

**Evaluación de eficacia biológica de los  
insecticidas Sulfoxaflor, Flupyradifurone,  
Cyantraniliprole y Dinotefuran en el control  
del áfido *Acyrtosiphon pisum* y su impacto  
sobre el coccinélido *Hippodamia convergens*  
en arveja china**

**Jorge Enrique García García**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación de eficacia biológica de los  
insecticidas Sulfoxaflor, Flupyradifurone,  
Cyantraniliprole y Dinotefuran en el control  
del áfido *Acyrtosiphon pisum* y su impacto  
sobre el coccinélido *Hippodamia convergens*  
en arveja china**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Jorge Enrique García García**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2016

# **Evaluación de eficacia biológica de los insecticidas Sulfoxaflor, Flupyradifurone, Cyantraniliprole y Dinotefuran en el control del áfido *Acyrtosiphon pisum* y su impacto sobre el coccinélido *Hippodamia convergens* en arveja china**

**Jorge Enrique García García**

**Resumen:** Los áfidos son una plaga importante para una gran cantidad de cultivos, dañando follaje, frutos y otras partes de la planta. En el cultivo de *Pisum sativum* los daños de *Acyrtosiphon pisum* son de los mayores problemas que reducen la calidad y cantidad de la cosecha, ya que los hábitos alimenticios de este insecto causan daños físicos y estéticos lo que hace que las plantas procesadoras y exportadoras rechacen hasta un 40% de la cosecha por no cumplir con sus estándares de calidad. El control de *A. pisum* es crucial para el éxito del cultivo de arveja china para los pequeños productores, por lo cual en este estudio se evaluaron cuatro insecticidas con nuevas moléculas presentes en el mercado y con diferente ingrediente activo (Sulfoxaflor, Flupyradifurone, Cyantraniliprole y Dinotefuran respectivamente) para el control de áfidos y el impacto que tienen sobre el depredador *Hippodamia convergens*. Se utilizó un diseño con bloques completamente al azar, las plantas fueron inoculadas con rastros de cultivares anteriores atacadas por áfidos con el objetivo de distribuir el áfido uniformemente en todas las unidades experimentales. No hubo diferencia significativa en el control de las poblaciones de los tratamientos Sulfoxaflor y Flupyradifurone, alcanzando ambos a los 3 DDA 99% de control. Los insecticidas evaluados no presentaron diferencias significativas en el impacto que tienen sobre el control del coccinélido *H. convergens*, lo cual hace a los insecticidas Sulfoxaflor y/o Flupyradifurone compatibles en un plan de manejo integrado de áfidos en el cultivo de arveja china.

**Palabras clave.** Butenolidos, mariquita, sulfoxaminas.

**Abstract:** Aphids are a major crop pest, damaging part of the foliage, fruits and other parts of the plants, drawing nutrients from the phloem, and reducing harvest quality by the viruses for which they are vectors. In the pea (*Pisum sativum*) the damage of the aphid *Acyrtosiphon pisum* is a major cultural problem, causing up to 40% of the harvest to be rejected by postharvest plant and export companies. The control of *A. pisum* is crucial to guarantee successful crops. This study analyzes four insecticides with different active ingredients (Sulfoxaflor, Flupyradifurone, Cyantraniliprole and Dinotefuran respectively) to control aphids, and to evaluate the effect on *Hippodamia convergens*, its natural predator. The trials design was a completely randomized block. The crop was inoculated for homogeneous distribution of the aphids in all experimental units, with stubble of previous crops containing *A. pisum*. No significant differences were shown between the insecticides Sulfoxaflor and Flupyradifurone in the control of *A. pisum* during the test, reaching 99.53% and 99.58 % respectively at 3 days after application. The insecticides evaluated did not show statistical differences in the impact on the coccinellid *H. convergens*, thereby showing that Sulfoxaflor and/or Flupyradifurone can be used in an IPM plan to control aphids.

