

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**EVALUACIÓN DE SEIS INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE LA MOSQUITA  
BLANCA DEL FRESNO, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae)  
EN GRANADOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA**

**BRIAN ALEXANDER BAEZA SANDOVAL**

**Santiago - Chile**

**2016**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**EVALUACIÓN DE SEIS INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE LA MOSQUITA  
BLANCA DEL FRESNO, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae)  
EN GRANADOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA**

**EVALUATION OF SIX INSECTICIDES IN THE CONTROL OF THE ASH  
WHITEFLY, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae) IN  
POMEGRANATES IN THE METROPOLITAN REGION**

**BRIAN ALEXANDER BAEZA SANDOVAL**

**Santiago - Chile**

**2016**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Título**

**EVALUACIÓN DE SEIS INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE LA MOSQUITA  
BLANCA DEL FRESNO, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae)  
EN GRANADOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo

**BRIAN ALEXANDER BAEZA SANDOVAL**

Calificaciones

**PROFESOR GUÍA**

Tomislav Curkovic S.	6,6
Ingeniero Agrónomo, Ph. D. D.	

**PROFESORES EVALUADORES**

Gabriela Lankin V.	6,4
Ingeniero Agrónomo, M. S. Ph. D.	

Luis Luchsinger L.	6,5
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	

**Santiago, Chile**

**2016**

Este documento marca el fin de un ciclo lleno de crecimiento, amor, amistad y familia. Agradezco a mi compañera de vida Valentina por guiarme y apoyarme desde siempre. A mi familia, que desde mi nacimiento tuvieron el objetivo de entregarme amor y educación. A mis grandes amigos, Nicolás López y Julio Herrera que contribuyeron en la fase experimental del estudio. Al profesor Tomislav Curkovic y Carolina Ballesteros por su apoyo y guía durante todo este proceso. Y finalmente a mi angel de la guarda que llena de Luz mi camino.

## INDICE

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
Objetivo.....	11
Objetivos específicos .....	11
MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
Lugar de estudio.....	12
Materiales.....	12
Plantación.....	12
Plaguicidas y equipo de aplicación .....	12
Materiales menores .....	12
Método .....	12
Muestreos previos .....	12
Tratamientos.....	13
Criterios de evaluación de mortalidad de individuos.....	13
Diseño del experimento y análisis de resultados.....	14
Evaluación de fitotoxicidad.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
CONCLUSIONES .....	28
BIBLIOGRAFIA .....	29

## RESUMEN

En un huerto comercial de granados cv. Wonderful (plantados en 2010 a 3 x 5 m), con infestación de *S. phillyreae*, se evaluó el efecto de seis insecticidas: los detergentes TS-2035® y Tecsá Fruta® y el aceite mineral Winspray®, todos al 1 % v/v; el entomopatógeno Mycotrol® (*Beauveria bassiana* (V.)) y dos insecticidas convencionales, Nuprid® (imidacloprid) y Applaud® (buprofezin), en dosis recomendadas. Los tratamientos se dispusieron en un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones, además de un control sin tratar. Se hicieron muestreos previos a las aplicaciones para estimar el grado de infestación. Las aspersiones se hicieron con una nebulizadora con un gasto equivalente de 3000 L·ha<sup>-1</sup>. Inmediatamente antes de la aplicación y a los 7 y 14 días después (dda) se colectaron 5 ramillas por planta y se evaluó la mortalidad (%) de *S. phillyreae* en cada estadio ninfal y en huevos. Los porcentajes de mortalidad fueron transformados a grados Bliss, y sometidos a ANDEVA y al test de Tukey (5 % de significancia). Además, se evaluó visualmente la posible fitotoxicidad de los productos aplicados, en follaje y frutos. Los muestreos previos a la aplicación, mostraron un 60-83% de ramillas con presencia de *S. phillyreae*, con baja mortalidad natural. A los 7 dda hubo un aumento en la mortalidad (%) de ninfas en todos los tratamientos. Entre los insecticidas evaluados, sólo Nuprid® evidenció diferencias significativas respecto del control ( $p \leq 0,05$ ) en la mortalidad de N2 (74 %) y N4 (57%) a los 14 dda. En conclusión, Nuprid® es la mejor alternativa para el control de *S. phillyreae* entre los productos evaluados, aunque ninguno proporcionó niveles de control total. Los insecticidas alternativos (aceite, detergentes y entomopatógeno) y Applaud® no son la mejor opción, sin embargo muestran aumentos promisorios en la mortalidad (%) de ninfas en las diferentes fechas evaluadas, por lo que, considerando su perfil más inócuo, selectivo y sustentable, deben seguir evaluándose en condiciones que incrementen su eficacia.

**Palabras clave:** Control químico, granado, mosquita blanca.

## ABSTRACT

In a pomegranate commercial orchard cv. Wonderful (planted in 2010 at 3 x 5 m) with infestation of *S. phillyreae*, the effect of six insecticides were evaluated: the detergents TS-2035® and Tecs Fruit® at 1% v/v; mineral oil Winspray® at 1% v/v; the entomopathogenic Mycotrol® (*Beauveria bassiana* (v)); and two conventional insecticides Nuprid® (imidacloprid) and Applaud® (buprofezin) in recommended doses. Treatments were arranged in a completely randomized design with 4 replicates, in addition an untreated control. Before sprays branches were sampled to estimate the degree of infestation. The sprays were made with a coverage of 3000 L · ha<sup>-1</sup>. Before and at 7 and 14 days after sprays (daa) five twigs were collected per plant and the mortality (%) of *S. phillyreae* was evaluated for each nymphal stage and eggs. The percentages were transformed to Bliss degrees, and subjected to ANOVA and the Tukey test (5% significance). Besides potential phytotoxicity of products applied in buds and fruits was evaluated the pre-application samples showed 60-83% of branches with presence of *S. phillyreae*. At 7 daa there was an increasing mortality (%) of nymphs in all treatments. Only Nuprid® showed significant differences among all treatments ( $p \leq 0.05$ ) in mortality of N2 (74%) and N4 (57%) at 14 daa. In conclusion, Nuprid® is the best alternative for the control of the *S. phillyreae* among the products tested, but none of them provided high rates of control. Alternative insecticides (oil, detergents and entomopathogen) and Applaud® are not the best choice, although showing promising increases in mortality (%), considering its most innocuous, selective and sustainable profile, they must continue to be evaluated in conditions that improve their effectiveness.

**Key words:** Chemical control, pomegranate, ash whitefly

## INTRODUCCIÓN

Las mosquitas blancas, pertenecientes a la familia Aleyrodidae (Hemiptera), son vernáculamente denominadas así por el recubrimiento de cera blanquecina en las alas y el cuerpo del estado adulto y de las ninfas (Gregory y Gregory, 2005; Estay et al., 2009), lo que les proporciona una barrera protectora contra la deshidratación (Curkovic, 2011). La mosquita blanca del fresno (MBF), *Shiponinus phillyreae* (Haliday), es una especie de origen Paleártica, conocida en Europa, Medio Oriente, norte de África y sur de Rusia (Kozar y Bink-Moenen, 1988; Bellows et al., 1990; Charles et al., 1996; Jetter et al., 1997). Es un insecto polífago, con hospederos reconocidos en más de 10 familias de plantas, entre ellas: Oleacea, Punicaceae, Rosaceae y Rutaceae (Sorensen et al., 1990; Bellows et al., 1992)

Se detectó por primera vez como plaga en Norteamérica en 1988, expandiéndose por California, atacando árboles ornamentales (Fresnos) de viviendas y centros urbanos (Kozar y Bink-Moenen, 1988; Bellows et al., 1990; Charles et al., 1996; Jetter et al., 1997), donde logró infestar 4.000 km<sup>2</sup> en el área de la ciudad de Los Ángeles, dispersándose rápidamente a 32 condados del estado (Gerling et al., 2004). Las altas densidades poblacionales de la MBF provocaron una disminución de las actividades al aire libre al causar obstrucciones respiratorias a las personas (Charles et al., 1996). Existen registros de *S. phillyreae* en México atacando a fresnos (*Fraxinus* sp.) en el estado de Tamaulipas el año 2006 (Myartseva, 2006) y en Morelos el año 2010 (Myartseva y Lázaro-Castellano, 2011). En Venezuela y Perú fue reportada por primera vez en 1994 atacando plantas de granado (*Punica granatum* L.) (Arnal et al., 1994) y posteriormente atacando plantas de olivos (*Olea europea* L.) en el año 2009 en Tacna (Valencia, 2011). En Chile se informó por primera vez la presencia de MBF en el año 1994, asociada a fresnos (*Fraxinus* sp.) en la región Metropolitana y al granado (*Punica granatum* L.). Se considera como plaga importante del olivo (*Olea europea* L.) en Chile y Argentina, lo que no se ha reportado con esa intensidad en otras zonas olivícolas de Europa, donde la MBF está presente (Curkovic, 2011).

El granado (*Punica granatum* L.) es un árbol que se cultiva en zonas áridas o templadas de todo el mundo, ya sea como frutal u ornamental (Lavin y Matsuya, 2004). Llegó a Chile en tiempos de la colonia y se cultivaba en huertos caseros (Franck et al., 2009). Numerosos estudios destacan sus propiedades alimenticias, farmacológicas, funcionales y cosméticas (García-Viguera y Pérez, 2004; Melgarejo y Martínez, 1992; Teixeira da Silva et al., 2013). Debido a ello, la demanda de granada ha aumentado considerablemente, y en Chile, en respuesta a esta tendencia, han aumentado las plantaciones en la Zona Central y, especialmente, el Norte Chico del país, concentrando el 68% de la superficie plantada en las regiones de Atacama y Coquimbo. También, la región del Maule y Metropolitana presentan plantaciones importantes concentrando el 21% de la superficie (Henríquez, 2015). Este aumento de las plantaciones ha provocado mayor incidencia de plagas, destacando la MBF, por lo que debe ser monitoreada y controlada.

