



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

Efectos del insecticida buprofezin sobre el parasitoide *Acerophagus flavidulus* frente a densidades crecientes de su hospedero, *Pseudococcus viburni*

MEMORIA DE TÍTULO

JESÚS MAXIMILIANO MENESES GARRAO

**TALCA-CHILE,
2020**

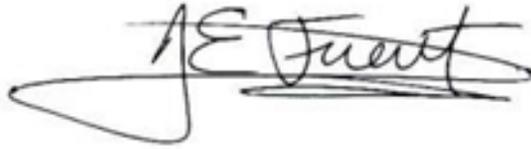
CONSTANCIA

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, 2020

Aprobación:



Profesor Guía: Biol. PhD. Eduardo Fuentes Contreras.

Profesor Titular

Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias



Profesor informante: Ing. Agr. Mg. Cs. Catalina Radrigán Navarro.

Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias

Agrarias

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 28 de Octubre de 2020.

AGRADECIMIENTOS

Si bien el camino costó y fue más largo de lo esperado, siempre quedan los aprendizajes del proceso. Primero quiero agradecer a mis padres a mis hermanas, a mi polola por el apoyo incondicional en todos estos años de universidad. También quiero agradecer a mis amigos por todos los buenos momentos que pasamos a lo largo de nuestra vida universitaria y a todos los que de alguna u otra manera me ayudaron en esta etapa.

Agradezco a la profesora Catalina Radrigan por toda su disposición, tiempo, consejos y paciencia para desarrollar esta tesis, también agradezco al profesor Eduardo Fuentes por sus consejos, correcciones y buena disposición para poder desarrollar esta tesis.

También quiero agradecer a todo el equipo de trabajo del laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad de Talca, por la cordialidad y amabilidad en el tiempo que estuve realizando las mediciones y ensayos en el laboratorio.

ABSTRACT

A study was carried out with the insecticide buprofezin (Applaud® 25 WP), which aim was to determine the effects of the field rate (50 cc/hL) for the obscure mealybug *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) on its parasitoid *Acerophagus flavidulus* (Brethes) (Hymenoptera: Encyrtidae). Adult mated female parasitoids were exposed for 24 hours to the residues of buprofezin and distilled water (control) on discs of apple leaves. Parasitoid females were then placed with different densities (2, 4, 6 and 8) of the obscure mealybug. Percentage of parasitism, number of emerged parasitoids, longevity and secondary sex ratio of *A. flavidulus* were evaluated. No significant differences were observed in percentage of parasitism between treatments under the four host densities evaluated. A significantly higher number of parasitoids emerged per mummy were observed in the treatment with buprofezin in relation to the control. However, there was no effect of the host densities on the number of parasitoids emerged per mummy. Longevity and sex ratio did not show significant differences between buprofezin and control treatments or mealybug densities. According to the results obtained, the field rate of buprofezin under laboratory conditions does not affect *Acerophagus flavidulus* parasitism on *Pseudococcus viburni*. However, it is important to perform further studies of this insecticide and their effects on the parasitoid.

RESUMEN

Se realizó un estudio con el insecticida buprofezin (Applaud® 25 WP), con el objetivo de determinar los efectos de la dosis comercial (50 cc/hL) recomendada para chanchito blanco de la vid de *Pseudococcus viburni* (Signoret). (Hemíptera: Pseudococcidae), sobre su parasitoide *Acerophagus flavidulus* (Brethes) (Hymenoptera: Encyrtidae). Hembras apareadas adultas del parasitoide fueron expuestas por 24 horas a los residuos de buprofezin y agua destilada (control) sobre discos de hojas de manzano. Las hembras del parasitoide entonces fueron puestas en conjunto con densidades crecientes (2, 4 6 y 8) del chanchito blanco de la vid. Se evaluó el porcentaje de parasitismo, el número de parasitoides emergidos, la longevidad y razón sexual secundaria de *A. flavidulus*. No se observaron diferencias significativas en el parasitismo entre tratamientos bajo ninguna de las cuatro densidades de chanchito blanco evaluadas. Un número significativamente mayor de parasitoides emergidos por momia fueron observados en el tratamiento con buprofezin en relación con el control. Sin embargo, no hubo efecto de las densidades del hospedero sobre el número de parasitoides emergidos por momia. La longevidad y la razón sexual secundaria de estos parasitoides emergidos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ni densidades de chanchito blanco. Según los resultados obtenidos, la dosis comercial recomendada de buprofezin bajo condiciones de laboratorio, no afecta el parasitismo de *Acerophagus flavidulus* sobre *Pseudococcus viburni*. Sin embargo, es importante continuar realizando estudios sobre este insecticida y sus efectos en el parasitoide.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis	2
1.2 Objetivo general	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1 Situación del manzano	3
2.2 Antecedentes de <i>Pseudococcus viburni</i>	3
2.3 Morfología de <i>Pseudococcus viburni</i>	4
2.4 Control químico de <i>Pseudococcus viburni</i>	4
2.5 Reguladores de crecimiento.....	5
2.6 Control biológico de <i>Pseudococcus viburni</i>	5
2.7 Manejo integrado de plagas (MIP).....	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1 Ubicación del ensayo	7
3.2 Obtención de <i>Acerophagus flavidulus</i> y <i>Pseudococcus viburni</i>	7
3.3 Ensayos de parasitismo	7
3.4 Análisis de datos	9
4. RESULTADOS	10
4.1 Parasitismo de <i>A. flavidulus</i> sobre <i>P. viburni</i>	10
4.2 N° de parasitoides emergidos por momia de <i>P. viburni</i>	11
4.3 Longevidad de <i>Acerophagus flavidulus</i> emergidos.....	12
4.4 Razón sexual secundaria.	13
5. DISCUSIÓN.....	14
6. CONCLUSIÓN.....	16
7. BIBLIOGRAFÍA.....	17

