



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

BASES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL CHANCHITO BLANCO
(*Pseudococcus viburni*) EN GRANADO (*Punica granatum*): EVALUACIÓN
DE MÉTODOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
MENCIÓN SANIDAD VEGETAL

CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA

DIRECTOR DE TESIS
TOMISLAV CURKOVIC SEKUL

PROFESORES CONSEJEROS
JAIME ARAYA CLERICUS
ÍTALO CHIFFELLE GÓMEZ

SANTIAGO - CHILE

2013

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

BASES PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL CHANCHITO BLANCO (*Pseudococcus
viburni*) EN GRANADO (*Punica granatum*): EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE
SEGUIMIENTO Y CONTROL.

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Grado de Magíster en Ciencias
Agropecuarias, Mención Sanidad Vegetal.

CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA

	Calificaciones
DIRECTOR DE TESIS	
Tomislav Curkovic Sekul	Aprobado
Ingeniero Agrónomo, PhD.	
PROFESORES CONSEJEROS	
Jaime Araya Clericus	Aprobado
Ingeniero Agrónomo, PhD.	
Ítalo Chiffelle Gómez	Aprobado
Bioquímico, PhD.	

Santiago, Chile
2013

AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a la memoria de mis abuelos, por su cariño y preocupación de que obtenga una buena formación académica.

Son varios a los que tengo que mencionar en los agradecimientos:

A mi familia por su apoyo incondicional, en todo momento y en todo lugar.

A mi Director de tesis, Tomislav Curkovic, por haberme invitado a participar el proyecto INNOVA11-BPC-10035, con el cual se financió esta investigación; y por su apoyo y colaboración durante el desarrollo de esta tesis.

A los profesores Ítalo Chiffelle y Jaime Araya por ayudarme a pulir el documento escrito.

Al Centro de Estudios en Postcosecha de la Universidad de Chile (CEPOC), por facilitarme sus instalaciones y apoyo para el desarrollo del último objetivo de este trabajo de investigación.

A Brian Baeza, Francisco Zuazua y Gerardo Barria por su colaboración en el trabajo de campo.

A Carolina Ballesteros por su colaboración en el trabajo de laboratorio.

A Diego Guevara por su colaboración y buenos consejos que me han ayudado a llegar a buen término en este momento tan importante en mi vida.

Y finalmente, a todos los buenos amigos que he podido hacer aquí en Chile, que ayudaron para que pudiese disfrutar del programa de Magíster y a que mi estadía al Sur del continente sea agradable.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
ÍNDICE DE CUADROS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ANEXOS Y APÉNDICES	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
El granado	8
Chanchito blanco de la vid	9
Manejo integrado	10
Literatura citada	12
CAPÍTULO I:	
SEGUIMIENTO DEL CHANCHITO BLANCO (<i>Pseudococcus viburni</i> S.) EN UN HUERTO DE GRANADOS (<i>Punica granatum</i> L.)	
Resumen	16
Abstract	17
Introducción	18
Hipótesis	19
Objetivos	19
Materiales y métodos	20
Lugar del estudio	20
Comparación de los métodos de seguimiento del chanchito blanco	20
Trampas de agregación	20
Trampas adhesivas	21
Revisión visual de follaje y frutos	22
Análisis de los resultados	22
Dinámica poblacional del chanchito blanco	23
Análisis de los resultados	23
Resultados	24
Evaluación de los métodos de seguimiento del chanchito blanco	24
Dinámica poblacional del chanchito blanco	28
Discusión	34
Conclusiones	37
Literatura citada	38
Anexos	40
Apéndices	41

CAPÍTULO II:

EFECTO DE INSECTICIDAS ALTERNATIVOS (DETERGENTES, ACEITE AGRÍCOLA, ENTOPATÓGENO) EN EL CONTROL DEL CHANCHITO BLANCO (*Pseudococcus viburni* S.) EN GRANADO (*Punica granatum* L.) EN OTOÑO

Resumen	43
Abstract	44
Introducción	45
Hipótesis	46
Objetivos	46
Materiales y métodos	47
Ensayo de laboratorio	47
Crianza del chanchito blanco	47
Tratamientos y diseño experimental	47
Manejo del experimento	48
Evaluación y criterio de mortalidad	48
Análisis de los resultados	49
Ensayo de campo	49
Lugar del estudio	49
Tratamiento y diseño experimental	49
Manejo del experimento y evaluación de la supervivencia	50
Evaluación de la fitotoxicidad de los tratamientos	50
Análisis de los resultados	50
Resultados	51
Ensayo de laboratorio	51
Ensayo de campo	51
Discusión	53
Conclusiones	55
Literatura citada	56

CAPÍTULO III:

CONTROL DEL CHANCHITO BLANCO CON INMERSIÓN DE FRUTOS DE GRANADO EN SOLUCIONES MODIFICANDO CUATRO FACTORES EN POST-COSECHA

Resumen	59
Abstract	60
Introducción	61
Hipótesis	62
Objetivos	62
Materiales y métodos	63
Crianza del chanchito blanco	63
Tratamientos y diseño experimental	63
Evaluación del control del chanchito blanco	64

Evaluación del daño en la fruta por el tratamiento	64
Análisis de los resultados	65
Resultados	66
Discusión	75
Conclusiones	77
Literatura citada	78
Apéndices	81
LITERATURA CITADA EN LA TESIS	82

Índice de Cuadros

	Págs.
1.1 Relación entre medidas externas del fruto de granado var. Wonderful y la abundancia de <i>P. viburni</i> registrada dentro de los frutos	32
1.2 Relación entre parámetros climáticos y la población de <i>P. viburni</i> en una plantación de granado var. Wonderful	32
2.1 Productos comerciales, ingredientes activos y dosis de los tratamientos que se evaluaron en laboratorio para el control del chanchito blanco	48
2.2 Tratamientos de campo evaluados para el control del chanchito blanco en granado var. Wonderful	49
2.3 Mortalidad (%) de ninfas de <i>P. viburni</i> sometidas a varios tratamientos aplicados con torre de Potter	51
2.4 Promedios del número de individuos vivos de <i>P. viburni</i> en trampas de cartón corrugado, por tratamientos, en granados var. Wonderful	52
2.5 Promedios del número de individuos vivos de <i>P. viburni</i> en frutos, por tratamientos, en frutos granado var. Wonderful	52
3.1 Tratamientos evaluados en un experimento de postcosecha con estructura factorial, para el control de <i>Pseudococcus viburni</i> en frutos de granado	64
3.2 Análisis de varianza del efecto de la temperatura, concentración de detergente, pH de la solución y tiempo de exposición en postcosecha, en el promedio de individuos supervivientes de <i>P. viburni</i>	66
3.3 Promedios de individuos vivos de <i>P. viburni</i> encontrados en frutos de granado después de tratamientos de postcosecha. Se presentan las comparaciones múltiples del factor principal y las interacciones significativas	68
3.4 Promedio por estadio de los individuos de <i>P. viburni</i> supervivientes en frutos de granado después de los tratamientos de postcosecha	70
3.5 Efecto de la temperatura, concentración de detergente, pH de la solución y tiempo de exposición en el promedio de ninfas II y III supervivientes de <i>P. viburni</i> expuestas en postcosecha	71
3.6 Promedios de ninfas II y III de <i>P. viburni</i> supervivientes en frutos de granado después de los tratamientos de postcosecha. Se presentan las	

comparaciones múltiples del factor principal y las interacciones significativas 72

3.7 Parámetros de la calidad de frutos de granado var Wonderful sometidos a inmersiones en dos concentraciones de detergente, dos temperaturas, dos pH y dos tiempos de exposición luego de un mes de almacenamiento a 5 °C 74

Índice de Figuras

	Págs.
1.1 Trampa de cartón corrugado instalada a 30 cm del suelo en una planta de granado var. Wonderful	21
1.2 Trampa doble adhesiva instalada en una rama de granado var. Wonderful ...	21
1.3 Follaje y frutos de granado var. Wonderful	22
1.4 Diagrama de caja de las medianas de individuos móviles de <i>P. viburni</i> /árbol registradas en un campo de granado var. Wonderful en producción, usando diferentes métodos de muestreo	24
1.5 Diagrama de caja de las medianas de individuos móviles de <i>P. viburni</i> /árbol registradas en un campo de granado var. Wonderful en formación, usando diferentes métodos de muestreo	25
1.6 Análisis de conglomerados de las varias metodologías de seguimiento de <i>P. viburni</i> en granados var. Wonderful	26
1.7 Mediana del registro de individuos móviles de <i>P. viburni</i> en cartones ubicados a 120 cm del suelo y porcentaje de infestación en frutos de granado var. Wonderful durante dos temporadas	27
1.8 Niveles de infestación (%) de individuos móviles de <i>P. viburni</i> en base a muestreos de campo en trampas de cartón corrugado instaladas a 120 cm del suelo y en frutos de granados var. Wonderful	28
1.9 Capturas de hembras adultas, ninfas, capullos de machos y presencia de ovisacos de <i>P. viburni</i> en trampas de cartón corrugado instaladas a 120 cm del suelo	29
1.10 Capturas de hembras adultas, ninfas, capullos de machos y presencia de ovisacos de <i>P. viburni</i> en trampas de cartón corrugado instaladas a 120 cm del suelo	30
1.11 Porcentaje de frutos infestados con huevos, y detección de hembras adultas y ninfas de <i>P. viburni</i> dentro de del frutos	31
1.12 Relación entre la mediana de la abundancia de <i>P. viburni</i> y la temperatura ambiental promedio en un campo en producción de granados var. Wonderful	33
2.1 Caja de plástico con zapallito utilizado para la crianza de <i>P. viburnis</i>	47

2.2	Mediana de los individuos supervivientes de <i>P. viburni</i> en trampas de cartón corrugado y porcentaje de infestación de frutos de var. Wonderful en función del programa fitosanitario; en Huechún, en la temporada 2012-2013	54
3.1	Efecto de la interacción del pH de la solución, el tiempo de exposición (5 – 15 min) y la dosis del detergente en el promedio de individuos supervivientes de <i>P. viburni</i> en granados var. Wonderful después de los tratamientos de postcosecha	69
3.2	Efecto de la interacción del pH con la concentración del detergente en el promedio de ninfas II y III vivas de <i>P. viburni</i> encontradas en la fruta del granado var. Wonderful después de los tratamientos de postcosecha aplicados	73

Anexos y Apéndices

Anexos

	Págs.
I.I Principales especies de chanchitos blancos que afectan a la fruticultura chilena	40

Apéndices

	Págs.
I.I Insectos colectados con varios tipos de trampas en una plantación de granados var. Wonderful en Huechún	41
I.II Esfuerzo de muestreo realizado con varios métodos de muestreo de chanchito blanco en una plantación de granado en producción	42
III.I Promedios de ninfas I de <i>P. viburni</i> que emergieron de ovisacos sometidos a cuatro tratamientos por inmersión , en dos fechas después de la inmersión (ddi)	81

RESUMEN

Hasta hace no muchos años la granada (*Punica granatum*) en Chile era considerado un cultivo marginal, sin embargo, en los últimos años ha tomado relevancia debido a que es uno de los alimentos que podrían considerarse como un alimento funcional debido a sus propiedades, ya que sus frutos se caracterizan por ser ricos en antioxidantes, minerales y vitaminas. Además, el cultivo representa una alternativa en condiciones marginales y con baja oferta hídrica. Como consecuencia de ello, la superficie cultivada en el país entre 2007 y 2011 se estima se quintuplicó. Uno de los objetivos principales de la producción es la exportación de fruta fresca, la que alcanzó entre 2008 - 2009 a 1.647 toneladas, siendo su principal destino Europa. Sin embargo, ha habido gran cantidad de rechazos en lugares de destino por partidas infestadas con el chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*), una plaga cuarentenaria de difícil control. Por lo tanto, se estima que para llevar a cabo un manejo racional del cultivo, es necesaria la implementación de una estrategia de manejo integrado de la plaga (MIP). Antes de ello, es necesario tener un sistema de seguimiento y conocer la fenología y dinámica de esta plaga, para lo cual se evaluaron periódicamente diferentes métodos de muestreo: trampas de cartón corrugado, trampas doble adhesivas, y revisión de follaje y frutos. También se propuso para su control la utilización de productos alternativos (dos detergentes y un entomopatógeno) a los insecticidas convencionales para el manejo de la plaga durante el otoño. Finalmente durante la etapa de postcosecha se evaluaron inmersiones de la fruta en dos concentraciones de detergente (0 – 1% v/v), con dos temperaturas (15 ± 2 - 47 ± 2 °C), pH (5,5 – 8,5) y tiempos de exposición (6 – 15 min).

Palabras clave: cartón corrugado, detergente, inmersión, muestreo, postcosecha.

ABSTRACT

Until recently the pomegranate was considered as a marginal crop. However, in the last years, it has become relevant because it is one of the foods that could be consider as functional due to its characteristics, on account of its fruits has the feature of being rich in antioxidants, minerals and vitamins. Moreover, the crop represents an alternative in marginal conditions and with low hydrological offer. As a result of that, the agricultural area in the country between 2007 and 2009 is estimated that fivefold. One the main objective of the production is the exportation of fresh fruit. This kind of exportation accomplished in the period 2008-2009: 1.647 tons being the principle destination Europe. Nevertheless, it has been a huge amount of rejections of infested shipment with the obscure mealybug (*Pseudococcus viburni*); this is a quarantine pest that presents a lot of difficulties for its control. Therefore, it is estimated for having a rational manage of the crops, it is necessary the implementation of a strategy about the integrated pest management (IPM). Before that, it is considered necessary, having a monitoring system and know the phenology and the dynamic of that pest, for that reason different sampling methods were evaluated periodically: corrugated cardboard traps, traps with double adhesive, and revision with foliage. Furthermore it was proposed the use of alternatives products; two detergents and an entomopathogenic for the managing of the pest during autumn. Finally during the post harvest period, it was evaluated a treatment by immersion of the fruit in solution detergent (0 – 1% v/v), with two temperatures (15 ± 2 - 47 ± 2 °C), two pHs (5, 5 – 8, 5) and two exposure times (6 – 15 min).

Key words: corrugated cardboard, detergent, immersion treatment, post harvest treatment.

INTRODUCCIÓN

El granado

La demanda internacional del fruto del granado (*Punica granatum* L.) se ha incrementado en los últimos años debido principalmente a las propiedades funcionales de su jugo (Lansky *et al.*, 2000), factor que ha influido en el crecimiento significativo de la superficie cultivada en Norteamérica, Chile, Argentina, España y países del cercano oriente (Mercado *et al.*, 2011). En Chile, el granado era considerado hasta hace poco un fruto marginal, por lo que hace falta el levantamiento de información técnico-científica que permita un correcto manejo agronómico por los productores.

El granado pertenece al orden Myrtales, familia Punicaceae, la que está representada por el género *Punica* y las especies *P. granatum* (L.) y *P. protopunica* (B.), de las que solo la primera produce frutos comestibles (Prat y Botti, 2002).

El granado es originario de Asia, en una región que abarca desde Irán hasta el norte del Himalaya en India, y fue cultivado desde la antigüedad y naturalizado en toda la región del Mediterráneo, incluyendo Armenia (Sudzuki, 1988; Scortichini, 1990). Junto al olivo, higuera, vid y palma datilera fue una de las primeras especies frutícolas en ser domesticadas con fines alimenticios, en torno al 5000 A. C. (Scortichini, 1990). Este árbol caducifolio pequeño, a veces con porte arbustivo, tiene 3 a 6 m de altura, con el tronco retorcido; madera dura y corteza escamosa grisácea; el fruto es una balausta (Pratt y Botti, 2002). La variedad más difundida en el mundo y plantada en Chile es Wonderful, de cosecha tardía (abril-mayo), que pertenece al grupo de las variedades ácidas de granado (Sepúlveda *et al.*, 2000).

El fruto del granado es un alimento funcional debido a sus propiedades, ya que es rico en antioxidantes, calcio, magnesio, hierro, manganeso, potasio, vitaminas C, B, E y ácido fólico. Gracias a su composición nutricional se le han atribuido diversos beneficios para la salud, entre los que se cuentan su uso en tratamientos contra enfermedades cardíacas, poseer poder regenerativo de los glóbulos rojos (Quiroz, 2009) y prevenir ciertos tipos de cáncer (Kim *et al.*, 2002). Las semillas contienen el estrógeno esteroidal “estrón”, en la mayor concentración entre las especies botánicas, además de un amplio espectro de fitoestrógenos no esteroideos (Lansky *et al.*, 2000). Los extractos de la cáscara del granado pueden inhibir el desarrollo de *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* (Solanki, 2010). El pericarpio puede ser utilizado como como antihemorrágico (Kong *et al.*, 2008; Lansky *et al.*, 2000).

Actualmente, extendido por los cinco continentes, el granado presenta unas expectativas de cultivo debido a su rentabilidad y a la posibilidad de producción en zonas áridas y con requerimientos hídricos menores que otros cultivos, capaz de producir en condiciones en las que otros frutales no lo harían de manera rentable (Mira, 2010). La mayor superficie de granado en Chile se encuentra en las regiones de Atacama y Coquimbo, las cuales presentan las mejores características agroclimáticas para su cultivo. La Región del Maule es

el límite sur del cultivo en Chile, aunque se han establecido plantaciones en Osorno. Actualmente, las plantaciones están aumentando en la Región de Valparaíso y Región Metropolitana (Franck, 2009). En 2007 en Chile se plantaron 17,71 ha, habían 147,35 ha en crecimiento y 96,18 ha en producción (Censo Agropecuario 2007), aunque recientemente se ha señalado (Red Agrícola, 2011) que habrían 1000 ha plantadas. Entre 2008 - 2009 Chile exportó 1.647 ton de granados, principalmente a Europa (ASOEX, 2009).

Chanchito blanco de la vid

Los chanchitos blancos son hemípteros de familia Pseudococcidae, de hábitos gregarios (Sazo *et al.*, 2002). Se reconocen al menos cuatro especies de chanchitos blancos con importancia económica en fruticultura en Chile (Anexo I.I): *Pseudococcus viburni* (Signoret), conocido como chanchito blanco de la vid, es la especie más común, *Pseudococcus longispinus* Targioni-Tozzetti o chanchito blanco de cola larga; *Planococcus citri* Risso o chanchito blanco de los cítricos; *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) o chanchito blanco citrícola (Núñez, 2007). Hay dos especies recientemente descritas: *Pseudococcus meridionalis* Prado (Correa *et al.*, 2011) y *Pseudococcus cribata* González (González, 2011).