Los estadíos ninfales y adultos de la MBF son los responsables del daño directo en las plantas hospederas (Tavadjoh et al., 2010; Curkovic, 2011) debido a que, con su aparato

bucal picador chupador, se alimentan de la vía floemática del árbol, ingiriendo savia elaborada y luego excretando mielecilla (Estay et al., 2009; Rodríguez, 2009), causando, esto último, un daño indirecto para la planta debido a la aparición de fumagina, complejo de hongos que se desarrolla en la superficie de las hojas cubiertas por la sustancia azucarada generada por *S. phillyreae* (Tamayo, 2007). La fumagina se observa como una capa de polvillo negro que cubre las hojas, disminuyendo la capacidad fotosintética de los árboles (Pedemonte et al, 2013). En infestaciones intensas, las ninfas de MBF cubren casi toda la superficie foliar, donde permanecen succionando la savia hasta provocar clorosis (Tsagkarakis, 2012), marchitamiento del follaje y defoliación (Arnal y Ramos, 2000), lo que provoca la disminución del rendimiento y del tamaño del fruto (Abd-Rabou, 2006).

La MBF presenta cuatro estados ninfales (Estay et al., 2009; Curkovic, 2011). El primer estado (N1), que es el único móvil, emerge del huevo y selecciona el lugar definitivo de establecimiento (Gregory y Gregory, 2005), y es el estadio más susceptible a los factores de mortalidad natural (Curkovic y Ballesteros, 2011). En los siguientes estadios ninfales (N2 y N3) se comienza a desarrollar gradualmente una franja dorsal y longitudinal blanca en el centro del cuerpo, que corresponde a cera producida durante el desarrollo del insecto. Esta característica permite diferenciar a la MBF de las demás especies de mosquitas blancas asociadas a cultivos en Chile (Curkovic, 2011). El último estadio ninfal (N4) se alimenta por un tiempo, pero luego, junto con el engrosamiento del cuerpo deja de hacerlo. A este último período de desarrollo comúnmente se le denomina “pupa” (Gill, 1990) y junto a los huevos se consideran los estadios menos susceptibles a las medidas de control, como por ejemplo, los insecticidas (Curkovic, 2011). Los adultos emergen de la “pupa”, copulan y luego la hembra ovipone sus huevos en el envés de las hojas, donde se concentran las estrategias de control y seguimiento (Nguyen y Hamon, 1990).

En muchos sistemas de cultivos, la principal estrategia utilizada para controlar mosquitas blancas son los insecticidas (Palumbo et al., 2001), que disminuyen las poblaciones, usualmente de forma económica, eficiente y rápida (Liu et al., 1993; Toscano et al., 1998). Sin embargo, los productos usados son de amplio espectro (eliminan diversas especies presentes, incluyendo benéficas), de riesgo para el hombre (presentan toxicidad aguda y crónica significativa) y residuales, por lo que permanecen en el sustrato (por ejemplo la fruta), incluso luego de la cosecha. Esto último hace necesario cumplir con protocolos de manejo para cumplir con los límites máximos de residuos (LMRs) permitidos, pero aun cumpliendo con la normativa, su sola presencia es actualmente cuestionada por ciertos segmentos de los consumidores, especialmente en Europa (Curkovic et al., 2015). Ante este escenario, hoy en día existe una tendencia a nivel mundial hacia la búsqueda de productos alternativos (selectivos o de acotado espectro de acción, con baja o nula toxicidad al hombre y el ambiente, y/o poco persistentes), para el control fitosanitario (Bautista-Banos et al., 2006). Entre los productos alternativos que satisfacen estos atributos, se encuentran productos como aceites, detergentes y entomopatógenos (Horowitz et al., 2009).

Los detergentes tienen la propiedad de disolver grasas, lo cual involucraría la eliminación de capas cerosas de la cutícula y ruptura de membranas celulares de los insectos (Butler et al., 1993), lo que provocaría la deshidratación y muerte de los individuos, aunque a veces también ocasionan lesiones en las plantas tratadas (Curkovic et al., 1995). También reducen

la tensión superficial lo que permite que el agua penetre en los ductos del sistema respiratorio y ahogue al insecto (Mare, 1988)

Los aceites tienen un efecto mortal, causan repelencia y disuasión de la ovipostura. Además, ofrecen una serie de ventajas sobre otros insecticidas de amplio espectro como son: baja toxicidad para animales vertebrados, no induce resistencia por parte del insecto (al igual que en el caso de detergentes y entomopatógenos), bajo impacto ambiental y al igual que los anteriores, en general tienen un bajo costo (Davidson et al., 1991). Por otra parte, sus principales desventajas radican en la fitotoxicidad (en aceites y detergentes) que puede provocar en situaciones de altas temperaturas o sequías y en la ausencia de efecto residual, que obliga a usarlos en forma repetida durante la temporada (Curkovic et al., 2015).

El control de *S.phillyreae* con estos compuestos alternativos, en el caso de huertos de olivos, se ha hecho mediante la aspersión de aceites y detergentes al 1% v/v, encontrando resultados satisfactorios (Curkovic y Ballesteros, 2011).

La aparición natural de entomopatógenos se considera un importante factor de regulación poblacional de insectos (Maranhao y Maranhao, 2009). Los hongos entomopatógenos son importantes agentes de control microbiológico de insectos y frecuentemente ocasionan enfermedades contagiosas que reducen significativamente las poblaciones (Macoy et al., 1998), específicamente el hongo *Beauveria bassiana* (V.), conocido desde 1835 cuando fue descubierto causando la muerte a gusanos de seda (DeQuattro, 1995). Este actúa destruyendo las células de la cutícula mediante la germinación de esporas y diseminación de sus estructuras invasivas, causando posteriormente la muerte del insecto (García y Tamez, 2012). Hoy existen formulaciones comerciales, y en desarrollo, de estos microorganismos para el control de plagas.

Por otra parte, el tratamiento químico contra MBF se hace frecuentemente con productos convencionales como imidacloprid y buprofezin, que proporcionan efecto residual (Nagata, 1986) lo que es importante en plagas que infestan por períodos prolongados el árbol (Curkovic, 1995). Imidacloprid es un insecticida sistémico registrado en más de 70 países, principalmente aplicado al follaje y al suelo. Químicamente, actúa al unirse a los receptores nicotínicos de la acetilcolina de los insectos, impidiendo la transmisión normal del impulso nervioso lo que, finalmente, lleva al colapso y la muerte (Ishaaya et al., 1988; Sohrabi et al., 2012). Buprofezin es un insecticida regulador de crecimiento que actúa perturbando la síntesis y formación del nuevo exoesqueleto durante la muda y es particularmente eficaz en estadios ninfales jóvenes de la MBF (Staal, 1975). Sin embargo, el alto número de huevos que ovipone la hembra de MBF, su hábito de desarrollo en la cara abaxial de la hoja, la gran producción de mielecilla y cera, y el hábito de volar y desplazarse del adulto, hacen difícil su control químico. Además, el uso intensivo y extensivo de estos productos ha disminuido poblaciones de enemigos naturales, que son claves al momento de controlar muchas generaciones traslapadas de *S.phillyreae* (Estay et al., 2009) y aumenta el potencial desarrollo de poblaciones resistentes a estos plaguicidas.

Sin embargo, solo con aplicaciones de productos químicos convencionales es muy difícil controlar la plaga, como lo demuestra la experiencia nacional e internacional en Fresno

(Estay et al., 2009), incluso en algunos casos las plantas tratadas con productos químicos son reinfestadas nuevamente a los pocos días, llegando a densidades poblacionales similares a las iniciales (Bellows et al., 1990). Por eso, se deben evaluar productos alternativos, debido a que son selectivos, no tienen mayor riesgo para las personas y el medioambiente, carecen en general de efecto residual y abren, por lo tanto, una puerta al Manejo Integrado de Plagas (MIP) de *S.phillyreae*.

### **Objetivo**

Evaluar la mortalidad (%) de *S. phillyreae* bajo el efecto de seis insecticidas, entre ellos, alternativos y convencionales, en granados.

### **Objetivos específicos**

Evaluar la eficacia de detergentes agrícolas (TS-2035® y Tecsá Fruta®), aceite mineral (Winspray®), el entomopatógeno (Mycotrol®), y un regulador de crecimiento (Applaud®) en el control de *S. phillyreae*, hasta los 14 dda.

Comparar el control con un insecticida convencional (Nuprid®).

Evaluar posible fitotoxicidad en granados asociada a los productos alternativos utilizados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en un huerto comercial de granados cv. Wonderful, ubicado en la localidad de Chorombo (33°27'58.08" S; 71°13'49,44" O), en la comuna de María Pinto, provincia de Melipilla, Región Metropolitana. La evaluación de muestras se realizó en el Laboratorio de Comportamiento y Ecología Química de Insectos, del Departamento de Sanidad Vegetal de la Facultad de Cs. Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicado en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana.

### Materiales

#### Plantación

Para el presente trabajo se utilizó un cuartel de plantas jóvenes de granado cv. Wonderful (plantación 2010), con un marco de plantación de 3 x 5 m, regada por goteo (pH 8,2).

#### Plaguicidas y equipo de aplicación

Los productos usados fueron aceite mineral (Winspray®), detergentes (TS- 2035®, Teca Fruta®), insecticidas Buprofezin (Applaud®) e Imidacloprid (Nuprid®) en dosis recomendadas, y el insecticida microbiológico Mycotrol® (*Beauveria bassiana* (V.)) (Cuadro 1). Para la aspersion de los tratamientos de control de la MBF se utilizó una nebulizadora con estanque de 2.000 L de capacidad de estanque, calibrada en el campo para lograr la cobertura necesaria del follaje.

#### Materiales menores

Se usaron tijeras de podar, bolsas plásticas para la recolección de ramillas, lupa de campo y guantes. En la etapa de evaluación en laboratorio se utilizó una lupa estereoscópica (20x) y un refrigerador para la conservación de las muestras.

### Método

#### Muestreos previos

Se recolectaron al azar 5 ramillas de 20 cm de largo por planta, en el sector donde luego se montaron los tratamientos, y que no había sido sometido a control químico previamente en la temporada. Las muestras se tomaron el 3 y 10 de abril de 2013, eligiendo dos plantas en cada hilera ( $n = 10$ ), muestreando 20 plantas infestadas en total ( $n = 100$  ramillas\*fecha<sup>-1</sup>), que fueron revisadas en laboratorio, donde se cuantificó la presencia de *S. phillyreae* en las ramillas y el porcentaje de hojas infestadas dentro de las ramillas.

#### Aspersión

Se utilizó una nebulizadora cuidando mojar especialmente la cara abaxial de las hojas, con un promedio de 4,5 L planta<sup>-1</sup> (Figura 1) y un volumen equivalente de 3.000 L·ha<sup>-1</sup> que proporcionó gran cobertura del follaje, el día 11 de abril del 2013.

