el método científico.

✓ **Método de medición**

A partir del cual surge todo el complejo estadístico, las diferencias entre diversos tratamientos en evaluación generan análisis y discusiones respecto a tales diferencias.

✓ **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables en estudio. Con los resultados obtenidos, en las variables que presentaron diferencias significativas se realizó una prueba múltiple de medias bajo el criterio de Tukey al 95 por ciento de confiabilidad ($\alpha = 0.05$) y análisis de correlación para medir la relación estadística entre las variables.

✓ **Análisis de correlación**

Este análisis se realizó con el número de ninfas y la relación con el manchado interno del tubérculo.

✓ **Análisis económico**

Este análisis consistió en realizar presupuestos parciales en las cuales se identificaron los costos que varían, los beneficios netos, el análisis de dominancia y tasa de retorno marginal.

11.2 Material experimental

Material biológico:

La semilla que se utilizó en la evaluación fue papa de la variedad Loman, proveniente del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA.

11.3 Material y equipo

- Semilla
- Insecticidas y fungicidas
- Fertilizantes
- Azadones
- Lupa
- Bomba de mochila
- Computadora
- Etiquetas, otros.

11.4 Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue el de bloques completos al azar, la cual contó con 8 tratamientos en el cual se incluyó el testigo del productor y el testigo absoluto (sin aplicación de insecticidas).

Se realizaron 4 repeticiones, obteniendo un total de 32 unidades experimentales.

El modelo estadístico a utilizar es el siguiente:

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

Dónde:

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = efecto de la media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

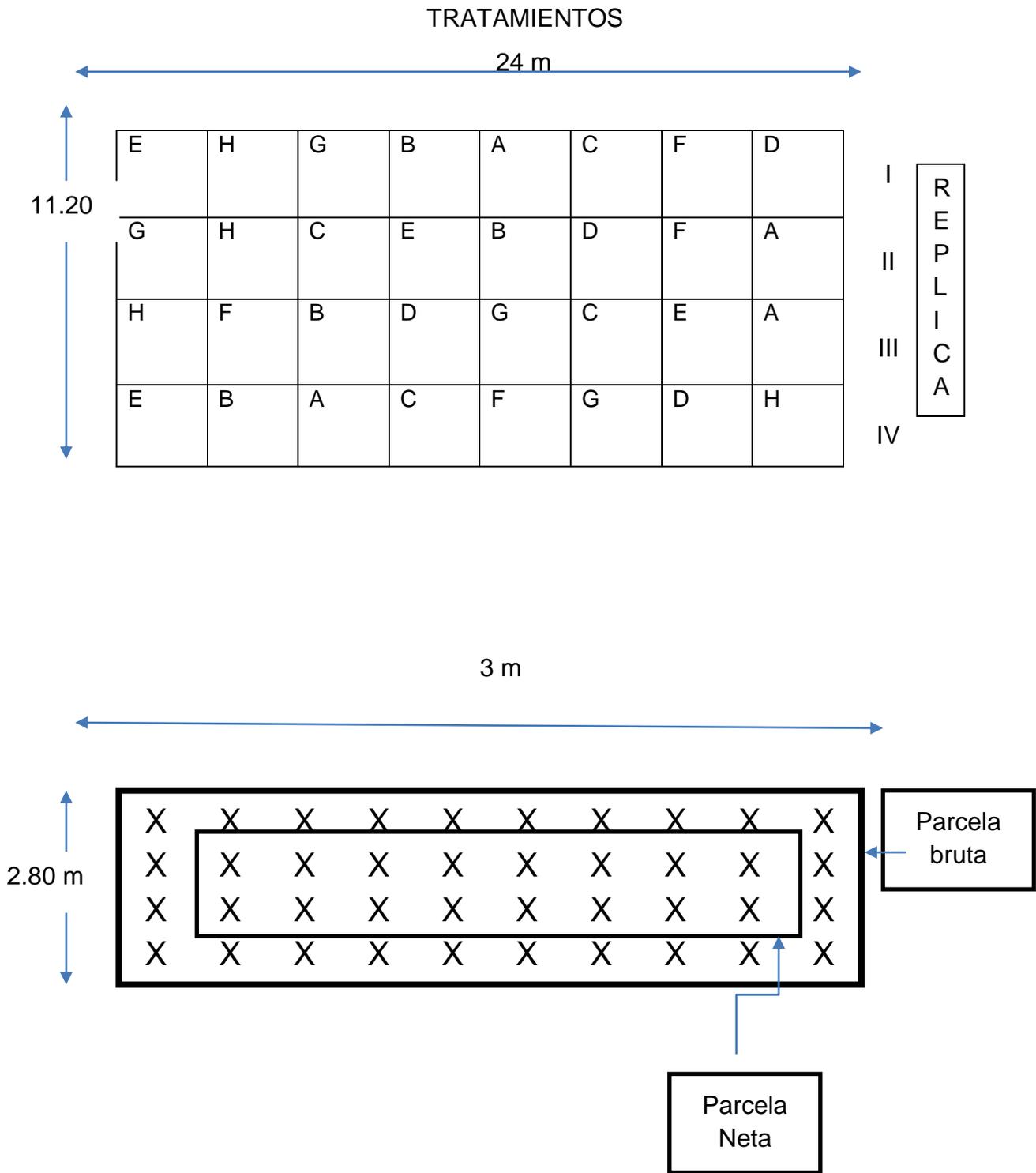
β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental asociado a la i-ésima observación

Unidad experimental

El largo del surco será de 3.00 m (10 tubérculos a 0.30 m) y de ancho 2.80 m (4 surcos a 0.7 m) dando en total un área de 10.8 m² por unidad experimental con 40 tubérculos en cada unidad experimental, teniendo un área total de 268.8 metros cuadrados.

Distribución de parcelas en campo: Área total 268.8 metros cuadrados.



Tratamientos

Se realizaron nueve aplicaciones de cada insecticida, con frecuencia de aplicación de siete días entre cada una, se iniciarán al momento de la emergencia de la plantas de papa, (15 - 20 dds).

En las aplicaciones se emplearon pantallas con forros plásticos, al momento de hacer las mismas, esto con la finalidad de reducir y minimizar la deriva de la pulverización, la cual se hizo con bomba aspersora manual de 16 litros de capacidad.

El tratamiento testigo de productor, con la finalidad de tener un comparador, catalogado como el testigo del productor. El testigo: este tratamiento se utilizó como base para valorar el comportamiento del psilido de la papa, comparado con los resultados de las unidades experimentales en las cuales se hicieron aplicaciones de los 6 insecticidas,

11.5 Descripción de tratamientos

6 insecticidas + 1 testigo absoluto + 1 testigo del productor)

Cuadro 5 Descripción de tratamientos

No.	Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis	Frecuencia de aplicación
1	A	Testigo absoluto		
2	B	Thiacloprid , Beta-cyfluthrin	0.5lts/ha	7 días
3	C	Suspensión concentrada de extractos del árbol de Nim (<i>Azadirachta indica</i>).	2000 cc/200 lts de agua.	7 días
4	D	Esporas de <i>Beauveria bassiana</i>	500cc a 1000 cc/mz en 200 lts de agua	7 días
5	E	Imidacloprid	0.6lts/ha	7 días
6	F	Spirotetramat	0.5lts/ha	7 días
7	G	Imidacloprid, deltamethrin	0.3 lts/ha.	7 días
8	H	Abamectina-Spiromesifen	0.5lts/ha.	7 días

