

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Evaluación del Efecto Ovicida de Spirotetramat y Flupyradifurone en *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae) en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.)

Por:

JOSE MOLINA PADILLA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Evaluación del Efecto Ovicida de Spirotetramat y Flupyradifurone en *Bactericera cockerelli* Sulc (Hemiptera: Triozidae) en el Cultivo de Papa
(*Solanum tuberosum* L.)

Por:

JOSE MOLINA PADILLA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Jorge Corrales Reynaga

Aesor Principal



Dr. Oswaldo Garza Martínez

Coasesor



M.C. Juan Carlos Terrazas Portillo

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

A mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado las herramientas necesarias y conocimientos para poder realizar mis estudios en sus instalaciones y por haberme permitido formarme como profesionista en mi Alma Terra Mater que siempre representaré orgullosamente.

A Dios por darme la oportunidad de estar aquí y de llegar a mi meta propuesta hace algunos años y por cuidar de mí en todo momento llevándome a un mejor camino para que yo en cualquier momento sepa honrar a mi familia y a mi persona y sobre todo para cumplir una misión que es esta la de ejercer mi carrera; gracias por tantas bendiciones.

Al MC. Jorge Corrales Reynaga por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo, por permitirme realizar la estancia de prácticas profesionales, los conocimientos compartidos, el apoyo brindado y los consejos durante mi estancia.

Al MC. Juan Carlos Terrazas Portillo por su colaboración como asesor y disponibilidad en la revisión del trabajo, también por compartir su experiencia de su vida profesional, apoyo y consejos.

Al DR. Oswaldo García Martínez asesor y maestro por su colaboración y disponibilidad al ayudarme a concluir este trabajo.

Al MC. Juan Mayo Hernández su disposición y contribución en la revisión de esta tesis, además, partícipe de mi formación profesional, por su apoyo, confianza, y por compartir sus conocimientos que han sido un aporte importante en este trabajo, así como la amistad que me brindó.

Al M.C. Antonio Cárdenas Elizondo, por brindarme siempre su apoyo y compartirme sus experiencias en la vida profesional.

De la misma forma, hacer extensa mi gratitud a más compañeros de generación por hacer más amena mi estancia en la UAAAN: Especialmente a Edwin, Mario, Nicolás, Max, Jorge, Marco, Rigo, Gary, David, Juan Carlos, Jhony, Alonso, Claudia, Candy, Kareli, Aby, Rubí, Diana, Isabel, Dany, Yuri.

DEDICATORIAS

Entrego el presente trabajo a mis padres Elias Molina Nieto y Martina Padilla Rodríguez como muestra de gratitud y cariño. Gracias papá por enseñarme a nunca rendirme ante los problemas; gracias mamá por enseñarme que el amor es la fuerza más grande que existe; ustedes son los seres a quienes más valoro en el mundo. Muchas gracias queridos padres por ser un excelente ejemplo de sacrificio y esfuerzo para mí, ustedes me inspiran a ser mejor y me dan la fuerza necesaria para afrontar mis problemas; ustedes siempre han sido mi gran apoyo cuando he pasado momentos difíciles. Siempre han sabido darme los mejores consejos. Nunca me olvidaré de todo lo que me han enseñado ni tampoco dejaré de amarlos y agradecerles por todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanos: Mayli, Itzayana, Daniel y Gabriela, siempre juntos a pesar de todo. Ser parte indispensable de mi vida. Las personas que me han ayudado, guiándome, preocupándose y queriéndome. Que este sea uno de los grandes logros que realizaré en mi vida.

A mi tío Luis Molina Nieto por su apoyo incondicional hacia mi familia y a mí, por confiar y creer en mí y por su comprensión, por sus sabios consejos para dirigirme por el camino del éxito, muchas gracias.

Al MC. Carlos Rojas Peña: Con mucho cariño y respeto porque eres una gran persona, amigo e Ingeniero; porque me enseñaste muchas cosas buenas que nunca olvidaré; gracias por compartir conmigo ese carisma que siempre te ha caracterizado, por todos esos sabios consejos; por haberme apoyado en todo momento, muchas gracias por dejarme ser tu amigo.

A mis amigos: Laura, Roció, Diana, Manuel, Max y Edwin, por tantos momentos de risas y convivencia, por su apoyo y amistad, gracias.

A mis paisanos y amigos: Fausto, Obed, Luis M, Rica, Alejandro, Luisito, Osiel, Camilo, Héctor, Daniel, Heriberto, Óscar, David, Javier, Francisco, Marcí, Adolfo, Alfredo, Roy, Rubén, Mauricio, Eliel, Adolfo, Alexis, Samuel, Polet, Bertha y Pily.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen y distribución de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>).....	3
Importancia económica.....	3
Desarrollo del tubérculo.....	5
Descripción morfológica.....	5
Requerimientos edafoclimáticos.....	6
Particularidades del cultivo.....	8
Enfermedades.....	8
Plagas de la papa.....	10
Insectos vectores de enfermedades.....	10
Descripción de <i>Bactericera cockerelli</i>	11
Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i>	12
Biología de <i>Bactericera cockerelli</i>	12
Hospedero.....	15
Daño ocasionado por <i>Bactericera cockerelli</i>	16

	Pagina
Daños indirectos.....	17
Enfermedades asociadas a la <i>Bactericera cockerelli</i>	18
Punta morada de la papa-manchado (zebra chip) del tubérculo.....	19
Técnicas de muestreo.....	21
Mecanismos de resistencia.....	22
Métodos de Control.....	23
Control cultural.....	23
Control genético.....	23
Control biológico.....	24
Enemigos naturales (depredadores).....	24
Parasitoides.....	24
Hongos entomopatógenos.....	24
Control legal.....	24
Control químico.....	25
Spirotetramat.....	26
Flupyradifurone.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	42
LITERATURA CITADA.....	43
Anexos.....	49

Índice de Cuadros

Cuadro		Página
1	Ciclo biológico de <i>Bactericera cockerelli</i> en unidades calor.....	15
2	Solanáceas hospederas de <i>Bactericera cockerelli</i>	16
3	Concentración de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.	29
4	Huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> con daño a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016	30
5	Huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> viables a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	32
6	Porcentaje de huevecillos viables de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	34
7	Porcentaje de control huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	36
8	Ninfas vivas de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	38
9	Porcentaje de sobrevivencia de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	39

Índice de Figuras

Figura	Página
1 Planta con decaimiento.....	19
2 Hojas enrolladas hacia arriba.....	19
3 Aborto de flor.....	19
4 Sobrebrotación de yemas axilares.....	19
5 Planta de papa con síntomas de punta morada.....	20
6 Síntomas del “Manchado del tubérculo” en papa.....	21
7 Huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> con daño a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	31
8 Huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	33
9 Porcentaje de huevecillos viables de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016	35
10 Porcentaje de control de huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	37
11 Porcentaje de sobrevivencia en ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	40
12 Porcentaje de control de ninfas de <i>Bactericera cockerelli</i> a los siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizada para tratar huevecillos de <i>Bactericera cockerelli</i> en laboratorio. UAAAN-B. 2016.....	41

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista (UAAAN-B), en el departamento de Parasitología (DP) en septiembre de 2016. Se utilizaron hojas de papa con huevecillos de *Bactericera cockerelli*, con la finalidad de evaluar el efecto ovicida de spirotetramat y flupyradifurone.

Material biológico: En una colonia de *B. cockerelli*, que se tenía en un invernadero perteneciente a (DP), se introdujeron ocho plantas de papa por tres días para obtener huevecillos de la plaga.

Tratamientos: Se utilizaron tres concentraciones de spirotetramat (1.0 ml/L, 1.5 ml/L, 2.0 ml/L) y tres concentraciones de flupyradifurone (2.5 ml/L, 3.75 ml/L, 5.0 ml/L). Cada concentración se tomó como un tratamiento, teniendo al final un total de seis tratamientos más un testigo; cada tratamiento constó de cuatro repeticiones y cada repetición con diferente número de huevecillos de *B. cockerelli* superior a diez.

Exposición: Después de haber realizado las concentraciones en vasos de plástico con capacidad de 1L, se procedió a meter las hojas con su respectivo número de huevecillos en las concentraciones correspondientes, por un periodo de cinco segundos; se esperó a que cayera el excedente de la solución de insecticida por sí mismo.

Conservación: Las hojas sumergidas en la solución de insecticida se pusieron en contenedores de plástico, los cuales contenían una sanita húmeda y un algodón con agua que servía como cámara húmeda para preservar la vida útil de la hoja.

Toma de datos: Las variables evaluadas fueron: huevecillos viables, huevecillos no viables, eclosionados, ninfas vivas y ninfas muertas. Para huevecillos viables y no viables se tomó el criterio de evaluación de color, forma y turgencia de los mismos. Para el caso de ninfas vivas y ninfas muertas se tomó el criterio de evaluación de forma, movimiento y producción de salerillo. La evaluación se realizó a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación, realizándose en cada unidad experimental.

Análisis: Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SAS (2002) utilizando un diseño completamente al azar y comparación entre medias con una prueba de Tukey con una significancia de 0.05.

Resultados: Spirotetramat a una concentración de 1.0 a 2.0 ml/L mostró un efecto ovicida de 16 al 30% sobre huevecillos de *B. cockerelli*. A una concentración de 2.0 ml/L y 1.5 ml/L mostró una eficiencia de 90 % y 89 % en control de ninfas de *B. cockerelli*.

La concentración de 2.5 a 5.0 ml/L de flupyradifurone mostró un efecto ovicida de 21 al 57% en huevecillos de *B. cockerelli*. Esta misma concentración mostró mayor efecto en el porcentaje de control (91%) en ninfas.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, huevecillos, flupyradifurone, spirotetramat, papa

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa a lo largo de la historia, ha ocupado un lugar trascendental en la alimentación humana. Tuvo su origen en el área cercana al lago Titicaca, en la actual zona limítrofe entre Perú y Bolivia. Con el correr del tiempo, el hombre andino obtuvo cientos de variedades, extendiendo el cultivo de papa por casi toda la región andina, ocupando las regiones altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Esta época coincidió con la llegada de los españoles a Sudamérica, quienes introdujeron este cultivo en Europa a finales del siglo XVI, siendo distribuida posteriormente por todo el mundo debido al intercambio comercial, constituyéndose así en un producto muy importante para la dieta humana. (Hawkes, 1994).

El cultivo de la papa, ocupa en México el cuarto lugar en la producción de alimentos. En la región sureste de Coahuila y Nuevo León, ocupa una superficie mayor a 7 000 has, aportando 15% de la producción nacional, con rendimiento medio comercial de 35 t/ha, con un costo por hectárea de casi \$100 000 (SAGARPA, 2009). La producción en esta zona se ve afectada por diversos factores, siendo los fitosanitarios los de mayor importancia, ya que este cultivo es susceptible a más de 300 especies de plaga; donde destaca, la enfermedad punta morada de la papa, que ha provocado los mayores estragos en el rendimiento en los últimos años (SAGARPA, 2002).

El rendimiento del cultivo se ve afectado por diferentes factores. El ataque de plagas y enfermedades obligan al productor a realizar numerosas aplicaciones de insecticidas químicos, los cuales van dirigidos a diferentes tipos de insectos plaga, entre los que se encuentran insectos vectores de virus, bacterias y fitoplasmas. El de más importancia en la actualidad es el psílido de la papa *B. cockerelli* Sulc, quien al succionar la savia de la planta para alimentarse transmite la bacteria "Candidatus *Liberibacter solanacearum*", además de que transmite algunos fitoplasmas (Muyaneza *et al.*, 2007). Candidatus ha llegado a afectar hasta 50% de la superficie sembrada en EUA y un 80% en México.

Se han realizado muchas investigaciones para el control de *B. cockerelli*, pero indiscutiblemente el uso de plaguicidas químicos se debe de usar para prevención y protección del cultivo ya que muchas de las veces es necesario para evitar grandes pérdidas económicas en la cosecha. Estos insecticidas son usados para el control de inmaduros en *Bactericera* y no se sabe sobre el efecto ovicida lo que de ser efectivo sería otra ventaja competitiva de los productos. El objetivo del presente trabajo es evaluar la efectividad de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en su efecto a huevecillos de *B. cockerelli* a diferentes concentraciones.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Distribución de la Papa (*Solanum tuberosum* L.).

Solanum tuberosum L. es originaria de la cordillera de los Andes, en el altiplano andino, y puede ser encontrada hasta los 4300 msnm. Se considera que *S. tuberosum* ssp *andigenum* se originó en el sur de Perú, en los límites de Bolivia a partir del complejo *Solanum brevicaulis* y la ssp *tuberosum* en las tierras bajas de la parte central de Chile (Spooner *et al.*, 2005). En América hay unas 200 especies de papas silvestres, en el suroeste de Estados Unidos y Centro América generalmente se encuentran en altitudes que van de medias a altas (Hawkes, 1994).

La papa es un alimento de consumo básico; el cuarto de mayor ingesta en el mundo, que por sus características sensoriales, sabor y color, es parte de una alimentación saludable y variada. Se obtiene a partir de la planta solanácea *S. tuberosum* L., específicamente corresponde a los tubérculos formados por engrosamiento subterráneo. Cada unidad se encuentra conformada por tres partes principales: piel, cáscara y zona medular; esta última, se constituye fundamentalmente de tejido parenquimatoso, reservorio por excelencia de almidón y por ende de energía (Hawkes, 1994).

México, Bolivia y el norte de Argentina se consideran centros de diversificación de las papas silvestres (Hawkes, 1990). La mayoría de especies crecen en los Andes; 28 de ellas se desarrollan en México (Spooner *et al.*, 2004) y se localizan en todos los estados, con excepción de Baja California, Campeche, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán (Villa y Rodríguez, 2010).

Importancia económica.

