



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

**Evaluación de efectos subletales de buprofezin sobre estados inmaduros  
de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**MARCELA CATRILEO MEJÍAS**

**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

**Aprobación**

---

**Profesor Guía: Lic. Biol. Dr. Eduardo Fuentes Contreras**

**Profesor Asociado**

**Escuela de Agronomía**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

---

**Profesor Informante: Ing. Agr. Mg. Ca. Catalina Radrigán Navarro**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Universidad de Talca**

**Fecha de presentación de Defensa de Memoria: 30 de agosto de 2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Según la definición; se denomina agradecimiento a la acción de expresar gratitud a quien realiza un favor o presta ayuda. De acuerdo a esto quiero reconocer la acción diaria que hacen mis dos pilares fundamentales, Cecilia Marcela Mejías Vargas y Karina Leonor Catrileo Mejías, por apoyar y brindar una sonrisa en cada momento y etapa de mi vida. Quiero además resaltar cada una de las personas que decidieron acompañarme en mi loca carrera, que sin prisa alguna, se detuvieron a acompañarme, a reír y a disfrutar el hermoso color de la vida cuando se ve con una sonrisa. Quiero además dar las gracias por los que pasaron con tal apuro, que no sentí su partida. Quiero por ultimo expresar mi mayor gratitud y admiración a los que realmente estuvieron en el trasnoche, en la preparación, en el estudio, en mis llantos, y alegrías.

El logro es solo uno, pero la alegría, el apoyo y las sonrisas fueron muchas.

## ABSTRACT

A study was conducted in order to determine the possible sublethal effects of the insecticide buprofezin on the development of *Cryptolaemus montrouzieri*, predator of the obscure mealybug (*Pseudococcus viburni*). A test on *C. montrouzieri* adults and eggs was carried out with a sublethal concentration of APPLAUD® 25 WP (25% recommended label rate) and a distilled water control. Both treatments were sprayed on apple leaf discs, where adults were in residual contact for 24h. Then, the adults were allowed to copulate for 5 days in containers with ethiolated potatoes previously inoculated with *P. viburni*, to evaluate adult progeny daily. A survival analysis of Kaplan Meier was performed to determine the time and number of eggs that reach the adult state. There was not statistically significant difference between both treatments ( $\chi^2 = 2.2$ ;  $p = 0.1$ ). In addition, another bioassay was performed where the same concentration of buprofezin was directly sprayed on predator's eggs. Each egg was placed individually in Petri dishes for hatching, while the larvae were fed and checked daily until they completed their development cycle. The same survival analysis used in the previous bioassay was performed. Results showed no significant differences in their first development stage (egg to larva L1) ( $\chi^2 = 0.6$ ;  $p = 0.5$ ). However, when analyzing molting between larva L1 and the next stage L2, statistical differences were observed ( $\chi^2 = 12.8$ ;  $p = 0.0004$ ). From this stage onwards, 100% mortality was observed on buprofezin treatment; therefore, no analysis was performed. There were only adult specimens in the control treatment. With these adults of the control treatment a 1: 9 (female: male) secondary sex ratio was determined.

## RESUMEN

Se realizó un estudio con el fin de determinar los posibles efectos subletales del insecticida buprofezin sobre el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri*, depredador del chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*). Se llevó a cabo una prueba sobre adultos y huevos de *C. montrouzieri* con un 25% de la dosis recomendada por el fabricante (APPLAUD® 25WP) y un control con agua destilada. Ambos tratamientos fueron asperjados sobre discos de hoja de manzano, en donde los adultos estuvieron en contacto residual por 24 horas. Luego los adultos se dejaron copular durante 5 días en contenedores con papas etioladas e inoculadas con *P. viburni*, para evaluar diariamente la progenie de los adultos de ambos tratamientos. Se realizó un análisis de sobrevivencia de Kaplan Meier, para determinar el tiempo y número de huevos que logran llegar hasta el estado adulto. Se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos tratamientos ( $\chi^2=2,2$ ;  $p=0,1$ ). Además, se realizó otro bioensayo donde se asperjó directamente, la misma concentración de buprofezin sobre huevos de este depredador. Cada huevo se colocó individualmente en placas Petri para su eclosión, mientras las larvas fueron alimentadas y revisadas a diario hasta completar su ciclo de desarrollo. De la misma forma, se realizó un análisis de sobrevivencia de Kaplan Meier para determinar el número de días y número de huevos que lograban llegar hasta el estado adulto. Los resultados no arrojaron diferencias significativas en su primer periodo de desarrollo (huevo a larva L1) ( $\chi^2=0,6$ ;  $p=0,5$ ). En cambio, al analizar la muda entre larva L1 y el siguiente estadio L2, sí se observaron diferencias estadísticas ( $\chi^2=12,8$ ;  $p=0,0004$ ). Desde esta etapa en adelante, la mortalidad del tratamiento con buprofezin fue total. Sólo hubo ejemplares adultos en el tratamiento control. Con los adultos del tratamiento control, se determinó una razón secundaria de sexo de 1:9 (hembra: macho).

## ÍNDICE

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Hipótesis.</b> .....	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
<b>2.1 Fruticultura nacional</b> .....	4
<b>2.2 Plagas cuarentenarias</b> .....	4
<b>2.3 Generalidades del chanchito blanco de la vid (<i>Pseudococcus viburni</i>)</b> .....	4
<b>2.4 Morfología y biología del chanchito blanco de la vid</b> .....	5
<b>2.5 Manejos del chanchito blanco de la vid</b> .....	7
<b>2.5.1 Control químico del chanchito blanco de la vid</b> .....	8
<b>2.5.1.1 Insecticidas reguladores de crecimiento</b> .....	9
<b>2.6 Control biológico del chanchito blanco de la vid.</b> .....	10
<b>2.6.1 Estudios de efectividad de <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> en el campo.</b> ...	12
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
<b>3.1 Ubicación del ensayo</b> .....	14
<b>3.2 Obtención de controladores biológicos</b> .....	14
<b>3.3 Chanchito blanco de la vid y su reproducción en condiciones de laboratorio</b> .....	14
<b>3.4 Insecticidas reguladores de crecimiento</b> .....	14
<b>3.5 Efectos subletales de buprofezin sobre adultos de <i>C. montrouzieri</i></b> .....	15
<b>3.6 Efectos subletales de buprofezin sobre estados inmaduros de <i>C. montrouzieri</i></b> .....	16
<b>3.7. Análisis estadístico</b> .....	16
<b>4 RESULTADOS</b> .....	18
<b>4.1 Efectos subletales de buprofezin sobre adultos de <i>C. montrouzieri</i></b> .....	18
<b>4.2 Efectos subletales de buprofezin sobre estados inmaduros de <i>C. montrouzieri</i></b> .....	19
<b>4.3 Efectos subletales de buprofezin sobre estados inmaduros L2 a adulto de <i>C. montrouzieri</i></b> .....	21
<b>4.4 Razón secundaria de sexo</b> .....	21
<b>5.DISCUSIÓN</b> .....	22
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	24
<b>7.BIBLIOGRAFÍA</b> .....	25

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1:</b> Efectividad de los insecticidas evaluados por INIA La Cruz para el control del chanchito blanco	9
<b>Cuadro 2.2</b> Depredadores de chanchitos blancos.	11

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Ciclo de vida del chanchito blanco de la vid ( <i>Pseudococcus viburni</i> ).	6
<b>Figura 2.2:</b> Ciclo de vida de <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> .	12
<b>Figura 4.1.</b> Análisis de sobrevivencia mediante curvas de Kaplan Meier: días transcurridos entre el estado de huevo a adultos de <i>C. montrouzieri</i> bajo una concentración subletal de 25% de buprofezin (aplicación a adultos.)	18
<b>Figura 4.2.</b> Análisis de sobrevivencia mediante la curva de Kaplan Meier: días transcurridos entre el huevo y la primera larva de <i>C. montrouzieri</i> frente a una concentración de un insecticida regulador de crecimiento APPLAUD® 25WP y agua destilada.	19
<b>Figura 4.3</b> Análisis de sobrevivencia mediante la curva de Kaplan Meier: días transcurridos entre la larva L1 y la segunda muda (L2) de <i>C. montrouzieri</i> frente a una concentración de un insecticida regulador de crecimiento APPLAUD® 25WP y agua destilada.	20

## 1 INTRODUCCIÓN

La diversidad climática y geográfica que presenta nuestro país permite producir y exportar más de 75 especies de frutas diferentes, entre las que destacan manzanas, arándanos y uva de mesa. Actualmente, Chile cuenta con 310 mil hectáreas destinadas a la producción frutal (Grau, 2015).