Autor: Wuilman Mérida

11.6 Variable de respuesta

Cuadro 6 variables de la investigación

No.	Variable	Descripción	Instrumento
1	Número de huevos y ninfas por hoja compuesta por planta:	<p>El dato obtenido fue seleccionando, al azar en la parte central de la unidad experimental, en 2 plantas en el surco central de la unidad experimental. Se obtuvo la cantidad de Huevos y ninfas de <i>B. cockerelli</i> por hoja compuesta, el dato se obtuvo de la parte central de la planta de papa. Esta lectura se realizó antes de cada aplicación de los tratamientos. Expresado en número de huevos y ninfas/planta. Con los datos se determinó el porcentaje de efectividad biológica de los tratamientos mediante la fórmula de Abbott:</p> $\%EB = (Tt - Ti) / Tt * 100$ <p>donde: Tt= Número de individuos en el tratamiento testigo Ti= Número de individuos en el tratamiento i.</p> <p>Se utilizó una lupa para poder realizar el conteo de huevos y ninfas y la boleta de campo correspondiente.</p>	Boleta de campo.
2	Porcentaje de tubérculos con daños en pulpa por la mancha del tubérculo	<p>Se obtuvo el dato de los tubérculos producidos, fueron seleccionados al completo azar, 25 tubérculos por unidad experimental, fueron cortados con una cuchilla y se observó la presencia de síntomas de llamado rayado del tubérculo de la papa, sintomatología propia del daño de la bacteria que transmite <i>B. cockerelli</i> al los tubérculos de la papa.</p>	Boleta de campo
3	Rendimiento por categoría	<p>Para tal efecto, fue pesado el total de tubérculos obtenidos por unidad experimental en cada tratamiento y repetición respectiva, además de la clasificación en primera, segunda y tercera expresado en T/ha.</p>	Boleta de campo

Autor: Wuilman Mérida

11.7 Manejo del experimento

Preparación del área

Consistió en limpiar el área a destinada para la ejecución de la investigación.

Preparación del suelo

Se realizó el barbecho correspondiente a una profundidad de 30 centímetros, con el propósito de airear el suelo, favorecer el desarrollo radicular de la planta y penetración de agua, de modo que la planta crezca y se desarrolle con normalidad.

Trazado se surcos

Se utilizaron pitas y estacas para delimitar el área experimental de cada tratamiento. teniendo como resultado 32 unidades experimentales con 4 surcos y 40 plantas por cada una.

Siembra

Se utilizó la variedad Loman La distancia de siembra fue de 0.70 metros entre surcos y 0.30 metros entre cada tubérculo semilla, lo que implica 47,619 plantas/ha.

Control de malezas:

El control de malezas pre emergente, se realizó inicialmente con la aplicación de Metribuzina en dosis de 1.17 kg/ha, esto al momento de la siembra, posterior a tapar el surco con los tubérculos semilla ya colocados en el surco se siembra. El control de malezas a los 25 días después de la siembra se hizo en forma manual con un raspado y media calza, utilizando azadón.

Fertilización

La fertilización se realizó de la siguiente forma: al momento de la siembra aplicación al fondo del surco de 35 cm el fertilizante químico 15-15-15 en dosis de 1 t/ha, además de aplicación de gallinaza deshidratada a razón de 4t/ha. Posteriormente se tapo el producto con un poco de suelo y se procedió a la colocación de los tubérculos semilla, esto con el objetivo de no dañar a estos con el contacto con los fertilizantes. Además se aplicó Imidacloprid para evitar plagas del suelo como el gusano alambre o la gallina ciega. Al momento del inicio de la formación de los tubérculos, aproximadamente a los 45 dds, se aplicará Nitrato de potasio a razón de 0.5 t/ha; esto coincidió con la calza definitiva

Control de enfermedades

La protección fitosanitaria del cultivo con respecto a enfermedades producidas por hongos en el follaje se realizó por medio de aplicaciones alternas de productos químicos, se utilizo Mancozeb + Cymoxanil, Oxicloruro de Cobre, Hidróxido de cobre y Propineb+Iprovalicarb.

Cosecha

La defoliación del follaje se hizo a los 110 dds, para esto se corto con machete el follaje. La cosecha se realizó en forma manual, destapando con azadón a 18 días

después de la defoliación, esto para esperar a que suberice la testa de los tubérculo y se evite daño en ella, debido a no estar madura o suberizada.

11.8 Análisis de datos

Consistió en la transferencia de datos obtenidos en campo para realizar el análisis de varianza. Los datos originales se transformaron a formula abbot posteriormente, arco seno y finalmente $\sqrt{X+1}$. La variables que presentaron significancia entre tratamiento fue necesario realizar la prueba de tukey al 5 %. Para dicho análisis se utilizó Excel e InfoStat 2008. (7)(33)

12 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de huevos y ninfas por hoja compuesta por planta.

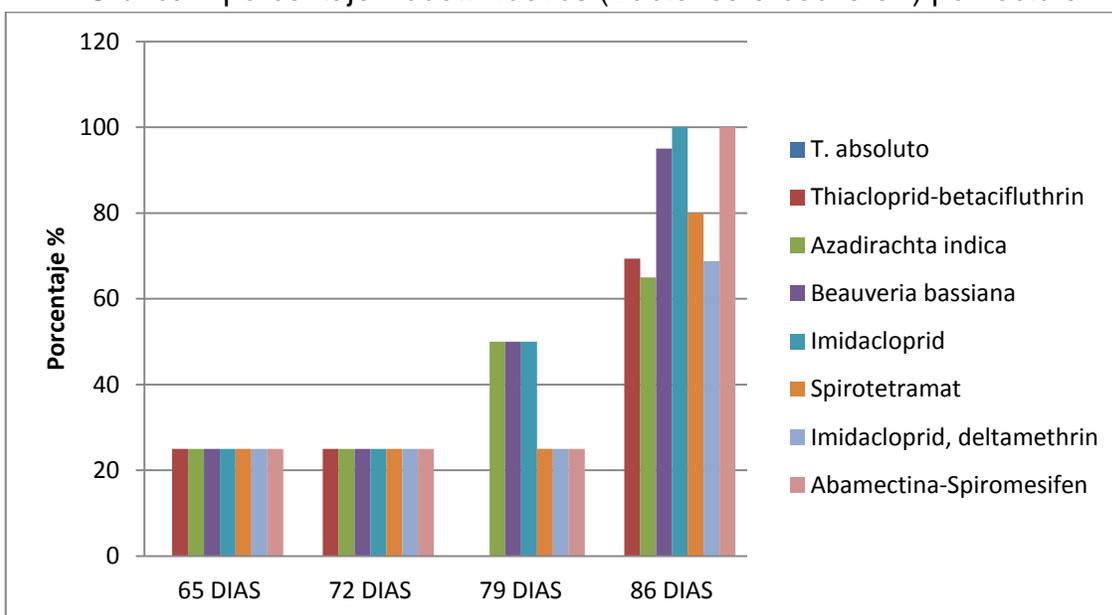
Para el estudio de esta variable se tomaron 4 lecturas de 9 ya que la incidencia de huevos y ninfas de paratrioza (*Bactericera cockerelli* sulc) inició a partir de la sexta lectura, a los 65 días después de la siembra.