**Keywords.** Butenolides, ladybugs, sulfoxamines.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido... .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>9</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>11</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Insecticidas evaluados para el control de <i>Acyrtosiphon pisum</i> en el cultivo de arveja china.....	3
2. Promedio de ninfas y adultos de <i>A. pisum</i> encontrados vivos después de la aplicación en el cultivo de arveja china en Santa María de Jesús, Guatemala, 2016.....	6
3. Porcentaje de reducción de <i>A. pisum</i> con respecto al testigo en Santa María de Jesús, Guatemala, 2016.....	7
4. Promedio de ninfas y adultos de <i>H. convergens</i> encontrados vivos después de la aplicación en Santa María de Jesús, Guatemala, 2016.....	8

Figuras	Página
1. Promedio de sobrevivencia de ninfas y adultos de <i>Acyrtosiphon pisum</i> por efecto de los insecticidas evaluados a los 0, 1, 7, 14, 21 días después de la aplicación. Datos con letras diferentes en el mismo día son estadísticamente diferente de acuerdo a la prueba Duncan a un nivel de significancia de ( $P \leq 0.05$ ).....	5

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de arveja china es una de las principales actividades agrícolas del Altiplano de Guatemala. En el 2012, Guatemala fue el máximo exportador de este cultivo a la Unión Europea con 7,323 tm. dato que no lo registra ningún otro país de la región (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Guatemala 2014).

Una cantidad considerable que sale de las fincas no llega a cumplir con los estándares de alta calidad que la exportación exige, conlleva a que mucha arveja china sea desechada. Se estima que cerca del 12% del producto recibido en las plantas procesadoras o emparadoras es desechado por no cumplir con estos estándares de calidad, según datos de las plantas emparadoras este porcentaje llega hasta un 40% dependiendo de la temporada, por lo cual el control fitosanitario es esencial en la producción de arveja china. (Jimenez y Pelupessy 2006). Los agroquímicos son el control fitosanitario más utilizado hasta el momento. Los insecticidas son el método más común y eficaz de control de plagas insectiles que afecta los rendimientos económicos del cultivo (Badii y Garza Almazan 2007)

De las principales plagas invertebradas del cultivo de arveja china son trips (*Thrips tabaci*) y (*Frankliniella occidentalis*), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), gusano peludo (*Estigmene acrea*) gallina ciega (*Phyllophaga sp.*) áfidos o pulgones (*Acyrtosiphon pisum*). Estos últimos se alimentan de las hojas jóvenes del cultivo de arveja china, pero su principal daño es la transmisión de virus (Mendoza De León 2012).

Los áfidos son una plaga importante en numerosos cultivos (Beckingham et al. 2013). Se han descubierto alrededor de 4,700 especies de áfidos, de las cuales 250 especies son consideradas la plaga con mayor impacto económico en varios cultivos. Estos están diseminados por todo el mundo, y es una plaga que deja heridas por sus daños mecánicos, lo cual es una vía de entrada para los hongos y las bacterias. Esta plaga causa daños de enrollamiento en las hojas y deformaciones de distintos órganos de la planta, y cuando las poblaciones son altas llegan a provocar la aparición de la fumagina, la cual aparece por las secreciones de la mielecilla de los áfidos (Jaouannet et al. 2014).

Los áfidos tienen la facilidad de encontrar nuevos hospederos por su gran adaptabilidad, lo cual la hace ser polípagos (Duarte et al. 2011). Son los responsables de la transmisión de 55% de los virus transmitidos a las plantas (Ferrerres y Moreno 2009). Su alimentación es a través del estilete, el cual introducen al floema y succionan sustancias elaboradas por la planta de importancia para la vida de las mismas. La forma de transporte de esta plaga se da por viento, por acción mecánica o por acción humana, y se estima que se alimentan de 400 especies de plantas (Bass et al. 2014). En cuanto a la forma de reproducción, hay dos formas, la forma asexual por partenogénesis, en donde la hembra tiene que contar con

condiciones favorables como temperaturas ideales de entre 18-24°C y disponibilidad de alimento para la producción de clones sin haber sido copulada por el macho; y de forma sexual cuando cuentan con condiciones desfavorables debajo de las temperaturas ideales y escaso alimento (2010). Para su reproducción y desarrollo dependen de la temperatura, horas luz y del hospedero (Blackman 1975).

La calidad de la arveja china para la exportación se basa en daños físicos y estéticos (García et al. 1993) conociendo el hábito alimentación del áfido *A. pisum* se le puede atribuir a esta plaga uno de los mayores problemas en la calidad del producto de exportación por la facilidad que tienen de transmitir virus, sin embargo el daño directo en la vaina lo ocasionan por la presencia de individuos vivos, presencia de mudas y mielecilla (fumagina) en altas poblaciones al momento de la cosecha.