## Tratamientos

En el cuadro 1 se detallan los tratamientos utilizados en el ensayo de control de *S. phillyreae*.

**Cuadro 1.** Tratamientos, productos y concentraciones usadas para control de la MBF en granados.

Tratamiento	Producto	i.a. o grupo	Dosis
T0	Control	-----	-----
T1	TS-2035®	Detergente	1 % v/v
T2	Tecsa Fruta®	Detergente	1 % v/v
T3	Nuprid®	Imidacloprid	50 cc·hL <sup>-1</sup>
T4	Applaud®	Buprofezin	120 gr·hL <sup>-1</sup>
T5	Winspray®	Aceite Mineral	1 % v/v
T6	Mycotrol®	<i>Beauveria bassiana</i> (V.)	5 gr·L <sup>-1</sup>



**Figura 1.** Aplicación de insecticidas para el control de *Siphoninu phillyreae* con nebulizadora de estanque 2.000 L en granados cv. Wonderful en Chorombo, Región Metropolitana,

## Criterios de evaluación de mortalidad de individuos

En cada plaguicida se presentan diferentes síntomas de mortalidad característicos asociados al modo de acción de cada producto. En el caso de los detergentes (TS 2035® y Tecsa Fruta®) estos disuelven grasas y eliminan capas cerosas. Las ninfas en estos tratamientos no presentan la cera superficial característica de la especie y al ser punzados, algunos días post aspersión, no expelen líquido (hemolinfa), lo cual es indicio de deshidratación y muerte del individuo.

En el caso del aceite mineral (Winspray®), éste se adhiere a la superficie del individuo obstruyendo los espiráculos dificultando la respiración del insecto, finalmente el insecto muere por asfixia. En algunos casos existe remoción de ceras superficiales atribuibles a los surfactantes que contienen las formulaciones, y también al punzar el cuerpo del individuo, este no emite ningún tipo de líquido.

El insecticida regulador de crecimiento, Appalud®, actúa en estados ninfales inhibiendo la síntesis y distribución de quitina, los síntomas en este tratamiento son variables, encontrando desde deformaciones hasta la deshidratación de los individuos, que no pueden emerger, durante la muda, desde el estado previo.

Imidacloprid (Nuprid®) al ser un insecticida neurotóxico sistémico, actúa por ingestión y afecta a nivel de sistema nervioso central, causando alteración de toda la fisiología del individuo. El síntoma característico en este caso, es encontrar ninfas sin remoción de ceras superficiales con abundantes deposiciones (fecas líquidas, vómitos, secreciones cerosas) al lado del cuerpo.

Mycotrol® es un insecticida biológico a base de esporas del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (V.). Al entrar en contacto con el individuo huésped, las esporas se adhieren a la cutícula y comienzan a germinar en la superficie del insecto para luego, las hifas penetrar al interior de la cavidad del cuerpo. Las ninfas de insectos, como la mosquita blanca de los invernaderos y chanchitos blancos adquieren un color rojizo característico de la colonización del hongo (Wraight et al., 1998), finalmente la esporulación evidencia aún más la enfermedad.

Se consideraron muertos los huevos que presentaban colores opacos en el corion o “cascara” y además una evidente deshidratación mostrando bajo lupa (20 x) un aspecto similar a una pasa (arrugado, a diferencia de los huevos viables que eran lisos).

### **Muestras luego de la aplicación de los tratamientos**

Para evaluar los resultados post-tratamientos, se recolectaron 5 ramillas de 20 cm (35 hojas por ramilla en promedio) por repetición, a los 0, 7 y 14 días después de la aplicación (dda). Se cuantificó la supervivencia y mortalidad (%) de *S. phillyreae* para los huevos y estadíos ninfales. En el último estado ninfal (N4) se incluyó la ninfa de último estadio y las “pupas”. Cabe señalar que los resultados de los muestreos en el testigo (control) representan la dinámica poblacional de la especie en las condiciones del huerto.

### **Diseño del experimento y análisis de resultados**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 7 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental fue un grupo de tres plantas contiguas sobre la misma hilera y la unidad de observación fue la planta central, donde se colectaron las ramillas (unidad muestral) para evaluar la mortalidad de individuos. No se utilizaron las primeras plantas de cada hilera (borde), y se dejaron dos plantas entre cada parcela (sobre hilera) y una hilera sin aplicación entre cada hilera tratada, para evitar posible contaminación por deriva durante la aspersión.

Los resultados obtenidos (%) fueron transformados a grados Bliss y sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), previa confirmación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, a un nivel de confianza del 95%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió con una prueba de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia de un 5%.

### **Evaluación de fitotoxicidad**

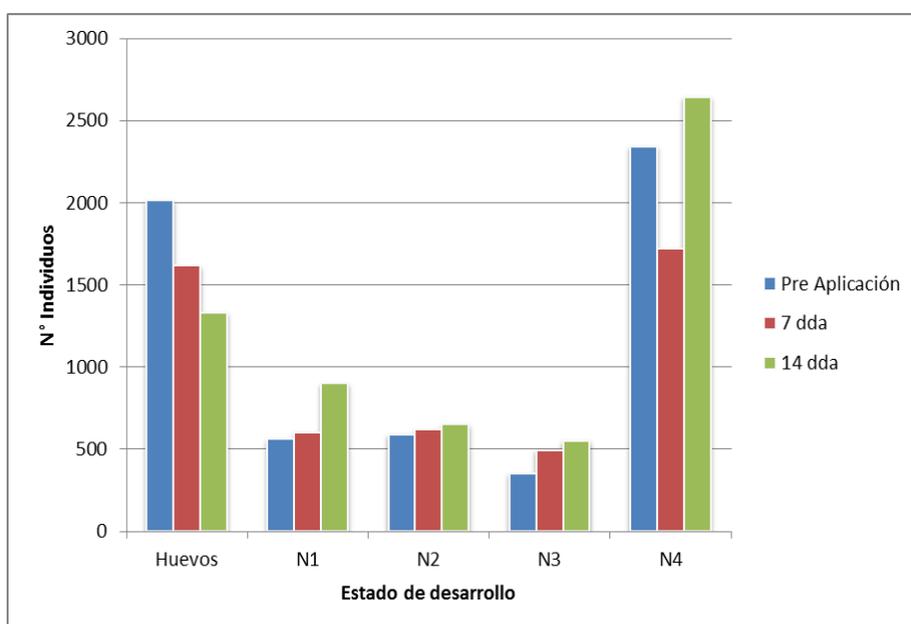
Para evaluar el eventual efecto fitotóxico de los productos utilizados, se seleccionaron dos plantas de parcelas diferentes en cada tratamiento en donde, previo a la aspersión, se marcó un brote joven vigoroso (chupón) y un brote productivo. Además, se recolectaron tres frutos de cada planta seleccionada. Se realizó la revisión de las ramillas y los frutos a los 7 y 14 días luego de la aplicación (dda) de los tratamientos, observando el estado de las hojas (in situ) y revisando el estado de los frutos en laboratorio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a la aplicación de los tratamientos, se confirmó la presencia de la MBF mediante la evaluación de ramillas en dos fechas. El 03-04-2013 se obtuvo un 60% de las ramillas con presencia de MBF, con 16,9% de hojas infestadas, mientras que el 10-04-2013 (un día antes de la aplicación), se obtuvo un 83% de las ramillas infestadas, con un promedio 19,6% de hojas con MBF. Se consideró que en el sector seleccionado había un nivel de infestación apropiado para montar el ensayo. Un día antes de las aspersiones la media y varianza fueron 54,8 y 49,8 individuos·hoja<sup>-1</sup> respectivamente, evidenciando una distribución relativamente azarosa.

Según Charlin (2004), el objetivo principal de establecer un monitoreo con protocolos establecidos, es que, en conjunto con umbrales de acción, se determine el momento de ejecutar medidas de control de la plaga en su estado más susceptible o cuando los niveles poblacionales van a producir un daño económico. Sí bien en la MBF no están bien desarrolladas estas herramientas, se conoce cuáles son sus estadios más y menos susceptibles; el primer estadio ninfal (N1) es el más afectado por factores de mortalidad natural como la desecación (por altas temperaturas y baja humedad relativa) y los menos susceptibles serían los huevos y la “pupa” según lo mencionado por Curkovic y Ballesteros (2011). Debido a este antecedente, es importante conocer la composición de la población del insecto, ya que el efecto mortal de los insecticidas puede tener una mayor incidencia en algunos respecto de otros. El tratamiento control refleja el comportamiento natural de la población de *S. phillyreae* ya que estos individuos no están bajo los efectos de los insecticidas hasta los 14 dda.

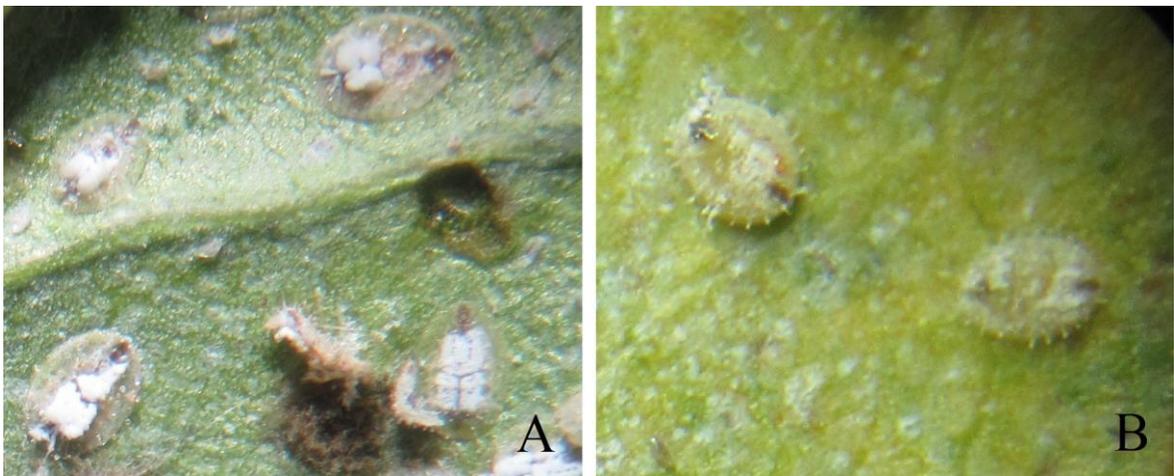
Los estadios ninfales N1, N2 y N3 no superaron los mil individuos por muestreo en este período, a diferencia de los huevos y N4 que en promedio fueron tres veces más abundantes que los demás, superando incluso los 2500 individuos a los 14 dda (Figura 2).