ÍNDICE DE CUADROS

Capítulo 4

Página

Cuadro 4.1 Porcentaje de parasitismo de *Acerophagus flavidulus* más el error estadístico, evaluado sobre densidades crecientes (2, 4, 6 y 8) de *Pseudococcus viburni* 21 días después de la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano.....10

Cuadro 4.2 Número promedio de *Acerophagus flavidulus* emergidos por momia de chanchito blanco más el error estadístico, en cuatro densidades de *Pseudococcus viburni*, después de la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano.....11

Cuadro 4.3 Longevidad de *Acerophagus flavidulus* emergidos más el error estadístico, evaluado sobre densidades crecientes (2, 4, 6 y 8) de *Pseudococcus viburni*, después de la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano.....12

Cuadro 4.4 Razón sexual secundaria de *Acerophagus flavidulus* emergidos posterior a la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano, evaluado sobre densidades crecientes (2, 4, 6 y 8) de *Pseudococcus viburni*.....13

1. INTRODUCCIÓN

El manzano, *Malus doméstica* es el segundo frutal con mayor superficie en (Chile), superando las 37 mil hectáreas distribuidas entre las regiones de Valparaíso y Los Ríos (ODEPA, 2014). El año 2018 Chile exportó 775 mil toneladas de manzanas frescas (ODEPA, 2019). Las exportaciones de fruta fresca se ven afectadas por la presencia de ciertas plagas, lo cual puede ser causal de rechazo de la exportación si se trata de plagas cuarentenarias o cantidades de individuos superiores a las toleradas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (Salazar et al., 2010).

El chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Signoret) es una de estas plagas cuarentenarias, la cual afecta la exportación de manzanas y otros frutales. Éste artrópodo pertenece a la familia Pseudococcidae y es considerado una plaga polífaga, la cual ataca vides, naranjo, peral, cerezo, ciruelo, damasco, durazno, arándano, manzano, malezas, ornamentales, entre otras (González, 2011). El principal daño que produce esta especie se debe a que se considera cuarentenaria en diferentes mercados de exportación, tales como México, Panamá, Nueva Zelanda, Corea, China y Japón (INIA, 2017).

El chanchito blanco de la vid se maneja mediante el uso de diversas herramientas, tales como control químico, cultural y biológico. El control químico se realiza por insecticidas, siendo uno de los más utilizados el ingrediente activo buprofezin. Este insecticida es un regulador de crecimiento del grupo de las tiazidinas, el cual inhibe la síntesis de quitina del chanchito blanco de la vid (Rodríguez, 2017).

Por otra parte, el control biológico, efectuado por depredadores y parasitoides, es otra herramienta valiosa para manejar esta plaga. Dentro de los parasitoides, el más importante es *Acerophagus flavidulus* (Bréthes). Esta especie es una pequeña avispa de color gris, endémica de nuestro país, distribuida entre las regiones de Atacama y del Maule, la cual es utilizada como controlador biológico de *P. viburni* (Salazar et al., 2017).

El manejo integrado de plagas (MIP) es una estrategia que utiliza diferentes tipos de controles: químico, biológico, cultural, entre otras, buscando alcanzar que estas técnicas

sean complementarias entre sí. El monitoreo es uno de los pasos más importantes de esta estrategia, indicando el momento más oportuno para aplicar el control químico o cuándo debe dejar de usarse y optar por un control biológico con enemigos naturales de la plaga (Estay, 2001).