Numero de huevos

Para el caso de huevos de paratrioza la mayor infestación se dio en el testigo absoluto con un promedio de 2 huevos, ya que no se realizó ninguna aplicación de productos para su erradicación, por el contrario los 7 insecticidas evaluados presentaron una similitud en el control, a los 65 y 72 dds. A los 79 días Imidacloprid, *Beauveria bassiana* y *Azadirachta* ejercieron el 50% de efectividad. (Grafica 1). Indicando también, el análisis de varianza, que no existe diferencia significativa alguna, por lo que se rechaza la hipótesis alternativa 1 para las primeras tres lecturas. (cuadro 7). En contraste, los datos reportados a los 86 dds. Refleja una efectividad del 100% por abamectina-spiromesifen, al igual que Imidacloprid, seguido por *Beauveria bassiana* con el 95 %. Para esta lectura el análisis de varianza demostró diferencia significativa, Para determinar los mejores tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% demostrando que estadísticamente los tratamientos B (*Thiacloprid*, *Beta-cyfluthrin*), C (*Nim Azadirachta indica*), D (Esporas de *Beauveria bassiana*), E (*Imidacloprid*), F (*Spirotetramat*), G (*Imidacloprid*, *deltamethrin*) y H (*Abamectina-Spiromesifen*) son iguales a excepción del A (testigo absoluto); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa 1. (cuadro 7)

Estos resultados coinciden con otro estudio realizado en Metepec, Edo de México donde los mejores insecticidas para el control de huevos del psilido fueron extracto de Nim y abamectina con 69.8 y 84.8 % de efectividad. Y en nuestro caso el extracto de Nim y abamectina son ingredientes que favorecieron el control de huevos del psilido. Además se encuentran 2 insecticidas más como *Beauveria bassiana* e *Imidacloprid*, este último registrado con un buen control por Liu y Trumble (2004). Si bien Salked y Potter (1953) señalan que la efectividad de los insecticidas en la fase de huevo es variable, porque depende de la susceptibilidad del embrión, así como la permeabilidad del corion y de las membranas embrionarias factores que cambian con la especie en consideración, edad y grado de desarrollo del huevo.

Gráfica 1 porcentaje Abbott Huevos (*Bactericera cockerelli*) por lectura.



Autor: Wuilman Mérida

Numero ninfas

Para el caso de ninfas de paratrioza, La mayor infestación se manifestó en el testigo absoluto con un promedio de 1.75 ninfas por planta. La efectividad biológica de los insecticidas a los 65 dds. Indico que Abamectina-Spiromesifen demostró una efectividad del 75% al igual que Imidacloprid-deltamethrin, seguidamente Spirotetramat con una eficacia de 70%. (Grafica 2) A los 72, 79 y 86 días prevalece la efectividad para controlar el psilido por parte de los insecticidas mencionados anteriormente. Posteriormente el análisis de varianza indicó que la lectura 6, 7, 8 y 9 presentaron diferencia significativa (cuadro 7) por lo que se acepta la hipótesis alternativa 1. Para determinar los mejores tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5% demostrando que estadísticamente los tratamientos B (Thiacloprid, Beta-cyfluthrin), C (Nim Azadirachta indica), D (Esporas de Beauveria bassiana), E (Imidacloprid), F (Spirotetramat), G (Imidacloprid, deltamethrin) y H (Abamectina-Spiromesifen) son iguales a excepción del A (testigo absoluto).

Según el estudio en Metepec, Edo de México donde se evaluaron 7 insecticidas de diferentes grupos toxicológicos los mejores insecticidas para el control de ninfas fueron Spiromesifen, bifentrina, abamectina y flufenoxorum con 77.7% de efectividad. En Quetzaltenango, Guatemala para el año 2004 se evaluaron siete insecticidas para el manejo de *Bactericera cockerelli* Sulc. Se pudo concluir que el control ejercido por el insecticida (Chlorpyrifos + Cypermethrin) sobre las ninfas del psillido de la papa, fue superior. Además los insecticidas que ejercieron control en el presente estudio se asemejan con el experimento controlado por (Maya et al,

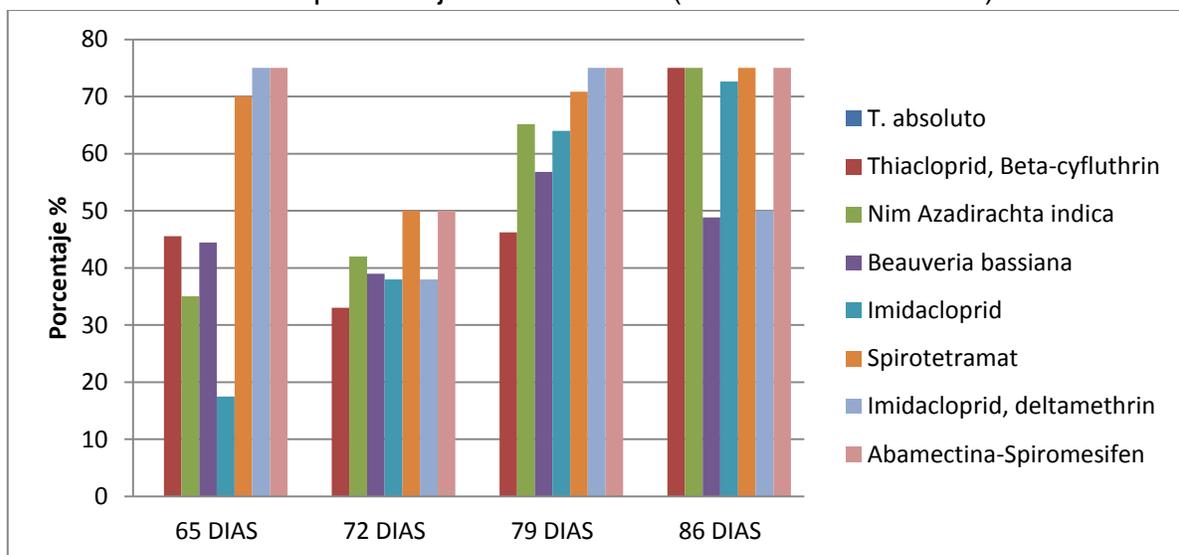
2003) observando que la Abamectina elimina el 95% de ninfas de *B. cockerelli* a las 48 horas de la aplicación. También resultados que concuerdan parcialmente con (López 2009) spiromesifen manifestó 77.7% de efectividad biológica, por el contrario Imidacloprid y nim resultaron inefectivos para suprimir las poblaciones de ninfas.

La efectividad de los insecticidas spiromesifen, abamectina se reconfirmo en una parcela de papa variedad Marciana de dos meses de edad ubicada en Mesa de dolores, Municipio de valle bravo, estado de México en Marzo de 2007.

Según Boletín técnico de paratrioza o pulgón saltador del tomate y la papa. Ramirez Ornelas, D. (Tomate); Cambero Ramirez, L.M., Bayer Crop Science 2006. Entre los ingredientes para el control de paratrioza están los neonicotinoides (Imidacloprid), con la ventaja de protección prolongada, cloronicotilinos (Thiacloprid) con actividad sistémica y traslaminar, o bien una combinación de piretroides y neonicotinoides, que trabajan con dosis bajas y son de efecto inmediato. Para control químico puede utilizarse productos cuyo ingrediente activo es Spiromesifen, que actúa por contacto sobre insectos y ácaros, con mayor seguridad para insectos benéficos y proporcionando una herramienta muy útil en manejo de resistencia.

Sin embargo se debe considerar y tener muy en cuenta, la variedad o cultivar empleado, pueden afectar la efectividad de los insecticidas y la aptitud biológica del psilido (Liu and Trumble, 2006).

Gráfica 2 porcentaje Abbott Ninfas (*Bactericera cockerelli*).



Autor: Wuilman Mérida

Cuadro 7 promedio de individuos de *Bactericera cockerelli* sulc por tratamiento en diferentes días después de la siembra y la prueba de tukey correspondiente.

