



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Efectos subletales del insecticida piriproxifen sobre el parasitoide *Acerophagus flavidulus*
(Bréthes), enemigo natural de *Pseudococcus viburni* (Signoret).

MEMORIA DE TÍTULO

Camila Paz Ibacache Moreno

TALCA, CHILE

2019

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2019



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Efectos subletales del insecticida piriproxifen sobre el parasitoide *Acerophagus flavidulus* (Bréthes), enemigo natural de *Pseudococcus viburni* (Signoret).

Por

Camila Paz Ibacache Moreno

MEMORIA DE TÍTULO

Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA, 2019

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, por siempre brindarme todo su apoyo, comprensión, contención y amor, a mis padres, Valeria Angélica Moreno y Alvaro Ibacache Jiménez por ser un pilar fundamental en cada momento de mi vida, por su amor sin condiciones.

Mi total agradecimiento a Christian Cofré Salgado, mi pareja y compañero incondicional durante toda esta etapa de estudios, gracias por brindarme, comprensión, contención y amor en cada paso.

Quiero también agradecer a Catalina Radrigán Navarro, Profesora ayudante en este proceso de tesis, gracias por dedicar amablemente parte de su tiempo, por su disposición para guiarme y siempre resolver cada duda o inquietud. De igual forma, agradezco a Don Eduardo Fuentes Contreras, Profesor guía de este estudio, agradezco su disposición y orientación para lograr los mejores resultados.

Gracias infinitas a mis amigas Texia Corvalán Muñoz y Gloria Jorquera Prieto, quienes también fueron mis compañeras en este bello camino transcurrido desde mi ingreso a la Universidad, gracias por su apoyo y por hacer de cada momento, mucho más especial con su amistad.

ABSTRACT

A study was carried out in the Sanidad Vegetal Laboratory at the Universidad de Talca whose objective was to determine possible sublethal effects of the growth regulating insecticide piriproxifen on the parasitism of *Acerophagus flavidulus* against increasing densities of *Pseudococcus viburni*. The dose used corresponds to the minimum recommended concentration (50 cc / hL) by the manufacturer of the insecticide. The parasitoids were exposed to the insecticide in a residual manner on discs of apple leaves for 24 hours, and increasing densities of *P. viburni* were used (16 and 32). In this way, the percentage of parasitism, number of parasitoids emerged from each mummy, secondary sexual reason and fecundity of each parasitoid were evaluated. The percentage of parasitism was significantly lower in the treatment with higher density of *P. viburni* evaluated (D32). In this essay, the sublethal concentration of pyriproxifen insecticide increased the percentage of parasitism and the number of parasitoids emerged from *A. flavidulus* to the density of 16 white pigs. On the contrary, for the density of 32 white pigs no significant differences were observed. The insecticide piriproxifen had no effect on the secondary sexual reason on the parasitoid *A. flavidulus* in both treatments under laboratory conditions. With respect to the fecundity of *A. flavidulus*, only differences between treatment for the density of 16 white pigs were observed. On the contrary, for both treatments in the density of 32 white pigs no significant differences were observed. If we suppose that piriproxifen produces a minimum impact on the parasitoid, and for this reason the results obtained could be a consequence of other factors that intervened in this study with *A. flavidulus*, such as, for example, that the parasitoids were not fed, which It can severely affect their behavior. However, it is suggested to repeat these tests with lower densities of *P. viburni* than those used in this essay.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca, cuyo objetivo fue determinar posibles efectos subletales del insecticida regulador de crecimiento piriproxifen sobre el parasitismo de *Acerophagus flavidulus* frente a densidades crecientes de *Pseudococcus viburni*. La dosis utilizada corresponde a la concentración mínima recomendada (50 cc/hL) por el fabricante del insecticida. Los parasitoides fueron expuestos al insecticida de manera residual sobre discos de hojas de manzano durante 24 horas, y se utilizaron dos densidades crecientes de *P. viburni* (16 y 32 individuos). De esta manera se evaluó el porcentaje de parasitismo, número de parasitoides emergidos de cada momia, la relación sexual secundaria y la fecundidad de cada parasitoide. El porcentaje de parasitismo fue significativamente menor en el tratamiento con mayor densidad de *P. viburni* evaluada (D32). En este ensayo, la concentración subletal de insecticida piriproxifen aumentó el porcentaje de parasitismo y el número de parasitoides emergidos de *A. flavidulus* a la densidad de 16 chanchitos blancos, sin embargo, para la densidad de 32 chanchitos blancos no se observaron diferencias significativas. El insecticida piriproxifen no tuvo efectos sobre la relación sexual secundaria sobre el parasitoide *A. flavidulus* en ambos tratamientos en condiciones de laboratorio. Con respecto a la fecundidad de *A. flavidulus*, sólo se observaron diferencias entre tratamiento para la densidad de 16 chanchitos blancos. Por el contrario, para ambos tratamientos en la densidad de 32 chanchitos blancos no se observaron diferencias significativas. Si suponemos que piriproxifen produce un impacto mínimo sobre el parasitoide, y que por esta razón los resultados obtenidos podrían ser consecuencia de otros factores que intervinieron en este estudio con *A. flavidulus*, como, por ejemplo, que los parasitoides no fueron alimentados, lo cual puede afectar severamente su comportamiento. Sin embargo, se sugiere repetir estos ensayos con densidades de *P. viburni* menores a las utilizadas en este ensayo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis de trabajo.....	2
1.2. Objetivos generales.....	2
1.3. Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Características de <i>Pseudococcus viburni</i>	4
2.2. Monitoreo, detección y control de <i>Pseudococcus viburni</i>	5
2.2.1. Control químico de <i>Pseudococcus viburni</i>	6
2.2.1.1. Insecticidas reguladores de crecimiento.....	8
2.2.2. Control biológico de <i>Pseudococcus viburni</i>	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Ubicación del estudio.....	11
3.2. Multiplicación de <i>Pseudococcus viburni</i> en condiciones de laboratorio.....	11
3.3. Obtención de los parasitoides <i>Acerophagus flavidulus</i>	11
3.4. Concentración y aplicación del insecticida piriproxifen.....	11
3.5. Tratamientos y repeticiones.....	12
3.6. Factores evaluados.....	13
3.7. Análisis de datos.....	13
4. RESULTADOS	14
5. DISCUSIÓN	17
6. CONCLUSIÓN	20
BIBLIOGRAFÍA	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 2.2. Ciclo de vida del chanchito blanco de la vid (*P. viburni*). Fuente: Ripa y Luppichini, 2010).....4

Figura 2.3. Momia de *Pseudococcus viburni* con orificios de emergencia de *Acerophagus flavidulus*. Fuente: Rodríguez. F, en ficha técnica 28 (2017) INIA..... 10