Según Rehman et al. (2018) existe la necesidad de necesidad de cambiar las estrategias de uso de insecticidas para que sean más operativas, menos residuales, más específicas para la plaga objetivo y con menor impacto ambiental. Por lo anterior es que se deben utilizar insecticidas que sean selectivos con los enemigos naturales. Para el caso de *A. flavidulus* no existen reportes del efecto de buprofezin, pero para otras especies similares de parasitoides de chanchitos blancos se ha observado que buprofezin en la dosis recomendada es inocuo o levemente peligroso sobre los adultos (Suma et al., 2009; Karmakar y Shera, 2018). Por lo tanto, es importante saber que efectos y consecuencias tiene la aplicación de buprofezin sobre el parasitoide *Acerophagus flavidulus*, lo cual es el motivo de este estudio.

1.1 Hipótesis

Una dosis comercial de buprofezin utilizada para control de chanchito blanco de la vid no afectará negativamente el parasitismo, el número de parasitoides emergidos, la longevidad y la razón sexual secundaria de *Acerophagus flavidulus* en estadio adulto frente a densidades crecientes de *Pseudococcus viburni* en condiciones de laboratorio.

1.2 Objetivo general

Determinar los efectos de una dosis comercial de buprofezin sobre el porcentaje de parasitismo, número de parasitoides emergidos, longevidad y razón sexual secundaria del parasitoide *Acerophagus flavidulus* frente a densidades crecientes de *Pseudococcus viburni* en condiciones de laboratorio.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Situación del manzano

El manzano en Chile es uno de los frutales con mayor superficie, la cual cubre cerca del 13% de la superficie agrícola nacional con 35.936 hectáreas (ODEPA, 2018). La región con mayor superficie plantada es la región del Maule que concentra el 59,8% de la superficie a nivel nacional. En el año 2010, se estimó una producción nacional de 1.624.000 de toneladas. Las exportaciones de manzanas han registrado un aumento del 116% entre los años 2000 al 2010 en cuanto al volumen exportado (ODEPA, 2010). Chile al ser un país exportador de fruta debe poner énfasis en el control de plagas como *Pseudococcus viburni*, ya que poseen restricciones cuarentenarias en algunos mercados de exportación para mantener su continuo crecimiento.

2.2 Antecedentes de *Pseudococcus viburni*

El chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* pertenece a la familia Pseudococcidae. Se han descrito más de 2 mil especies para esta familia y en Chile las más importantes son: *Planococcus citri*, *Pseudococcus calceolariae*, *Pseudococcus longispinus* y *Pseudococcus viburni*. Los integrantes de esta familia son insectos chupadores, que tienen el cuerpo cubierto de una capa cerosa que varía su color (blanco, rosado, gris y amarillo) según la especie (Salazar et al., 2010).

El chanchito blanco se hospeda en varios huertos frutales como: manzanos, vides, perales, ciruelas. Siendo una de las plagas con mayor presencia en las plantaciones agrícolas, el daño que produce a nivel de fruto es cosmético, pero el gran daño que produce es económico, ya que genera problemas cuarentenarios en algunos mercados, como puede ser el rechazo de la exportación, De acuerdo a estadísticas del SAG, en la temporada 2008/09, el 31,2% de los rechazos a nivel nacional, correspondió a chanchitos blancos (Pseudococcidae) afectando a 1.800.000 cajas de fruta (Castro, 2010).

2.3 Morfología de *Pseudococcus viburni*

El chanchito blanco posee 3 estadios inmaduros en la hembra y cuatro en el macho. Las hembras adultas alcanzan un tamaño de 4 mm, poseen una capa cerosa blanquecina y su cuerpo es de color rosado. Además, presenta filamentos laterales visibles. Por otro lado, los machos tienen 4 estadios, forman un pupoide que se compone de filamentos con forma tubular y en su interior se transforma de ninfa a su etapa de macho adulto que tiene la capacidad de volar (Larraín, 2010).

La reproducción del chanchito blanco es de manera ovípara (depositan huevos), los huevos son de color rosado o suavemente anaranjado, estos se encuentran junto a sus madres en filamentos cerosos, que se denominan masas de huevos, entre 300 a 400 huevos (Ripa y Rojas, 1994).

2.4 Control químico de *Pseudococcus viburni*

El chanchito blanco de la vid es una plaga muy difícil de controlar ya que es muy polífaga. Además, posee características propias que lo hacen más resistente al control químico como su hábito críptico y subterráneo. Por otra parte, sus huevos al estar cubiertos de una masa algodonosa y su cubierta cerosa en el estado adulto, les confiere mayor protección ante aplicaciones de insecticidas (Salazar et al., 2010).