**Figura 2.** Número de individuos vivos de *S. phillyreae* por estadio, en el tratamiento control, en las diferentes fechas de evaluación, Chorombo, RM, aplicación el 11 de abril de 2013.

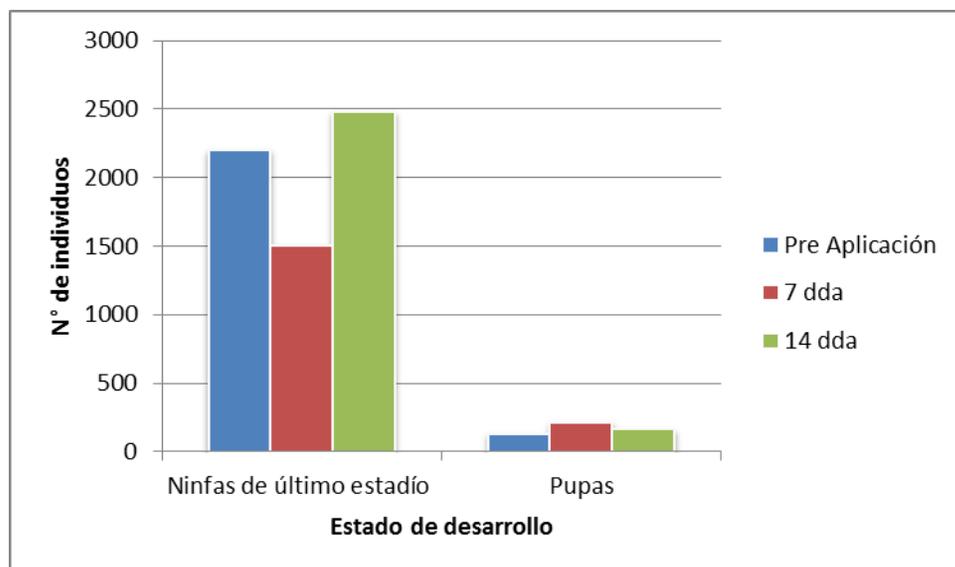
Según lo mencionado en la introducción, el último estadio de *S. phillyreae* (N4) está compuesto por ninfas de último estadio y “pupas”. En relación a estas últimas, Gill (1990) señala que son ninfas con el cuerpo engrosado que ya no se alimentan de la savia del hospedero debido a que el adulto ya está formado por completo y estaría próximo a emerger. Bajo este escenario, la “pupa” sería menos susceptible a insecticidas de tipo sistémico que la ninfa de último estadio y anteriores, que siguen alimentándose de la planta. Es por este motivo, que para la interpretación de los resultados, es importante saber en detalle la composición de N4 debido a que es el estadio que predomina (Figura 2).

El tratamiento control refleja el comportamiento natural del estadio N4 ya que los individuos no estuvieron expuestos al efecto de los insecticidas hasta los 14 dda. Para identificar una “pupa” bastó con observar el engrosamiento del cuerpo del individuo bajo lupa estereoscópica para poder discriminar (Figura 3).



**Figura 3.** A) Ninfas de último estadio y B) “Pupas” de *S. phillyreae* con evidente engrosamiento del cuerpo del individuo.

Las “pupas”, fueron en promedio el 9% de las ninfas de último estadio, encontrando menos de 250 individuos por muestreo. En el caso contrario, estas ninfas en todas las fechas de muestreo superaron los 1500 individuos, incluso llegando cerca de los 2500 a los 14 dda (Figura 4). Es importante mencionar que en todas las fechas evaluadas (0, 7 y 14 dda) había gran cantidad de cajas puparias abiertas (no incluidas en los recuentos), lo que demuestra el previo nacimiento de adultos, aunque estos no fueron cuantificados en las evaluaciones.

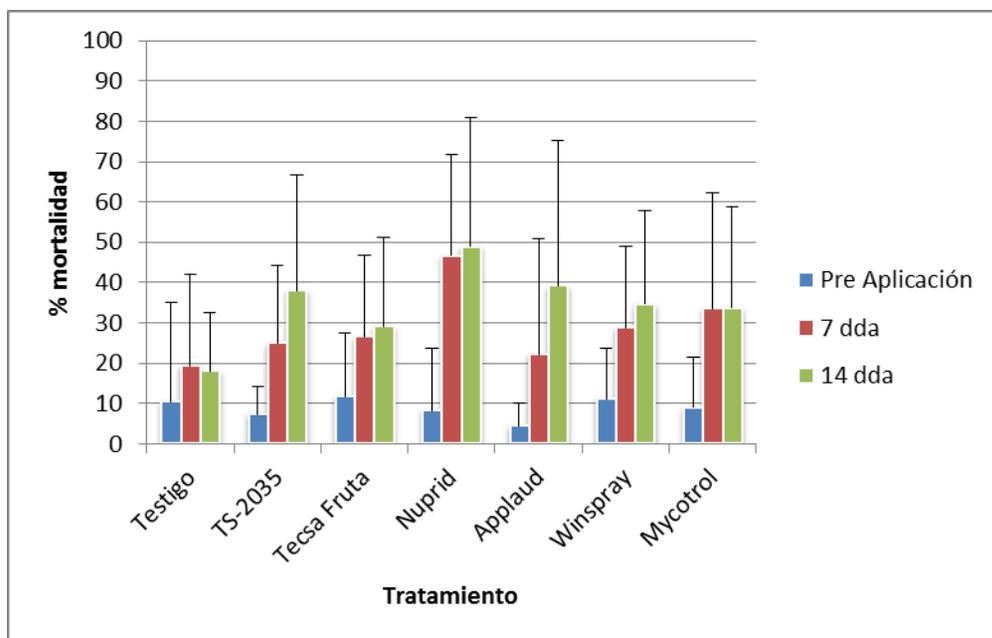


**Figura 4.** Numero de individuos vivos de *S. phillyreae* (N4) separados en ninfas de último estadio y “pupas” en el tratamiento testigo en las diferentes fechas de evaluación, Chorombo, RM, aplicación el 11 de abril de 2013.

Por otra parte, Larral y Ripa (2008) señalan que en la práctica existen pocos estudios en Chile sobre la distribución de plagas y protocolos para establecer monitoreos de manera correcta. Esto es principalmente por la dificultad de determinar umbrales de acción con adecuados niveles de confianza, ya que se requiere establecer a priori el nivel de daño aceptado, que en el caso de plagas que causan daños fisiológicos como *S. phillyreae* son difíciles de determinar.

La evaluación de ramillas pre aplicación (11-04-2013), además de entregar el estado inicial de la infestación, tuvo el propósito de conocer el nivel de mortalidad natural de los individuos, el cual en este caso fue en promedio del 9% en ninfas y sin registro de mortalidad en huevos. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en las mortalidades (%) de individuos previos a la aplicación de los insecticidas, en todos los estadios de la MBF, en los sectores que estaban asignados para los diferentes tratamientos.

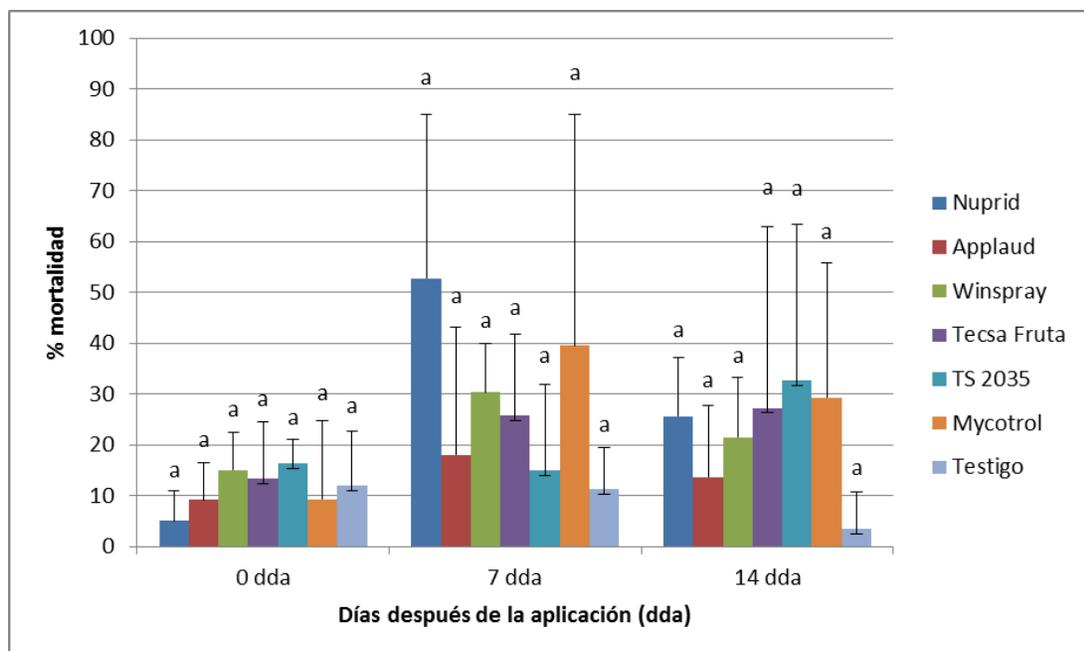
A los 7 días después de la aplicación (dda) aumentaron los porcentajes de mortalidad de individuos en el total de los estadios ninfales de *S. phillyreae*. El insecticida que obtuvo el mayor aumento de mortalidad (%) respecto al estado inicial (pre-aspersiones) de la infestación, fue imidacloprid. Nuprid®, aumentó la mortalidad de ninfas superando el 40% respecto al estado inicial de la infestación a la semana de ser aplicado, le siguió el entomopatógeno Mycotrol® (25%), TS-2035® (18%), Winspray® (18%), Applaud® (18%) y finalmente Tecsa Fruta® (15%). Además de presentar un rápido efecto, Nuprid® fue el único insecticida que mostró mortalidad en huevos llegando a un 8% (resultados no mostrados) y la mayor mortalidad de ninfas, llegando en promedio al 49% a los 14 dda (Figura 5).