La papa está ubicada entre los primeros cuatro cultivos de mayor importancia económica en el mundo, sólo después del arroz (*Oriza sativa* L.), del trigo (*Triticum aestivum* L.) y del maíz (*Zea mays* L.) con una producción de 320, 711,961 t, de las cuales, 169, 477,301 son producidas en Asia, Oceanía, África y América Latina. En

2007 la superficie cultivada con esta especie en 149 países fue de 19,264,021 ha, y los principales productores fueron China (72,000,000 ton), la Federación Rusa (35,718,000 ton), India (26,280,000 ton) y los Estados Unidos (20,000,000 ton) con un consumo per cápita mucho mayor en Rusia (142 kg) que en los otros países (34 kg). El rendimiento es fluctuante de una región a otra siendo de 11 (países africanos) a 37 (Estados Unidos) t/ha, y un promedio mundial de 16.6 t/ha (FAOSTAT, 2008).

El cultivo de papa en México alcanza un valor cercano a los 11 mil mdp, cifra que le coloca como el 7º cultivo más importante en el país. El volumen producido se ubica entre 1.7 y 1.8 millones de toneladas (SIAP-SAGARPA, 2012).

Se cultiva en 22 estados de la república, concentrándose en la zona norte y noroeste del país. Sonora, Sinaloa, Veracruz, Nuevo León, México y Puebla concentran el 73.5% del volumen y 76.2% del valor generado de acuerdo con información del Sistema Producto Papa; la actividad involucra a 8,700 productores y 77,800 familias (SIAP-SAGARPA, 2012).

El destino de la producción de papa en el país es principalmente el consumo nacional. En 2013, de las 1.7 millones de toneladas producidas, sólo cerca de 27 mil toneladas (1.6%) se destinaron al mercado de exportación: papas preparadas sin congelar (93%) y papas frescas (6%). En contraste, ese mismo año se importaron más de 230 mil toneladas: papas preparadas congeladas (54%), frescas (41%) y papas preparadas sin congelar (5%) (SIAP-SAGARPA, 2012).

En 2011 la producción disminuyó por efecto de heladas atípicas en el noroeste del país, donde se produce aproximadamente 40% de la producción nacional. Al ser un cultivo sensible, se experimentaron alzas económicas importantes. La volatilidad del precio ha sido una constante los últimos dos años. En el primer trimestre del año 2014 el precio al mayoreo se situó en \$11.7 por kg (SIAP-SAGARPA, 2012).

En México se siembran 63,893 ha; 65% se ubican en condiciones de riego con rendimientos promedio de 29.5 t/ha, y 35% corresponde a condiciones de temporal, cuyos rendimientos promedio son de 16.5 t/ha. De la producción total (1, 780,350 ton),

el 17, 25 y 58% son destinados para semilla, la industria y consumo en fresco, respectivamente, con 16.2 kg de consumo per cápita (CONPAPA, 2010).

Desarrollo de tubérculos.

La formación de los tubérculos en la planta es un proceso complejo que involucra diferentes sistemas biológicos importantes. Factores como fotoperíodo corto (8 h), temperaturas frescas (18 °C) y niveles bajos de giberelinas promueven la tuberización (Hannapel *et al.*, 2004), además de que las citocininas y compuestos como el jasmonato (Vreugdenhil y Sergeeva, 1999; Hannapel *et al.*, 2004) la radiación (Jackson, 1999), concentración de CO₂ (Lawson *et al.*, 2002), nutrición de la planta y el genotipo (Struik y Wiersema, 1999) han sido implicados en la regulación del desarrollo del tubérculo.

El conocimiento del desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de papa durante el ciclo de cultivo, así como la distribución de los azúcares durante el crecimiento del tubérculo, permite identificar el momento exacto de la cosecha, y su posible manejo en el almacenamiento (Montaldo, 1984).

Descripción morfológica.

Es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea, perene por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal y a veces de varios tallos, según el número de yemas que haya brotado del tubérculo (Montaldo, 1984). Pertenece a la familia Solanaceae, cuyo nombre científico es *S. tuberosum*. Este autor dice que:

Raíz: El sistema radical está formado por muchas ramificaciones, se origina por semilla o planta originada de tubérculo. La raíz es gruesa y pivotante, su mayor área de desarrollo se encuentra entre 60 y 80 cm de profundidad.

Tallo: Son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos; al principio son erguidos y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yema del

tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1m. Son de color verde pardo debido a los pigmentos asociados a la clorofila, estando presentes en el tallo.

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

Tubérculo: Son los órganos comestibles de la planta. Están formados por tejido parenquimatoso, donde se acumulan las reservas del almidón. En las axilas de los tubérculos se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo.

Hojas: Son compuestas, imparipinadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares. La nervación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en las nervaduras y en los bordes del limbo. Cuando la planta empieza a producir tubérculos la producción de las hojas se reduce ligeramente para concentrarse en los tubérculos que crecen rápidamente, cuando los tubérculos alcanzan su máximo desarrollo, las hojas se tornan amarillentas.

Inflorescencias: Cimosas, situándose en la extremidad del tallo y sostenidas por el escapo floral. Es una planta autógama; las flores tienen la corola gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc.

Fruto: En forma de baya redondeada de color verde de 1 a 3 cm. de diámetro, que se tornan amarillos al madurar. El fruto contiene en sus lóculos abundantes semillas, las cuales son pequeñas, lenticelas y blancas (Montaldo, 1984).

Requerimientos edafoclimáticos.

Temperatura: Se trata de una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su desarrollo de entre 13 y 18 °C. Al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7°C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas. El frío excesivo perjudica especialmente a la papa, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar. Si la temperatura es

demasiado elevada afecta a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades (Serena, S/F).

Heladas: Es un cultivo bastante sensible a las heladas tardías, ya que produce un retraso y disminución de la producción. Si la temperatura es de 0 °C la planta se hiela, acaba muriendo aunque puede llegar a rebrotar. Los tubérculos sufren el riesgo de helarse en el momento en que las temperaturas sean inferiores a -2 °C (Serena, S/F).

Humedad: La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo. La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el período desde la aparición de las flores hasta la maduración del tubérculo resulta nociva. Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el ataque de tizón tardío, por tanto esta circunstancia habrá que tenerla en cuenta (Serena, S/F).

Suelo: Es una planta poco exigente a las condiciones edáficas, sólo le afectan los terrenos compactados y pedregosos, ya que los órganos subterráneos no pueden desarrollarse libremente al encontrar un obstáculo mecánico en el suelo. La humedad del suelo debe ser suficiente; aunque resiste lo árido; en los terrenos secos las ramificaciones del rizoma se alargan demasiado, el número de tubérculos aumenta, pero su tamaño se reduce considerablemente. Los terrenos con excesiva humedad, afectan a los tubérculos ya que se hacen demasiado acuosos, poco ricos en fécula y poco sabrosos y conservables. Prefiere los suelos ligeros o semi ligeros, silíceo-arcillosos, ricos en humus y con un subsuelo profundo. Soporta el pH ácido entre 5.5-6, ésta circunstancia se suele dar más en los terrenos arenosos. Es considerada como una planta tolerante a la salinidad (Serena, S/F).

Luz: La luz tiene una incidencia directa sobre el fotoperíodo, ya que induce la tuberización. Los fotoperíodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento, además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperíodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 hrs. La intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética, favorece la floración y fructificación (Serena, S/F).

Particularidades del Cultivo.

Implantación en las rotaciones. En las rotaciones de cultivos se recomienda introducir la papa cada cinco años, ya que resulta difícil evitar parte de los rebrotes, sobre todo después de una recolección mecanizada, y por otra parte impedir la conservación de los parásitos del suelo. La papa viene muy bien después de un cultivo de cereales, siendo además una excelente precedente para la mayor parte de los cultivos, aunque para que los rebrotes se limiten es aconsejable sembrar el siguiente cultivo sin labor previa (Serena, S/F).

Preparación del terreno. Es necesario que el terreno esté bien removido, bien aireado, sin huecos y sin terrones y con los agregados homogéneos, con el objetivo de favorecer el desarrollo radicular, la emergencia rápida y homogénea y reducir los ataques de parásitos. Se debe realizar primero una labor profunda (no deberá ser inferior a 25 cm.), incorporándose el abonado de fondo, seguida de un escarificado profundo, en la que se surca el terreno dejando una distancia de 0.5-0.7 m. La época de hacer estas labores dependerá de las características de la zona de cultivo y de la planta que preceda a la papa si hay una rotación de cultivos (Serena, S/F).

Densidad de plantación. Los tubérculos se colocan sobre los surcos a una distancia de 0.5-0.7 m, separándose los surcos entre 0.3-0.4 m, teniendo al final una densidad de plantación aproximada de 35000 y 66000 tubérculos/ha, si la plantación es de riego se podrán alcanzar densidades mayores. La elección de la densidad de plantación no tiene repercusión directa sobre el rendimiento global de la producción, aunque si la densidad es muy elevada, puede dar lugar a tubérculos más pequeños, debido a una mayor competencia por la luz, agua y nutrientes (Serena, S/F).

Enfermedades.

Tizón tardío. (*Phytophthora infestans*). Se trata de la enfermedad más importante que afecta al cultivo de la papa y es la que produce mayores pérdidas económicas en todo el mundo.

Tizón temprano. (*Alternaria solani*). Este hongo se desarrolla en climas más secos que *Phytophthora*. Esta enfermedad suele afectar a los tallos y hojas de la papa y en menor medida a los tubérculos.

Costra negra de la papa. (*Rhizoctonia solani*). Esta enfermedad tiene una amplia distribución geográfica, pues se localiza en cualquier zona donde se cultiven papas.

Sarna de la papa. (*Hemilthosporum solani*). Es considerada como una enfermedad de la conservación, pero la contaminación de los tubérculos se produce antes de la recolección.

Fusarium solani. Este hongo afecta al cultivo de la papa provocando tres problemas fundamentales: marchitez en la planta, podredumbre seca en los tubérculos y podredumbre del tubérculo madre.

Moho gris. (*Botrytis cinerea*). Esta enfermedad se observa en condiciones de humedad elevada y temperaturas frescas. Es más grave en los semilleros, sobre todo si la densidad de siembra es elevada.

Pie negro. (*Erwinia carotovora*). Es una bacteria que produce numerosas pérdidas en la mayor parte de los países productores; se encuentra en la superficie de los tubérculos y en condiciones idóneas produce la podredumbre del material vegetal antes de la emergencia de las plántulas, avanzando hasta el tallo.

Marchitez bacteriana. (*Pseudomonas solanacearum*). Esta bacteria ocasiona importantes pérdidas económicas a nivel mundial. Los síntomas que provocan son la marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje en cualquier estado de desarrollo del cultivo.

Sarna común. (*Streptomyces scabies*). Esta enfermedad bacteriana afecta a la calidad comercial de la cosecha, siendo una gran amenaza en las zonas de cultivo, pues no existen métodos de lucha realmente eficaces para erradicarla.

Virus del enrollado de la papa. (PLRV). Es una de las enfermedades más importantes ya que se extiende a nivel mundial por todas las zonas productoras, especialmente en Europa. Este virus puede ser transmitido por tubérculos infectados y por pulgones.

Plagas de la papa. Al igual que la mayoría de los cultivos, la papa está expuesta a ser atacada por insectos plaga, mismos que pueden ocasionar daños si no se les controla oportunamente; prácticas como la desinfección de semillas, uso de semillas certificadas y rotaciones de cultivo logran atenuar su incidencia.

Dentro de las principales plagas que atacan a este cultivo destacan:

Insectos Vectores de Enfermedades.

El cultivo de la papa es atacado por un gran número de insectos, los cuales atacan al follaje, tallos, estolones y tubérculos, afectando el rendimiento. Además que a través de estas heridas pueden aparecer enfermedades causada por hongos, bacterias, nemátodos, otro aspecto importante son las plagas que succionan savia y transmiten enfermedades virales difíciles de controlar (Calderón, 1978).

El áfido de la papa. (*Macrosiphum euphorbiae*) es un insecto de amplia distribución también se denomina áfido o pulgón rosa y verde de la papa, debido a que presenta estos dos colores. Tanto las ninfas como los adultos causan daño al succionar la savia del follaje, especialmente del meristemo terminal. Además, este pulgón puede transportar y transmitir de plantas enfermas a plantas sanas, los virus que ocasionan el enrollamiento foliar, el mosaico suave, el mosaico rugoso, el tubérculo ahusado y el enanismo no moteado (Bovey, 1977).

El Pulgón verde. (*Myzus persicae*) coloniza la planta en muy poco tiempo; los daños que ocasiona por su parasitismo son despreciables en comparación con la transmisión de virus, los cuales acarrearán problemas más graves todavía. También perjudican a las plantas al succionar savia de los tejidos, provocando

enchinamiento; por otro lado, excretan una mielecilla que es apta para la formación de colonias de hongos (Urias *et al.*, 1992).

Bactericera cockerelli. Es una de las plagas más importantes de solanáceas en México. En México se registró una superficie cosechada de más de 300,000 ha de solanáceas, entre tomate, papa, chile, tomatillo y berenjena, todas hospederas de *B. cockerelli* (Wallis, 1951). Este insecto es actualmente una de las plagas de mayor relevancia en México, causa daños directos por alimentación y extracción de savia, e indirectos por la transmisión de enfermedades, algunas de las cuales aún no están caracterizadas (Garzón *et al.*, 2003; Liu y Trumble 2007; Munyaneza *et al.*, 2007). Se ha comprobado transmisión de enfermedades en tomate, chile y papa (García, 2007), y éstas pueden ocasionar pérdidas totales si se inoculan en etapas tempranas de desarrollo (Garzón *et al.*, 1992; Munyaneza *et al.*, 2007).

Descripción de *Bactericera cockerelli*.

Este insecto fue descubierto en 1909 en el Estado de Colorado (USA) por un investigador llamado Cockerell, y como reconocimiento, Sulc lo bautizó científicamente como *Trioza cockerelli*, aunque más tarde se le cambió el nombre a *Bactericera cockerelli* (Paratrioza) (Sulc, 1909).