Existen diversos insecticidas para el control de *P. viburni* como: clorpirifos, diazinon, acetamiprid, metomilo, carbarilo dimetoato, imidacloprid, profenofos y buprofezin. Sin embargo, el momento de aplicación es clave, ya que algunos se deben aplicar en el inicio de brotación como buprofezin y otros en pre-floración, ya que todos poseen distinto modo de acción (Ripa et al., 2010).

El insecticida buprofezin es un insecticida que pertenece al grupo de las tiadizinas, ejerciendo un efecto regulador de crecimiento, al inhibir la síntesis de quitina en estados inmaduros; por eso, su aplicación debe realizarse sobre los estados inmaduros de la plaga. En el caso de chanchito blanco de la vid, debe ser aplicado a inicios de brotación en frutales como el manzano (González, 2009). Además, la gran

ventaja de buprofezin según ensayos realizados es que ha mostrado un gran control de la plaga y con la ventaja de no eliminar los enemigos naturales (Ripa, 2009).

2.5 Reguladores de crecimiento

Los insecticidas reguladores de crecimiento (IGR en inglés) tienen una forma de acción que altera la ecdisis normal y los fenómenos de desarrollo de las plagas de insectos, así como también pueden afectar la fecundidad de los adultos. Los IGR son responsables de la preservación de la etapa larvaria del insecto (Ali et al., 2020).

Los inhibidores de la síntesis de la quitina (benzoilfenilureas) pertenecen al grupo de los IGR, sus efectos están dirigidos concretamente a la inhibición de un proceso vital, la muda. Los efectos directos en la mortalidad de insectos adultos son relativamente raros, aunque se han observado en algunos coleópteros, sometidos a altas dosis y a largas horas de exposición del producto (Lyra et al., 1998).

2.6 Control biológico de *Pseudococcus viburni*

Dentro de los enemigos naturales (parasitoides y depredadores) más conocidos para control de *P. viburni* destacan: *Acerophagus flavidulus*, *Leptomastix epona*, *Chrysoperla* sp, *Sympherobius maculipennis*, *Leucopis* sp., *Hyperaspis funesta*, *Scymmus nitidus* y *Cryptolaemus montrouzieri* (Salazar et al., 2010).

En el caso de los parasitoides, *Acerophagus flavidulus* es el más efectivo ya que es específico de *P. viburni*. Esta micro avispa de apenas 1,5 mm pertenece a la familia *Encyrtidae*. Las hembras tiene la capacidad de encontrar a los chanchitos blancos escondidos en la planta y parasitarlos, introduciendo hasta 15 o 20 huevos dentro del chanchito blanco mediante su aparato ovipositor. Los huevos y larvas se desarrollan dentro del chanchito, haciendo que éste pierda su movilidad y pasando a un estado de momia. Cuando los parasitoides completan su desarrollo llegando al estado adulto, emergen desde la momia de chanchito blanco a través de orificios que hacen con sus mandíbulas (Ripa et al., 2010).

2.7 Manejo integrado de plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas, MIP, surge como una alternativa sustentable al manejo tradicional de plagas, promueve el uso racional del control químico, biológico y cultural para el control de plagas. Se define como una estrategia económicamente viable en la que se combinan varios métodos de control para reducir las poblaciones de las plagas a niveles tolerables, minimizando los efectos adversos a la salud de las personas y al ambiente. La implementación del MIP exige reconocer las plagas y enemigos naturales, entender su biología y comportamiento, desarrollar técnicas de monitoreo e incorporar el concepto de umbral de daño económico en las decisiones de manejo (Ripa y Larral, 2008). Una mejor comprensión de los riesgos asociados con el uso específico de insecticidas hacia enemigos naturales es esencial al incorporarlos en los programas de MIP.

Para lograr un efectivo control biológico es importante que si existe un control químico este insecticida no afecte a los enemigos naturales. Según un estudio de Karmakar y Shera (2018), buprofezin causa bajos niveles de mortalidad en adultos de *Aenasius arizonensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), el cual es un importante endoparásitoide ninfal de *Phenacoccus solenopsis*. Además, buprofezin no afectó negativamente el tiempo de desarrollo (desde la ovoposición hasta la emergencia adulta). Similarmente, Suma et al. (2009) reportan que los adultos de *Leptomastix dactylopii* (Encyrtidae) mostraron niveles generales de mortalidad más bajos después del tratamiento con buprofezin en comparación con otros plaguicidas usados.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca, ubicado en la ciudad de Talca, Chile.