El control natural juega un papel muy importante en la disminución de las poblaciones de áfidos en los cultivos. Dentro del control natural existen parasitoides, hongos entomopatógenos y enemigos naturales (Hanson y Hilje 1993). Los coccinélidos o mariquitas son insectos benéficos que han sido determinados como depredadores diversos de áfidos (Artigas 1994). De esta familia se han identificado aproximadamente 4000 especies alrededor del mundo (Khan et al. 2007). La mayoría de los coccinélidos se alimentan de ninfas y adultos de áfidos en su estadio ninfal y adulto, llegando a depredar alrededor de 178 áfidos por día, contribuyendo así al control natural de esta plaga (Hodek 1973). De esta numerosa familia identificada es *Hippodamia convergens* uno de los coccinélidos más abundantes en el continente americano, esta especie es el depredador más importante de pulgones en América (Chapín 1947).

Generalmente, el método de control de los áfidos es control químico (UC-IPM 2012). No obstante, al abusar de este método convencional de control los enemigos naturales y sus poblaciones son afectados gravemente, sin embargo existen nuevas moléculas en el mercado para el control de *A. Pisum*. Sulfoxaflor, Flupyradifurone y Dinotefuran pertenecen al grupo cuatro en la clasificación de los insecticidas, los cuales son moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina en el sistema nervioso de los insectos.

Los compuestos de Flupyradifurone y Dinotefuran se cree que tienen el mismo sitio de acción, aunque pertenecen a un sub grupo diferente en la clasificación IRAC, estudios actuales indican que el riesgo a resistencia cruzada es bajo (IRAC 2016). El insecticida Sulfoxaflor pertenece a una nueva familia de insecticidas denominada Sulfoxaminas, estos insecticidas actúan de una manera diferente a los demás insecticidas, ya que posee un modo de acción único, el receptor nicotínico de la acetilcolina (nAChR) en los individuos, y esto evita que exista resistencia cruzada entre los demás insecticidas del grupo cuatro (Watson et al. 2011).

Dada la importancia del daño que provocan los áfidos en el cultivo de arveja china el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los insecticidas Sulfoxaflor, Flupyradifurone, Cyantraniliprole y Dinotefuran en el control del áfido *Acyrtosiphon pisum* y evaluar el impacto que tienen sobre el insecto benéfico *Hippodamia convergens*.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación.** El experimento se realizó en el municipio de Santa María de Jesús del departamento de Sacatepéquez, a 55 km con dirección al sureste de Ciudad Guatemala. Las condiciones climatológicas en esta localidad son 16°C temperatura media anual, 55 % de humedad relativa y la precipitación anual es de 1425 mm, y una elevación de 1900 msnm. La evaluación se realizó en los meses de abril a mayo de 2016.

**Tratamientos.** Se evaluaron cuatro insecticidas para el control del áfido *Acyrtosiphon pisum* y un testigo absoluto sin aplicar. Los insecticidas evaluados y las dosis utilizadas fueron: Sulfoxaflor 12 g ia/ha, Cyantraniliprole 80 g ia/ha, Flupyradifurone 200 g ia/ha, y Dinotefuran 150 g ia/ha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Insecticidas evaluados para el control de *Acyrtosiphon pisum* en el cultivo de arveja china.

<b>Tratamientos (Ingrediente Activo)</b>	<b>Dosis utilizada (g ia/ha<sup>&amp;</sup>)</b>	<b>Presentación</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Dosis comercial (g o ml/ha)</b>
Sulfoxaflor	12	Target™24 SC	Dow AgroSciences	50 ml
Cyantraniliprole	80	Preza 10 0 OD®	DuPont	800 ml
Flupyradifurone	200	Sivanto 200 SL®	Bayer	1000 ml
Dinotefuran	150	Starkle 20 SG®	Summit Agro	750 g
Testigo				

<sup>&</sup> Gramos de ingrediente activo por hectárea.

