



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

Maestría en Protección Vegetal

**PROGRAMA DE AGROQUÍMICOS PARA EL
CONTROL DE *Bactericera cockerelli* (Sulc.) EN EL
CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL
ESTADO DE MORELOS, MÉXICO.**

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

Miguel Ángel Javier López

Chapingo, México, Junio, 2013.

Programa de agroquímicos para el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Estado de Morelos, México. Tesis realizada por Miguel Ángel Javier López bajo la dirección del Dr. Juan Fernando Solís Aguilar y aprobada por el Comité Asesor indicado y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

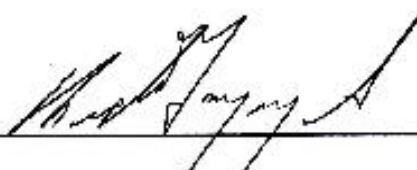
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



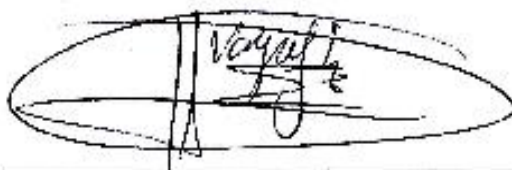
Dr. Juan Fernando Solís Aguilar

ASESOR:



Dr. Héctor Lozoya Saldaña

ASESOR:



Dr. Mateo Vargas Hernández



COORDINACIÓN DE MAESTRÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y seguirme superando.

A mis padres:

Sixto Javier Vázquez y Blanca Estela López Cruz

A mi esposa y mis hijos:

Martha Beatriz Arellano Niño a mis hijos Carlos Eduardo y Miguel Ángel,

Por apoyarme en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Postgrado en Protección Vegetal por darme los conocimientos necesarios para lograr una formación integral.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de Maestría en Ciencias.

Al Departamento de Parasitología Agrícola por los apoyos otorgados durante mis estudios en el Postgrado.

Al Dr. Juan Fernando Solís Aguilar por su apoyo durante la dirección y realización del presente trabajo.

Al Dr. Héctor Lozoya Saldaña por sus aportes académicos y formar parte del comité asesor.

Al Dr. Mateo Vargas Hernández, por las aportaciones realizadas en los datos estadísticos.

A los Profesores, administrativos, laboratoristas del postgrado

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales

Nombre: Miguel Ángel Javier López

Fecha de nacimiento: 02 de Julio 1976.

Lugar de nacimiento: Col. Tierra y Libertad, Municipio de Jiquipilas Chiapas.

Formación académica

Nivel medio superior: Preparatoria Emiliano Zapata, Col. Tierra y Libertad, Jiquipilas, Chiapas. (1992-1994).

Licenciatura: Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (1994-1999).

Posgrado (Maestría): Maestro en Ciencias en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (2011-2013).

Experiencia laboral

1999-2005: Trabajó en el Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Puebla

2005-2009: Trabajó como gerente general en la empresa agroforestal Oro Verde S.A. de C.V. en el Estado de Puebla.

2009-2010: Asesor independiente, Estado de Chiapas.

INDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 HIPÓTESIS.....	3
2.2 METAS.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Producción Mundial.....	4
3.1.1 Rendimiento.....	7
3.2 Producción Nacional.....	8
3.2.1 Producción de Frutas y verduras en México.....	10
3.3 <i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.....	12
3.3.1 Importancia.....	12
3.3.2 Distribución Mundial.....	13
3.3.3 Taxonomía y sinonimias.....	14
3.3.4 Hospederos.....	15
3.3.5 Biología.....	15
3.3.6 Daños.....	18
3.3.6.1 Daños directo (originados por la toxina).....	18
3.3.6.2 Daños indirectos (originados por el patógeno).....	19
3.4 <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	20
3.4.1 Taxonomia.....	21
3.4.2 Biología de CLs.....	22
3.4.3 Interacción Vector/patógeno.....	23
3.5 Muestreo de <i>B. cockerelli</i>	25
3.6 Métodos de control.....	26

3.6.1	Control químico.....	26
3.6.2	Manejo biotecnológico.....	27
3.6.3	Control biológico.....	28
3.6.4	Control cultural.....	28
3.6.5	Resistencia de materiales genéticos.....	29
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
4.1	Localización del sitio experimental.....	30
4.2	Establecimiento.....	30
4.3	Plaga objetivo	31
4.4	Descripción de material vegetal.....	31
4.5	Parámetro de medición.....	32
4.6	Diseño experimental.....	32
4.7	Tratamientos.....	33
4.7.1	Manejo convencional por el productor.....	33
4.7.2	Programa de agroquímicos.....	35
4.7.2.1	Muestreo.....	35
4.7.2.2	Frecuencia de muestreo.....	36
4.7.2.3	Umbral de acción.....	36
4.7.2.4	Calendario de aplicaciones.....	36
4.7.2.5	Interacción de la fenología del cultivo y la aplicación de Insecticida.....	36
4.7.3	Testigo absoluto.....	38
4.8	Evaluación de los tratamientos.....	38
4.9	Variables evaluadas	39
4.9.1	Fluctuación poblacional	39
4.9.1.1	Fluctuación poblacional de adultos.....	39
4.9.1.2	Fluctuación poblacional de ninfas.....	40
4.9.1.3	Fluctuación poblacional de huevecillos.....	40
4.9.2	Comportamiento temporal del insecto plaga.....	40
4.9.3	Vigor de los tratamientos.....	40
4.9.4	Rendimiento.....	41
4.9.5	Prueba de freído.....	41

4.9.6	Costos de producción.....	42
4.10	Análisis de datos.....	42
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
5.1	Temperatura optima en el desarrollo biológico de <i>B. cockerelli</i>	43
5.2	Fluctuación poblacional de <i>B. cockerelli</i> , con Temperatura y precipitación.....	43
5.3	Fluctuación poblacional y daño directo.....	45
5.4	Comparación económica entre tratamientos.....	46
5.5.	Resultados del análisis estadístico	47
5.5.1	Comparación de medias, del Vigor de los tratamientos.....	47
5.5.2	Comparación de medias del rendimiento/calibre.....	47
5.5.2.1	Comparación de medias del rendimiento/m lineal/calibre.....	49
5.5.2.2	Comparación de medias del rendimiento/hectárea/calibre.....	49
5.5.2.3	Comparación de medias del número de tubérculos/tratamiento.....	50
5.5.3.	Comparación de medias de la prueba de freído.....	50
VI.	CONCLUSIONES.....	51
VII.	LITERATURA CITADA	53
VIII.	ANEXO.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Países productores de papa (Faostat, 2012).....	4
Figura 2. Principales países productores (toneladas),(Faostat, 2013).....	5
Figura 3. Distribución mundial de la producción de la papa (Faostat, 2013).....	5
Figura 4. Importancia de productos agrícolas, por conceptos de ventas en USA, 2012.....	6
Figura 5. Consumo per cápita de papa en fresco y procesada, USA, 2012.....	7
Figura 6. Estados productores de papa en México.....	8
Figura 7. Precios de la papa en la central de abastos de Itztapalapa, México D. F (Año 2011 y 2012).....	10
Figura 8. Producción de frutas y verduras en México. SIAP, 2009.....	11
Figura 9. Distribución mundial de <i>Bactericera cockerelli</i>	14
Figura 10. Diferentes estadios biológicos de <i>B. cockerelli</i>	18
Figura 11. Localización del sitio experimental, Tres Marías, Huiczilac, Morelos.....	31
Figura 12. Dimensiones de la parcela experimental realizada en el ciclo verano, 2012.....	32
Figura 13. Muestreo de Adultos, ninfas y huevecillos de <i>B. cockerelli</i>	35
Figura 14. Fenología del cultivo y calendario de aplicaciones en el ciclo verano 2012.....	38
Figura 15. Corte transversal del tubérculo para prueba de freído.....	41
Figura 16. Escala propuesta para determinar el daño de <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	41
Figura 17. Temperaturas optimas de desarrollo de <i>B. cockerelli</i>	43
Figura 18. Dinámica poblacional de <i>B. cockerelli</i> , temperatura y precipitación.....	44
Figura 19. Fluctuación poblacional de <i>B. cockerelli</i> y el daño en campo con Punta Morada o Zebra Chip.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Calendario de aplicaciones de insecticidas para el control de <i>B. cockerelli</i> en el tratamiento “Manejo convencional” realizada por el productor cooperante, Morelos 2012.....	33
Cuadro 2. Calendario de aplicaciones de insecticidas para el control de <i>B. cockerelli</i> en el tratamiento “Programa de agroquímicos” en Morelos, 2012.....	37
Cuadro 3. Fechas de evaluaciones de los tratamientos de <i>B. cockerelli</i> en el cultivo de papa, Morelos 2012.....	39
Cuadro 4. Comparación económica entre tratamientos.....	46
Cuadro 5. Análisis de Varianza sobre el Vigor de las plantas entre tratamientos.....	47
Cuadro 6. Comparación de Medias entre los tratamientos, considerando el peso y número de tubérculos /metro lineal. Así como la estimación de rendimiento/ha, los datos se analizaron mediante la prueba de Tukey con un alpha de 0.05%.....	48
Cuadro 7. Análisis de Varianza en la Prueba de Freído de tubérculos realizado con un Diseño Completamente al Azar.....	50

PROGRAMA DE AGROQUÍMICOS PARA EL CONTROL DE *Bactericera cockerelli* (SULC.) EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO.

AGROCHEMICAL PROGRAM FOR CONTROL OF *Bactericera cockerelli* (SULC.) IN GROW POTATO (*Solanum tuberosum* L.) IN THE STATE OF MORELOS, MEXICO.

M. A. Javier López¹; J. F. Solís Aguilar²

RESUMEN

El psílido *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera:Triozidae) durante los últimos 10 años ha causado importantes pérdidas económicas en la producción de solanáceas en México, debido a que actúa como vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Los objetivos planteados en esta investigación, fueron determinar la fluctuación poblacional de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) realizada de julio a septiembre de 2012. Los tratamientos realizados fueron: programa de agroquímicos, manejo convencional como lo realiza el productor y el testigo absoluto. Se comparó el vigor de las plantas entre tratamientos, el costos de aplicación de insecticidas, rendimiento/ha, calibre (primera, segundas y terceras), y la severidad entre los tratamientos (prueba de freído). El costo fue menor en el tratamiento bajo un programa de agroquímicos, respecto al rendimiento y calibres, no hubo diferencia significativa, mientras que en la severidad al someterla a la prueba de freído fue menor en el tratamiento bajo el programa de agroquímicos.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, costos/ha, rendimiento, papa.

ABSTRACT

The psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc.) (Hemiptera: Triozidae) during the last 10 years has caused significant economic losses in the production of solanaceous in Mexico, because it acts as a vector of the bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*. The objectives in this research were to determine the population dynamics of *Bactericera cockerelli* (Sulc) in growing potato (*Solanum tuberosum* L.) was conducted from July to September 2012. The treatments performed were agrochemicals program, conventional management is done by the producer and the absolute control. We compared the vigor among treatments, insecticide application costs, yield / ha, size (first, second and third), and severity between treatments (frying test). The cost was lower in the treatment under a program of agrochemicals, regarding the performance and gauges, no significant difference, while the severity when subjected to frying test was lower in the treatment under the program of agrochemicals.

Key words: *Bactericera cockerelli*, costs / ha, yield, potato.

¹Tesista de la Maestría en Protección Vegetal. Parasitología Agrícola. UACH./Thesis writer

² Profesor-investigador del Departamento de Parasitología Agrícola. UACH./Thesis director

1.- INTRODUCCIÓN

La papa forma parte importante del sistema alimentario mundial. Es el cuarto cultivo en importancia después de trigo, arroz y maíz, y su producción anual representa el 50% de la producción mundial de todas las raíces y tubérculos. El mayor flujo comercial, tanto a nivel mundial como en América Latina, se realiza como papa fresca y procesada. A pesar de que la producción nacional equivale sólo a 0.17% del total de la producción mundial en nuestro país el cultivo de papa está dentro los primeros cuatro principales en superficie, después de trigo, maíz y avena (Faostat, 2011).

En los últimos años la producción de este tubérculo tanto nacional como en el resto del mundo, se enfrenta a crecientes costos de producción derivados en gran medida por la demanda en calidad del producto, la presión de plagas en los campos agrícolas, la escases de agua, la reducción en el uso de pesticidas, sin perder de vista la calidad y los rendimientos. Como una herramienta para lograr estos objetivos, es la utilización de un Manejo Integrado de Plagas (MIP) y manejo integrado del cultivo (MIC). Debido a que la oferta y demanda en los precios, está ligada en gran medida a los problemas fitosanitarios, desde el siglo IX, en los años 60 el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), que ocasionó la hambruna en Irlanda, hasta hoy día los insectos vectores de agentes Fitopatógenos como *Bactericera cockerelli* (Sulc), han incrementado los costos de producción y repercutiendo en el todo el eslabón productivo hasta el consumidor final (Munyanaza, 2012).

En México a *Bactericera cockerelli* se le asocia con dos enfermedades contagiosas: “permanente del tomate” y “punta morada de la papa-manchado del tubérculo” y recientemente con la enfermedad de la papa denominada “Zebra Chip” a la cual se le ha relacionado a la bacteria recién descrita *Candidatus Liberibacter solanacearum* como agente causal; en tomate se le ha encontrado en Sinaloa y Estado de México (Ling et al., 2011; Munyanaza 2009a), en chile en Sinaloa y Michoacán (Camacho et al., 2011; Munyanaza 2009b) y en papa en Coahuila, Estado de México, Guanajuato y Puebla (DGSV-CNRF, 2011; Rubio-Cobarrubias et al., 2011)

2. OBJETIVO

Realizar un programa de agroquímicos para el control de *Bactericera cockerelli* Sulc. basado en su dinámica poblacional.

2.1. Objetivo particular

- Comparar: el rendimiento por calibres (primeras segundas y terceras), el vigor de las plantas y el costo de aplicación de insecticidas entre los tratamientos evaluados.
- Determinar mediante pruebas de freído del tubérculo el daño ocasionado por *Bactericera cockerelli* (Sulc.) como vector de *Candidatus Liberibacter solanacearum*

2.2. Metas

Proponer un sistema de manejo de *B. cockerelli*, basado en la dinámica poblacional de las plagas, manejo racional y oportuno de productos químicos convencionales y alternativos, con el objetivo de disminuir la incidencia de plantas virosas con síntomas de Punta Morada o Zebra chip que permitan al agricultor obtener mejores y mayores cosecha de papa.

3.- REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Producción Mundial.

La papa es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz. La producción anual de papa representa aproximadamente la mitad de la producción mundial de todas las raíces y tubérculos. El producto llega a más de mil millones de consumidores de todo el mundo; dentro de este total, figuran 500 millones de consumidores de los países en vías de desarrollo, cuya dieta básica incluye la papa.

En la última década la producción ha fluctuado alrededor de 300 millones de toneladas al año. Los volúmenes alcanzados dependen, por una parte, de la superficie sembrada, y por los rendimientos alcanzados. Éstos, a su vez, dependen en gran medida de las tecnologías de producción y de las condiciones meteorológicas que se presenten las cuales determinan la tuberización y la presencia de plagas y enfermedades.

La figura 1 y 2 muestra que países son productores de papa a nivel mundial, así como los principales países productores de este cultivo, entre ellos: China, India, Estados Unidos, Rusia, Alemania, Bangladesh, Ucrania, Países Bajos y Reino Unido (Faostat, 2011).