Debido a su parecido con los áfidos, a este insecto se le conoce como “pulgón saltador” en México. Sus antecedentes datan de 1947, habiéndose encontrado inicialmente en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se le localizó en el Estado de México, en Guanajuato y doce estados más. El pulgón saltador tiene un aparato bucal tipo picador-chupador, que está armado con un estilete, formado por dos conductos semejantes a un par de “popotes”, uno para entrada y otro para salida. En la planta, las ninfas o los adultos introducen el estilete hasta el floema; por uno de los conductos el insecto succiona la savia y por el otro inyecta su saliva a la planta. El daño causado por este insecto es por un lado de tipo toxinífero o directo y por otro lado

indirecto como posible transmisor de un fitoplasma u organismo tipo bacteria (Garzón, 2002; Garzón *et al.*, 2005). Puede colonizar especies de diversas familias de plantas, pero parece ser que tiene un gusto especial por especies de la familia Solanaceae como son tomatillo (*Physalis ixocarpa*, Brot.), chile (*Capsicum annum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), papa (*S. tuberosum* L.) y tomate (*L. esculentum* Mill), siendo estos dos últimos cultivos tan afectados por el insecto, que también se le conoce como psílido de la papa y/o psílido del tomate.

Taxonomía de *B. cockerelli*:

Según Hodkinson (2009) la ubicación taxonómica de *B. cockerelli*

Reino: Animal

Phyllum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Familia: Triozidae

Género: *Bactericera*

Especie: *B. cockerelli* Sulc

Biología de *Bactericera cockerelli*.

El ciclo de vida de los psílidos típicamente comprende huevecillo, cinco instares ninfales y adultos con reproducción sexual; la reproducción partenogénica es rara pero ocurre en algunas poblaciones de *Cacopsylla rara* (Tuthill), *Glycaspis operta* (Moore) *Glycaspis atkinsoni* Moore y *Cacopsylla myrtilli* (Wagner) (Hodkinson, 2009).

La temperatura es un factor crítico para el desarrollo de las poblaciones de *B. cockerelli*, éste se desarrolla mejor alrededor de los 27°C. Temperaturas superiores a 37°C pueden resultar letales para los huevecillos y ninfas a las dos horas, y

temperaturas superiores a los 32°C reducen o detienen la oviposición, eclosión de huevecillos y supervivencia de ninfas (List, 1939; Pavlista, 2002). Por estas razones, los psilidos ocurren con mayor frecuencia en altitudes superiores a 1.700 msnm (Pavlista, 2002).

Huevecillo: es oblongo-oval, dos veces tan largo como ancho. Se coloca sobre un pedicelo de aproximadamente dos tercios la longitud del huevecillo. Recién puestos son amarillentos y a medida que el embrión se desarrolla se tornan de color naranja. Cuando está próximo a la eclosión se pueden observar los ojos rojizos de ninfas de primer instar (Rowe y Knowlton 1935; Becerra, 1989).

Los huevecillos son depositados en el haz y envés de las hojas y a lo largo de los márgenes, algunos en pecíolos o tallos y mayormente sobre hojas apicales jóvenes. Con frecuencia una hembra deposita los huevecillos en hilera, o bien puede distribuirlos sobre la superficie de dos hojas durante el transcurso de un día (Knowlton y Janes 1931; Cranshaw, 2007).

Knowlton y James (1931) reportaron que hembras de *B. cockerelli* ovipositaban un promedio de 37.6 huevecillos por día. Becerra (1989) señaló que cada hembra depositaba entre 1 y 11 huevecillos por día, con una media de 2.6. Adicionalmente, Hodkinson (2009) reportó que algunas hembras produjeron más de 1,300 huevecillos durante toda su vida.

Ninfa de primer instar: tiene una longitud promedio de 0.36 mm y un ancho de 0.20 mm (Rowe y Knowlton, 1935), con forma de escama y ojos rojos prominentes; el cuerpo es amarillo claro y no es visible la segmentación (Pletsch, 1947). Presenta antenas con segmentos basales cortos y gruesos, estos se adelgazan hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoras; los ojos son de color rojo o naranja (Becerra, 1989).

Ninfa de segundo instar: en promedio mide 0.50 mm de longitud por 0.30 mm de ancho (Rowe y Knowlton, 1935), permanecen de color amarillo pálido, la división

entre las regiones del cuerpo ya es notable (Pletsch, 1947). Se observan directamente los paquetes alares (Becerra, 1989).

Ninfa de tercer instar: la longitud es de 0.70 mm por 0.50 mm de ancho (Rowe y Knowlton, 1935); los paquetes alares son fácilmente detectables; el color amarillo empieza a tornarse verde (Pletsch, 1947), y se definen perfectamente las constricciones del cuerpo (Becerra, 1989). A partir de este instar las glándulas de cera son prominentes alrededor del margen del cuerpo (Rowe y Knowlton, 1935).

Ninfa de cuarto instar: mide en promedio 1.10 mm de longitud y 0.70 mm de ancho (Rowe y Knowlton, 1935); los paquetes alares son completamente evidentes y de color ligeramente más claro que el resto del cuerpo (Pletsh, 1947); es una ninfa aplanada, elíptica y en forma de escama (Cranshaw, 2007).

Ninfa de quinto instar: tamaño promedio de 1.60 mm de longitud por 1.10 mm de ancho (Rowe y Knowlton, 1935); forma similar a la ninfa de 4º instar; puede notarse una hilera de tubos largos de cera secretados por glándulas alrededor del margen del cuerpo (Pletsch, 1947); el color de las ninfas maduras puede ser cercano al color de las hojas, dependiendo de la planta huésped (Cranshaw, 2007).

Adulto: recién emergidos son de color verde pálido o ámbar claro, con las alas blancas (Knowlton y James 1931; Pletsh 1947; becerra, 1989), permanecen inactivos durante las primeras horas después de su emergencia, tiempo en el que las alas se tornan transparentes; la cabeza y el tórax cambian de color y son amarillo ámbar, posteriormente a café claro hasta llegar a café oscuro o negro; estos cambios de coloración ocurren entre los cinco y diez días (Knowlton y Janes 1931; Becerra, 1989). Se considera que la coloración oscura es característica de insectos que ya copularon. (Becerra, 1989). La hembra tiene el abdomen redondeado y más robusto que el macho, termina en un ovipositor corto y agudo, mientras que el macho tiene un abdomen más estrecho y la genitalia presenta un “abultamiento” en el extremo (Pletsch, 1947).

Cuadro 1. Ciclo biológico de *Bactericera cockerelli* en unidades calor

(Becerra, 1989).

Estado biológico	Unidades calor (UC)
Huevecillo-primer instar	71.20
Primero-segundo instar	53.68
Segundo-tercer instar	47.68
Tercer-cuarto instar	54.40
Cuarto-quinto instar	47.92
Quinto-adulto	80.51
Total	355.81

Hospedero.

El salerillo de la papa tiene como hospedante primario a la papa (*S. tuberosum*) y al jitomate (*L. esculentum*). Tiene preferencia por plantas de la familia Solanaceae, en la cual se reportan otras 40 especies como hospedantes secundarios y presumiblemente, sea alguno de ellos el hospedante donde inverna.

Aunque *B. cockerelli* se encuentra en especies de 20 familias de plantas (Cuadro 2) (Anónimo, 2009), se asocia principalmente con solanáceas (Wallis 1951, Burkhardt y Lenteren 1997; Hodkinson, 1988, 2009).

Cuadro 2. Solanáceas hospederas de *Bactericera cockerelli* (Wallis 1951).

<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Physalis francheti</i> Mast	<i>Solanum nigrum</i> L.
<i>C. frutescens</i> L.	<i>Physalis ixocarpa</i> Brot	<i>S. rostratum</i> Dunal
<i>C. f. var grossum</i> (L.) Bailey	<i>Physalis lanceolata</i> Michx	<i>S. trifolium</i> Nutt.
<i>Datura stramonium</i> L.	<i>Solanum aviculare</i> G. Forts	<i>S. tuberosum</i> L.
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	<i>S. betaceum</i> Cav.	
<i>Lycium halimifolium</i> Mill.	<i>S. carolinense</i> L.	
<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn	<i>S. lycopersicum</i> L.	
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	<i>S. melongena</i> L.	

Se ha reportado que *B. cockerelli* puede invernar en plantas como *Lycium* ssp, y otras solanáceas silvestres en regiones cálidas del sur de Estados Unidos como Texas, Nuevo México y Arizona (Wallis, 1951; Cranshaw, 2007; Hodkinson, 2009). Además, puede sobrevivir en otras plantas diferentes a las solanáceas, tales como Convolvulacea incluyendo cultivos y malezas nativas. (Pavilista, 2002; Crop y Food Research, 2010), Laminacea (Anonimo, 2009) y Amaranthaceae (Pavilista, 2002).

Daño Ocasionado por *B. cockerelli*.

Los psílidos de la papa se alimentan de la savia de las plantas hospederas; como resultado de la alimentación, producen el amarillamiento de la papa por efecto de las toxinas (daño toxínífero o directo), el efecto patológico de la toxina es temporal. Las ninfas, además de ser toxíníferas, producen secreciones cerosas de color blanquecino, las cuales dan la apariencia de sal en las hojas, de donde deriva el nombre de “salerillo de la papa” (Garzón, 2002a; Garzón, 2002b).

B. cockerelli fue reportado en México como vector de una enfermedad en tomate denominada permanente del tomate (Garzón, 1986) y de la punta morada en papa,

donde se ha determinado que el insecto puede transmitirlo en un tiempo de 15 minutos después de su adquisición (Garzón, 2002b); aunque la transmisión de fitoplasmas es considerado como un daño secundario, en papa, jitomate y presumiblemente en otros cultivos solanáceos, este tipo de daño es de mayor relevancia económica que el daño toxínifero.

En la región del Bajío, los insectos vectores de virus y fitoplasmas han adquirido gran importancia durante los últimos tres años. El principal problema ha sido la presencia de la enfermedad conocida como punta morada-manchado del tubérculo de la papa, que causa grandes pérdidas al cultivo por la reducción del rendimiento y calidad de las papas; el incremento de este problema ha coincidido con el incremento poblacional de su vector, el psílido *B. cockerelli* (Bujanos, 2003).

La presencia de poblaciones de psílicos durante la tuberización afecta significativamente la producción de tubérculos. Una vez que los tubérculos han formado las plantas toleran más el daño (Nava, 2002). Las pérdidas en producción son del orden del 20 al 50%. Cuando las plantas son atacadas durante las primeras etapas, los tubérculos brotan prematuramente en el almacén (Ferguson *et al.*, 2001).

Daños indirectos.

La principal enfermedad de la papa es la punta morada, originalmente descrita en Estados Unidos y transmitida por chicharritas. A una enfermedad similar en papa observada en México, se le asignó el mismo nombre y estudios moleculares de ADN concluyeron que es causada por un fitoplasma del grupo del aster yellows (Leyva *et al.*, 2002) y que a diferencia de los reportes de Estados Unidos, en México la punta morada de la papa parece ser transmitida por *B. cockerelli* y no por chicharritas (Garzón, 2002; Garzón *et al.*, 2005; Salas, 2006).

Estudios recientes han mostrado que una nueva especie de una bacteria no cultivable denominada *Candidatus Liberibacter solanacearum* (psyllaourous), es responsable de la enfermedad “Permanente del tomate” y “Punta morada de la papa manchado del

tubérculo”. (Zebra chip) (Munyaneza *et al.*, 2007 y 2009) y es transmitida por *B. cockerelli* (Garzón, *et al.*, 2009).

Enfermedades Asociadas a *B. cockerelli*.

El tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.) es la hortaliza más difundida en el mundo, en 170 países se registra su cultivo, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio; a nivel mundial se mencionan 4.6 millones de ha/año con una producción de 126 millones de ton/año (FAOSTAT, 2007), una superficie nacional de 66, 635 ha, de las cuales Sinaloa sembró 19 548 ha en el año de 2007 (SIAP-SAGARPA, 2007). Aunado a esto, se presentan también una gran variedad de plagas y enfermedades que afectan la producción del cultivo. Garzón (1984), reportó la existencia de una enfermedad que causó un 60% de daños en la producción de tomate en Guanajuato, a la que llamó “permanente del tomate” (PT), cuyos síntomas son hojas quebradizas y enrolladas (Figura 2), aborto de flor (Figura 3), sobre brotación de yemas axilares (Figura 4), frutos muy pequeños y por lo tanto no comerciales, achaparramiento y decaimiento general de la planta (Figura 1). Los síntomas en las plantas de tomate inician con una clorosis de los brotes apicales, las hojas inferiores se enrollan tomando la apariencia de “taco” y presentan una textura quebradiza (Figura 2), de manera normal estas hojas son de color verde intenso y brillante debido a una menor presencia de tricomas en la lámina foliar. Posteriormente en las flores se manifiesta una necrosis y son abortadas. La planta es pequeña y de un color verde más intenso que las normales (Garzón, 1984 y 1986), el agente causal asociado a esta enfermedad se describió recientemente como Candidatus *Liberibacter solanacearum*, una bacteria no cultivable (Munyaneza *et al.*, 2009).



Figura 1. Planta con decaimiento



Figura 2. Hojas enrolladas hacia arriba



Figura 3. Aborto de flor.



Figura 4. Sobrebrotación de yemas axilares.

Punta morada de la papa-manchado (zebra chip) del tubérculo.

La papa (*S. tuberosum* L.) es otro de los cultivos importantes en México debido a sus cualidades alimenticias, adaptación climática y alto rendimiento, siendo superado sólo por cultivos como maíz, frijol, trigo y arroz, pero es susceptible a más de 300 enfermedades, aunque no todas causan pérdidas significativas (Hooker, 1998).