Capítulo 4

Figura 4.1. Parasitismo (%) de *Acerophagus flavidulus* evaluado sobre densidades crecientes (16 y 32) de *Pseudococcus viburni* al cabo de 21 días post aplicación de piriproxifen, de manera residual en discos de hojas de manzano. Barras indican error estándar y * muestra diferencias significativas..... 14

Figura 4.2. Número de parasitoides emergidos por momia de chanchito blanco en cada densidad de *P. viburni*, para tratamiento aplicado de forma residual de piriproxifen sobre discos de hojas de manzano. Barras indican error estándar y * muestra diferencias significativas..... 15

ÍNDICE DE CUADROS

Capítulo 4

Cuadro 4.1. Razón secundaria (Hembras:Macho) evaluada frente a D16 y D32 de *P. viburni*.....15

Cuadro 4.2. Fecundidad evaluada (F0/F1) frente a D16 y D32 de *P. viburni*.....16

1. INTRODUCCIÓN

La familia Pseudococcidae es la segunda más numerosa de los Coccoideos, y corresponde a los insectos conocidos como chanchitos blancos. A esta familia pertenece el chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Signoret), que es una plaga importante para nuestro país, ya que muchos rechazos sanitarios se deben a la presencia de esta plaga en la fruta de exportación (SAG, 2009). En la familia Pseudococcidae se han descrito más de dos mil especies, siendo las más importantes en Chile *P. viburni*, *P. calceolariae* (Maskell), *P. longispinus* (Targioni Tozzetti) y *Planococcus citri* (Risso) (González, 2011).

En Chile, el grupo de insectos conocidos como chanchitos blancos son de gran importancia, ya que se consideran como plaga cuarentenaria para varios mercados de exportación como México, Bolivia, Colombia, Corea del Sur, Nueva Zelanda, Panamá y Japón (SAG, 2009, SAG, 2016). Los chanchitos blancos tienen una amplia distribución en huertos frutales desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región del Bío Bío, afectando frutos de carozo, nectarino, ciruelo, manzano, peral, kaki, palto, kiwi, vid, entre otros (González, 1983, 2003, 2011).

De acuerdo a estadísticas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) en la temporada 2008-2009, el 31,2% de los rechazos a nivel nacional fueron a causa de chanchitos blancos (Pseudococcidae) afectando a 1.800.000 cajas de fruta, principalmente por la presencia de *P. viburni*. En la temporada 2011-2012, esta especie significó que más de 2.326.466 de cajas no llegaran a destino (Red Agrícola, 2013). Los rechazos en estos casos, pueden ser de partidas completas de fruta si es que algún ejemplar de las especies de esta plaga cuarentenaria es encontrado en cualquiera de sus estados de desarrollo.

Las colonias de chanchitos blancos pueden encontrarse en frutos, hojas, troncos y raíces de sus hospederos. El daño causado a su hospedero puede ser grave cuando las poblaciones de chanchitos blancos son elevadas, ya que ellos se alimentan sobre los tejidos verdes succionando la savia directamente desde el floema causándole la muerte. Algunas especies inyectan toxinas, transmiten virosis o secretan mielecilla que se convierte en sustrato de hongos que producen fumagina y reducen la fotosíntesis normal (INIA, 2010).

El control de los chanchitos blancos no es para nada sencillo, ya que pasan la mayor parte del tiempo ocultos bajo la corteza y pliegues de troncos, ritidoma, raíces, pedicelos, zonas calicinales de los frutos, etc.

El manejo integrado de plagas (MIP) tiene como objetivo el uso eficiente de las estrategias disponibles para el control de plagas por medio de acciones que ayuden a prevenir problemas y/o disminuyan los niveles de daño y así recurrir al uso de control químico en casos de extrema necesidad. El MIP se compone de diferentes técnicas de control, tales como control químico, físico, cultural y biológico, siendo éste último uno de los más importantes, ya que su planificación está basada principalmente en la incorporación a los tiempos del ecosistema.

Debido a la importancia de *P. viburni* como plaga cuarentenaria se suele optar por el control químico con el uso de insecticidas sintéticos, los cuales generan efectos letales y subletales sobre sus enemigos naturales.

Uno de los enemigos naturales de *P. viburni* es el parasitoide nativo *Acerophagus flavidulus* (Bréthes), que pertenece a la familia Encyrtidae. Esta especie es uno de los parasitoides más eficientes y que en nuestro país se encuentra disponible comercialmente para el control de esta especie de chanchito blanco.

El uso de insecticidas reguladores de crecimiento como piriproxifen, que es uno de los más utilizados en el control de *C. pomonella* en manzanos, debe ser estudiado para identificar los posibles efectos subletales que produce sobre insectos benéficos o enemigos naturales, los que se caracterizan por la búsqueda activa de su alimento, lo que a su vez los vuelve más susceptibles al daño producido por insecticidas en el campo, ya sea de manera directa o residual (INIA, 2010).

A continuación, se plantea la hipótesis y objetivos del presente trabajo:

1.1. Hipótesis

El uso de una dosis subletal de piriproxifen disminuiría el parasitismo de *A. flavidulus* frente a densidades crecientes de *P. viburni*.

1.2. Objetivo general

Evaluar el efecto de una dosis subletal de piriproxifen sobre el comportamiento de oviposición y desarrollo del parasitoide *A. flavidulus* frente a diferentes densidades de *P. viburni* en condiciones de laboratorio.

1.3. Objetivos específicos

-Determinar el porcentaje de parasitismo de *A. flavidulus* frente a densidades crecientes de *P. viburni* con la aplicación de una dosis subletal de piriproxifen.

-Determinar el número de parasitoides emergidos por hospedero de *P. viburni* sometido a la aplicación de una dosis subletal de piriproxifen.

-Determinar la razón sexual secundaria de los parasitoides emergidos desde *P. viburni* sometido a la aplicación de una dosis subletal de piriproxifen.

-Determinar la fecundidad de cada hembra ovipositora del parasitoide *A. flavidulus* sometida a la aplicación de una dosis subletal de piriproxifen.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características de *Pseudococcus viburni*

La familia Pseudococcidae corresponde a insectos chupadores, con el cuerpo cubierto de una fina capa cerosa (blanca, amarillenta, rosácea o gris) que a menudo se extiende lateralmente para formar filamentos cortos (INIA, 2010). Son especies polífagas, plagas que afectan a cultivos agrícolas, ornamentales y forestales. Se ha descrito más de dos mil especies, siendo las más importantes en Chile, *P. viburni*, *P. calceolariae*, *P. longispinus* y *Pl. citri* (González, 1989).