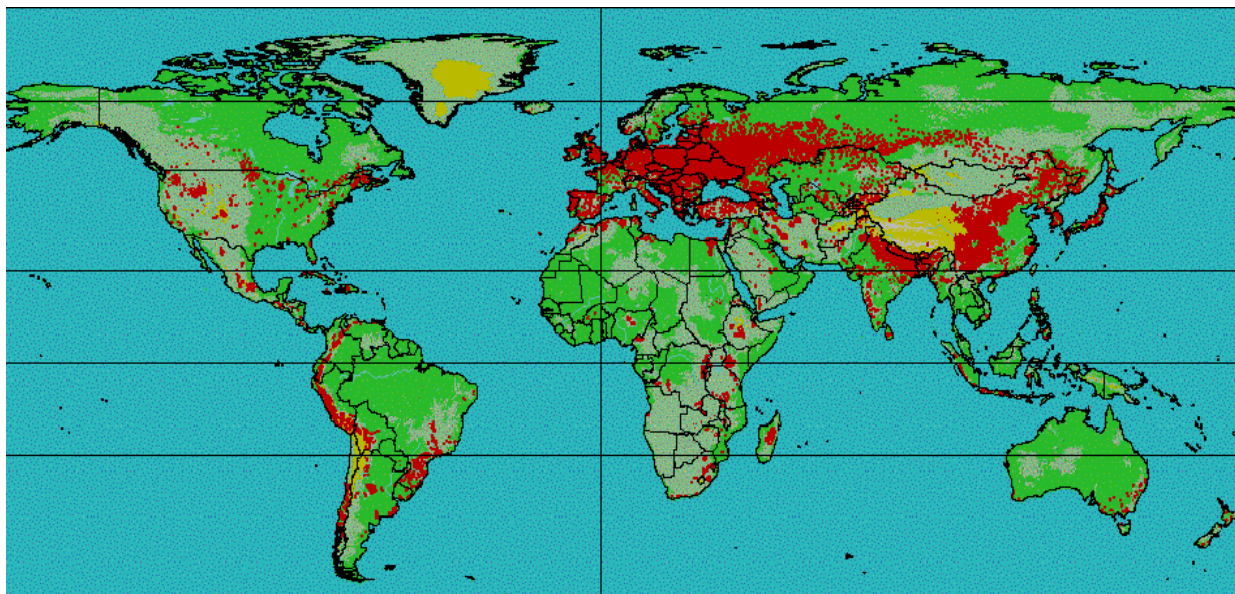


Figura 1. Países productores de papa (FAOSTAT, 2011)

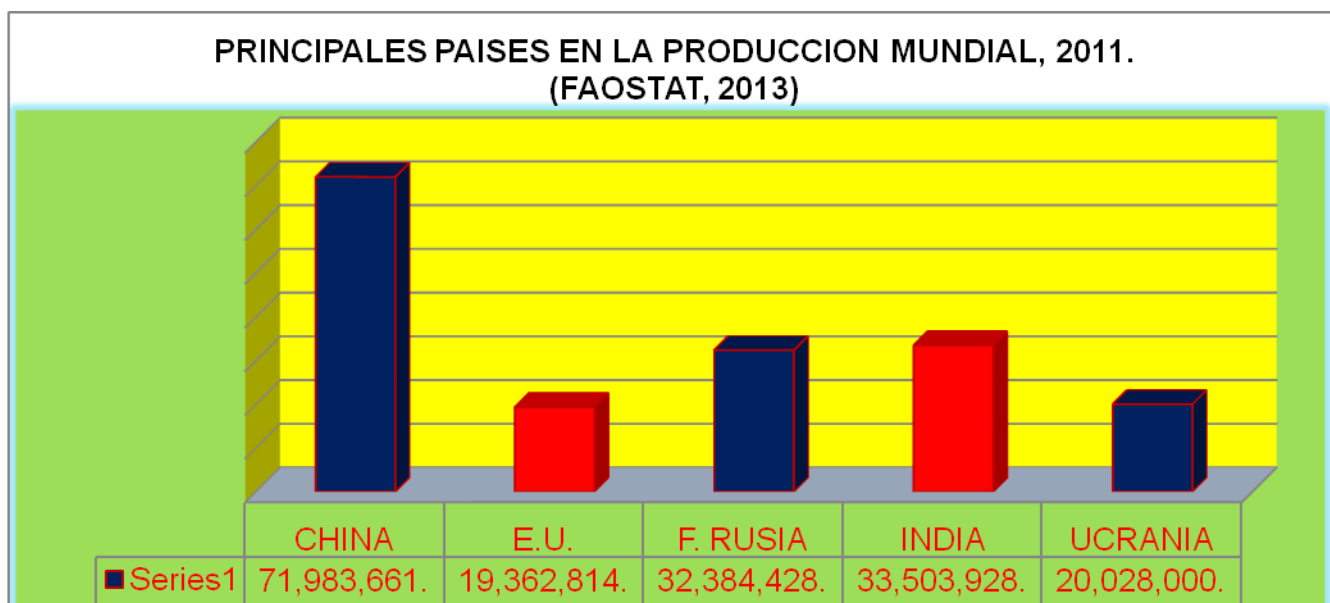


Figura 2. Principales países productores (toneladas) (Faostat, 2013).

Asia concentra el 44%, seguido de la Unión Europea con el 38%, América con el 12% y África con el 6 % de la producción (figura 3).

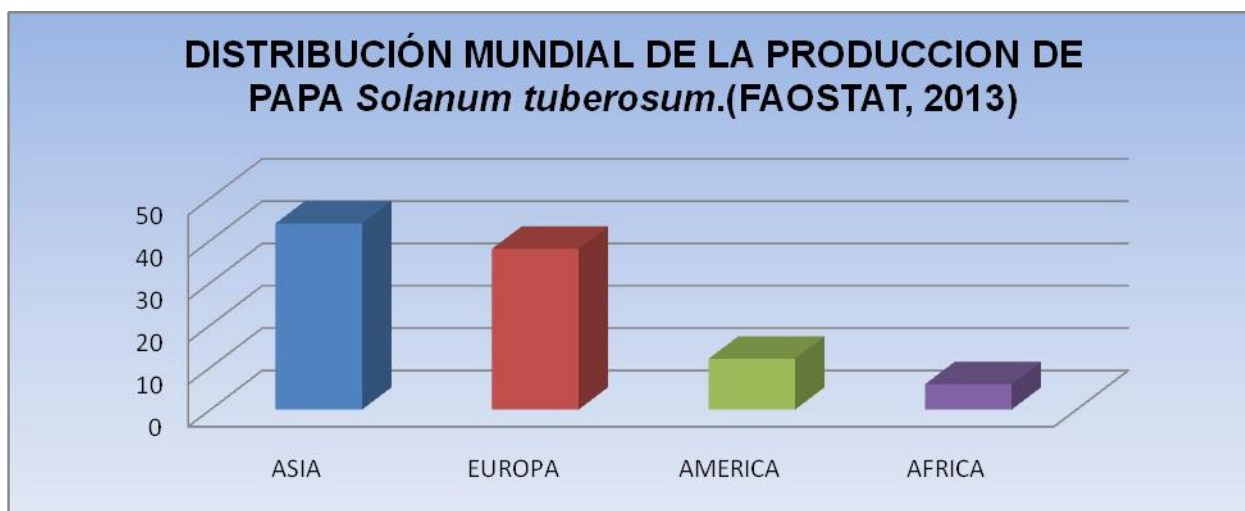


Figura 3. Distribución mundial de la producción de *Solanum tuberosum*. (Faostat, 2013)

De acuerdo a la FAO (Faostat, 2011), la mayoría de los países de Europa, con excepción de los Países Bajos, experimentaron una reducción sustancial del área dedicada al cultivo de la

papa. Entre las principales razones que motivaron esta tendencia cabe mencionar las siguientes:

- Cambios en los hábitos de alimentación, que pasaron del consumo de papa fresca al consumo de cereales, frutas y verduras que a su vez se convirtieron en elementos importantes de la dieta.
- La reducción del uso de la papa como alimento para animales.

El subsidio en los precios de las exportaciones de cereales y semillas oleaginosas como parte de la Política Agrícola Común de la Comunidad Europea indujeron a muchos pequeños agricultores a recortar el área destinada al cultivo.

De acuerdo al Servicio Nacional de Estadística en los Estados Unidos, de varios productos agropecuarios, la papa es uno de los importantes en generar ingresos por conceptos de ventas, le siguen la leche, huevo, aves de corral, acuicultura, tal como se refleja en la figura 4. (New Agricultural Statistics Service, 2012).

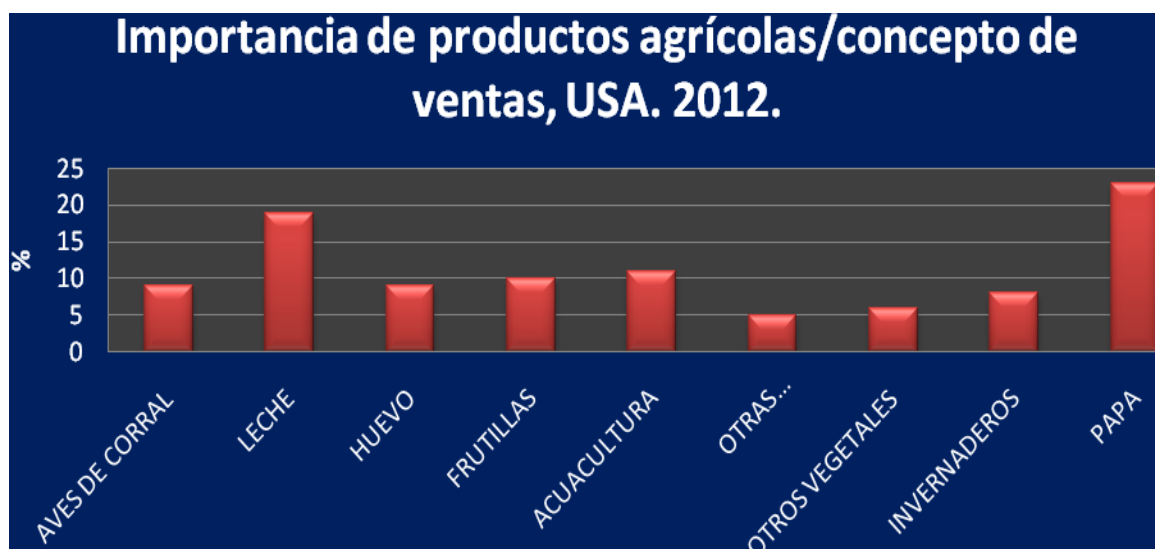


Figura 4. Importancia de productos agrícolas por conceptos de ventas en USA. 2012.

El grado de preferencia del consumo en Estados Unidos per cápita de papas destinada a la industria (congeladas, rebanadas, deshidratadas o enlatadas) y el consumo en fresco se aprecia en la figura 5.

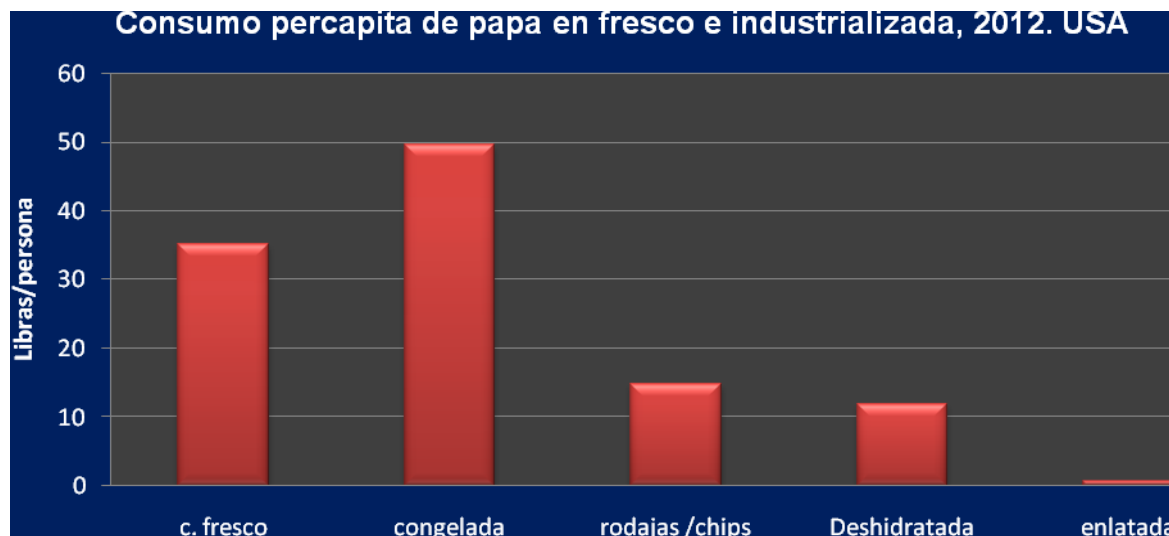


Figura 5. Consumo per cápita de papa en fresco y procesada en USA, 2012.

3.1.1. RENDIMIENTOS

Países Desarrollados.

Los niveles más altos de productividad (35 t/ha a 42 t/ha) se registran en la zona norte de Europa Occidental (Bélgica, Francia, los Países Bajos y el Reino Unido) y Estados Unidos. La productividad en Europa Oriental y en la zona ocupada por la ex Unión Soviética es mucho menor; a saber, 17 t/ha en Polonia y 12 t/ha en Ucrania (Faostat, 2011).

Países en Vías de Desarrollo.

La productividad anual promedio en Asia, África, América Latina y El Caribe se elevó en 44%, 25% y 71 %, respectivamente durante las tres últimas décadas. El aumento del nivel de productividad en Asia resultó especialmente sorprendente ya que se produjo al mismo

tiempo que la rápida extensión del área cultivada. El acceso a medios de irrigación cada vez mayores, a fertilizantes químicos y a variedades mejoradas de papa, facilitó en gran medida este aumento de los niveles de productividad.

3.2. PRODUCCION NACIONAL

La papa es una de las principales hortalizas que se producen en México; ocupa el 5° lugar, en cuanto a su consumo a nivel nacional. Debido a su valor nutritivo y energético, es un alimento básico y necesario en la dieta de los mexicanos. Su cultivo y las diversas labores que involucra representa una gran importancia económica y social para 21,600 familias que dependen de su cultivo; alrededor de 8,700 productores están involucrados en la producción, la cual genera 17,500 empleos directos y 51,600 empleos indirectos con 6.9 millones de jornales/año, el valor de su producción es alrededor de 500 millones de dólares y genera inversiones por un monto de 1,950 millones de dólares (CONPAPA, 2010).

El cultivo de este tubérculo se realiza actualmente en 22 estados de la República Mexicana. Los estados productores (figura 6) por orden de importancia son: Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Chihuahua, Estado de México, Veracruz, Michoacán, Jalisco, Puebla, Baja California Sur, Guanajuato, Zacatecas, Tlaxcala, Coahuila, Chiapas, Baja California Norte; Hidalgo, Morelos, Tamaulipas, Distrito Federal, Durango y Oaxaca(SIAP 2012).



Figura 6.Estados Productores de papa (*Solanum tuberosum* L) en México (estados productores de color amarillo).

En el año agrícola 2011 se ubicó en el lugar 17 por la superficie sembrada, del orden de las 54,500 hectáreas, con un rendimiento promedio nacional de 26.2 toneladas por hectárea, lo que representó un volumen de producción de 1,433 millones de toneladas. De éstas, 56% se destinó al mercado en fresco; 29%, a la industria, y 15% a semilla. Se cultiva tanto en los ciclos primavera- verano (abril a septiembre), como en el de otoño-invierno (de octubre a marzo), bajo condiciones de temporal y riego respectivamente.

La papa es una hortaliza que tiene diversos usos: en fresco, para el consumo humano en la elaboración de diversos platillos gastronómicos, como materia prima en la elaboración de forrajes para el consumo animal, y en la industria química, para la extracción de alcohol y fabricación de licores, esencias, aromas, entre otros.

La distribución del cultivo de acuerdo a la zona de producción y rendimiento del cultivo en México es de la siguiente manera (INIFAP, 2011):

- Zona Centro (14, 548 ha, con un rendimiento promedio de 21.5 tn/ha)
- Zona Noroeste (24,365 ha, con rendimientos de 28.4 tn/ha)
- Zona Noreste (4,540 ha, y rendimientos promedios de 35.0 tn/ha)
- Zona Bajío (3,551 ha, con rendimientos de 37.2 tn/ha)
- Zona Sur (1,940 ha, y rendimientos de 13.5 tn/ha.

Así también, las variedades más utilizadas son: Fiana (40%), Alpha (10%), Gigant (10%), Atlantic (10%), *Otras (27%) y **Mexicanas (10%).

* (Caesar, Mondial, Vivaldi, Fetsina, Elfe, Agata, Snowden, Hertha, Escort, Timate)

** (Tolloacan, Rosita, Yema, San José, Marciana, Malinche)

De acuerdo al uso que tiene por destino la producción, el 55% es para el consumo en fresco, el 29 % va para la industria y el 16 % se destina para semilla (CONPAPA, 2010).

La Secretaría de Economía a través del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SE Y SNIIM, 2013) señala que los precios en el 2011 fueron un poco estable, un promedio de \$ 8 pesos por Kg, mientras que en el año 2012 los precios más altos fueron en los meses de julio, agosto y septiembre, pero en noviembre y diciembre tuvo descenso en el precio que oscilo en los \$ 6 pesos, como lo muestra la figura 7.

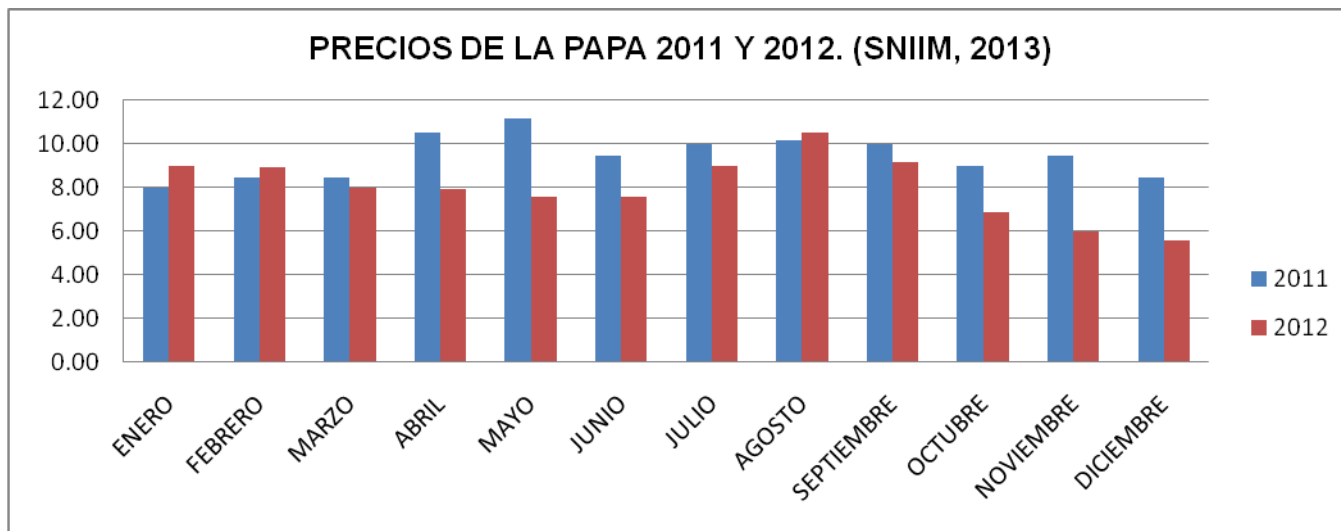


Figura 7. Fluctuación de precios de la papa en la central de abastos, Itztapalapa, México D.F. en los años 2011 y 2012 (SNIIM, 2013).

3.2.1. PRODUCCION DE FRUTAS Y VERDURAS EN MEXICO.

De acuerdo al SIAP (2009), las frutas y hortalizas se dividen en dos vertientes, la primera de acuerdo al volumen de producción y la segunda en cuanto al valor en el mercado:

- 1).- Volumen de producción: en grado de importancia se tiene: la naranja, plátano, tomate, chile verde, limón, papa, aguacate, cebolla, sandia, piña y papaya.
- 2).- valor monetario: aguacate, tomate, papa, chile verde, plátano, limón, naranja, cebolla, sandia, papaya.