TRATAMIENTO	HUVEOS				NINFAS			
	65 días	72 días	79 días	86 días	65 días	72 días	79 días	86 días
Testigo absoluto	0.75 a	0.75 a	1.75 a	4.75 b	6 b	7.5 b	7.75 b	6.75 b
Testigo productor	0 a	0 a	4.25 a	2 a	3 a	5.5 a	3 a	0 a
Azadirachta indica	0.5 a	0 a	1.5 a	3,25 a	5.75 a	4.5 a	1.5 a	0 a
Beauveria bassiana	0 a	0 a	0 a	0.25 a	3.75 a	4.25 a	2.5 a	1 a
Imidacloprid	0 a	1.25 a	0 a	0 a	5.75 a	4 a	1.75 a	0.5 a
Spirotetramat	0 a	0 a	1.75 a	1 a	0.25 a	2.25 a	0.25 a	0 a
Imidacloprid, deltamethrin	0 a	0 a	2.25 a	0.75 a	0.5 a	1 a	0.5 a	1.75 a
Abamectina-Spiromesifen	0.75 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Autor: Wuilman Mérida

Porcentaje de tubérculos con daño en pulpa por la mancha del tubérculo

Según el análisis de datos, obtenidos en campo concernientes al manchado del tubérculo, demuestran que, el tratamiento A (testigo absoluto) presentó el mayor daño con un 30% provocado por la presencia de *Liberi-bacter* transmitida por *Bactericera cockerelli* sulc. A diferencia del tratamiento F (Spirotetramat), que presento menor daño en la calidad del tubérculo con un 7%. (Grafica 3). Estadísticamente se realizó el análisis de varianza correspondiente, el cual indica que no existe diferencia significativa, por lo que se rechaza la hipótesis numero 2. En este caso y como lo señala De León y Becerra (1991) a pesar de que los insecticidas mantuvieron las densidades de población relativamente bajas, su efecto no fue contundente para disminuir la incidencia y diseminación del manchado del tubérculo provocado por *Liberi-bacter*.

Por otro lado en Quetzaltenango, Guatemala para el año 2004 se evaluaron siete insecticidas para el manejo de *Bactericera cockerelli* Sulc y se estableció que la respuesta física del insecticida (Chlorpyrifos + Cypermethrin) sobre el porcentaje de tubérculos sanos, fue superior a cinco insecticidas y al testigo absoluto.

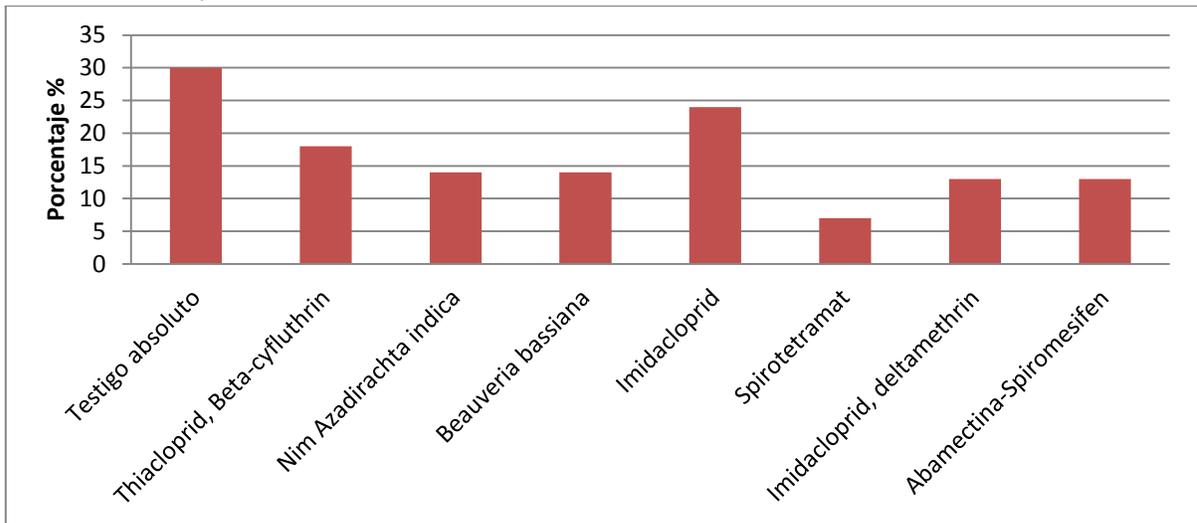
En un estudio reciente, Venkatesan et al. (2010) observaron que *B. cockerelli* por sí sola, sin portar *Candidatus Liberibacter*, puede causar los síntomas de la PMP en la parte aérea de la planta, pero no en los tubérculos y solamente que el psilido de la papa sea portador de la bacteria, entonces aparece el manchado interno en los tubérculos. Los mismos investigadores señalan que se desconoce el mecanismo por medio del cual *B. cockerelli* por sí sola causa los síntomas en la parte aérea de la planta

cuadro 8 Cuadro análisis de varianza SC tipo III. para el manchado del tubérculo de papa.

F.V	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo.	22,53	7	3	2	0.0601
Tratamiento	22,53	7	3	2	0.0601
Error	33,51	24	1		
Total	56,03	31			

Autor: Wuilman Mérida

Gráfica 3 Porcentaje tubérculo manchado ocasionado por Paratrioza, (*Bactericera cockerelli* sulc)



Autor: Wuilman Mérida

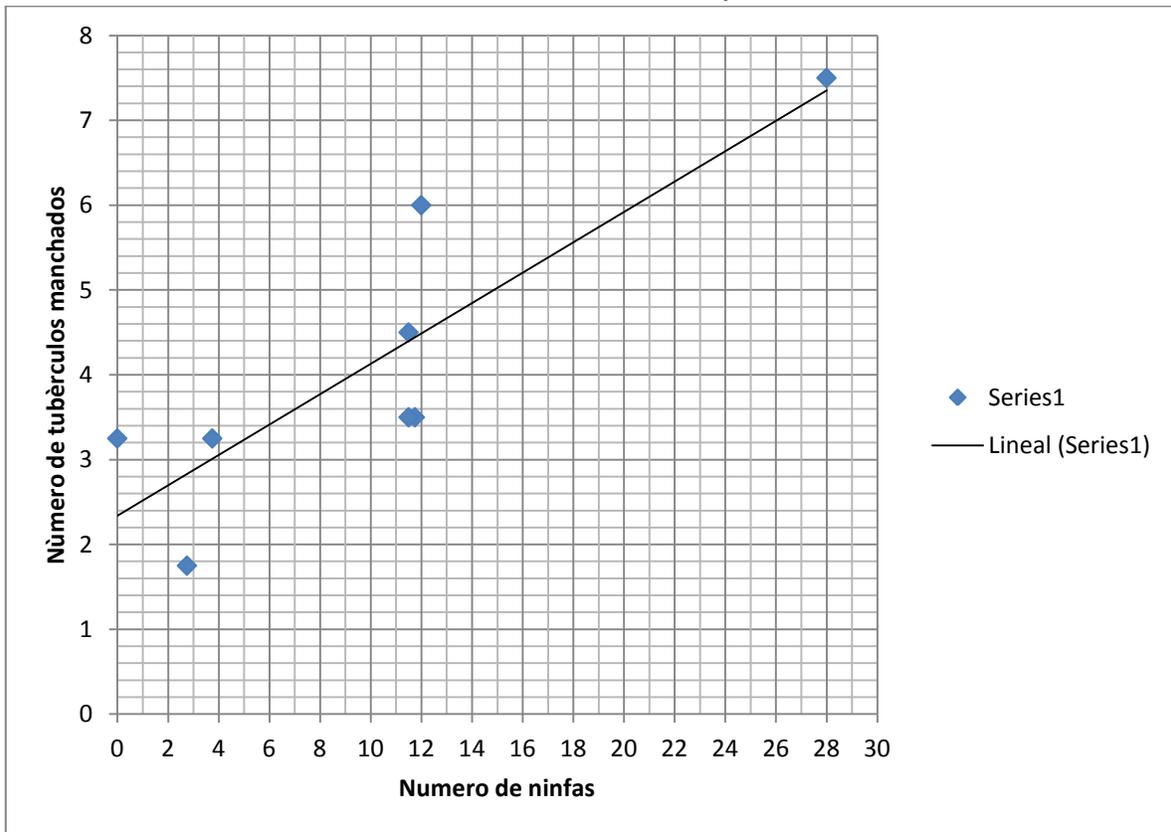
En esta variable se determinó también, que existe una correlación directa entre el numero de ninfas y el manchado de tubérculo. Por lo tanto, a mayor numero de ninfas mayor incidencia en el manchado del tubérculo, provocado por *Bactericera cockerelli* sulc. por lo anterior se acepta la hipótesis numero 3.