El cultivo fue inoculado con áfidos dos semanas antes de la aplicación utilizando rastrojo del cultivo anterior. Una vez establecida la población en el cultivo se aplicaron los tratamientos utilizando un equipo de precisión con un aspersor accionado por CO<sub>2</sub>. Se realizó una sola aplicación a una presión de 40 PSI, con una boquilla de abanico Teejet 8002 de doble salida y con un volumen de agua de 500 L/ha. Las soluciones de los tratamientos se realizaron con base a gramos de ingrediente activo por hectárea. Todos los tratamientos se aplicaron el mismo día.



**Diseño experimental.** Para la evaluación del ensayo se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) compuesto por cinco tratamientos incluyendo un testigo absoluto, estos repartidos aleatoriamente en cuatro bloques para un total de 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental contó con dos surcos de 3.0 m de largo para un total de 7.5 m<sup>2</sup>.

Se consideraron cinco plantas por cada unidad experimental. Se contaron ninfas y adultos vivos de *Acyrtosiphon pisum* encontrados en los últimos tres nudos de la planta (del meristemo apical hacia abajo 15 cm promedio) a los 0, 1, 3, 7, 14 y 21 días después de la aplicación.

**VARIABLES EVALUADAS:** Las variables a medir fueron la mortalidad de las poblaciones del áfido *Acyrtosiphon pisum* expuestas a cuatro diferentes insecticidas y la sobrevivencia del insecto benéfico *Hippodamia convergens* a estas moléculas.

El porcentaje de control de *Acyrtosiphon pisum* fue estimado en cada una de las unidades experimentales de los insecticidas evaluados utilizando la fórmula Abbot (1925) (Ecuación 1) expresando los resultados como porcentaje en relación al testigo.[1]

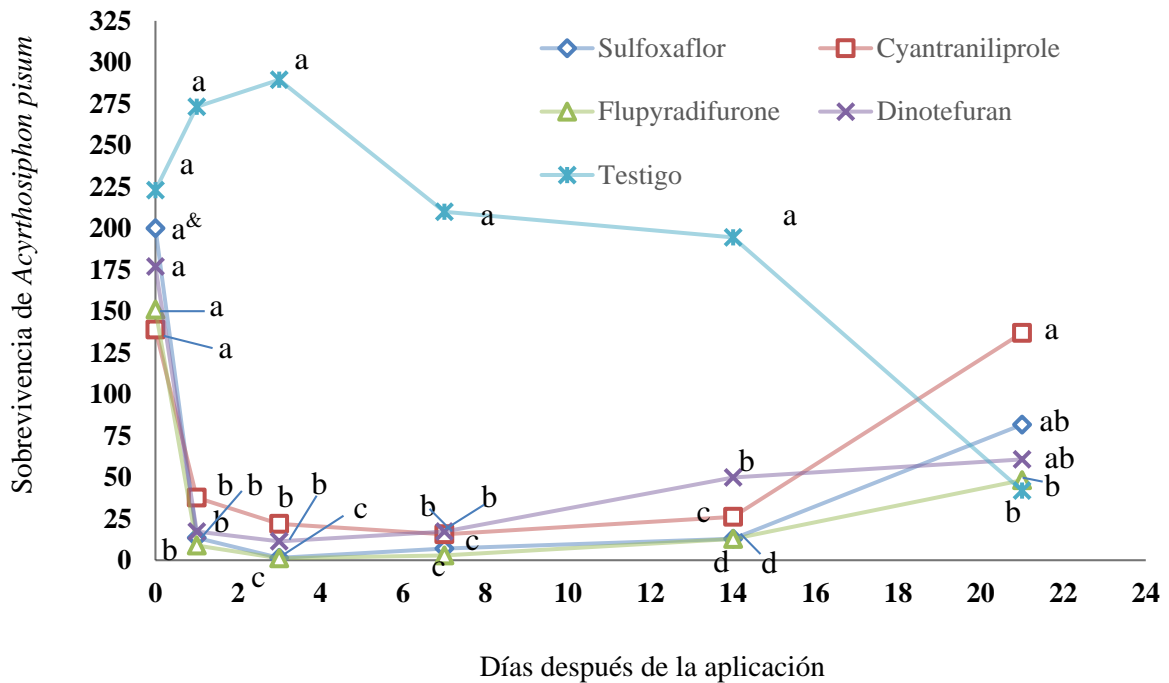
$$\% \text{ de Control} = \left( \frac{\text{Observación Testigo} - \text{Observación Tratamiento}}{\text{Observación Testigo}} \right) \times 100 \quad [1]$$