El cuerpo de la hembra es áptero, ovalado, ligeramente convexo, cubierto de un polvo ceroso blanco y posee filamentos marginales lanosos (Castro, 2010). La hembra produce un ovísaco constituido por una sustancia filamentosa, que brinda protección a los huevos y a las ninfas migratorias que se refugian en él, por al menos tres días antes de desplazarse (INIA, 2010). Las hembras pasan por tres estadios ninfales, mientras los machos presentan cuatro estadios inmaduros, incluyendo un estado de pupoide (Figura 2.2.). El pupoide es una estructura compuesta por delicados filamentos y de forma tubular, en cuyo interior se produce la transformación que dará lugar al macho adulto alado (macróptero), pequeño y de corta vida (INIA, 2010). En su conjunto completan aproximadamente tres generaciones anuales (González, 2011). Cada hembra ovipone entre cuatrocientos a quinientos huevos, pudiendo alcanzar hasta casi mil.

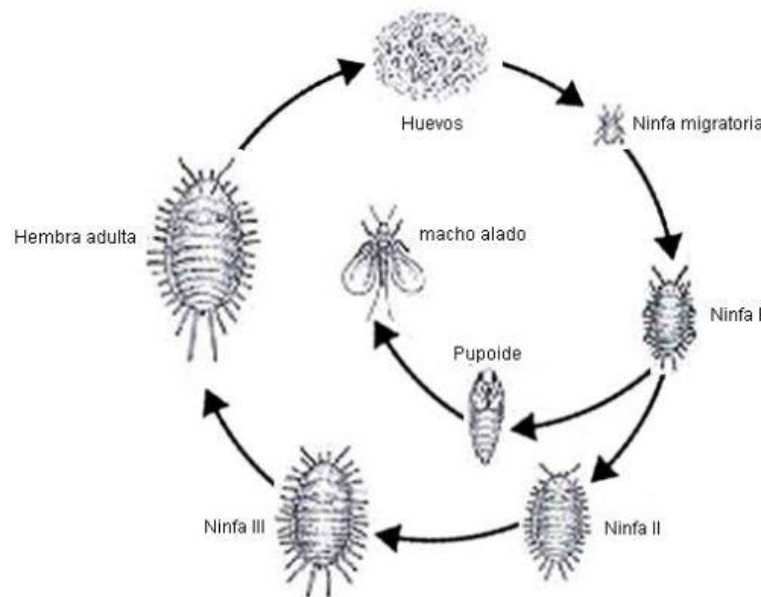


Figura 2.2. Ciclo de vida del chanchito blanco de la vid (*P. viburni*). Fuente: Ripa y Luppichini, 2010).

Las colonias de chanchitos blancos pueden encontrarse en frutos, hojas, troncos y raíces de muchos hospederos en forma simultánea o avanzando de acuerdo al desarrollo fenológico de la planta y las condiciones ambientales de la temporada (INIA, 2010). Esta plaga presenta una amplia distribución en Chile, desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región del Bío Bío, afectando frutos de carozo, nectarino, ciruelo, manzano, peral, kaki, palto, kiwi, vid, entre otros (González, 1989, 2011). De las especies de Pseudococcidae reportadas en plantas cultivadas en Chile, la mayoría son de importancia económica y se encuentran principalmente asociadas a frutales. Tres especies de chanchitos blancos tienen incidencia directa en las exportaciones por tratarse de plagas cuarentenarias o por ser detectadas en cantidades superiores a las toleradas en la fruta muestreada por el SAG en las inspecciones fitosanitarias. Éstas son el chanchito blanco de la vid, *P. viburni*, principal causal de rechazo de las exportaciones de uvas, manzanas y peras; el chanchito blanco de cola larga, *P. longispinus*, especie más asociada a paltos, cítricos, plantas ornamentales y a frutales subtropicales; y el chanchito blanco de los frutales, *P. calceolariae*, especie asociada a cítricos y a frutales subtropicales. Además, existen otras especies como *Pl. citri*, que, sin ser causal de rechazos de exportación, juega un rol importante en la citricultura nacional, ya que si no es manejada de forma apropiada puede causar severas pérdidas en la producción (INIA, 2010). Más recientemente se han descrito dos nuevas especies, *Pseudococcus cribata* (González) y *Pseudococcus meridionalis* (Prado y Zaviezo, 2015).

Algunos mercados de exportación donde el chanchito blanco de la vid es considerada cuarentenaria son; México, Bolivia, Colombia, Corea del Sur, Nueva Zelanda, Panamá y Japón. En la temporada 2008-2009 el 31,2% de los rechazos a nivel nacional correspondió a chanchitos blancos, un 21% del total de estos rechazos de debió a la presencia de *P. viburni*. Las especies frutícolas en las cuales se realizó la detección y posterior rechazo corresponden a uvas, manzanas y peras, con un porcentaje de cajas rechazadas de 46,4%, 22,3% y 10,3% respectivamente (SAG, 2009).

2.2. Monitoreo, detección y control de *Pseudococcus viburni*

Considerando el tamaño, biología y hábitos crípticos de los chanchitos blancos, el monitoreo, detección y control de éstos no es una tarea fácil (INIA, 2010). Esto se debe a que pasan la mayor parte del tiempo ocultos bajo la corteza y pliegues de troncos, ritidoma, raíces, pedicelos, zonas calicinales de los frutos, etc (Ripa y Rojas, 1994). Por lo anterior es de vital importancia conocer su biología, ciclo de vida, comportamiento, fenología de sus hospederos, organismos mutualistas (hormigas) y factores abióticos (agroclimáticos) para poder escoger una adecuada técnica de monitoreo y realizar un manejo adecuado y oportuno.

El monitoreo es uno de los pilares del manejo integrado de plagas (MIP) y de cualquier sistema efectivo de control de plagas. A través del monitoreo es posible detectar la presencia de la plaga, su nivel poblacional, sus estados de vida y en que sitios del huerto se encuentra como foco que pueda contaminar al resto del predio.

Algunos métodos de detección de *P. viburni* son:

- Detección mediante observación visual de la plaga y enemigos naturales, este método permite detectar hasta un 3% de infestación en el campo.
- Detección mediante uso de trampas de cartón corrugado, este método permite detectar los estadios móviles y ovipositoras de la plaga.
- Uso de trampas con feromona sexual para captura de machos, este método permite detectar el movimiento poblacional de la plaga y su curva se verá reflejada mediante la captura de machos voladores, mostrando cuando la plaga presenta la mayor actividad.
- Muestreo de malezas que son potenciales hospederos alternativos de la plaga, esto permite conocer la presencia de la plaga como también la presencia de enemigos naturales (Castro, 2010).

El manejo integrado de plagas se compone de diferentes técnicas de control, tales como, control químico, físico, cultural y biológico, siendo este último uno de los más importantes, ya que su planificación está basada principalmente en la incorporación de los tiempos del ecosistema. El MIP tiene como objetivo el uso eficiente de las estrategias disponibles para el control de plagas por medio de acciones que ayuden a prevenir problemas o disminuyan los niveles de daño y así, hacer uso del control químico es casos de extrema necesidad.