Cuadro 9 Variables para realizar el análisis de correlación

Promedios ninfas	Promedio numero de tubérculo manchado
28	7,5
11,5	4,5
11,75	3,5
11,5	3,5
12	6
2,75	1,75
3,75	3,25
0	3,25
Coefficiente de correlación	0,857859802

Autor: Wuilman Mérida

Gráfica 4 Análisis de correlación número de ninfas y manchado del tubérculo.



Autor: Wuilman Mérida

Rendimiento por categoría

En cuanto al rendimiento se procedió a clasificar papa en primera, con una media de 38.9 T/Ha, segunda, con una media de 10.74 T/Ha y tercera con una media de 2.4 T/Ha

Para el análisis estadístico se hizo un total, al cual se le resto el porcentaje de papa con manchado interno, indicando así, que existe diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis alternativa 4. (Cuadro 13).

Cuadro 10 ANDEVA rendimiento

F.V	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo.	656,48	7	94	4	0,0072
TRATAMIENTO	656,48	7	94	4	0,0072
Error	603,69	24	25		
Total	1260,17	31			

Autor: Wuilman Mérida

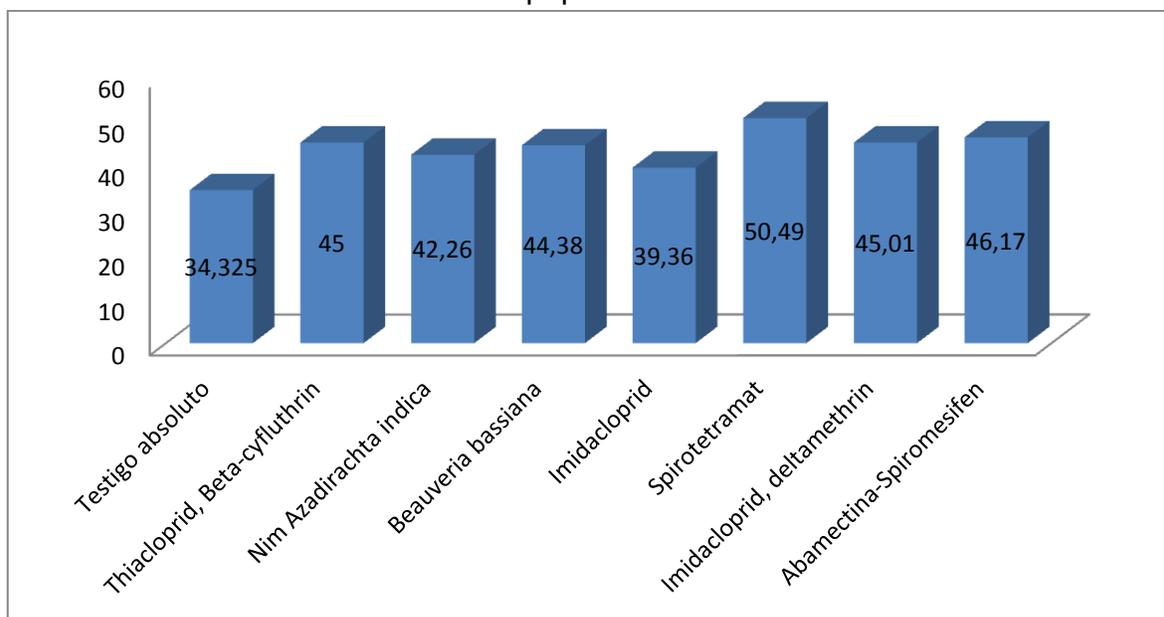
Cuadro 11 Prueba tukey correspondiente al rendimiento

TRATAMIENTO	MEDIAS	N	E.E		
A	34,33	4	2,51	A	
E	39,36	4	2,51	A	B
C	42,26	4	2,51	A	B
D	44,39	4	2,51	A	B
B	45	4	2,51	A	B
G	45,01	4	2,51	A	B
H	46,18	4	2,51		B
F	50,49	4	2,51		B

Autor: Wuilman Mérida

El cuadro demuestra que Los mejores tratamientos en cuanto al rendimiento son Spirotetramat y abamectina-spiromesifen, por el contrario el peor tratamiento fue el testigo absoluto.

Gráfica 5 Rendimiento total cosecha papa T/Ha.



Autor: Wuilman Mérida

La aparición de ninfas, se dio a los 65 días después de la siembra con un promedio de 1.57 ninfas por planta. En esta etapa fenológica, el cultivo ha finalizado, la tuberización y el crecimiento del tubérculo (llenado) inicia, según Centro internacional de la papa (CIP) por lo que la planta no presento daños en el follaje que pudieran afectar el rendimiento de manera directa, pero no así la incidencia del manchado interno del tubérculo, la cual se traduce también en perdidas en cuanto al rendimiento de manera indirecta.

A pesar que la población de ninfas por planta fue baja existió incidencia del manchado del tubérculo, ya que, el adulto contribuyo a la transmisión de la bacteria. ratificándolo López (2009) quien menciona que el adulto de *Bactericera* son mejores transmisores que las ninfas.

También Cortes (2014) indica que un psilido adulto puede infectar una planta de papa con *Liberibacter* en seis horas de contacto. Las ninfas son menos eficientes para transmitir la bacteria, pero su saliva es tóxica y si no se controlan a tiempo puede causar pérdidas considerables por si solas.

Según lo expuesto por Nava (2003) confirma que la incidencia del manchado interno del tubérculo afecta considerablemente la calidad comercial de la papa. Así mismo Arango, representante titular de la cadena alimentaria de la papa, menciona que la producción de este cultivo de “25 a 30 quintales por cuerda, que es el promedio se ha reducido entre 5 y 10 quintales”, derivado del daño directo e indirecto que ocasiona la paratrioza (*Bactericera cockerelli* sulc).

En Quetzaltenango, Guatemala para el año 2004 se evaluaron siete insecticidas para el manejo de *Bactericera cockerelli* Sulc. Se pudo concluir que el insecticida Cartap (32.87 t/ha), fue superior en rendimiento total de tubérculo a los tratamientos Oxamyl, (Chlorpyrifos + Cypermethrin) y testigo absoluto.

Así mismo Avilés et al, (2002) asegura que una fertilización bien balanceada ayuda a disminuir los daños por el psilido de la papa. Y (Harman 1937) considera que una planta sana es menos severamente atacada por plagas.

12.1 Análisis económico

Para el análisis económico se toma como parámetro la variable rendimiento en la cual se identifico que los únicos costos que varían en la investigación son los insumos, en este caso los diferentes productos que se utilizaron para controlar la población de *B. cockerelli* sulc. por lo tanto, se procedió a realizar un presupuesto parcial (cuadro 12).

Cuadro 12 Presupuesto parcial y estimación de los costos que varían, el rendimiento ajustado y beneficios netos.