Las hembras adultas de los chanchitos blancos tienen el cuerpo blando, ovalado y relativamente aplanado en la parte ventral, miden 3-4 mm. Tienen una cubierta de secreciones cerosas blancas pulverulentas (Bentley *et al.*, 2003; Prado *et al.*, 2000), producida por 16 a 17 pares de cerarios.

De los mencionados, probablemente *Pseudococcus viburni* (Signoret) es el más importante en frutales de exportación (Núñez, 2007). La hembra tiene antenas de 8 artejos, el III y el VIII de mayor longitud; los ojos están provistos basalmente con 2 a 3 poros discoidales; la coxa y trocánter del tercer par de patas no tienen poros translúcidos. Los tres cerarios anteriores, postcefálicos a meso torácicos, tienen tres setas cónicas, y los restantes sólo dos setas de este tipo (Wakgari y Giliomee, 2004).

En Chile, los chanchitos blancos son causantes de un alto nivel de rechazo de fruta fresca de exportación (Aguirre, 2003). Basta la presencia de un solo individuo en la fruta para restringir la comercialización (Merwe, 2000). Esto se ve agravado por la imposibilidad de reconocer a nivel específico los estados juveniles, de manera que cualquier pseudocócido es causal de rechazo. En viñas debilitan las plantas, afectan el gusto del vino y potencian los problemas atribuidos a botritis (Charles, 1982; Bentley *et al.*, 2004).

El daño directo en los frutales es causado al alimentarse del floema de raíces, troncos, ramas y ramillas, y secundariamente de frutos y hojas (Sazo, 2008). Otro problema es el daño cosmético como consecuencia de la producción de secreciones azucaradas, que permiten el desarrollo de fumagina y deterioran la presentación de los frutos (Geiger y Daane, 2001; Bentley *et al.*, 2003).

Su importancia cuarentenaria es indiscutible. La dificultad de identificación de los estados inmaduros y/o huevos han provocado una gran cantidad de rechazos en las exportaciones de productos agrícolas (Aguirre *et al.*, 2003).

Su manejo es muy difícil por su hábito críptico y subterráneo en algunas épocas del año, su alta polifagia por la diversidad de hospederos, la protección de las masas de huevos por una cubierta algodonosa y de los adultos por su cubierta cerosa, la variabilidad de las infestaciones en del huerto y entre temporadas; y las restricciones del uso de agroquímicos impuestas por los mercados compradores (Curkovic *et al.*, 1996; Ripa y Rodríguez, 1999; Cataldo, 2004).

Manejo integrado

Según Kogan (1998), el manejo integrado de plagas es un “sistema de toma de decisiones para la selección y uso de tácticas de control de plagas, individualmente o coordinadas armónicamente en una estrategia de manejo, basada en análisis costo/beneficio que consideran los intereses de los productores y el impacto sobre éstos, la sociedad y el ambiente”.

Para implementar una estrategia de manejo integrado de la plaga es necesario tener un sistema de seguimiento. Este elimina la posibilidad de que los plaguicidas se utilicen cuando en realidad no se necesiten. El seguimiento involucra un muestreo regular y la identificación apropiada de la plaga. Para este propósito se pueden hacer observaciones visuales de la planta y/o tomar muestras de ella y usar trampas (Bennett *et al.*, 2003).

Para el chanchito blanco se recomienda utilizar distintos formas de control, tales como: control biológico, control cultural y control químico (Koplow, 2004).

Ripa y Rodríguez (1999) mencionan que una alternativa de control biológico en Chile es liberar *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), potenciando su acción controlando el ascenso de hormigas a la planta. Aunque, Lawson *et al.* (1994) mencionan que no es un método muy efectivo en caso de insectos que consumen directamente la fruta, ya que al dañar el producto que se comercializa, las tolerancias son muy restringidas.

Entre los aspectos del manejo cultural que ayudan a disminuir la presión de la plaga están el control oportuno de malezas hospederas (Prado *et al.*, 2000), dejar áreas sin tratar con insecticidas de amplio espectro, como refugio de enemigos naturales (Bentley *et al.*, 2003), evitar la sobre fertilización nitrogenada que causa un desbalance nutricional y baja la resistencia a las plagas (Prado *et al.*, 2000; Altieri y Nicholls, 2003), y disminuir la presencia de hormigas que interfieren con el control biológico y natural de los Pseudococcidos (Merwe, 2000; Mgocheki y Addison, 2009).

El manejo del chanchito blanco en Chile se ha basado exclusivamente en el control químico (Nuñez, 2007), en base al uso de insecticidas organofosforados aplicados varias veces al

follaje durante la temporada (Ulloa, 2009). Estos productos son en general, insecticidas convencionales de amplio espectro, residuales, poco selectivos, que pueden generar poblaciones resistentes y están siendo cada vez más cuestionados en los diversos mercados por sus impactos ambientales y por los riesgos hacia la salud de las personas (Geiger y Daane, 2001; Merwe, 2000; Inglis *et al.*, 2001). A pesar de sus características, estos insecticidas no han solucionado el problema de los chanchitos blancos, los que incluso en las últimas temporadas han aumentado sus poblaciones en diversos frutales en Chile y el mundo (Prado *et al.*, 2000; Millar *et al.*, 2002).

Por ello, se plantea la búsqueda de productos alternativos, en general de espectro reducido, no (o poco) residuales, más o menos selectivos, que presenten varios mecanismos simultáneos sobre las plagas (minimizando las posibilidades de generar poblaciones resistentes) y, sobre todo, mucho menos restringidos desde el punto de vista de los alimentos en los que se usan, de modo que incluso se pueden aplicar en períodos muy próximos a la cosecha por no tener exigencias de tolerancias, o porque de haberlas, ellas son mucho menos restrictivas. En este sentido, algunos productos han demostrado ser eficientes en el control de plagas, entre los que destacan los detergentes agrícolas (Curkovic, 2003). Los detergentes son compuestos con un extremo hidrocarbonado liófilo (o hidrófobo), afín a las grasas, y otro hidrófilo, afín con el agua, lo que les permite la formación de micelas que solubilizan grasas en medio acuoso (Baran, 1995). La acción plaguicida de los detergentes está determinada por la capacidad de eliminar capas cerosas de la cutícula de los insectos y plantas (Curkovic *et al.*, 1995; Santibañez, 2010), además de romper las membranas celulares, lo que causa deshidratación y muerte de los individuos (Marer *et al.*, 1988), aunque a veces causa lesiones en las plantas tratadas (Curkovic *et al.*, 1995). Los artrópodos pequeños y de cuerpo blando como áfidos, chanchitos blancos, arañitas, mosquitas blancas y estados juveniles de escamas y conchuelas son los más sensibles a estas sustancias (Marer *et al.*, 1988; Cranshaw, 2008).

No existen trabajos similares a esta investigación para el granado, aunque, en los últimos años se han llevado a cabo investigaciones relacionadas con el manejo de chanchitos blancos en otros frutales, tales como: arándano (Ulloa, 2009); ciruelos (González *et al.*, 1996) y uva de mesa (Callejas, 1992; Koplou, 2004), que se han usado para proponer la presente investigación para llegar a controlar la plaga dentro de una estrategia MIP.

El presente estudio tuvo como objetivo establecer las bases para el manejo integrado del chanchito blanco (*Pseudococcus viburni*) en granado (*Punica granatum*).

Literatura citada

- Aguirre, C., R. Pérez y P. Hinrichsen. 2003. Detección de dos nuevas especies de chanchito blanco (Hemiptera: Pseudococcidae) basado en la amplificación por PCR de genes ribosomales. En XXV Congreso Nacional de Entomología, Talca, Chile.
- Altieri, M.A., C.I. Nicholls. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil & Tillage Research* 72: 203-211.
- Baran, E.J. 1995. Química bioinorgánica. McGraw-Hill. Madrid, España. 321p.
- Bennett, G. W., J.M. Owens, and R.M. Corrigan. 2003. Truman's scientific guide to pest control operations. 6th ed. Advanstar Communications, Inc. Cleveland, OH. 495p.
- Bentley, W.J., F.G. Zalom, J. Granett, R.J. Smith, L.G. Varela and A.H. Purcell. 2003. UC IPM Pest Management Guidelines: Grape. UC ANR Publication 3448. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Berkeley, CA. USA. En <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r302301911.html> (Consultado el 10 de Julio de 2012).
- Callejas, H. 1992. Determinación de la resistencia del chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus affinis*). Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 60p.
- Cataldo, L. 2004. Efecto de imidacloprid aplicado al follaje y al tronco para el control de Pseudococcidae en naranjos. Memoria Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 46p.
- Charles, J. 1982. Economic damage and preliminary economic thresholds for mealybug (*Pseudococcus longispinus* T-T) in Auckland vineyards. *N. Z. Journal of Agriculture Research* 25(3): 415-420.
- Correa, M., C. Aguirre, J.-F. Germain, P. Hinrichsen, T. Zaviezo, T. Malausa and E. Pardo. 2011. A new species of *Pseudococcus* belonging to the "Pseudococcus maritimus" complex from Chile: molecular and morphological description. *Zootaxa* 2926: 46-54.
- Cranshaw, W. 2008. Insect control: soap and detergents. Disponible en: <http://www.ext.colostate.edu/PUBS/insect/05547.html> (Consultado el 17 de octubre de 2013).
- Curkovic, T. 2003. Control de plagas frutales con detergentes. *Aconex* 81: 18-23.
- Curkovic, T., R. González, y G. Barría. 1995. Control de ninfas de primer estado de *Saissetia oleae* (Olivier) con detergentes en pomelos y laurel de flor. *Simiente* 65(1-3): 133-135.

- Curkovic, T., R. González, y G. Barría. 1996. Control de *Pseudococcus affinis* (Maskell) (Homoptera: Pseudococcidae) con clorpirifos etil y clorpirifos metil en postcosecha de uva de mesa y en laboratorio. *Investigación Agrícola (Chile)*, 16: 39-43.
- Franck, N. 2009. Producción y manejo de plantaciones de granado en Chile, Israel y Argentina. Pp 28–42 p. En: Castillo, C. y I. Quiroz (Eds). *Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente*. Área de Agroindustria Fundación Chile. Santiago, Chile. 65p.
- Geiger, C. and K. Daane. 2001. Seasonal movement and distribution of the grape mealybug (Homoptera: Pseudococcidae): developing a sampling program for San Joaquin valley vineyards. *Journal of Economic Entomology* 94(1): 291-301.
- González, R. 2011. Pseudocócidos de importancia frutícola en Chile (Hemiptera: Pseudococcidae). Universidad de Chile, publicaciones en Ciencias Agrícolas N° 18. 186p.
- González, R., T. Curkovic y G. Barría. 1996. Evaluación de eficacia de insecticidas sobre chanchitos blancos en ciruelos y uva de mesa. *Revista Frutícola* 17(2): 45-57.
- Inglis, G., M. Goettel, T. Butt and H. Strasser. 2001. Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. pp: 23-69 In T.M. Butt, C. Jackson and N. Magan (Eds.). *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential*. CABI Publishing, Wallingford, U.K.
- Kim, D., R. Mehta, W. Yu, I. Neeman, T. Livney, A. Amichay, D. Poirier, P. Nicholls, A. Kirby, W. Jiang, R. Mansel, Ch. Ramachandran, T. Rabi, B. Kaplan and E. Lansky. 2002. Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment* 71: 203-217.
- Kong, D., X. Li, G. Tang and H. Zhang. 2008. How many traditional Chinese medicine components have been recognized by modern western medicine? A Chemoinformatic analysis and Implications for finding multicomponent drugs. *ChemMedChem* 3(2): 233-36.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology* 43: 243-270.
- Koplow, C. 2004. Monitoreo y control físico de chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni*) (Signoret) en vid, antecedentes para el manejo integrado. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 57p.
- Lansky, E., S. Shubert, and I. Neeman. 2000. Pharmacological and therapeutic properties of pomegranate. *Serie A. Séminaires Méditerranées* 42: 231-235.
- Lawson, D. S., W. H. Reissig, J. P. Nyrop and S. K. Brown. 1994. Management of arthropods on columnar apple trees using exclusionary cages. *Crop Protection* 13: 346–356.

- Marer, P.J., M.L. Flint and M.W. Stimmann, 1988. The safe and effective use of pesticides. University of California, Statewide IPM Project, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, California, Publication 3324, 387p.
- Mercado, E., C. Mondragón, J. Rocha y B. Álvarez. 2011. Efectos de condición del fruto y temperatura de almacenamiento en la calidad de granada roja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2 (3): 449-459.
- Mgocheki, N. and P. Addison. 2009. Interference of ants (Hymenoptera: Formicidae) with biological control of the vine mealybug *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Biological Control* 49: 180–185.
- Millar, J. G., K. M. Daane, J. S. McElfresh, J. A. Moreira, R. Malakar-Kuenen, M. Guillén and W. J. Bentley. 2002. Development and optimization of methods for using sex pheromone for monitoring the mealybug *Planococcus ficus* (Homoptera: Pseudococcidae) in California vineyards. *Journal of Economic Entomology* 95(4): 706-714.
- Mira, S. 2010. La granada: economía y comercialización. Pp 251-271 en: Melgarejo, P., F. Hernández y P. Legua. *El granado - I Jornadas nacionales sobre el granado*. Departamento de Producción Vegetal y Microbiología, Universitat Miguel Hernández de Elche. 277p.
- Mohsenia, A. 2009. The situation of pomegranate orchards in Iran. *Acta Horticulturae* 818: 35-42.
- Núñez, J. 2007. Evaluación de sistemas de monitoreo para chanchitos blancos (*Pseudococcus sp.*) en vid de mesa. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 89p.
- Prado, E., R. Ripa y F. Rodríguez. 2000. Insectos y ácaros. Pp 234-250 en J. Valenzuela (ed), *Uva de mesa en Chile*. Colección de libros INIA 5, Santiago, Chile.
- Prat, L. y C. Botti. 2002. El granado (*Punica granatum*). Universidad de Chile Serie Ciencias Agronómicas N° 7. 66p.
- Pryke, J. S. and K. L. Pringle. 2008. Postharvest disinfestation treatments for deciduous and citrus fruits of the Western Cape, South Africa: a database analysis. *South African Journal of Science* 104: 85-89.
- Red Agrícola. 2011. Un gran negocio: el firme despegue del granado en Chile y Perú. Disponible en: <http://bit.ly/Vz3i9v> (Consultado el 20 de diciembre de 2012).
- Ripa, R. y F. Rodríguez. 1999. Plagas de cítricos, sus enemigos naturales y manejo. Colección de libros INIA #3, Santiago, Chile, 151p.
- Santibáñez, D. P. 2010. Evaluación de la deshidratación y remoción de ceras epicuticulares como factores asociados a la mortalidad de hembras de *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera: Pseudococcidae) tratadas con detergentes de uso agrícola. Memoria de

Magister en Ciencias Agropecuarias con mención en Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 55p.

Sazo, L., L. Agurto y J. Polanco. 2002. Manejo de las principales plagas de carozos bajo un esquema de producción integrada. *Revista Aconex* 75: 14-19.

Sazo, L., J. E. Araya y J. de la Cerda. 2008. Efecto del coadyuvante siliconado e insecticidas en el control del chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Ciencia e Investigación Agraria* 35(2): 215-222.

Sepulveda, E., L. Galleti, C. Saenz, and M. Tapia, 2000. Minimal processing of pomegranate var. Wonderful. *Options Méditerranéennes Serie A* 42: 237-242.

Scortichini, M. 1990. Il melograno. *Revista di fruticoltura* 2: 41-80.

Solanki, S. 2010. Some medicinal plants with antibacterial activity. *Pharmacie Globale (IJCP)* 1(4): 1-4.

Sudzuki, F. 1988. Cultivo de frutales menores. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 185p.

van der Merwe, F. 2000. Is mealybug on pome fruit under control? Pest status. *Deciduous Fruit Grow* 50(5): 1-6.

Wakgari, W.M. and J.H. Giliomee. 2004. Description of adult and immature female instars of *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) found on apples in South Africa. *African Entomology* 12: 29 – 38.

CAPÍTULO I

SEGUIMIENTO DEL CHANCHITO BLANCO (*Pseudococcus viburni* S.) EN UN HUERTO DE GRANADOS (*Punica granatum* L.)

Resumen

El cultivo del granado en Chile ha adquirido relevancia debido a una creciente demanda entre los consumidores por su fruta, especialmente en países desarrollados. Consecuencia de ello es el incremento del número de hectáreas plantadas en Chile, con exportaciones dirigidas principalmente a Europa. Una de las principales plagas que afecta al cultivo es el chanchito blanco de la vid, que causa la mayor proporción de rechazos de granados de exportación, por su frecuente intercepción en las inspecciones fitosanitarias. Por ello, sea en un esquema convencional o, con mayor razón, en esquemas de manejo integrado de plagas, es necesario tener un sistema de seguimiento eficiente y conocer la fenología de la plaga con precisión. Para esto, desde diciembre de 2011 se evaluaron periódicamente 4 diferentes métodos de seguimiento (trampas de cartón corrugado dispuestas en los ejes principales a 30 y 120 cm de altura; cinta adhesiva de doble adhesivas colocadas en ramillas; revisión de la cavidad calicinar de los frutos y revisión de hojas en ramillas), en una plantación de granados var. Wonderful, tanto en un sector en formación como en otro en producción, ubicada en la localidad de Huechún (Til Til). Con los resultados obtenidos se hizo un análisis de conglomerados de variables y andeva con la prueba no paramétrica de Friedman. Los resultados muestran que los métodos que proporcionaron mayores capturas y más información fueron el uso cartón corrugado y la revisión directa de los frutos, siendo las trampas de cartón colocadas a 120 cm del suelo, el método con mayores registros de pseudocóccidos. El análisis de los resultados obtenidos de frutos señala que hay un aumento sostenido de la población desde inicios de enero hasta mayo (cosecha), observándose posteriormente una disminución de la población, probablemente por el deterioro de la calidad de la fruta. En cambio, en los cartones se registra una población bastante homogénea durante el mismo período, registrándose un abrupto incremento de los individuos en junio, posiblemente debido a la migración de los individuos desde los frutos. Los cartones también ayudaron a visualizar la presencia de tres generaciones de *P. viburni* durante la temporada.