2.2.1. Control químico de *Pseudococcus viburni*

El control químico, es la estrategia o el manejo de una especie plaga, mediante el uso de sustancias químicas, denominadas plaguicidas (Ripa y Larral, 2008). El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), define los plaguicidas, como compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos, o sustancias naturales que se utilizan, para combatir malezas, enfermedades, o plagas que potencialmente puedan causar perjuicios, en organismos u objetos. De acuerdo a la definición de la EPA (agencia federal para la protección del ambiente), plaguicida es “cualquier sustancia, o mezcla de sustancias, utilizadas para prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga, así como cualquier sustancia o mezcla de sustancias utilizadas como regulador vegetal, defoliante o desecante “. Para la FAO, (Organización de las Naciones Unidas, para la Alimentación y Agricultura), plaguicida, “ es una sustancia, o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir, o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedad humana o animal, especies indeseadas de plantas, o animales capaces de causar daños o interferir de cualquier

otra forma con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte, o mercado de los alimentos, otros productos agrícolas, madera y sus derivados o alimentos animales, o que pueden ser administrados a los animales para el control de insectos, arácnidos, u otras plagas en sus organismos”.

Gran parte del éxito que se pueda lograr con esta técnica se relaciona con la calidad de la aplicación. Es fundamental que el insecticida llegue a toda la superficie de la planta. Se debe procurar usar volúmenes acordes a la cantidad de vegetación y masa vegetal a mojar y hacer una mantención adecuada de los equipos de aplicación (INIA, 2014). El control químico se acepta dentro de MIP como una herramienta de apoyo, representando en ocasiones la única medida eficaz para controlar infestaciones graves. Sin embargo, con frecuencia las aplicaciones no consiguen el efecto deseado, debido a la mala calidad de las aplicaciones, por lo que en ocasiones se repiten hasta obtener un resultado satisfactorio (González, 2006).

El control químico de las plagas consiste en la reducción drástica de sus poblaciones o a la prevención de su desarrollo mediante el uso de sustancias químicas con efectos letales. Desde el punto de vista ecológico, un insecticida, es una sustancia tóxica que introducida por el hombre al ecosistema, y que a su vez afecta a todos sus organismos presentes en el, y en particular, a los animales; los efectos negativos que pueda causar varían según las características del insecticida, su formulación y dosis del producto, la forma en que es aplicado, el grado de susceptibilidad de las especies fitófagas y benéficas presentes en el ecosistema, la clase de cultivo y las condiciones climáticas prevalecientes durante las aplicaciones (Cisneros, 1995).

Determinar la peligrosidad de un plaguicida, para un enemigo natural, es un requisito para su uso conjunto. La peligrosidad de un plaguicida, depende de 2 factores, el riesgo que el plaguicida supone para el agente y la exposición a la cual se le somete. El riesgo es el porcentaje de población afectado tras el tipo de tratamiento, ya sea de forma aguda (mortalidad directa observada), o subletal (cambios que se producen en su fisiología y/o comportamiento del artrópodo, como también alteraciones en el número de huevos fértiles, o en la longevidad, fenómenos de repelencia, dificultades para reconocer el huésped, etc.) y depende directamente de la toxicidad intrínseca del plaguicida, que se suele expresar con la dosis letal 50 (DL50) (cuanto menor es esta dosis, más tóxico es el producto) (Viñuela, 1996).

En la planificación de control con plaguicidas se recomienda realizarlo sobre estados ninfales de la plaga, ya sea en pre y postcosecha, utilizando insecticidas neurotóxicos clásicos, inhibidores de quitina o neonicotinoides (González 2011).

El uso inadecuado de los plaguicidas puede, entre otros problemas, provocar:

- Una presión de selección sobre una plaga, eliminando los individuos más susceptibles y los más resistentes se convierten en los progenitores de las próximas generaciones (resistencia a insecticidas).
- Una disminución de la fauna benéfica que generalmente es más susceptible a los pesticidas que la plaga (disminuir la acción de enemigos naturales).
- Efectos negativos en el ambiente.
- Un mayor nivel de residuos en la fruta.
- Un incremento de los costos de producción (insumos y operacionales) (Ciudad, 2015).

En un futuro los nuevos insecticidas con que contaremos, en un mediano y largo plazo serán compuestos mucho más selectivos y menos negativos para el medio ambiente. Esto, principalmente porque las legislaciones que norman el registro de estos productos serán más rigurosas, ya que solicitarán antecedentes sobre el impacto en la artropofauna benéfica, seres humanos y sobre el medio ambiente en general (Silva y Hepp, 2003).

2.2.1.1. Insecticidas reguladores de crecimiento

Los insecticidas reguladores de crecimiento (IRC) son un grupo de compuestos que pueden interrumpir los procesos normales de crecimiento y desarrollo de los insectos. Generalmente tienen baja toxicidad sobre mamíferos debido a que actúan interrumpiendo procesos que son específicos en los insectos artrópodos. La metamorfosis que sufren los insectos desde el estado de huevo al de adulto está regulada por un sistema hormonal complejo en el que intervienen principalmente la ecdisona o bien conocida como la hormona de la muda (HM) y la hormona juvenil (HJ). Periódicamente los artrópodos deben desprenderse de su cutícula para incrementar su tamaño, por lo que todo producto que incida sobre este proceso, alterará de alguna manera sus posibilidades de crecimiento (Viñuela et al., 1991).

Se utilizan reguladores de crecimiento, más bien dirigidos a estados móviles de la plaga, ya que estos insecticidas actúan por contacto. Los insecticidas reguladores de crecimiento que son inhibidores de quitina alteran la muda normal y el desarrollo de los insectos, estos actúan en una enzima llamada quitina sintetasa, la que es de suma importancia en la formación de una nueva cutícula luego de que la vieja es expulsada durante la muda (Casadei, 2003). Estos inhibidores de la síntesis de quitina deben ser aplicados temprano en la temporada, debido a que actúan en la muda del insecto, por lo tanto, requieren un mayor tiempo para causar mortalidad (Ripa et al., 2010).

El insecticida piriproxifen es un derivado de piridina y es un mimético de la hormona juvenil que actúa inhibiendo la metamorfosis (Anasac, 2016).