3.2 Obtención de *Acerophagus flavidulus* y *Pseudococcus viburni*

Tanto el controlador biológico *Acerophagus flavidulus*, como el chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*) fueron proporcionados por la empresa Xilema SpA., ubicada en la localidad de La Cruz, Quillota, V región. Los parasitoides llegaban como momias de chanchito blanco parasitadas con *A. flavidulus* y los chanchitos blancos, como masas de huevos y ninfas de distintos estadíos.

Los parasitoides se guardaron en una cámara de crecimiento CONVIRON® bajo condiciones controladas de temperatura, fotoperiodo y humedad relativa ($25 \pm 0,1$ °C, de 16:8 L:D y 55 ± 5 % HR). Éstos se mantuvieron hasta que emergiesen los adultos para obtener un número suficiente para realizar los ensayos, lo cual ocurría en un rango de cuatro a cinco días.

Por su parte, los chanchitos blancos se mantuvieron en una cámara de crecimiento a 23°C y 45-50% de humedad relativa, gracias a un humidificador. Las masas de huevos de *P. viburni* eran inoculadas sobre zapallos tipo butternut, los cuales se colocaban dentro de contenedores plásticos individuales tapados con tela oscura para favorecer el crecimiento de las colonias de chanchitos blancos.

3.3 Ensayos de parasitismo

Se recortaron discos de hojas de manzano sin aplicaciones previas de plaguicidas, las cuales fueron introducidas en contenedores plásticos de 30 mL. Sobre éstos, se realizó una aplicación de 2 mL del insecticida buprofezin (Applaud 25 WP, Anasac) al 100% de la dosis mínima recomendada por el fabricante (50 cc/hL) y agua destilada como control. Esta aplicación se realizó con la torre de precisión de Potter a una presión de 6,5 psi. Una vez realizada la aplicación residual de los tratamientos sobre los discos de hoja, se dejaba secar por 2 a 3 horas a temperatura ambiente.

Luego, se colocó un parasitoide adulto de *Acerophagus flavidulus* en cada contenedor y se cerró con su respectiva tapa, la cual tenía un orificio sellado con cinta respirable MICROPORE® (3M). Posteriormente, los contenedores con los parasitoides se dejaban en la cámara de crecimiento CONVIRON® bajo las mismas condiciones descritas en el párrafo anterior por un período de 24 horas, para que cada parasitoide estuviera en contacto con los residuos de los tratamientos.

Una vez cumplidas las 24 horas de exposición de *Acerophagus flavidulus* con Applaud 25 WP o agua destilada, se extrajo el parasitoide del contenedor plástico y fue depositado en placas petri anteriormente preparadas con cuatro densidades de *Pseudococcus viburni*: 2, 4, 6 y 8 ninfas de segundo y tercer estadio, respectivamente. Estas placas petri se mantuvieron nuevamente por 24 horas en la cámara CONVIRON® bajo las mismas condiciones controladas

Pasado este tiempo, se extrajo el parasitoide *A. flavidulus* y se depositó en un tubo eppendorf con alcohol 75%. De esta forma, posteriormente, se revisaba la terminalia para corroborar que fueran hembras los adultos utilizados en el experimento. La revisión se realizó con ayuda de una lupa estereoscópica NIKON. Las placas que tenían las distintas densidades de chanchitos blancos se mantuvieron en la misma cámara de crecimiento, bajo las mismas condiciones anteriormente descritas. Éstas fueron revisadas a los 10, 14 y 21 días para identificar los chanchitos parasitados (momias). Estas momias fueron separadas y colocadas de manera individual en tubos eppendorf previamente rotulados con su tratamiento, densidad y número de repetición. En la tapa de cada tubo se colocó dieta (agar, agua y miel orgánica) para poder alimentar a los parasitoides que emergiesen de estas momias. Las momias individualizadas se revisaron diariamente durante 20 días para ir separando los parasitoides que iban emergiendo. Cada uno de los parasitoides que iban emergiendo se separaba individualmente en nuevos tubos eppendorf para realizar el seguimiento del tiempo de desarrollo, longevidad y determinar la razón sexual secundaria de cada uno de ellos. La razón sexual secundaria se midió como N° de machos nacidos/ N° de parasitoides totales nacidos.

3.4 Análisis de datos

Los resultados obtenidos en los ensayos fueron analizados mediante un análisis de varianza. En primer lugar, se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para los tratamientos y el número de chanchitos (densidades) para cada variable evaluada (parasitismo, número de parasitoides emergidos y longevidad).