En 2007, se registró una producción mundial de 19.3 millones de hectáreas, con producción de 325 millones de toneladas (FAOSTAT, 2007), sembrada en 100 países. En México, para ese mismo año, la SAGARPA reportó una producción de 1 millón 750 mil 797 toneladas, en una superficie de 66,617 ha, de las cuales en Sinaloa se cultivaron 14 mil ha, con una producción de 359 mil ton, haciendo notar que la producción de este tubérculo ha ido a la alza en los últimos 10 años. Actualmente se cultiva en 23 estados de la República Mexicana durante todo el año, sin embargo, es afectado por una gran cantidad de factores que limitan su producción y calidad de los tubérculos; entre estos factores sobresalen los insectos, nemátodos, maleza y enfermedades de tipo fúngicas, bacterianas, virosas, fitoplasmas u organismos tipo

bacteria. Una de las principales enfermedades es conocida como “punta morada de la papa” (PMP) (Figura 5) considerada de gran importancia por las pérdidas económicas que ocasiona y la cual se encuentra distribuida en Canadá, E.U.A., Centro, Sudamérica y en México ya como un problema muy serio pues se encuentra presente en la mayoría de las zonas productoras de papa (Leyva *et al.*, 2002).

El nombre de esta enfermedad hace alusión a la coloración morada que adquieren las hojas apicales, síntoma que está asociado con achaparramiento de la planta, enrollamiento de las hojas y recientemente se han descrito síntomas adicionales que se caracterizan por una coloración oscura interna de los tubérculos y ausencia de brotación de los mismos. A esta enfermedad, se le conoce como “Zebra chip” (Figura 6) y está causando mayores daños que la comúnmente conocida como “punta morada” ya que actualmente está afectando el 50% de la superficie nacional y sobre la cual se ha descrito a *B. cockerelli* como vector (Salas, 2006).



Figura 5. Planta de papa con síntomas de punta morada



Figura 6. Síntomas del “Manchado del tubérculo” en papa.

Técnicas de muestreo.

El muestreo es un componente fundamental de las actividades de investigación en ecología poblacional, dinámica de poblaciones y el desarrollo de métodos de control alternativos (Nava, 2002).

Inspección visual de hojas para muestreo de ninfas: No existe un plan de muestreo bien elaborado para este insecto. No obstante, en el Bajío se recomienda inspeccionar y marcar 10 plantas de tomate para detectar huevecillos con el propósito de predecir y determinar el momento oportuno de aplicación de insecticida contra ninfas de 1er y 3er instares. También se indica la necesidad de continuar con muestreos semanales enfocándose a la presencia de huevecillos y ninfas para evaluar la eficiencia de las aplicaciones de insecticida (Nava, 2002).

Trampas amarillas para el muestreo de adulto: se señala que en invernaderos el uso de trampas amarillas capturan gran cantidad de adultos de *B. cockerelli*. Estas trampas se han utilizado rutinariamente para la mosquita blanca y el psilido del tomate desde 1995 y 1997, en la Comarca Lagunera. Las trampas deben colocarse a una altura de la terminal de la planta y orientadas de tal manera que reciba luz directa (Nava, 2002).

Mecanismos de resistencia.

Para el control del vector de la punta morada *B. cockerelli*, se han utilizado varias alternativas, como el uso de trampas de colores, enemigos naturales y principalmente la aplicación desmedida de productos agroquímicos, los cuales no han sido eficaces. Vega *et al.*, (2008) mencionaron, que en los estados de Coahuila y San Luís Potosí es común que se realicen hasta doce aplicaciones de insecticidas durante la temporada de cultivo (jitomate y papa) lo que genera altos niveles de resistencia y la selección de múltiples mecanismos de resistencia. En la mayoría de los casos, las enzimas detoxificativas son el principal factor de resistencia (Benbrook, 1986). Al penetrar los tóxicos al interior de los organismos están sujetos a la acción enzimática dando como resultado subproductos que pueden ser menos tóxicos o de más fácil excreción. (Georghiou, 1972). Entre los sistemas de destoxificación más importantes que constituyen la resistencia metabólica en insectos, se encuentran las oxidasas microsomales que metabolizan los nicotinoides, análogos del DDT, piretroides naturales y organofosforados; la glutatión s-transferasa que detoxifican fosforados y las esterasas, que detoxifican a los organofosforados, piretroides y carbamatos (Terriere, 1984; Lalah *et al.*, 1995).

El uso de sinergistas ha sido recomendado para detectar el desarrollo de la resistencia de las plagas debido a que estos bloquean los procesos de destoxificación del insecticida (Casida, 1974). Los sinergistas más utilizados son el butóxido de piperonilo (BP), que inhibe oxidasas de función múltiple (Lagunes y Villanueva, 1994); el S, S, S, tributilfosforotritioato (DEF), que inhibe esterasas (Casida, 1974) y el dietil maleato (DEM), que inhibe glutatión s- transferasas (Lagunes y Villanueva, 1994). Se puede mencionar que la presencia de resistencia en esta especie en el mundo, ha sido poco investigada; al respecto Liu y Trumble (2004), mencionan que en la región productora de tomates en california desde el año de 1998, se ha visto un incremento en la aplicación de plaguicidas como Acefato y Metomil en combinación con Esfenvalerato.

En la actualidad, el control de *B. cockerelli* y de chicharritas se basa principalmente en el uso de insecticidas químicos. Los productores de papa de algunas regiones en México realizan hasta 30 aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo, esto incrementa los costos de producción y representa un riesgo de contaminación ambiental y de daño directo al hombre. La presencia de fitoplasmas y de sus vectores en el cultivo de papa en México, así como la dificultad para el control de la punta morada de la papa. El énfasis en el psílido de la papa se debe a que de antemano se conoce la amplia distribución de diversas especies de chicharritas (Vega *et al.*, 2008).

Métodos de Control.

Control cultural.

Las plantaciones tempranas de papa son más susceptibles al ataque de *B. cockerelli* que las tardías. (Wallis, 1951). Se recomienda la destrucción de focos de infestación, estos pueden ser cultivos abandonados por enfermedades o por efectos dañinos del clima; también se deben destruir residuos de cultivos inmediatamente después de la cosecha, y destruir hospederos de la plaga o de la enfermedad en márgenes del cultivo y lotes adyacentes. Estas prácticas se recomiendan en general para el manejo de insectos vectores. (Bujanos *et al.*, 2005). Los acolchados con plástico de colores aluminio y blanco han demostrado disminuir las densidades de poblaciones de *B. cockerelli* en áreas cultivadas con tomate (Demirel y Cranshaw 2006).

El suelo y la fertilización pueden ayudar a disminuir los daños ocasionados por este insecto; se considera que si una planta se encuentra sana, es difícil que sea atacada severamente por las plagas (Avilés *et al.*, 2002).

Control Genético.

Existen diferentes tipos de resistencia vegetal de tomates a varias a varias especies de insectos plagas (Kennedy, 2003). Las principales formas de resistencia al psílido

son en forma de antibiosis y antixenosis, especialmente los tomates que contienen el gen Mi-1.2 (Castell *et al.*, 2006).

El incremento en pubescencia de las hojas las hace menos favorables para los psílicos (Cranshaw, 2007). No obstante, en algunos casos, cierto tipo de tricomas, el tamaño, la densidad, o el contenido de compuestos químicos de estos, puede tener efectos adversos sobre la acción de determinadas especies de enemigos naturales (Kennedy, 2003). Además, hay interacciones entre cultivares de tomates con insecticidas, y estas interacciones pueden hacer más complejo el control de plagas (Liu y Trumble, 2004).

Control Biológico.

Enemigos naturales (depredadores). Existen documentados varios enemigos naturales de *B. cockerelli*, entre ellos: *Tetrastichus triozae*, *Metaphycus psillidus*, *Antochoris melanocerus*, *Daraeocoris brevis*, *Orius tristicolor*, *Chrysoperla carnea*, *Ch. rufilabris*, *Hippodamia convengens*, *H. americana*, *H. lecontei*, *H. quinquesignata* y *Geocoris decoratus*. No existen observaciones en campo sobre depredadores del psílido de la papa. Los trabajos se han efectuado en laboratorio. De ellos, las catarinas, la chinche ojona y las crisopas, son los depredadores que tienen más posibilidades de ofrecer un buen control en campo (Avilés *et al.*, 2002). Debido a que el pulgón saltador de la papa, es un insecto que en México recientemente adquirió la categoría de plaga primaria, poco se conoce sobre sus depredadores.

Parasitoides. Los únicos parasitoides conocidos de *B. cockerelli* son *Metaphycus psyllidus* (Encyritidae) y *Tamaraxia triozae* (Eulophidae), ambos son parasitoides primarios de ninfas (Compere, 1943; Plestch, 1947; Jesen, 1957).

Hongos entomopatógenos. Los principales hongos entomopatógenos reportados para el control de *B. cockerelli* son: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium Anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus* (Bujanos *et al.*, 2005).

Control Legal.

La Norma Mexicana (NOM-081-FITO-2001) precisa el manejo y la eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de

siembra, cosecha y destrucción de residuos debido a que se considera que los daños de esta plaga repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie y en la calidad fitosanitaria y comercial, causando pérdidas socioeconómicas (SAGARPA, 2011).

Control Químico.

A pesar de que no hay estudios de umbrales económicos sobre tomate (Liu y Trumble 2006), algunos estudios con variedades comerciales en California, tales como Yellow Pear, QualiT 21 y Shady Lady, sugieren que 18-50 ninfas de *B. cockerelli* por planta son suficientes para ocasionar los síntomas de “amarillamiento por psilidos”(Liu *et al.*, 2006; Liu y Trumble, 2006). No obstante, para que el daño por alimentación de psilidos se exprese, deben considerarse además de la densidad de ninfa, el tiempo de alimentación de estas (Pavlista, 2002; Liu *et al.*, 2006; Liu y Trumble, 2006).

La principal dificultad para aplicar insecticidas contra *B. cockerelli* es que las ninfas se encuentran con mayor frecuencia por el envés de la hojas y su movilidad es casi nula (Daniels, 1934; Pavlista, 2002), los tratamientos foliares son más efectivos cuando las partes inferiores de las hojas se exponen al tratamiento (Pavlista, 2002; Cranshaw, 2007).

Algunas aplicaciones de azufre en polvo pueden proveer control (Cranshaw, 2007) así como también sales potásicas de ácidos grasos (jabones insecticidas al 2%) las cuales pueden ser útiles contra las ninfas, aunque el control es más errático. (Bujanos *et al.*, 2005; Cranshaw, 2007). También se han mencionado a otros productos a base de Azadiractina (Bujanos *et al.*, 2005).

Se debe tener en cuenta que los carbamatos de amplio espectro pueden incrementar la densidad de psildos. (Cranshaw, 1985) y que otros insecticidas como fenvalerato, esfenvalerato, endosulfan, mathamidofos y forato han demostrado reducir las densidades de agentes de control biológico, lo cual provoca brotes de plagas secundarias como *Liriomyza* spp. y ácaros (Cranshaw y Liewehr, 1990; Trumble, 1990, 1998)

Spirotetramat.

Spirotetramat es el nuevo insecticida de Bayer CropScience, con dos vías sistémicas, útil para programas de control de insectos chupadores como mosca blanca, paratrioza, pulgones y piojo harinoso, gracias a su sistemicidad de dos vías. El ingrediente activo Spirotetramat se mueve no sólo hacia los brotes nuevos, sino también hacia la raíz de las plantas, por lo que controla aquellas plagas que por sus hábitos biológicos son difíciles de alcanzar por los insecticidas convencionales.

Spirotetramat cuenta con tolerancias EPA en los cultivos de solanáceas (chile, tomate, papa, tomate de cáscara y berenjena), cucurbitáceas (Calabaza, calabacita, melón, pepino y sandía), crucíferas (brócoli, col, coliflor y col de Bruselas), cebolla y vid. En ornamentales (crisantemo) está exento de LMR.

Modo de acción de spirotetramat

Spirotetramat posee un novedoso modo de acción que consiste en inhibir la síntesis de lípidos en los insectos, la cual es un proceso metabólico indispensable durante el desarrollo de los mismos. Es un nuevo insecticida, con excelente eficacia y prolongado tiempo de protección contra ninfas de mosca blanca y paratrioza, (No tiene efecto contra adultos), adicionalmente muestra excelente eficacia contra piojos harinosos, pulgones y algunas especies de trips, como *Thrips tabaci* en cebolla.

Es el único insecticida sistémico que se mueve de manera acropetala y basipetala (por xilema y floema), esta característica le permite proteger brotes nuevos y partes inferiores de las plantas (Bayer, 2015).

Flupyradifurone.

Flupyradifurone es un producto innovador para los productores de frutas y hortalizas. Es el más nuevo insecticida para el control de las principales plagas de insectos succionadores y tiene un perfil de seguridad excelente. Gracias a su gran eficacia controla todas las etapas importantes de la vida del insecto y protege el cultivo en todas las etapas, cumpliendo con los estándares de seguridad más altos. Esto permite la flexibilidad de aplicación completa con diferentes métodos de aplicación (foliar, suelo

y riego por goteo) al momento de aplicación, incluso durante la floración. La alta selectividad en los cultivos de frutas y verduras proporciona un ajuste perfecto para el Manejo Integrado de Plagas (MIP), junto con los programas de productos biológicos y benéficos para la protección de cultivos.

Los investigadores de Bayer han tenido éxito al identificar qué parte de este complejo producto natural es responsable de su acción insecticida: el sistema farmacóforo del butenolido que actúa contra el receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR) en las plagas objetivo. Al combinarlo con otros dos elementos químicos, los científicos descubrieron que la eficacia y selectividad del ingrediente activo podrían mejorarse significativamente.

Modo de acción de Flupyradifurone.

Es un insecticida sistémico que es flexible en su aplicación y que controla una amplia variedad de plagas chupadoras, como áfidos, psílidos y moscas blancas. También es eficaz contra cochinillas, minadores de hojas, cochinillas blandas, saltamontes, así como algunos gorgojos, trips y escarabajos.

Flupyradifurone actúa en el sistema nervioso central de los insectos plaga como un agonista del receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR). Imita a los sitios activos del neurotransmisor natural, pero en contraste con la acetilcolina, flupyradifurone no pueden ser degradados por la acetilcolinesterasa. El efecto duradero del producto resulta en la interrupción del sistema nervioso del insecto y su posterior colapso (Bayer, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Parasitología, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) campus Buenavista en septiembre de 2016. Se utilizaron hojas de papa con huevecillos de *Bactericera cockerelli*, con la finalidad de evaluar el efecto ovicida de spirotetramat y flupyradifurone.