2.2.2. Control biológico de *Pseudococcus viburni*

El control biológico corresponde al resultado de la acción realizada por un amplio rango de enemigos naturales de las plagas entre los cuales destacan depredadores, parasitoides y microorganismos entomopatógenos (Giraldo, 2003). Existen al menos ocho enemigos naturales asociados al control biológico de *P. viburni*, entre ellos: *Leptomastix epona*, *Chrysoperla* sp., *Symphorobius maculipennis*, *Leucopis* sp., *Scymnus nitidus*, *Cryptolaemus montrouzieri* y *Acerophagus flavidulus*, este último el de mayor importancia. Este parasitoide de la familia Encyrtidae es una especie endémica distribuida entre las Regiones de Atacama y del Maule. Es una pequeña avispa de color gris, con un cuerpo adulto de 1,5 milímetros y antenas grises con extremos blanquecinos. Desde el extremo posterior del abdomen sobresale un apéndice que corresponde al ovipositor, en el caso de las hembras. Este parasitoide es específico y parasita desde individuos pequeños hasta hembras desarrolladas de *P. viburni*. El parasitoide que se desarrolla dentro del chanchito blanco provoca que éste pierda su movilidad y adquiera una tonalidad amarillenta, lo que se denomina momia (Figura 2.3.). Los adultos del parasitoide emergen de la momia a través de pequeños orificios circulares, dejando atrás una estructura vacía de color amarillo y muy frágil al tacto. Cada una de estas momias puede albergar unos quince o veinte parasitoides. Se determinó que *P. viburni* puede ser controlado biológicamente realizando liberaciones periódicas de este parasitoide endémico. Sin embargo, se identificó que la presencia de hormigas protege a la plaga a cambio de la mielecilla que obtiene de ella para alimentarse, lo cual es un factor negativo que interfiere con la acción del parasitoide (Ripa y Luppichini, 2010), esta relación entre las hormigas y la plaga, se define como relación mutualista.

Respecto al rol como controlador biológico, *A. flavidulus*, evaluaciones de liberaciones masivas realizadas en parronales atacados por chachito blanco, mostraron un control satisfactorio de la plaga, en ausencia de hormigas (Ripa y Luppichini, 2010). Aparentemente, *A. flavidulus* es menos afectado que otros controladores biológicos por las hormigas ya que se trata de un parasitoide muy veloz que logra evitar a estos insectos, a pesar de esta condición, se debe procurar reducir las poblaciones de hormiga, previo a las liberaciones.



Figura 2.3. Momia de *Pseudococcus viburni* con orificios de emergencia de *Acerophagus flavidulus*. Fuente: Rodríguez. F, en ficha técnica 28 (2017) INIA.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del estudio

El ensayo fue realizado en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad de Talca, Chile. Este laboratorio cuenta con el equipo necesario y las condiciones adecuadas para la realización de este tipo de ensayos.

3.2. Multiplicación de *Pseudococcus viburni* en condiciones de laboratorio

Las colonias de chanchitos blancos se obtuvieron desde la empresa Xilema S.A., filial de Anasac que se dedica al control biológico de plagas. Desde donde nos enviaban zapallos infestados con colonias de chanchitos blancos o masas de huevos de estos mismos en pots plásticos, los que posteriormente se utilizaron para la reproducción de *P. viburni* en el Laboratorio de Sanidad Vegetal, en una especie de cucurbitácea llamada *Cucurbita moschata*, zapallos tipo “cacho”, de esta manera le proveemos a *P. viburni*, el soporte y alimento necesario para su reproducción y posterior desarrollo.

3.3. Obtención de los parasitoides *Acerophagus flavidulus*

Los parasitoides *A. flavidulus* igualmente se obtuvieron de la empresa Xilema S.A., esta empresa enviaba momias de *P. viburni* ya parasitadas, de aproximadamente 12-14 días. Al llegar al laboratorio, las momias se dejaban al interior de una cámara CONVIRON® bajo condiciones controladas de 25°C y 55% de HR, con fotoperiodo 16:8.

3.4. Concentración y aplicación de insecticida piriproxifen

Se utilizó una concentración de 50cc/hL, que corresponde al 100% de la concentración mínima de insecticida recomendada por el fabricante. Esta concentración subletal para el parasitoide *A. flavidulus* fue establecida por Corvalán (2017) bajo las mismas condiciones de trabajo y corresponde a aquella dosis que no logra producir la muerte del insecto.

En un vaso plástico de 30 mL se introdujo un algodón húmedo y sobre éste, un disco de hoja de manzano, sobre el cual se aplicaron 2 mL del tratamiento correspondiente, piriproxifen y agua destilada (control) de manera residual. Luego se dejaron secar a temperatura ambiente por una hora aproximadamente para finalmente trasladar un parasitoide a cada vasito, éstos se mantuvieron en contacto con los residuos de insecticida durante 24 horas.

3.5. Tratamientos y repeticiones

Se utilizó un diseño completamente al azar para evaluar la conducta de parasitismo de *A. flavidulus*, en el cual se escogieron densidades crecientes (16 y 32 individuos) de *P. viburni*, provenientes de nuestra crianza en el laboratorio. Se realizaron 10 repeticiones por cada densidad de *P. viburni* para cada tratamiento.

Ambos tratamientos, insecticida y control, fueron aplicados mediante la torre de precisión de Potter sobre un vaso plástico de 30 mL que contenía una bola de algodón húmedo y sobre ésta, un disco de hoja de manzano, de esta manera se provee de condiciones lo más similares posibles a lo que ocurre con los residuos de insecticidas en el huerto. A su vez, cada vaso plástico contaba con una tapa, a la cual se le hicieron orificios que posteriormente fueron sellados con cinta respirable MICROPORE (3M®) para evitar la condensación del insecticida y la salida del parasitoide. Luego de introducir los parasitoides en los vasos, éstos se dejaron en la cámara CONVIRON® a 25°C con un 55% de HR durante 24 horas.

Anteriormente, ninfas de *P. viburni* fueron seleccionadas y puestas en placas Petri de 90mm de diámetro sin alimento y separadas por densidades (16 y 32). Transcurridas las 24 horas en que los parasitoides estuvieron en contacto con el insecticida y el agua destilada (control), éstos fueron retirados de los vasos y puestos en las placas con chanchitos blancos, para permitir la oviposición, y fueron dejadas nuevamente en la cámara CONVIRON durante 24 horas. Luego los parasitoides fueron extraídos de las placas para matarlos y los chanchitos blancos fueron puestos en el pedicelo de manzanas no tratadas previamente (variedad Fuji) dentro de contenedores de 250 mL de volumen con orificios sellados con cinta respirable MICROPORE (3M®), de esta manera se previene la condensación de la humedad que proviene de la fruta y la salida de los chanchitos blancos. Dichos contenedores fueron rotulados por tratamiento, repetición y densidad correspondiente.

El parasitoide previamente apartado de los chanchitos fue revisado bajo una lupa estereoscópica para identificar su terminalia (sección posterior del insecto), es decir, la presencia del ovipositor. La identificación de la terminalia no es posible realizarla antes de comenzar el ensayo, debido a la dificultad de manipular los parasitoides vivos sin dañarlos, lo que a su vez podría afectar el resultado del experimento.

3.6. Variables evaluadas

Durante el ensayo se registró el sexo del adulto parasitoide. Luego, terminado el ensayo y posterior a la oviposición, se realizaron revisiones transcurridos los 7, 14 y 21 días, en las que se evaluó el número de momias de *P. viburni* en ambos tratamientos, en todas sus densidades y repeticiones. El porcentaje de parasitismo se calculó según el total de individuos de chanchito blanco parasitados en el período de 21 días (Figura 4.1.). También se calculó el número de parasitoides emergidos por momia de chanchito blanco, para luego sacar un promedio para cada tratamiento (Figura 4.2.).