Para evaluar el impacto sobre los benéficos, en especial *Hippodamia convergens*, se evaluaron todos los individuos vivos (larvas y adultos) encontrados en toda la unidad experimental en las cuatro repeticiones del ensayo. Se contaron todos los individuos encontrados en el cultivo que se pudieran mover y no presentaran ningún signo de letargia o algún otro síntoma que pudiera ser asociado al daño causado por los insecticidas aplicados. Los datos fueron recolectados a los cero, tres y siete días después de la aplicación.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones de áfidos al inicio de la investigación no presentan diferencias significativas entre los tratamientos, y conforme pasa el tiempo las poblaciones se van reduciendo debido al control que los insecticidas ejercen efecto sobre estos.

Se observó una reducción sustancial en las poblaciones de áfidos por brote en los tratamientos Sulfoxaflor, Cyantraniliprole, Flupiradifurone y Dinotefuran a 1 DDA, este efecto es conocido como efecto de derribe o “knock down effect” que presentan los insecticidas sobre *A. pisum*, a este día solo las poblaciones del testigo presentan un incremento (Figura 1).



**Figura 1.** Promedio de sobrevivencia de ninfas y adultos de *Acyrthosiphon pisum* por efecto de los insecticidas evaluados a los 0, 1, 7, 14, 21 días después de la aplicación. Datos con letras diferentes en el mismo día son estadísticamente diferente de acuerdo a la prueba Duncan a un nivel de significancia de ( $P \leq 0.05$ )

En los días tres y siete DDA el número de *A. pisum* fue disminuyendo conforme estos fueron ingiriendo los productos, las poblaciones encontradas en los tratamientos Cyantraniliprole y Dinotefuran son significativamente diferentes a las que presentan los insecticidas Sulfoxaflor y Flupyradifurone que presentan un promedio de 1 áfido por brote, sin embargo en el testigo fue lo opuesto alcanzado sus máximas poblaciones a los 3 DDA llegando a tener un aumento de 30% con respecto a su población inicial y siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

En el día 14 DDA se puede observar la pérdida de residualidad de los productos, en donde los tratamientos Sulfoxaflor y Flupyradifurone presentan el menor número de áfidos encontrados vivos en comparación con los demás insecticidas aplicados, siendo Dinotefuran el que presenta el mayor número de áfidos encontrados vivos. (Cuadro 2). A 21 DDA las poblaciones de los áfidos siguen aumentando, sin embargo las poblaciones de *A. pisum* en el testigo son menores a los demás tratamientos alcanzando una reducción natural de hasta 81% con respecto a su población inicial.

Cuadro 2. Promedio de ninfas y adultos de *A. pisum* encontrados vivos después de la aplicación en el cultivo de arveja china en Santa María de Jesús, Guatemala, 2016.

Tratamientos	Días después de la aplicación					
	0	1	3	7	14	21
Sulfoxaflor	200 a <sup>&amp;</sup>	13 b	1 c	7 c	13 d	82 ab
Cyantraniliprole	139 a	38 b	22 b	16 b	26 c	137 a
Flupyradifurone	151 a	9 b	1 c	3 c	13 d	48 b
Dinotefuran	177 a	17 b	11 b	17 b	50 b	61 ab
Testigo	223 a	273a	290 a	210 a	195 a	42 b
R <sup>2</sup>	0.93	0.91	0.88	0.88	0.90	0.92
CV	22.43	20.41	34.39	35.33	27.34	25.72

CV: Coeficiente de Variación

& Datos con letras diferentes dentro de la misma columna son estadísticamente diferente de acuerdo a la prueba Duncan a ( $P \leq 0.05$ ).