**Figura 5.** Mortalidad (%) promedio de ninfas (N1, N2, N3 y N4) de *S. phillyreae* en cada tratamiento insecticida, en las diferentes épocas de evaluación, Chorombo, RM, aplicación el 11 de abril de 2013. Barras de error indican desviación estándar ( $\pm$  DE).

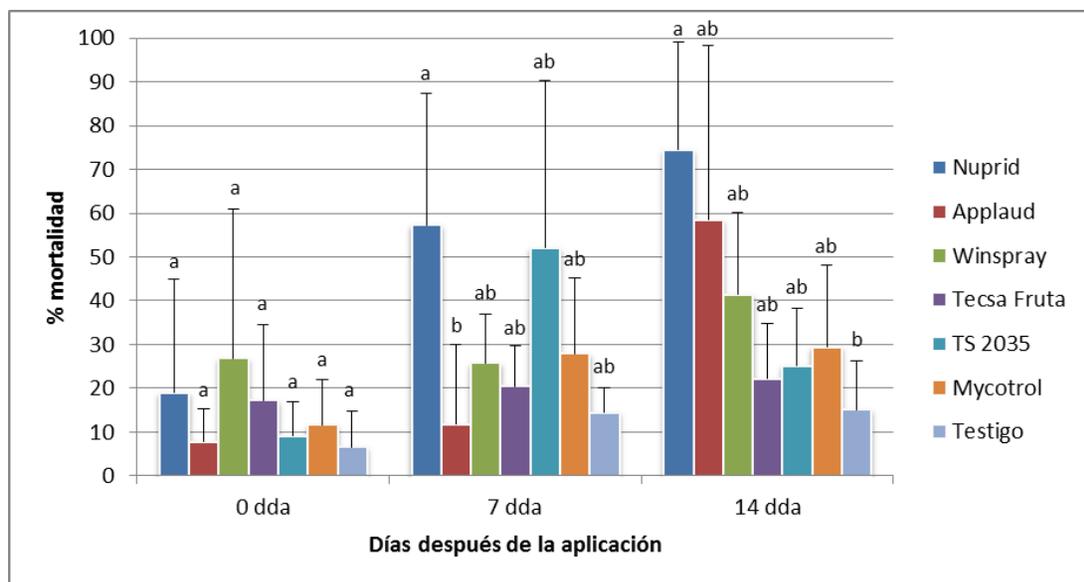
Los huevos se consideran como uno de los estadios menos susceptibles a insecticidas como los probados en este tipo de insecto. Incluso mostrando escasa mortalidad (%) en productos que tienen un largo efecto residual, como imidacloprid y en reguladores de crecimiento, como buprofezin. Sohrabi et al. (2011) obtuvo resultados concluyentes en la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*) (Hemiptera: Aleyrodidae), en donde el imidacloprid entregó resultados estadísticamente significativos en la mortalidad de huevos ( $p \leq 0,05$ ), no así el buprofezin, que no afectó a este estadio, incluso con dosis crecientes del producto. Por otro lado, Ishaaya et al. (1988), al exponer hembras de *B. tabaci* a buprofezin, obtuvo una reducción del 50% de la eclosión de los huevos, lo cual es explicado porque el insecticida afecta el desarrollo inicial de la formación del huevo dentro de la hembra. En este caso, se trata de otra especie de mosca blanca, pero sus estadios tienen un comportamiento y biología similar y el resultado de que este tipo de producto (imidacloprid) ofrece algún tipo de control sobre los huevos es un antecedente importante de mencionar para futuras investigaciones en el control de *S. phillyreae*. Los detergentes (TS- 2035®, Tecsá Fruta®), el aceite mineral (Winspray®) y el entomopatógeno (Mycotrol®) no lograron mortalidad (%) en este estadio (resultados no mostrados).

A los 7 dda ninguno de los productos utilizados en este experimento logró diferenciarse estadísticamente del testigo ( $p > 0,05$ ) respecto de la mortalidad del conjunto de los estadios ninfales de *S. phillyreae*. A los 14 dda, N1 y N3 no presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ), no así, N2 y N4, en donde Nuprid® fue el único insecticida que se diferenció significativamente del tratamiento testigo ( $p \leq 0,05$ ), llegando a 58% en N4 y superando el 70% de mortalidad en N2 (Figuras 6, 7, 8 y 9).



**Figura 6.** Mortalidad (%) del estadio N1 de *S. phillyreae* en un huerto de granado var. Wonderful. Chorombo hasta 14 días después de la aplicación (dda) de insecticidas hecha el 11.04.2013. Letras diferentes en cada fecha de evaluación muestran diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

En el estadio N1, ninguno de los insecticidas utilizados en el experimento presentó diferencias estadísticas respecto del tratamiento testigo ( $p > 0,05$ ). El producto que mostró la mayor mortalidad fue imidacloprid (Nuprid®), llegando al 52% a la semana de ser aplicado (7 dda), pero estos valores y la gran variabilidad evidenciada por una alta desviación estándar, impiden discriminar estadísticamente entre los tratamientos. Los demás tratamientos no lograron superar el 40% de mortalidad. Dentro de los estadios ninfales, N1 es el estadio más susceptible a factores de mortalidad natural, según lo mencionado por Curkovic y Ballesteros (2011). Esto se confirma en otros estudios en esta especie de mosquita (*S. phillyreae*). Por ejemplo, Gerling et al. (2004) obtuvo la mayor mortalidad (%) naturales en ninfas jóvenes (N1 y N2) de la MBF. Si bien, en este experimento no se obtuvieron resultados significativos ( $p > 0,05$ ) en este estadio (N1) de *S. phillyreae*, la mortalidad (%) de los diferentes tratamientos aumentó en prácticamente todos los casos hasta los 14 dda, excepto el testigo (Figura 6).

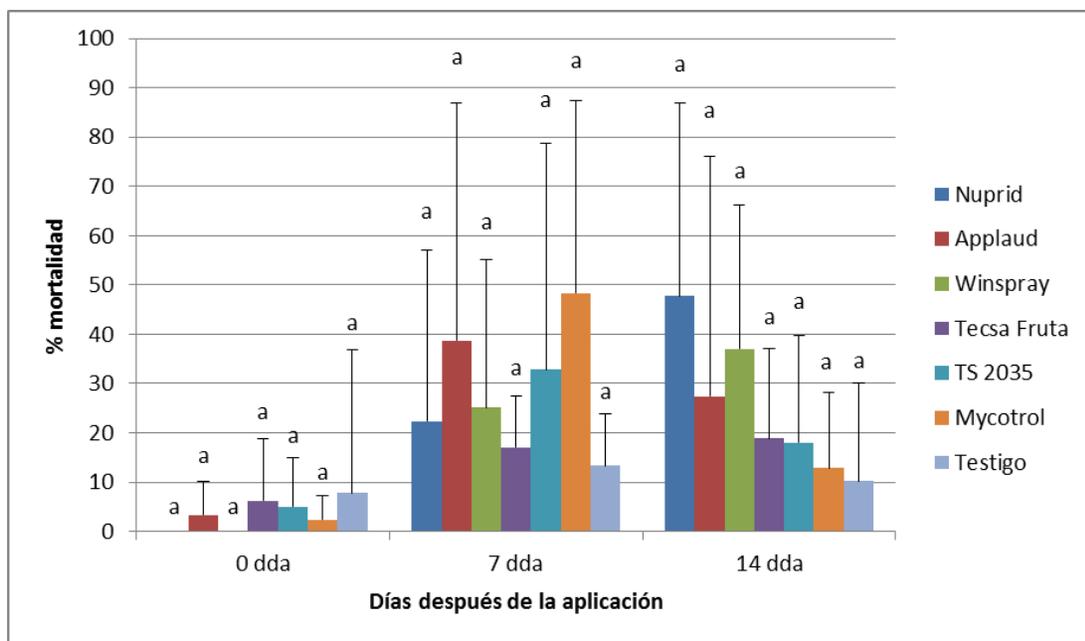


**Figura 7.** Mortalidad (%) del estadio N2 de *S. phillyreae* en un huerto de granado var. Wonderful. Chorombo hasta 14 días después de la aplicación (dda) de insecticidas hecha el 11.04.2013. Letras diferentes en cada fecha de evaluación muestran diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

Para el estadio N2, imidacloprid mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) respecto del testigo a los 14 dda, llegando al 74% de mortalidad. Si bien los demás productos ofrecieron algún grado de control, ninguno logró diferenciarse estadísticamente con el tratamiento control, por las razones antes dadas respecto de N1. En este caso Applaud® muestra promisorios resultados numéricos, llegando al 58% de mortalidad en este estadio a los 14 dda, solo siendo superado por Nuprid® (Figura 7).

Es importante mencionar que insecticidas reguladores de crecimiento como buprofezin (Applaud®), actúan en estados inmaduros de las mosquitas blancas, inhibiendo la síntesis de quitina y es particularmente eficaz en ninfas jóvenes (N1 y N2), disminuyendo el efecto mortal con el desarrollo, siendo casi nulo en las “pupas”. Aunque en algunos casos la exposición temprana al insecticida (buprofezin) puede provocar la muerte de la pupa cuando esta se está formando, o posteriormente, en la emergencia del adulto, según lo mencionado por Gerling y Sinai (1994). Entonces, el uso de buprofezin (Applaud®) en este ensayo, aunque mostró cierto nivel de control en estos estadios tempranos, no tuvo óptimos resultados ya que las ninfas jóvenes (N1 y N2) no estaban en abundancia al momento de realizar la aplicación (Figura 2) y/o la manifestación del efecto tóxico no alcanzó a advertirse en un producto cuya acción se observa durante la muda.

En el estadio N3, ningún tratamiento logró diferenciarse estadísticamente del testigo ( $p > 0,05$ ). Las mayores mortalidades (%) las proporcionó Mycotrol® y Nuprid® (48%) a los 7 y 14 dda respectivamente (Figura 8).