PRESUPUESTO PARCIAL DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.								
DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Rendimiento medio (Ton/ha)	34,32	45,00	42,26	44,38	39,36	50,49	54,01	46,17
Rendimiento ajustado (Ton/ha)	29,172	38,25	35,92	37,72	33,46	42,92	45,91	39,24
Beneficios brutos de campo (Q/ha)	70012,8	91800,00	86210,40	90535,20	80294,40	102999,60	110180,40	94186,80
Costo de los insecticidas (Lts/ha)	0	280,00	110,00	300,00	960,00	1120,00	500,00	1120,00
Totales costos que varían (Q/ha)	0	1260,00	3960,00	2700,00	5184,00	5040,00	1350,00	5040,00
Beneficios netos (Q/ha)	70012,8	90540,00	82250,40	87835,20	75110,40	97959,60	108830,40	89146,80

Autor: Wuilman Mérida

posteriormente se realizó el análisis de dominancia en la cual el primer tratamiento es no dominado por definición. Luego Thiacloprid+ Beta-cyfluthrin e Imidacloprid-deltamethrin fueron los tratamientos no dominados los 5 restantes fueron dominados. (cuadro 13).

Cuadro 13 Análisis de dominancia de cada tratamiento en papa.

ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS			
TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO Q/Ha.	COSTOS QUE VARÍAN	ANÁLISIS DE DOMINANCIA
A	70012,8	0	ND
B	90540,00	1260,00	ND
G	108830,40	1350,00	ND
D	87835,20	2700,00	D
C	82250,40	3960,00	D
F	97959,60	5040,00	D
H	89146,80	5040,00	D
E	75110,40	5184,00	D

Autor: Wuilman Mérida

Luego del análisis de dominancia se utilizaron únicamente los tratamientos no dominados para calcular la tasa marginal de retorno, la cual indicó que el mejor tratamiento es Imidacloprid- deltamethrin con una tasa marginal de retorno a capital de 203,23%. Para este caso se acepta la hipótesis alternativa 5.

Cuadro 14 Tasa marginal de retorno

TASA MARGINAL DE RETORNO DE LOS TRATAMIENTOS					
TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO Q/Ha.	BENEFICIO NETO MARGINAL	COSTOS QUE VARÍAN	COSTOS QUE VARÍAN MARGINAL	TASA MARGINAL DE RETORNO A CAPITAL
A	70012,80		0,00		
		20527,20		1260,00	16,29
B	90540,00		1260,00		
		18290,40		90,00	203,23
G	108830,40		1350,00		

Autor: Wuilman Mérida

13 CONCLUSIONES

Los insecticidas (Thiacloprid, Beta-cyfluthrin), (Azadirachta indica), (Beauveria bassiana), (Imidacloprid), (Spirotetramat), (Imidacloprid-deltamethrin) y (Abamectina-Spiromesifen) presentaron un efecto positivo en el control de huevos y ninfas de paratrioza.

En cuanto a la incidencia del manchado interno del tubérculo no existió diferencia significativa entre tratamientos.

Existe una correlación directa y fuerte entre número de ninfas y el manchado interno del tubérculo, ya que a mayor número de ninfas mayor número de tubérculos con síntomas de manchado interno.

Con respecto al rendimiento existió diferencia significativa entre tratamientos siendo los mejores insecticidas Spirotetramat y Abamectina-Spiromesifen.

El mejor tratamiento económicamente fue Imidacloprid-deltamethrin.

14 RECOMENDACIONES

Para el control de huevos y ninfas de paratryza utilizar como método de prevención, *Beauveria bassiana* y *Azadirachta indica*. Al existir un incremento en la población rotar (Thiacloprid, Beta-cyfluthrin), (Imidacloprid), (Spirotetramat), (Imidacloprid-deltamethrin) o (Abamectina-Spiromesifen)

Evaluar la efectividad de los 7 insecticidas de esta investigación en alturas abajo de los 2468 msnm.

Para evitar pérdidas significativas en cuanto al rendimiento es importante monitorear las fechas en las cuales la plaga tiene más incidencia, y sobre todo tener una fertilización balanceada, ya que esta contribuye a que la planta sea más tolerante al ataque de plagas.

Económicamente se recomienda para el agricultor, Imidacloprid-deltamethrin ya que, el beneficio es mayor, sin embargo hay que tomar en cuenta que para el manejo de una plaga, se requiere una rotación en los productos para evitar la resistencia de los insectos.

Spirotetramat y Abamectina-Spiromesifen son más elevados para el agricultor pero se recomienda utilizarlos ya que ejercen buen control sobre paratryza.

Utilizar semilla certificada para evitar la transmisión de la enfermedad provocada por la bacteria *Liberi-bacter*.

Realizar estudios enfocados a la búsqueda de nuevas variedades resistentes a paratryza y sobre insecticidas entomopatógenos y biorracionales, para el control de esta plaga en campo, ya que la mayoría son ejecutados en laboratorio.

Para el control de paratryza (*Bactericera cockerelli* sulc), se debe tener un manejo integrado para evitar el aumento en los costos de producción, contaminación del medio ambiente y mayor resistencia, provocada por las frecuentes y elevadas dosis de insecticidas de un solo grupo toxicológico.

15 BIBLIOGRAFIA

1. Arroyave Cerón, SE. 2005. Trabajo de graduación: realizado en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), La Alameda, Chimaltenango (En línea). Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, USAC. Consultado 6 mar. 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2195.pdf
2. BANCO DE GUATEMALA –BANGUAT- Cifras de superficies y producción nacional de papa, 2007.
3. BANCO DE GUATEMALA –BANGUAT- Datos de importaciones y exportaciones por país de origen y destino.
4. Cadena H.M.A. 1996. La punta morada de la papa en México: Efecto de cubiertas flotantes, genotipos y productos químicos. Rev. Mex. Fitopatol. 14(1):20-24.
5. Camas Figueroa, D, Y. (2008) diagnostico Municipal San Pedro Sacatepéquez San Marcos..
6. Centro Internacional de Investigación de Hortalizas. Producción de Papa. Brasilia, Brasil. 1987. 239pp.
7. Centro internacional de maíz y frijol (CIMMYT) (1988) La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México CIMMYT.
8. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) 2002, Guía Técnica Cultivo de la papa.
9. Christiansen, J. I Curso sobre Tecnología del Cultivo de la Papa y Técnicas de Producción de Semilla ICTA – PRECODEPA Guatemala. 1980
10. De León S. y Chávez A., 2004, EVALUACION DE INSECTICIDAS PARA EL MANEJO DEL PSILIDO DE LA PAPA *Bactericera cockerelli* Sulc. (Homóptera: Psyllidae), Guatemala.
11. Ezeta, F. N. La competitividad en el cultivo de papa en Latinoamérica y el Caribe: implicaciones y retos inmediatos. Lima, Perú. Centro Internacional de la papa, CIP. sf. 8pp. (fotocopias).
12. FAO. International code of conduct on the distribution and use of Pesticides. Rome, Food Agriculture Organization of the United Nations. 28 pp. 1986.
13. FAO. 2007. Proyecto GDCP/GUA/001/SPA. Documento de proyecto.
14. FAO. 2008. El Año Internacional de la Papa 2008. Disponible en www.potato2008.org.
15. Franco Rivera, J. A., et al, 2002, El cultivo de papa en Guatemala, disponible en: http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/hortalizas/cuttivopapagt.PDF.
16. Guatemala, Octubre 2002. Catálogo de variedades de papa. Primera edición. 22pp.