Uno de los principales problemas que presenta la producción frutícola en Chile, es la presencia de plagas cuarentenarias en la fruta de exportación. El chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae), corresponde a una plaga clave para la agricultura chilena, produciendo rechazos cuarentenarios del 21% del total de las cajas de fruta exportada en el año 2008/2009 (Salazar et al., 2010).

El chanchito blanco de la vid es una plaga que tiene amplia distribución en el territorio nacional y es posible encontrarla desde la primera a la novena regiones, e incluso en Isla de Pascua (Mondaca, 2017). Esta plaga es polífaga, ya que tiene la capacidad de desarrollarse sobre diferentes tipos de cultivos, produciendo un daño directo en los frutales al alimentarse del floema de las raíces, troncos, ramas y ramillas (Carpio, 2013). Otro de los perjuicios que produce este insecto al alimentarse de los frutos es la acumulación de mielecilla, la cual permite el desarrollo de fumagina en hojas y ramillas, disminuyendo la absorción de luz e interfiriendo con la fotosíntesis (Ripa y Rodríguez, 1999).

El chanchito blanco de la vid tiene un cuerpo ceroso de color blanco. Su tamaño va de los 2 a 4 milímetros de largo, las hembras son ápteras y depositan sus huevos en ovisacos de color blanco formados por filamentos cerosos (Salazar et al., 2010). Por el contrario, los machos son generalmente alados, pero con un cuerpo más alargado y frágil que el de las hembras (Artigas, 1994).

Desde que el hombre se convirtió en agricultor vio la necesidad de combatir las plagas que afectaban sus cultivos, cuyo daño se veía reflejado en la disminución del rendimiento de sus cosechas. Para contrarrestar esta problemática, se crearon diferentes estrategias de control (Francesena, 2015), siendo alguna de éstas el manejo tradicional con plaguicidas sintéticos y el uso de control biológico (Vergara, 2006).

La agricultura tradicional ha aplicado distintas prácticas para el combate de las plagas, pero sin duda la utilización de insecticidas es una de las primeras opciones a las que se recurre. Dentro del control químico, existen los insecticidas reguladores de crecimiento (IGR's), los cuales son compuestos químicos de origen sintético, que actúan alterando el crecimiento y desarrollo de los insectos (Fogel, 2012), interfiriendo en el proceso de muda, haciendo que los

insectos pierdan la habilidad para formar quitina, la cual es el componente estructural del exoesqueleto de estos artrópodos (Meier y Dhadialla, 2012). Dentro de los insecticidas IGR's se encuentra buprofezin, utilizado en huertos frutales de hoja caduca, cuyo modo de acción es inhibir la síntesis de quitina de los insectos (Fogel, 2012), interfiriendo en la muda de éstos últimos.

El uso excesivo de plaguicidas puede provocar resistencia de las plagas; es por esta razón, que la utilización de enemigos naturales nativos o introducidos, se convierte en una opción eficaz para el manejo de plagas agrícolas. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, es un coleóptero depredador, originario de Australia y se ha utilizado en más de 40 países para el control biológico de chanchito blanco, escamas, áfidos entre otros. Moreira y Villalba (2010) demostraron que tiene un gran potencial en la agricultura, al ser un importante agente de control biológico de los miembros de la familia *Pseudococcidae*, siendo el mejor biocontrolador de dicha familia por los excelentes resultados que se han visto en campo. La producción de este enemigo natural es factible y viable de hacer bajo condiciones de laboratorio, criándolo sobre su presa (chanchito blanco), para luego ser liberado en campo. En Chile, este depredador fue introducido en el año 1931 con escaso establecimiento (Rosas, Durán, Luna, Villegas, 2009). A pesar de esto, es muy utilizado en prácticas de control biológico inundativo, al ser liberado en huertos frutales como controlador biológico de pseudocócidos (Mondaca, 2017).

La estrategia denominada manejo integrado de plagas (MIP), busca mejorar la calidad de la producción en el ámbito sanitario, mediante el uso racional de plaguicidas, reduciendo el impacto negativo sobre las personas, el ambiente y favoreciendo la sustentabilidad de la producción (Olivares et al.,2014). Esta estrategia de control sustentable requiere conocer el efecto de los plaguicidas sobre los organismos plaga y sus enemigos naturales con el fin de utilizarlos de manera armónica junto con otras técnicas, tales como el control cultural y biológico (Ripa y Rodríguez, 1999).

Es fundamental la evaluación del potencial del enemigo natural como agente de control biológico, siendo esencial la realización de estudios, tanto de la biología de la especie como de su comportamiento frente a distintos insecticidas, con el fin de conocer los efectos letales y subletales de los plaguicidas sobre la plaga y sus enemigos naturales (Francesena, 2015).

### **1.1 Hipótesis.**

Una dosis subletal del insecticida regulador de crecimiento buprofezin, afectará negativamente el desarrollo del depredador *Cryptolaemus montrouzieri*, enemigo natural del chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*).

### **1.2 Objetivo general.**

Determinar el efecto de una dosis subletal del insecticida buprofezin aplicada sobre adultos y huevos sobre el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri*.

### **1.3 Objetivos específicos.**

Determinar el efecto de una dosis subletal del insecticida buprofezin aplicado sobre adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre la sobrevivencia, tiempo de desarrollo y razón secundaria de sexos de su progenie.

Determinar el efecto de una dosis subletal del insecticida buprofezin aplicado sobre huevos de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre su eclosión, sobrevivencia, tiempo de desarrollo y razón secundaria de sexos al completar su desarrollo hasta adultos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Fruticultura nacional

Chile cuenta con una superficie de 310.000 hectáreas destinadas a la producción frutal (Grau, 2015), la cual se extiende desde el extremo norte a la región de Los Lagos en el sur y se concentra más fuertemente en la zona centro-sur, entre las regiones de Valparaíso y Maule, donde se localiza más del 80% de la superficie plantada. A nivel de especies, destaca la uva de mesa y pomáceas, las cuales representan el 42% de la superficie frutícola del país (CONICYT, 2007).

### 2.2 Plagas cuarentenarias

La organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), define como plaga a cualquier especie, raza o biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (Francesena, 2015). Según Rebolledo (1994), una plaga cuarentenaria es aquella que puede producir daños económicos en un país, debido a que no está presente o si lo está se encuentra distribuida en forma restringida y está bajo programas de control oficial.

### 2.3 Generalidades del chanchito blanco de la vid ( *Pseudococcus viburni* )

Una de las plagas cuarentenarias de mayor impacto en la fruticultura de exportación chilena es la del chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*). Este artrópodo pertenece a la familia Pseudococcidae, la cual integra a insectos picadores-chupadores, que ocasionan grandes daños en los cultivos e importantes pérdidas económicas para los agricultores nacionales. Esta familia además de disminuir los rendimientos y provocar problemas en la sanidad del sector agrícola, ornamental y forestal, agrega problemas de restricción para las exportaciones del país (Oyarzún, 2004). Las pérdidas económicas por rechazos cuarentenarios por el chanchito blanco de la vid alcanzaron en el año 2004, US\$ 27 millones, lo que corresponde al 1,5% de los retornos de fruta exportada en esa temporada, (Merino y Gerding, 2012). Más recientemente, ha aumentado la cantidad de rechazos por presencia de chanchito blanco de la vid, representando un 45% del total de rechazos de fruta de exportación en la temporada 2011-2012 (SAG, 2012).

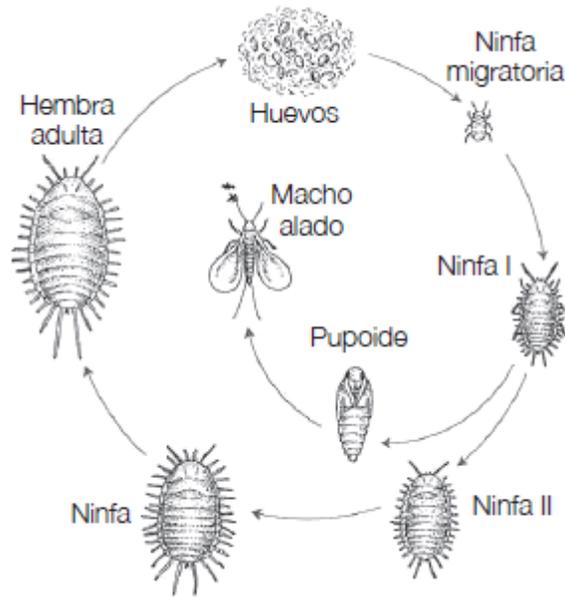
El chanchito blanco de la vid tiene gran importancia económica en diferentes cultivos agrícolas, en especial en especies frutales (Quirós, 1998). En particular, el daño que produce esta plaga para cada especie es diferente. Por ejemplo, para el caso de ciruelos de pedúnculo corto, esta plaga provoca la deshidratación y mancha en el fruto al oviponer sobre éstos y extraer su savia. En viñas, esta plaga es capaz de debilitar la planta, afectando el sabor del

vino, promoviendo el desarrollo de fumagina, lo que disminuye la capacidad fotosintética de la planta. En uva de mesa de exportación, la presencia de este insecto en los racimos ocasiona un rechazo en los puertos de embarque, ya que corresponde a una plaga cuarentenaria. Para manzana de exportación, este insecto suele ubicarse en la cavidad calicinal o peduncular y su sola presencia o el desarrollo de fumagina, restringe la comercialización (Koplow, 2004).