Las momias obtenidas durante las revisiones se dejaron en tubos Eppendorf dentro de la cámara CONVIRON® y revisadas diariamente hasta el día que se inició la emergencia de la descendencia. Una vez finalizada la emergencia de los nuevos parasitoides, éstos fueron revisados bajo la lupa estereoscópica para revisar la terminalia y así obtener una razón sexual secundaria (hembras: machos) (Cuadro 4.1.). Adicionalmente, se evaluó la fecundidad de las hembras del parasitoide *A. flavidulus*, esto es el número de hembras producidas por cada hembra (F0/F1) (Cuadro 4.2.).

3.7. Análisis de datos

Los resultados obtenidos en nuestros ensayos fueron analizados con GLM (Función GLM de R), modelo lineal generalizado, este modelo es una extensión de los modelos lineales que permiten utilizar distribuciones no normales de los errores (binomiales, Poisson, gamma, etc.) y varianzas no constantes.

Para evaluar la existencia de diferencias significativas en la relación sexual secundaria y en fecundidad para ambos tratamientos, se realizó una prueba de chi-cuadrado a través de una tabla de contingencia con el programa estadístico R.

4. RESULTADOS

4.1. Parasitismo de *Acerophagus flavidulus* sobre *Pseudococcus viburni*

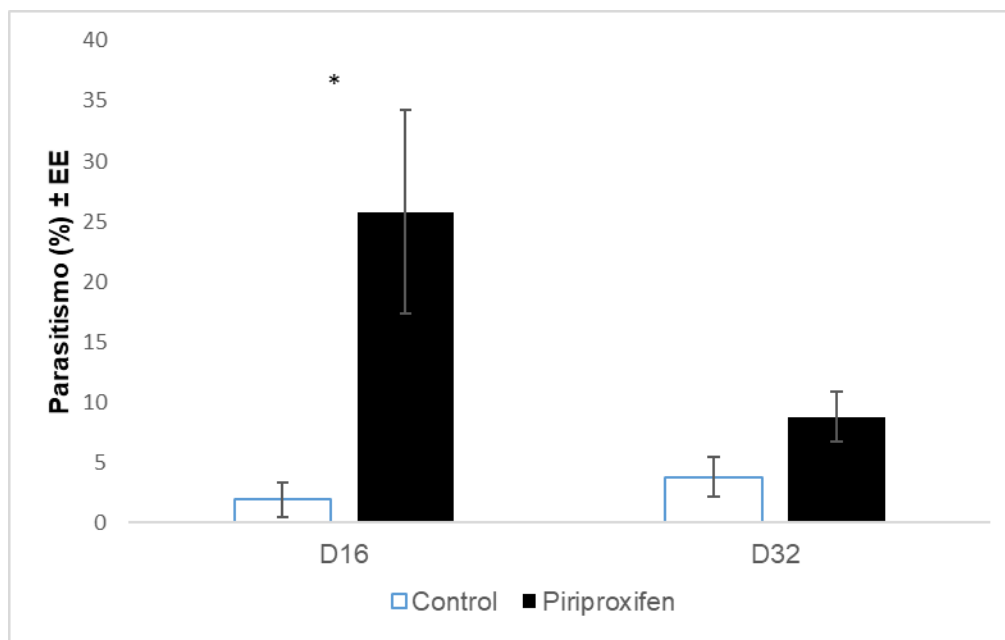


Figura 4.1. Parasitismo (%) de *Acerophagus flavidulus* evaluado sobre densidades crecientes (16 y 32 individuos) de *Pseudococcus viburni* al cabo de 21 días post aplicación de piriproxifen, de manera residual en discos de hojas de manzano. Barras indican error estándar y * muestra diferencias significativas.

En el gráfico de parasitismo (%) podemos observar que la densidad de 16 individuos muestra diferencias significativas respecto al control, con un valor de 25,8% versus un 1,9%. Por otra parte, para la densidad de 32 individuos, no se observan diferencias significativas entre tratamientos con resultados de 3,8% y 8,8% de parasitismo entre control y piriproxifen, respectivamente.

4.2. Número de parasitoides emergidos por momia de chanchito blanco

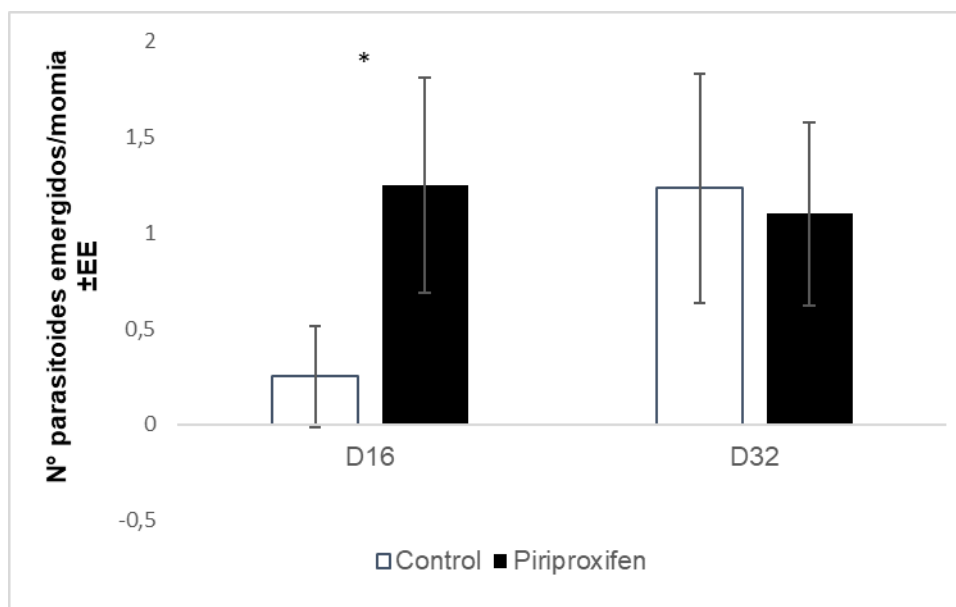


Figura 4.2. Número de parasitoides de *A. flavidulus* emergidos por momia de chanchito blanco en cada densidad de *P. viburni*, para tratamiento aplicado de forma residual de piriproxifen sobre discos de hojas de manzano. Barras indican error estándar y * muestra diferencias significativas.