En el caso del porcentaje de parasitismo, éste no cumplió con la homogeneidad de varianzas, por lo que se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para datos no paramétricos. En el caso de las variables de longevidad y número de parasitoides emergidos sí se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, por lo que se realizó un ANOVA multifactorial, donde los factores fueron los tratamientos (control, buprofezin) y la densidad de chanchitos blancos (2, 4, 6 y 8). Todos los análisis se realizaron con el programa Statgraphics XVIII Centurion.

Además para comprobar si existieron diferencias significativas en la razón sexual secundaria para ambos tratamientos y en cada densidad, se aplicó una prueba de chi-cuadrado a través de una tabla de contingencia con el programa estadístico R (Core Team, 2019).

4. RESULTADOS

4.1 Parasitismo de *A. flavidulus* sobre *P. viburni*.

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de parasitismo entre el tratamiento con buprofezin y el control, para ninguna de las densidades de chanchitos blancos evaluadas (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Porcentaje de parasitismo de *Acerophagus flavidulus* más el error estadístico, evaluado sobre densidades crecientes (2, 4, 6 y 8) de *Pseudococcus viburni* 21 días después de la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano.

Densidad	Tratamiento	Parasitismo (%) \pm E.E.	Estadístico Kruskal Wallis	g.l	Valor-P
2	Control	80 \pm 0,6	0,0135	1	0,9076
	Buprofezin	71 \pm 0,8			
4	Control	67 \pm 0,2	0,5023	1	0,4785
	Buprofezin	62 \pm 0,2			
6	Control	71 \pm 0,3	0,0036	1	0,9524
	Buprofezin	68 \pm 0,2			
8	Control	42 \pm 0,2	0,314	1	0,5752
	Buprofezin	59 \pm 0,2			

4.2 N° de parasitoides emergidos por momia de *P. viburni*.

El número de parasitoides emergidos fue mayor en el tratamiento con buprofezin respecto al control ($F = 5,40$; g.l= 1; $P = 0,02$). Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas ($F = 0,41$; g.l= 3; $P = 0,75$) entre densidades de chanchito blancos, así como tampoco fue significativa la interacción entre estos factores ($F = 0,93$; g.l= 3; $P = 0,43$).

Cuadro 4.2 Número promedio de *Acerophagus flavidulus* emergidos por momia de chanchito blanco más el error estadístico, en cuatro densidades de *Pseudococcus viburni*, después de la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano.

Densidad	Tratamiento	N° de parasitoides emergidos \pm E.E.
2	Control	4,33 \pm 0,57
	Buprofezin	4,3 \pm 0,26
4	Control	3,4 \pm 0,21
	Buprofezin	4,35 \pm 0,11
6	Control	3,4 \pm 0,12
	Buprofezin	5,56 \pm 0,35
8	Control	2,33 \pm 0,14
	Buprofezin	5 \pm 0,58

4.3 Longevidad de *Acerophagus flavidulus* emergidos.

La longevidad de *Acerophagus flavidulus* emergidos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($F = 0,06$; g.l= 1; $P = 0,80$), la densidad ($F = 0,45$; g.l= 3; $P = 0,72$), ni la interacción entre ambos factores ($F = 1,54$; g.l= 3; $P = 0,21$).

Cuadro 4.3 Longevidad de *Acerophagus flavidulus* emergidos más el error estadístico, evaluado sobre densidades crecientes (2, 4, 6 y 8) de *Pseudococcus viburni*, después de la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano.

Densidad	Tratamiento	Longevidad (días) \pm E.E.
2	Control	3,72 \pm 0,540
	Buprofezin	4,13 \pm 0,140
4	Control	3,52 \pm 0,094
	Buprofezin	4,37 \pm 0,092
6	Control	4,15 \pm 0,245
	Buprofezin	4,9 \pm 0,197
8	Control	5,22 \pm 0,444
	Buprofezin	2,67 \pm 0,530

4.4 Razón sexual secundaria.

En todas las densidades y tratamientos hubo un mayor número de hembras en comparación a los machos, no existiendo diferencias significativas en ninguna densidad para ningún tratamiento evaluado (Cuadro 4.4)

Cuadro 4.4 Razón sexual secundaria de *Acerophagus flavidulus* emergidos posterior a la aplicación de buprofezin de manera residual en discos de hojas de manzano, evaluado sobre densidades crecientes (2, 4, 6 y 8) de *Pseudococcus viburni*.