*Pseudococcus viburni* es una especie cosmopolita ya que se encuentra en más de 56 países (Pacheco, Garcia y Botton, 2017), alguno de ellos son, Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, Cuba, Dinamarca, Ecuador, Corea, México, Perú, Venezuela, Uruguay, España, Italia, Inglaterra (invernaderos), Holanda, N. Zelanda, entre otros (Oyarzún, 2004), siendo una de las principales plagas en viñedos, manzanas, y perales (Pacheco et al., 2017). Dentro del territorio nacional esta especie se distribuye ampliamente, incluyendo adicionalmente, la Isla de Pascua (Salazar et al., 2010).

#### **2.4 Morfología y biología del chanchito blanco de la vid**

Las hembras del chanchito blanco de la vid se caracterizan por alcanzar una longitud de 4 milímetros aproximadamente; tienen una cubierta cerosa blanquecina que recubre todo su cuerpo de color rosado. Pueden oviponer hasta 200 huevos, los cuales son depositados dentro de un ovisaco constituido por una sustancia filamentososa lanosa de color blanco, la cual otorga protección a los huevos y ninfas por un periodo aproximado de tres días antes de desplazarse para alimentarse (Salazar et al., 2010). La cubierta cerosa de su cuerpo le proporciona un carácter hidrófobo que le permite soportar condiciones de humedad, junto con reducir los riesgos por aspersión foliar de insecticidas (Oyarzún, 2004). En el caso de los machos, éstos son alados, de color gris y alcanzan una longitud de 2 milímetros aproximadamente (Quiroz, 2014).



**Figura 2.1:** Ciclo de vida del chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*). Fuente: Quiroz, 2014.

La mayoría de los chanchitos blancos, se reproducen ovíparamente (por huevos). Las etapas de desarrollo de la hembra corresponden a huevo, ninfa migratoria, ninfa I, ninfa II, ninfa III y hembra adulta. En nuestro país., durante los meses de enero y marzo, es donde se presenta la mayor cantidad de población y el periodo de mayor infestación de frutos. En la etapa ninfal, los machos forman su pupoide, que es una estructura tubular, dentro de la cual se da lugar a un marcado dimorfismo sexual, del que resulta la formación del macho, quien tiene la capacidad de volar (Salazar et al., 2010).

En cada temporada ocurren tres generaciones superpuestas. En el caso de la vid, la plaga durante todo el año se ubica en el tronco, bajo el ritidoma (Ripa, Luppichini y Larral, 2010). A partir de septiembre hasta fines de noviembre, ocurre la primera generación. Entre diciembre y mediados de febrero, un pequeño porcentaje de chanchitos empiezan a colonizar los racimos, lo que da lugar a la segunda generación y en la postcosecha, infestan hojas, pámpanos y nuevamente el tronco para protegerse bajo el ritidoma. Este periodo se caracteriza por la abundancia de la plaga y sus ovisacos en la fruta, coincidiendo con la tercera generación (Koplow, 2004).

Estos organismos son insectos que se alimentan del floema en la madera, hojas y frutos. El daño lo ocasionan por succionar savia e inyectar toxinas y además por formar colonias de color blanco harinoso. Sus deyecciones o excrementos contienen azúcares que son aprovechadas por las hormigas y sirven como sustrato para el desarrollo de hongos como fumagina. Estas secreciones azucaradas se dispersan por las hojas, ramillas y frutos, lo que interfiere con la fotosíntesis y la comercialización de los frutos (Oyarzún, 2004).

El chanchito blanco provoca tres tipos de daños sobre su hospedero (Merino y Gerding, 2012) El primero es de tipo trófico, al alimentarse de la savia de las plantas inyectando toxinas y transmitiendo virosis. El segundo corresponde al daño cosmético o de calidad, esto debido a la presencia de manchas aceitosas en frutos y hojas por su secreción azucarada, lo que da lugar al establecimiento de fumagina. Finalmente, el tercero y más importante es de tipo cuarentenario, ya que el hallazgo de ejemplares vivos, lanosidad y masas, provocan rechazos, ya que actualmente existe tolerancia cero en inspecciones de fruta de exportación.

## **2.5 Manejos del chanchito blanco de la vid**

El control químico del chanchito blanco de la vid es de difícil implementación, dado su hábito críptico. De esta forma, se deben realizar diferentes tipos de manejos para lograr contener las poblaciones. El método más efectivo y recomendado es el manejo integrado de plagas (MIP), concepto que agrupa control químico, biológico y cultural, entre otros (Koplow, 2004). Para llevar a cabo esta práctica y tener éxito en su ejecución, es indispensable el monitoreo de la plaga, para establecer si se supera el umbral de acción o intervención. Este nivel de infestación de la plaga indica que es necesaria la implementación de una medida de control para evitar que las poblaciones de organismos dañinos para el cultivo alcancen el umbral de daño económico (López y Bermúdez, 2007).

Según Mondaca (2017) para el caso de chanchito blanco de la vid, el método principal y más económico de monitoreo es la detección visual de la plaga y de sus enemigos naturales. Esta práctica permite detectar desde un 3% de la infestación en el campo. Otro método es el uso de trampas de feromonas sexuales, para la captura de los machos, permitiendo detectar la fenología de la plaga y cuándo ocurre su mayor actividad (Salazar et al., 2010).

### 2.5.1 Control químico del chanchito blanco de la vid

Según el decreto de ley n° 3557 (1982) El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) define los plaguicidas como cualquier compuesto químico, orgánico o inorgánico o sustancia natural que se utilice para combatir malezas, enfermedades o plagas potencialmente capaces de causar perjuicios en organismos u objetos.

El control químico de las plagas consiste en la reducción drástica de sus poblaciones o la prevención de su desarrollo, mediante el uso de sustancias químicas con efectos letales. El rápido efecto de control en comparación a otros métodos existentes y la facilidad en su manipulación es lo que define a los insecticidas como un recurso de primera importancia contra las plagas. Ecológicamente, corresponden a sustancias tóxicas que el hombre introduce al ecosistema afectando la flora y en especial la fauna (Corvalán, 2017).

En las últimas siete décadas, la lucha contra las plagas se ha basado principalmente en el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos. La mayor parte de ellos son productos químicos que se emplean principalmente en la agricultura y la horticultura. Los plaguicidas se clasifican en una gran variedad de formas: según los organismos que controlan, su concentración, su modo de acción, su composición química, según las presentaciones de sus fórmulas comerciales y según el uso al que se destinan. Sin embargo, es conveniente recordar que por definición todo plaguicida es una sustancia tóxica, diseñada para interferir o modificar mecanismos fisiológicos fundamentales de los insectos, pero que también son frecuentemente compartidos con los animales, incluido el ser humano (Karam et al., 2004).

En las últimas décadas, se ha avanzado en el desarrollo de nuevas materias activas que actúan sobre sitios bioquímicos selectivos presentes en los grupos de insectos específicos. Estos progresos han llevado al desarrollo de insecticidas reguladores de crecimiento. Éstos son compuestos químicos de origen sintético que actúan alterando el crecimiento y desarrollo de los insectos (Fogel, 2012).

La dificultad que tiene el control químico de *P. viburni* está asociado a la ubicación que este insecto tiene en la planta, ya que se protege bajo el ritidoma de troncos y brazos, entre bayas, pedicelos, cavidades calicinales, entre otros, reduciendo el potencial contacto con los insecticidas. Además, este individuo está cubierto de cera que le da un carácter hidrófobo, lo cual le permite soportar aplicaciones de insecticidas al dificultar su humectación (Ripa et al., 2010).

Ripa et al. (2010) señala que los tratamientos químicos para pseudocóccidos deben realizarse de acuerdo con la migración de la población, utilizando productos que actúen por contacto, ya que éstos afectan al insecto al momento de recibirlo sobre su cuerpo, causándole

la muerte. Casco (2012) recomienda la aplicación de insecticida cuando se inicie el periodo de emergencia de ninfas migratorias, ya que señala que es el momento de mayor susceptibilidad para los insectos que aún no presentan la cubierta cerosa en su cuerpo.