A un DDA, Flupyradifurone y Sulfoxaflor presentaron los mayores controles en relación al testigo con 97 y 95%, respectivamente, sin embargo no presentaron diferencias con el insecticida Dinotefuran que controló 93%. Cyantraniliprole es el insecticida que menos control presentó y es estadísticamente diferente a los primeros dos insecticidas mencionados. A los tres DDA, Sulfoxaflor y Flupyradifurone alcanzaron un 99% de control con relación al testigo, es en este día donde se presentan el mayor porcentaje de control de *A. pisum*, exceptuando el insecticida Cyantraniliprole (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de reducción de *A. pisum* después de la aplicación en el cultivo de Arveja China con respecto al testigo, en Santa María de Jesus, Guatemala. 2016

Tratamientos	Días después de la aplicación				
	1	3	7	14	21
Sulfoxaflor	95 a	99 a	97 ab	93 a	19 a
Cyantraniliprole	84 b	91 b	93 bc	87 a	0 a
Flupyradifurone	97 a	99 a	99 a	94 a	35 a
Dinotefuran	93 ab	96 ab	92 c	74 b	0 a
<b>R<sup>2</sup></b>	0.89	0.97	0.98	0.97	0.51
<b>CV</b>	38.21	26.13	14.11	13.73	41.28

CV: Coeficiente de Variación

& Datos con letras diferentes dentro de la misma columna son estadísticamente diferente de acuerdo a la prueba Duncan a ( $P \leq 0.05$ )

Dinotefuran fue el insecticida que su control disminuyó sustancialmente desde los 7 DDA, lo que significa que este insecticida tiene una alta movilidad dentro de la planta pero su efecto residual es bajo. A los 14 DDA se puede observar que existe una reducción en el control de los tratamientos, lo cual se le atribuye a la pérdida de la residualidad de los insecticidas, siendo Dinotefuran el que presenta el menor control y el único insecticida que presenta diferencias significativas con los demás tratamientos. A los 21 DDA no existe diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo los insecticidas Sulfoxaflor y Flupyradifurone son las únicas moléculas que presentan control con relación al testigo. A este día no existe control en los tratamientos Dinotefuran y Cyantraniliprole debido a la reducción de las poblaciones en el testigo (Cuadro 2), por lo cual no se aprecia un control en relación al testigo.

A lo largo del ensayo los tratamientos Flupyradifurone y Sulfoxaflor son los insecticidas que mejores resultados presentaron en el control de *A. pisum*, siendo estos tratamientos los únicos en presentar control hasta los 21 DDA. Los resultados presentados con Sulfoxaflor y Flupyradifurone son similares a los encontrados por Saint-Preux (2015) en un estudio realizado en Fresno California donde encontró que Flupyradifurone y Sulfoxaflor generaban un control mayor en áfidos con respecto a otros insecticidas.

La población de *H. convergens* no presentó diferencia significativa entre los tratamientos al comienzo del ensayo. A tres DDA hubo una reducción sustancial en los tratamientos aplicados, esto concuerda con los resultados encontrados en un estudio para evaluar la toxicidad de insecticidas por ingestión en insectos benéficos (Huerta et al. 2004) donde se encontró que al tercer día después de aplicados los insecticidas comenzaban a presentar una disminución en la población de estos insectos y el impacto que tienen sobre su alimento, sin embargo el testigo presenta la misma población de coccinélidos con relación a la población inicial, no existió diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de larvas y adultos de *H. convergens* vivos encontrados después de la aplicación en Santa María de Jesús, Guatemala. 2016.

Tratamientos	Días después de la aplicación		
	0	3	7
Sulfoxaflor	11.3 a <sup>&amp;</sup>	7.0 a	22.5 a
Cyantraniliprole	10.5 a	6.8 a	22.5 a
Flupyradifurone	7.5 a	6.5 a	8.8 a
Dinotefuran	6.3 a	7.0 a	18.0 a
Testigo	15.3 a	14.5 a	56.3 b

&Datos con letras diferentes dentro de la misma columna son estadísticamente diferente de acuerdo a la prueba Duncan a ( $P \leq 0.05$ ).

A los siete DDA, las poblaciones de *H. convergens* comienzan a reestablecerse, pero no existen diferencias significativas entre los insecticidas, sin embargo presentan diferencias significativas con relación al testigo. Las poblaciones de *H. convergens* aumentaron en todos los tratamientos, mayormente en el testigo, a esto se le atribuye que las poblaciones de áfidos vivos encontrados en el testigo comienzan a disminuir desde los siete DDA (Cuadro 2), producto de la presencia del coccinélido.