Densidad	Tratamiento	Macho	Total	X ²	Valor p
2	Control	4	23	0,14475	0,7036
	Buprofezin	1	9		
4	Control	4	19	1,0318	0,3097
	Buprofezin	18	46		
6	Control	11	53	1,4764	0,2249
	Buprofezin	5	48		
8	Control	3	7	2,4306	0,119
	Buprofezin	1	4		

5. DISCUSIÓN.

Acerophagus flavidulus es un parasitoide nativo de la zona neotropical de Chile y Argentina (Karamaouna y Copland, 2000) y a la fecha, no se han publicado muchos estudios sobre este avispa, por lo que se utilizarán estudios y referencias de parasitoides de la misma familia, Encyrtidae.

En este ensayo encontramos que los efectos del insecticida buprofezin con el control (agua destilada) no tuvieron diferencias significativas por lo que buprofezin no fue dañino para los adultos de *A. flavidulus*.

Karmakar y Shera (2018) realizaron un estudio en *Aenasius arizonensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), sobre el porcentaje de parasitismo en *A. arizonensis* surgidos de momias de 2 y 5 días (estadio de hospedero adulto) expuestas a buprofezin, en los resultados se vio afectado negativamente el porcentaje de parasitismo. Estos resultados no coinciden con este estudio, el parasitismo no se ve afectado en los resultados de esta memoria, porque el parasitoide que fue expuesto a buprofezin ya estaba en la etapa adulta, por el contrario, Karmakar y Shera aplicaron buprofezin en un estado juvenil, por lo que se puede explicar la diferencia de los resultados que el regulador de crecimiento no afecta a adultos.

Mgocheki y Addison (2009) realizaron un estudio sobre adultos de *Anagyrus pseudococci* y *Coccidoxenoides perminutus*, parasitoides de *Planococcus ficus*, concluyendo que buprofezin no obtuvo diferencias en la cantidad de parasitoides emergidos para ninguna de las 2 especies con respecto al control. Según Karamaouna (2000), la cantidad de hijos emergidos del parasitoide *Acerophagus* (= *Pseudaphycus*) *flavidulus*, depende del tamaño del hospedador, en una relación positiva, si aumenta el tamaño del hospedador aumenta el número de parasitoides emergidos. En el caso de nuestro estudio, se utilizaron ninfas de chanchito en estado 3, sin embargo pudo ocurrir que en alguna de las repeticiones se usó un tamaño mayor para buprofezin.

En un estudio de Sandayanaka et al. (2008), en el cual determinaron aspectos de la biología de *Pseudaphycus maculipennis* (Hym: Encyrtidae), un parasitoide de *Pseudococcus viburni* (Hem: Pseudococcidae), también se obtuvo como resultado que el número de descendientes de *P. maculipennis*, aumentó con el tamaño de la momia y la proporción de sexos siempre está dominada por la hembras, al igual que lo encontrado en este estudio.

En un bioensayo realizado por Suma et al. (2009) que probaron los efectos secundarios de algunos insecticidas, entre ellos buprofezin sobre *Leptomastix dactylopii* Howar (Hymenoptera: Encyrtidae), se evaluó la toxicidad por contacto en parasitoides hembras adultas en periodos de 24, 48 y 72 horas. Los efectos sobre su fertilidad y la proporción de sexos de la progenie fueron evaluados. En el estudio concluyeron que los adultos de *L. dactylopii* obtuvieron en general menor nivel de mortalidad con buprofezin que con otros insecticidas probados y la progenie de las hembras que sobrevivieron no se vio afectada por el tratamiento buprofezin con respecto al control. La proporción de sexos de la progenie se mantuvo igual que el control con 0,8:1 (macho / hembra), todo esto en condiciones de laboratorio.

Otra razón de nuestros resultados pueden por el origen de *A. flavidulus*, ya que los parasitoides usados provienen de una crianza masiva comercial en la cual se encuentran en condiciones de humedad y temperatura controlados, su lugar de origen es en la empresa Xilema que se ubica en Quillota (V región), los ensayos de este estudio se realizaron en los meses de diciembre a febrero (meses de altas temperaturas), y cuando eran transportados perdieron las condiciones ambientales originales, en su transporte se vieron expuestos a altas temperaturas durante 1 o 2 días es por esto que se puede pensar que el cambio de las condiciones ambientales afecto los resultados.

6. CONCLUSIÓN.

A partir de los resultados de este ensayo se puede concluir que el porcentaje de parasitismo, la longevidad y la razón sexual secundaria de *Acerophagus flavidulus* frente a densidades crecientes de *Pseudococcus viburni* en condiciones de laboratorio no se vio afectada por buprofezin.