Ingrediente activo	Producto comercial	Efectividad	Susceptibilidad de enemigos naturales al producto
Aceites minerales	Citroliv miscible Ultraspray Winspray	++	++
Imidacloprid Imidacloprid riego	Confidor Imaxi Punto	+++++	+++++
Clorpirifos	Clorpirifos Fantom Lentrek Lorsban Master Pointer Pyrinex Troya	++++	++++
<b>Buprofezin</b> <b>Buprofezin +</b> <b>Adherentes</b>	Applaud Applaud + silwet	++++ +++++	++++
Acetamiprid	Mospilan	++++	---

\*La mención a ingredientes activos y/o productos comerciales no constituye una recomendación, sino corresponde a una ponderación de su efectividad sobre Pseudococcidos. El uso de estos y otros productos es responsabilidad del agricultor, quien deberá verificar el registro del producto en el SAG y el mercado de destino de la fruta.  
+++++= muy efectivo.  
+= escasa efectividad.

**Cuadro 2.1:** Efectividad de los insecticidas evaluados por INIA La cruz para el control del chanchito blanco. Adaptado de Ripa et al., 2011.

### 2.5.1.1 Insecticidas reguladores de crecimiento

Estos insecticidas son compuestos químicos de origen sintético que alteran el crecimiento y desarrollo del insecto, actuando exclusivamente por ingestión, inhibiendo o bloqueando la síntesis de la quitina (N-acetilglucosamina), la cual impide la formación del exoesqueleto de los artrópodos inmaduros afectando el proceso de muda y metamorfosis (Meier y Dhadialla, 2012), provocando así la muerte del organismo. Dentro de los IGR's se encuentra buprofezin, el cual es un inhibidor de la síntesis de quitina (Devine et al., 2008). Este insecticida se aplica frecuentemente en huertos frutales de hoja caduca, por lo que es importante evaluar su compatibilidad con la actividad de los enemigos naturales del chanchito blanco de la vid. Dado

que buprofezin es un insecticida que actúa durante el periodo de muda de los insectos, la ventaja que tiene es que es moderadamente tóxico para los enemigos naturales. El requisito necesario para su correcto funcionamiento está dado por el momento de aplicación, el cual debe ser previo al uso de otros insecticidas. (Ripa et al., 2011) Según un estudio realizado por Soler, Scatoni y Nuñez (2001) para evaluar la eficiencia de los principios activos y los diferentes momentos de control del chanchito blanco al sur de Paraguay, con insecticidas piriproxifen, imidacloprid, acetamiprid, buprofezin entre otros, mostraron como resultado que el mejor momento de la aplicación es el momento de movimiento de las ninfas migratorias para la aplicación de los plaguicidas. Además, buprofezin mostró gran selectividad y buena eficiencia después de la segunda semana de aplicación.

## 2.6 Control biológico del chanchito blanco de la vid.

El control biológico consiste en la mantención de un organismo perjudicial (plaga) bajo el nivel de daño económico, mediante el uso de parasitoides, depredadores y patógenos (González y Rojas, 1996). Este método fue creado a inicios del siglo XIX, cuando algunos naturistas de diferentes países identifican la importancia de los organismos entomófagos en la naturaleza, para restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales (Badii y Abreu, 2013).

En el caso de *P. viburni*, existen al menos ocho enemigos naturales, entre los cuales destacan los parasitoides *Acerophagus flavidulus* y *Leptomastix epona*, y los depredadores *Chrysoperla* sp, *Symphherobius maculipennis*, *Leucopis* sp, *Hyperaspis funesta*, *Scymnus nitidus* y *Cryptolaemus montrouzieri* (Ripa y Luppichini, 2010), siendo este último, uno de los artrópodos más importantes en el control de chanchito blanco de la vid (Mondaca, 2017).

Especies	Familia	Orden
----------	---------	-------

<b><i>Cryptolaemus montrouzieri</i> *</b>		
<i>Hyperaspis funesta</i>	<i>Coccinellidae</i>	Coleoptera
<i>Scymnus nitidus</i>		
<i>Leucopis sp</i>	<i>Chamaemyiidae</i>	Diptera
<i>Ocyptamus confusus</i>	<i>Syrphidae</i>	Diptera
<i>Chrysoperla sp</i>	<i>Chrysopidae</i>	Neuroptera
<i>Sympherobius maculipennis</i>	<i>Hemerobiidae</i>	Neuroptera

**Cuadro 2.2:** Depredadores de chanchitos blancos. Adaptado de Ripa y Rodríguez, 1999 y Prado, 1991).

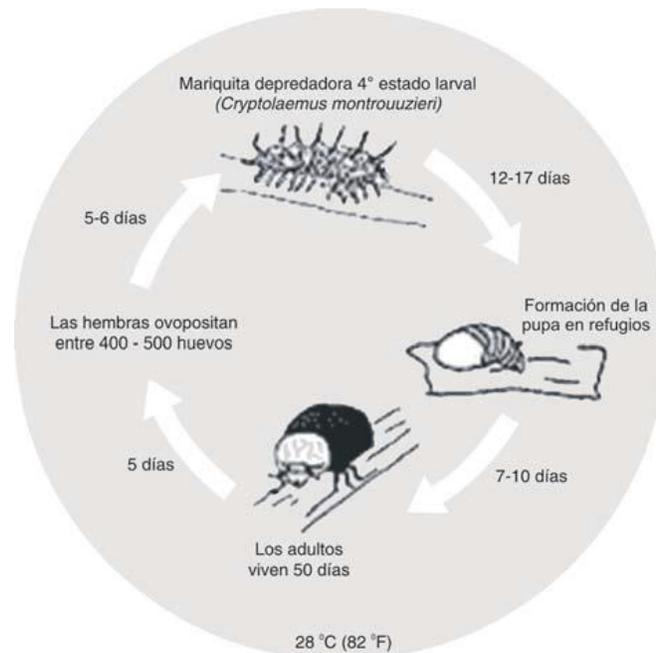
*Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae), es un insecto depredador nativo de Australia, introducido en Chile en 1931. Éste posee la capacidad de atacar a casi cualquier tipo de chanchito blanco. Debido a su importancia en el control biológico, este insecto ha sido introducido en más de 40 países de regiones templadas y tropicales. Tanto adultos como larvas tienen un alto rango de hospederos alimentándose de todos los estados de desarrollo del chanchito blanco. Este depredador tiene la habilidad de detectar a sus presas por señales visuales y químicas, pero el cuarto instar sólo percibe a su presa por contacto, posiblemente por la capa cerosa que recubre el cuerpo de este coccinélido. (Rosas et al., 2009).

Al provenir de regiones templadas, tiene dificultades para sobrevivir durante el invierno, por lo que deben realizarse liberaciones permanentes. El adulto es un coccinélido que mide entre 2,5 a 3 milímetros. Las larvas se encuentran cubiertas de penachos de cera blanca, muy similar al chanchito blanco, la diferencia es que éstas son de mayor tamaño y se desplazan más rápido que la plaga. (Saá, 2004).

El ciclo de vida de *Cryptolaemus montrouzieri* comienza con los estados de huevo, cuatro estadios larvarios, pupa, y adulto. La duración del desarrollo embrionario depende mucho de la temperatura; a mayor temperatura, más corto es éste (Schort et al., 1981, citado por Moreira y Villalba, 2010). El desarrollo sobre la fase de huevo varía; a 20°C es de 8,35 días, y a 35°C su desarrollo en esta fase es de 2,20 días. Para los estados larvales (I, II, III y IV) a 25°C los cuatro estados se completan en 18,96 días, y a 35°C el periodo se completa en 13,72 días. Por lo tanto, las temperaturas favorables para el desarrollo de este coleóptero son de 20 a 25 °C ya que se favorece el desarrollo en todas las fases de su ciclo biológico. A temperaturas

de 30 y 35°C existe una alta mortalidad, en especial en la fase de larva (Torres y Marcano, 2007).

La hembra copula poco después de emerger, y comienza a poner huevos unos cinco días después. La longevidad de la hembra es de aproximadamente 50 días y es capaz de poner unos 400 huevos. Éstos son brillantes y tienen un tamaño diez veces más grande que los huevos de chanchitos. El número total de huevos depende mucho de la dieta de la hembra; la escasez de alimento reduce la población. Los machos alcanzan su madurez sexual a los 5 días (Moreira y Villalba, 2010).