Material Biológico: Se estableció la colonia de *B. cockerelli* en un invernadero perteneciente al (DP); los adultos se introdujeron en una jaula de 1 x 1 x 1.5 m. Se colocaron plantas de papa para la alimentación e incremento de los adultos de paratrioza. Una vez que se tenía suficiente cantidad de adultos, se colocaron ocho plantas de papa dentro de la jaula para que los adultos ovipositaran sobre las mismas, por un período de tres días.

Tratamientos: Se prepararon las concentraciones; tales fueron tres concentraciones de spirotetramat (1.0 ml/L, 1.5 ml/L, 2.0 ml/L) y tres concentraciones de flupyradifurone (2.5 ml/L, 3.75 ml/L, 5.0 ml/L) (Cuadro 3). Cada concentración se tomó como un tratamiento, teniendo al final un total de seis tratamientos más un testigo; cada tratamiento consto de cuatro repeticiones y cada repetición con diferente número de huevecillos de *B. cockerelli* superior a diez.

Cuadro 3. Concentración de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone utilizadas para tratar huevecillos de *B. cockerelli* en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Tratamientos	Concentración ml/L
Testigo (T1)	0
Spirotetramat (T2)	1.0
Spirotetramat (T3)	1.5
Spirotetramat (T4)	2.0
Flupyradifurone (T5)	2.5
Flupyradifurone (T6)	3.75
Flupyradifurone (T7)	5.0

Exposición: Después de este tiempo de oviposición, las plantas infestadas con huevecillos tales se trasladaron al laboratorio tres para llevar a cabo el bioensayo. Del total de plantas infestadas por *B. cockerelli* se seleccionaron las hojas con mayor población, se cortaron hojas de las plantas infestadas para realizar el conteo de huevecillos que había en ellas bajo un microscopio estereoscópico; las hojas que tenían más de diez huevecillos fueron utilizadas en el experimento. Concentraciones: Una vez realizado el pre conteo se procedió a preparar las diferentes concentraciones de los productos insecticidas spirotetramat y flupyradifurone que serían utilizados en el bioensayo.

Después de haber preparado las concentraciones, en vasos de plástico con capacidad de 1L, se procedió a meter las hojas con su respectivo número de huevecillos en las concentraciones correspondientes, utilizando el método de inmersión por un periodo de 5 segundos (IRAC, 2016); se esperó a que cayera el excedente de la solución de insecticida por sí mismo. Para el caso del testigo las hojas fueron sumergidas en agua.

Conservación: Las hojas sumergidas en la solución de insecticida fueron puestas en contenedores de plástico, los cuales contenían una sanita húmeda y algodón con agua. Una vez dentro de un contenedor, el algodón se colocó en el pecíolo de la hoja para proporcionarle hidratación. El contenedor fue cerrado y etiquetado con su respectivo tratamiento y repetición.

Toma de datos: La toma de datos se realizaron a uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los tratamientos. Se evaluaron las variables: huevecillos viables, huevecillos no viables, huevecillos eclosionados, ninfas vivas y ninfas muertas. Para huevecillos viables y no viables se tomó el criterio de evaluación de color, forma y turgencia de los mismos. Para el caso de ninfas vivas y ninfas muertas se tomó el criterio de evaluación de forma, movimiento y producción de salerillo. La evaluación fue para cada uno de los huevecillos utilizados en el bioensayo.

Análisis estadístico: Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SAS (2002) utilizando un diseño completamente al azar y comparación entre medias con una prueba de Tukey con una significancia de 0.05 ($P=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se evaluó el efecto ovicida de spirotetramat y flupyradifurone, obteniendo los siguientes resultados; los cuales se presentan en tres apartados: huevecillos con daño, huevecillos viables y ninfas vivas.

Huevecillos con daño.

En el Cuadro 4 se muestra el número de huevecillos de *B. cockerelli* con daño causado por el insecticida en los tratamientos involucrados en este estudio.

Se muestra como el ensayo empezó con una población inicial, en la que se tiene un promedio de 14.5 a 52 huevecillos por tratamiento.

Cuadro 4. Huevecillos de *Bactericera cockerelli* con daño a uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016

Tratamientos	Cohorte de huevecillos	Días después de la aplicación			
		1	3	5	7
Testigo	42,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Spirotetramat 1.0	28,50	0,25	0,25	3,50	4,75
Spirotetramat 1.5	14,50	0,00	0,25	2,25	3,50
Spirotetramat 2.0	52,00	0,00	0,00	4,25	16,00
Flupyradifurone 2.5	37,75	0,00	0,00	3,25	8,00
Flupyradifurone 3.75	36,25	0,00	0,00	7,50	10,75
Flupyradifurone 5.0	19,50	0,00	0,25	5,00	11,25

En las cuatro fechas de evaluación el testigo no registró daño, al no haber sido tratado con toxico no se encontraron huevecillos que hayan mostraran síntomas de daño.

En la primera evaluación a un día después de la aplicación, spirotetramat a 1.0 ml/L fue el único tratamiento en registrar daño en huevecillos, en ninguno de los otros tratamientos involucrados en este estudio.

En la segunda evaluación a los tres días después de la aplicación, se observa que en los tratamientos con spirotetramat a 1.0 ml/L y 1.5 ml/L y flupyradifurone a 5.0 ml/L se

registró 0.25 huevecillos con efecto del insecticida, en los demás tratamientos y el testigo no se registró huevecillos con daño.

En la tercera evaluación a los cinco días después de la aplicación, en todos los tratamientos con insecticida se registró daño en los huevecillos, en los tratamientos con spirotetramat a 2.0 ml/L se observó 4.25 huevecillos con efecto de insecticida y flupyradifurone a 3.75 ml/L y 5.0 ml/L se registró 7.5 y 5.0 respectivamente con efecto del insecticida.

En la cuarta evaluación a los siete días después de la aplicación, el tratamiento con spirotetramat a 2.0 ml/L se registró 16.0 con efecto del insecticida mientras que flupyradifurone 3.75 y 5.0 ml/L registró 10.75 y 11.25 huevecillos con daño evidente respectivamente.

En la Figura 7 se muestra de forma gráfica el efecto de spirotetramat y flupyradifurone sobre huevecillos de *B. cockerelli* a uno, tres, cinco y siete (dda). Se observa que en la cuarta evaluación a siete (dda) se registró la mayor cantidad de huevecillos con daño en todos los tratamientos con insecticida, como se citó antes considerando huevecillos con daño a los que presentaron los síntomas de decoloración, pérdida de forma y turgencia de los mismos y distorsión del peciolo (Anexo 1).

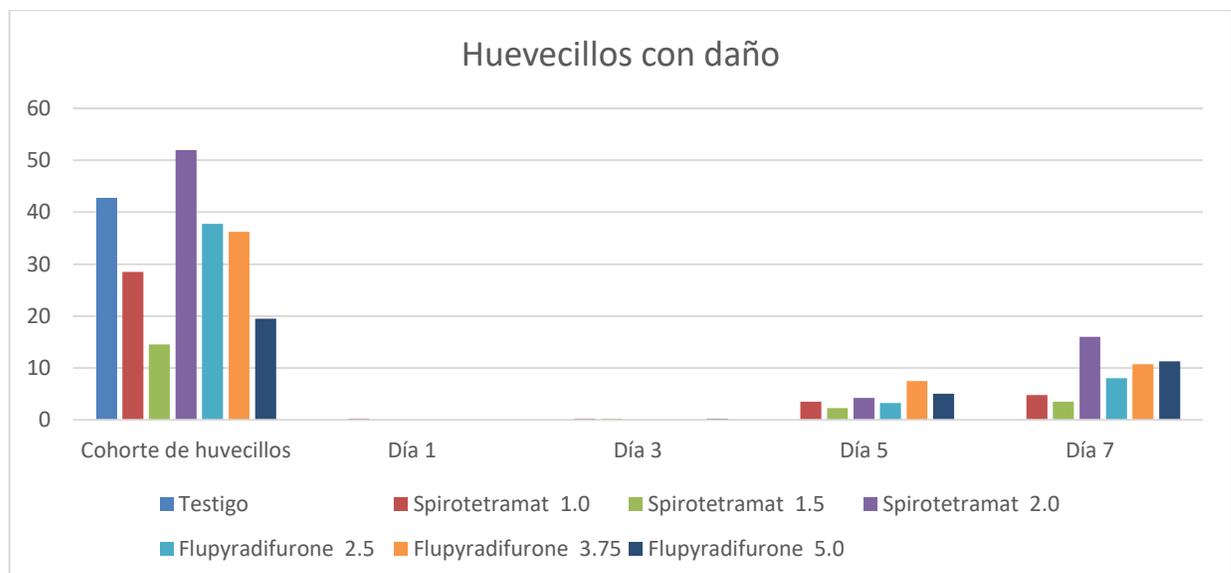


Figura 7. Huevecillos de *Bactericera cockerelli* con daño a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Huevecillos viables.

En el Cuadro 5 se muestra el número de huevecillos viables de *B. cockerelli* en las cuatro fechas de evaluación en los diferentes tratamientos involucrados en este estudio.

Cuadro 5. Huevecillos viables de *Bactericera cockerelli* a uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Tratamientos	Cohorte de huevecillos	Días después de la aplicación			
		1	3	5	7
Testigo	42,75	42,75	42,75	42,75	42,75
Spirotetramat 1.0	28,50	28,25	28,25	25,00	23,75
Spirotetramat 1.5	14,50	14,50	14,25	12,25	11,00
Spirotetramat 2.0	52,00	52,00	52,00	47,75	36,00
Flupyradifurone 2.5	37,75	37,75	37,75	34,50	29,75
Flupyradifurone 3.75	36,25	36,25	36,25	28,75	25,50
Flupyradifurone 5.0	19,50	19,50	19,25	14,50	8,25

En la primera evaluación a un día después de la aplicación, spirotetramat a 1.0 ml/L mostró 28.25 de huevecillos viables; fue el único tratamiento que registró un promedio más bajo de huevecillos viables en los tratamientos involucrados en este estudio.

En la segunda evaluación a los tres días después de la aplicación, spirotetramat a concentración de 1.0 ml/L registró 28.25 de huevecillos viables; spirotetramat a 1.5 ml/L con 14.25 de huevecillos y flupyradifurone 5.0 ml/L con un 19.25 de huevecillos viables.

En la tercera evaluación a cinco días después de la aplicación, se puede notar a los tratamientos con spirotetramat a 1.5 ml/L tuvo un promedio 12.25 huevecillos viables y flupyradifurone a 5.0 ml/L 14.5 en promedio de huevecillos viables.

En la cuarta evaluación a siete después de la aplicación, se muestra la cantidad de huevecillos viables donde spirotetramat a 1.5 ml/L mostró 11.0 huevecillos viables y

flupyradifurone 5.0 ml/L mostró un 8.25 de huevecillos viables. Estos tratamientos registraron la cantidad más baja de huevecillos viables.

La cantidad de huevecillos viables en los diferentes tratamientos en las diferentes fechas de evaluación se muestran en forma gráfica en la Figura 8. En el testigo no se registró daño, mostrando el total de huevecillos viables en las diferentes fechas de evaluación.

Se observó que los tratamientos de spirotetramat a 2.0 ml/L, flupyradifurone a 3.75 ml/L y 5.0 ml/L mostraron una tendencia en la que se puede observar que en dichos tratamientos se tiene una menor cantidad de huevecillos viables, por lo cual se puede decir que a mayor dosis mayor control.

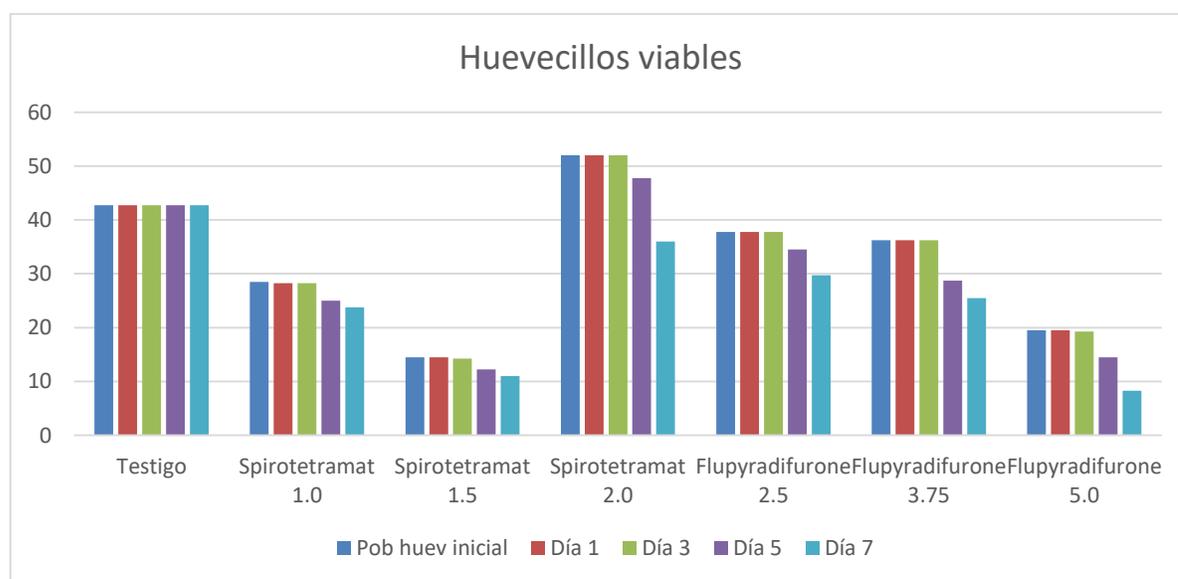


Figura 8. Huevecillos viables de *Bactericera cockerelli* a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAN-B. 2016.

En el Cuadro 6 se muestra el porcentaje de huevecillos viables de *B. cockerelli* en las cuatro fechas de evaluación. El testigo registra 100% de viabilidad al no tener daño en huevecillos en ninguna de las fechas de evaluación.