Palabras clave: cartón corrugado, cinta doble adhesiva, dinámica poblacional.

Abstract

The crop of the pomegranate in Chile has become relevant thanks to its fruits have generated an increasing demand of the consumers, especially in developed countries. As a result of that, it has been increasing the number of hectares planted in Chile, with the exportations principally send to Europe. One of the main pests that affect the crops is the obscure mealybug; that cause most of the proportion in rejection of the exportation in pomegranate for the frequent interception in the phytosanitary inspections. Hence, in a conventional schema or, with more reason, in the schemas in the integrated management of the pests, it is required to have an efficient monitoring system and knowing the phenology with accuracy. For this reason from December 2011 four different monitoring methods were evaluated periodically (corrugated cardboard traps arranged in the main trunks to 30 cm and 120 cm tall, double-sided adhesive tape placed on twigs; review of the calyx cavity of the fruit and leaves on twigs review). In a plantation of pomegranate var. Wonderful, this evaluation was conducted in two sites; formation and production sectors;- The orchard was located in Huechún (Til Til). Results were analyzed by conglomerate variable, ANOVA and the non-parametric Friedman test. Analysis show that the methods that give more capture and more information were with the use of corrugated cardboard and the direct examination of the fruits, the cardboard trap were put 120 cm from soil, the method that more registers of Pseudococcids produced. Data showed a sustained increase in the population from the beginning of January to May (harvest), afterwards there was a decreasing population, probably because of the deterioration in the quality of the fruit. On the other hand in the cardboards, there was a population relatively homogeneous during the same period. There was an abrupt increase of the individuals in June, possibly because of the migration of the individuals from the fruits, the cardboards also helped to observe the presence of three generations of *P. viburni* during the season

Key words: corrugated cardboard, double-sided adhesive tape, population dynamics.

Introducción

En los últimos años, debido a las propiedades nutricionales del fruto, las exportaciones de frutos de granados han aumentado a nivel mundial, incluyendo Chile. Uno de los principales problemas del granado en el país es la presencia del chanchito blanco, cuya condición de plaga cuarentenaria afecta la comercialización de la fruta (Kolpow, 2004).

Las principales especies de chanchito blanco que afectan a los frutales en Chile (Anexo I.I) son *Planococcus citri* (Risso), *Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti), *P. calceolariae* (Maskell) y especialmente *P. viburni* (Signoret), las que tienen muchos hospederos (Prado *et al.*, 2000). Las hembras de *P. viburni* tienen tres estadios ninfales y son ápteras, mientras que los machos tienen cuatro estadios ninfales y son alados (Oyarzún, 2004). En otros frutales (pomáceas y vides) alcanza tres generaciones por temporada (Mudavanhu, 2009), pero poco se sabe en granado.

Uno de los factores fundamentales en el manejo integrado de plagas es el seguimiento de la plaga (Vreysen *et al.*, 2000; Sellemer *et al.*, 2004; Bahder *et al.*, 2013). Este seguimiento puede entenderse como el proceso por el cual, a partir de un esquema de muestreo sistemático y organizado es posible inferir acerca del comportamiento del total de insectos presentes en un hospedero, dada la imposibilidad de contarlos a todos (Dent, 2000).

Contar con herramientas de seguimiento de plagas clave es importante para los productores, para que estos puedan: determinar el momento de aparición de la plaga, conocer la distribución de la plaga en el área, definir si se superan los umbrales de acción y aplicar productos en los tiempos precisos para que el control de la plaga sea eficiente (Ripa y Rodríguez, 1998; Walton *et al.*, 2004; Waterworth *et al.*, 2011).

Dado que *P. viburni* se presenta en forma irregular en el huerto, parece apropiado desarrollar un sistema de seguimiento como herramienta predictiva del daño a cosecha, que ayude a un control más eficiente y con menor uso de agroquímicos (Núñez, 2007).

Algunos trabajos han sido llevado a cabo para evaluar métodos de seguimiento de *P. viburni*: en pomáceas (Mudavanhu *et al.*, 2011) y vid (Koplów, 2004; Nuñez, 2007). Sin embargo, actualmente no existe una guía para un programa estandarizado de seguimiento del chanchito blanco en el granado.

El seguimiento de la plaga generalmente consiste en una revisión cuidadosa de la planta para encontrar individuos vivos (Waterworth *et al.*, 2011), pero ésta consume tiempo y muchas veces no refleja con precisión el estatus de la plaga (Myburgh *et al.*, 1975). Uno de los mayores problemas al hacer seguimiento del chanchito blanco es su hábito críptico. (Waterworth *et al.*, 2011). Resulta interesante mencionar el uso de trampas de cartón corrugado como una alternativa que permitió generar información sobre el movimiento migratorio de *P. viburni* en pomáceas (Mudavanhu *et al.*, 2011). El uso de feromonas también ha dado buenos resultados; lamentablemente no existen feromonas de *P. viburni* disponibles en el mercado Chileno (Kolpow, 2004).

Hipótesis

Un sistema de seguimiento permitirá detectar el nivel de infestación y conocer la dinámica de *P. viburni* en el cultivo del granado.

Objetivos

- Comparar cuatro métodos para hacer seguimiento del chanchito blanco en granado.
- Precisar la dinámica poblacional del chanchito blanco en granado.

Materiales y métodos

Lugar del estudio

El seguimiento de *P. viburni* se llevó a cabo durante dos temporadas (2011-2012 y 2012-2013), en una plantación comercial de granado de la variedad Wonderful en Huechún (comuna de Til-Til, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana; -33°4'58,44" S, -70°40'10,45" O), plantados en 2004 (campo en producción) y en 2008 (campo en formación), con un marco de plantación de 3x5 m. Alrededor del huerto hay un parronal, un huerto de nogales y en el entorno nativo hay predominio de espino.

El huerto tuvo un manejo convencional para el control del chanchito blanco que incluyó la aplicación de plaguicidas en las dos temporadas. En la primera temporada (2011-2012), se aplicaron 2,25 kg/ha de Diazol 40% WP (i.a diazinon, Makhteshim Chemicals Works Ltd.), en un volumen de 2.200 L, aplicado con equipo aspersor con pitón, entre el 16 y 20 de septiembre de 2011; 1,5 L de Movento 100SL (i.a. espirotetramato, Bayer Crop Science S.A.), aplicado con nebulizadora el 22 de octubre de 2011; 0,45 kg de Punto 70% WP (i.a. imidacloprid, ANASAC), aplicado con pulverizadora hidráulica de barra el 12 y el 28 de noviembre de 2011, y 23 de febrero de 2012.

En la segunda temporada (2012-2013) se aplicaron: 2,25 kg de Diazinon 40% WP (i.a diazinon, Anasac), con nebulizadora entre el 3-5 de octubre de 2012; 1,2 L de Lorsban 75 WG (i.a. clorpirifos, Dow Agro Science S.A.), aplicado con nebulizadora el 29 y 30 de octubre de 2012; 0,45 kg de Punto 70% WP (i.a. imidacloprid, ANASAC), aplicado con pulverizadora hidráulica de barra el 5 de diciembre, 26 de enero y el 23 de febrero.

Comparación de los métodos de seguimiento del chanchito blanco

Se evaluaron cuatro métodos de muestreo del chanchito blanco de la vid en un cuartel de granado en formación y en otro en producción. Esto permitió conocer la dinámica poblacional de la plaga y, también parcialmente la entomofauna asociada con el huerto. Las evaluaciones en el campo se hicieron cada tres semanas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con la fecha de muestreo como factor de bloqueo. La unidad experimental fue la mediana de individuos registrados por árbol, debido a que los resultados de las medias no tenían una distribución normal. Se probaron varias transformaciones: $\sqrt{x+0,5}$, $\ln(x+1)$, $\log x$; así como modelos lineales generales y mixtos. Con ninguno de estos se logró normalizar los resultados.

Trampas de agregación

En el campo en producción se escogieron 5 hileras separadas una por medio, en cada hilera se ubicaron dos árboles en los que se instalaron bandas de cartón corrugado de 12 cm de ancho a dos alturas; una a 30 cm del suelo (Figura 1.1) y la otra a la altura del pecho (aproximadamente 120 cm de altura). Lo mismo se hizo en el campo en formación, pero usando cuatro árboles en los que se instalaron bandas de cartón corrugado sólo a 30 cm del

suelo. En cada fecha de muestreo se retiró y se reemplazó cada banda de cartón para ser revisada en el laboratorio bajo lupa estereoscópica (10x). Adicionalmente se contaron los individuos presentes en el área del tronco cubierta por el cartón.



Figura 1.1. Trampa de cartón corrugado instalada a 30 cm del suelo en una planta de granado var. Wonderful, Huechún.

Trampas adhesivas

Tanto para el campo en formación, como para el campo en producción se escogieron cinco árboles al azar separados entre sí por una hilera de por medio. En cada árbol se escogieron cinco ramas, tomando como criterio para la selección la presencia de flores o frutos. En cada una de estas ramas se instalaron cintas doble adhesivas (Figura 1.2). Para la evaluación en cada fecha las cintas se retiraron y reemplazaron; la revisión de las cintas se hizo en laboratorio bajo lupa estereoscópica (10x).



Figura 1.2. Trampa doble adhesiva instalada en una rama de granado var. Wonderful, Huechún.

Revisión visual de follaje y frutos

Haciendo un recorrido en “X” en cada campo (formación y producción) se escogieron al azar 5 plantas por cada línea diagonal, de las que se colectaron una rama de 20 cm y dos frutos (Figura 1.3); cuando no hubo frutos se colectaron flores, cuando éstas estuvieron presentes. Las muestras se evaluaron en laboratorio para anotar la presencia de insectos, principalmente chanchitos blancos. Adicionalmente, en la temporada 2012-2013 se midió el peso, diámetro y profundidad de la cavidad calcinar de cada fruto.

Los frutos fueron pesados con una balanza (Momero, SK2100, Hungría). Para medir el ancho, el alto y la profundidad de la cavidad calcinar se utilizó un pie de metro (Helios, Alemania); para medir el ancho y el alto se utilizaron las mordazas, y para medir la profundidad de la cavidad calcinar se utilizó la colisa. El ancho se midió en la parte central del fruto, para el la altura se consideró la distancia desde la base del fruto (de donde sale el pedicelo) hasta la corona.



Figura 1.3. Follaje y frutos de granado var. Wonderful, Huechún.

Análisis de los resultados

Con los resultados obtenidos se hizo un análisis de conglomerados de variables y se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman; cuando existieron diferencias entre tratamientos se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Conover (1999) con un nivel de confianza del 95%, con el programa Infostat versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012)

Se hicieron análisis de regresión para encontrar el modelo (lineal, cuadrático, cúbico) que mejor explicara las relaciones entre: la mediana de los individuos móviles de *P. viburni* y el porcentaje de frutos de granado infestados; y el porcentaje de cartones infestados ubicados a 120 cm y el porcentaje de frutos de granado infestados con *P. viburni*. Esto se hizo para las dos temporadas, considerando la época en que se encontró fruta de granado (enero-mayo).

Para el nivel de infestación de los cartones el análisis se hizo a partir de los cartones ubicados a 120 cm, en cada fecha (n = 10). Para el nivel de infestación de los frutos el análisis se hizo a partir de los frutos colectados en cada fecha (n = 20).

Los resultados de porcentaje se normalizaron por arco seno $\sqrt{\%}$ (transformación de Bliss).

Dinámica poblacional del chanchito blanco y correlación con variables ambientales

Se analizó la presencia de los adultos, ninfas y huevos encontrados en las dos temporadas en los cartones corrugados y en los frutos. Adicionalmente, para tener una mejor comprensión de la dinámica poblacional, los registros de presencia del chanchito blanco obtenidos durante el período de estudio se correlacionaron con variables ambientales (temperatura media, temperatura máxima, humedad relativa y precipitación), obtenidas a partir de una micro estación meteorológica PCE-FWS 2

Análisis de los resultados

Con la información obtenida desde los cartones corrugados y en frutos se hicieron gráficos de la variación de la densidad de adultos, ninfas y huevos en el tiempo.

Se hicieron análisis de regresión para encontrar el modelo (lineal, cuadrático, cúbico) que mejor explique las relaciones entre: algunas medidas realizadas al fruto (peso, altura, ancho, profundidad de la cavidad calicular) y la mediana de los individuos móviles de *P. viburni* registrada dentro de los frutos durante la temporada 2012-2013.

Además se hicieron análisis de regresión lineal entre las densidades de los individuos móviles registrados en los cartones colocados a 120 cm y las variables ambientales (temperatura promedio, temperatura máxima, precipitación y humedad relativa), para saber si existía alguna relación.

Los valores de la mediana de los individuos de *P. viburni* (de los cartones y de los frutos) se transformaron por $\ln(x + 0,5)$, y los niveles de precipitación y humedad relativa se normalizaron con $\log(x + 0,5)$.

Resultados

Evaluación de los métodos de seguimiento del chanchito blanco

Los resultados de la evaluación de los métodos de seguimiento de *P. viburni* en un campo en producción durante dos temporadas se presentan en la Figura 1.4. En ambas temporadas, el método que registró más individuos móviles de *P. viburni* fue el muestreo de los cartones corrugados ubicados a 120 cm.

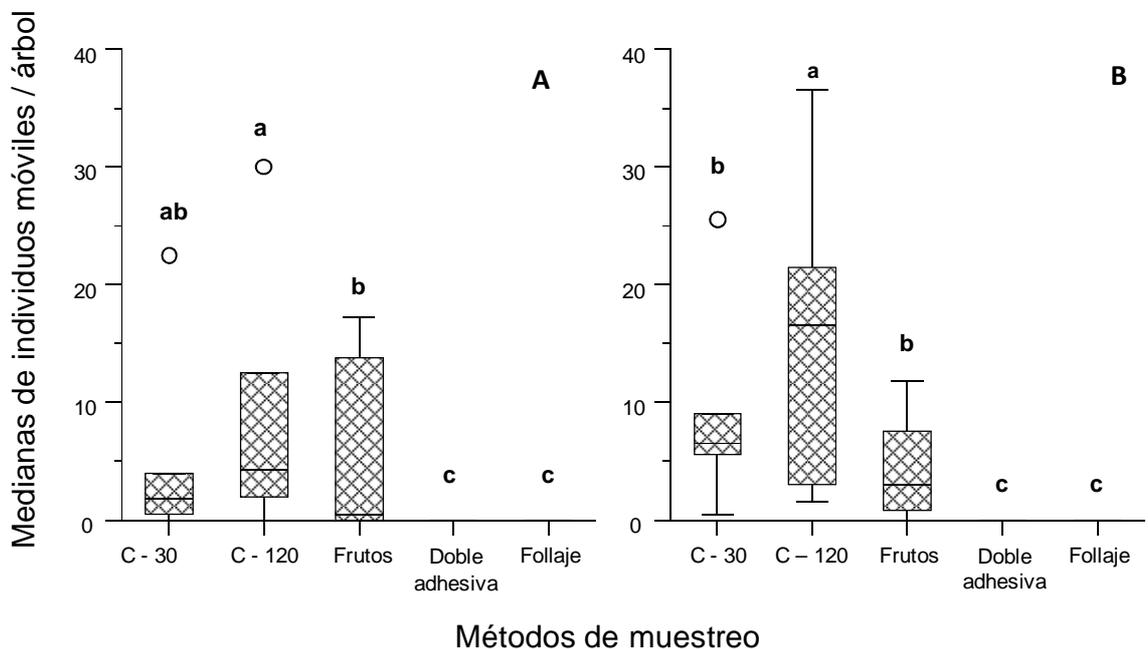


Figura 1.4. Diagrama de caja de las medianas de individuos móviles de *P. viburni*/árbol registradas en un campo de granado var. Wonderful en producción, usando varios métodos de muestreo: (A), temporada 2011-2012 y (B), temporada 2012-2013; en Huechún. En la caja está representada el 50% de la muestra; el borde superior de la caja es el percentil 75; el borde inferior el percentil 25; la línea central de la caja es la mediana. Letras similares indican que no hay diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según la prueba de Conover. Cartón corrugado ubicado a 30 cm (C - 30) y 120 cm (C - 120).

En la primera temporada, los resultados obtenidos con el cartón corrugado ubicado a 120 cm fueron estadísticamente similares a los registros obtenidos por el cartón a 30 cm del suelo. En las dos temporadas, la trampa doble-adhesiva y la revisión del follaje fueron los métodos con los que se encontró el menor número de individuos, en niveles estadísticamente similares. Los frutos se encuentran en una situación intermedia.

En la Figura 1.5 se presentan los resultados de la evaluación de los diversos métodos de seguimiento de *P. viburni* en un campo en formación durante dos temporadas. En este caso no se pudo instalar el cartón a 120 cm de altura debido al tamaño del árbol. El método que registró más individuos móviles fue la revisión de cartones ubicados a 30 cm del suelo. Una vez más, los métodos de evaluación que detectaron menos individuos fueron las cintas doble-adhesivas y la revisión del follaje, estadísticamente similares entre sí, pero diferentes a la revisión del cartón corrugado. Los frutos se encuentran en una situación intermedia.