La papa en cuanto al volumen de producción se encuentra en el sexto lugar, pero en cuanto a la generación de recursos por concepto de las ventas se encuentra en el tercer lugar, lo

que nos da indicador de la importancia que tiene el cultivo en cuanto a la producción y el grado de aceptación en el mercado (Figura 8).

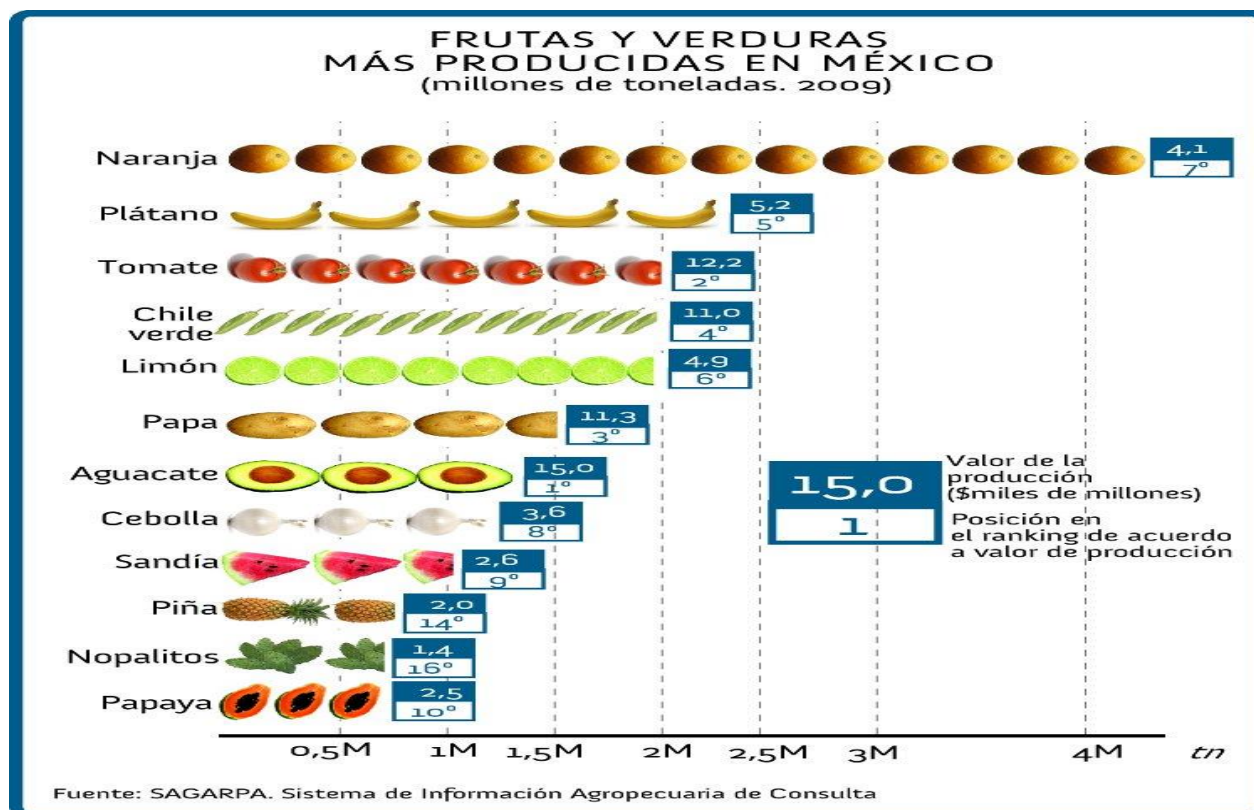


Figura 8. Producción de frutas y Verduras en México, de acuerdo al SIAP, 2009.

El cultivo durante sus cuatro meses de intenso cuidado tiene un sin número de problemas para obtener el producto final que culmina con la obtención de los tubérculos; que va desde la logística de la producción, el grado de tecnificación, la escasez de mano de obra, el aumento en el precio de los insumos agrícolas, la irregularidad de la época de lluvias, el intermediarismo, y el problema fitosanitario de plagas y enfermedades, el cual está estrechamente ligado a la etapa fenológica del cultivo.

Dentro de los insectos vectores de importancia agrícola están la mosca blanca y las chicharritas debido a los problemas de origen viral que transmiten, de igual forma, *B. cockerelli* en los últimos 10 años ha mitigado la producción del cultivo y afectado a toda la cadena que es producción, transformación y consumidor, generando cuantiosas pérdidas

en las zonas paperas. A este insecto se le asocia como vector potencial de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* ya que altera el metabolismo de la planta y acumula una alta concentración de azúcares en el tubérculo provocando un quemado en las papas al momento de ser freído.

3.3. *Bactericera cockerelli* (Sulc).

3.3.1. Importancia

A principios de 1900, *B. cockerelli*, tenía el potencial de ser un insecto explosivo y perjudicial (Sulc, 1909). Fue en las décadas de 1920 y 1930, que *B. cockerelli* se convirtió en una plaga grave y destructiva de la papa en muchas partes del suroeste de Estados Unidos, dando lugar a una nueva enfermedad que llegó a ser conocido como " psílicos amarillos " (Richards, 1933).

En los últimos años, los productores de papa, tomate y pimiento en diversas áreas geográficas del mundo han sufrido grandes pérdidas económicas asociadas con brotes de psílicos de la papa (Munyanzeza, 2012). El daño que representa a cultivos de solanáceas se debe principalmente a la asociación del psílido con la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Crosslin *et al.*, 2012).

Munyanzeza *et al.* (2011) reportaron pérdidas de rendimiento debidas a los psílicos y daños ZC entre el 43 y el 93% en algunas variedades comerciales de papa. La industria de la papa estima pérdidas anuales de \$ 25 millones de dólares (CNAS, 2006; Rosson, 2009).

Los costos para el control del psílido de la papa han aumentado dramáticamente en los últimos años ya que el promedio en EE.UU era de \$ 300 dólares (fluctuando entre los \$ 170 y hasta \$ 590 dólares por ciclo/acre) en el suroeste y el centro de Estados Unidos (Guenthner *et al.*, 2011).

En Nueva Zelanda, el psílido de la papa y la LSO ha costado a la industria por lo menos \$ 22.5 millones en la temporada 2010-2011 (Ogden, 2011).

En México, y Honduras, se han reportado perdidas hasta el 60% de los cultivos de papa y las aplicaciones de insecticidas han aumentado en un 300% en algunas zonas (Rubio-Covarrubias *et al.*, 2011). Diversos países han implementado cuarentenas para mitigar los riesgos, exigiendo pruebas para LSO antes de importar productos (Crosslin *et al.*, 2010).

En 2012, Costa Rica prohibió temporalmente las importaciones de papa con la detección del psílido y LSO en Nicaragua (Costa Rica-MAG, 2012).

3.3.2. Distribución Mundial

En la figura 9 se observa como es que se ha dispersado el psílido *Bactericera cockerelli* (Sulc) en los diferentes países.

En los Estados Unidos se ha reportado en los estados de Texas, Nebraska, Colorado, Kansas, Wyoming, Nuevo México, Arizona, Nevada, California, Idaho, Oregon y Washington (Munyanza *et al.* 2012; Crosslin *et al.* 2012).

En América: México, Guatemala, Honduras, Nicaragua (Munyanza, 2012)

Europa (Finlandia, Noruega y Suecia) (Munyanza, 2012)

Mediterráneo (España y Islas Canarias) (Alfaro-Fernández *et al.*, 2012)

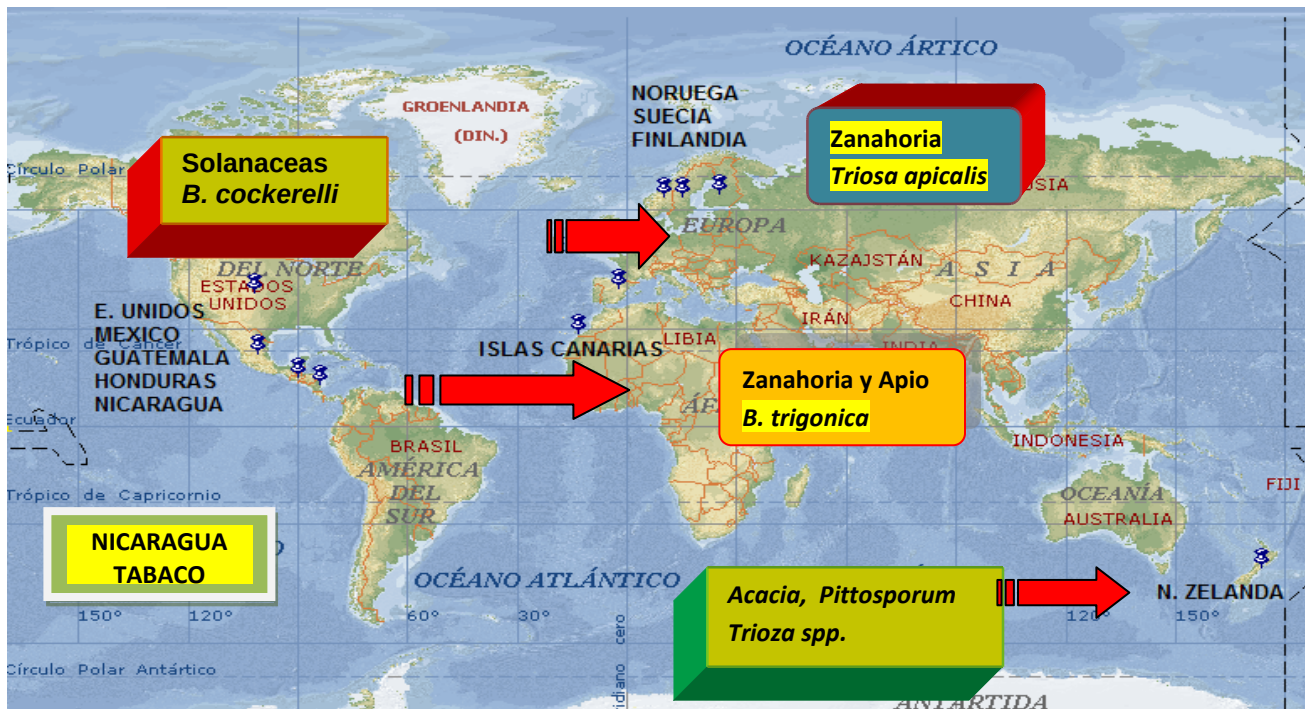


Figura 9. Distribución Mundial de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Munyanza, 2012, 2013).

3.3.3. Taxonomía y sinonimias

Según Hodkinson, 2009, la clasificación es la siguiente:

Orden: Hemiptera

Sub-orden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Psyllidae

Genero: *Bactericera*

Especie: *Bactericera cockerelli* (Sulc)

Bactericera cockerelli ha recibido diferentes nombres de acuerdo con Burckhardt y Lauterer (1997), sus sinonimias son:

Trioza cockerelli Sulc, 1909

Paratrioza ocellata, Crawford, 1910

Paratrioza pulchella, Crawford, 1911

Paratrioza pulchella flava, Crawford, 1914

Paratrioza ocellata var. Flava, Crawford, 1911

Paratrioza cockrelli, Crawford, 1991

Eubactericera cockerelli, Li, 1994

Bactericera cockerelli (Sulc), Burkhardt y Leuterer (1997)

3.3.4. Hospederos

A *Bactericera cockerelli* (Sulc) se le encuentra principalmente en las plantas de la familia de las solanáceas, incluyendo cultivos como la papa, el tomate, tomate verde, el pimiento y berenjena, pero también se reproduce y se desarrolla en una gran variedad de especies no cultivadas como la hierba mora (*Solanum spp.*), (Essig, 1917; Pletsch, 1947; Butler y Trumble, 2012). Recientemente en Nicaragua se encontró afectando tabaco (Munyaneza, 2013)

Los adultos han sido colectados en plantas con numerosas familias, incluyendo: Pinaceae, Salicaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Brassicaceae, Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Lamiaceae, Poaceae, Menthaceae, y Convolvulaceae (Wallis, 1955; Puketapu y Roskruge, 2011).

3.3.5. Biología

Adultos: Tamaño promedio es de 1.3 a 1.9 mm, cuerpo de color de verde pálido en la emergencia, de color verde oscuro o marrón en el plazo de 2-3 días, hasta tener la coloración gris o negro. Presentan prominentes líneas blancas o amarillas en la cabeza y el tórax, bandas dorsales blancuzcas en los primeros y últimos segmentos abdominales. (Pletch, 1947; Wallis, 1955).

Tórax: Es de color blanco amarillento con manchas café bien definidas; la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo con venación bien marcada.

Abdomen: Las hembras con cinco segmentos visibles mas el segmento genital, este es de forma cónica en vista lateral. En la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de “Y” con los brazos hacia la parte terminal. Los machos tienen 6 segmentos visibles más el genital, el último se encuentra plegado sobre la parte media dorsal del abdomen. Son activos en contraste con los estadios ninfales. la longevidad varia entre los 16 y 97 días, las hembras suelen vivir dos o tres veces más que los machos, en función de la planta huésped. La hembra tiene un periodo de pre-oviposición que puede comenzar a los 3 a 25 días distribuyendo entre 5 y 50 huevecillos en 24 horas y el período de oviposición comienza a los 21 a los 28 días; con una fecundidad media de 330 huevos por hembra durante su vida, la relación sexual es 1:1 (figura 10) (Yang *et al.*, 2010; Butler y Trumble, 2012).

Huevos: Miden en promedio 0.2 mm diámetro, son de forma de globo alargado (ovoides), de color amarillo intenso a anaranjado; en uno de sus extremos tiene un filamento parecido a un hilo (0.1 a 0.3 mm), con el cual se adhiere a la superficie de las hojas o tallos, se depositan individualmente, principalmente en el haz, el envés, en tallos e incluso en flores y frutos, prefiere ovipositar en los brotes de las plantas. Las hembras ponen numerosos huevos en una sola hoja, eclosionan entre 3-15 días después de la oviposición dependiendo de las temperaturas ambientales (figura 10)(Yang *et al.*, 2010; Butler y Trumble, 2012).

Ninfas: Son de forma oval, aplanados dorso-ventralmente, parecidos a escamas, presenta cinco estadios ninfales, (Wallis, 1955). El par de ojos bien definidos y de color rojizo, con un par antenas visibles. Tienen una franja de filamentos a lo largo de los márgenes laterales. Durante el tercer estadio, los paquetes alares, de color claro y visible (figura 10).

El desarrollo ninfal depende de la temperatura y la planta huésped; oscila en un rango de 12 a 24 días, promedio de 15.4 días; los primeros cuatro instares puede ocurrir entre los 2.4 y 3 días y el quinto instar en 4 días dependiendo de las condiciones ambientales (Figura 10) (Yang y Liu, 2009;. Yang *et al.*, 2010).

Primer estadio: Paquetes alares bien definidos, generalmente tienen una coloración naranja pálido, las antenas con los segmentos basales cortos y gruesos, adelgazándose hasta el finalizar en un pequeño segmento con dos setas. Los ojos son notorios tanto en vista dorsal como ventral y son de color anaranjado, el tórax, con paquetes alares y la división del cuerpo poco notables.

Segundo estadio: Es más notorio la división entre cabeza, tórax y abdomen, la cabeza presenta una coloración amarillenta, los ojos presentan un color anaranjado oscuro. El tórax es de color verde amarillento y los paquetes alares son visibles, se aprecia un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos abdominales.

Tercer estadio: La división entre cabeza, tórax y abdomen es fácilmente apreciable. La cabeza es de color amarillo y las antenas bien definidas. Ojos de color rojizo. El tórax, presenta un color verde amarillento y se observa con mucha facilidad los paquetes alares. El abdomen es de color amarillo y ensanchado.

Cuarto estadio: El tórax de color verde amarillento, la segmentación de las patas esta bien definida y se aprecia en la parte terminal de las tibias posteriores dos espuelas, así como los segmentos tarsales y un par de uñas, los paquetes alares están bien definidos, la coloración del abdomen es amarillo a verdoso.

Quinto estadio: La cabeza y el abdomen presentan una coloración verde claro; el tórax una coloración un poco más oscura, En la cabeza, las antenas están bien definidas y seccionadas en dos partes por una hendidura; la parte basal es gruesa y la parte apical filiforme. Las patas están bien definidas, los paquetes alares están claramente definidos, sobresaliendo del resto del cuerpo. El abdomen es semicircular y presenta un par de espiráculos encada uno de los cuatro primeros segmentos.