17. Guatemala. Santa Cruz, El Quiché. 1998. Curso teórico-práctico para agricultores sobre producción comercial y semilla de tubérculo de papa. 31pp.
18. Guatemala, Quetzaltenango. 2000. Curso: producción de semilla certificada de papa. 72pp.
19. Hansen, A. K.; Trumble, J. T.; Stouthamer, R. and Paine, T.D. 2008. New Huanglong bing (HLB) Candidatus species, "C. Liberibacter psyllaourous", found to infect tomato and potato is vector ed by the psyllid *Bactericera coccinellae* (Sulc). *Appl. Environ. Microbiol.* 74(18) 5862-5865.
20. ICTA. 1990 Almacenamiento de papa para semilla. Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 27pp. (Folleto Técnico 26).
21. Instituto de ciencia y tecnología agrícolas ICTA 2002, Recomendaciones técnicas agropecuarias para la región VI Guatemala.
22. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 1989. Almacenamiento de papa para consumo. 31pp. 2da edición (Folleto Técnico 28). Guatemala.
23. Instituto Nacional de Estadística, INE, 2003 Guatemala.
24. Jones, S.B. *Sf. Sistemática Vegetal*. Trad. Maria de Huescas. 2 ed. México, Mc Graw-Hill. 536 p.
25. Liefing, L. W.; Pérez-Egusquiza, Z. C. and Clover, G. R. G. 2008. A New 'Candidatus Liberibacter' Species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. *Plant Dis.* 92(10):1474.
26. Liefing, L. W.; Sutherland, P. W.; Ward, L. I.; Paice, K. L.; Weir, B. S. and Clover, G. R. G. 2009a. A new 'Candidatus Liberibacter' species associated with diseases of solanaceous crops. *Plant Dis.* 93:208-214.
27. Liefing, L. W.; Veerakone, S.; Ward, L. I. and Clover, G. R. G. 2009b. First Report of 'Candidatus Phytoplasma australiense' in Potato. *Plant Dis.* 93(9):969-975.
28. Liu, D., and J. T. Trumble. 2006. Ovipositional preferences, damage thresholds, and detection of the tomato-potato psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on selected tomato accessions. *Bull. Entomol. Res.* 96: 197-204.
29. Lopez Urquidez, A. 2005, Evaluación Subprograma de Sanidad Vegetal 2005, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía.
30. MARN-IABIN, Ficha Técnica-Proyecto Especies Invasoras, 2001, disponible en: www.iabinus.org/projects/i3n/i3nproductafterpilot/elsalvadorcd/faunain/patriozacockerelli.
31. Munyaneza, J. E.; Sengoda, V. G.; Crosslin, J. M.; De la Rosa-Lozano, G. and Sánchez, A. 2009c. First report of 'Candidatus Liberibacter psyllaourous' in potato tuber with Zebra Chip disease in México. *Plant Dis.* 93(5):552.
32. Munyaneza, J. E.; Sengoda, V. G.; Crosslin, J. M.; Garzón, T. J. A. and Cárdenas, V. O. G. 2009a. First report of "Candidatus Liberibacter solanacearum" in tomato plants in México. *Plant Dis.* Published online as doi:10.1094/PDIS-93-0-00000.

Tomado de enfermedades transmitidas por virus – fitoplasma, s.f, <http://www.sdr.gob.mx/contenido/cadena%20productivas/plagas/13.pdf>).

33. Olivares, S.E. 1992. Nota de diseños experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y primaria. Universidad autónoma de nueva león. México.
34. Venkatesan, G. S.; Munyaneza, J. E.; Crosslin, J. M.; Buchman, J. L. and Pappu, H. R. 2010. Phenotypic and etiological differences between psyllid yellows and zebra chip disease of potato. *Ame. J. Potato Res.* 87:41-49
35. http://www.bayer.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/ParatriozaPests_BS
36. http://www.prensalibre.com/economia/Fasagua-impulsara-produccion-papa_0_469753021.html.

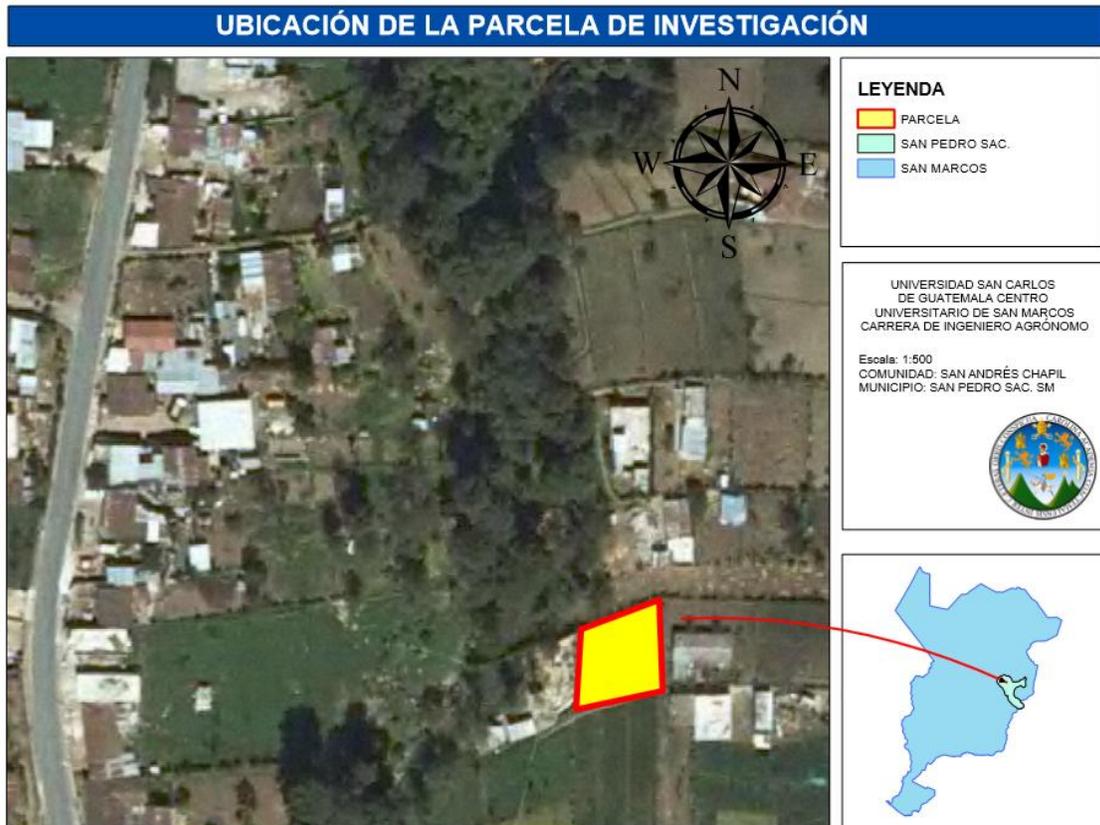
16 ANEXOS

Cuadro 15 Producción a nivel nacional y departamental según cifras BANGUAT, 2007.

PRODUCCIÓN NACIONAL DE PAPA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA (AÑO 2007)*							
Departamento	Toneladas	Hectáreas	Número de fincas	Superficie Promedio (Ha)	Rendimientos (Tn/Ha)	Porcentaje sobre la producción total nacional	Porcentaje sobre la superficie total nacional cultivada con papa.
Total República	419,249	18,200	72,665	0.25	23.04	100	100
Huehuetenango	135,265	5,293	21,285	0.25	25.55	32.26	29.08
Quetzaltenango	97,068	3,945	13,712	0.29	24.60	23.15	21.68
San Marcos	89,471	4,371	26,859	0.16	20.47	21.34	24.02
Guatemala	22,476	1,012	889	1.14	22.20	5.36	5.56
Sololá	15,713	688	2,607	0.26	22.84	3.75	3.78
Jalapa	14,371	860	1,791	0.48	16.72	3.43	4.72
Chimaltenango	13,343	650	2,222	0.29	20.52	3.18	3.57
Alta Verapaz	11,370	462	722	0.64	24.62	2.71	2.54
Baja Verapaz	10,083	337	256	1.32	29.88	2.41	1.85
Quiché	6,308	349	1,147	0.30	18.09	1.50	1.92
Totonicapán	2,784	187	1,083	0.17	14.92	0.66	1.03
Sacatepéquez	99	8	27	0.28	13.17	0.02	0.04

* Elaboración propia a partir de datos de producción Banco de Guatemala (BANGUAT) 2007 y Porcentajes del IV Censo Nacional Agropecuario del Instituto Nacional de Estadística (INE) 2002-2003.