**Figura 2.2:** Ciclo de vida de *Cryptolaemus montrouzieri*. Adaptado de Mondaca (2017).

### 2.6.1 Estudios de efectividad de *Cryptolaemus montrouzieri* en el campo.

Según Ramos, Carnero y Hernández (2018), se experimentó con el establecimiento de *Cryptolaemus montrouzieri* en parcelas comerciales de plataneras para el control del chanchito. Se concluyó que el depredador es efectivo sólo con altos niveles de poblaciones de la plaga. Es necesario una liberación mínima de 2000 individuos/ha ya que, con dosis inferiores, no se observó el establecimiento en las parcelas. Otro factor importante que los autores mencionan para el establecimiento del controlador es la temperatura. Se recomienda utilizar estos organismos en primavera, cuando las condiciones climáticas están más cercanas al óptimo reproductivo del depredador.

En el mismo estudio también se evaluó los efectos secundarios de insecticidas sobre este depredador. Los efectos que genera la aplicación de plaguicidas sobre los enemigos naturales se reparten en cuatro categorías (1: inofensivo, 2: ligeramente perjudicial, 3: moderadamente perjudicial, y 4: perjudicial), según la Organización de Control biológico (IOBC) (Sterk et al, 1999). El resultado de este ensayo mostró que los insecticidas piretroides, organofosforados y organoclorados fueron los más agresivos con el depredador. En el caso de los insecticidas reguladores de crecimiento, como buprofezin, éste resultó ser moderadamente perjudicial para *C. montrouzieri* (Ramos et al., 2018).

Este último plaguicida fue probado en diferentes dosis, en un estudio realizado por Mondaca (2017), se realizó un ensayo de toxicidad subletal sobre larvas del depredador *C. montrouzieri*, en donde observó que las concentraciones más altas de este insecticida (100 y 50%) de las concentraciones mínimas recomendadas por el fabricante, el número de larvas que logra su estado adulto es menor. Por el contrario, el tratamiento utilizando el 25% de la dosis recomendada por el fabricante, es el que permite que más larvas mudaran al estado adulto.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca, Chile, el cual cuenta con el equipamiento adecuado para realizar este estudio.

#### 3.2 Obtención de controladores biológicos

Se utilizaron adultos de *C. montrouzieri* que se obtuvieron desde la empresa Xilema S.A, filial de Anasac, dedicada al control biológico de plagas a nivel nacional. Esta empresa enviaba los adultos directamente al laboratorio de Sanidad Vegetal, los cuales se mantuvieron siempre bajo condiciones controladas. Los ensayos realizados con estos depredadores fueron realizados el mismo día que llegaban al laboratorio.

#### 3.3 Chanchito blanco de la vid y su reproducción en condiciones de laboratorio

La multiplicación y reproducción de *P. viburni* se realizó en el laboratorio de Sanidad Vegetal. Cabe destacar que el material reproductivo, se obtuvo desde la empresa antes mencionada, con similares condiciones que los otros controladores. Éstos se solicitan como masas de huevos, ninfas en diferentes estadios y adultos. Los chanchitos se traspasan a zapallos tipo “butternut”, los cuales una vez inoculados se almacenan en cámaras de crecimiento bajo condiciones controladas, a una temperatura promedio de 23°C y humedad relativa de 45-50 ± 3% HR. Los zapallos cumplen la función de soporte y alimentación para que los pseudocóccidos se desarrollen y multipliquen. Los ejemplares de chanchito blanco de la vid se utilizaron para alimentar los diferentes estados de *C. montrouzieri* en sus respectivos ensayos.

#### 3.4 Insecticidas reguladores de crecimiento

Se utilizó el insecticida APPLAUD® 25WP, el cual está formulado y comercializado por ANASAC. Su ingrediente activo es buprofezin, que inhibe la síntesis de quitina y la actividad de la prostaglandina que actúa sobre los estados ninfales de los insectos. Este producto actúa como regulador de crecimiento de insectos (IGR).

Fabricado para el control de diferentes plagas, como, Mosquita blanca, Escama de San José, Chanchito blanco, entre otros. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la clasificación toxicológica corresponde a; producto que normalmente no ofrece peligro (etiqueta verde).

### 3.5 Efectos subletales de buprofezin sobre adultos de *C. montrouzieri*

Para evaluar los efectos subletales de buprofezin sobre el estado adultos de *C. montrouzieri*, se realizaron dos ensayos, cada uno contaba con un tratamiento con insecticida y 30 repeticiones y un segundo tratamiento control con agua destilada y 30 repeticiones. El insecticida se utilizó en una concentración del 25% de la dosis mínima recomendada. Esta concentración fue obtenida de bioensayos anteriores de toxicidad aguda sobre larvas de este insecto (Mondaca, 2017).

La aplicación del insecticida y el agua destilada se lleva a cabo mediante aspersión utilizando una torre de precisión de Potter (BURKARD, UK). Se aplican 2 mL por unidad experimental, sobre un disco de hoja de manzano (*Malus domestica*) de origen orgánico, debajo del cual se incorpora algodón húmedo. Ambos se encuentran dentro de contenedores plásticos de 30 mL de capacidad y sellados con una tapa de plástico que contiene orificios para su ventilación, los cuales están sellados con cinta respirable MICROPORE. En cada contenedor, se coloca un coccinélido en estado adulto, generando contacto con el insecticida de forma residual durante 24 h. Transcurrido este tiempo, los adultos de *C. montrouzieri* son sacados de estos contenedores y reubicados dentro de un contenedor plástico de 30x15x14 cm aproximadamente, con orificios a los costados para permitir la ventilación, tapados con una tapa del mismo material del contenedor, para impedir el escape de los coccinélidos. De esta forma, quedan todos los adultos juntos en este contenedor, sólo separados por tratamiento.

Dentro de este recipiente, se colocaron papas con brote etiolados, las cuales contenían chanchito blanco de la vid en forma de masas de huevos, como alimento y sustrato para la oviposición de las hembras de *C. montrouzieri*. Estos contenedores plásticos se mantenían en una cámara de crecimiento CONVIRON® a 25°C con un 50 ± 5%, por un periodo de cinco días, para permitir la reproducción de los adultos incorporados. Transcurrido este tiempo, con la ayuda de una lupa estereoscópica marca NIKON, modelo SMZ-U, se revisaban las masas de huevos de chanchito blanco de la vid y se separaban los huevos de *C. montrouzieri*, los cuales se depositaban individualmente en placas de Petri plásticas de 60 mm.

Los huevos se mantuvieron nuevamente en la cámara de crecimiento, bajo las mismas condiciones anteriormente descritas. Diariamente, con la ayuda de una lupa estereoscópica, se revisaba cada placa y se evaluaba el estado o estadio de desarrollo de *C. montrouzieri* de cada repetición (L1, L2, L3, L4, pupa y adulto). De los huevos que finalmente completaron su ciclo de desarrollo llegando al estado adulto, se determinó la razón secundaria de sexos, el que se lograba observando la coloración de las patas protorácicas. En la hembra, la parte media de las patas es de color gris oscuro a negra, mientras que en machos es amarilla a naranjada.

### **3.6 Efectos subletales de buprofezin sobre estados inmaduros de *C. montrouzieri***

Un segundo ensayo tuvo como objetivo evaluar los efectos subletales de la misma concentración del 25% de Applaud® anteriormente usada para adultos de *C. montrouzieri*, ahora aplicada sobre huevos de este último. Se realizaron 30 repeticiones para el control (agua destilada) y 15 repeticiones, en el caso del insecticida. Cada ensayo fue replicado cinco veces.

En primer lugar, los adultos de *C. montrouzieri* al llegar al laboratorio desde la empresa Xilema SpA., se ubican dentro de un contenedor plástico de 30x15x14 cm aproximadamente, con orificios a los costados para permitir la ventilación, tapados con una tapa del mismo material del contenedor, para impedir el escape de los coccinélidos.

Dentro de ella, se colocaron papas con brote etiolados las cuales contenían chanchito blanco de la vid en forma de masas de huevos., Estos contenedores plásticos se mantenían en una cámara de crecimiento CONVIRON® a 25°C con un 50 ± 5%, por un periodo de 5 días, para permitir la reproducción de los adultos incorporados. Transcurrido este tiempo, con la ayuda de una lupa marca NIKON, modelo SMZ-U, se revisaban las masas de huevos de chanchito blanco de la vid y se separaban los huevos de *C. montrouzieri*, los que se depositaban individualmente en placas Petri plásticas de 60 mm. Cada una de estas placas con huevos fueron asperjadas con el insecticida buprofezin (25%) y con agua destilada como control, mediante el uso de una torre de precisión de POTTER (BURKARD, UK). Se aplicaron 2 mL por cada unidad experimental a 6,5 PSI de presión.