Cuadro 6. Porcentaje de huevecillos viables de *Bactericera cockerelli* a uno, tres, cinco y siete después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Tratamientos	Cohorte de huevecillos	Días después de la aplicación							
		1		3		5		7	
Testigo	42,75	100,00	A	100,00	A	100,00	A	100,00	A
Spirotetramat 1.0	28,50	99,12	A	99,12	A	87,71	AB	83,33	A
Spirotetramat 1.5	14,50	100,00	A	98,27	A	84,48	B	75,86	A
Spirotetramat 2.0	52,00	100,00	A	100,00	A	91,82	AB	69,23	A
Flupyradifurone 2.5	37,75	100,00	A	100,00	A	91,39	A	78,80	A
Flupyradifurone 3.75	36,25	100,00	A	100,00	A	79,31	AB	70,34	A
Flupyradifurone 5.0	19,50	100,00	A	98,71	A	74,35	AB	42,30	A
Coeficiente de variación		79,890		76,259		48,931		125,628	

En la primera evaluación a un día después de la aplicación, no se muestra diferencia significativa en los tratamientos, registrando spirotetramat a 1.0 ml/L un 99.12% de viabilidad.

En la segunda evaluación a tres días después de la aplicación, aún no se muestra diferencia significativa en los tratamientos, spirotetramat a concentración de 1.0 ml/L mostró un 99.12% y a 1.5 ml/L un 98.27% de huevecillos viables, flupyradifurone a 5.0 ml/L mostró un 98.718% de huevecillos viables.

En la tercera evaluación a cinco días después de la aplicación, se registró el mayor porcentaje de huevecillos viables. Se observa que en los diferentes tratamientos hubo diferencia en el porcentaje de viabilidad de huevecillos, en los tratamientos de spirotetramat a 1.5 ml/L tiene 84.48% de huevecillos viables y flupyradifurone a 5.0 ml/L tiene 74.35% de huevecillos viables.

En la cuarta evaluación a siete días después de la aplicación, el tratamiento de spirotetramat a 2.0 ml/L tuvo un 69.23% de viabilidad de huevecillos y flupyradifurone a 5.0 ml/L mostró un 42.30% de viabilidad. En estos tratamientos se observa el menor porcentaje de huevecillos viables en comparación al testigo.

El porcentaje de huevecillos viables en los diferentes días de evaluación se muestra de forma gráfica en la Figura 9. El testigo conserva el 100 % de huevecillos viables a los siete días después de la aplicación, al no registrar daño en comparación con los tratamientos de spirotetramat y flupyradifurone.

Se muestra la tendencia de los tratamientos en los cuales, se observa que en los tratamientos con spirotetramat a 2.0 ml/L, flupyradifurone a 3.75 ml/L y flupyradifurone a 5.0 ml/L tienen la menor cantidad de huevecillos viables por efecto del tóxico.

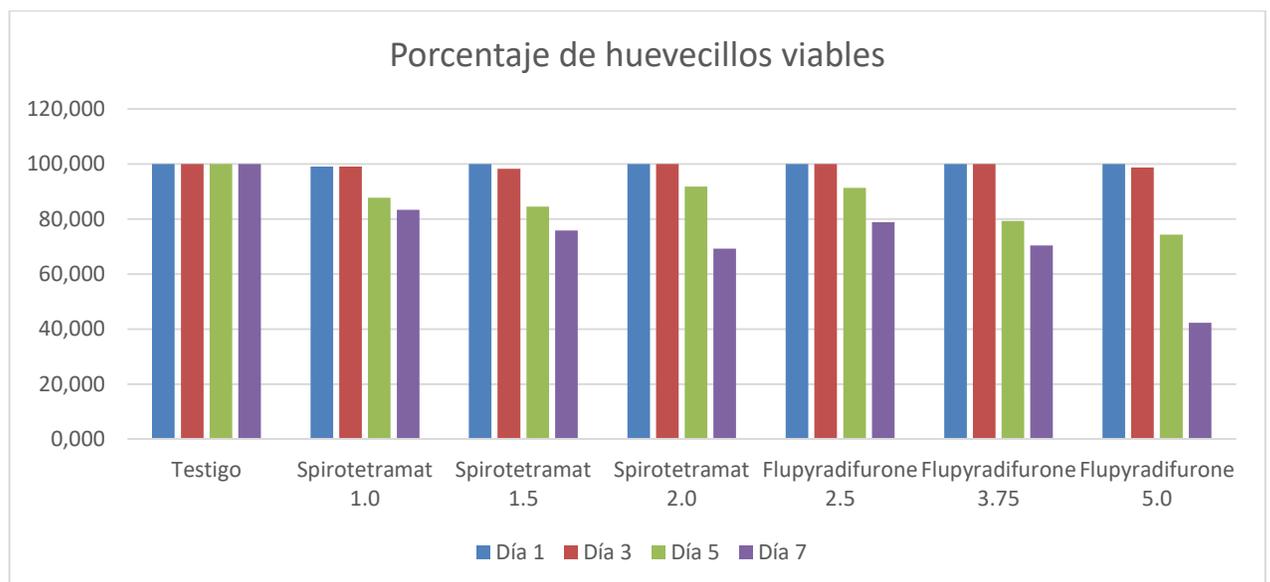


Figura 9. Porcentaje de huevecillos viables de *Bactericera cockerelli* a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

En el Cuadro 7 se muestra el porcentaje de control de huevecillos viables de *B. cockerelli* en las cuatro fechas de evaluación, en los diferentes tratamientos involucrados en el estudio.

Cuadro 7. Porcentaje de control huevecillos de *Bactericera cockerelli* a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Tratamientos	Cohorte de huevecillos	Días después de la aplicación							
		1		3		5		7	
Testigo	42,75	0,00	A	0,00	A	0,00	B	0,00	B
Spirotetramat 1.0	28,50	0,87	A	0,87	A	12,28	AB	16,66	AB
Spirotetramat 1.5	14,50	0,00	A	1,72	A	15,51	AB	24,13	AB
Spirotetramat 2.0	52,00	0,00	A	0,00	A	8,17	B	30,76	AB
Flupyradifurone 2.5	37,75	0,00	A	0,00	A	8,60	AB	21,19	AB
Flupyradifurone 3.75	36,25	0,00	A	0,00	A	20,69	AB	29,65	A
Flupyradifurone 5.0	19,50	0,00	A	1,28	A	25,64	A	57,69	A
Coeficiente de variación		529,150		305,865		58.869		48.081	

En la primera evaluación a un día después de la aplicación, no se observa diferencia significativa entre los tratamientos, en donde spirotetramat a 1.0 ml/L 0.87% de control sobre huevecillos.

En la segunda evaluación a los tres días después de la aplicación, no se observa diferencia significativa entre los tratamientos, spirotetramat a 1.0 ml/L mostro 0.87% de control de huevecillos, spirotetramat a 1.5 ml/L 1.72% de control de huevecillos y flupyradifurone a 5.0 ml/L 1.28% de control de huevecillos.

En la tercera evaluación a los cinco días después de la aplicación, se observa una diferencia estadística en la que el control de los tratamientos muestran a los tratamiento de spirotetramat a 1.5 ml/L con 15.51% de control de huevecillos y flupyradifurone a 5.0 ml/L con 25.64% de control de huevecillos; estos tratamientos tienen más control de huevecillos a los cinco días de evaluación.

En la cuarta evaluación a los siete días después de la aplicación, flupyradifurone a 5.0 ml/L estadísticamente se muestra diferencia, cabe resaltar que este es el tratamiento tiene el mayor porcentaje de control de huevecillos con 57.69%, superando al testigo notablemente. Spirotetramat a 2.0 ml/L mostró un 30.76% de porcentaje de control de huevecillos de *B. cockerelli* en comparación al testigo.

El porcentaje de control en huevecillos con respecto al testigo sin aplicación de tóxico en los diferentes días de evaluación se muestra de forma gráfica en la Figura 10. Se observa como a partir del día uno de evaluación se registra daño en spirotetramat a 1.0 ml/L, a los tres días en spirotetramat 1.0 ml/L a 1.5 ml/L y flupyradifurone a 5.0 ml/L se muestra control sobre huevecillos; a los cinco días se muestra en todos los tratamientos de spirotetramat y flupyradifurone tienen control sobre huevecillos.

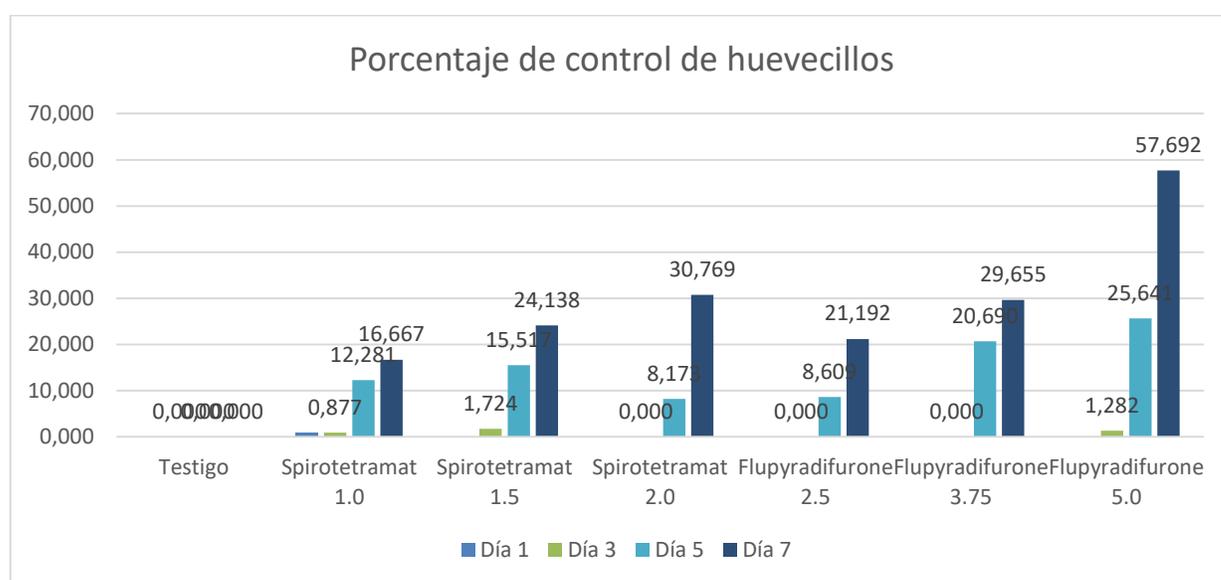


Figura 10. Porcentaje de control de huevecillos de *Bactericera cockerelli* a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Ninfas vivas.

En el Cuadro 8 se muestra el promedio de ninfas vivas de *B. cockerelli* en las cuatro fechas de evaluación, registrando los datos de los promedios en los diferentes tratamientos.

Cuadro 8. Ninfas vivas de *Bactericera cockerelli* a uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Tratamientos	Cohorte de huevecillos	Días después de la aplicación			
		1	3	5	7
Testigo	42,75	0,50	1,50	16,75	32,50
Spirotetramat 1.0	28,50	0,00	0,00	2,50	9,75
Spirotetramat 1.5	14,50	0,00	0,50	3,75	1,00
Spirotetramat 2.0	52,00	0,00	0,75	19,00	4,25
Flupyradifurone 2.5	37,75	0,00	0,75	4,00	10,50
Flupyradifurone 3.75	36,25	0,00	0,25	8,25	3,75
Flupyradifurone 5.0	19,50	0,00	0,00	3,50	1,25

A partir de la tercera evaluación a cinco días después de la aplicación, se observa la mayor cantidad de emergencia de ninfas, en la concentración de spirotetramat a 2.0 ml/L se obtuvo promedio 19.0 ninfas vivas y en flupyradifurone a 3.75 ml/L se tuvo un promedio 8.25 ninfas vivas. Se observa que estos tratamientos tienen cantidades más altas en comparación a los demás tratamientos y el testigo, por efecto de los insecticidas sobre las ninfas.

En la cuarta evaluación a siete días después de la aplicación, en las concentraciones de spirotetramat a 2,0 ml/L mostró un promedio de 1.0 de ninfas vivas y flupyradifurone a 5.0 ml/L mostró un 1.25 de ninfas vivas, siendo estas las concentraciones alta lo cual indica que a mayor concentración mejor control.

En el Cuadro 9 se muestra el porcentaje de sobrevivencia de ninfas de *B. cockerelli* en las cuatro fechas de evaluación en los diferentes tratamientos involucrados en este estudio.

Cuadro 9. Porcentaje de sobrevivencia de ninfas de *Bactericera cockerelli* a uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

Tratamientos	Cohorte de huevecillos	Días después de la aplicación							
		1		3		5		7	
Testigo	42,750	1,170	A	3,509	A	39,181	A	76,023	A
Spirotetramat 1.0	28,500	0,000	A	0,000	A	8,772	B	34,211	B
Spirotetramat 1.5	14,500	0,000	A	3,448	A	25,862	AB	6,897	B
Spirotetramat 2.0	52,000	0,000	A	1,442	A	36,538	AB	8,173	B
Flupyradifurone 2.5	37,750	0,000	A	1,987	A	10,596	B	27,815	AB
Flupyradifurone 3.75	36,250	0,000	A	0,690	A	22,759	AB	10,345	B
Flupyradifurone 5.0	19,500	0,000	A	0,000	A	17,949	AB	6,410	B
Coeficiente de variación		529.150		146.600		36.117		41.436	

En la segunda evaluación a tres días después de la aplicación, se observan los tratamientos sin diferencia significativa, en los cuales se observa a los tratamientos de spirotetramat a 1.0 ml/L y flupyradifurone a 5.0 ml/L aun no muestran sobrevivencia de ninfas.

En la tercera evaluación a cinco días después de la aplicación, se observa diferencia estadística en los diferentes tratamientos, se registró la mayor cantidad de emergencia, en los tratamientos de spirotetramat a 1.0 ml/L mostró un 8.772% de sobrevivencia de ninfas y flupyradifurone a 2.5 ml/L mostró un 10.596% en sobrevivencia de ninfas, siendo estos los tratamientos con la menor cantidad de porcentaje de sobrevivencia.