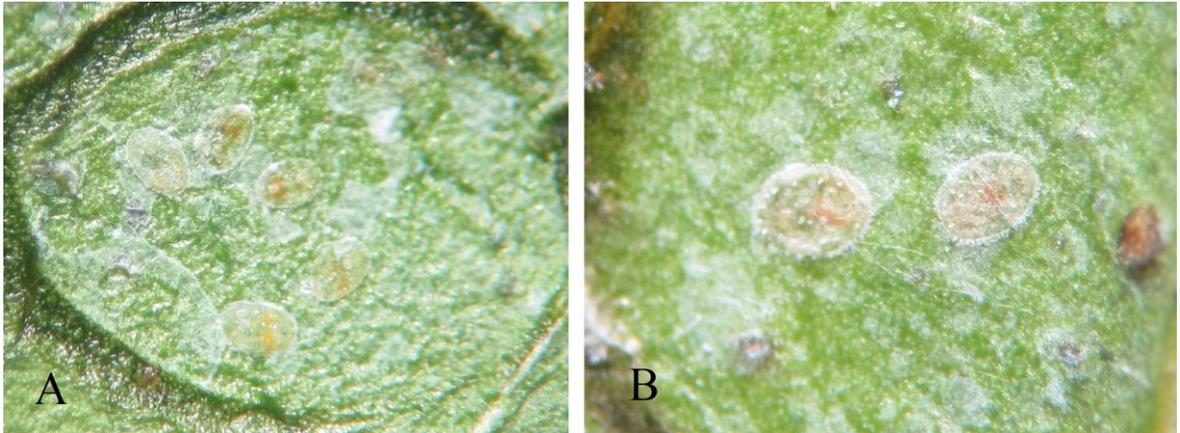
**Figura 8.** Mortalidad (%) del estadio N3 de *S. phillyreae* en un huerto de granado var. Wonderful. Chorombo hasta 14 días después de la aplicación (dda) de insecticidas hecha el 11.04.2013. Letras diferentes en cada fecha de evaluación muestran diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

Se esperaba que los productos alternativos utilizados en el experimento obtuvieran mayor mortalidad (aceite, detergentes y entomopatógeno) en los estadios ninfales mencionados en párrafos anteriores (N1, N2 y N3), sin embargo ninguno logró diferenciarse estadísticamente del testigo ( $p > 0,05$ ). De acuerdo a esto, en los siguientes párrafos se entregan algunos antecedentes sobre el modo de acción y la efectividad de estos productos al momento de controlar a la MBF.

El año 2012 se realizó un estudio (Curkovic, 2012, no publicado) en granados que utilizó el aceite mineral Winspray® para el control de ninfas de la MBF, sin resultados significativos al no diferenciarse estadísticamente del tratamiento testigo ( $p > 0,05$ )<sup>1</sup>, al igual que ocurrió en la presente investigación. Por otro lado, Curkovic y Ballesteros (2011) en olivos (*Olea europea* L), demuestran que el aceite mineral Winspray® usado con mojamientos elevados proporciona un control significativo de ninfas desde los 14 dda (principalmente estadios N1, N2 y N3) ( $p \leq 0,05$ ), mientras que en el presente estudio había mayoritariamente huevos y N4.

En el caso de los detergentes de uso agrícola (TS-2035® y Teca Fruta®), estos actúan removiendo la cera superficial de este tipo de insectos (Butler et al, 1993), causando posteriormente la deshidratación del cuerpo (Curkovic et al, 1995). Los principales síntomas encontrados en estos productos fueron el cuerpo aplanado, remoción de ceras y la desecación (Figura 9).

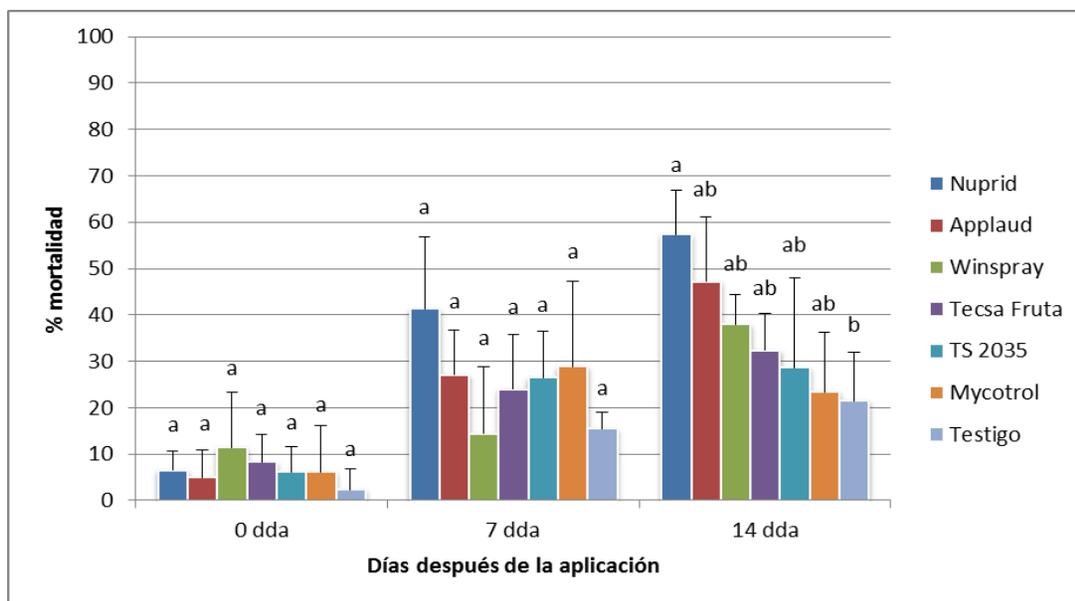
<sup>1</sup> Curkovic T. 2012, abr. Ensayo de control de la mosquita blanca del fresno, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae) en granado. [No publicado]. Santiago, Chile. Fc. Cs. Agronómicas Universidad de Chile.



**Figura 9.** Sintomatología de ninfas de último estadio de *S. phillyreae* controladas con detergentes de uso agrícola en granados. A) Controladas con Teca Fruta® a los 14 dda y B) controladas con TS-2035® a los 7 dda.

Curkovic y Ballesteros (2011) probaron estos dos detergentes de uso agrícola en las mismas concentraciones (1% v/v) en verano para controlar ninfas (principalmente N1, N2 y N3) de *S. phillyreae* en olivos en el valle de la Región de Atacama, Chile. Teca Fruta® se diferenció estadísticamente del tratamiento testigo al evaluarlo a los 14 dda ( $p \leq 0,05$ ) en pleno verano. Este resultado difiere de los obtenidos en este estudio, sin embargo en condiciones diferentes, ya que los tratamientos en olivos fueron en condiciones bajo invernadero y con elevados mojamientos que aseguraron el contacto directo del producto con la plaga. Además, nuevamente se hace referencia a que la composición de la población en el presente experimento era mayoritariamente huevos y N4 (Figura 2).

Para el estadio N4, imidacloprid (Nuprid®) mostró diferencias estadísticamente significativas del testigo ( $p \leq 0,05$ ) sólo a los 14 dda, llegando a un 57%. Si bien, los demás productos utilizados mostraron un aumento numérico del grado de control en este estadio, no lograron diferenciarse del control (Figura 10).



**Figura 10.** Mortalidad (%) del estadio N4 de *S. phillyreae* en un huerto de granado var. Wonderful. Chorombo, RM, hasta 14 días después de la aplicación (dda). La aspersión se realizó el 11.04.2013. Letras diferentes en cada fecha de evaluación muestran diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

Imidacloprid (Nuprid®) es un insecticida de la familia de los neonicotinoides, y actúa a nivel de sistema nervioso central causando el colapso del cuerpo del insecto (Ishaaya et al., 1988; Sohrabi et al., 2012; Yamamoto, 1996). El principal síntoma observado en este tratamiento fue el cuerpo de las ninfas aplanado sin remoción de cera superficial y con deposiciones líquidas, anormalmente oscuras al lado del individuo (figura 11). En general, fue el insecticida con la mayor mortalidad, el único en proporcionar mortalidad en huevos (8%, resultados no mostrados) y con resultados estadísticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ) en N2 y N4.



**Figura 11.** Sintomatología de ninfas de último estadio de *S. phillyreae* tratadas con imidacloprid (Nuprid®) en granado a los 7 dda.

Otros estudios, entre ellos, Bi et al. (2002) en la mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*), Ali et al., (2005) en *B. tabaci* y Curkovic y Ballesteros (2011) en *S. phillyreae* en olivares de la Región de Atacama, Chile, demuestran la rápida acción de imidacloprid en este tipo de insectos, logrando matar la población de ninfas significativamente ( $p \leq 0,05$ ), con porcentajes de mortalidad en promedio del 90% a los pocos días de aplicado el producto. Si bien todos los estudios anteriores demuestran la efectividad del imidacloprid en controlar diferentes especies de moscas blancas, incluyendo *S. phillyreae*, ninguno de ellos se hizo en el cultivo del granado y la mayoría fueron hechos en primavera o verano, pero no a fines de verano o inicios del otoño, con plantas menos senescentes y en períodos más calurosos. El año 2012, se realizó un ensayo de control de ninfas (sin discriminar por estadio) de la MBF en granados de la zona central de Chile bajo condiciones similares al presente estudio (también a fines de verano), en donde imidacloprid tampoco resultó en alta mortalidad (30%), aunque también se diferenció significativamente ( $p \leq 0,05$ ) del tratamiento testigo<sup>2</sup>, con dominancia de N4, coincidiendo con los resultados de este experimento.

Un punto importante de mencionar es que el uso del imidacloprid provoca gran mortalidad en *Clitostetus arcuatus* (larvas y adultos), coccinélido depredador de *S. phillyreae*, catalogado como uno de los principales enemigos naturales debido a los promisorios resultados en el control biológico de MBF (Curkovic, 2013). Buprofezin, debido a su modo de acción, presenta especificidad hacia Hemiptera, y no tiene gran impacto en coleópteros. No obstante ello, se midió algún efecto adverso marginal en estados juveniles. Autores como Estay et al. (2009) recomiendan utilizar imidacloprid vía riego, de manera que ante la nula exposición, no afecte a estos insectos controladores de la MBF como *C. arcuatus*.