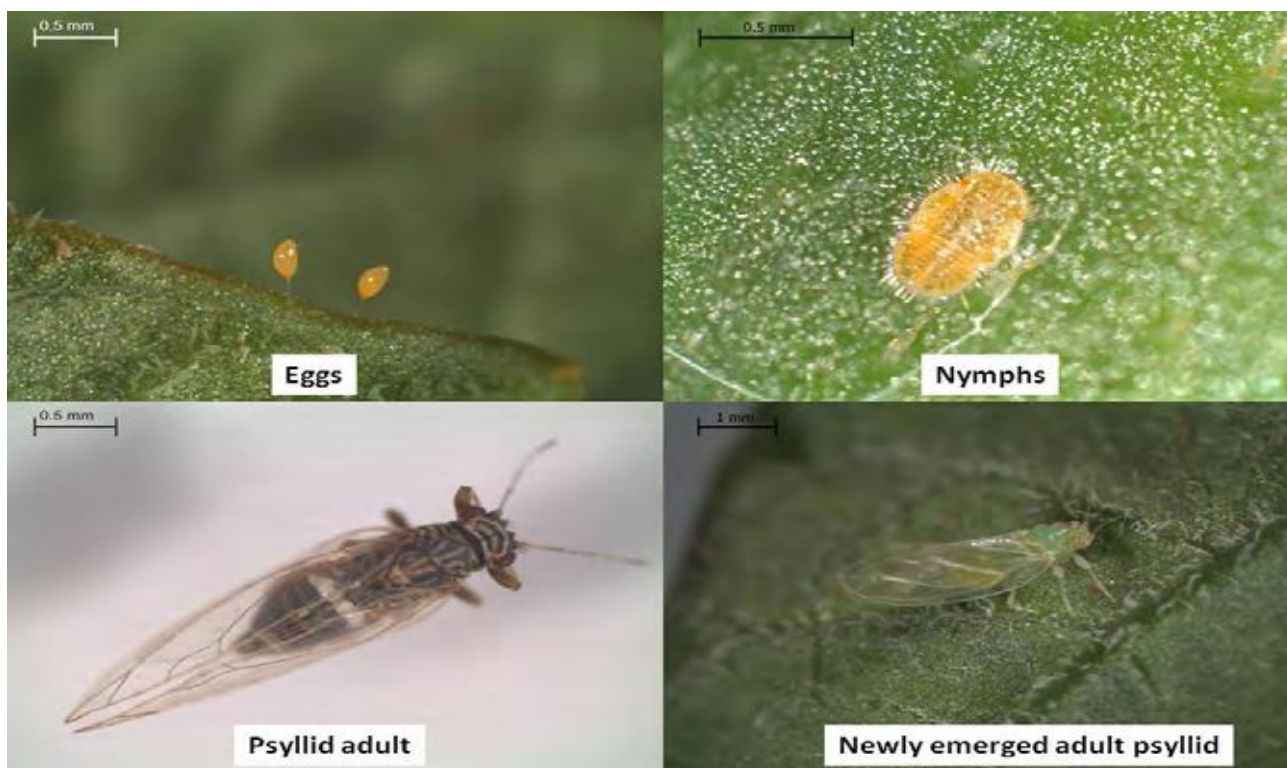


Figura 10. Diferentes estadios biológico de *Bactericera cockerelli* (Sulc). Cortesía: Rondon's Irrigated Agricultural Entomology Lab (A.Murphy).© Oregon State University

3.3.6. Daños

3.3.6.1. Daños directos (originados por la toxina)

Garzon, *et al* (2010) mencionan que los daños toxiníferos son provocados por el pulgón saltador a quien se le atribuyó la enfermedad del “amarillamiento de la papa” debido a los procesos de alimentación de las ninfas en la planta, ya que por el estilete también inoculan toxinas, y al retirar las ninfas de las hojas y observar que los síntomas desaparecían lentamente, asimismo la planta tendía a recuperar su color verde normal.

Diversos investigadores han aportado mayores elementos sobre el efecto de la toxina de *Bactericera* en las plantas de papa y tomate, sin embargo, en algunos casos estos son contradictorios y provocan confusión, pues algunos investigadores dicen que además del amarillamiento en papa, “las hojas apicales tienen folíolos ondulados y morados”, síntomas

que están más relacionados con los de la punta morada de la papa que con los causados por la toxina. Otros aspectos contradictorios son los referidos a la disminución y acumulación de almidón en papa reportada por (Eyer, 1937 y Leach, 1940), respectivamente (Garzón, 2002).

En el cultivo de tomate, la misma toxina era la causa de una nueva enfermedad sobre los tomates del Sur de Texas, a los que les causaba una disminución en el rendimiento y menor calidad de los frutos, originando pérdidas económicas (Janes, 1936).

Daniels (1954) separó los síntomas en a) primarios; consistentes en un retraso en el crecimiento de la planta con hojas de color púrpura y b) secundarios; con distorsión de follaje, clorosis, estímulos en la floración, menor cantidad de frutos y de tamaño pequeños. Con base en lo anterior se puede hacer notar que la literatura internacional consideraba a *Bactericera cockerelli*, solamente como un insecto toxinífero.

3.3.6.2. Daños indirectos (originados por el patógeno)

Como se ha mencionado diversos investigadores han corroborado que *B. cockerelli* vive en simbiosis con la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, en este proceso es capaz de infectar a las plantas de papa y causar los síntomas de punta morada o Zebra Chip.

Tubérculos: Los síntomas de ZC o punta morada en los tubérculos de papa se observa una necrosis del tejido vascular concomitante “manchas o pecas necróticas” de tejidos internos y un estriado de los tejidos medulares radiales. A consecuencia de esto disminuyen los niveles de los sólidos en el tubérculo y en contraste, aumentan los niveles de azúcares reductores, afectando significativamente la calidad de procesamiento. Ya que durante el freído, las hojuelas de papa procesadas muestran áreas oscuras, rayas, estriados, haciéndolas comercialmente inaceptables (Buchman *et al.*, 2012).

Miles G. P. (2010) menciona que los niveles de iones lixiviados son significativamente más altos en tubérculos afectados con ZC comparados con tubérculos libres de ZC, las células

muertas rodean las lesiones de la región medular parenquimatosa, el anillo vascular y el cortex de tubérculos afectados por ZC.

Follaje: Los síntomas foliares asociados con ZC o punta morada, existe un enrollamiento hacia arriba de la parte superior de la hoja, acompañados de coloración amarillenta o púrpura, proliferación de yemas axilares, entrenudos acortados, tubérculos aéreos, clorosis foliar, y muerte de la planta rápida (Munyaneza, 2012).

3.4. *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Estudios realizados en los Estados Unidos y Nueva Zelanda mostraron que Zebra Chips y punta morada se asocian con una especie de la bacteria *Liberibacter*, llamada *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Esta bacteria se encuentra relacionado con los liberibacters asociados con Huanglongbing o enverdecimiento de los cítricos (Lin *et al.*, 2011).

Warrick. *et al.* (2012) mencionan que *CLs*, es una bacteria limitado al floema Gram-negativa que se transmite por insectos vectores, siendo un patógeno de importancia económica en cultivos de solanáceas y zanahoria en América, Nueva Zelanda, Europa Islas canarias, Suecia y Noruega.

Lin *et al.* (2011) citan que "*Candidatus Liberibacter solanacearum*", es una alfa-proteobacteria que es transmitida por *Bactericera cockerelli* Sulc. Lo adquiere a este patógeno como parte de su microflora intestinal y lo transmite cuando se alimentan de savia del floema.

Liefting *et al.* (2009) describe, que esta bacteria tiene una morfología en forma de varilla, mide aproximadamente 0,2 micras de ancho y 4 micras de largo. De manera similar a otros liberibacters, *CLs* se transmite de las plantas a las plantas por injerto y por vectores de psílidos

(Munyanzeza 2012 y Sengoda et al 2009). Mencionan que el patógeno se trasmite de forma transovárica y horizontalmente a *Bactericera cockerelli* al alimentarse de plantas infectadas.

Nelson *et al.* (2011) hace mención a tres haplotipos de Lso que han sido descritos. Dos haplotipos (A y B) están asociados con enfermedades causadas por esta bacteria en papas y otras plantas solanáceas, mientras que el tercero (C) se asocia con las zanahorias enfermas y el psílido *T. apicalis*. Estos tres encontrados en: Guatemala, Honduras, México, Estados Unidos Finlandia y Nueva Zelanda. Así también Munyanzeza *et al.*(2012) menciona un cuarto haplotipo (D) colectado en zanahorias infectadas por el psílido *B. trigonica* , encontrado en España y las Islas Canarias.

Nachappa *et al.* (2011) menciona que Lso es sensible a temperaturas altas y bajas, siendo la optima entre 27 y 32 °C . Estas temperaturas son muy similares a la óptima del psílido para la reproducción y desarrollo.

Lin *et al.* (2011) aisló y secuenció el genoma de Lso así como los métodos de detección que incluyen tanto convencional y cuantitativo en reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

3.4.1 Taxonomía: de acuerdo con (Liefting *et al.* 2008; CNBI, 2010)

Phylum: Proteobacteria

Clase: Alphaproteobacteria

Orden: Rhizobiales

Familia: Rhizobiaceae

Género: *Candidatus Liberibacter*

Especie: *C. L. solanacearum*

3.4.2. Biología *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Ca. L. solanacearum, carece de un sistema de fosfotransferasa, la cual sirve para el transporte de azúcares a través de la membrana celular, pero que codifican una sola glucosa / galactosa. Una vez que *Ca. L. solanacearum* coloniza el tejido del floema de la planta de papa, tiene acceso a grandes cantidades de sacarosa, fructosa y glucosa. Así como una amplia gama de sustratos, incluyendo succinato, fumarato, oxaloacetato, malato. Dado que las cuatro compuestos, especialmente malato, pueden servir como una fuente de carbono primaria para apoyar la respiración, es posible que *Ca. L. solanacearum* también puede utilizar malato como una fuente de carbono durante la colonización de plantas de papa, además de la glucosa (Munyanza *et al.*, 2012).

Transporte y asimilación

Los transportadores de iones codificada por el *Ca. L. solanacearum* demostraron múltiples componentes transportadores: fosfato, nitrato, zinc, y manganeso. Además, también ha adquirido un grupo de genes que participan en el transporte de hierro y la asimilación ya que se ha asociado con la virulencia y su expresión es generalmente inducida en respuesta a la limitación de hierro en la planta de papa (Munyanza *et al.*, 2012).

Ciclo celular, el crecimiento y división

Las proteínas CtrA, GCRA y DnaA, son los principales reguladores del ciclo celular bacteriana y pueden ser de inhibidores de moléculas pequeñas destinadas a perturbar el crecimiento y la replicación. La pared celular bacteriana y la maquinaria de síntesis también puede ser un objetivo para el tratamiento de ZC, basado en la eficacia de los beta-lactámicos como la penicilina (Lin *et al.*, 2011).

Replicación del ADN y reparación

Lin *et al.* (2011) describen que los procesos bacterianos codifican a tres proteínas implicadas en la replicación y reparación del ADN, LexA, DnaE y RADC que se activan en respuesta a una exposición de los rayos UV o temperatura.

La Proteína LexA se activa como respuesta a la exposición de rayos UV y activa la maquinaria de reparación del ADN.

La DnaE está implicada en la síntesis de DNA, e induce a la enzima polimerasa para facilitar la síntesis del DNA que tengan altas tasas de error.

La proteína RADC se encarga de hacer las reparaciones de las cadenas de ADN rotas.

Vías Biomolecular del transporte asociado con la virulencia.

La proteína ferritina y los grupos de genes implicados en la absorción y retención de tiamina y hierro están estrechamente relacionados en la patogénesis de la enfermedad de ZC.

Los genes como la NTTA y transportadores FTR1 podrían estar implicados en el desarrollo de la enfermedad, causando el agotamiento de la energía y la asimilación de nutrientes del huésped (Lin *et al.*, 2011).

3.4.3. Interacción vector/patógeno/planta.

Poco se sabe sobre las interacciones planta-vector de patógenos, especialmente por los mecanismos que el psílido adquiere y transmite la bacteria CLs a la papa y otras plantas hospederas. Pearson *et al.* (2010) con el uso de gráficas de Penetración eléctrica (EPG), analizaron el comportamiento de penetración del estilete psílido mientras se alimentan. Ellos consideran que el patógeno (CLs) es adquirido durante la ingestión del floema en una planta infectada y es transmitida a otras durante la regurgitación con la secreción salival de la vaina del estilete del insecto que entra a las células epidérmicas y parenquimatosas de la planta de papa.

Todo indica que la principal forma en que los psílidos adquieren y diseminan a CLs es al alimentarse de plantas infectadas ya que el periodo latente CLs (tiempo que transcurre desde la adquisición inicial CLs a la capacidad de transmitir el patógeno) en el psílido es de aproximadamente dos semanas después de un período de adquisición de 8-24 h en plantas de patata infectadas con CLs. La bacteria se transmite también transováricamente en el psílido a una velocidad relativamente alta (Munyaneza *et al.*, 2012).

Buchman *et al.* (2011) demostraron que los psílidos adultos son vectores eficientes de LSO, ya que la exposición de una planta de papa sana y sometida a 20 adultos infectados son capaces de transmitir la enfermedad en una hora. Mientras que un solo adulto es capaz de transmitir la enfermedad en un plazo seis horas.

Navarre *et al.* (2009) encontraron altos niveles de aminoácidos y compuestos fenólicos en los extractos de tubérculos sintomáticos aumentando 8 veces la concentración de tirosina en los tubérculos infectados, lo que puede provocar el necrosamiento en las células. Así también el Ácido salicílico, que tiene la función de defensas de las plantas, se encontró en concentraciones muy altas en tubérculos infectados.

Wallis y Chen (2011) mencionan que los tubérculos infectados poseen importantes niveles de peroxidasa, polifenol oxidasa, quitinasa y β -1,3-glucanasa. Los aumentos observados en fenoles, aminoácidos y enzimas asociadas con la defensa se correlacionaron significativamente con la gravedad de los síntomas.

Nissinen *et al.* (2012) encontraron altas concentraciones de compuestos fenólicos y algunos aminoácidos en las raíces de plantas de zanahoria atacados por CLs infectada por *T. apicalis*. Alvarado *et al.* (2012) cita que la alta concentración de fenoles y la enzima polifenol oxidasa en tallos fue dos veces más alto, ambos sirven para explicar la rápida decoloración marrón del tejido dañado observado en plantas y tubérculo derivados de la oxidación.

3.5. Muestreo de *B. cockerelli* (Sulc)

Todas las tácticas de manejo para el control del patógeno están dirigidos contra el vector ya que es esencial para una control eficaz de esta plaga la detección temprana y el manejo de este insecto es crucial para minimizar reproducción psílido en el campo y la propagación del complejo punta morada o ZC.

Butler y Trumble (2012) hacen mención que el uso de trampas amarilla con pegamento o trampas con cacerola de agua solo sirven para el monitoreo, no se recomiendan para la estimación de la densidad de población.

Henne *et al.* (2010), realizaron comparaciones de trampas pegajosas de diferentes colores y la utilización de trampas de luz de neón de color verde, siendo esta última mas efectiva en la captura de adultos. Para el muestreo de huevos y ninfas se necesita el uso de una lupa de campo (Butler y Trumble, 2012).

Martini *et al.* (2012) ha desarrollado un método denominado "método de la hoja de lavado o LWM" para extraer de forma rápida y contar las ninfas de las hojas. El método de muestreo consiste en sumergir las hojas infestadas en agua fría para eliminar el polvo y la arena, luego pasarlas en agua caliente a 85 ° C durante 5 segundos, la extracción de las ninfas es a través de de un embudo con una malla de tela de organza.

Butler y Trumble (2012) mencionan que la distribución espacial y temporal del psilido es más alta en las orillas del campo al principio, pero si no se controla en tiempo y forma se extiende por todo el cultivo. Además, demostraron que los psílidos se concentran en las partes superior y media de la planta de papa y en el envés de las hojas. Y determinó que el tamaño de muestra es de 12 a 16 plantas por muestra para poder llegar a una decisión sobre el tratamiento basado en umbrales de acción de 0 psílidos por planta.

3.6. Métodos de control

3.6.1. Control Químico

Butler y Trumble (2012) y diversos autores hacen mención, que el psílido de la papa se ha tratado de controlar pero es difícil ya que se necesita la realización de una buena cobertura, especialmente con insecticidas de contacto, debido a que se encuentran principalmente en el envés de las hojas.

Durante las diferentes etapas de la vida, requieren el uso de insecticidas específicos, por lo tanto, es necesario tener cuidado en la selección y aplicación de estos. Los productos de uso común para controlar el psílido incluyen: acefato, metamidofos, tiacloprid, buprofezin, abamectina, cipermetrina, deltametrina, lambda-cihalotrina, esfenvalerato, spinosad, espirotetramat, imidacloprid, tiametoxam, espiromesifeno, dinotefuran, piriproxifeno, pimetrozina.(Henne, 2011)

El psílido transmite la bacteria Lso en pocas horas de la colonización de una planta de papa enferma a una sana (Buchman et al., 2011; 2012), por lo tanto el control debe comenzar inmediatamente después de la detección de los insectos en los campos.

Hasta mediados de la década de 2000, el control se basó en los piretroides y organofosforados para el control de psílicos, pero estos insecticidas no proporciona el control adecuado y muchos productores aún sufrieron daños severos y pérdidas debido a la ZC (Guenthner et al., 2011). El mismo autor, menciona actualmente el uso de insecticida sistémico neonicotinoide al momento de la siembra, seguido por las aplicaciones de insecticidas foliares a intervalos.

Se ha estimado que los costos asociados con el control es en EE.UU. \$ 170 dólares hasta \$ 590 dólares por acre, (1 acre= 4047 m²) por un promedio de 6 a 10 aplicaciones de insecticidas, a pesar de que con estas aplicaciones algunos productores no obstante, han reportado pérdidas de hasta el 75%. (Munyaneza, 2012)

En México y en algunos países de América Central, donde el psílido está presente todo el año, las aplicaciones semanales de insecticidas dirigidos contra el adulto de la papa son comunes. Sin embargo, en todas estas regiones geográficas, existe la preocupación de que los programas con insecticida podrían conducir a la resistencia (Rubio-Covarrubias *et al.*, 2011).

Henne *et al.* (2012) menciona que los insecticidas convencionales tienen una eficacia limitada en el control de Zebra Chip, ya que pueden no matar el psílido con la suficiente rapidez para evitar la transmisión CLs, a pesar de su eficacia en la reducción de la población total. Las estrategias más valiosas y eficaces para controlar Zebra chip sería probablemente los que desalientan la alimentación del vector, tal como el uso de plantas que son resistentes a la alimentación psílido o que son menos preferidos por el insecto.

Yang *et al.* (2010) demostraron que el extracto de planta de *Chenopodium ambrosioides* tenía repelencia significativa en adultos en un 77.2 a 95.4%, y fuertemente disuadidos durante la oviposición (hasta el 100%).

De manera similar, Trumble (2012) han demostrado que los compuestos volátiles de disulfuro de dimetilo y varios aceites esenciales de plantas son eficaces en repeler el psílido de la papa y se podría incorporar en los programas de MIP.