En la cuarta evaluación a siete días después de la aplicación, las concentraciones de spirotetramat a 1.5 ml/L a 2.0 ml/L mostró 6.897% y 8.173% respectivamente y flupyradifurone a 5.0 ml/L mostró 6.410% porcentaje de supervivencia, en la cuarta evaluación se observa la menor cantidad de sobrevivencia en ninfas en la que todos los tratamientos son diferentes al testigo.

En la Figura 11 se muestra de forma gráfica, el porcentaje de sobrevivencia en ninfas en los diferentes días de evaluación, en la que se observa que el testigo en comparación con los diferentes tratamientos no registra mortalidad y tiene la mayor cantidad de sobrevivencia de ninfas. En los que se observó que en los tratamientos con spirotetramat a concentración de 1.5 ml/L a 2.0 ml/L y flupyradifurone a 5.0 registraron la menor sobrevivencia en ninfas en las fechas de evaluación.

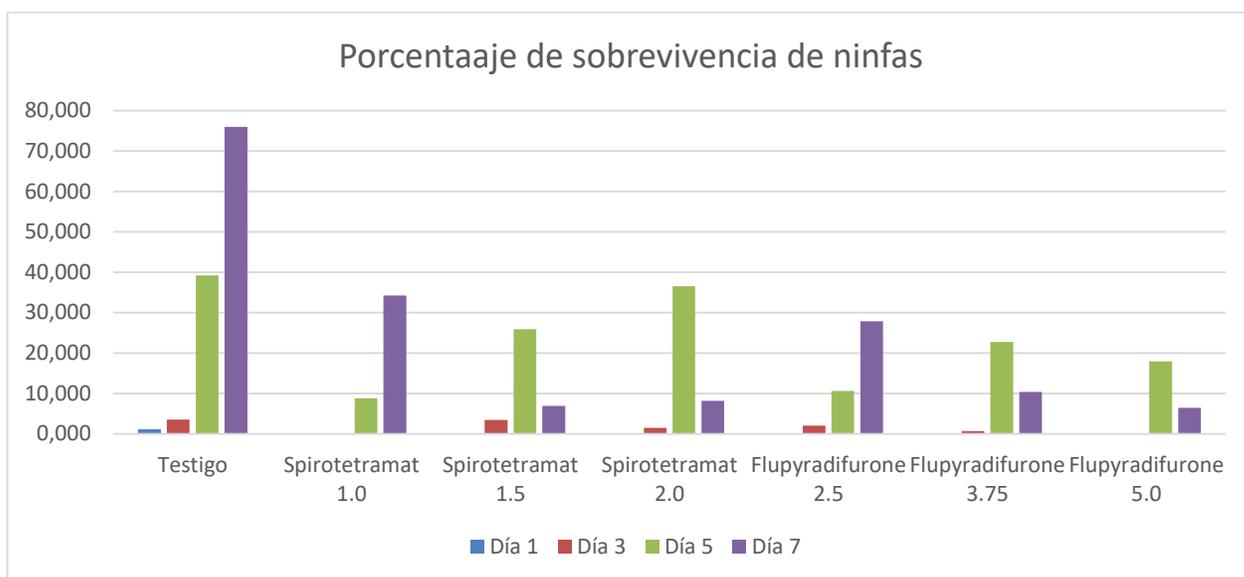


Figura 11. Porcentaje de sobrevivencia en ninfas de *Bactericera cockerelli* a los uno, tres, cinco y siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

En la Figura 13 se observa el porcentaje de control de ninfas de *B. cockerelli* en la cuarta evaluación a los siete días después de la aplicación.

Spirotetramat a 1.0 ml/L mostró un 55.000% de control de ninfas, spirotetramat a 1.5 ml/L mostró un 90.928% de control de ninfas y spirotetramat a 2.0 ml/L mostró un 89.249% de control de ninfas de *B. cockerelli*.

Flupyradifurone a 2.5 ml/L mostró un 63.413% de control de ninfas, flupyradifurone a 3.75 ml/L mostró un 86.393% de control de ninfas y flupyradifurone a 5.0 ml/L este tratamiento tiene el porcentaje más alto de 91.568% de control de ninfas en comparación con los demás tratamientos y el testigo.

Las ninfas eclosionadas de huevecillos y alimentadas de hojas tratadas, mostraron un cambio en su forma y movimiento de las mismas (Anexo 1).

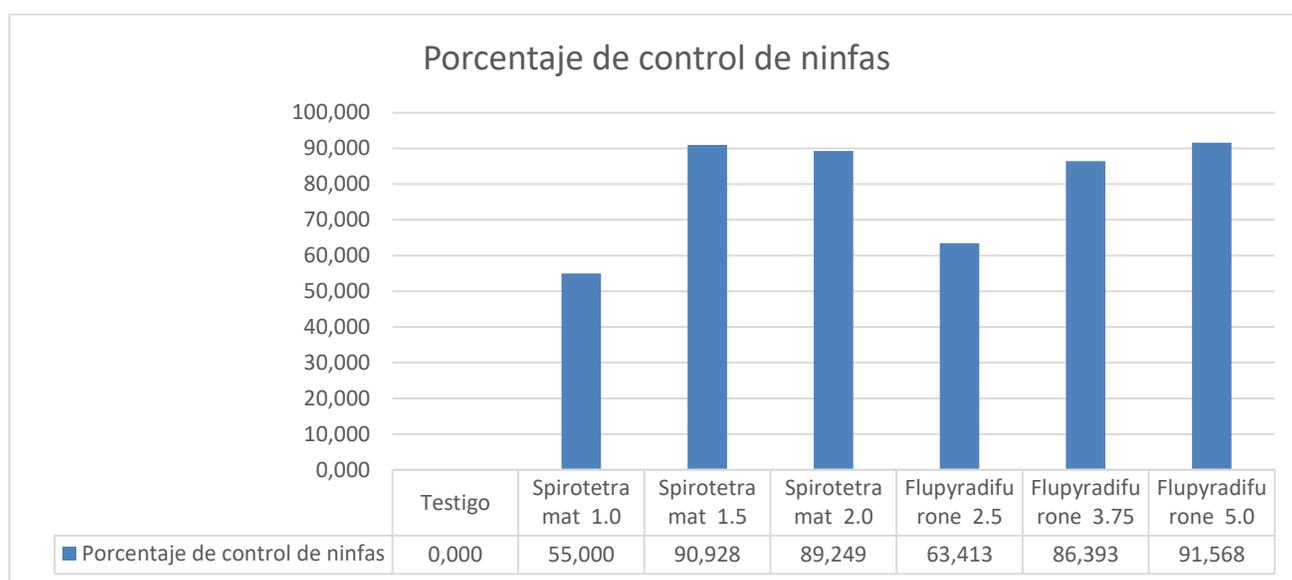


Figura 12. Porcentaje de control de ninfas de *Bactericera cockerelli* a los siete días después de la aplicación de los insecticidas spirotetramat y flupyradifurone en laboratorio. UAAAN-B. 2016.

CONCLUSIONES

Spirotetramat a una concentración de 1.0 a 2.0 ml/L mostró un efecto ovicida de 16 al 30%.

Flupyradifurone a una concentración 2.5 a 5.0 ml/L mostró un efecto ovicida de 21 al 57% en huevecillos de *B. cockerelli*.

Spirotetramat a 1.5 y 2.0 ml/L registró alrededor de 90% de mortalidad de ninfas.

Flupyradifurone a concentración de 5.0 ml/L registró 91% de mortalidad en ninfas.

En el presente trabajo se demostró que spirotetramat y flupyradifurone tienen efecto sobre huevecillos y ninfas de *B. cockerelli*.

LITERATURA CITADA

- Almeyda, I. H.; Sánchez, J. A. y Garzón, J. A. 2007. Vectores causantes de punta morada de la papa en Coahuila y Nuevo León, México. *Agric. Téc. Méx.* 34(2):141-150.
- Anonimo. 2009. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). Reporting service – Pests & Diseases. No. 5. Paris. 5-8p.
- Avilés-González M., Garzón-Tiznado J. Marín-Jarillo. A Caro Macías P. 2000 El Psílido del Tomate *Paratrioza cockerelli* sulc *Biología, ecología y su control* p 26-31.
- Bayer de México, 2015. S. A. de C. V. Miguel de Cervantes Saavedra No. 259, Ampliación Granada 11520 México, D.F. México
- Becerra, F. A. 1989. Biología de *paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad del “Permanente del tomate” en el Bajío. Tesis de licenciatura. Ciencias químicas, Universidad de Queretaro, Queretaro, México. 55p.
- Benbrook, C. M. 1986. Pesticide resistance: strategies and tactics for management. National Academic Press. Washington D. C. 471 p.
- Bovey, R. 1977. La defensa de las plantas cultivadas. Ed. Omega, S. A. España. Pp: 667-668.
- Bujanos MR (2003) Control químico de insectos vectores de virus y fitoplasmas en el cultivo de papa. *Campo Experimental Bajío*. Celaya, Guanajuato. 12 p. (Mimeografiado).
- Bujanos, M. R., J. A. Garzón, y A. Marín. 2005. Manejo integrado del pulgón saltador *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) en los cultivos de solanáceas en México. Pp. 93-99, In Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, México.
- Burckhardt, D., and P. Lauterer. 1997. A taxonomic reassessment of the triozid genus *Bactericera* (Hemiptera: Psylloidea). *J. Nat. Hist.* 31: 99-153.
- Calderón, V. A. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Ed. Hemisferio sur. Argentina.
- Casida, J. E. 1974. Mixed-function oxidase involvement in the biochemistry of insecticide synergists. *J. Agric. Food Chem.* 18:753.
- Casteel, C. L., L. L. Walling, and T. D. Paine. 2006. Behavior and biology of the tomato psyllid, *Bactericera cockerelli*, in response to the Mi-1.2 gene. *Entomol. Exp. Appl.* 121: 67-72.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1985. Principales enfermedades, insectos, nematodos y ácaros de la papa. Lima, Perú. Pp. 3-36.
- Compere, H. 1943. A new species of *Metaphycus* parasite on psyllids. *Pan-Pac. Entomol.* 19: 71-73.

- CONPAPA. 2010. Comité Nacional Sistema Producto Papa (Confederación Nacional de Productores de Papa). In: <http://conpapa.org.mx>.
- Cranshaw, W. S. 1985. Control of potato insects with soil applied systemic insecticides, Greeley CO. Insectic.Acaricide Test 10: 132.
- Cranshaw, W. S. 2007. Potato or tomato psyllids. Insects Series Home & Garden. No, 5: 540. Consultado en línea www.extcolostate.edu (05/05/2010).
- Cranshaw, W., and D. J. Liewehr. 1990. Effects of colored sprays on aphid and psyllid colonization of potatoes. *Southwest.Entomol.*15: 205-209.
- Crop and Food Research. 2010 Herbivore report with reasons. Host Plants of a herbivore, *Bactercera cockerelli* (Sulc 1909). En línea <http://plant-synz.landcareresearch.co.nz/ReporForm.aspx?RecordId=2840&Type=H&ReportType=Adv&SortBy=Alpha%Biostatus=a,c,e,n>
- Daniels, L. B. 1934. The tomato psyllid and the control of psyllid yellows of the potatoes. Colorado Agricultural College Bulletin 410.
- Dávila Medina Miriam Desireé, Ernesto Cerna Chávez, Luis Alberto Aguirre Uribe, Oswaldo García Martínez, Yisa María Ochoa Fuentes, Gabriel Gallegos Morales y Jerónimo Landeros Flores.
- Demirel, N., and W. Cranshaw. 2006. Relative effect of color mulches to potato/tomato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae), on garden tomato plants. *J. Econ. Entomol.* 3: 189-193.
- FAOSTAT. 2008. Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome, Italy. In: <http://faostat.fao.org>.
- Ferguson GE, Banks H, Frazer J (2001) Potato psyllid. A new pest in greenhouse tomatoes and pappers. <http://www.ipm.ucdavis.edu./rg0730081.1.html>.
- Garzón TJA (2002 a) El pulgón saltador o la Paratrioza, una amenaza para la horticultura mexicana. Pág. 9-12. En: Avilés CM, Gálvez RJB, Garzón TJA (eds.), Memoria del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc., como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa. 25 y 26 de julio del 2002. 100 p.
- Garzón TJA (2002 b) Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mil. Ex Fawnl) en México. Pag. 78-87. En: Avilés CM, Gálvez RJB, Garzón TJA (eds.), Memoria del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc., como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa. 25 y 26 de julio del 2002. 100 p.
- Garzón, T. J. A. 2002. Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc. Con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México. In: Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp: 79–87.
- Garzón-Tiznado JA, Garzón-Ceballos JA, Velarde-Félix S, Marín-Jarillo A, Cárdenas-Valenzuela OG. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al

- “permanente del tomate” por el psílido *Bactericera cockerelli* SULC en México. *Entomología Mexicana*, 4:672-674.
- Garzón-Tiznado JA, Cárdenas-Valenzuela OG, Bujanos-Muñiz R, Marín Jarillo A, Becerra-Flora A, Velarde-Félix S, Reyes-Moreno C, González Chavira M y Martínez-Carrillo JL. 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad „Permanente del tomate” en México. *Agricultura Técnica en México*, 35:1:58-69.
- Georghiou, G. P. 1972. The evolution of resistance to pesticides. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3:133-168.
- Hannapel D., J.; Chen, H.; Rosin, F. M.; Banerjee, K. A.; Davies, J. P. 2004. Molecular controls of tuberization. *American Journal of Potato Research* 81: 363-274.
- Hawkes, J. G. 1994. Origins of Cultivated Potatoes and Species Relationships, pp. 3-42. In: *Potato Genetics*. BRADSHAW J. E.; MACKAY.; G. R (Eds.). CAB International, Wallingford.
- Hodkinson, I. D. 2009. Life Cycle variation and adaptation in jumping plant lice (Insecta: Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. *J. Nat. Hist.* 43: 65-179.
- Hodkinson, I. D. 1998. The Nearctic Psyllidae (Insecta: Homóptera): an annotated check list. *J. Nat. Hist.* 22: 1179-1243.
- Hooker WJE. 1981. Compendium of potato diseases. The American Phytopathological Society: St. Paul, Minn.
- Jackson, S. D. 1999. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. *Plant Physiology* 119: 1-8.
- Jensen, D. D. 1957. Parasites of the Psyllidae. *Hilgardia* 27: 71-99.
- Jensen DD, Griggs WH, Gonzalez CQ y Schneider H. 1964. Pear decline virus transmisión by pear psylla. *Phytopatology*, 54:1346-1351.
- Kennedy, G. G. 2003. Tomato, pest, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. *Ann. Rev. Entomol.* 48: 51-72.
- Knowlton, F. G., and M. J. Janes. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 24: 283-29.
- Lagunes, T. y Villanueva, J. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Posgraduados Montecillo, Estado de México. 264 p.
- Lawson, T.; Craigon, J.; Black, C. R.; Colls, J. J.; Landon, G.; Weyers, D. B. 2002. Impact of elevated CO₂ and O₃ on gas exchange parameters and epidermal characteristics in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Experimental Botany* 53: 737-746.
- Leyva-López NE, Ochoa-Sánchez JC, Leal-Klevezas DS y MartínezSoriano JP. 2002. Multiple phytoplasmas associated with potato diseases in Mexico. *Canadian journal of Microbiology*, 48:1062-1068.