El Sulfoxaflor fue el insecticida que mayor número de individuos vivos presentó en comparación con los otros insecticidas, similares resultados se encontraron en Madrid donde evaluaron insecticidas modernos sobre un insecto benéfico (Garzón et al. 2013) encontrando que Sulfoxaflor era ligeramente tóxico para estos insectos, lo cual hace que a la dosis recomendada sea un insecticida con especificidad, y lo convierte en una herramienta importante en la integración en un programas de rotación de insecticidas en cultivos y en un manejo integrado de plagas por su bajo impacto en los enemigos naturales (Dow AgroSciences 2015)

## 4. CONCLUSIONES

- Sulfoxaflor y Flupyradifurone son los insecticidas con mayor control sobre el áfido *Acyrtosiphon pisum*, alcanzando un 99% de mortalidad, el tratamiento Cyantraniliprole es el insecticida con menor control.
- Los insecticidas no presentaron diferencias significativas entre sí a los tres y siete días después de la aplicación en el impacto que tienen sobre el insecto benéfico *Hippodamia convergens*, sin embargo el insecticida Sulfoxaflor resaltó durante el ensayo debido a que presenta el mayor número de individuos vivos con respecto a los demás insecticidas.
- Las moléculas de Sulfoxaflor y Flupyradifurone a las dosis evaluadas muestran un excelente control del áfido *Acyrtosiphon pisum* y un bajo impacto sobre el coccinélido benéfico *Hippodamia convergens*, lo cual los hace aptos para adoptarlos como una excelente herramienta en un programa de rotación de agroquímicos y en un manejo integrado de plagas.

## 5. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar un ensayo en laboratorio donde todas las variables de clima estén controladas y la toma de datos tenga cortos periodos de tiempo.
- Para una posterior investigación se recomienda iniciar las aplicaciones antes que las poblaciones del áfido *Acyrtosiphon pisum* lleguen a los niveles obtenidos en este ensayo.
- Realizar una posterior investigación, evaluando todos los tratamientos a diferentes rangos de dosis, bajas y altas recomendadas, para el control de áfidos y cuantificar el impacto que tienen sobre otros insectos benéficos en el cultivo.

## 6. LITERATURA CITADA

- Abbot WS. 1925. A method of computing the efectiviness of an insecticide. Bureau of Entomology. 3(2):302–303; [consultado 2016 Jul 19].
- Artigas JN. 1994. Entomología económica: Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). 1. ed.- Concepción, Chile. Ediciones Universidad de Concepción. 2 volumes.
- Badii M, Garza Almazan V. 2007. Resistencia en Insectos, Plantas y Microorganismos- México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; [consultado 2016 Jul 11]. 17 p. Cultura Científica y Tecnológica.
- Bass C, Puinean AM, Zimmer CT, Denholm I, Field LM, Foster SP, Gutbrod O, Nauen R, Slater R, Williamson MS. 2014. The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *myzus persicae*. *Insect Biochem Molec Biol.* 51:41–51. doi:10.1016/j.ibmb.2014.05.003.
- Beckingham C, Phillips J, Gill M, Crossthwaite AJ. 2013. Investigating nicotinic acetylcholine receptor expression in neonicotinoid resistant *Myzus persicae* FRC. *Pestic Biochem Physiol.* 107(3):293–298. doi:10.1016/j.pestbp.2013.08.005.
- Blackman RL. 1975. Photoperiodic determination of the male and female sexual morphs of *myzus persicae*. *J Insect Phys.* 21(2):435–453; [consultado 2016 May 6]. doi:10.1016/0022-1910(75)90036-0.
- Chapín E. 1947. Review of the new world species of *hippodamia* Dejean (coleoptera coccinelidae). *Ann Entomol Soc Am.* 40(2):202. doi:10.1093/aesa/40.2.202.
- Dow AgroSciences. 2015. Ficha técnica del producto TARGET 24SC- Guatemala; [consultado 2016 Oct 11]. [http://produceecambio.com/home/guatemala/target\\_\\_24\\_sc](http://produceecambio.com/home/guatemala/target__24_sc).
- Duarte L, Ceballos M, Leellanni H, Sánchez A, Miranda I, Martínez M. 2011. Biología y tabla de vida de *myzus persicae* (sulzer) (hemiptera: aphididae) en condiciones de laboratorio. *Rev Protección Veg.* 26(1); [consultado 2016 May 6]. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v26n1/rpv01111.pdf>.
- Fereres A, Moreno A. 2009. Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. *Virus Res.* 141(2):158–168. doi:10.1016/j.virusres.2008.10.020.