3.6.2. Manejo biotecnológico

El uso de la Biotecnología está ganando terreno ya que el RNA de interferencia (RNAi) y los Receptores nucleares son una estrategia para controlar plagas de insectos vectores de plantas. Los científicos actualmente se están enfocando a la secuenciación genética y ven a futuro que los Receptores Nucleares uno de ellos el gen E75 en otros insectos, como una alternativa para desarrollar productos biorracionales específicos que afecten directamente en el proceso hormonal de insectos durante la ecdisis o en la eclosión de los huevecillos (Farbach *et.al.*, 2012).

El mismo autor, menciona que utilizaron la tecnología de pirosecuenciación para identificar los genes diana y RNAs sintético, que fueron diseñadas para bloquear las actividades proteicas y los chaperones moleculares que están implicados en los procesos biológicos por otras proteínas plegables y estabilizadores del insecto. (Farbach *et.al.*, 2012).

Wuriyangan *et al.* (2011) demostró que la inducción de los efectos específicos de RNAi en *B. cockerelli* por inyección y adquisición oral de inductores de dsRNA y RNAi dirigidos que RNAm se expresan en el intestino, dando como resultado una mortalidad significativa del insecto.

Henne *et al.* (2012) menciona que el uso de antibióticos y fosfitos metálicos se están estudiando para visualizar los efectos para el control del psílido.

3.6.3. Control Biológico

El psílido de la papa es atacado por una serie de enemigos naturales, incluyendo larvas chrysopas, coccinélidos, geocoridos, anthocoridos, míridos, nabidos, larvas de syrphidos, y el parasitoide *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) y *Metaphycus psyllidis* (Hymenoptera: Encyrtidae), pero poco se sabe acerca de sus efectos sobre las poblaciones de psílicos (Butler y Trumble, 2012 ; Liu *et al.*, 2012).

Lacey *et al.* (2011) mencionan que, diversos hongos entomopatógenos, incluyendo *Beauveria bassiana* , *Metarhizium anisopliae* , y *fumosorosa isaria* , se han determinado como enemigos naturales de *B. cockerelli* , causando mortalidad del psílido hasta el 99 y el 78% en condiciones de laboratorio.

3.6.4. Control Cultural

Poco se sabe acerca de qué prácticas culturales pueden ayudar a mitigar los daños causados a los cultivos de papa por ZC. Los estudios realizados por Munyaneza *et al.* (2010) y Treviño *et al.* (2011) indicaron que en algunas zonas del Valle del Río Grande al sur de Texas, plantado cultivos de papa (diciembre-enero) son más susceptibles a las

lesiones psílido y ZC que los cultivos plantados (febrero-marzo). Las razones es que se cree que el psílido pasa el invierno a lo largo del Río Bravo entre Texas y México y migra hacia el norte con el aumento de las temperaturas.

3.6.5. Resistencia de material genético

La resistencia vegetal es reconocida como uno de los pilares fundamentales del manejo integrado de plagas, MIP utilizando los parientes silvestres de los cultivos son la principal fuente de resistencia; su transferencia al cultivo puede ser mediante hibridación o por la técnica del injerto. (Kogan, 1990)

Munyanzeza *et al.* (2012) mencionan que el desarrollo e identificación de variedades de papa o líneas de mejoramiento con resistencia o tolerancia a ZC, son cruciales para el desarrollo de para esta enfermedad de la papa. Desafortunadamente, se ha demostrado que la mayoría de las variedades de patata comerciales disponibles actualmente en los Estados Unidos y en otros lugares son susceptibles a la ZC.

Curti *et al.* (2010) Utilizó plantas de papa transgénicas, mediada por *Agrobacterium* que lleva genes que afectan al insecto después de ser expuesto a LSo, observando una reducción del inóculo bacteriano en los tejidos de la planta.

IV.- MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. Localización del sitio de experimentación

El presente trabajo se realizó en el estado de Morelos en el municipio de Huiczilac, zona limítrofe entre los Estados de México, Morelos y el Distrito Federal, las coordenadas donde se realizó el experimento son: 19° 07' 70" de latitud Norte y 99° 16' 29" de latitud Oeste y una altura de 3011 metros sobre el nivel del mar (Figura 11). El propietario del cultivo fue el C. Sr. Carlos Piña, el predio es denominado Llano Grande, perteneciente a la localidad de el Capulín, del municipio de Huiczilac en el estado de Morelos, México.

Esta región en años anteriores se ha caracterizado por la siembra de granos básicos como maíz, avena y cebada. Pero debido a diversos factores como son: los altos costos de producción, los problemas fitosanitarios, falta de mano de obra y la poca rentabilidad de los mismos, han motivado que algunos productores cambien sus esquemas productivos de granos básicos a hortalizas como la papa principalmente.

Productores de la región del Valle de Toluca han llegado con toda su maquinaria y tecnología a explotar la tierra en el cultivo de papa; el principal factor que los orilla a tomar esta decisión son los problemas fitosanitarios como mosca blanca, y *Bactericera cockerelli* ya que éste último se ha establecido en la zona papera de Toluca causando severos daños en la producción aumentando los costos de producción, derivados de las constantes aplicaciones de insecticidas para controlar el psílido.

4.2. Establecimiento

El área experimental se estableció el 16 de mayo del 2012, utilizando semillas de papa (*Solanum tuberosum* L) de la variedad Fiana II, la cual se trajo del Estado de Michoacán, y culmina con la obtención de los tubérculos el día el 29 de septiembre del 2012.

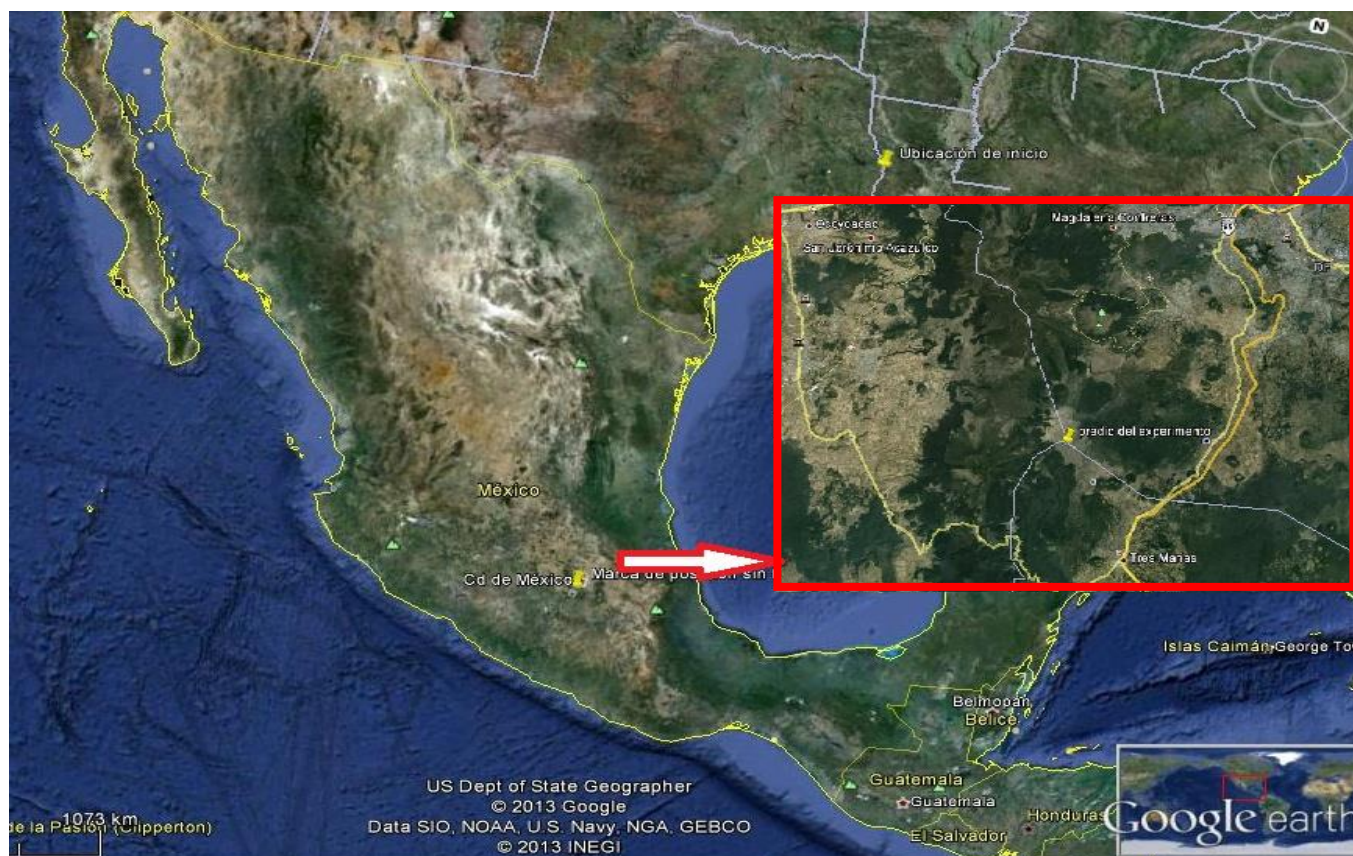


Figura 11. Localización del experimento: coordenadas 19°07'701'' de latitud Norte y 99° 16'301'' de longitud Oeste.

4.3 Plaga objetivo

Se realizó un manejo sobre el principal vector de Punta Morada o Zebra Chip en el cultivo de papa en verano de 2012 (Mayo - septiembre), *Bactericera cockerelli* (Sulc).

4.4 Descripción del material Fianna II

Es originaria de Holanda, tubérculos ovalados y alargados, calibre grande a muy grande, piel amarilla, carne amarilla clara, rendimiento alto, maduración semitardía. Follaje medio, Flor de color blanca y brote azul. Buena resistencia a PLRV y Sarna Común. Buen comportamiento a *Phytophthora infestans* y al Virus PVY .Muy buena para mercado en fresco y procesado (Chips).

4.5 Parámetro de medición

Las evaluaciones se realizaron a partir de la emergencia del cultivo hasta la cosecha del tubérculo. Para la estimación de la dinámica población del insecto, se evaluó el número de ninfas, y adultos y huevecillos de *B. cockerelli*.

4.6 Diseño experimental

El experimento se planteó bajo un diseño de comparación de medias con tres tratamientos y cuatro repeticiones como se muestra en la figura 12, con dimensiones 13.5 m X 132 m teniendo un área de **1785.00 m²**.

Unidad experimental Las dimensiones para cada uno de los **tratamientos** fueron de 4.5 m X132 m, teniendo un área de **594.00 m²**. Realizando cuatro repeticiones. Cada **repeticón** con medidas de 33m X4.5 m y un área de **148.50 m²**. Teniendo un **área útil** compuesta de 5 surcos, tomando el **central** y dejando 1.5 m de orilla, en la tomas de datos.

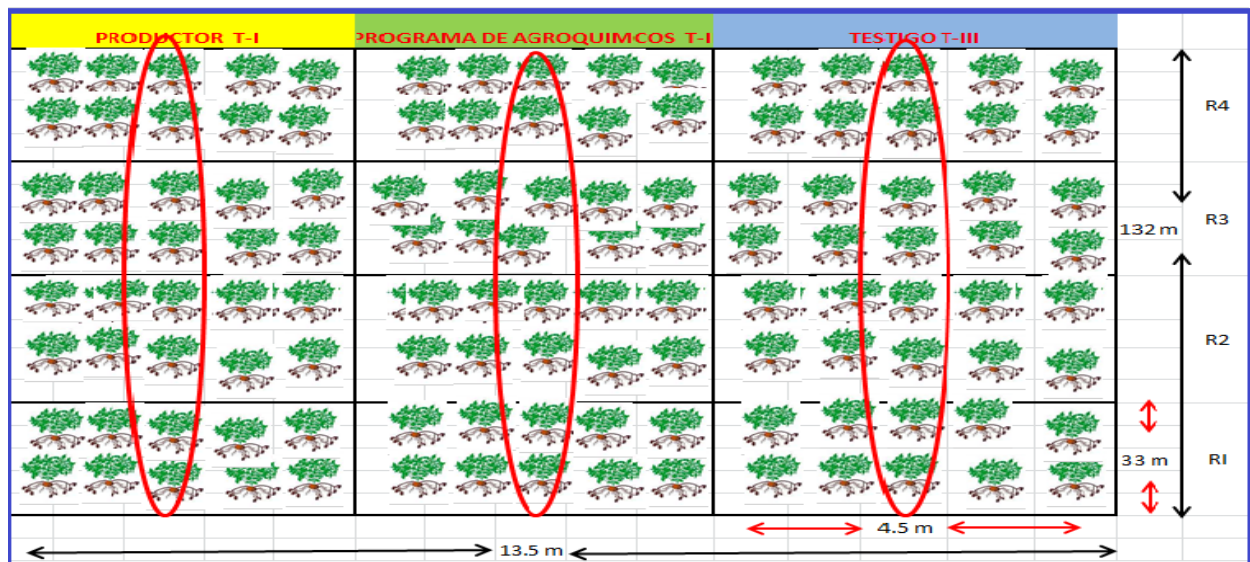


Figura 12. Dimensiones de la parcela experimental, utilizado en el ciclo verano 2012, Morelos.

4.7 Tratamientos

Se utilizaron tres tratamientos para el control de *B. cockerelli* durante todo el ciclo del cultivo. Para cada tratamiento, salvo el testigo, se realizó una aplicación al fondo del surco al momento de la siembra y posteriormente se realizaron cada siete días después de la emergencia del cultivo. Las aplicaciones fueron en base al monitoreo de la plaga, en el cuadro 1 y 2 se muestran los plaguicidas que fueron aplicados durante la investigación.

Para llevar a cabo la aplicación de los tratamientos, se utilizó una aspersora de motor marca ARIMITSU con una, previa calibración del equipo con un gasto de 500 L de agua / ha. Se usó la dosis comercial de los productos aplicados en los tratamientos.

4.7.1 Manejo convencional por el productor:

Este tratamiento lo llevó a cabo el productor cooperante para el manejo del insecto plaga. En el cuadro 1 se muestra el número la fecha de aplicación, nombre comercial, ingrediente activo, formulación y la dosis comercial que se aplicó.

El productor cooperante en la toma las decisiones de aplicar o no, una medida de control ya sea química o biológica, normalmente no realiza un previo monitoreo, ni calibración del equipo de aplicación. De tal forma que realiza al menos 2 aplicaciones de Insecticidas por semana en un lapso de 3-4 días cada uno, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Calendario de aplicaciones de insecticidas para el control de *Bactericera cockerelli* Sulc. de forma convencional por el productor cooperante, Morelos, 2012.

SEMANA	FECHA	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE TÉCNICO (i. a.)	FORMULA CIÓN	DOSIS/HA L ó Kg	COSTO /SEMANA
Fondo del surco al mmto. de la siembra	16 MAY	Furadán	Carbofuran	5G	40-50 kg/ha	1500.00
		Imidacrón	Imidacloprit	GD	0.5-0.7 kg /ha	
1 semana *(DDE)	21 JUN	Tamarón	Metamidofos	CE	1-1.5 l/ha	540.00
		Clutch	Clotianidin	GDA	0.15-0.2 kg/ha	

2 semana	28 JUN	Curacrón Lannate	Profenofos Metomilo	CE PS	1 l/ha 0.25- 0.5 kg/ha	800.00
3 semana	05 JUN	Clutch Mitac	Clotianidin Amitraz	GDA CE	0.15-0.2 kg/ha 2 l/ha	1050.00
4 semana	12 JUN	Ambush Vydate	Permetrina Oxamil	CE SC	0.2-0.4 kg/ha 1-2 l/ha	250.00
5 semana	19 JUN	Gallo 200 Lucaban	Cypermctrina Clorpirifos	CE CE	0.37-0.5 kg/ha 1-2 l/ha	250.00
6 semana	26 JUN	Plenum Danadim	Pimetrozina Dimetoato	GS CE	.80 kg/ha 1 l/ha	275.00
7 semana	02 AGO	Actara	Tiametoxan	GD	0.6-0.8 kg/ha	650.00
8 semana	09 AGO	Thiodan	Endosulfan	CE	1.5-2 l/ha	250.00
9 semana	16 AGO	Clutch	Clotianidim	GDA	0.15-0.2 kg/ha	600.00
10 semana	23 AGO	Talstar Xtra	Bifentrina+ abamectina	CE	1.5-2.0 l/ha	650.00
11 semana	30 AGO	Lannate	Metomilo	PS	0.25- 0.5 kg/ha	100.00
12 semana	06 SEP	Tamaron	Metamidofos	LS	1.5-2.0 l/ha	150.00
13 semana	13 SEP	Thiodan	Endosulfan	CE	1.5-2.0 l/ha	120.00
14 semana	29 SEP	Lannate	Metomilo	PS	0.25- 0.5 kg/ha	130.00
15 semana	06 SEP	Sin aplicación				
16 Semana	13 SEP	Sin aplicación				
17 Semana	29 SEP	cosecha				
COSTO TOTAL POR APLICACIÓN DE INSECTICIDA DURANTE EL CICLO DE PRODUCCION						\$ 7315.00

*DDE= después de la emergencia

4.7.2 Programa de agroquímicos

Se tomaron en consideración las actividades preventivas como son: la dosificación, el intervalo de aplicaciones, tal como lo establece la etiqueta de seguridad de los productos, calibración del equipos de aplicación, protección al aplicador y al medio ambiente (Buen Uso y manejo de agroquímicos), umbrales de acción para determinar cuando, donde y que aplicar dependiendo el estado biológico del insecto.

4.7.2.1 Muestreo.

El método de muestreo fue visual apoyado con una lupa de campo, se realizó en el surco central y tomando 10 plantas por repetición del tratamiento.

Muestreo de adultos y huevecillos: se realizó en el primer tercio de la planta tomando un foliolo/planta, esta actividad se realizó en 10 plantas del surco central de cada repetición del tratamiento, como se observa en la siguiente figura.