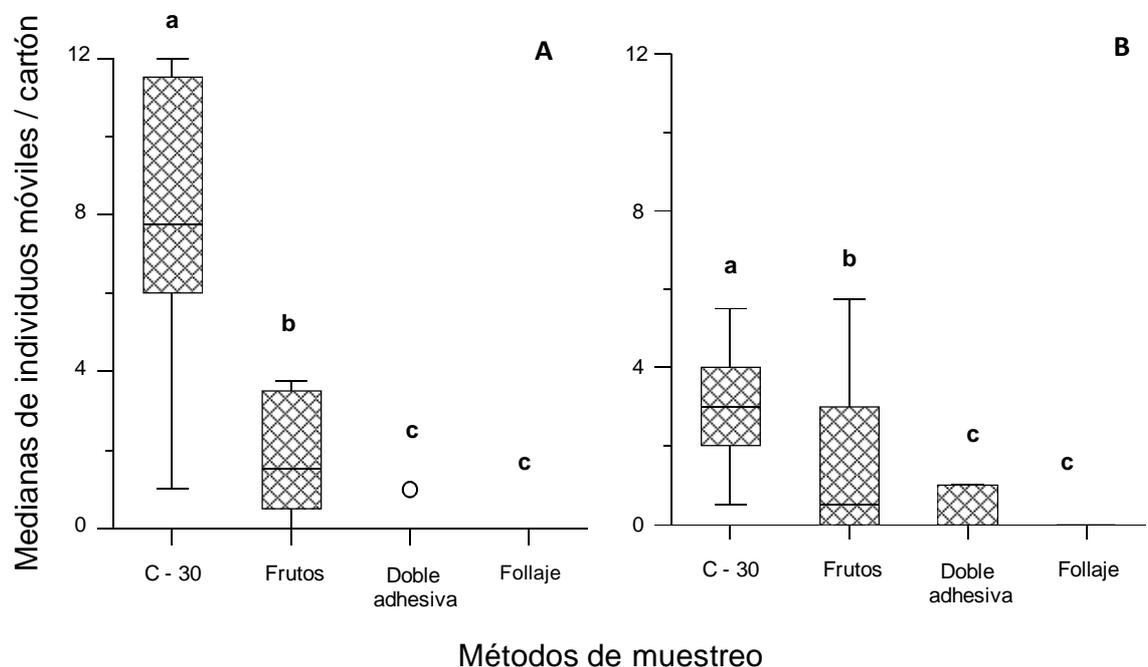


Figura 1.5. Diagrama de caja de las medianas de individuos móviles de *P. viburni*/árbol registradas en un campo de granado var. Wonderful en formación, usando diferentes métodos de muestreo: (A), temporada 2011-2012 y (B), temporada 2012-2013; en Huechún. En la caja está representada el 50% de la muestra; el borde superior de la caja es el percentil 75; el borde inferior representa el percentil 25 y la línea central de la caja es la mediana. Letras similares indican que no hay diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según la prueba de Conover. C – 30: cartón corrugado ubicado a 30 cm.

Los resultados del análisis de conglomerados (Figura 1.6), muestra que en el campo en producción los tres mejores métodos de muestreo que nos mostró el ANDEVA están agrupados (revisión de frutos, cartón a 30 cm y cartón a 120 cm), al igual que los dos peores (follaje y cinta doble adhesiva). En el campo en formación se observa que también se forman dos grupos, el uno con los dos métodos que más individuos se registraron

(revisión de fruta y cartón) y en otro con los dos métodos que menos individuos se registraron (follaje y cinta doble adhesiva).

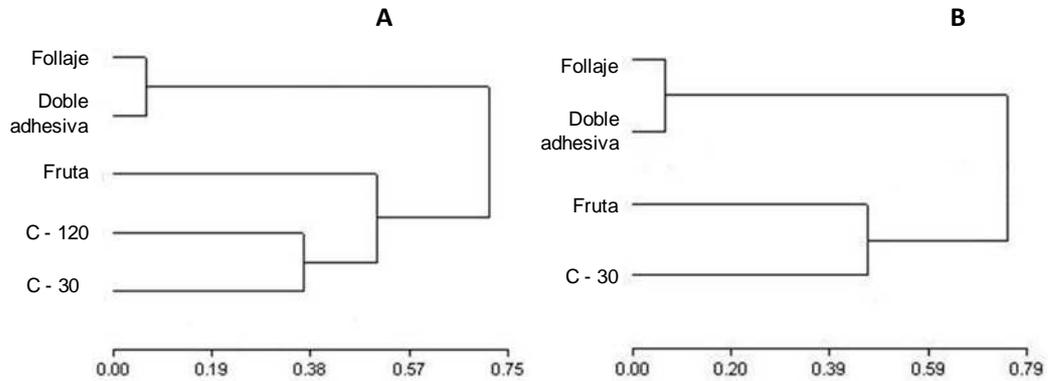


Figura 1.6. Análisis de conglomerados de las diferentes metodologías de seguimiento de *P. viburni* en granados var. Wonderful: (A) campo en producción y (B) campo en formación; Huechún (Promedio de vinculación, índice de similaridad de Bray-Curtis). Cartón corrugado ubicado a 30 cm (C – 30) y 120 cm (C – 120).

En la Figura 1.7 se observa la fluctuación de la mediana de los individuos y la variación en el nivel de infestación a lo largo de dos temporadas (2011-2013). No se encontró un modelo de regresión que explique la relación entre la mediana de la abundancia de los individuos móviles de *P. viburni* y el porcentaje de infestación de los frutos para la temporada 2011-2012, tampoco para la temporada 2012-2013 ($p > 0,05$).

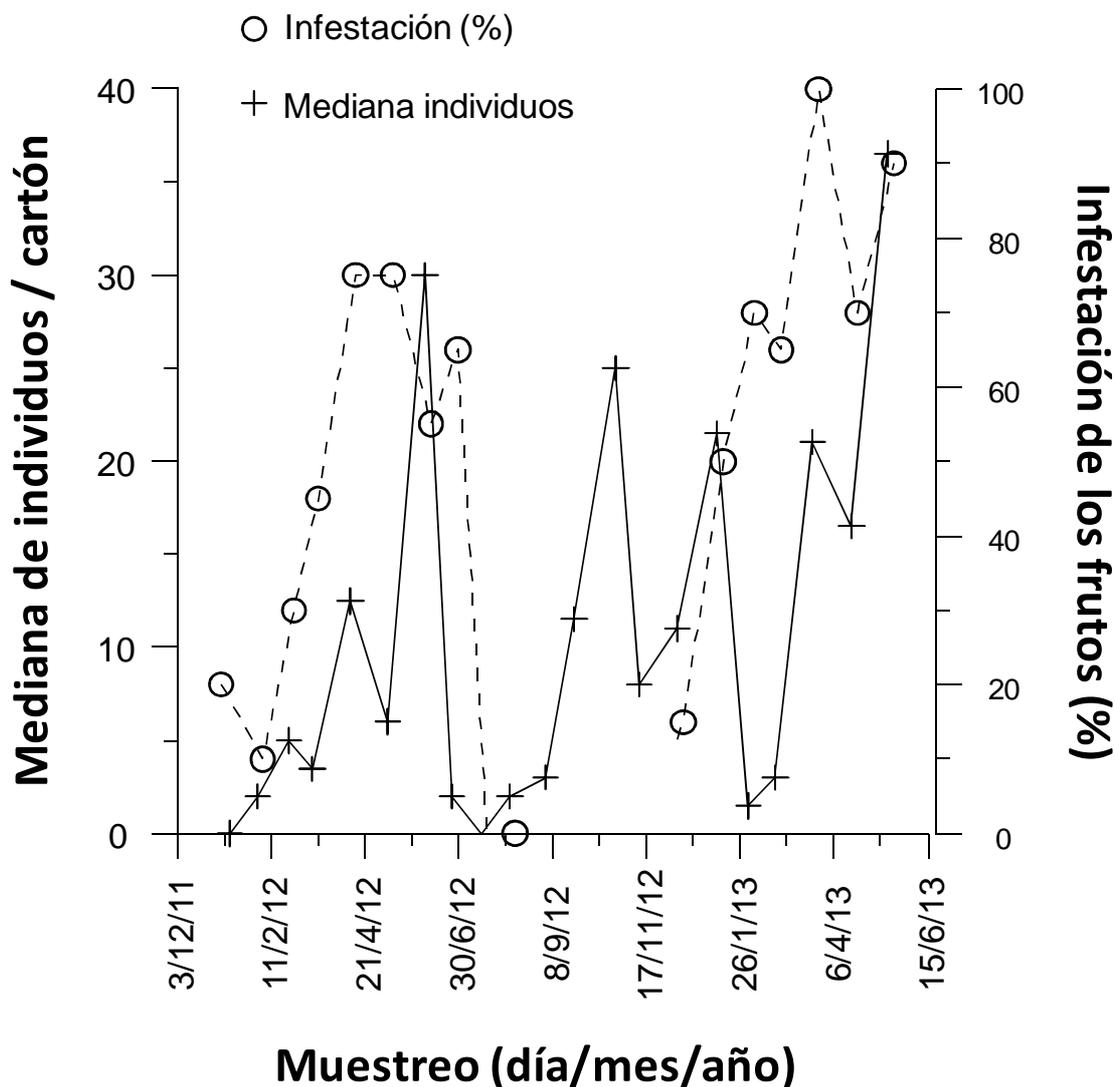


Figura 1.7. Mediana del registro de individuos móviles de *P. viburni* en cartones ubicados a 120 cm del suelo (n=10) y porcentaje de infestación en frutos de granado var. Wonderful (n=20) durante dos temporadas (2011-2013) en un huerto en producción en Huechún.

En la Figura 1.8 se observa la relación entre el porcentaje de cartones infestados que se ubicaron a 120 cm del suelo y el porcentaje de fruta de granado infestado durante dos temporadas. En la primera temporada (desde enero hasta mayo de 2012) la relación puede ser explicada con un modelo de regresión lineal con la ecuación: % frutos = - 26,45 + 1,156 (% cartones) ($F = 5,59$; $r^2 = 0,57$; $p = 0,049$); mientras que en la temporada (desde enero hasta mayo de 2013) la relación puede ser explicada con un modelo de regresión cuadrática con la ecuación: % frutos = - 957,4 + 27,33 (% cartones) - 0,1792 (% cartones)² ($F = 11,26$; $r^2 = 0,81$; $p = 0,044$). La diferencia en los modelos de regresión que explican la relación entre porcentaje de cartones infestados y porcentaje de fruta infestada en las dos temporadas se podría deber a la diferencia en los niveles de infestación; con un 40% de los

cartones infestados cuando la fruta iniciaba su formación en la temporada 2011-2012, mientras que en la temporada 2012-2013 hubo 100% de cartones infestados.

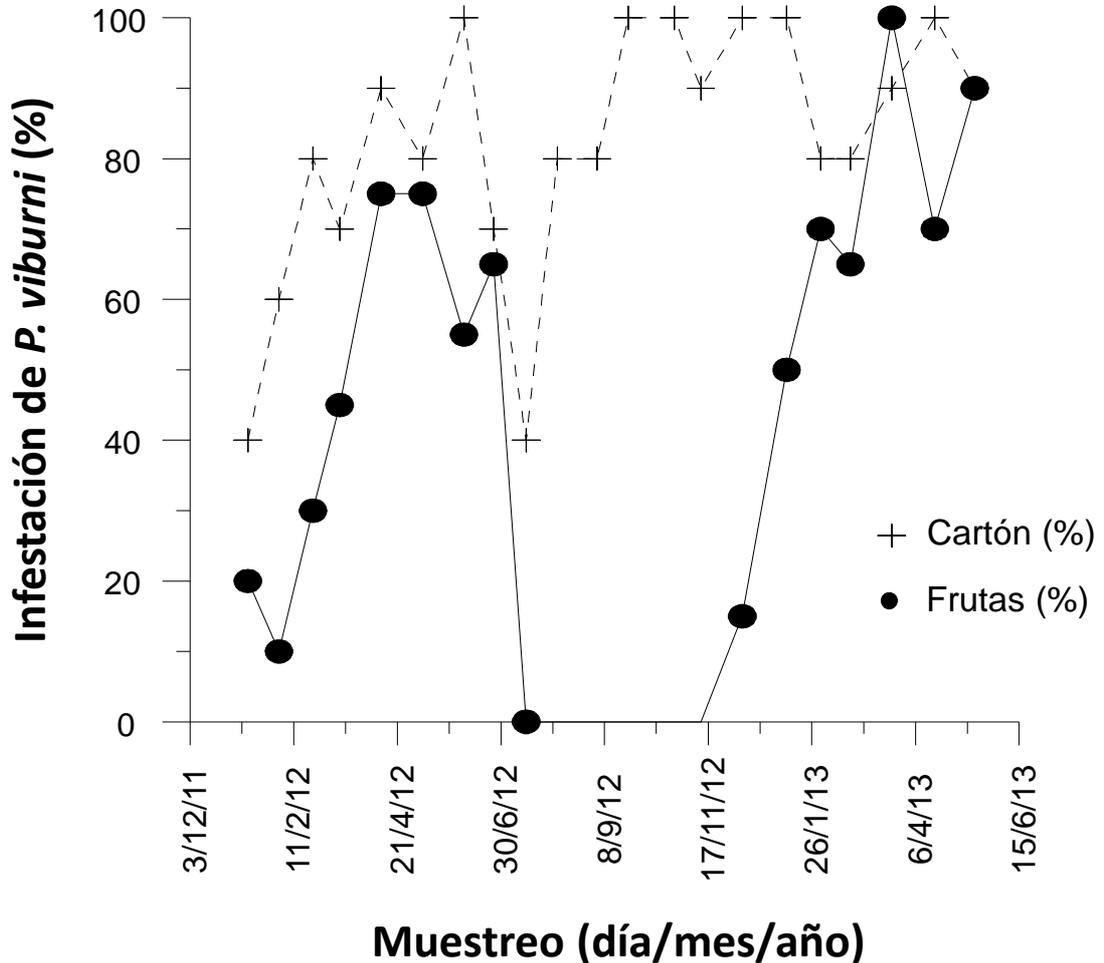


Figura 1.8. Niveles de infestación de individuos móviles de *P. viburni* en base a muestreos de campo en trampas de cartón corrugado instaladas a 120 cm del suelo (n=10) y en frutos de granados var. Wonderful (n=20) durante dos temporadas, en Huechún.

Dinámica poblacional del chanchito blanco

Todos los estadios fueron observados en los cartones colocados en la planta de granado a lo largo del año, excepto agosto y septiembre, cuando no se registraron ovipositoras. Se observa un patrón de fluctuación cíclica de todos los estadios: hembras adultas, ninfas y ovisacos en el campo en producción (Figura 1.9) y en el campo en formación (Figura 1.10). También, la densidad fue menor en el campo en formación que en el campo en producción. En ambos casos se observaron tres generaciones, con traslape entre los 3 estadios registrados, a lo largo del año.

Las hembras adultas y ninfas fueron menos visibles y activas en los meses fríos de invierno (julio-septiembre). A inicios de la primavera se detectó un aumento significativo de ninfas en las trampas de cartón corrugado, el comienzo de un considerable movimiento de ninfas desde el suelo al tronco de los árboles de granado.

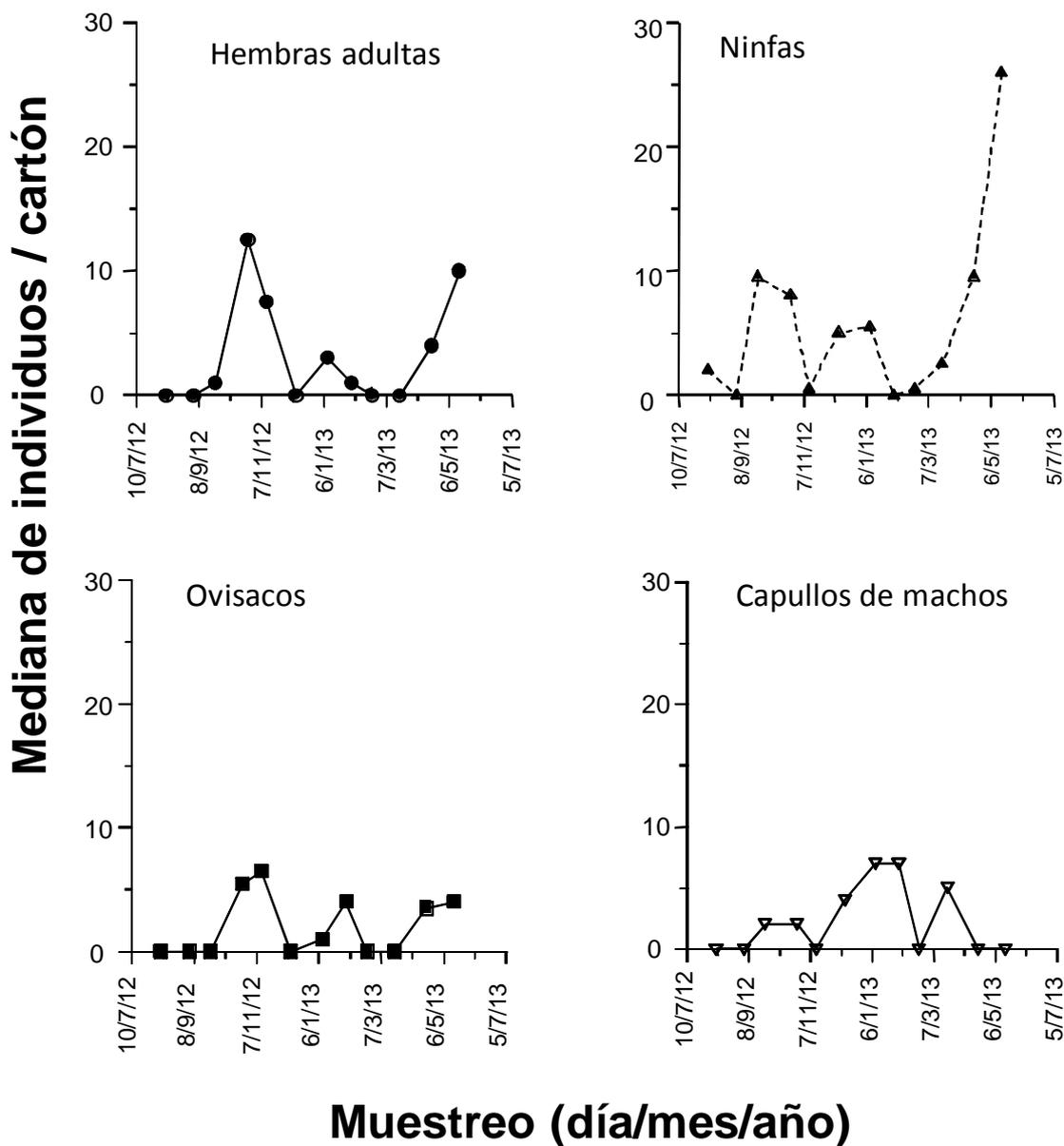


Figura 1.9. Capturas de hembras adultas, ninfas, capullos de machos y presencia de ovisacos de *P. viburni* en trampas de cartón corrugado instaladas a 120 cm del suelo entre el 7 de agosto 2012 y 16 de mayo de 2013 en una plantación en producción de granados var. Wonderful en Huechún.