- Lalah, J. O.; Chien, C. I.; Motoyama, N. and Dauterman, W. C. 1995. Glutathione S-transferases: alpha-naphthyl acetate activity and possible role in insecticide resistance. *J. Econ. Entomol.* 88:768-70.
- List, G 1939. The effect of temperatura upon egg deposition, egg hatch, and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *J. Econ. Entomol.* 32: 30-36.
- Liu, D., and J. T. Trumble. 2004. Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interactions of plant lines with insecticides. *J. Econ. Entomol.* 97: 1078-1085.
- Montaldo, A. 1984 Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura. San José, Costa Rica pp. 285-296.
- Munyanza JE, Crosslin JM y Upton JE. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homóptera: Psyllidae) with “zebra chip”, a new potato disease in southwestern United State and México. *Journal Economic Entomology*, 100:3:656-663.
- Nava CU (2002) Muestreo, monitoreo y umbrales económicos del psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Pág. 55-77. En: Avilés CM, Gálvez RJB, Garzón TJA (eds.), Memoria del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc., como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa. 25 y 26 de julio del 2002. 100 p.
- Palermo S, Arzone A, Bosco D. 2001. Vector-pathogen-host plant relationships of chrysanthemum yellows (CY) phytoplasma and the vector leafhoppers *Macrostelus quadripunctulatus* and *Euscelidus variegatus*. *Entomology Experimental Applied*, 99:347-354
- Pavilista, A. D. 2002. Potato (tomato) psyllids. *Nebraska Potato Eyes* 14: 1-14.
- Page-Weir, E. M., L. Jamienson E., A. Chhangan, P Connolly G., and C. Curtis. 2011. Efficacy of Insecticides against the tomato/potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *New Zeland Plant Protec.* 64: 276-281.
- Pilkington L, Gurr GM, Fletcher MY, Nikandrow A y Elliott E. 2004. Vector status of three leafhopper species for Australian Lucerne yellows phytoplasma. *Australian Journal Entomology*, 43:366-373.
- Richards BL. 1928. A new and destructive disease of the potato in UTA and its relation to the potato psylla. *Phytopathology*, 18:140-141.
- Pletsh, D. J. 1947. The Potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), Its Biology and Control. *Montana Agric. Exp. St. Bull.* 446: 1 -95.
- Rowe, J. A., and Knowlton. 1935. Studies upon the morphology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Utah Acad. Sci. Arts. Lett.* 12: 233-239.
- SAGARPA. 2007. www.sagarpa.gob.mx.
- Salas-Marina MA. 2006. Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasma de la punta morada de la papa. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah., México. p 49.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2002. Anuario estadístico agropecuario. México, D. F. 258 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Anuario estadístico agropecuario. México, D. F. 276 p.
- Secretaria De Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentacion 2011. Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos.
- Serena, S/F. Biblioteca Tecnica Servicios y Almacigos S. A.
- Servicio de Información Agroalimentaria y pesca. 2014. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. Panorama de la papa. México, D. F.
- Spooner, D. M.; Mclean, K.; Ramsay, G.; Waugh, R.; Bryan, G. J. 2005. A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 126: 14694-14696.
- Sulc, K. 1909. *Trioza cockerelli* n. sp. A Novelty From North America. Being also of economic importance. *Acta Soc. Entomol. Bohem.* 6: 102-108.
- Terrier, L. C. 1984. Induction of detoxification enzymes in insects. *Annu. Rev. Entomol.* 29:71-88.
- Trumble, J. T. 1990. Vegetable insect control with minimal use of insecticides. *Hort-Science* 25: 159-164.
- Trumble, J. T. 1998. IPM: overcoming conflicts in adoption. *Integ. Pest Manag. Rev.* 3: 195-207.
- Urias, M. E. et al.1992. Afidos como vectores de virus en México. Colegio de Postgraduados. Vol. 1. contribución a la ecología y control de áfidos en México.
- Vega, G. M. T.; Rodríguez, J. C.; Díaz, O.; Bújanos, R.; Mota, D.; Martínez, J. L.; Lagunes, A. y Garzón J. A. 2008. Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Agrociencia.* 42:463-471.
- Villa-Vázquez, J. L.; Rodríguez, A. 2010. Hallazgo de papas silvestres [*Solanum cardiophyllum* Lindl., *S. Ehrenbergii* (Bitter) Rydb. y *S. stoloniferum* Schltdl.] cultivadas en Jalisco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(1): 85 - 88.
- Vreugdenhil, D.; Sergeeva, I. L. 1999. Gibberellins and tuberization in potato. *Potato Research* 42: 471-481

Wallis, R.L. 1951. Potato psyllid selection of host plants. J. Econ. Entomol. 44: 815-817.

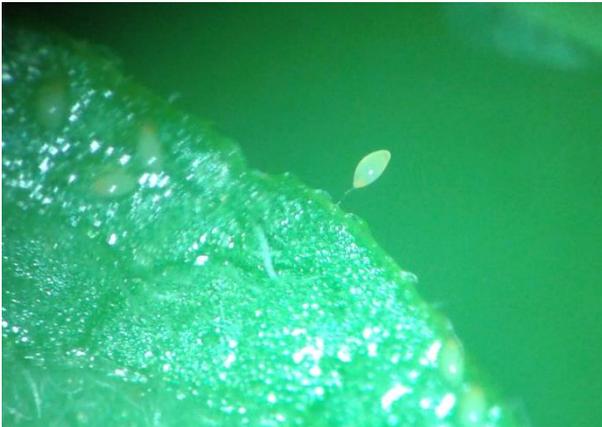
ANEXOS

Anexos

Anexo 1. Imágenes de huevecillos y ninfas antes y después de la aplicación.

Antes

Huevecillo



Ninfas



Después

Spirotetramat



Decaimiento de pedicelo

Flupyradifurone



Necrosamiento de huevecillos



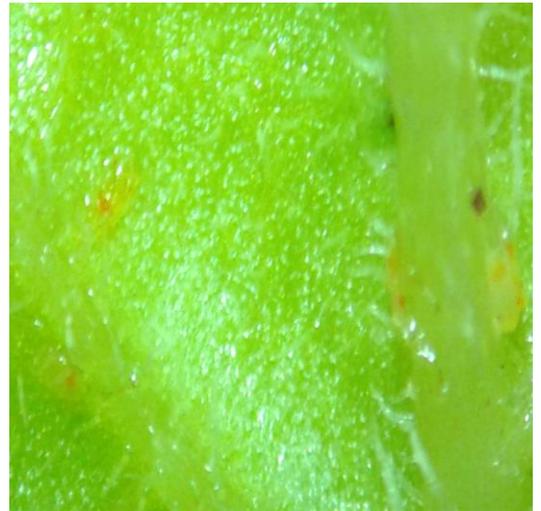
Ninfas afectadas con spirotetramat



Ninfas afectadas con flupyradifurone



Decoloración, pérdida de forma y turgencia



Decoloración, pérdida de forma y turgencia

Anexo 2. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos viables a un día dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	4217.71429	702.95238	1.02	0.4368
Error	21	14407.00000	686.04762		
Total correcto	27	18624.71429			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.226458	79.89001	26.19251	32.78571

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	52.00	4	T4
A			
A	42.25	4	T1
A			
A	37.75	4	T5
A			
A	36.25	4	T6
A			
A	28.25	4	T2
A			
A	18.50	4	T7
A			
A	14.50	4	T3

Anexo 3. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos viables a los tres días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	3745.71429	624.28571	1.11	0.3873
Error	21	11763.25000	560.15476		
Total correcto	27	15508.96429			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.241519	76.25920	23.66759	31.03571

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	47.50	4	T4
A			
A	41.25	4	T1
A			
A	36.75	4	T6
A			
A	35.00	4	T5
A			
A	25.50	4	T2
A			
A	17.50	4	T7
A			
A	13.75	4	T3

Anexo 4. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos viables a los cinco días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1594.000000	265.666667	4.47	0.0046
Error	21	1247.250000	59.392857		
Total correcto	27	2841.250000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.561021	48.93128	7.706676	15.75000

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	26.000	4	T5
A			
A	25.750	4	T1
A			
B A	18.250	4	T6
B A			
B A	15.500	4	T2
B A			
B A	10.000	4	T7
B A			
B A	10.000	4	T4
B			
B	4.750	4	T3

Anexo 5. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos viables a los siete días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	35.9285714	5.9880952	1.06	0.4173
Error	21	118.7500000	5.6547619		
Total correcto	27	154.6785714			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.232279	125.6288	2.377974	1.892857

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	3.500	4	T6
A			
A	3.000	4	T4
A			
A	2.500	4	T5
A			
A	2.000	4	T7
A			
A	1.250	4	T2
A			
A	1.000	4	T1
A			
A	0.000	4	T3

Anexo 6. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos no viables a un día dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.00420000	0.00070000	1.00	0.4512
Error	21	0.01470000	0.00070000		
Total correcto	27	0.01890000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.222222	529.1503	0.026458	0.005000

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.03500	4	T2
A			
A	0.00000	4	T1
A			
A	0.00000	4	T3
A			
A	0.00000	4	T4
A			
A	0.00000	4	T5
A			
A	0.00000	4	T6
A			
A	0.00000	4	T7

Anexo 7. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos no viables a los tres días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.02835000	0.00472500	0.67	0.6765
Error	21	0.14857500	0.00707500		
Total correcto	27	0.17692500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.160237	305.8655	0.084113	0.027500

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.06750	4	T7
A			
A	0.06500	4	T2
A			
A	0.06000	4	T3
A			
A	0.00000	4	T4
A			
A	0.00000	4	T1
A			
A	0.00000	4	T6
A			
A	0.00000	4	T5

Anexo 8. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos no viables a los cinco días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.84963571	0.14160595	4.41	0.0049
Error	21	0.67385000	0.03208810		
Total correcto	27	1.52348571			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.557692	58.86951	0.179132	0.304286

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.5850	4	T7
A			
B A	0.3950	4	T3
B A			
B A	0.3675	4	T2
B A			
B A	0.3575	4	T6
B A			
B A	0.2800	4	T5
B			
B	0.1450	4	T4
B			
B	0.0000	4	T1

Anexo 9. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para huevecillos no viables a los siete días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1.62003571	0.27000595	5.62	0.0013
Error	21	1.00825000	0.04801190		
Total correcto	27	2.62828571			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.616385	48.08192	0.219116	0.455714

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.8875	4	T7
A			
A	0.5200	4	T6
A			
B A	0.5000	4	T2
B A			
B A	0.4675	4	T5
B A			
B A	0.4100	4	T3
B A			
B A	0.4050	4	T4
B			
B	0.0000	4	T1

Anexo 10. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para ninfas vivas a un día dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.00945000	0.00157500	1.00	0.4512
Error	21	0.03307500	0.00157500		
Total correcto	27	0.04252500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.222222	529.1503	0.039686	0.007500

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.05250	4	T1
A			
A	0.00000	4	T2
A			
A	0.00000	4	T3
A			
A	0.00000	4	T4
A			
A	0.00000	4	T5
A			
A	0.00000	4	T6
A			
A	0.00000	4	T7

Anexo 11. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para ninfas vivas a tres días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.09643571	0.01607262	1.45	0.2427
Error	21	0.23257500	0.01107500		
Total correcto	27	0.32901071			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.293108	146.6000	0.105238	0.071786

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.15750	4	T1
A			
A	0.13750	4	T3
A			
A	0.10250	4	T5
A			
A	0.06750	4	T6
A			
A	0.03750	4	T4
A			
A	0.00000	4	T2
A			
A	0.00000	4	T7

Anexo 12. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para ninfas vivas a cinco días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.63793571	0.10632262	3.95	0.0085
Error	21	0.56535000	0.02692143		
Total correcto	27	1.20328571			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.530161	36.11769	0.164078	0.454286

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	0.6650	4	T1
A			
B A	0.5575	4	T4
B A			
B A	0.5425	4	T3
B A			
B A	0.5425	4	T6
B A			
B A	0.3625	4	T7
B			
B	0.2775	4	T5
B			
B	0.2325	4	T2

Anexo 13. Medias y análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (P= 0.05) para ninfas vivas a siete días dda.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: spy sprays

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	2.08108571	0.34684762	9.12	<.0001
Error	21	0.79890000	0.03804286		
Total correcto	27	2.87998571			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	spy Media
0.722603	41.43613	0.195046	0.470714

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1.0425	4	T1
A			
B A	0.6025	4	T5
B			
B	0.5450	4	T2
B			
B	0.3850	4	T6
B			
B	0.2675	4	T4
B			
B	0.2600	4	T7
B			
B	0.1925	4	T3