Monitoreo de ninfas: se observaron visualmente en 10 plantas con ayuda de una lupa de campo, se tomó un foliolo del tercio medio de la planta y registrando la presencia o ausencia de la misma. Dando un total de 40 plantas muestreadas por tratamiento.



Figura 13. Muestreo de Adultos, ninfas y huevecillos de *Bactericera cockerelli* Sulc en dos estratos de la planta.

4.7.2.2 Frecuencia de muestreo

Se realizó cada siete días, a partir de la emergencia, hasta dos semanas antes de aplicar el herbicida desecante; esta práctica se realiza para que el tubérculo tubericice y pueda ser cosechado posteriormente en unos 10-15 días máximo.

4.7.2.3 Umbral de acción

Debido a la importancia de la plaga y a la eficiencia que tiene en transmitir la bacteria CLs “punta morada” o zebra chip, el umbral de acción es prácticamente cero. Quiere decir que al momento de detectar la presencia de algún individuo, se deberá realizar un manejo con productos específicos para su control ya sea para huevecillos, ninfas o adultos.

4.7.2.4 Calendario de aplicaciones

Se aplicaron productos químicos dependiendo del estadio del psilido (Huevo, ninfa o adulto), de acuerdo a un previo muestreo para determinar el producto a aplicar (Cuadro 2). Y la dosis media para cada uno fue de acuerdo a las indicaciones de la etiqueta.

4.7.2.5 Interacción de la fenología del cultivo y aplicación de insecticidas.

El muestro de los diferentes instares como se indicó anteriormente, al detectar los primeros individuos se procedía a realizar las aplicaciones acorde a la fase biológica de la plaga.

En la Figura 14, se puede ver la interacción de las etapas fenológicas y las aplicaciones de insecticidas, como lo reporta la literatura, el periodo crítico del cultivo son los primeros 45 días después de la emergencia que esté libre de insectos vectores para que se obtengan rendimientos óptimos.

Cuadro 2. Calendario de aplicaciones de productos utilizados para el control de *B. cockerelli* Sulc en el Programa de Agroquímicos, Morelos 2012.

SEMANA	FECHA	Nombre Comercial	Nombre Técnico(i. a.)	Formulación	Dosis/Ha L ó Kg	Costo /semana
Momento de la siembra	16 MAY	Sivanto	Flupiradifurone	LM	0.5 L/HA	1500.00
Semana 1	21 JUN	Sin aplicación*				
Semana 2	28 JUN	Sin aplicación				
Semana 3	05 JUN	Bio crak	extracto de ajo	SL	1-3 l/ha	\$ 280.00
Semana 4	12 JUN	Oberon	Spiromesifen	SC	0.4-0.6 l/ha	\$ 900.00
Semana 5	19 JUN	Sin aplicacion				
Semana 6	26 JUN	Engeo	Thiametoxam + L- cialotrina	SC	0.25 lt/ha	\$ 450.00
Semana 7	02 AGO	Bio crak	extracto de ajo	SL	1-3 l/ha	\$ 280.00
Semana 8	09 AGO	Calipso	Thiacloprid	SC	0.15-0.3kg/ha	\$ 600.00
Semana 9	16 AGO	Sin aplicación				
Semana 10	23 AGO	Sin aplicación				
Semana 11	30 AGO	Sin aplicación				
Semana 12	06 SEP	Sin aplicación				
Semana 13	13 SEP	Sin aplicación				
Semana 14	29 SEP	cosecha				
COSTO TOTAL POR APLICACIÓN DE INSECTICIDAS DURANTE EL CICLO DE PRODUCCIÓN						\$ 4010.00

La aplicación del **Sivanto® (flupiradifurone)**, se realizó al fondo del surco en el momento de la siembra ya que la residualidad es de al menos 30 a 45 días. Al detectar los primeros adultos, se aplicaron productos de acción de repelencia como el **Bio-krac® (extracto de ajo)** y para los estadios ninfales se realizaron aplicaciones de productos como el **Oberon® (Spiromesifen)** que tiene acción contra este estadio. El **Engeo® (Tiametoxan+lambda cialotrina)** se aplicó en la detección de adultos.

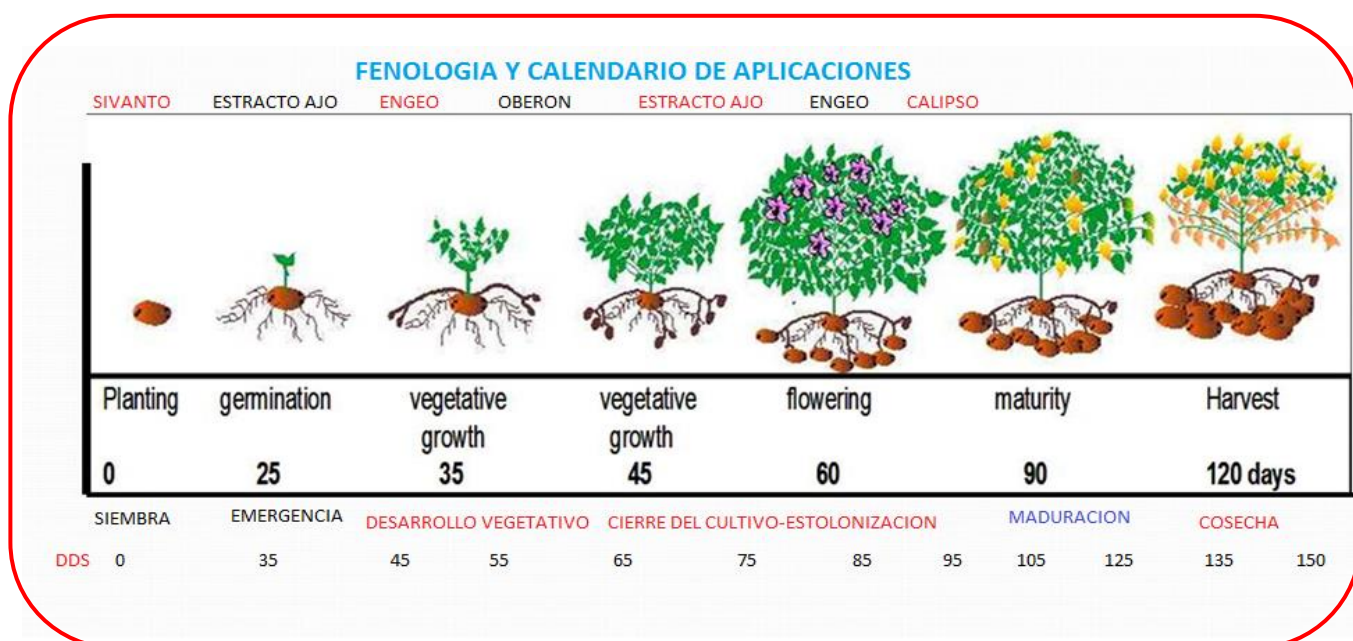


Figura 14. Fenología y calendario de aplicaciones en el ciclo verano 2012 en Mpio. de Huiczilac, del estado de Morelos 2012.

4.7.3 Testigo o control. Se planteó un tratamiento donde no se realizó alguna aplicación para el manejo de *B. cockerelli* y que sirvió para comparar los resultados obtenidos.

4.8 Evaluación de los tratamientos

Esta actividad se comenzó a los 16 días del mes mayo (después de la primera aplicación de los tratamientos al fondo del surco), culminándose hasta el día 29 de septiembre del año

2012 (última evaluación). El cronograma de evaluaciones durante los meses de julio a septiembre de 2011 en la presente investigación se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Fechas de evaluaciones de los tratamientos de *Bactericera cockerelli* Sulc en el cultivo de papa en Tres Marías, Morelos. 2012.

Fecha	Número de evaluación	Fecha	Número de evaluación
16 de mayo	1	09 de agosto	9
21 de junio	2	16 de agosto	10
28 de junio	3	23 de agosto	11
05 de julio	4	30 de agosto	12
12 de julio	5	06 de septiembre	13
19 de julio	6	13 de septiembre	14
26 de julio	7	29 de septiembre	15
02 de agosto	8		

Al momento de la siembra se realizó una aplicación a toda la parcela experimental con (Furadan 5G) con una dosis de 40 kg/ha para evitar el daño de las gallinas ciegas (*Phyllophaga* spp.), gusanos de alambre (Elateridos), nematodos y otras especies de insectos plaga que habitan en el suelo.

4.9 Variables evaluadas

4.9.1 Fluctuación poblacional de adultos, ninfas y huevecillos

4.9.1.1 Fluctuación poblacional de adultos

Para la evaluación de la población de los adultos, se realizó un muestreo visual directamente sobre 5 plantas tomadas al azar en el surco central de cada repetición por unidad experimental. Sobre cada planta se eligieron dos hojas de estrato superior para contabilizar el número de adultos de *B. cockerelli* Sulc. Las evaluaciones se realizaron en las primeras horas de la mañana a fin de evitar subestimaciones o sobrestimaciones por efecto de la movilidad de los insectos en horas más tardes y cálidas del día.

4.9.1.2 Fluctuación poblacional de ninfas

El muestreo de las ninfas de *B. cockerelli*, se realizó al azar en el surco central de la parcela útil y en el envés de dos folíolos en el estrato medio de cada planta, contabilizando el número de ninfas por hoja, con la ayuda de una lupa. El tamaño de muestreo fue de 20 folíolos por unidad experimental.

4.9.1.3 Fluctuación poblacional huevecillos

El muestreo de los huevecillos *B. cockerelli*, se realizó al azar en el surco central de la parcela útil y en dos hojas del estrato superior de la planta, contabilizando el número de huevecillos por hoja, con la ayuda de una lupa. El tamaño de muestreo fue de 2 hojas/planta, en total 20 plantas por unidad experimental. En todos los muestreos se llevó a cabo cada 7 días.

4.9.2 Comportamiento temporal del insecto plaga.

Con el apoyo de Excel (Office 2010) se graficaron los datos obtenidos de la fluctuación poblacional de insectos plaga de los diferentes estadios hallados en la presente investigación, es decir adultos, ninfas y huevecillos *B. cockerelli*.

4.9.3 Vigor de los tratamientos

Se realizó la comparación del vigor entre los tratamientos, este se hizo visualmente asignándole el 100% al testigo, considerando la sanidad del follaje, la altura de la planta, etc y haciendo un contraste con los otros dos tratamientos el convencional y el programa de agroquímicos para el control de *Bactericera*.

4.9.4 Rendimiento

El rendimiento se determinó a los 163 días después de la emergencia del cultivo. Se contabilizó el número total de tubérculos por cada metro lineal de cada repetición por tratamiento seleccionadas al azar. Los tubérculos se cosecharon y se pesaron en una báscula Digital con capacidad de 5 kg, expresando como número de tubérculos/metro lineal, obteniendo el peso en toneladas por hectárea y finalmente se clasificaron de acuerdo a su tamaño: calibre primera, calibre segunda y calibre tercera. Para esta variable, se analizó mediante la prueba de Tukey, con un α del 0.05%.

4.9.5 Prueba de freído

Del total de tubérculos obtenidos/repetición /tratamiento, se tomaron 10 tubérculos al azar y se realizó la prueba de freído. A cada tubérculo se le hizo tres cortes, uno en cada polo y otro en la zona ecuatorial del tubérculo para obtener una rebanada o chip de 2 mm de grosor (figura 15) y someterlo a freído a una temperatura de 100 -120°C durante 2 minutos, ya que al realizar esta prueba se observan quemaduras en la medula debido a la concentración de azúcares en el tubérculo. Para cotejar la severidad de la enfermedad de Zebra Chip de los tubérculos afectados por la bacteria CLs, se realizó de acuerdo a la figura 16, se analizó mediante un DCA para evitar error en el número de observaciones.



Figura 15. Corte del tubérculo.



Figura 16. Escala de daño por la bacteria CLs

4.9.6 Costos de produccion

Se realizó la comparación sobre el impacto que tiene la selección de plaguicidas en el tratamiento convencional y el programa de agroquímicos, con el objetivo de ver cual resultó más económico considerando la calidad del producto cosechado y el número de aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

4.10 Análisis de datos

Los datos obtenidos del número de adultos, ninfas y huevecillos de la plaga encontrada, además del rendimiento y calidad de frutos (calibres) se analizaron a través de un análisis de varianza (ANOVA) (Comparación de Medias y DCA) con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), con la ayuda del programa SAS. Además se utilizó Excel (Office 2010) para graficar el comportamiento temporal de *B. cockerelli*.

V.- RESULTADOS.

5.1 Temperatura optima en el desarrollo biológico de *B. cockerelli*

El desarrollo biológico de *B. cockerelli* como hace referencia (Munyanza 2012) requiere de temperaturas óptimas para reproducirse y generar progenie necesitando una temperatura optima entre los 27 y 28 °C, el rango de adaptación que puede tener este insecto vector varía entre los 12°C y 17 °C como mínima y la Máxima de 32°C. Como se observa en la siguiente figura.

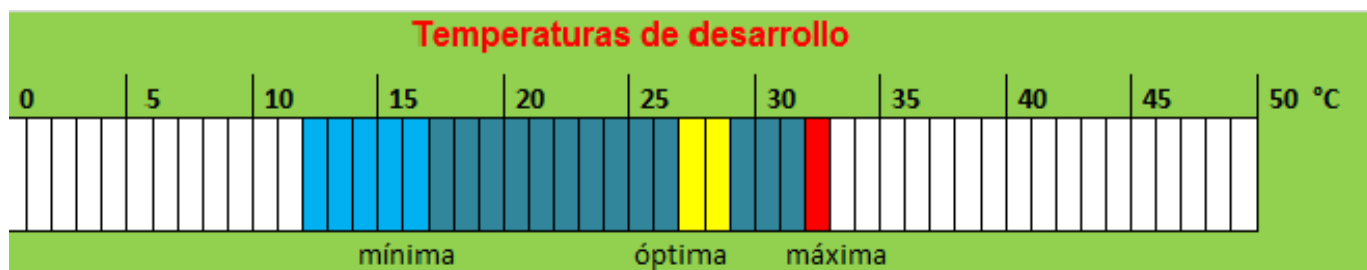


Figura 17: Temperaturas optimas de desarrollo de *B. cockerelli* (Sulc).

5.2 Fluctuación poblacional de *B. cockerelli*, temperaturas y precipitación.

Como se puede observar en la figura 16, las temperaturas que se presentaron durante los meses de junio a septiembre del 2012 tiempo en que se desarrolló el experimento, éstas fueron de la siguiente manera: Temperatura máxima: fluctuó entre los 16 y 22 °C; las Temperaturas mínimas entre los 2 y 4 °C; la Temperaturas medias: entre los 10 y 13 °C. de acuerdo a la estación meteorológica del INIFAP y Fundación Produce del estado de Morelos, Dicha estación se encuentra localizada en el Municipio de Huitzilac, Morelos con las siguientes coordenadas: latitud: 19°04'39" y longitud 99°23'63" a una altura sobre el nivel del mar de 2740 m.

Realizando una comparación de temperaturas de desarrollo del insecto (figura 17) y las temperaturas alcanzadas durante el experimento (Figura 18), no llego a las temperaturas óptimas de desarrollo ni de sobrevivencia para *B. cockerelli* ya que las temperaturas medias

fueron de 10 y 13 °C. Mientras que la precipitación juega un papel importante ya que podemos observar que existe una correlación entre temperatura y precipitación a medida que había un incremento sustancial de la precipitación la temperatura descendía al menos 5°C. Esta disparidad de picos de temperaturas y precipitación hace un ambiente desfavorable para la sobrevivencia de *B. cockerelli*.

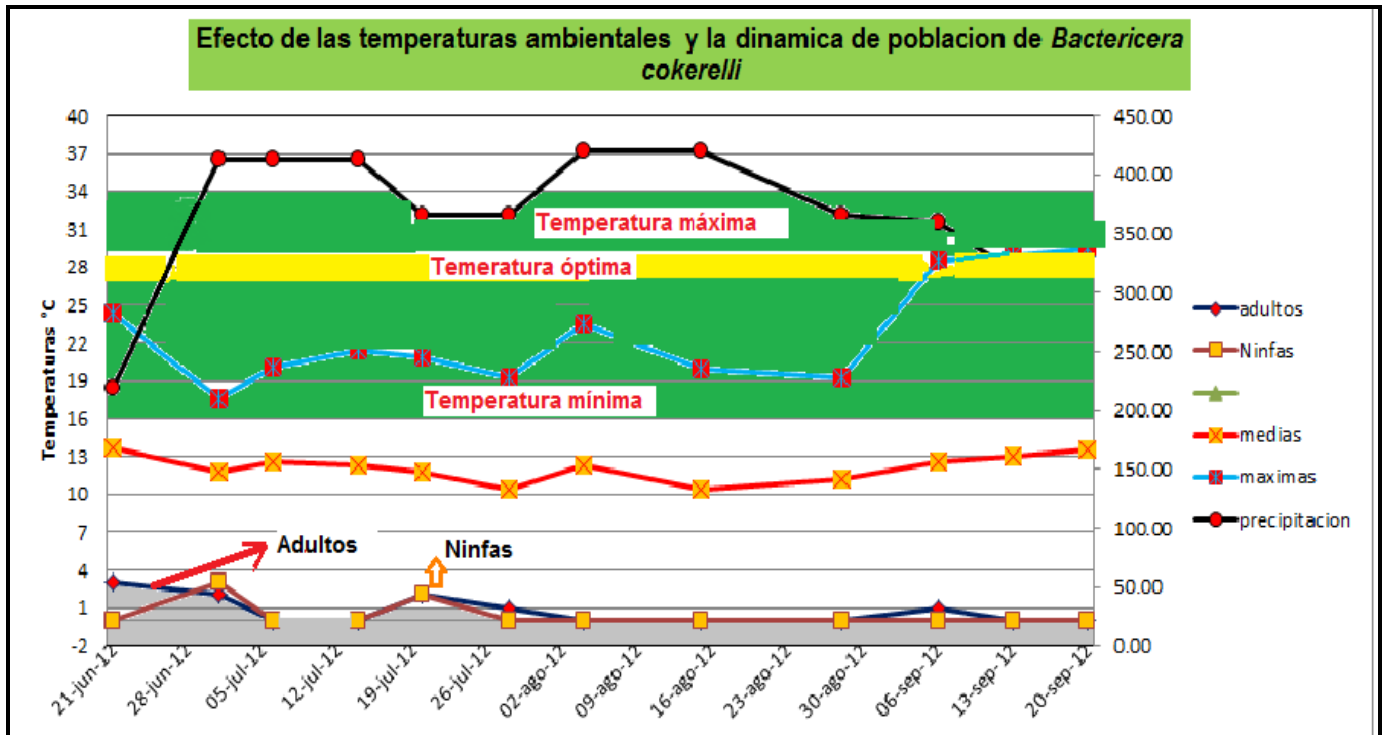


Figura 18: Dinamica poblacional de Adultos, Ninfas de *B. cockerelli* Sulc., temperaturas ambientales y precipitación.