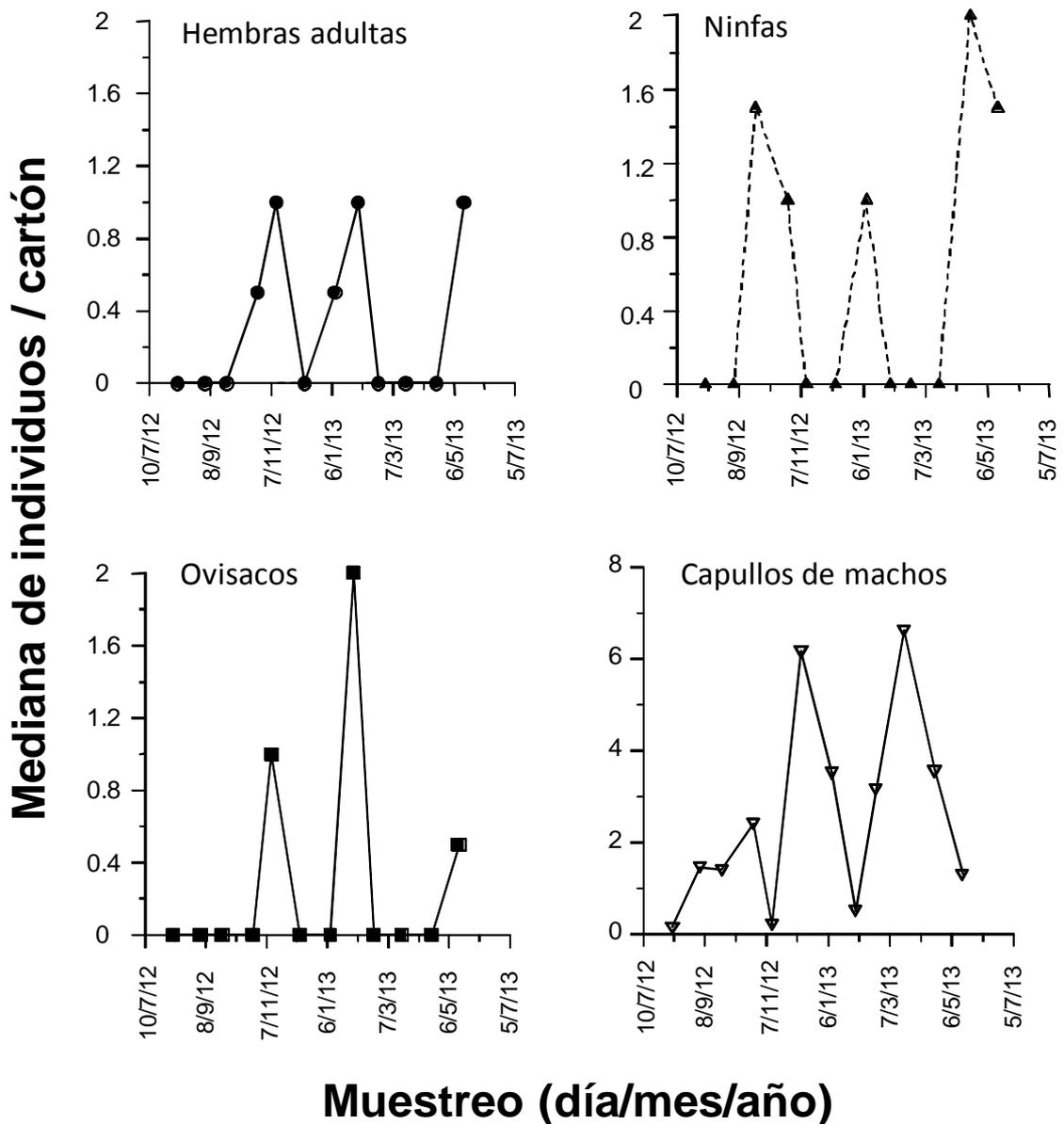


Figura 1.10. Capturas de hembras adultas, ninfas, capullos de machos y presencia de ovisacos de *P. viburni* en trampas de cartón corrugado instaladas a 120 cm del suelo durante el 7 de agosto 2012 y el 16 de mayo de 2013 en una plantación en formación de granados var. Wonderful en Huechún.

Al interior del fruto se observó el desarrollo dos generaciones de *P. viburni*, manifestadas en la Figura 1.11 por las crestas que representan estallidos de población. Además, se observa que al interior de la fruta hay una fluctuación cíclica de los estados (hembras adultas y ovisacos), ese máximo de ninfas estaría explicado por el traslape de dos generaciones. Hay una alternancia en el predominio de los estados.

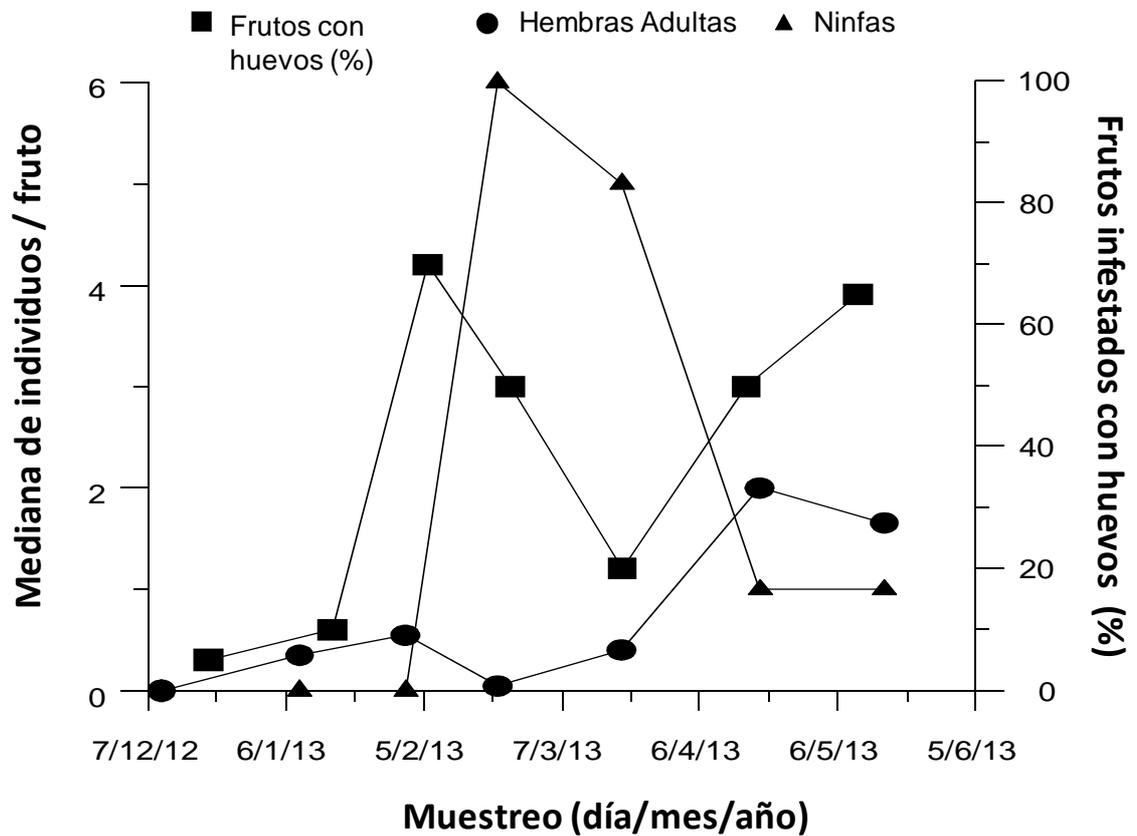


Figura 1.11. Frutos infestados (%) con huevos, y detección de hembras adultas y ninfas de *P. viburni* dentro del frutos durante el 10 de diciembre de 2012 y 16 de mayo de 2013 en una plantación en producción de granados var. Wonderful en Huechún.

Ninguna de las variables medidas en el fruto (peso, ancho y altura del fruto, o la profundidad de la cavidad calicinar) ayudan a explicar la variación de la abundancia de individuos móviles de *P. viburni* encontrada dentro del fruto (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Relación entre medidas externas del fruto de granado var. Wonderful y la abundancia de *P. viburni* registrada dentro de los frutos, en Huechún.

Parámetros medidos el fruto	Ecuación	R ²	p
Altura	-4,13 + 1,67 Altura	0,145	< 0,000
Ancho	-3,53 + 1,57 Ancho	0,200	< 0,000
Cavidad calicinal	-0,656 + 0,807 Prof	0,065	< 0,005
Peso	-0,814 + 0,114 Peso	0,165	< 0,000

No se encontró una relación lineal entre las variables climáticas (temperatura media, temperatura máxima, precipitación y humedad relativa) y la abundancia de *P. viburni* ($p > 0,05$) en la plantación de granado (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Relación entre parámetros climáticos y la población de *P. viburni* en una plantación de granado var. Wonderful durante 2012 en Huechún.

Parámetro climáticos	Ecuación	R ²	p
T° media (°C)	1,84 + 0,015 T° media	0,007	0,751
T° máxima (°C)	1,84 + 0,014 T° máxima	0,007	0,754
Precipitación (mm)	26,8 + 83,3 Precipitación	0,118	0,193
Humedad relativa (%)	4,48 - 1,52 Humedad	0,021	0,593

T° = Temperatura

En el Figura 1.12 se aprecia que no hay una relación lineal entre la temperatura promedio y la mediana de la abundancia / trampa de cartón corrugado.

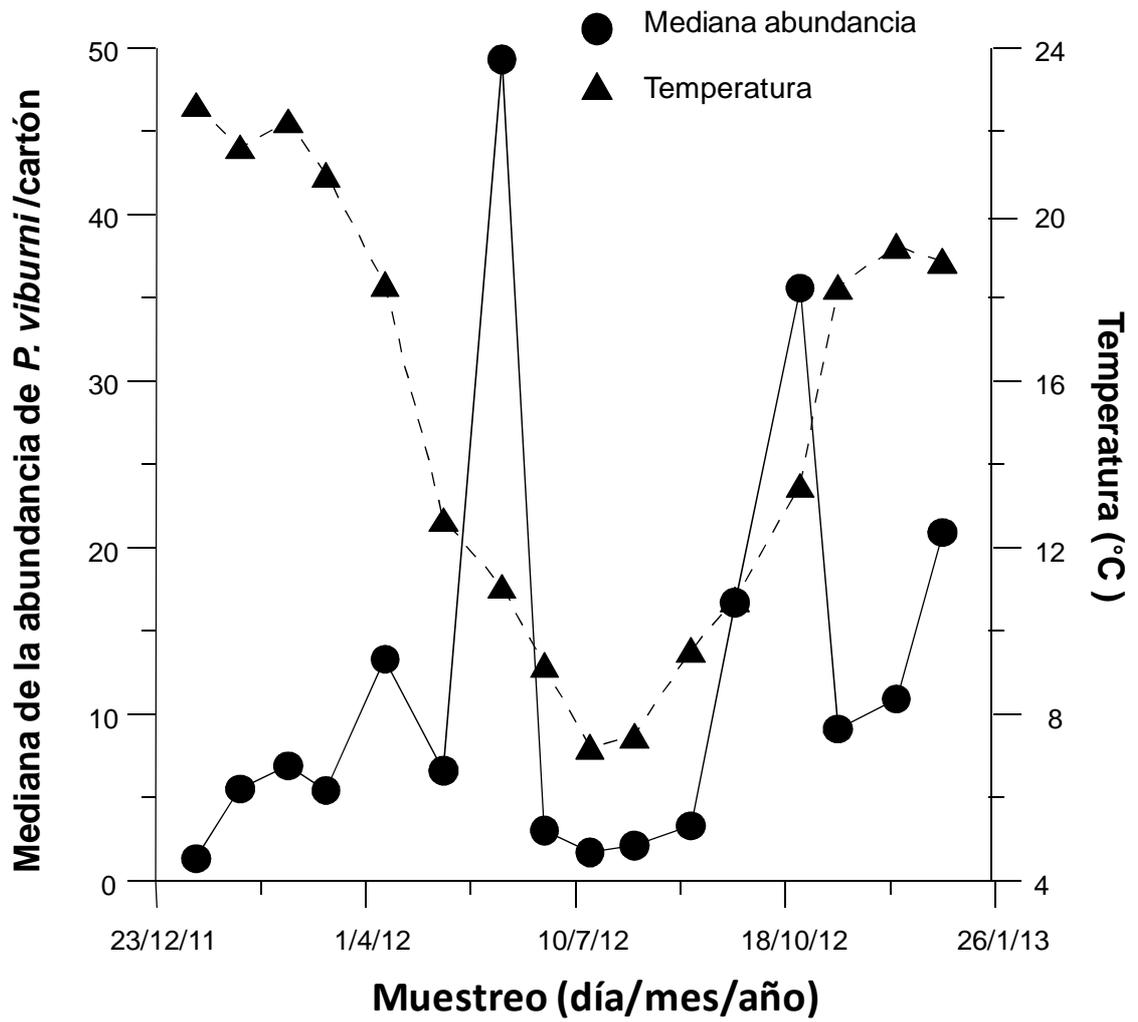


Figura 1.12. Relación entre la mediana de la abundancia de *P. viburni* y la temperatura ambiental promedio en un campo en producción de granados var. Wonderful, en Huechún, entre el 23 de diciembre de 2012 y el 1 de diciembre de 2013.

Discusión

El uso de trampas de cartón corrugado a 120 cm del suelo resultó la metodología más eficiente para hacer el seguimiento de *P.viburni* en granado. Este tipo de trampa ya había demostrado su eficiencia para el muestreo de *P. viburni* en otros frutales (Kolpow, 2004; Nuñez, 2007; Mudavanhu, 2009). Kolpow (2004), menciona que el uso de cartón corrugado resultó ser la estrategia más efectiva por ser sencilla y por presentar altas correlaciones, entre lo observado en los cartones temprano en la temporada y el nivel de infestación de los frutos en la vid a cosecha.

Vreysen (2005) menciona algunos aspectos que se deben tener en cuenta al elegir un dispositivo de trampeo para un programa de seguimiento: que haya una correlación inversa entre el número de trampas y la eficiencia de muestreo, el tiempo requerido para instalar la trampa, el costo de cada unidad y sus componentes, el tiempo requerido para remover las trampas y su especificidad. Con pocas trampas de cartón se pudo conocer el nivel de infestación y la dinámica poblacional de *P. viburni* en granado. Además, se necesitó poco tiempo para instalarlas y retirarlas, y finalmente, el cartón es barato y fácil de conseguir en cualquier ferretería.

El muestreo de frutos es importante para conocer el nivel de infestación, pero no puede ser utilizado como un sistema predictivo, debido a que cuando el chanchito ha ingresado al fruto de granado es complicado eliminarlo (Ver Capítulo II).

Con respecto a los dos sistemas menos eficientes para el seguimiento del chanchito blanco en el granado González (2011) mencionó que no se debía muestrear follaje porque *P. viburni* no llegaba a colonizarlo, y que las hojas sólo eran un lugar de paso porque nunca encontró ovisacos en ellas. En vid los individuos de *P. viburni* se concentran en el tronco y los racimos (Sazo *et al.*, 2008), por lo que Nuñez (2007) no los detectó en follaje de vid con trampas doble adhesivas, resultados similares a los del presente trabajo.

La abundancia encontrada en los cartones no se correlacionó con el nivel de infestación encontrado en los frutos, posiblemente debido a su estructura. En la cavidad calicinar del fruto de granado el chanchito blanco encuentra un refugio seguro donde tiene alimento, un micro-ambiente favorable y protección hacia los insecticidas.

En muchos estudios modelos lineales han relacionado el sistema de trampeo y la presencia de Pseudococcidos o el porcentaje de daño en la cosecha (Kolpow, 2004; Nuñez, 2007; Geiger y Daane, 2001; Mudavanhu *et al.*, 2011; Waterworth *et al.*, 2011). En nuestro estudio la relación del porcentaje de infestación (muy alto) encontrado en los cartones ubicados a 120 cm de altura, con el porcentaje de infestación en frutos se ajustó con un modelo cuadrático.

Las trampas de cartón corrugado permitieron generar información de la dinámica poblacional de *P. viburni* en granado, información que no estaba disponible previamente, posiblemente porque en otros lugares del mundo hay otras plagas de mayor importancia que afectan al granado (Mohsenia, 2009; Öztürk and Ulusoy, 2009; Balikai *et al.*, 2011;

Day *et al.*, 2011); y porque en Chile el granado no era un cultivo de importancia económica.

Las observaciones relacionadas a la dinámica poblacional realizadas en este estudio con la ayuda de las trampas de cartón corrugado concuerdan con las observaciones realizadas en otros cultivos por otros investigadores, como: la existencia de tres generaciones, una en primavera, otra en verano y la última en otoño; una primera generación que demora más tiempo que la segunda (Oyarzún, 2004); y una baja abundancia en invierno (Núñez, 2007; Mudavanhu, 2009).

Como es típico de la especie, no se detectó el establecimiento de chanchito blanco en el follaje. Adicionalmente, a partir de junio se observó un elevado movimiento de ninfas desde las frutas hacia el resto de la planta. En el interior de las flores sólo se encontraron individuos del orden Thysanoptera, pero nunca chanchitos blancos.

La emigración de ninfas desde la fruta hacia el tronco observada en junio podría deberse a que en esa época ya ha terminado la cosecha y a que los frutos que aún quedan en los árboles presentan un alto índice de partidura. Esta partidura es causada por golpes de sol y por el crecimiento natural del fruto que crece en forma permanente como mecanismo de la especie para dispersar las semillas (Holland *et al.*, 2009). La cavidad calicinar de los frutos que presentan partidura, está más expuesta a la luz, por la que ya no es de interés para los chanchitos blancos, los que probablemente la abandonan y se desplazan a nuevos sitios protegidos.

Se verificó que el fruto es susceptible a la infestación desde el momento en que se comienza a formar (diciembre - enero), y con ninguna de las medidas realizadas al fruto se pudo explicar la abundancia de *P. viburni* encontrada dentro del fruto. Hay una dispersión muy alta en cuanto al tamaño de los frutos, esto por las características propias del cultivo, tiene floraciones sucesivas (Holland *et al.*, 2009).