El tratamiento con buprofezin aumentó significativamente el número de parasitoides emergidos de *Acerophagus flavidulus*, pero la densidad de chanchitos no fue significativa.

Buprofezin se podría utilizar en un manejo integrado de plagas en conjunto con *Acerophagus flavidulus* en etapa adulta, ya que, los resultados indican de que no es un insecticida dañino para este parasitoide.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Ali, Q., Rasul, A., Akhtar, M., Aslam, A., Shakir, H., Rehman, M., Naveed, K., Rehman, H., Anjum, N., Umar, M. 2020. Effect of insect growth regulators on fecundity, fertility and adult emergence of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Trogoderma granarium* (Everts). Pakistan Journal of Agricultural Sciences 57: 799-805

Castro, D. 2010. Guía de elementos básicos para el monitoreo y la detección de chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni*). 202, de Federación para el desarrollo frutícola. Recuperado en sitio web: http://www.fdf.cl/biblioteca/publicaciones/2010/archivos/guia_chanchitos_blanco.pdf Consultado el 18 de Junio del 2020.

Gerling, D. y P. Sinai. 1994. Buprofezin effects on two parasitoid species of whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). Journal of Economic Entomology 87: 842–846.

González, R.H. 2011. Pseudocócidos de importancia frutícola en Chile (Hemiptera: *Pseudococcidae*). Publicaciones en Ciencias Agrícolas n°18. Universidad de Chile. 21-91.

Karamaouna, 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.

Karmakar, P. y Shera P. 2018, Lethal and sublethal effects of insecticides used in cotton crop on the mealybug endoparasitoid *Aenasius arizonensis*, International Journal of Pest Management 66: 13-22.

Lyra, J., Ferraz, J., Silva, A. (1998) Action of chitin synthesis inhibitors on reproduction of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 27: 569-576.

Mgocheki, N. y Addison, P. 2009. Effect of contact pesticides on vine mealybug parasitoids, *Anagyrus* sp. near *pseudococci* (Girault) and *Coccidoxenoides perminutus* (Timberlake) (Hymenoptera: Encyrtidae). South African Journal of Enology and Viticulture 30: 110-116.

ODEPA. 2011. Mercados agropecuarios, Mercado de la manzana. ODEPA. Recuperado en sitio web: <https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Mercados/oct-11.pdf> Consultado el 13 de Junio del 2020.

ODEPA. 2018. Catastros frutícolas. 2018, ODEPA. Recuperado en sitio web: <http://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/Superficie-plantada-nacional-WEB-17.01.2018.xlsx> Consultado el 10 de Junio del 2020.

Rehman, H., Mirza, S., Hasan, M., Ali, Q., Abdullah, H., Yasir, M. 2018. Repellent potential of three medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Punjab University Journal of Zoology 33:121-126.

Ripa, R. y González, R. 2009. Importancia del control temprano. 2020, de ANASAC. En línea. Recuperado en: <https://www.anasac.cl/agropecuario/wp-content/uploads/Revista-Control-N1.pdf>. Consultado el 24 de Mayo del 2020

Ripa, R. y Larral, P. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. INIA. 23. 397 pp

Ripa, R. y Rojas, F.1994. Proyecto control biológico de plagas de la agricultura. Informe técnico final primera parte. Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA). Santiago.159 pp

Rodríguez, F. 2017. Entomología – Plagas en frutales: Chanchito blanco de la vid. Información extraída del sitio web de INIA. Sitio web: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/FichasTecnicasSanidadVegetal/Ficha%2028%20Chanchito%20blanco%20de%20la%20vid.pdf> Consultado el 14 de Junio del 2020.

Salazar, A., Gerding, M., Luppichini, P., Ripa, R., Larraín, P., Zaviezo, T., y Larral, P. 2010. Biología, manejo y control de chanchitos blancos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chillán. 60 pp.

Sandanayaka, W., Charles, J., Allan, D. 2008. Aspects of the reproductive biology of *Pseudaphycus maculipennis* (Hym: Encyrtidae), a parasitoid of obscure mealybug, *Pseudococcus viburni* (Hem: Pseudococcidae). *Biological Control* 48: 30-35.

Suma, P., Zappalá, L., Mazzeo, G., Siscaro, G. 2009. Lethal and sub-lethal effects of insecticides on natural enemies of citrus scale pests. *BioControl* 54: 651-661.

Walker, J., Ciomperlik, M., Wolfenbarger, D. 1998. Lethal and sublethal effects of insecticides on two parasitoids attacking *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological Control* 11: 70–76.

Wang, Q. y Li, T. (2016). Effects of three insect growth regulators on *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), an endoparasitoid of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 109: 1-8.