De acuerdo a las temperaturas medias, precipitación y la fluctuación poblacional observada se puede mencionar que la temperatura media más alta fue de 13 °C, y es aquí donde se presentaron las condiciones para que iniciara la llegada de los adultos de áreas aledañas a través de las corrientes de aire.

Dos semanas después se encontraron las primeras ninfas; al momento de que la temperatura descendió 3 grados por debajo de la media por efecto de la precipitación existió una correlación ya que las poblaciones insectiles disminuyeron.

Así pues, se puede considerar que la temperatura y la precipitación juega un papel importante en la sobrevivencia del insecto para que pueda completar su ciclo de vida; no obstante las temperaturas medias no fueron las adecuadas como lo señalan diversos autores que necesita temperaturas medias entre los 27 y 28 °C para que pueda generar progenie y ocasionar serios daños al cultivo.

5.3 Fluctuación poblacional y daño indirecto.

Apoyados por el muestreo, en la primera semana se detectaron los primeros adultos de *Bactericera*, y en la segunda semana los estados ninfales, durante el lapso de 5 semanas después de la emergencia del cultivo, aparecieron los primeros síntomas de punta morada o Zebra chip, manifestándose los síntomas evidentemente entre la octava y novena semana, tal como se muestra en la figura 19.

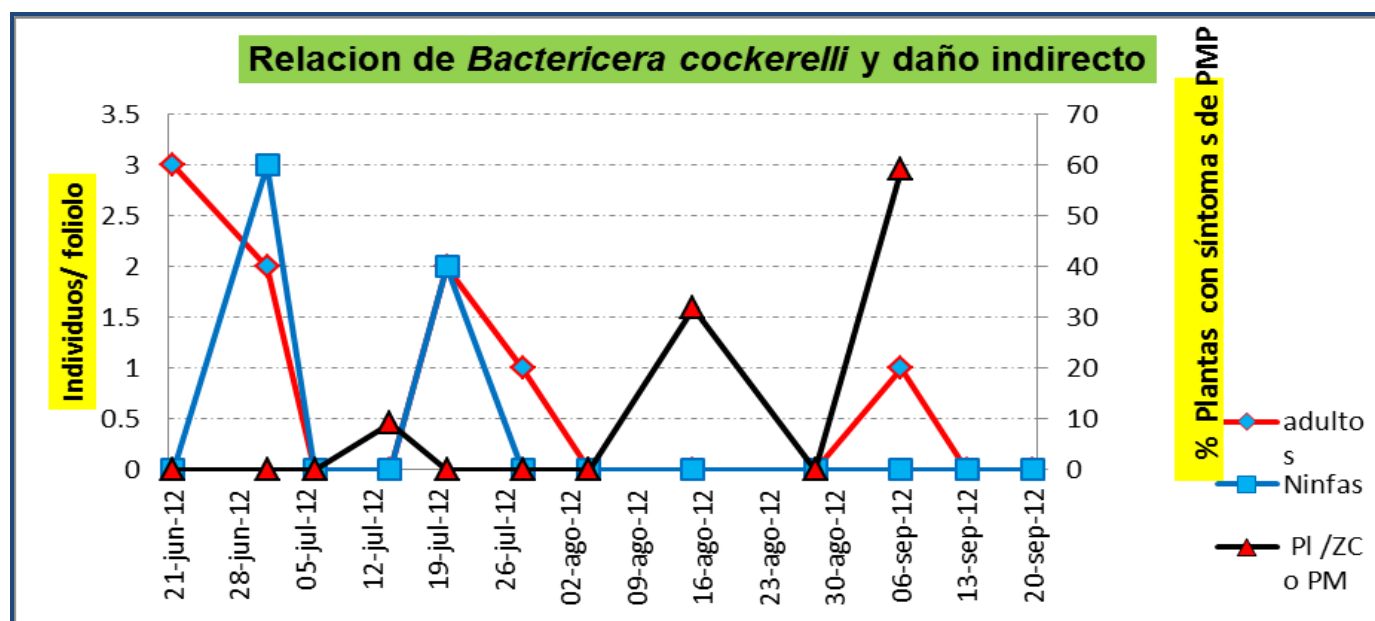


Figura 19. Fluctuación poblacional de adultos y ninfas de *B. cockerelli* (Sulc) y los síntomas de daños en campo con punta morada o zebra chip.

5.4 Comparación económica entre tratamientos.

Cuadro 4. Comparación económica entre tratamientos.

ACTIVIDAD	BAJO UN PROGRAMA DE AGROQUIMICOS	DE FORMA CONVENCIONAL
Núm. aplicaciones	5	12
Costo total	\$ 4 010.00	\$ 7 315.00
Eval. del Rendimiento/ha	59.208 ton/ha	51.462 ton/ha

Tal como se refleja en el cuadro 4 la comparación entre los tratamientos, el uso y selección de plaguicidas de acuerdo al ciclo biológico del insecto para realizar su control es imprescindible ya que el número de aplicaciones fueron menores reflejándose en el impacto ambiental y menos mano de obra.

La diferencia respecto a los costos de los productos utilizados hubo una tasa positiva en el tratamiento bajo un programa de agroquímicos siendo de \$3 305.00 /ha.

Respecto a la estimación del rendimiento/hectárea obtenida y analizada mediante el paquete estadístico SAS, en la prueba de Tukey con un alfa del 0.05% (Comparación de medias) el tratamiento bajo un programa de agroquímicos estuvo por encima del tratamiento convencional por 7.746 ton.

De tal forma que con una adecuada selección de productos acorde a la etapa biológica de la plaga se obtuvieron ventajas tanto en el rendimiento como en la economía al seleccionar los plaguicidas.

5.5 Resultados del análisis estadístico.

Los datos del experimento analizados con la prueba de tukey al 0.05%, arrojaron los siguientes indicadores.

5.5.1 Vigor de los tratamientos

La salida de SAS, de acuerdo a la ANOVA, con prueba de Tukey al 0.05 %, si se encontró diferencia entre los tratamientos la realizada bajo un programa de agroquímicos y el manejo convencional, teniendo el mayor dato numérico el tratamiento de un Programa de agroquímicos.

Cuadro 5. Análisis de varianza del vigor de plantas entre los tratamientos

CONCEPTO	MANEJO	vigor
TRATAMIENTOS	Manejo del productor	102.50 a
	Programa de agroquímicos	111.25 b
	Testigo	100.00 c
	DMS	1.3206

5.5.2. Comparación de medias del rendimiento por calibre

El resultado de SAS, en el cuadro 6, corresponde a la comparación de medias de los tratamientos respecto al rendimiento considerando (peso de tubérculos/metro lineal, estimación ton /ha y número de piezas/m lineal).

Cuadro 6. Comparación de medias entre tratamientos, considerando el peso y número de tubérculos/metro lineal, así como la estimación del rendimiento/ ha, los datos se analizaron con la prueba de Tukey con un alpha del 0.05%.

VARIABLE	TRATAMIENTO	CALIBRE 1	CALIBRE 2	CALIBRE 3
PESO 1 (kg/m) (del experimento)	Manejo convencional del productor	1.8375 a	1.9253 a	0.8688 a
	Programa de agroquímicos	2.7850 a	1.6363 a	0.9075 a
	Testigo	2.6015 a	2.1200 a	0.6325 a
	Diferencia Mínima significativa (DMS)	1.3069	0.963	0.5022
PESO 2 (ton/ha) (Estimación /Ha)	Manejo convencional del productor	20.417 a	21.392 a	9.653 a
	Programa de agroquímicos	30.944 a	18.181 a	10.083 a
	Testigo	28.906 a	23.556 a	7.027 a
	Diferencia Mínima significativa (DMS)	14.521 a	10.700 a	5.5805 a
No. De TUBERCULOS (pza/m)	Manejo del productor	12.750 a	16.500 a	17.000 a
	Programa de agroquímicos	15.500 a	16.250 a	22.000 a
	Testigo	14.750 a	17.000 a	16.000 a
	Diferencia significativa (DMS)	5.5255	12.586	11.968

a = Letras iguales significan que no hay diferencia entre los tratamientos

5.5.2.1 Comparación de medias del rendimiento /metro lineal/ calibre.

Calibre1. El tratamiento con mayor peso (2.7850 kg/m lineal) es el realizado bajo un programa de agroquímicos y el que obtuvo menor peso (1.8375 kg/m lineal) fue el convencional por parte del productor cooperante. El testigo absoluto (2.6015 kg/m lineal) estuvo por encima del manejo convencional. No existió ninguna diferencia significativa entre los tres tratamientos.

Calibre 2. El mejor tratamiento fue el testigo (2.1200 kg/m lineal), seguido del manejo de forma convencional por el productor (1.9253 kg /m lineal) y el tratamiento con menor calibre fue el del programa de agroquímicos (1.6363 kg/m lineal).

Calibre 3. Los tres tratamientos fueron muy similares, (0.900 kg/m) para el que se realizó con Manejo de agroquímicos, (0.8688 kg/m) para el tratamiento convencional y el testigo (0.6325 kg/m).

5.5.2.2 Comparación de medias, del rendimiento/hectárea/calibre.

Calibre 1. El Mejor tratamiento fue el bajo un programa de agroquímicos (30.944 ton/ha), seguido del testigo (28.906 ton/ha) y el tratamiento con menor rendimiento fue el manejo convencional por parte del productor (20.417 ton/ha).

Calibre 2. El testigo obtuvo mayor rendimiento (23.556 ton/ha), seguido del tratamiento bajo manejo convencional (21.392 ton/ha) y con menor calidad en rendimiento fue el tratamiento bajo programa de agroquímicos (18.181 ton/ha).

Calibre 3. El Mejor tratamiento fue el bajo un programa de agroquímicos (10.083 ton/ha), seguido del tratamiento con manejo convencional (9.653 ton/ha) y el testigo con (7.028 ton/ha)

5.5.2.3 Comparación de medias, del número de tubérculos/tratamiento.

Calibre 1. Los tres tratamientos fueron muy similares, el tratamiento bajo manejo de agroquímicos fue de (15.50 piezas), el testigo con (14.75 piezas) y el tratamiento bajo manejo convencional (12.75 piezas).

Calibre 2. Los tres ensayos fueron muy similares, el testigo con (17 piezas) el tratamiento bajo manejo de agroquímicos fue de (16.25 piezas), y el tratamiento bajo manejo convencional (16.50 piezas).

Calibre 3. El tratamiento bajo manejo de agroquímicos resultó con mayor número de tubérculos (22 piezas), le siguió el tratamiento bajo manejo convencional con (17 piezas) y el testigo con (16 piezas).

5.5.3 Comparación de medias de la Prueba de Freído.

Con el análisis de varianza corrobora la información anterior el cual indica que no existe ninguna diferencia significativa entre los tres tratamientos considerando las variables de rendimiento y numero de tubérculos como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. ANOVA para la prueba de Freído de tubérculos, mediante un Diseño Completamente al Azar. Y prueba de Tukey, con un alpha del 0.05%

CONCEPTO	MANEJO	SEVERIDAD (%)
TRATAMIENTOS	Manejo del productor	15.500 a
	Programa de agroquímicos	10.750 a
	Testigo	13.750 a
	DMS	7.7043

La prueba de freído se realizó para corroborar el daño en los tubérculos, se analizó primero bajo un DCA (Diseño Completamente al Azar) con sub muestreo, para evitar errores en el análisis estadístico. La comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 %, en los tres tratamientos no existió ninguna diferencia significativa.

Analizando el resultado de los tratamientos, podemos mencionar que el tratamiento con mayor severidad de acuerdo a la escala de freído referida en la figura16, resulto la del manejo convencional, seguida por el testigo y con menor severidad es la del tratamiento bajo un programa de agroquímicos.

VI. CONCLUSIONES

1. La dinámica poblacional del insecto y la interacción que existe entre planta-patógeno, acorde al número de capturas de individuos por semana fue muy bajo y las condiciones ambientales no fueron las idóneas para el desarrollo de la plaga, sin embargo se encontraron plantas con síntomas característicos de punta morada o Zebra Chip por lo que se deduce que la semilla botánica (tubérculo) fue la fuente de inóculo primario.
2. Con respecto al vigor de las plantas entre tratamientos, se pudo observar como el Sivanto® (flupiradifurone) juega un papel importante como promotor de crecimiento y estimula a la planta a tener un mejor porte y rendimiento.
3. Estadísticamente no existió diferencia significativa entre los tratamientos respecto al peso del tubérculo (rendimiento) y los calibres obtenidos; quizá por el manejo oportuno y adecuado de los plaguicidas que actuaron de forma eficiente en el control de plagas.
4. Fue en el tratamiento bajo un programa de agroquímico que se obtuvieron tubérculos de mejor calidad para el mercado lo cual repercute en un sobre precio al momento de la venta.
5. Respecto al número de aplicaciones de plaguicidas entre los tratamientos, se confirma que es necesario la implementación de muestreos como una herramienta en la toma de decisiones de aplicar o no un producto químico, ya que con ello se hace más eficiente el control y se evitan pérdidas y contaminación al medio ambiente.

6. Un manejo racional de plaguicidas conlleva a tener plantas sanas y vigorosas lo cual se refleja en la cosecha ya que al realizar pruebas de freído para corroborar el daño del patógeno, se encontró que en los tubérculos del tratamiento con un programa de agroquímicos fue donde se obtuvo la menor incidencia y severidad de Zebra Chip.

VII. BIBLIOGRAFIA.

Anónimo 2013.FAO. statistics. Consultado en línea <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>

Anónimo 2012.FAO. statistics. Consultado en línea <http://faostat.fao.org/>

Anónimo 2011.FAO. statistics. Consultado en línea <http://faostat.fao.org/>

Alfaro-Fernández, A., MC Cebrian, FJ Villaescusa, A. Hermoso de Mendoza, JC Ferrandiz, S. Sanjuan, and Font MI. 2012A. First report of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' in carrot in Spain peninsular.Plant Disease 96: 582.

Alvarado, VY, D. Odokonyero, O. Duncan, TE Mirkov and Scholthof HB. 2012. Molecular and physiological properties associated with disease of complex zebra chip potato and its relationship with content Candidatus psyllid vectors. PLoS ONE 7 (5): e37345. doi: 10.1371/journal.pone.0037345

Buchman, JL, BE Heilman, and JE Munyaneza. 2011a. Cockerelli Bactericera Effects (Hemiptera: Triozidae) density in the incidence of zebra chip disease of potato, potato yield, and tuber processing quality. Journal of Economic Entomology 104: 1783-1792.

Buchman, JL, TW Fisher, VG Munyaneza Sengoda and JE. 2012. Zebra chip progression:. From inoculation of potato plants liberibacter to develop disease symptoms in American Journal of tubers Potato Research 89: 159-168.

Burckhardt D, Lauter P. 1997. A Taxonomic reassessment of the trioqid genus Bactericera(Hemiptera: Psylloidea)Journal of Natural History U.K. 31:153

- Butler, CD, Walker GP, and JT Trumble. 2012a. Interrupting feeding of the potato psyllid *Bactericera cockerelli* for imidacloprid, as measured by electrical penetration graphs. *Entomologia experimentalis et Applicata* 142: 247-257.
- Butler, CD, and JT Trumble. 2012b. Spatial dispersion and binomial sequential sampling for potato psyllid (Hemiptera: Trioziidae). *Science Papers on Pest Management* 68: 865-869.
- Butler, CD, Byrne FR, Keremane ML, RF Lee, and JT Trumble. 2011. Effects of insecticides on adult behavior *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Trioziidae) and transmission of *Candidatus psyllaureus*. *Journal of Economic Entomology* 104: 586-594.
- CNAS. From 2006. Economic impacts of zebra chip potato industry Texas. American Studies Center, %%% [http://cnas.tamu.edu/zebra 20chip 20final.pdf](http://cnas.tamu.edu/zebra%20chip%20final.pdf) 20impacts.
- CBNI, 2010. GenBank. Genoma Banco taxonómico CLs. <http://www.banco.taxonomicoCIs>
- CONPAPA, 2010. XIII Congreso Nacional de Papa, realizado del 7-11 de Septiembre 2010. Tapalpa, Jalisco, México.
- Costa Rica-MAG. 2012. Take Measures to Costa Rica pest presence in northern border. Press Release CP-07-2012.
- Crosslin, JM, and G. Bester. 2009. First report of *Candidatus Liberibacter psyllaureus* in zebra chip symptomatic potatoes from California. *Plant Disease* 93: 551.
- Crosslin, JM, PB Hamm, JE Eggers, SI Rondon, Sengoda VG, and JE Munyaneza. 2012. First report of zebra chip disease and "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in potato in Oregon and Washington. *Plant Disease* 96: 452.