Respecto al gráfico anterior, podemos observar que en los tratamientos control y piriproxifen para la densidad de 16 individuos se muestran diferencias significativas, donde el promedio de parasitoides emergidos por momia para el tratamiento control fue de 0,25 individuos, mientras que para el tratamiento con insecticida piriproxifen el promedio corresponde a 1,25 parasitoides por momia. En cuanto a la densidad de 32 individuos, los tratamientos no presentaron diferencias significativas, donde el promedio de parasitoides emergidos por momia para el tratamiento control y piriproxifen fue de 1,233 y 1,1 parasitoides emergidos respectivamente.

Cuadro 4.1. Razón sexual secundaria de la descendencia del parasitoide *A. flavidulus* evaluada frente a densidades de 16 y 32 individuos de *P. viburni*.

		Tratamiento	Hembra	Macho
Razón secundaria	D16	Control	4	1
		Piriproxifen	33	6
	D32	Control	17	6
		Piriproxifen	7	1

D16: $\chi^2 = 0,071$; $df = 1$; $P = 0,7905$

D32: $\chi^2 = 0,626$; $df = 1$; $P = 0,4285$

Respecto a la razón sexual secundaria (hembras: macho), en los resultados obtenidos se observa que no hay diferencias significativas entre tratamientos. Los valores de relación secundaria fluctuaron entre 2,8 y 7 hembras por macho del parasitoide *A. flavidulus*.

Cuadro 4.2. Fecundidad evaluada (F1/F0) frente a D16 y D32 de *P. viburni*.

		Tratamiento	F0	F1
Fecundidad	D16	Control	10	4
		Piriproxifen	8	33
	D32	Control	10	17
		Piriproxifen	10	7

D16: $\chi^2 = 12,776$; $P < 0,001$

D32: $\chi^2 = 1,997$; $P = 0,1576$

En relación a la fecundidad el tratamiento con insecticida piriproxifen aumentó significativamente el número de hembras por hembra en la densidad de 16 individuos, pero no en la de 32 individuos.

5. DISCUSIÓN

Los ensayos realizados en esta tesis, corresponden a la continuación de los ensayos de la memoria de título de Texia Corvalán Muñoz. Sin embargo, debido a que los resultados de parasitismos, fueron muy bajos, sobre todo en el tratamiento control, no fue posible realizar un análisis en conjunto de los datos.

Los ensayos de este estudio, fueron realizados con una metodología, cuyo objetivo era evaluar si una dosis subletal de piriproxifen disminuiría el comportamiento de oviposición del parasitoide *A. flavidulus* sobre densidades crecientes de *P. viburni*. Si bien, estos ensayos son la continuación de la tesis anterior, los resultados obtenidos en ambos estudios, no pueden ser analizados en conjunto, debido a que los resultados de parasitismo en la presente memoria fueron muy bajos, incluyendo el tratamiento control.

Los parasitoides adultos pueden verse afectados severamente en el corto plazo por la falta de alimento (Sandayanaka et al., 2009). Este factor en los parasitoides utilizados en esta memoria pudo haber afectado el porcentaje de parasitismo de *A. flavidulus*. Estudios realizados por Ishaaya et al. (2007) con momias de del parasitoide *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) en *Bemisia tabaci* (mosquita blanca) (Gennadius), las cuales fueron sumergidas en el insecticida piriproxifen mostraron efectos subletales como la reducción en la emergencia y la longevidad de los parasitoides adultos. También se encontraron parasitoides adultos con mal formaciones, lo que se asoció al modo de acción de piriproxifen, el cual actúa mimetizando la hormona juvenil, provocando interrupciones en la metamorfosis de los insectos. Concluyendo así la existencia de efectos negativos del insecticida sobre las pupas del parasitoide en estudio.

A. flavidulus posee la capacidad de ubicar y alcanzar los chanchitos protegidos bajo la corteza o ritidoma en el caso de las vides, pudiendo parasitar desde ninfas pequeñas hasta hembras adultas (Ripa y Luppichini, 2010). Lo anterior deja en evidencia que los datos obtenidos de los ensayos realizados, con respecto al número de parasitoides emergidos por momias de chanchito blanco, pueden verse afectado por el estadio de crecimiento de *P. viburni*, ya que, dependiendo del tamaño del insecto, es la cantidad de parasitoides que pueden desarrollarse dentro de él. En el interior de las ninfas de primer estadio de chanchito puede completar su desarrollo solo un adulto, mientras en estados más avanzados pueden completar su desarrollo entre diez a sesenta parasitoides adultos (este último en casos excepcionales).

La aplicación de piriproxifen se realizó sobre individuos adultos de máximo dos días de vida de *A. flavidulus*. Dado que este insecto es un endoparasitoide, el cual permanece durante su estado

juvenil dentro del cuerpo momificado de *P. viburni*, probablemente las aplicaciones de insecticidas en este periodo sean menos perjudiciales.

En los bioensayos realizados en la primera parte de este estudio realizados por Corvalán (2017), en los que se utilizó el insecticida regulador de crecimiento piriproxifen sobre individuos adultos de *A. flavidulus* con concentraciones de 5, 10, 25, 50 y 100%, los resultados arrojaron que el porcentaje de mortalidad alcanzada a las 48 horas fue de un 21%, siendo este insecticida inocuo según la clasificación IOBC. Según los datos obtenidos de estos estudios, piriproxifen se percibe como una alternativa que sería compatible, además de selectiva hacia los enemigos naturales. Piriproxifen es ampliamente utilizado en el control de chanchitos blancos, ya que interfiere en el proceso de metamorfosis en los estados inmaduros de esta plaga.

Francesena (2015), reveló que las pupas del parasitoide *Eretmucerus mundus* tratadas con piriproxifen presentaron deformación y falta de desarrollo sus antenas, segmentos indispensables para su labor de búsqueda y selección de hospedero. Esto probablemente no fue un factor influyente en nuestro estudio, ya que los individuos de *A. flavidulus* utilizados en los ensayos se encontraban en estadio adulto, con sus antenas desarrolladas.

Por otra parte, Carvalho et al. (2010) no encontró efectos nocivos de piriproxifen en el porcentaje de emergencia de parasitoides himenópteros de las familias Aphelinidae y Trichogrammatidae. Además, determinó que piriproxifen fue ligeramente dañino (clase 2) para la capacidad de parasitismo de las hembras y F1 de *T. pretiosum*. También en estos estudios concluyó que mientras los insecticidas acetamiprid, imidacloprid, lufenuron, triflumuron y novaluron redujeron la longevidad de las hembras de la generación materna de *T. pretiosum* expuestas a sus residuos 1 h después del tratamiento de los huevos hospedadores, el insecticida piriproxifen fue el único insecticida que no afectó esta característica biológica.

De acuerdo a ensayos realizados en INIA La Cruz, la relación de sexo de *A. flavidulus* es de cuatro hembras por un macho (4:1). En un estudio realizado por Karamouna y Copland (2000), se expuso que la razón sexual secundaria de *A. flavidulus* emergidos, dependía directamente del tamaño de *P. viburni*, siendo la relación hembra: macho de 3:1 para un tamaño promedio de 1,3 mm, mientras que la razón sexual secundaria para un individuo promedio de 2,83 mm resultó ser 8:1. En nuestros ensayos la razón sexual secundaria máxima evaluada fue de 7:1, sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual podría estar asociado con el tamaño de *P. viburni* utilizados en el ensayo.