Los huevos aplicados se mantuvieron nuevamente en la cámara de crecimiento, bajo las mismas condiciones anteriormente descritas. Diariamente, con la ayuda de una lupa estereoscópica, se revisaba cada placa y se evaluaba el estado o estadio de desarrollo de cada repetición (L1, L2, L3, L4, pupa y adulto). De los huevos que finalmente completaron su ciclo de desarrollo llegando al estado adulto, se determinó la razón secundaria de sexos, el que se lograba observando la coloración de las patas protorácicas. En la hembra, la parte media de las patas va de gris oscuro a negra, mientras que en machos es amarilla a anaranjada.

### **3.7. Análisis estadístico**

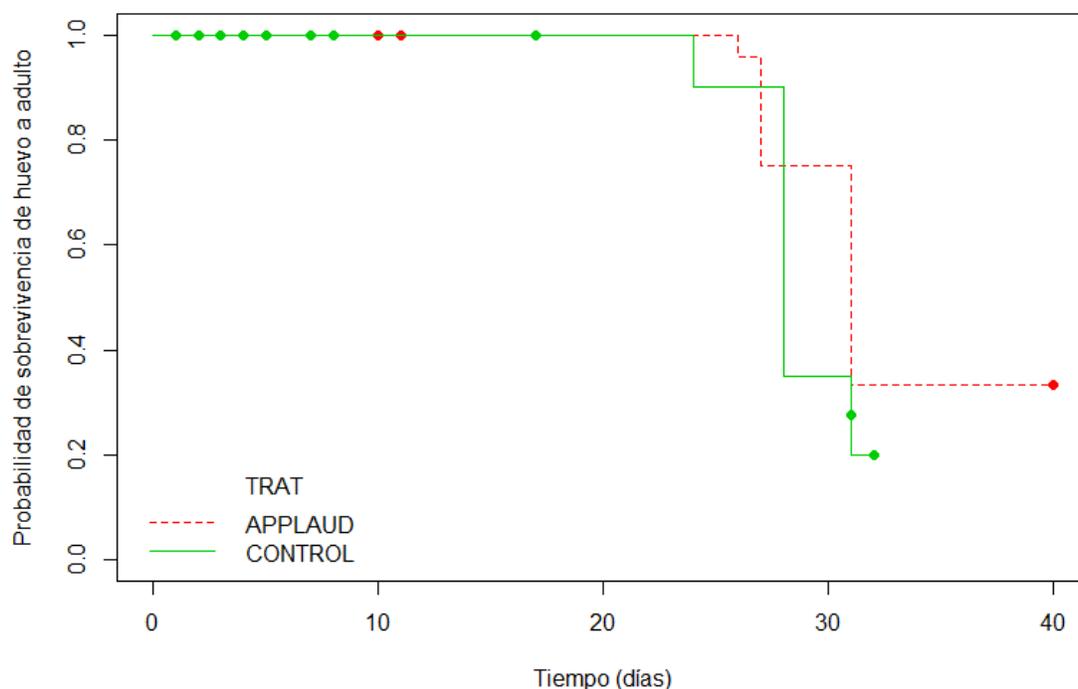
Para evaluar ambos ensayos, tanto de aplicaciones sobre el estado adulto y sobre los huevos de *C. montrouzieri* se realizó un análisis de sobrevivencia, mediante la comparación

de curvas de Kaplan Meier, el cual, arroja un valor de  $\chi^2$  para determinar si existen diferencias significativas entre el control y el insecticida buprofezin.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Efectos subletales de buprofezin sobre adultos de *C. montrouzieri*

En este ensayo, las aplicaciones de buprofezin y agua destilada fueron realizadas de manera residual a los biocontroladores en estado adulto. Los huevos ovipositados por estos adultos que completó su desarrollo fue similar en ambos tratamientos (cercano al 48%). En promedio, el número de días que demoraron los huevos hasta alcanzar su estado adulto fue muy similar: Los huevos de adultos tratados con buprofezin se demoraron alrededor de 30 días, mientras que huevos del tratamiento control, demoraron 28 días en promedio en alcanzar el estado adulto. Según resultados observados (**Figura 4.1**,  $\chi^2=2,2$  y un  $p=0,1$ ) indican que no existen diferencias significativas entre el tratamiento con insecticida y el tratamiento con agua destilada, al ser aplicados de manera residual a los adultos de *C. montrouzieri*.

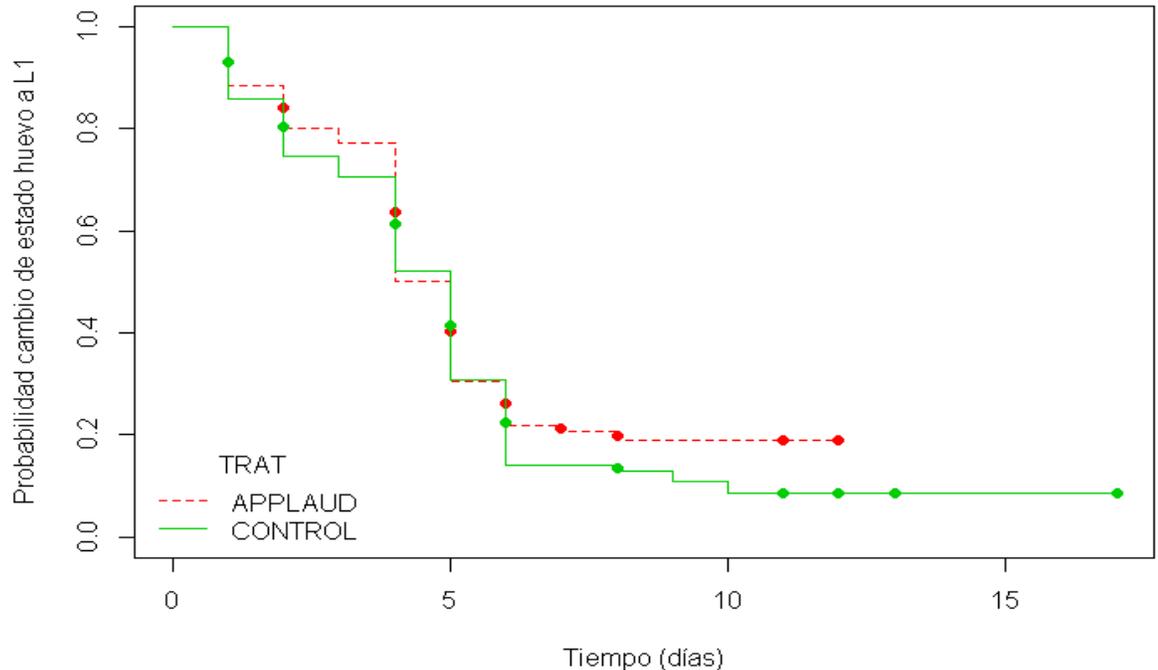


**Figura 4.1.** Análisis de supervivencia mediante curvas de Kaplan Meier: días transcurridos entre el estado de huevo a adultos de *C. montrouzieri* bajo una concentración subletal de 25% de buprofezin (aplicación a adultos.)

#### 4.2 Efectos subletales de buprofezin sobre estados inmaduros de *C. montrouzieri*

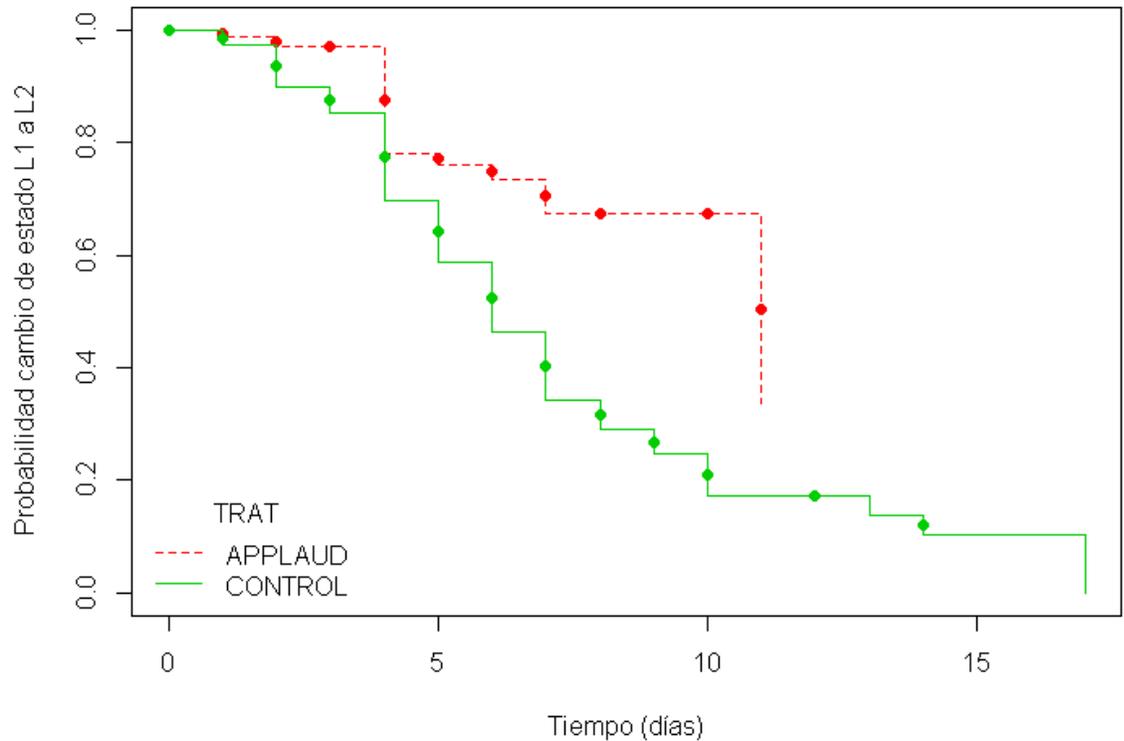
Con el fin de evaluar los resultados de efectos subletales del insecticida APPLAUD® 25WP (buprofezin) al 25% de la dosis mínima recomendada por el fabricante y agua destilada como control, aplicados sobre huevos del agente de control biológico *C. montrouzieri* se utilizó el análisis de sobrevivencia de Kaplan Meier. En promedio, el porcentaje de huevos que llega al primer estadio larval (L1) es del 80% para el caso del tratamiento control, y para el tratamiento con insecticida es del 76%. En el caso del número de días que toman los huevos en eclosar en el control es de 3,8 y 3,7 días en promedio, para el tratamiento con insecticida.