- Curtis, LS, P. Mirkov Tantravahi and TE. 2010. An evaluation of antimicrobial genes derived from plants and insects anti-reducing zebra disease transgenic potato chip, pp. 110-114. In Proceedings of the 10th annual meeting of reports Zebra chip, ed. F. Workneh, and CM Rush. Dallas, TX (November 7 to 10, 2010).
- Daniels, nature of the condition LB Toxicogenic 1954. The resulting feed cockerelli Paratrioza tomato psyllid (Sulc). Ph.D. Thesis, University of Minnesota.
- DGSV-CNRF. 2011. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (DGSV-CNRF) ficha técnica. SAGARPA-SENASICA. México D.F. 10 pp.
- EPPO. 2012. First report of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' in carrots and celery in Spain, in association with *Bactericera trigonica*. EPPO Reporting Service - Pests and diseases 6: 4-5.
- Essig, EO 1917. The psyllid tomato and bay leaf. Journal of Economic Entomology 10: 433-444.
- Eyer, JR 1937. Physiology of potato psyllid yellows. Journal of Economic Entomology 30: 891-898.
- Fahrbach SE. 2012. Insect Nuclear Receptors. Annual Review of Entomology Vol 57:83-100
- Garzón TJ. 2002. Manejo Integrado de Paratrioza *Bactericera cockerelli* Instituto Nacional de Investigaciones forestales y Pecuarias. INIFAP.
- Guédot, C., DR Horton, and PJ Landolt. 2012. The age of reproductive maturity and the effect of age and time of day on sexual attraction *Bactericera cockerelli* potato psyllid. Science insects. doi: 10.1111/j.1744-7917.2011.01498.x.

- Guenther, J., G. Greenway, and J. Goolsby. 2011. Zebra chips economy, pp. 168-172. In Proceedings of the 11th annual meeting of reports Zebra chip, ed. F. Workneh, A. Rashed, and CM Rush. San Antonio, TX.
- Henne, DC, F. Workneh, and CM Rush. 2012. Spatial patterns and spread of zebra chip disease in the Texas Panhandle. Plant Disease 96: 948-956
- INIFAP, 2011. Manejo Integrado de Paratrioza en Jitomate. Folleto técnico
- Janes MJ. 1936. Paratrioza cockerelli (Sulc) on tomatoes in Southwest Texas. Journal of Economic Entomology, 30:2:379.
- Kogan, M. 1990. La resistencia de la planta en el manejo de plagas. *In*: Metcalf, R.L. y W.H. Luckman (eds.) Introducción al Manejo Integrado de Plagas. Limusa. México. pp. 123- 172.
- Lacey, LA, T.-X. Liu, JL Buchman, Munyaneza JE, Goolsby JA, and DR Horton. 2011. Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae). in an endemic area for the disease of potato zebra chip Biological Control 56: 271-278.
- Liefting, LW, S. Veerakone, LI Ward, and GRG Clover. 2009. First report of 'Candidatus Phytoplasma australiense' in potato. Plant Disease 93: 969.
- Lin, H., B. Lou, Glynn JM, Doddapaneni H., Civerolo E., Chen C., Y. Duan, L. Zhou, and CM Vahling. 2011. The complete genome sequence of "Candidatus Liberibacter solanacearum", the bacterium associated with disease of potato zebra chip. PLoS One 6: e19135. Doi: 10.1371/journal.pone.0019135

- Martini, X., S. Seibert, SM Prager, and C. Nansen. 2012. Sampling and interpretation of the counts of nymphs of the potato psyllid. *Entomology experimentalis et Applicata* 143: 103-110.
- Miles, GP, Samuel MA, Chen J., THE Civerolo and JE Munyaneza. 2010. Evidence that cell death is associated with zebra chip disease in potato tubers. *American Journal of Potato Research* 87: 337-349
- Munyaneza, JE, Sengoda VG, Aguilar E, Ryan B, and McCue FK, 2013. First Report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" Associated with Psyllid-Infested Tobacco in Nicaragua. *Plant Disease* Accepted for publication online on 12 Apr 2013.
- Munyaneza, JE. 2012. Potato Association of America. Zebra Chip Potato disease: Biology, Epidemiology and Management. 22 pp
- Munyaneza, JE, A. Lemmetty, AI Nissinen, Sengoda VG, and TW Fisher. 2011. Molecular detection of aster yellows phytoplasma and "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in carrots affected by psílidoapicalis Trioza (Hemiptera: Triozidae). *Finland Journal of Plant Pathology* 93: 697-700.
- Munyaneza, JE, VG Sengoda, R. Stegmark, AK Arvidsson, Anderbrant O., Yuvaraj JK, Ramert B. and A. Nissinen. 2012a. First report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" associated with psyllid-affected carrots in Sweden. *Plant Disease* 96: 453.
- Munyaneza JE, Sengoda VG, Crosslin JM, Garzon-Tiznado JA and Cardenas Valenzuela OG 2009b, First Report of *Candidatus Liberibacter solanacearum*, in pepper plants in Mexico. *Plant Disease* 93:1076

- Munyaneza JE, Sengoda VG, Crosslin JM, Garzon-Tiznado JA and Cardenas Valenzuela OG 2009a, First Report of *Candidatus Liberibacter solanacearum*, in tomato plants in Mexico. *Plant Disease* 93:10
- Nachapa P, Levy J, Pierson E and Tamborindeguy C. 2011. Diversity of endosymbionts in the potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera:Triozidae), vector de Zebra chip Disease of potato. *Plant disease*.
- Navarre, D. A., R. Shakya, J. Holden and J. M. Crosslin. 2009. LC-MS analysis of phenolic compounds in tubers showing zebra chip symptoms. *American Journal of Potato Research* 86:88-95
- Nelson, WR, Fisher TW and Munyaneza JE. 2011. The haplotypes of "Candidatus *Liberibacter solanacearum*" suggest long separation. *European Journal of Plant Pathology* 130: 5-12.
- Nissinen, AI, A. Lemmetty, JM Pihlava, L. Jauhiainen, Munyaneza JE, and P. Vanhala. 2012. Effects of carrot psyllid (*Trioza apicalis*) feeding on carrot yield and content of sugars and phenolic compounds. *Annals of Applied Biology* 161: 68-80.
- Ogden, SC 2011. Tomato and potato psyllid *Liberibacter* in New Zealand - impact and overview of the research program, pp. 173-177. In *Proceedings of the 11th annual meeting of reports Zebra chip*, ed. F. Workneh, A. Rashed, and CM Rush. San Antonio, TX.
- Puketapu, A., and N. Roskruege. 2011. tomato, potato psyllid life cycle into three Maori traditional food sources. *Agronomy New Zealand* 41: 167-173.
- Pletsch, DJ 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc) their biology and control. *Montana Agricultural Experiment Station Bulletin*

New Agriculture Statics, 2012. Potato Industry Statics updated Annual trends new agricultural statics.<http://www.potato.org.uk>

Richards, B. L. and H. L. Blood. 1933. Psyllid yellows of the potato. Journal of Agricultural Research 46:189-216.

Rosson, P. 2009. Economic impacts of zebra chip in Texas. CNAS Research Issue Brief 2009-01, AgriLife, Texas A & M University.

Rubio-Covarrubias, OA, IH Almeyda and Leon, MA Chain-Hinajosa, and R. Sanchez Lobato. 2011. Relationship between *Bactericera cockerelli* and the presence of *Candidatus Liberibacter psyllae* in commercial fields of Agricultural Sciences Mexican papa. Revista 2: 17-28.

Sengoda, e.g., J.E. Munyaneza, J.M. Crosslin, J.L. Buchman, and H. R. Pappu. 2009. Phenotypic and etiological Differences Between psyllid yellows and zebra chip diseases of potato. American Journal of Potato Research 87: 41-49.

SE-SNIM.2013. Secretaria de Economía y el Sistema Nacional de Información de Mercados. Precios de la papa en el año 2011, 2012. <http://www.secretaria de economia-SNIM, 2011 y 2012>. Consultado en marzo del 2013.

SIAP.2012. Producción Agropecuaria por cultivo. <http://www.siap.gob.mx>, consultado enero 2013.

SIAP.2009. Producción Agropecuaria por cultivo. <http://www.siap.gob.mx>, consultado diciembre 2012.

- Šulc, K. 1909. *Trioza cockerelli* n. sp., a novelty from North America, being Also of economic importance. *Acta Societatis Entomologicae Bohemiae* 6: 102-108.
- Trevino, J., G. Schuster, S.D. Nelson, A. P. Ochoa, and J. E. Munyaneza. 2011. Effects of planting dates on potato psyllid and zebra chip Populations incidence in Texas, p. 127-130. In *Proceedings of the 11th Annual Reporting Session Zebra Chip*, ed. F. Workneh, A. Rashed, and C. M. Rush. Dallas, TX (November 6-9, 2011).
- Wallis, R. L. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. USDA Technical Bulletin 1107. 25 pp.
- Wallis, C.M., and J. Chen. 2011. Zebra chip are symptoms Associated with Increased phenolic, pathogenesis-related protein, and amino acid levels, p. 159-162. In *Proceedings of the 11th Annual Reporting Session Zebra Chip*, ed. F. Workneh, A. Rashed, and C. M. Rush. San Antonio, TX (November 6-9, 2011).
- Warrick R. N , Venkatesan G. Sengoda, Alfaro-Fernandez , Crosslin J. M. , Munyaneza J E. 2012.A new haplotype of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” identified in the Mediterranean region. *Journal Plant Pathology* DOI 10.1007/s10658-012-0121-3
- Wuriyangan, H., C. Rosa, and B. W. Falk. 2012. Oral delivery of double-stranded RNAs and siRNAs you induce RNAi effects in the potato / tomato psyllid, *Bactericera cockerelli*. *PLoS One* 6 (11): e277736. Doi: 10.1371 / journal.pone. 0,027,736.
- Yang, X.B., Y.M. Zhang, L. Hua, and T.X. Liu. 2010. Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) on potato under laboratory and field conditions in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Journal of Economic Entomology* 103: 1729-1734.

Yang, X.-B. and T.-X. Liu. 2009. Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on eggplant and bell pepper. *Environmental Entomology* 38:1661-1667.

VII. ANEXO

INSTRUCCION DE SAS RENDIMIENTO POR CALIBRE

```
optionsps=500ls=80 no date nonumber;
```

```
DATA Raw;  
INFILE 'K:\Cosecha.CSV' DLM = ',' Firstobs=3 ;  
INPUT Trat$ Calibre Rep Peso Tuber ;  
Peso2=peso*(10/0.9);  
datalines;  
run;
```

```
Title1' ';  
Title2'Estadisticos Descriptivos, para Verificar Lectura Correcta de Datos';  
procmeans;  
run;
```

```
ProcSort ;  
ByCalibre ;
```

```
Title2 'Análisis de Varianza Individuales, Por Calibre' ;
```

```
PROCGLM data = Raw;  
By Calibre ;  
Class CalibreTratRep ;  
Model Peso Peso2 Tuber = Trat / ss3;  
Means Trat / TukeyLines ;  
run;
```

```
Title2 'Análisis de Varianza Combinado, a través de los Calibre' ;
```

```
PROCGLM data = Raw;  
Class TratCalibreRep ;  
Model Peso Peso2 Tuber = Trat Calibre / ss3;  
Means TratCalibre / TukeyLines ;  
run;
```

SALIDA DEL ANALISIS DE VARIANZA ATRAVES DEL PAQUETE ESTADISTICO SAS UTILIZANDO LA PRUEBA DE TUKEY

Analisis de Varianza Individuales, Por Calibre

----- Calibre=1 -----

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para PESO (RENDIMIENTO/TRATAMIENTO)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.438185
Valor crítico del rango estudentizado	3.94850
Diferencia significativa mínima	1.3069

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento		Media	N	Trat
A	A	2.7850	4	PROG
	A	2.6015	4	Test
	A			
	A	1.8375	4	PROD

----- Calibre=1 -----

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso2 (RENDIMIENTO/HA)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	9
Error de cuadrado medio	54.09687
Valor crítico del rango estudentizado	3.94850
Diferencia significativa mínima	14.521

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento		Media	N	Trat
A	A	30.944	4	PROG
	A			
	A	28.906	4	Test
	A			
	A	20.417	4	PROD

Analisis de Varianza Individuales, Por Calibre

----- Calibre=2 -----

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso (**RENDIMIENTO/TRATAMIENTO**)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.237934
Valor crítico del rango estudentizado	3.94850
Diferencia significativa mínima	0.963

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	2.1200	4	Test
A			
A	1.9253	4	PROD
A			
A	1.6363	4	PROG

----- Calibre=2 -----

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso2 (**RENDIMIENTO/HA**)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	9
Error de cuadrado medio	29.37462
Valor crítico del rango estudentizado	3.94850
Diferencia significativa mínima	10.7

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	23.556	4	Test
A			
A	21.392	4	PROD
A			
A	18.181	4	PROG

Analisis de Varianza Individuales, Por Calibre

----- Calibre=3 -----

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso (**REND/TRATAMIENTO**)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.064719

Valor crítico del rango estudentizado 3.94850
Diferencia significativa mínima 0.5022

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento		Media	N	Trat
A	A	0.9075	4	PROG
	A	0.8688	4	PROD
	A			
	A	0.6325	4	Test

----- Calibre=3 -----

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso2 (REND/HA)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	9
Error de cuadrado medio	7.989969
Valor crítico del rango estudentizado	3.94850
Diferencia significativa mínima	5.5805

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento		Media	N	Trat
A	A	10.083	4	PROG
	A			
	A	9.653	4	PROD
	A			
	A	7.028	4	Test

ANALISIS DE VARIANZA ATRAVES DEL PAQUETE ESTADISTICO SAS UTILIZANDO UN DCA

PARA LA PRUEBA DE FREÍDO (SEVERIDAD)

```
optionsps=500ls=80nodatenonnumber;

DATA Raw;
INFILE'k:\Freido de papas.CSV'DLM = ','Firstobs=3 ;
INPUTTrat$ Rep Tuber Sever ;
datalines;
run;

Title1' ';
Title2'Estadisticos Descriptivos, para Verificar Lectura Correcta de Datos ';
procmeans;
run;

/*
Proc Sort;
    By Trat Rep;

Proc means noprint;
    By Trat Rep;
        Output out = Medias Mean = ;
        Var Sever ;
Run;

Title1' ';
Title2 'Analisis DCA usando las medias de los 10 tuberculos';
Proc GLM data = Medias;
    Class TratRep ;
    Model Sever = Trat / ss3;
    Means Trat / TukeyLines ;
Run;

Title1' ';
Title2 'Analisis DCA Sin SubMuestreo, todos los datos';
Proc GLM data = Raw;
    Class Trat Rep Tuber ;
    Model Sever = Trat / ss3;
    Means Trat / Tukey Lines ;
Run;
*/

Title1' ';
Title2'Analisis DCA Con SubMuestreo';
ProcGLMdata = Raw;
ClassTrat Rep Tuber ;
Model Sever = Trat Tuber(Rep) / ss3;
    TestH=TratE=Tuber(Rep);
MeansTrat / TukeylinesE=Tuber(Rep);
Run;
```

Analisis DCA Con SubMuestreo

Variable dependiente: Severidad

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	41	211.3250000	5.1542683	0.72	0.8696
Error	78	554.6000000	7.1102564		
Total correcto	119	765.9250000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Sever Media
0.275908	174.8529	2.666506	1.525000

ANALISIS DE LA SEVERIDAD MEDIANTE LA PRUEBA DE TUKEY

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para **Severidad**

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	39
Error de cuadrado medio	200
Valor crítico del rango estudentizado	3.44546
Diferencia significativa mínima	7.7043

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	15.500	40	Prod
A	13.750	40	Test
A	10.750	40	PROG

ANALISIS DE VARIANZA ATRAVES DEL PAQUETE ESTADISTICO SAS UTILIZANDO UN DCA

PARA VIGOR ENTRE TRATAMIENTOS CON UN DCA Y COMPARACION DE MEDIA.

```
options ps=500 ls=80 nodate nonumber;

DATA Raw;
INFILE'k:\Severidad.CSV'DLM = ','Firstobs=3 ;
INPUTTrat$ Rep Muestra Vigor de plantas;
datalines;
run;

Title1' ';
Title2'Estadisticos Descriptivos, para Verificar Lectura Correcta de Datos ';
procmeans;
run;

/*
Proc Sort;
    By Trat Rep;

Proc means noprint;
    By Trat Rep;
        Output out = Medias Mean = ;
        Var Vigor ;
Run;

Title1' ';
Title2 'Analisis DCA usando las medias de los 10 Muestras';
Proc GLM data = Medias;
    Class Trat Rep ;
Model Vigor =  Trat / ss3;
Means Trat / Tukey Lines ;
Run;

Title1' ';
Title2 'Analisis DCA Sin SubMuestreo, todos los datos';
Proc GLM data = Raw;
    Class Trat Rep Muestra ;
Model Vigor =  Trat / ss3;
Means Trat / Tukey Lines ;
Run;
*/

Title1' ';
Title2'Analisis DCA Con SubMuestreo';
ProcGLMdata = Raw;
ClassTrat Rep Muestra ;
Model Vigor =  Trat Muestra(Rep) / ss3;
    TestH=Trat E=Muestra(Rep);
Means Trat / TukeylinesE=Muestra(Rep);
Run;
```

RESULTADO DEL ANALISIS ESTADISTICO PARA VIGOR DE LOS TRATAMIENTOS

Analisis DCA Con SubMuestreo

Variable dependiente: Vigor

Fuente	Suma de DF	Cuadrado de cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	41	3020.833333	73.678862	2.12	0.0022
Error	78	2708.333333	34.722222		
Total correcto	119	5729.166667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Vigor Media
0.527273	5.634317	5.892557	104.5833

Analisis DCA Con SubMuestreo

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Vigor

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	39
Error de cuadrado medio	5.876068
Valor crítico del rango estudentizado	3.44546
Diferencia significativa mínima	1.3206

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	111.2500	40	PROG
B	102.5000	40	Prod
C	100.0000	40	Test