El no poder explicar con un modelo lineal la relación entre los parámetros climáticos ambientales y la variación de la abundancia de *P. viburni* podría ser explicado por los hábitos crípticos de esta especie, que prefiere en refugios pequeños con condiciones micro climáticas más estables e independientes del medio externo, lo que hace que la mayor parte del tiempo no estén expuestos a las variaciones climáticas.

A pesar de que las variables climáticas no ayudaron a explicar la fluctuación de las poblaciones de *P. viburni* a lo largo del año en el cultivo, las temperaturas bajas y la precipitación de la época invernal parecen tener un efecto en la mortalidad de invierno (Figura 1.12); situación que Kolpow (2004) y Mudavanhu (2009) la menciona en sus trabajos. En nuestro estudio, en julio de 2012 hubo un déficit en las precipitaciones, y las temperaturas mínimas en general estuvieron por sobre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en los valles interiores y en aquellos con influencia marina, a diferencia del 2011, cuando las mínimas alcanzaron temperaturas de hasta $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en esa época (Santibáñez, 2012); esas condiciones pueden haber contribuido a que no haya existido una alta mortalidad de *P. viburni*, y a que se haya presentado un muy alto nivel de infestación (80% de los árboles) desde el inicio de la temporada (7 de agosto de 2012; Figura 1.7). Esto se podría tener en cuenta para

recomendar una práctica de tipo cultural sugerida por Cid *et al.* (2010), que mencionan que la aplicación de agua en el invierno, especialmente al tronco, podría aumentar la mortalidad en ese período y reducir la población de chanchitos blancos durante la temporada.

Conclusiones

- La trampa de cartón corrugado fue el sistema más efectivo para hacer el seguimiento de *P. viburni* en granado, especialmente la ubicada a 120 cm.
- La dinámica poblacional de *P. viburni* observada en granado no fue diferente a la observada en otros frutales, como vides y carozos.
- Los parámetros climáticos no explican la variación de la abundancia de *P. viburni* encontrada en las trampas de cartón corrugado a lo largo del tiempo.
- Los parámetros medidos en el fruto no ayudaron a explicar la abundancia de este chanchito blanco, encontrada dentro de los frutos de granado.

Literatura citada

- Bahder, B. W., R. A. Naidu, K. M. Daane, J. G. Millar and D. B. Walsh. 2013. Pheromone-Based Monitoring of *Pseudococcus maritimus* (Hemiptera: Pseudococcidae) Populations in Concord Grape Vineyards. *Journal of Economic Entomology* 106(1): 482-490.
- Balikai, R.A., Y.K. Kotikal and P.M. Prasanna. 2011. Status of pomegranate pests and their management strategies in India. *Acta Horticulturae* 890: 569-583.
- Cid, M. S. Pereiro, C. Cabaleiro and A. Segura. 2010. Citrus Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) Movement and population Dynamics in an Arbor Trained Vineyard. *Journal of Economic Entomology* 103(3): 619–630.
- Day, K. R. and E. D. Wilkins. 2011. Commercial Pomegranate (*Punica granatum* L.) Production in California. *Acta Horticulturae* 890: 275-286.
- Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Cuadro, C. W. Robledo. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Özturk, N. and M. R. Ulusoy. 2009. Pests and Natural Enemies Determined in Pomegranate Orchards in Turkey. *Acta Horticulturae* 818: 277-284.
- Dent, D. 2000. Sampling, monitoring and forecasting. 14 - 47p. En: *Insect Pest Management*. Cab International, Wallingford, UK.
- González, R. 2011. Pseudocóccidos de importancia frutícola en Chile (Hemiptera: Pseudococcidae). Universidad de Chile, publicaciones en Ciencias Agrícolas N° 18. 186p.
- Holland, D., K. Hatib, and I. Bar-Ya'akov. 2009. Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. *Horticultural Reviews* 35: 127–191.
- Mohsenia, A. 2009. The situation of pomegranate orchards in Iran. *Acta Horticulturae* 818: 35-42
- Mudavanhu, P. 2009. An investigation into the integrated pest management of the obscure mealybug, *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae), in pome fruit orchards in the Western Cape Province, South Africa. Mg Sc Thesis in Sciences of Agriculture, College of Agricultural Sciences, Universidad de Stellenbosch, Sur África. 110p.
- Mudavanhu, P., P. Addison and L. Pringle. 2011. Monitoring and action threshold determination for the obscure mealybug *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) using pheromone baited traps. *Crop Protection* 30: 919-924.
- Myburgh, A. C., D. J. Rust and D. Stubings. 1975. Mealybugs on apples and pears. *Deciduous Fruit Grow* 25: 176-179.

- Koplow, C. 2004. Monitoreo y control físico de chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni*) (Signoret) en vid, antecedentes para el manejo integrado. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 57p.
- Núñez, J. 2007. Evaluación de sistemas de monitoreo para chanchitos blancos (*Pseudococcus sp.*) en vid de mesa. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 89p.
- Oyarzún, M. 2004. Taxonomía y observaciones biológicas del chanchito blanco de los frutales, *Pseudococcus viburni* (Signoret). (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE). Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 85p.
- Prado, E., R. Ripa y F. Rodríguez. 2000. Insectos y ácaros. Pp 234-250 en J. Valenzuela (ed), Uva de mesa en Chile. Colección de libros INIA 5, Santiago, Chile.
- Ripa, R. y F. Rodríguez. 1999. Plagas de cítricos, sus enemigos naturales y manejo. Colección de libros INIA #3, Santiago, Chile, 151p.
- Santibáñez, P. 2012. Boletín Agroclimático Regional: Región Metropolitana – Período Julio. Sistema Agroclimático FDF-INIA-DMC. Santiago, Chile. 14p.
- Sazo, L., J. E. Araya y J. de la Cerda. 2008. Efecto del coadyuvante siliconado e insecticidas en el control del chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). Ciencia e Investigación Agraria 35(2): 215-222.
- Sellemer, J. C., N. Otisguy, K. Hoover and K. M. Kelly. 2004. Assessing the integrated pest management practices of Pennsylvania nursery operations. HortScience 39(2): 297-302.
- Vreysen, M. J. B., K. M. Saleh, M. Y. Ali, A. M. Abdulla, Z. R. Zhu, K. G. Juma, V. A. Dyck, A. R. Msangi, P. A. Mkonyi, and H. U. Feldmann. 2000. *Glossina austeni* (Diptera: Glossinidae) eradicated on the island of Unguja, Zanzibar, using the sterile insect technique. Journal of Economic Entomology 93: 123–135.
- Vreysen, M. J. B. 2005. Monitoring sterile and wild insects in area-wide integrated pest management programmes. 326-351p. En: Dyck, V. A., J. Hendrichs and A. S. Robinson (eds). Sterile Insect: Principles and Practice in Area – Wide Integrated Pest Management. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 787p.
- Walton, V. M., K. M. Daane, and K. L. Pringle. 2004. Monitoring *Planococcus ficus* in South African vineyards with ser feromone baited traps. Crop protection 23: 1089–1096.
- Waterworth, R., R. Redak and J. G. Millar. 2011. Pheromone-Baited Traps for Assessment of Seasonal Activity and Population Densities of Mealybugs Species (Hemiptera: Pseudococcidae) in Nurseries Producing Ornamental Plants. Journal of Economic Entomology 104(2): 555–565.

Anexos

Anexo I.I. Principales especies de chanchitos blancos que afectan a la fruticultura chilena.



Pseudococcus viburni
(www.bnhs.co.uk/focuson/scales/html/)



Pseudococcus longispinus
(rec.ifas.ufl.edu/lso/mealybugs.htm)



Planococcus citri
(photo.net/photodb/photo?photo_id=392855)



Pseudococcus calceolariae
(www.biodiversidadvirtual.org)

Apéndices

Apéndice I.I. Insectos colectados con varios tipos de trampas en una plantación de granados var. Wonderful en Huechún, Región Metropolitana, Chile, entre diciembre de 2011 y mayo de 2013.

Órdenes	Familias	Especies	Encontrada en:
Hymenoptera	Formicidae	<i>Lineoithema humile</i>	Follaje
Collembola	Entomobryidae	<i>Entomobrya muscorum</i>	Cartón
Coleoptera	Cleridae	<i>Natalis laplaciai</i>	Cartón
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Eriopis connexa</i>	Cartón
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Hippodamia convergens</i>	Cartón
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Hippodamia variegata</i>	Cartón
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Morfo especie 1</i>	Cartón
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>	Cartón
Diptera	Syrphidae	<i>Allograpta sp.</i>	Follaje
Diptera	Syrphidae	<i>Morfo especie 1</i>	Cartón
Hemiptera	Aphidae	<i>Morfo especie 1</i>	Cartón
Hemiptera	Cicadidae	<i>Tettigades sp.</i>	Follaje
Hemiptera	Myridae	<i>Morfo especie 1</i>	Cartón
Hymenoptera	Formicidae	<i>Lineoithema humile</i>	Cartón y fruto
Hymenoptera	Formicidae	<i>Morfo especie 1</i>	Cartón
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla sp. 1</i>	Cartón
Psocoptera		<i>Morfo especie 1</i>	Cartón
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella australis</i>	Flores
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Flores

Apéndice I.II. Esfuerzo de muestreo realizado con varios métodos de muestreo de chanchito blanco en una plantación de granado var. Wonderful en producción, en Huechún, 26 de junio de 2012.

Método de seguimiento	Tiempo utilizado / cartón (min)	Individuos móviles / min
Trampa de cartón a 120 cm	11	1,04
Trampa de cartón a 30 cm	11	1,03
Revisión de fruto	5	0,92
Revisión de follaje	5	0,022
Trampa doble adhesiva	13	0,0008

Tiempo utilizado: en el caso de los cartones y la trampa doble adhesiva, es el tiempo empleado en retirar, reemplazar y evaluar cada dispositivo. En el caso de los frutos y follaje es el tiempo empleado en colectar la muestra y evaluarla.

CAPÍTULO II

EFECTO DE INSECTICIDAS ALTERNATIVOS (DETERGENTES, ACEITE AGRÍCOLA, *Beuveria bassiana*) EN EL CONTROL DEL CHANCHITO BLANCO (*Pseudococcus viburni*) EN GRANADO (*Punica granatum*) EN OTOÑO

Resumen

El chanchito blanco (*Pseudococcus viburni* S.), es un insecto cuarentenario difícil de controlar, que causa pérdidas económicas en fruta de exportación. Existen indicios de que realizar aplicaciones tempranas no sería suficiente para controlar al chanchito blanco y que se requerirían aplicaciones sobre los frutos para las sucesivas generaciones que podrían colonizarlos. Para probar esto, se hicieron ensayos en laboratorio que sirvieron para escoger los tres mejores insecticidas biorracionales que se evaluaron en campo: *Beuveria bassiana* (Mycotrol) y dos detergentes (TS-2035 y Tecsá Fruta); adicionalmente se evaluó en campo un insecticida estándar, imidacloprid (Nuprid) y un testigo. En laboratorio, como en campo se utilizó un diseño completamente aleatorizado. En campo se hicieron dos evaluaciones después de la aplicación, en donde se evaluaron individuos vivos encontrados en los frutos y en trampas de cartón corrugado ubicadas a 120 cm del suelo. Ninguno de los productos utilizados sirvieron para controlar a *P. viburni* en aplicaciones de otoño, incluso, el imidacloprid (Nuprid) no tiene efecto en *P. viburni* una vez que este se ha instalado en la cavidad calicinar de la fruta del granado, por lo que el control de *P. viburni* en granado debería enfocarse a evitar que los Pseudococcidos ingresen a la fruta.

Palabras clave: *Beuveria bassiana*, cartón corrugado, imidacloprid, insecticidas biorraionales.

Abstract

The obscure mealybug (*Pseudococcus viburni* S.), is a *quarantine* pest that is difficult to control, causing economic losses in the exportation of the fruit. There are suggestions that even if there were early sprays, it would not be enough to control the mealy bug and further sprays should be necessary for the next generations colonizing it. In order to test it, laboratory experiments were conducted that allowed to find the best three biorational insecticides that were, later, evaluated in the field: *Beauveria bassiana* (Mycotrol) and two detergents (TS-2035 y Tecs Fruit); in addition in the field a standard insecticide (Nuprid, i.a. imidacloprid) was evaluated. A control treatment was also considered. In the laboratory, as in the field, a completely randomized design was used. In the field, two evaluations were made after the sprays, evaluating alive individuals found in the fruits and in corrugated cardboard traps placed at 120 cm from the ground. None of the products controlled *P. viburni* in autumn applications, even the standard, imidacloprid (Nuprid). It is concluded that, once *P. viburni* colonized the calyx cavity of the pomegranate fruit, the eradication is unlikely. Therefore, the *P. viburni* control in the pomegranate must focus to avoid that the Pseudococcids reaching the fruit.

Key Words: *Beauveria bassiana*, biorational insecticides, corrugated cardboard, imidacloprid.

Introducción

El fruto del granado es cada vez más reconocido por sus propiedades funcionales y nutricionales, y son una buena fuente de proteínas, minerales, vitaminas, polifenoles y antioxidantes (Yildiz *et al.*, 2009). Estas características que benefician a la salud, han favorecido el mercado de este fruto, e incidido en una mayor demanda de este fruto en EE.UU. y Europa, lo que representa una interesante oportunidad productiva y comercial para Chile (Quiroz, 2009).

Actualmente el chanchito blanco es una de las principales plagas que afectan al granado en Chile. Los chanchitos blancos son plagas que tienen importancia económica por infestar varios frutales, campos y cultivos ornamentales en todo el mundo (Franco *et al.*, 2001) y constituyen una de las principales plagas de frutales en Chile (Kolpow, 2004)

En Chile, la mayor importancia económica del chanchito blanco es de orden cuarentenario más que como plaga que causa daño fisiológico como otros Coccoídeos, a menos de que sean transmisores de virus (Oyarzún, 2004) o generen fumagina.

Pseudococcus viburni, el chanchito blanco de la vid, es la especie de mayor distribución en Chile en huertos frutales (Kolpow, 2004). Esta especie ovípara pasa por tres estados ninfales hasta alcanzar el estado adulto para el caso de las hembras y dos estadios adicionales para los machos. El número de huevos por ovisaco fluctúa entre 70 y 300, con un promedio de 200 huevos por ovisaco. (Oyarzún, 2004). Los machos son alados, pequeños, grises, con alas transparentes cubiertas por cera y tienen corta vida (Ciampolini *et al.*, 2003).

El control más usado para *P. viburni* es el químico, pero éste no tiene resultados completos (Ulloa, 2009). Su manejo se dificulta al tener muchos hospederos (Ben-Dov, 1994), su hábito críptico disminuye la efectividad de los plaguicidas (Ulloa, 2009) y la presencia de una cubierta hidrófoba que dificulta el mojamiento (González *et al.*, 1996). Tradicionalmente, el control se ha basado en el uso de los insecticidas organofosforados, aunque en los últimos años los neonicotinoides han ido tomando mayor importancia (Calquin, 2007).

Curkovic y Cataldo (2005) mencionan que hacer aplicaciones tempranas no sería suficiente para controlar al chanchito blanco y que se requerirían aplicaciones sobre los frutos para las generaciones que los podrían colonizar. Sin embargo, sería necesario considerar las alternativas legalmente viables en relación a carencia y registro (Cataldo, 2004)

En la actualidad ha emergido una tendencia a nivel mundial hacia explorar productos alternativos para uso fitosanitario que tengan un impacto mínimo en la salud humana y el ambiente (Bautista-Banos *et al.*, 2006). Entre los productos alternativos a los químicos convencionales que han sido evaluados como insecticidas están los detergentes, aceites y entomopatógenos; los que se puede considerar como insecticidas biorracionales (Horowitz *et al.*, 2009).

Los aceites, junto con los jabones pueden haber estado entre los primeros químicos usados para el control de los insectos (Puritch, 1981). El efecto plaguicida de los aceites cubre un rango de artrópodos plaga e incluye mortalidad aguda (principalmente en insectos de cuerpo suave), repelencia y disuasión de ovipostura (Zwick y Westigard, 1978; Davisson *et al.*, 1991; Fernández *et al.*, 2001).

Los detergentes agrícolas son una alternativa de bajo costo para manejar la plaga, con un bajo impacto ambiental y ningún efecto residual (Curkovic *et al.*, 2007). Varios trabajos de investigación han evaluado el efecto plaguicida de los detergentes que muestran su potencial, como los de Butler *et al.* (1993), Curkovic y Araya (2004), Burett (2005), Gulsar Banu *et al.* (2010). Los detergentes eliminan las capas cerosas sobre la cutícula y rompen las membranas celulares (Hodgson y Kuhr, 1990), lo que causa deshidratación y muerte de los individuos (Curkovic *et al.*, 1995).

Entre los entomopatógenos uno de los hongos más importantes es *Beauveria bassiana* (Vuillemin), el cual destruye la cutícula de los insectos y causa septicemia (García y Tamez, 2012). Es enemigo natural de un amplio rango de insectos y arácnidos, y tiene una distribución cosmopolita (Rehner, 2005)

Debido a los cada vez más bajos límites de tolerancia de residuos el uso de insecticidas biorracionales podría ser una alternativa para ayudar a controlar el chanchito blanco en el granado en el otoño, en el período previo a la cosecha en el que no se pueden utilizar productos químicos convencionales.

Hipótesis

El uso de insecticidas biorracionales permitirá el control del chanchito blanco en granado en otoño.

Objetivo

- Evaluar la eficacia de tres de productos químicos y *Beauveria bassiana* para controlar el chanchito blanco en cultivos de granado en otoño.

Materiales y métodos

Ensayo de laboratorio

Crianza del chanchito blanco

La crianza de chanchitos se hizo para disponer de una población de individuos suficiente para desarrollar los experimentos de laboratorio y postcosecha. Esta se hizo sobre brotes etiolados de papa y sobre zapallitos. Las papas o los zapallitos se colocaron en cajas plásticas (30 cm x 17 cm x 9 cm), con arena previamente tratada con agua hirviendo (Figura 2.1). La crianza se inició con masas de huevos colectados con las trampas de cartón corrugado. Posteriormente se trasladaron a cajas se cubrieron con tela negra para mantener a los insectos en condiciones de oscuridad. Las cajas se pusieron en cámaras de crianza a 25 ± 2 °C, 60% de humedad relativa, y un fotoperiodo de 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad.