En la evaluación de ramillas, previa a la aplicación de los tratamientos, y a los 7 y 14 dda, no hubo evidencia de enemigos naturales. Estos insectos, controladores de la MBF, necesitan diferentes condiciones ambientales para adaptarse y establecerse, y recién comenzar su efecto controlador sobre la plaga. Entre los enemigos naturales de *S. phillyreae* que logró establecerse con éxito en Chile, está el coccinélido depredador *C. arcuatus* (Curkovic y Ballesteros, 2011) mencionado en el párrafo anterior, que según Estay et al (2007) con temperaturas del orden de los 32°C muestra una alta tasa de mortalidad (cercana al 50%), y de los sobrevivientes, solo la mitad logra colocar huevos. Además de alcanzar estas temperaturas fácilmente en verano en la localidad del ensayo, se debe tener en cuenta, que si se logra la adaptación de este insecto controlador de *S. phillyreae*, la única alternativa para el manejo de la MBF utilizando el control biológico, debe ser realizado a través del manejo integrado de plagas (MIP), osea integrando técnicas de monitoreo, manejos culturales e insecticidas selectivos, que no es el caso del predio donde se realizó el experimento, en donde sólo utilizan insecticidas convencionales para el control de estos insectos perjudiciales para el granado. Si bien existe el antecedente previo que no hubo aplicaciones de insecticidas en el sector del experimento, el huerto, que incluye cuarteles más antiguos y otros frutales (incluyendo cítricos y nogales), sigue un plan de manejo de plagas tradicional, que incluye el uso de neonicotinoides como el imidacloprid en diferentes épocas de la temporada, lo que probablemente perjudica el

---

<sup>2</sup> Curkovic T. 2012, abr. Ensayo de control de la mosquita blanca del fresno, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae) en granado. [No publicado]. RM. Fc. Cs. Agronómicas Universidad de Chile.

desarrollo y establecimiento de los controladores biológicos de *S. phillyreae*, y fue la probable razón de no encontrarlos en los muestreos.

Otra desventaja importante de mencionar, es que el uso de este tipo de insecticidas (imidacloprid y buprofezin) involucra el riesgo de encontrar residuos del producto en la fruta, al ser utilizados cerca del periodo de cosecha, lo cual limita su uso y hace necesario establecer períodos de carencia (plazo entre última aplicación y la cosecha).

La exportación de granadas a mercados exigentes, como por ejemplo, la Unión Europea (EU) en donde los límites máximo de residuo (MLR) son 0,05 y 1,0 mg kg<sup>-1</sup> de buprofezin e imidacloprid respectivamente (Comisión Europea, 2014), abren la puerta al uso de productos alternativos como aceites minerales, detergentes y entomopatógenos, que además de ofrecer la oportunidad ser aplicados incluso en el periodo de cosecha (ya que no tienen residuos cuestionados), presentan menor toxicidad a los enemigos naturales, lo cual los hace compatibles con un programa de manejo integrado de plagas (MIP) (Estay et al., 2009; Curkovic, 2011). Sin embargo, la composición de la población puede ser una limitante a su éxito en el control. Adicionalmente, se debe considerar si estos productos están registrados para el uso específico en granados en Chile.

Según los resultados de esta investigación, los productos alternativos utilizados (detergentes, aceite y entomopatógeno) no son la alternativa óptima para el control de *S. phillyreae*, al no diferenciarse estadísticamente del tratamiento testigo ( $p > 0,05$ ), aunque muestran resultados numéricos que sugieren algún control. En la búsqueda de las posibles razones entre los diferentes resultados que se obtuvieron en olivares de la región de Atacama y el presente estudio, es necesario mencionar que se trata de especies frutales diferentes y que la aplicación de los productos ocurrió en fechas en donde la composición de la población de *S. phillyreae* no tiene similitud. Por lo tanto, es importante tener en cuenta, que al momento de probar insecticidas alternativos, como son aceites minerales, detergentes y entomopatógenos, que tienen mayor toxicidad en determinados estadios de *S. phillyreae*, poder establecer el momento óptimo para realizar la aplicación en donde estos estadios son abundantes (N1, N2 y N3) y los productos podrían tener los mejores resultados, de esta manera, optimizar los recursos y controlar efectivamente la infestación de la MBF. Además, debido al hábito de desarrollo del insecto y el modo de acción de estos productos, se hace estrictamente necesario el contacto directo del líquido sobre la plaga para causar el efecto controlador. En este caso, ese contacto no fue el óptimo encontrando dentro de un mismo árbol tratado colonias completamente vivas a los 14 dda, como lo contrario, aumentando la variabilidad de los resultados. Esto se manifiesta en altos valores de la desviación estándar en las diferentes fechas y estadios. Sin embargo, al mostrar un aumento de la mortalidad en el tiempo, estos resultados sirven como antecedente para futuras investigaciones que buscan potenciar el uso de productos inocuos tanto como para el medio ambiente, como para el ser humano.

En las ramillas marcadas para la revisión de síntomas fitotóxicos, tanto el brote nuevo como el brote adulto, no presentaron evidencia de algún síntoma a los 7 dda, salvo TS 2035® y Mycotrol®, que presentaron escasas y pequeñas manchas necróticas en aproximadamente un 10% de sus hojas en las ramillas marcadas, estimando un 7% de la lámina afectada (no hubo análisis estadístico) (Figura 13).



**Figura 13.** Síntomas leves de fitotoxicidad causada por Mycotrol® (A) y TS 2035® (B) en hojas de granados, 7dda, Chorombo, abril de 2013.

A los 14 dda no hubo evidencia visual de algún síntoma fitotóxico, pues en la mayoría de las ramillas marcadas, las hojas ya estaban senescentes debido al inicio de la entrada en receso de los árboles.

En la evaluación de frutos, tanto a los 7 como a los 14 dda, no se registraron síntomas visuales fitotoxicidad relacionada con la aplicación de los tratamientos. Solo se observó síntomas atribuibles al golpe de sol y russett causado por contacto de frutos con ramas y espinas, pero esto se observó indistintamente en todos los tratamientos, incluido el testigo, por lo tanto se concluye que no hubo efectos adversos en los frutos, como consecuencia de los tratamientos con plaguicidas (no hubo análisis estadístico en este procedimiento).

## CONCLUSIONES

Dentro de los insecticidas evaluados, Nuprid® demostró ser la mejor alternativa para el control de *S. phillyrae* en granados. A pesar de que los productos alternativos utilizados (Winspray®, Teca Fruta®, Mycotrol®) en este experimento no mostraron resultados concluyentes, sugieren ser promisorios en diferentes estadios ninfales de *S.phillyrae* o bajo otras estrategias, como el aumento de sus concentraciones en la dosificación del producto o la repetición de las aspersiones (más tempranas) en la temporada. Además estos productos mostraron mínimos síntomas fitotóxicos en las plantas. Esto es un antecedente importante para futuras investigaciones con este tipo de productos que ofrecen ventajas del tipo económico, de oportunidad de aplicación y medioambientales, que los hace compatibles con el manejo integrado de plagas (MIP).

## BIBLIOGRAFIA

- Abd-Rabou S. 2006, May. Biological Control of the Pomegranate Whitefly, *Siphoninus phillyreae* (Homoptera:Aleyrodidae:Aleyrodinae) by Using the Bioagent *Clitostethus arcuatus* (Coleoptera:Coccinellidae). *Journal of Entomology*, 3(4): 331-335.
- Arnal, E.; Ramos, F.; Debrot, E. y Pacheco, W. 1994, sep. Detección de la mosca blanca del granado: *Siphoninus phillyreae* Haliday (Homóptera: Aleyrodidae). *Boletín de Entomología Venezolana*, N.S. (2): 199-201.
- Arnal, E. y F. Ramos. 2000, oct. La mosca blanca del granado. *Revista técnica Fonaiap Divulga*, 67: 25-27.
- Bautista-Banos, S., A. N. Hernandez-Lauzardo, M. G. Velázquez-del Valle, M. Hernandez-Lopez, E. Ait-Barka, E. Bosquez-Molina and C. L. Wilson. 2006, Jan. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*, 25: 108-118.
- Bellows, T.S., T.D Paine, K.Y. Arakawa, C. Meisenbacher, P. Leddy and J. Kabashima. 1990, Aug. Biological control sought for ash whitefly. *California Agriculture* 44(1): 4-6.
- Bellows T., Paine T., Gould J., Bezark L., Ball J., 1992, Mar. Biological control ash whitefly a success in progress. *California agriculture*. 46: 24-28.
- Bi J., Toscano N., Ballmer G. 2002, May. Greenhouse and field evaluation of six novel insecticides against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on strawberries. *Crop Protection* 21: 49-55.
- Butler G. D, T. J. Henneberry, P.A Stansly and K. Schuster. 1993, Apr. Insecticidal Effects of Selected Soaps, Oils and Detergents on the Sweetpotato Whitefly:(Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomological Society*. 76: 161-167.
- Curkovic T., 2013. Manejo integrado de plagas del olivo en Chile. (cap. 7, pp. 155-201). En: Aportes al conocimiento del cultivo del olivo en Chile. Chile: Universidad de Chile. 266p. (Serie Ciencias Agronómicas N°21).
- Curkovic T. y Ballesteros C., 2011. Manejo integrado de plagas clave del olivo en Copiapó y Huasco. (cap. 6, pp. 117-144). En: *Fichet et al.(eds.)*. El olivo: Estudio agronómico en la región de Atacama. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 171p. (Serie Ciencias Agronómicas N°16).
- Curkovic T., Ballesteros C., y Carpio C., 2015. Manejo integrado de las plagas del granado. (cap. 5, pp. 159-232). En: *Henríquez y Franck (eds.)*. Bases para el cultivo del granado en Chile. Santiago, Chile. Universidad de Chile 317p. (Serie ciencias Agronómicas N° 25)

Curkovic T., González R., y Barría G. 1995, ago. Control de ninfas de primer estado de *Saissetia oleae* (Oliver) con detergentes en pomelos y laurel de flor. *Simiente*, 65(1-3): 133-135.

Curkovic T., 2011, nov. Plaga del Olivo: Manejo integrado de la mosquita blanca del fresno en olivos en Chile (Parte 1). *Redagráfica*: 72-73.

Charles H.P, J.C. Ball, K.C. Casanave, K.M. Klonsky, K.M. Jetter, L.G. Larry and S.E. Schoenig. 1996, Abr. Establishment of the Ash Whitefly Parasitoid *Encarsia inaron* (Walker) and Its Economic Benefit to Ornamental Street Trees in California. *Biological Control*, 6(2): 260-272.

Charlin C., 2004, may. Detección y Monitoreo (Muestreo) de las plagas más importantes en huertos de cítricos (Parte1). *ACONEX*, 83: 5-12

Davidson, N. A., J. E. Dibble, M. L. Flint, P. J. Marer, and A. Guye. 1991. Managing insects and mites with spray oils. Publication 3347, University of California, Davis, CA, EE.UU.