- García E, Álvarez G, Calderón E. 1993. Manejo Integrado de Plagas en Arveja China Fase I: 1991-1992. 129 p; [consultado 2016 Oct 11]. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11028e/A11028e.pdf>.
- Garzón A, Amor F, Bengochea P, Fernandez M, Morales I, Saelices R, Wanumen A, Medina P, Adán A, Del Estal P, et al. 2013. Compatibilidad de modernos insecticidas con el depredador generalista *chrysoperla chrysoperla carnea* (stephens) (neuroptera: chrysopidae). En: VII Congreso Nacional de Entomología Aplicada. Mataró: Universidad Politécnica de Madrid; [consultado 2016 Oct 11].
- Hanson P, Hilje. L. 1993. Control biológico de insectos: Temas de fitoprotección para extensionistas.- Turrialba, Costa Rica. CATIE, Programa de Agricultura Sostenible, Area de Fitoprotección. 40 p.
- Hodek I. 1973. Biology of Coccinellidae- Dordrecht, Holanda. Springer Netherlands. 250 p.
- Huerta A, Medina P, Budia F, Viñuela E. 2004. Evaluación de la toxicidad por ingestión de cuatro insecticidas y el colorante floxín-B en larvas y adultos de *chrysoperla carnea* (stephens) (neuroptera: chrysopidae). Bol San Veg Plagas. 30:721–732; [consultado 2016 Oct 11]. [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_plagas/BSVP-30-04-721-732.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas/BSVP-30-04-721-732.pdf).
- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). 2016. IRAC Mode of action classification scheme. 26 p; [consultado 2016 Aug 11]. <http://www.irc-online.org/documents/moa-classification/>.
- Jaouannet M, Rodriguez PA, Thorpe P, Lenoir CJG, MacLeod R, Escudero-Martinez C, Bos JIB. 2014. Plant immunity in plant-aphid interactions. Front Plant Sci. 5:663. doi:10.3389/fpls.2014.00663.
- Jimenez G, Pelupessy W. 2006. Manejo estratégico de la calidad ambiental en las cadenas agroalimentarias. Aplicaciones a la arveja china guatemalteca.: Universidad San Carlos-Guatemala. 16 p.
- Khan I, Din S, Khan Khalil S, Ather Rafi M. 2007. Survey of predatory coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) in the Chitral District, Pakistan. J Insect Sci. 7:7. doi:10.1673/031.007.0701.
- Mendoza De León RA. 2012. Sistematización de las experiencias en el uso de tres ingredientes activos con acción de fungicida (dimetilditiocarbamato de zin, oxiclورو de cobre y polisulfuro de calcio) para el control de *ascochyta* sp. en el cultivo de arveja china (*pisum sativum*) en el municipio de San Andres Itzapa. Chimaltenango. [Tesis]: Universidad San Carlos- Guatemala. 59 p.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Guatemala (MAGA). 2014. Perfil Comercial Arveja China- Guatemala: Ministerio de Agricultura y Ganaderia; [consultado 2016 May 5]. 11 p. <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20arveja%20china.pdf>.
- UC-IPM (Manejo Integrado de Plagas de la Universidad de California). 2012. How to manage pests- California, USA: University of California; [consultado 2016 Jul 11]. <http://www2.ipm.ucanr.edu/WhatIsIPM/>.
- Saint-Preux C. 2015. Comparación de la eficacia del insecticida Sulfoxaflor con Flupyradifurone, Spirotetramate e Imidacloprid para el control de *Myzus persicae* en chile dulce (*Capsicum annuum*) [Tesis]: EAP, Zamorano- Honduras. 27 p.
- Watson GB, Loso MR, Babcock JM, Hasler JM, Letherer TJ, Young CD, Zhu Y, Casida JE, Sparks TC. 2011. Novel nicotinic action of the sulfoximine insecticide sulfoxaflor. *Insect Biochem Molec Biol.* 41(7):432–439. doi:10.1016/j.ibmb.2011.01.009.