Figura 2.1. Caja de plástico con zapallito utilizado para la crianza de *P. viburnis*

Tratamientos y diseño experimental

En el Cuadro 2.1 se indica los tratamientos que se evaluaron en el ensayo de laboratorio.

Cuadro 2.1. Productos comerciales, ingredientes activos y dosis de los tratamientos que se evaluaron en laboratorio para el control del chanchito blanco.

Tratamientos	Productos comerciales	Ingredientes activos	Dosis
T0	Testigo	Ninguno	0
T1	Nuprid	Imidacloprid	6 mL / L
T2	TS - 2035	Detergente	1% v/v
T3	Tecsa Fruta	Detergente	1% v/v
T4	M-Pede	Detergente	1% v/v
T5	Ultraspray	Aceite	1% v/v
T6	Mycotrol	<i>Beauveria bassiana</i>	7,5 mL / L

A continuación se detalla algunas características de los detergentes utilizados: Tecsa Fruta (Protecsa S.A., Chile), es un detergente líquido aniónico natural con propiedades adherentes y humectantes. Genera poca espuma y no causa manchas en los frutos. Contiene 0,5% de sustancias activas aniónicas SXS (xileno sulfonato de sodio), 1,5% de sustancias activas no-iónicas, 30% de disacáridos, 67% de agua y 1% de especies inertes. Por otra parte, el detergente TS-2035 (Pace Internacional LLC. Ltda., Chile), es un detergente agrícola líquido. Es un surfactante neutro concentrado, a base de una combinación de agentes tenso-activos aniónicos y no-iónicos (17 - 23%), carbamida (10-13%), orto fenilfenolato de potasio (0,1 - 0,2%), fosfato de sodio (0,15 - 0,40%) y el resto corresponde al % de agua (Soto, 2013).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 7 tratamientos (incluyendo el testigo y un producto estándar, imidacloprid) y 4 repeticiones (1 placa Petri por repetición). En cada placa se pusieron 15 ninfas de segundo estadio, en muestreos preliminares se encontró que fue el primero en llegar a los frutos.

Manejo del experimento

Los productos se asperjaron sobre los individuos dispuestos en las placas Petri mediante una torre de Potter ST-4 a 15 lb pulg⁻². Inmediatamente después de cada aplicación el líquido acumulado en cada placa se removió utilizando papel absorbente. Las placas asperjadas se dejaron secar 5 min a temperatura ambiente y los individuos tratados se trasladaron a otras placas con follaje (sin aplicación de plaguicidas), previamente lavado y cepillado para eliminar la presencia de enemigos naturales u otros pseudocóccidos.

Evaluación y criterio de mortalidad

La mortalidad se evaluó a las 24 h (1 dda), a las 72 h (3 dda) y a las 120 h (5 dda) de efectuadas las aspersiones. Para verificar la mortalidad o supervivencia se utilizó un pincel fino para tocar el cuerpo y apéndices locomotores de los insectos, con el fin de inducir y detectar movimientos. Se consideraron muertos o moribundos a los individuos que presentaron el cuerpo de color pardo o con movimientos erráticos de las patas.

Análisis de los resultados

La mortalidad obtenida en la segunda (3 dda: días después de la aplicación) y tercera (5 dda) evaluación se corrigió eliminando la registrada en el testigo, por medio de la ecuación de Abbott (1925); en la primera evaluación como no hubo mortalidad en el testigo no fue necesario corregir la mortalidad (Busvine, 1980). Previo a los análisis los valores porcentuales se normalizaron por arco seno $\sqrt{\% \text{mortalidad}}$ (transformación de Bliss). Los resultados obtenidos se analizaron por ANOVA y cuando hubo diferencias entre tratamientos se hicieron las pruebas de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Infostat versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012).

Ensayo de campo

Lugar del estudio

El ensayo de campo se llevó a cabo en una plantación comercial de granado variedad Wonderful, plantada en 2004 con un marco de plantación de 3x5 m, en Huechún (comuna de Til-Til, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana). Alrededor del campo de granado se encuentra un parronal y un huerto de nogales.

El huerto tuvo un manejo convencional para el control del chanchito blanco que incluyó la aplicación de insecticidas. En la temporada 2012-2013 se aplicaron: 2,25 kg de Diazol 40% WP / 2200 L agua (i.a. diazinon, Anasac), aplicado con nebulizadora entre el 3-5 de octubre de 2012; 1,2 L de Lorsban 75 WG / 2200 L (i.a. clorpirifos, Dow Agro Science S.A.), aplicado con nebulizadora entre el 29 y 30 de octubre de 2012; 0,45 kg de Punto 70% WP / 2200 L (i.a. imidacloprid, ANASAC), aplicado con una pulverizadora hidráulica de barra en tres ocasiones: el 5 de diciembre, el 26 de enero y el 23 de febrero.

Tratamiento y diseño experimental

Se evaluaron los cuatro mejores tratamientos detectados en el ensayo de laboratorio y un testigo. Los tratamientos se presentan en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Tratamientos de campo evaluados para el control del chanchito blanco en granado var. Wonderful, Huechún.

Tratamientos	Productos comerciales	Ingredientes activos	Dosis
T0	Testigo	Ninguno	0
T1	Nuprid	Imidacloprid	6 mL / L
T2	TS - 2035	Detergente	1% v/v
T3	Tecsa Fruta	Detergente	1% v/v
T4	Mycotrol	<i>Beauveria bassiana</i>	7,5 mL / L

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Cada repetición o parcela constó de dos árboles. Cada parcela estuvo separada por tres árboles.

Manejo del experimento y evaluación de la supervivencia

Las aplicaciones se hicieron el 28 de marzo de 2013, dirigidas al follaje con una motobomba de espalda (Solo, Port 423, Alemania). Hubo 3 evaluaciones: 1 pre-aplicación donde se contaron los individuos sobre 10 frutos por repetición en laboratorio y 2 post-aplicación donde se contaron individuos en 10 frutos en laboratorio y en una trampa de cartón corrugado instalada a 120 cm del suelo en cada uno de los árboles de la repetición. Las trampas de cartón corrugado fueron ubicadas inmediatamente después de la aplicación.

Las evaluaciones post-aplicación se hicieron a los 7, y a los 15 días posteriores de la aplicación. Se anotó el número de individuos móviles vivos observados en frutos y cartones. Se consideraron vivos los individuos que no presentaron el cuerpo de color oscuro o movimientos erráticos de las patas.

Evaluación de la fitotoxicidad de los tratamientos

Previo a la aplicación en los productos en cada uno de los árboles que formaba parte de la repetición del testigo y los tratamientos en que se usaron detergentes (TS-2035 y Tecsá Fruta), se escogió una rama que se marcó y en la que se contaron 50 hojas. En las evaluaciones post-aplicación se registró defoliación y amarillamiento en cada una de las hojas contadas al inicio.

Análisis de los resultados

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa *Infostat* versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012). El número de individuos en frutos y cartones se transformó por $\sqrt{X + 0,5}$ antes de un andeva por fecha de evaluación, y pruebas de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza del 95% cuando hubo diferencias entre los tratamientos. Los resultados fueron presentados como medias de los resultados no transformados. Defoliación y decoloración se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, para las dos fechas de evaluación y cuando hubo diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Conover con un nivel de confianza del 95%.

Resultados

Ensayo de laboratorio

Los resultados de los tratamientos contra ninfas de *P. viburni* aplicados con torre de Potter se presentan en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Mortalidad (%) de ninfas de *P. viburni* sometidas a varios tratamientos aplicados con torre de Potter.

Tratamientos	Productos comerciales	Ingredientes activos	Dosis	Días después de la aplicación		
				1	3	5
T0	Testigo	Ninguno	0	0 b	1,92 b	100 c
T1	Nuprid	Imidacloprid	6 mL / L	98,33 a	98,33 a	100 a
T2	TS-2035	Detergente	1% v/v	7,18 b	14,20 b	21,23 b
T3	Tecsa Fruta	Detergente	1% v/v	3,71 b	9,34 b	15,11 bc
T4	M-Pede	Detergente	1% v/v	3,59 b	7,18 b	12,18 bc
T5	Ultraspray	Aceite	1% v/v	3,33 b	5 b	10,12 bc
T6	Mycotrol	<i>Beauveria bassiana</i>	7,5 mL / L	0 b	5,24 b	15,83 bc

Promedios en una columna con la misma letra no son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$) según la prueba de Tukey.

En la primera evaluación, a 1 dda el imidacloprid fue el único tratamiento que se diferenció del testigo, al obtener una mortalidad del 98,33%.

En la evaluación al tercer día, nuevamente el imidacloprid fue el único tratamiento que se diferenció del testigo, pero sin aumentar el porcentaje de mortalidad obtenido el primer día en los demás tratamientos, incluyendo el testigo; en general hubo una tendencia al aumento de la mortalidad.

En la tercera evaluación, a los 5 dda, imidacloprid y TS-2035 fueron los únicos tratamientos diferentes estadísticamente del testigo, y también entre sí, con mortalidad del 100% y 21,23%, respectivamente.

Ensayo de campo

Los resultados obtenidos en la evaluación con trampas de cartón corrugado después de la aplicación se presentan en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Promedios del número de individuos vivos de *P. viburni* en trampas de cartón corrugado, por tratamientos, en granados var. Wonderful.

Tratamientos	Productos comerciales	Ingredientes activos	Dosis	Días después de la aplicación	
				7	15
T0	Testigo	Ninguno	0	2,38	5
T1	Nuprid	Imidacloprid	6 mL / L	0,88	1,25
T2	TS-2035	Detergente	1% v/v	4,00	5,50
T3	Tecsa Fruta	Detergente	1% v/v	1,75	2,38
T4	Mycotrol	<i>Beauveria bassiana</i>	7,5 mL / L	2,13	6

Al analizar los muestreos de individuos vivos de *P. viburni* en las trampas de cartón corrugado (n=20), al igual que en el experimento de laboratorio, no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos, ni en la primera (p = 0,2069), ni en la segunda evaluación (p = 0,2103) post-aplicación.

En el Cuadro 2.5 se presentan los resultados, de la evaluación de los tratamientos después de la aplicación sobre frutos de granado, con una población más o menos homogénea de la plaga (0 dda; p > 0,05).

Cuadro 2.5. Promedios del número de individuos vivos de *P. viburni* en frutos, por tratamientos, en frutos granado var. Wonderful.

Tratamientos	Productos comerciales	Ingredientes activos	Dosis	Días después de la aplicación		
				0	7	15
T0	Testigo	Ninguno	0	1,95	6,58	6,08
T1	Nuprid	Imidacloprid	6 mL / L	2,92	7,83	6,68
T2	TS-2035	Detergente	1% v/v	4,88	7,08	7,90
T3	Tecsa Fruta	Detergente	1% v/v	3,1	4,45	5,53
T4	Mycotrol	<i>Beauveria bassiana</i>	7,5 mL / L	4,95	7,35	3,25

Al analizar los resultados de los individuos vivos encontrados en los frutos, los tratamientos no se diferenciaron del testigo en la segunda (7 dda; p = 0,6075) ni en la tercera evaluación (15 dda; p = 0,1910).

Tampoco se encontraron diferencias estadísticas en el nivel de infestación entre los tratamientos entre la primera y la segunda evaluaciones (0 y 7 dda; p = 0,8311) o entre la primera y la tercera evaluaciones (0 y 15 dda; p = 0,3882).

Al hacer un análisis de la defoliación no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en ninguna de las dos evaluaciones (p > 0,05 y p = 0,2727). Resultados similares se observaron cuando se analizó la decoloración de las hojas (p = 0,7091 y p = 0,7091).

Discusión

Los insecticidas biorracionales: TS-2035, Tecs Fruta y Mycotrol no disminuyeron la presencia de *P. viburni* durante la aplicación de otoño en campo; y tampoco el imidacloprid. El control de *P. viburni* es difícil por la presencia de una cubierta cerosa en el cuerpo y en los huevos, que le ofrecen cierta protección contra los insecticidas (Walton *et al.*, 2004); y el hecho que se aloje en la cavidad calicinar del fruto del granado, complica aún más su manejo.

Por estudios de los Pseudococcidos en otros frutales se sabe que es muy difícil eliminar a los individuos que ya han colonizado la cavidad calicinar (Cataldo, 2004), o cuando el racimo de uvas ha empezado a cerrarse (Geiger, 2001). En la corona del fruto del granado el pseudocócido encuentra un buen escondite que le protege de los insecticidas de contacto. El desempeño bajo de los detergentes podría explicarse por su acción exclusiva de contacto y no tener actividad residual, de modo que solo controlan a los individuos directamente alcanzados con la aplicación (Curkovic, 2007).

Una situación similar pudo haber ocurrido con *Beauveria bassiana*, que para ejercer su acción necesita entrar en contacto con la cutícula del insecto, para la germinación de las esporas, formar el tubo germinativo y penetrar con las hifas el cuerpo del insecto (Kamp *et al.*, 2002; Vega *et al.*, 2009). Al estar escondidos en la corona del fruto, los pseudocóccidos no habrían sido alcanzados por el bioplaguicida. Otro factor que podría haber afectado su desempeño pudo haber sido la baja humedad relativa en los días en que se hizo el ensayo (62%), ya que algunos autores mencionan que para que este hongo se desarrolle adecuadamente necesita humedad relativa alta, superior al 90% (Ramaska 1984; Moore, 1993; Nava, 2006).

Con respecto al imidacloprid, pese a que causó 100% de mortalidad por contacto en los ensayos de laboratorio, y a que en otros trabajos ha demostrado efectividad contra el chanchito blanco en el campo (Curkovic y Cataldo, 2005; Calquin, 2007; Ananda *et al.*, 2009), este tratamiento no tuvo efecto en los individuos que se encontraban dentro del fruto, donde se encontraron adultos vivos y ninfas de todos los estadios, por lo que el producto no se traslocó hasta los frutos o lo hizo en concentración insuficiente para matar a los pseudocóccidos. Curkovic y Cataldo (2005) observaron lo mismo en variedades de naranjos con frutos que también presentan una cavidad calicinar donde se refugian pseudocóccidos.

Todo lo expuesto anteriormente explica que sucedió con los frutos, pero no lo ocurrido en los cartones. Podría sugerirse que los cartones no tuvieron la sensibilidad suficiente para mostrar que es lo que sucedía en el árbol con respecto a la presencia de chanchito blanco, sin embargo al evaluar su desempeño con el programa aplicado en el Fundo (Figura 2.2), se verifica una relación entre las aplicaciones fitosanitarias y la curva de abundancia de la plaga.

Una posible explicación de lo ocurrido en los cartones sería alguna re infestación desde los frutos infestados hacia el resto de la planta, la que también podría explicar la Figura 2.1, donde a pesar de haber una disminución de pseudocóccidos en los árboles según el

muestreo en las trampas de cartón después de las aplicaciones de imidacloprid en el campo, esta no se reflejó en la infestación en los frutos, que aumentó.

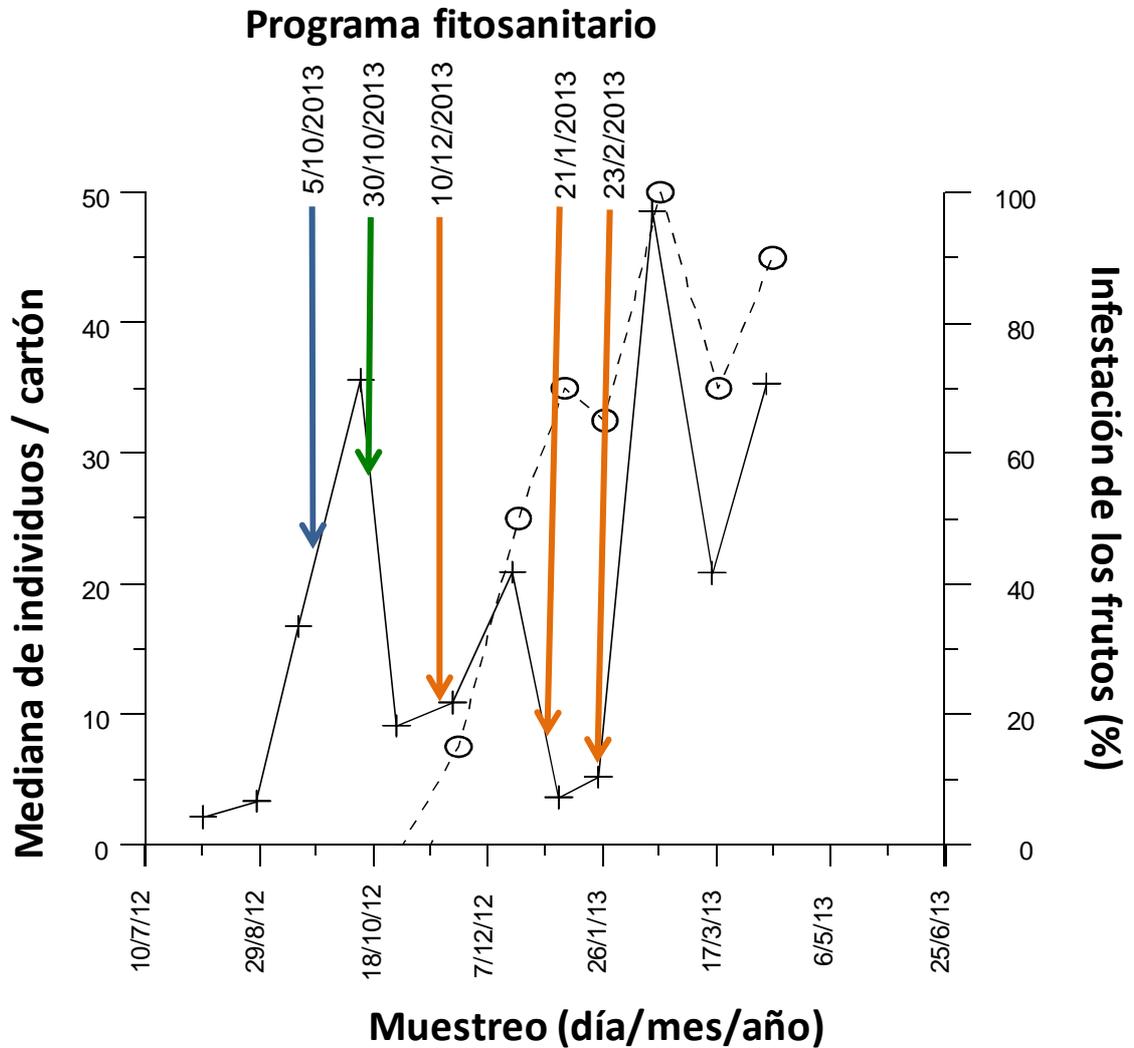


Figura 2.2. Mediana de los individuos supervivientes de *P. viburni* en trampas de cartón corrugado (+) y porcentaje de infestación de frutos var. Wonderful (O) en función del programa fitosanitario; en Huechún, en la temporada 2012-2013. Las fechas y las respectivas flechas representan las aplicaciones del programa fitosanitario implementado en el huerto para controlar Pseudococcidos: Diazinon (—), Clorpirifos (—) e Imidacloprid (—).