16.1 Ubicación geográfica de la localidad donde se realizó la investigación



16.2 Síntomas ocasionados por el daño de *B. cockerelli* sulc

Figura 2 Planta de papa afectada por la toxina de las ninfas de paratrioza



Figura 3 Manchado del tubérculo en papa



Figura 4 Presencia de ninfas y huevos de paratrioza en el cultivo de papa



Figura 5 Semilla certificada variedad loman utilizada en la investigación



Figura 6 Establecimiento del ensayo siembra y trazo de unidades experimentales.



Figura 7 Cosecha de papa relacionado a la investigación sobre la paratrioza.



Cuadro 16 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 6 (65 dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	335,0295375	111,676513	49	3,56
TRATAMIENTO	7	15,9537875	2,2791125	1	2,49
ERROR	21	47,8613625	2,2791125		
TOTAL	31	398,8446875			

Cuadro 17 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 7 (72 dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	335,0295375	111,676513	49	3,56
TRATAMIENTO	7	15,9537875	2,2791125	1	2,49
ERROR	21	47,8613625	2,2791125		
TOTAL	31	398,8446875			

Cuadro 18 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 8 (79 dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	225,6321375	75,2107125	10,0434783	3,56
TRATAMIENTO	7	88,8853875	12,6979125	1,69565217	2,49
ERROR	21	157,2587625	7,4885125		
TOTAL	31	471,7762875			

Cuadro 19 Datos ANDEVA correspondiente al número de huevos/4 plantas por unidad experimental. Lectura 9 (86 dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	3,246925	1,08230833	0,17977331	3,56
TRATAMIENTO	7	219,61835	31,37405	5,2112848	2,49
ERROR	21	126,428525	6,02040595		
TOTAL	31	349,2938			

Cuadro 20 Datos ANDEVA número de ninfas/4 plantas por unidad experimental, lectura 6 (65 dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	202,011825	67,337275	9,85618772	3,56
TRATAMIENTO	7	152,2148	21,7449714	3,18282141	2,49
ERROR	21	143,471575	6,83197976		
TOTAL	31	497,6982			

Cuadro 21 Datos ANDEVA número de ninfas/4 plantas por unidad experimental, lectura 7 (72dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	346,2433094	115,414436	38,9465553	3,56
TRATAMIENTO	7	52,57117188	7,51016741	2,53430298	2,49
ERROR	21	62,23151562	2,96340551		
TOTAL	31	461,0459969			

Cuadro 22 Datos ANDEVA número de ninfas/4 plantas por unidad experimental, lectura 8 (79dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	278,2407344	92,7469115	37,6676606	3,56
TRATAMIENTO	7	124,2762469	17,7537496	7,21039873	2,49
ERROR	21	51,70709063	2,46224241		
TOTAL	31	454,2240719			

Cuadro 23 Datos ANDEVA número de huevos/4 plantas por unidad experimental, lectura 9 (86dds).

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
BLOQUES	3	272,4802594	90,8267531	13,839422	3,56
TRATAMIENTO	7	142,2999719	20,3285674	3,09749731	2,49
ERROR	21	137,8209156	6,56290074		
TOTAL	31	552,6011469			

16.3 Cronograma de actividades

No.	Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		1	2	3	4	1	1	2	3	4	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Preparación del terreno		X																						
2	Preparación de semilla		X	X																					
3	Siembra y primera fertilización			X																					
4	Aplicación de insecticidas para el control de paratiroza y toma de datos.										X	X	X	X	X	X	X	X	X						
5	Control de enfermedades fúngicas..										X	X	X	X	X	X	X	X	X						
6	Calza y segunda fertilización (Urea)													X											
7	Defoliación																	X							
8	Suberización del tubérculo						X												X	X					
9	Cosecha							X													X				
10	Toma de datos: calidad de tubérculos																			X	X				
11	Análisis estadístico de datos e interpretación																				X	X	X		
12	Análisis y redacción de informe final.																					X	X	X	

16.4 Presupuesto y fuente de financiamiento

No.	Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario en quetzales	Total en quetzales
1	COSTOS DIRECTOS				
2	preparación del terreno	Jornal	1	60	60
3	Siembra	Jornal	3	60	180
4	Aporque	Jornal	1	60	60
5	limpias	Jornal	1	60	60
6	Fertilizaciones	Jornal	0.5	60	30
7	aplicaciones fitosanitarias	Jornal	2	60	120
8	cosecha	Jornal	2	60	120
9	Subtotal				630
10	INSUMOS				
11	Semilla	Quintal	1.5	100	150
12	Fertilizante (15 15 15)	Libras	40	200	80
13	Fertilizante (Urea)	Libras	15	2	30
14	Insecticida (monarca)	Litro	1	315	315
15	Insecticida (ACT botánico 0,003 SC)	Litro	1	60	60
16	Insecticida (teraboveria 0,5L)	Litro	1	150	150
17	Insecticida (plural)	250ml	2	315	630
18	Insecticida (Movento)	250ml	2	310	620
19	Insecticida (muralla delta)	250ml	2	310	620
20	Insecticida (Oberon speed)	250ml	2	380	760
21	Fungicida (Curzate)	gramos	750	250	250
22	Fungicida (dithane)	gramos	1500	150	150
23	Abono foliar	Litro	1	90	90
24	Adherente	Litro	1	90	90
25	Subtotal insumos				3995
26	MATERIALES				
27	Hojas de papel	Ciento	0.5	12	6
28	Cuaderno	Unidad	1	5	5
29	Lupa	Unidad	1	30	30
30	Nylon	Yarda	11	14	154
31	Sub total				195
32	COSTOS INDIRECTOS				
33	Transporte Quetzaltenango		14	20	280
34	Alimentación	Tiempo	28	25	700
35	10% costos totales				482
					4820
	TOTAL				5302

16.5 Boleta de toma de datos en campo

BOLETA DE CAMPO

Número de huevos y ninfas por hoja compuesta por planta

Fecha de muestreo: _____

Días después de la siembra: _____

Lectura No. _____

Repetición 1	No. De huevos									
	No. De ninfas									
Repetición 2	No. De huevos									
	No. De ninfas									
Repetición 3	No. De huevos									
	No. De ninfas									
Repetición 4	No. De huevos									
	No. De ninfas									

BOLETA DE CAMPO

Porcentaje y peso de tubérculos sanos y tubérculos con daños en pulpa por la mancha del tubérculo

Fecha de muestreo: _____

Días después de la siembra: _____

Lectura No. _____

Repetición 1	% tubérculo enfermo										
	% tubérculo sano										
Repetición 2	% tubérculo enfermo										
	% tubérculo sano										
Repetición 3	% tubérculo enfermo										
	% tubérculo sano										
Repetición 4	% tubérculo enfermo										
	% tubérculo sano										

BOLETA DE CAMPO
Rendimiento por categoría

Fecha de muestreo: _____

Días después de la siembra: _____

Lectura No. _____

Repetición 1	Peso Kg/ha										
Repetición 2	Peso Kg/ha										
Repetición 3	Peso Kg/ha										
Repetición 4	Peso Kg/ha										