En la **Figura 4.2** también se puede observar que existe una mayor probabilidad de eclosión entre el día cero (aplicación de tratamientos) y el día seis, para ambos tratamientos. Los resultados de este análisis indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos durante esta etapa ( $\chi^2=0,6$ ;  $p=0,5$ ).



**Figura 4.2.** Análisis de sobrevivencia mediante la curva de Kaplan Meier: días transcurridos entre el huevo y la primera larva de *C. montrouzieri* frente a una concentración de un insecticida regulador de crecimiento APPLAUD® 25WP y agua destilada.

En la **Figura 4.3** se observa la probabilidad en el tiempo de que las larvas del primer estadio larval (L1) de *C. montrouzieri* pasen a su estado de desarrollo siguiente (L2). De 142 réplicas en el tratamiento control, el 50% logró mudar al siguiente estadio (L2), mientras que, en el tratamiento con insecticida, sólo el 20% logró pasar al siguiente estadio larval (L2). Los resultados de este análisis arrojaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos durante esta etapa ( $\chi^2=12,8$ ;  $p=0,0004$ ).



**Figura 4.3** Análisis de supervivencia mediante la curva de Kaplan Meier: días transcurridos entre la larva L1 y la segunda muda (L2) de *C. montrouzieri* frente a una concentración de un insecticida regulador de crecimiento APPLAUD® 25WP y agua destilada.

#### **4.3 Efectos subletales de buprofezin sobre estados inmaduros L2 a adulto de *C. montrouzieri***

Desde esta etapa en adelante la mortalidad en el tratamiento con insecticida fue del 100%, por lo tanto, no se aplicó análisis de curvas de sobrevivencia de Kaplan Meier.

#### **4.4 Razón secundaria de sexo**

Se realizaron cinco réplicas de cada ensayo, pero solamente se consideraron los últimos 3 experimentos del control del año 2019, para evaluar la razón secundaria de sexo de *C. montrouzieri*, ya que, en el tratamiento con insecticida, la mortalidad fue total (100%), por lo que nunca se obtuvieron adultos de huevos tratados con buprofezin. Los resultados obtenidos fueron de un 88% machos y sólo un 12% de hembras.

## 5.DISCUSIÓN

Los resultados de efectos subletales sobre adultos de *C. montrouzieri*, arrojaron que no existe diferencia significativa sobre el desarrollo de sus huevos entre los tratamientos. Además, el número de adultos que completó su desarrollo en ambos tratamientos es similar, y el número de días que demoran desde huevo a adulto es prácticamente el mismo para ambos tratamientos. De esta manera, se podría inferir que no existe alteración en cuanto al tiempo de desarrollo entre huevo y adulto, debido a que los adultos entren en contacto con este insecticida regulador de crecimiento. Estos resultados son muy similares con el ensayo realizado por Ramos et al. (2018), en el que se evaluó la biología reproductiva y duración del desarrollo de *C. montrouzieri* a 25°C sobre *Dysmicoccus grassii* en donde se utilizaron huevos recién depositados del coccinélido. La duración en días en promedio desde huevo a adulto, sin aplicación alguna de insecticida fue de 28,36.

Los efectos subletales del insecticida utilizado en los ensayos sobre estados inmaduros de *C. montrouzieri*, mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, en los estados de desarrollo de L1 a L2. El porcentaje que alcanza el estado de L2 es sólo del 18%, cifra alarmante para el caso del tratamiento con insecticida. Según un ensayo realizado por Liu y Stansly. (2004) con un coccinélido controlador para mosca blanca llamado *Delphastus catalinae*, observaron que cuando éstos fueron alimentados con huevos de mosca blanca con aplicación del insecticida buprofezin, hubo una disminución en los huevos eclosados de este coccinélido sin un corión endurecido o completo. Para el caso de *C. montrouzieri*, cuando la larva está lista para salir del huevo (estado 0), debe consumir parte de su corión para pasar a la siguiente etapa (L1), y el número de larvas que alcanza el estado L2 disminuye, en consecuencia, de haber consumido una porción del insecticida que se encontraba adherido a las paredes del cascarón. Los datos obtenidos por Castañer et al. (1992) quienes evaluaron los efectos del mismo insecticida (buprofezin) sobre las etapas de desarrollo de *Aleurothrixus floccosus*, (mosca blanca), mostraron una baja acción ovicida, pero la acción de este regulador de crecimiento aumenta conforme al desarrollo de las siguientes etapas larvales. Estos resultados coinciden con los dos estudios anteriormente nombrados.

De acuerdo con los casos expuestos anteriormente, se puede argumentar que, al parecer, existe un mayor efecto de este IGR al ser ingerido por los insectos, siendo mayor su letalidad en estados larvales intermedios que en estado de huevo y adulto.

Al analizar la razón secundaria de sexo, se observó en todos los ensayos un mayor número de machos. Según Kaufmann (1996), la proporción de sexo difiere en función de la temporada. Sin embargo, la proporción en general se mantiene entre un 64% de machos y un 36% de

hembras. Además, en el ensayo de Kaufmann, se observó que el proceso de fecundación solamente es viable después de la cópula con 3 a 4 machos. Es por esta razón, que es esencial una mayor proporción de machos dentro de esta especie, ya que se requieren apareamientos múltiples para la ovipostura, y así contribuir a la diversidad genética. En otro estudio realizado por Bista (2019), deja al descubierto que la razón por la que estos insectos realizan apareamientos múltiples, es por una especie de seguro contra la infertilidad masculina. De esta manera, las hembras aseguran la fertilización total de sus óvulos. En síntesis, la investigación determinó que la fecundidad y viabilidad total de los huevos en las hembras se asegura desde un único apareamiento hasta un máximo de 10 copulaciones. Así, se infiere que la razón de que exista una mayor proporción de machos se genera como un mecanismo natural para perpetuar su especie, lo cual se condice con nuestros resultados, favoreciendo al nacimiento de adultos machos por sobre las hembras.

La utilización de insecticidas y el desconocimiento de la acción, daños y/o beneficios con los enemigos naturales es un factor determinante en la reducción o efectividad al momento de realizar un manejo integrado de plaga (MIP). Cada programa debe ser muy cuidadoso con la selección y uso del plaguicida a utilizar ya que se debe tener conocimiento de la efectividad contra la plaga, selectividad y considerar el momento exacto, para no causar daño a los controladores biológicos que se encuentren en el territorio (Quiroz et al., 2016).

## 6. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye que:

- El insecticida regulador de crecimiento buprofezin al ser aplicado sobre adultos de *C. montrouzieri* bajo una concentración del 25% de la dosis recomendada por el fabricante, no altera el desarrollo de la progenie de este coccinélido.
- El insecticida regulador de crecimiento buprofezin al ser aplicado sobre huevos de *C. montrouzieri* bajo una concentración del 25% de la dosis recomendada por el fabricante, produce una mortalidad de 100% de las larvas de este coccinélido.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Artigas, J. 1994. Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos), Vol. 1. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, 1129 p.

APPLAUD® 25WP. Ficha técnica. Anasac Chile S.A

Badii, M. y Abreu, J. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. *International Journal of Good Conscience* 1(1): 82-89p.