Este estudio es de gran utilidad para evaluar los posibles efectos de la dosis comercial, o concentración mínima de insecticida recomendada por el fabricante (la cual para este estudio corresponde a 50cc/hL) sobre adultos del parasitoide *A. flavidulus* en condiciones de laboratorio. Sin embargo, al ser justamente realizado bajo estas condiciones, no se ajusta por completo a las condiciones que podrían darse en terreno (control químico completo del cultivo en cuestión, intervención de otros organismos, variaciones climáticas como la temperatura, etc.)

6. CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en los bioensayos, se concluye lo siguiente:

- La concentración subletal de insecticida piriproxifen no afecta el porcentaje de parasitismo de *A. flavidulus* emergidos a la densidad de 32 chanchitos blancos. Por otra parte, para la densidad de 16 chanchitos blancos, tanto el porcentaje de parasitismo como el número de parasitoides emergidos aumentó.
- El insecticida piriproxifen no tiene efectos sobre la razón sexual secundaria sobre el parasitoide *A. flavidulus* en ambos tratamientos en condiciones de laboratorio.
- Respecto a la fecundidad del parasitoide *A. flavidulus*, no se observaron diferencias en ambos tratamientos para la densidad de 32 chanchitos blancos. Por el contrario, para la densidad de 16 chanchitos blancos el tratamiento con piriproxifen aumentó el número de hembras producidas por hembra

BIBLIOGRAFÍA

- *Acerophagus (=Pseudaphycus) flavidulus*, 2016. Ficha Técnica. Xilema Anasac Chile S.A.
- Blanco, C. y Bernal, J. 2003. Insecticidas y control biológico. Bases para el manejo racional de insecticidas. Silva, G. y Hepp, R. Chillan, Chile. 69-86.
- Carvalho, A., Godoy, S M., Silva, D., Lasmar, O., Rodrigues, J., Fonseca, V., 2010. La Selectividad de los reguladores de crecimiento y neonicotinoides para los adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Revista Colombiana de Entomología. 36: 195-201.
- Casedei, G. 2003. Breve historia de los insecticidas. Bases para el manejo racional de insecticidas. Silva, G. y Hepp. R. Chillán, Chile. 17-28.
- Castro da Costa, D. 2010. Guía de elementos básicos para el monitoreo y la detección de Chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni*) para implementar MIP acorde a los requerimientos BPA. Innova Corfo Chile y Fundación para el Desarrollo Frutícola. 13.
- Cisneros, F. 1995. Control químico. Control de Plagas agrícolas. Lima, Perú. 148-231.
- Corvalán, T. 2017. Efectos de piriproxifen sobre el parasitismo de *Acerophagus flavidulus* (Brethés) sobre el chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Signoret). Memoria de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Talca. Talca. Chile. 42 pp.
- Delico 100EC, 2017. Ficha técnica. Anasac Chile S.A.
- Devine, G., Eza, D., Oguzuku, E. y Furlong, F. 2008. Uso de insecticidas: Contexto y consecuencias ecológicas. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 25 (1): 74-100.
- Francesena, N. 2015. Efectos letales y subletales de insecticidas sobre *Bemisia tabaci* y su principal parasitoide *Eretmucerus mundus* e impacto sobre aspecto comportamentales del mismo. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

- Giraldo, G. 2003. Manejo integrado de plagas. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Proyecto Comunidades y Cuencas. 1-19.
- González, R.H. 1983. El chanchito blanco de la uva de mesa. *Revista Frutícola* (1): 3-7.
- González, R.H. 2003. Chanchitos blancos de importancia agrícola y cuarentenaria en huertos frutales de Chile (Hemíptera: Pseudococcidae). *Revista Frutícola* (1): 5-17.
- González, R.H. 2011. Pseudococcidos de importancia frutícola en Chile (Hemíptera: Pseudococcidae). *Publicaciones en ciencias agrícolas* n°18. Universidad de Chile. 21-91.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2010. Manejo del chanchito blanco de la vid en vides, *Pseudococcus viburni* (Signoret). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. En línea. Recuperado en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR37215.pdf>. Consultado el 20 de julio de 2018.
- Ishaaya, I., Baranzani, A., Kontsedalov, S., Horowitz, A. 2007. Insecticides with novel modes of action: Mechanism, selectivity and cross-resistance. *Entomological Research* 37: 148-14.
- Karamouna, F. y Copland, M. 2000. Host suitability, quality and host size preference of *Leptomastix epona* and *Pseudaphycus flavidulus*, two endoparasitoids of the mealybug *Pseudococcus viburni*, and host size effect on parasitoid sex ratio and clutch size. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 96: 149–158.
- Karamouna, F. y Copland, M. 2000. Oviposition behaviour, influence of experience on host size selection, and niche overlap of the solitary *Leptomastix epona* and the gregarious *Pseudaphycus flavidulus*, two endoparasitoids of the mealybug *Pseudococcus viburni*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 97: 301–308.
- Naranjo, S.E., Ellsworth, P.C. y Hagler, J.R. 2004. Conservation of natural enemies in cotton: role of insect growth regulators in management of *Bemisia tabaci*. *Biological Control*. 52-72.

- Red Agrícola. Mayo/Junio, 2013. Novedades en monitoreo e identificación de chanchito blanco. 70-73.
- Requisitos fitosanitarios para exportaciones de productos agrícolas y forestales. Información extraída del sitio web http://www2.sag.gob.cl/reqmercado/consulta_agricola.asp?t_x=1. Consultado el 24 de julio del 2018.
- Ripa, R. y Caltagirone, L. (1994). Implementación del control integrado de plagas. Revista Frutícola. (15) 2: 67-73.
- Ripa, R., Rojas, S., Rodríguez, F y Zúñiga, E. 1996. Insectos y Ácaros, plagas de frutales. FIA e INIA. Chile 14-29.
- Ripa, R. y Larral, P. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Edición número 23. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA): Valparaíso. 399 pp.
- SAG. (2009). Importancia cuarentenaria de los chanchitos blancos para diferentes mercados.
- Sandayanaka, W., Charles, J. y Allan, D. 2009. Aspects of the reproductive biology of *Pseudaphycus maculipennis* (Hym: Encyrtidae), a parasitoid of obscure mealybug, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). Biological Control 48: 30-35.
- Viñuela, E. 1996. Ecología de los artrópodos útiles. Agricultura ecológica y desarrollo rural. II Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Pamplona (Iruña), España. <http://www.agroecología.net/congresos/pamplona/16.pdf>. Consultado el 23 de julio de 2018.