DeQuattro, J. 1995, Jun. Whitefly fungus on its way to growers. *Journal of Agricultural Research*, 43:16-17.

Estay, P., V. Gonzales y C. Rojas. 2009, may. Mosquita blanca del fresno *Siphoninus phillyreae* (Hemiptera: Aleyrodidae) y su control biológico (inf. N°8). Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA). Iquique, Chile: INIA URURI, 4p.

Franck, N., R. Hillel y A. Kaplan. 2009. Producción y manejo de plantaciones de granado en Chile, Israel y Argentina. En: Fundación Chile (Ed). Seminario Granados, Perspectivas y Oportunidades de un Nuevo Negocio. Santiago, Chile 25 de agosto, 2009. Fundación Chile. Santiago, Chile. pp 28-42

García, G. C. y Tamez, G. P. 2012. Mercado de bioinsecticidas en México. Curso de agricultura orgánica y sustentable. Fundación Produce Sinaloa. 114p.

García-Viguera C., Pérez Vicente, A. 2004, oct. La granada. Alimento rico en polifenoles antioxidantes y bajo en calorías. *Alimentación, nutrición y salud*, 11(4): 113-120.

Gerling D., Rottenberg O., Bellows T.S. 2004, Jul. Role of natural enemies and other factors in the dynamics of field population of the whitefly *Siphoninus phillyreae* (haliday) in introduced and native environments. *Biological Control*, 31:199-209.

Gerling D. y P. Sinai, 1994, Nov. Buprofezin Effects on Two Parasitoid Species of Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 87(4): 842-846

Gill, R. J. 1990. The morphology of whiteflies. En: Whiteflies: their Bionomics. Pest Status and Management. Ed. D. Gerling, Intercept Ltd, Andover UK. 13-46p.

Gregory S.H. y A.E. Gregory. 2005, Apr. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera:Aleyrodidae) of the Southeastern United States. *Florida Entomologist*, 88(4): 518-533.

Gould J., Bellows T., Paine T., 1997, Apr. Evaluation of Biological control of *Siphoninus phillyreae* (Haliday) by the parasitoid *Encarsia partenotepa* (Walker), using life-table analysis. *Biological Control*, 2: 257- 289.

Henríquez J. 2015. Antecedentes generales (cap. 1, pp. 13-26). En: *Henríquez y Franck (eds.)*. Bases para el cultivo del granado en Chile. Santiago, Chile. Universidad de Chile 317p. (Serie Ciencias Agronómicas N° 25).

Horowitz, A. R, P. C. Ellsworth and I. Ishaaya. 2009. Biorational pest control - An overview. 1–20p. En: Ishaaya, I. and A. R. Horowitz (ed.). Biorational Control of Arthropod Pests: Application and Resistance Management. Springer, Berlin, Germany.

Ishaaya, I., Mendelson, Z., Melamed-madjor, V., 1988, Jul. Effect of buprofezin on embryogenesis and progeny formation of sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 81: 781-784.

Jetter K., Klonsky K., Pickett C. 1997. Mar. A Cost/Benefit analysis of the Ash Whitefly y biological control program in California. *Journal of Arboriculture*, 23(2): 65-71.

Kozar F., y Bink-Moenen M., 1988, Jul. New data to the knowledge of the whiteflies of the Palearctic region (Homoptera: Aleyrodidae). *Folia Entomologica Hungarica*, 49: 117-121.

Lankin, G., T. Curkovic y F. Rodriguez, 2011, nov. Plaga del Olivo: Manejo integrado de la mosquita blanca del fresno (Parte II). *Redagricola*: 74- 76.

Larral P., Ripa R., 2003, jul. Monitoreo de plagas, herramienta clave para el manejo intergrado. *Tierra Adentro*, 51: 26-29.

Larral P., Ripa R., 2008. Monitoreo de plagas y registros (cap. 3, pp. 51-60) En: Manejo de plagas en paltos y cítricos. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 397 p.

Liu, T.X., Oetting, R.D., Buntin, G.D., 1993, Aug. Population dynamics and distribution of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia following applications of three chemical insecticides. *Journal of Entomological Science*, 28 (1): 126–135.

Lavin A., y K. Matsuya, 2004. Frutales: Especies con potencial en el secano interior. Ed. C. Pérez. Chillán, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 150p.

MaCoy C., Samson R., Boucias D., 1988, Nov. Microbial insecticides, Part A: Entomogenous protozoa and fungi. En: Ignoffo C. y Mandava N. Handbook of Natural Pesticides, 5: 151-236.

Maranhao E. y Maranhao E. 2009, sep. Hongos entomopatógenos: Importante herramienta para el control de “Moscas blancas” (Homoptera: Aleyrodidae). Anais da Academia Pernambucana de Ciencia Agronómica, 5(6): 209-242.

Mare P., 1988. The safe and effective use of pesticides. Pesticide application compendium. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3324: 87-88p.

Melgarejo, P. y Martínez, R. 1992. El granado. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid: 163 pp.

Musuna A., 1984, Aug. A method for monitoring whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.), in cotton in Zimbabwe. Agriculture, Ecosystems and Environment, 17: 29-35.

Myartseva S., 2006, Jan. *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) and its parasitoid, *Encarsia Inaron* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae): Two new records of insects for Mexico. Entomological News, 117: 451-454.

Myartseva S., y Lázaro-Castellano C., 2011, ago. Primer registro de *Siphoninus phillyreae* (Hemiptera: Aleyrodidae) y su parasitoide *Encarsia Inaron* (Hymenoptera: Aphelinidae) en Morelos, Mexico. Acta Zoológica Mexicana, 27 (3): 879-882.

Nagata, T., 1986, Aug. Timing of buprofezin application for control of the brown planthopper, *Nilarpavata lugens* Stal. (Homoptera: Delphacidae). Applied Entomology Zoology, 21: 357-362.

Nguyen Ru y A.V.Hamon. 1990, Aug. Ash Whitefly, *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae: Aleyrodinae) (Bol. Tec. N° 337). The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). Florida U.S. 4p.

Palumbo, J.C., Horowitz, A.R., Prabhaker, N., 2001, Jul. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Protection, 20 (9): 739-765.

Pedemonte M., Bruno M., Grilli M., 2013, ene. Comparación a campo de distintos cultivares de olivo (*Olea europea* L.) como hospederos de *Siphoninus phillyreae* (Haliday). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias., Universidad Nacional de Cuyo, 45 (1): 135-142.

Pickett, CH. y Pitcairn MJ. 1999, Jan. Classical biological control of ash whitefly: factors contributing to its success in California. BioControl, 44: 143-158.

Pinto-Zevallos D., y Vänninen I., 2013, Jan. Yellow sticky traps for decision-making in whitefly management: What has been achieved?. Crop Protection, 47: 74-84.

Reglamento Ley N° 491. II Actos no legislativos. Union Europea. ES 2014. 91p. [Publicada en el Diario Oficial de la Union Europea el: 16 de mayo de 2014].

Rodriguez F., 2009, oct. Prevención del ataque de la mosquita blanca: Control biológico en olivares de Chile y Argentina. INIA Tierra Adentro, 86: 18-19.

Sepúlveda, G., H. Vargas, E. Cajias y P. Gallo, 2010, nov. Manejo de plagas y enfermedades en olivos, incorporando criterios de producción limpia (Inf. Tec. N° 37). Centro de Investigaciones Especializado en Agricultura del Desierto y Altiplano (CIE), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Región de Arica y Parinacota, Chile: INIA- URURI. 8p.

Sohrabi F., Shishehbor P., Saber M., Mosaddegh MS., 2011. May. Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Crop Protection, 30: 1190-1115.

Sohrabi F., Shishehbor P., Saber M., Mosaddegh MS., 2012, Oct. Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on the whitefly parasitoid *Encarsia inaron* (Hymenoptera: Aphelinidae). Crop Protection, 32: 83-89.

Sorensen J.T., Gill R.T., Dowell R.V., Garrison R.W. 1990, Oct. The introduction of *Siphoninus phillyreae* (Haliday)(Homoptera: Aleyrodidae) into NorthAmerica: niche competition, evolution of host plant acceptance, and a prediction of its potential range in the Nearctic. Pan-Pacific Entomologist, 66: 43-54.

Staal G., 1975, Feb. Insect growth regulators with juvenile hormone activity. Annual Review Entomol, 20: 417-460.

Tamayo P., 2007, jul. Enfermedades del aguacate. Revista Politécnica, 4: 51-70.

Tavadjoh Z., H. Hazehzarghani, H. Alemansoor, J. Khalghani and A. Vikram. 2010, Oct. Biology and feeding behaviour of ladybird, *Clitostethus arcuatus*, the predator of the ash whitefly, *Siphoninus phillyreae*, in Fars province, Iran. Journal of Insect Science, 10: 120.

Tsagkarakis A., 2012, Jul. First record of *Siphoninus phillyreae* on pomegranate in Greece. Entomologia Hellenica, 21: 39-43.

Teixeira da Silva J., Rana T., Narzary D., Verma N., Meshram D., Ranade S. 2013, Nov. Ene- may. Pomegranate biology and biotechnology: A review. Scientia Horticulturae, 160: 85–107

Toscano, N.C., Prabhaker, N., Zhou, S., Ballmer, G., 1998. Toxicity of Applaud and Knack against silverleaf whiteflies from southern California: Implications for susceptibility monitoring. In: Dugger, P., Richer, D. (Eds.), Proceedings of Beltwide Cotton Research Conference, National Cotton Council of America, Memphis, TN. 1093–1095.

Valencia, V. 2011, dic. Reestablecimiento de *Siphoninus finitimus* (Hemiptera: Aleyrodidae) como una especie valida, en base a datos morfológicos, plantas hospederas y parasitoides en el Perú. Revista Peruana de Entomologia, 46(2): 59 - 67.

Wraight, S.P., Carruthers, R.I., Bradley, C.A., Jaronski, S.T., Lacey, L.A., Wood, P., and Galaini-Wraight, S. 1998, May. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Journal of Invertebrate Pathology, 71: 217-226.

Yamamoto, I., 1996, Jan. Neonicotinoids- mode of action and selectivity. Agrochem Japan, 68: 14-15.