Bista, M. 2019. Study on the effects of multiple matings in *Coccinella transversalis* for its behaviour and reproduction. Department of Zoology, Siddhanath Science Campus, Tribhuvan University, Mahendranagar, Nepal.

Carpio, C. 2013. Bases para el manejo integrado del chanchito blanco (*Pseudococcus viburni*) en granado (*Punica granatum*): evaluación de métodos de seguimiento y control. Tesis de Magister. Universidad de Chile, Chile.

Castañer, M. Beitia, F. Garrido, A. y Del Busto, T. 1992. Incidencia del fenotiocarb en la supervivencia de los estados inmaduros de *Aleurothrixus floccosus* (Mask.). Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Departamento de Protección Vegetal.

Casco, M. 2012. *Pseudococcus* sp. próximo a *sociabilis* (Hemiptera: Pseudococcidae): Desarrollo estacional y determinación de momentos más apropiados para el control en manzanos y perales. Tesis de Magister. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Corvalán, T. 2017. Efectos de piriproxifen sobre el parasitismo de *Acerophagus flavidulus* (Brethés) sobre el chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Signoret). Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Talca, Chile.

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. 2007. El sector frutícola en Chile. Capacidad de investigación y áreas de desarrollo científico-tecnológico, Chile. 40p.

Decreto de Ley n° 3557. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 09 de febrero de 1982.

Devine, G. Eza, D. Ogusuku, E. & Furlong, M. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(1). 74-100p.

Fogel, M. 2012. Selectividad de insecticidas utilizados en cultivos hortícolas del Cinturón Hortícola Platense sobre el depredador *Eriopsis connexa* en el marco del Manejo Integrado de Plagas. Centro de Investigaciones del Medio Ambiente, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 72-101p.

Francesena, N. 2015. Efectos letales y subletales de insecticidas sobre *Bemisia tabaci* y su principal parasitoide *Eretmocerus mundus* e impacto sobre aspectos comportamentales del mismo. Tesis Doctorado en Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Argentina. 143 p.

González, R.H. y Rojas, S. 1966. Estudio analítico del control biológico de plagas agrícolas en Chile. *Agricultura Técnica* 26: 133-147.

Grau, P. 2015. La Importancia de la industria de la manzana chilena en el mercado internacional. INIA Quilamapu. 47-51p.

Kaufman, T. 1996. Dynamics of sperm transfer, mixing, and fertilization in *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) in Kenya. *Annals of the Entomological Society of America* 89: 238-242.

Karam, M., Ramírez, G., Bustamante, L. y Galván, J. 2004. Plaguicidas y salud de la población. *CIENCIA ergo sum*, México.

Koplow, C. 2004. Monitoreo y control físico de chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni* (Signoret)) en vid. Antecedentes para el manejo integrado. Tesis de Magister. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Liu, T. y Stansly, P. 2004. Lethal and sublethal effects of two insect growth regulators on adult *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological Control* 30: 298-305.

López, E. y Bermúdez, P. 2007. Las plagas del palto en Chile: Aspectos relevantes de su biología, comportamiento y manejo. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

Merino, L., y Gerding, M. 2012. Avances en el control biológico de chanchito blanco de la vid con hongos entomopatógenos. Informativo Agropecuario Bioleche- INIA Quilamapu, Chile.

Meier, P., Dhadialla, T. 2012. An overview of insect growth disruptors: applied aspects. In J. C. Stephen J. Simpson (Ed.), *Advances in Insect Physiology: Insect growth disruptors*. London: Elsevier Ltd. 564p.

Mondaca, D. 2017. Respuesta funcional de *Cryptolaemus montrouzieri*, depredador de chanchito blanco (*Pseudococcus viburni*) frente a dosis subletal de insecticida regulador de crecimiento (buprofezin). Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca. Talca. 42 p.

Moreira, I. y Villalba, V. 2010. Establecimiento de los protocolos de colecta, multiplicación y crianza del coleóptero biocontrolador *Cryptolaemus montrouzieri* sobre su hospedante *Dysmicoccus brevipes* en tres cultivos hospedantes bajo condiciones controladas con miras a su producción masiva y liberación en campo. Instituto Tecnológico de Costa Rica Vicerrectoría de Investigación y Extensión Dirección de Proyectos.

Olivares, N., Luppichini, P. y Volosky, C 2014. Plagas de los cítricos: reconocimiento y manejo. Boletín INIA N° 282. INIA La Cruz, Chile. 120 p.

Oyarzún, M. 2004. Taxonomía y observaciones biológicas del chanchito blanco de los frutales, *Pseudococcus viburni* (Signoret). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Santiago. 85p.

Pacheco da Silva, V., Garcia, M., y Botton, M. 2017. Biology of *Blepyrus clavicornis* (Compere) (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). Universidad Federal de Pelotas, Brazil.

Quiroz, C., F. Luengo, C. Salas, P. Abarca, P. Bermudez, G. Lobos, P. Larraín, F. Rodríguez, J. Riquelme y S. Santelices. 2016. Manejo integrado de plagas del nogal en la provincia de Choapa. 122 p. Boletín INIA N°324. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional Intihuasi, Centro Experimental Choapa, La Serena, Chile.

Quiroz, C. 2014. Chanchitos blancos en uva de mesa en los valles del Norte Chico. INIA Intihuasi. Ficha técnica 10.

Quirós, S. 1998. Comportamiento estacional de chanchito blanco (Hemiptera: Pseudococcidae) y de sus parasitoides en palto (*Persea americana* Mill). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

Ramos, C. Carnero, A. y Hernández, E. 2018. Avances en el control biológico de la cochinilla algodonosa de la platanera.I: *Cryptolaemus montrouzieri* M. Instituto Canario de Investigación Agraria. Manual Técnico n°4. 144p.

Rebolledo, R. 1994. Plagas de importancia cuarentenaria en Chile. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas 20: 73-78.

Ripa, R. y Rodríguez, F. 1999. Plagas de cítricos, sus enemigos naturales y manejo. INIA. Primera edición. 66-68p.

Ripa, R., Luppichini, P., Larral, P. 2010. Biología, manejo y control de chanchitos blancos. Capitulo v: Manejo del chanchito blanco de la vid en vides, *Pseudococcus viburni* (Signoret). Boletín INIA n°204.

Ripa, R. y Luppichini, P. 2010. Manejo de plagas de la vid. Libro colección INIA n°26.142p.

Ripa, R. Larral, P. Luppichi, P. Guajardo, V. y Rojas, S. 2011. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Libro colección INIA n°23. 180-199p.

Rosas-García, N., Duran-Martínez, E., Luna-Santillana, E. y Villegas-Mendoza, J. 2009. Potencial de depredación de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant hacia *Planococcus citri* Risso. Southwestern Entomologist 34:179-188.

Saá, M. 2004. Determinación de especies benéficas asociadas a Pseudococcidos en la comuna de Quillota". Tesis Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Salazar, A., Gerding, M., Luppichini, P., Ripa, R., Larrain, P., Zaviezo, T. y Larral, P. 2010. Biología, manejo y control de chanchitos blancos. INIA. (Bol. N° 204)

SAG. 2009. Estatus cuarentenario de Pseudococcidae para mercados de fruta de exportación de Chile.[http://www.fdf.cl/biblioteca/presentaciones/2009/02\\_chanchitos\\_pomaceas/descargas/a\\_C\\_laudio\\_Moore\\_sag.pdf](http://www.fdf.cl/biblioteca/presentaciones/2009/02_chanchitos_pomaceas/descargas/a_C_laudio_Moore_sag.pdf)

Soler, R. Scatoni, I. y Nuñez, S. 2001. Biología y estrategia de control del "chanchito blanco" de la vid en la zona sur de Uruguay. Facultad de agronomía, INIA Las Brujas.

Sterk, G. Hassan, S. A. Baillod, M. Bakker, F. Bigler, F. Blümel, S. Bogenschütz, H. Boller, E. Bromand, B. Brun, J. Calis, J.N.M. Coremans-Pelseneer, J. Duso, C. Garrido, A.Grove, A.

Heimbach, U. Hokkanen, H. Jacas, J. Lewis, G. Moreth, L. Polgar, L. Roversti, L. Samsøe-Petersen, L. Sauphanor, B. Schaub, L. Stäubli, A. Tuset, J.J. Vainio, A. Van de Veire, M. Viggiani, G. Viñuela, E and Vogt, H. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms. *Biocontrol* 44: 99–117.

Torres, F. y Marcano, R. 2007. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) utilizando como presa *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae). *Entomotropica*, 22: 17-25.

Vergara, A. 2006. Efecto del control biológico aumentativo sobre la población de *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) en parronales de uva de mesa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Valparaíso; Chile.