Conclusiones

- Los insecticidas biorracionales *Beauveria bassiana* (Mycotrol) y detergentes (TS-2035 y Tecsa Fruta), no controlaron a *P. viburni* en granado en aplicaciones de otoño.
- El imidacloprid (Nuprid) tampoco tuvo efecto sobre *P. viburni* una vez que éste se instaló en la cavidad calicular del fruto.
- El control de *P. viburni* en granado debería enfocarse a evitar que los pseudocóccidos ingresen a la fruta.

Literatura citada

- Abbott, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Ananda, N., Y. K. Kotikal and R. A. Balikai. 2009. Management practices for major sucking pests of pomegranate. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 22(4): 790-795.
- 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. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25: 108-118.
- Ben-Dov, Y. 1994. A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae & Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. Intercept Limited, Andover, UK 686pp.
- Busvine, J. 1980. Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. FAO, Rome. 132p.
- Butler, G. D., T. J. Henneberry, P. A. Henneberry, P. A. Stansly and D. J. Shster. 1993. Insecticidal effects of selected soaps, oils and detergents on the sweetpotato whitefly: (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist* 76(1): 161-167.
- Calquin, Y. 2007. Efectividad de neonicotinoides contra chanchitos blancos *Pseudococcus viburni* (Signoret) en uva de mesa. Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 52p.
- Cataldo, L. 2004. Efecto de imidacloprid aplicado al follaje y al tronco para el control Pseudococcidae en naranjos. Memoria Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 46p.
- Ciampolini, D., D. Lunghini y G. Mocetti. 2003. Insidioso nemico della frutticoltura: *Pseudococcus viburni*. *L'Informatore Agrario* 1: 57-60.
- Curkovic, T., R. González, y G. Barría. 1995. 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.; J.E. Araya. 2004. Acaricidal action of two detergents against *Panonychus ulmi* (Koch) and *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina; Tetranychidae) in the laboratory. *Crop Protection* 23(8): 731-733.
- Curkovic, T., G. Burett and J. Araya. 2007. Evaluation of insecticide of two agricultural detergents against the long tailed mealybug, *Pseudococcus longispinus* (Homoptera: Pseudococcidae), in lanoratory. *Agricultura Técnica (Chile)* 67(4): 422-430.

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.

Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Cuadro, C. W. Robledo. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Fernandez, D. E., E. H. Beers, J. F. Brunner, M. D. Doerr and J. E. Dunley, 2005. Effects of seasonal mineral oil applications on the pest and natural enemy complexes of apple. *Journal of Economic Entomology* 98: 1630–1640.

Franco, J.C., S. Gross, Carvalho, C.J. Blumberg, D. and Z. Mendel, 2001. The citrus mealybug in citrus groves in Israel, Portugal and California: Fruit injury and biological control as related to seasonal activity. *Phytoparasitica* 29: 86.

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

González, R., T. Curkovic y G. Barria. 1996. Evaluación de eficacia de insecticidas sobre chanchitos blancos en ciruelos y uva de mesa. *Revista Frutícola* 17(2): 45-57.

Gulsar Banu J., T. Surulivelu, M. Amutha and N. Gopalakrishnan. 2010. Laboratory evaluation of insecticides and biopesticides against *Phenacoccus solenopsis* and *Paracoccus marginatus* infesting cotton. *Journal of Biopesticides* 3(1): 343-346.

Hodgson, E. and R. J. Kuhr. 1990. A brief history of insecticides. *Research perspectives* 8: 89.

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.

Nava, G. S. 2006. Evaluación de hongos entomopatógenos para el control de broca de café (*Hypothenemus hampei* Coleoptera: Scolytidae), y propuesta de un plan para su manejo integrado. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcal, México. 95p.

Kamp, A. M., and M. J. Bidochka. 2002. Conidium production by insect pathogenic fungi on commercially available agars. *The Society for Applied Microbiology, Letters in Applied microbiology* 35: 74-77.

Koplow, C. 2004. Monitoreo y control físico de chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni*) (Signoret) en vid, antecedentes para el manejo integrado. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 57p.

Oyarzún, M. 2004. Taxonomía y observaciones biológicas del chanchito blanco de los frutales, *Pseudococcus viburni* (Signoret). (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE). Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 85p.

Puritch, G. S. 1981. Pesticidal soaps and adjuvants - what are they and how do they work? En Proceedings of the 23rd Annual Lower Mainland Horticultural Improvement Association Grower's Short Course, Abbotsford, BC, Canada.

Quiroz, I. 2009. Característica general, producción, antecedentes de mercado de granados. pp 6-27. In: Fundación Chile (Ed). Seminario Granados, Perspectivas y Oportunidades de un Nuevo Negocio. Santiago, Chile 25 de agosto, 2009. Fundación Chile. Santiago, Chile.

Ramoska, W. A. 1984. The influence of relative humidity in the chinch bug *Blissus leucopterus*. Journal of Invertebrate Pathology 44(3): 342-348.

Rehner, S.A., 2005. Phylogenetics of the insect pathogenic genus *Beauveria*. 3–27p En: Vega, F.E. , M. Blackwell, (Eds.). Insect-Fungal Associations: Ecology and Evolution. Oxford University Press.

Soto, F. 2013. Control de la conchuela café europea *Parthenolecanium corni* (Bouché) en vid vinífera con insecticidas alternativos. Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 39p.

Ulloa, F. 2009. Efectividad de insecticidas para el control de *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) 'brigitta'. Memoria de Título, Universidad de Concepción. Chillán, Chile, 21p.

Vega, F., M. S. Goettel, M. Blackwell, D. Chandler, M. A. Jackson, S. Keller, M. Koike, N. K. Maniania, A. Monzón, B. H. Ownley, J. K. Pell, D. E. Rangel , H. E. Roy. 2009. Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. Fungal Ecology 2(4): 149–159.

Yildiz, H., E. Obuz and G. Bayraktaroglu. 2009. Pomegranate: Its antioxidant activity and its effect on health. Acta Horticulturae 818: 265-270.

Zwick, R. W. and P. H. Westigard. 1978. Prebloom petroleum oil applications for delaying pear psylla (Homoptera: Psyllidae) oviposition. Canadian Entomologist 110: 225 – 236.

CAPÍTULO III

CONTROL DEL CHANCHITO BLANCO CON INMERSIÓN DE FRUTOS DE GRANADO EN SOLUCIONES MODIFICANDO CUATRO FACTORES EN POSTCOSECHA

Resumen

Para buscar un posible control del chanchito blanco en granado en postcosecha se probaron inmersiones de la fruta en agua con combinación de cuatro factores: concentraciones de detergente (0 – 1% v/v), temperatura (15 ± 2 - 47 ± 2 °C), pH (5,5 – 8,5) y tiempo de exposición (6 – 15 min), en un diseño de bloques completos al azar con estructura factorial. Se utilizó fruta infestada traída desde el campo, adicionalmente en laboratorio se añadieron 5 individuos por fruto. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones de 4 frutos, los que posterior al tratamiento de inmersión se mantuvieron bajo condiciones de postcosecha comercial (5°C y 80%HR), durante 1 mes. Luego del tiempo de almacenaje se hizo una evaluación de supervivencia sobre el total de individuos móviles y por cada uno de los estadios (ninfas I, ninfas II, ninfas III y hembras adultas). De los factores principales evaluados, la temperatura tuvo un efecto significativo, y no se observó ninguna interacción significativa con los otros factores. Ninguno de los factores evaluados tuvo efectos estadísticamente significativos con las ninfas I ni con las hembras adultas. Las interacciones: concentraciones de detergente*pH*tiempo de exposición (con hembras adultas y ninfas) y concentraciones de detergente*pH (con las ninfas II y III) tuvo un efecto significativo en el número de individuos vivos de *P. viburni* encontrados en la fruta. Algunos tratamientos redujeron significativamente la población de *P. viburni* pero hubo un porcentaje de supervivencia que no satisface los criterios de seguridad cuarentenaria. Los factores: concentración de detergente, temperatura, pH y tiempo de exposición en los niveles evaluados no afectaron la calidad de la fruta.

Palabras clave: detergente, móviles ninfas, pH, temperatura, tiempo.

Abstract

Looking for a possible control of the obscure mealybug in pomegranate post harvest, immersion treatments of the fruit in water was tested, with the combination of four factors: amount of detergent (0 – 1%), temperature (15 ± 2 - 47 ± 2 °C), pH (5,5 – 8,5) and exposure time (6 – 15 min), in a completely randomized block design with factorial structure 4^2 . The total pseudococcid mobile population and by every separate stage (nymphs mobile I, II and III nymphs and adult females) were evaluated. The temperature had a significant effect, and there was no significant interaction with other factors. None of the evaluated factors had statistically significant effects with the nymphs I, nor adult females. The amount of detergent interactions * pH * time (with all mobile stages) and amount of detergent * pH (with nymphs II and III) had a significant effect on the number of live individuals in *P. viburni* found in the fruit. Some treatments significantly reduced the population of *P. viburni* but there was a survival rate that does not meet the quarantine criteria. Factors (detergent, temperature, pH and time) in the evaluated levels did not affect the quality of the fruit.

Key Words: detergent, mobile nymphs, pH, temperature, time.

Introducción

Pseudococcus viburni representa un problema grave para la fruta que exporta Chile, por ser una plaga cuarentenaria (Aguirre *et al.*, 2003) y alojarse en la cavidad calicinar del fruto (Wohlfarter, 2010), lo que dificulta su control en pre-cosecha.

Una desinfección efectiva de la fruta de exportación ayuda a prevenir rechazos debidos a la presencia de insectos (Pryke y Pringle, 2008). El bromuro de metilo es usado para controlar insectos en algunos frutos y cereales, en general con propósitos de cuarentena; actúa rápido controlando insectos en menos de 48 horas. Sin embargo su uso ha sido prohibido en los países desarrollados desde 2005 (Fields y White, 2002), debido a que afecta a la capa de ozono, y en Chile a partir de 2015, excepto para usos cuarentenarios (ACHIPIA). Las restricciones para el uso del metil bromuro y el posible aumento en los costos de aplicación por presiones para obligar a que salga del mercado (Gould y McGuire, 2000), hacen necesaria la búsqueda de alternativas para prevenir la interrupción del comercio. Las inmersiones en agua caliente y los detergentes se han utilizado anteriormente, por separado, como tratamientos alternativos en postcosecha en otros cultivos y contra diversas plagas (Feng *et al.*, 2004; Haviland *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2006).

La inmersión en agua caliente es quizá el tratamiento de calor más antiguo y más ampliamente usado para fruta fresca y vegetales (Sharp, 1994). Se ha utilizado para desinfestar productos de una gran variedad de plagas de superficie, incluyendo los chanchitos blancos (Lester *et al.*, 1995; Gould y McGuire, 2000; Follett y Sanxter, 2001; Fallik, 2004; Haviland *et al.*, 2005). Inmersiones en agua caliente con temperaturas entre 43 y 55°C en rangos de tiempo que van desde minutos a horas, se usan para matar una gran variedad de artrópodos y nematodos y son un tratamiento simple, económico y rápido (Vincent, 2003).

Los detergentes también son usado en postcosecha, para desinfestar los productos de plagas que se encuentran en la superficie (Follet y Neven, 2006). Matan insectos de cuerpo suave, tienen baja actividad residual, y actúan al remover la cera de la epicutícula de los insectos plaga y permitir que el agua los ahogue al alcanzar las tráqueas (Armstrong y Jang, 1997; Vincent *et al.*, 2003).

Se ha demostrado que el detergente tiene efecto en el chanchito blanco (Curkovic y Cataldo, 2005); sin embargo, no se sabe si al modificar variables como la temperatura, el pH y el tiempo de exposición se podría potenciar el efecto insecticida del detergente, o alguna interacción que ayude a controlar de manera efectiva la plaga durante la etapa de post-cosecha. En algunos estudios se han hecho algunas combinaciones de estos factores, pero no con el fin de explicar la interacción (Kinner y Moats, 1981; Gehring *et al.*, 1991).

Hipótesis

La inmersión del fruto de granado en agua con alguna de las combinaciones (propuestas en este estudio) de: dos concentraciones de detergente, dos temperaturas, dos pH y dos tiempos de exposición, es efectiva para controlar *P. viburni* en postcosecha.

Objetivos

- Evaluar en un ensayo factorial completo dos dosis de detergente, dos temperaturas, dos pH del agua y dos tiempos de exposición, para controlar *P. viburni* durante el manejo de la fruta en postcosecha.
- Encontrar interacciones entre los factores evaluados.
- Evaluar la posible fitotoxicidad en los frutos provocada por los factores probados y sus interacciones.

Materiales y métodos

Crianza del chanchito blanco

La crianza de chanchitos se hizo sobre brotes etiolados de papa y sobre zapallitos para disponer de una población de individuos suficiente para desarrollar los experimentos de laboratorio y post-cosecha. Las papas o los zapallitos italianos se pusieron en cajas plásticas con arena tratada previamente con agua hirviendo. La crianza se inició con masas de huevos colectados en trampas de cartón corrugado, en cajas cubiertas con una tela negra para proporcionar oscuridad, en cámaras de crianza a $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron inmersiones de fruta en agua a:

- Dos concentraciones de detergente: 0 y 1% v/v.
- Dos tiempos de exposición: 6 y 15 minutos.
- Dos temperaturas: $15 \pm 2^\circ\text{C}$. y $47 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Dos pH: 5,5 y 8,5.

Se utilizó agua potable del Campus ANTUMAPU de la Universidad de Chile, la cual es extraída de un pozo. Tiene un pH de 7,83 y presenta un cierto nivel de dureza.

Se utilizó el detergente TS-2035 (Pace Internacional LLC. Ltda., Chile), que es un detergente agrícola líquido. Es un surfactante neutro concentrado, a base de una combinación de agentes tenso-activos aniónicos y no-iónicos (17 - 23%), carbamida (10-13%), orto fenilfenolato de potasio (0,1 - 0,2%), fosfato de sodio (0,15 - 0,40%) y el resto corresponde al % de agua (Soto, 2013).

Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado con estructura factorial de $2 \times 2 \times 2$, con 16 tratamientos (Cuadro 3.1) y 4 repeticiones. El factor de bloque fue la fecha de montaje del ensayo (entre el 11 y el 14 de junio de 2013). Cada repetición constó de cuatro frutos infestados con poblaciones silvestres de *P. viburni*, pero adicionalmente cada fruto se infestó con 5 ninfas de primer a tercer estado de chanchito blanco, mayoritariamente ninfas III.

Los frutos se pusieron en una olla de metal (15 L) con 10 L de agua potable a las condiciones del tratamiento correspondiente. El detergente utilizado fue TS 2035 (Pace Internacional Llc Ltda., Chile) a 0 ó 100 mL en 10 L de agua. El pH de la solución se acidificó con ácido fosfórico diluido (1:9), y para subir el pH se utilizó una solución de NaOH al 2%. El pH fue medido con un peachímetro digital (Sanxin, SX – 610, China). Para medir la temperatura se utilizó un termómetro de mercurio (Taylor, 6332N, EE. UU.). Los frutos se pusieron en una canastilla de alambre para que no tocaran directamente la superficie de la olla. El tiempo de exposición se midió con un cronómetro digital (Oregon Scientific, SL110, España). Después de los diversos tratamientos, la fruta se mantuvo en una cámara fría a 5°C y 80% HR por un mes. Transcurrido ese tiempo, la fruta se retiró de la cámara y permaneció 24 h a temperatura ambiente antes de hacer la evaluación.

Cuadro 3.1. Tratamientos evaluados en un experimento de postcosecha con estructura factorial, para el control de *Pseudococcus viburni* en frutos de granado.

Tratamientos	Concentraciones detergente (% v/v)	Temperaturas (°C)	pH	Tiempos de exposición (min)
1.	0	15 ± 2	5,5	6
2.	0	15 ± 2	8,5	6
3.	0	15 ± 2	5,5	15
4.	0	15 ± 2	8,5	15
5.	1	15 ± 2	8,5	6
6.	1	15 ± 2	5,5	15
7.	1	15 ± 2	8,5	15
8.	1	15 ± 2	5,5	6
9.	0	47 ± 2	5,5	6
10.	0	47 ± 2	8,5	6
11.	0	47 ± 2	5,5	15
12.	0	47 ± 2	8,5	15
13.	1	47 ± 2	8,5	6
14.	1	47 ± 2	5,5	15
15.	1	47 ± 2	8,5	15
16.	1	47 ± 2	5,5	6

Evaluación del control del chanchito blanco

Los chanchitos blancos vivos y muertos encontrados en la parte externa y en la cavidad calicinar de cada fruto de granado se contaron, después de hacerles un corte a la altura de la cavidad calicinar. Para verificar la supervivencia de los chanchitos blancos se utilizó un pincel fino para tocarles el cuerpo y verificar que estaban vivos. Se consideraron vivos los individuos que no presentaron el cuerpo deshidratado y de color pardo, que no estaban inmóviles o con movimientos erráticos de las patas, sin capacidad de incorporarse o caminar.

Evaluación de posible daño en la fruta por el tratamiento

Todos los frutos fueron pesados con una balanza (Momert, SK2100, Hungría), al inicio del ensayo y después de salir de la cámara de almacenamiento y pasar 24 h a temperatura

ambiente. La pérdida de peso por la diferencia entre el peso inicial y final, expresando el valor en %.

En seguida se clasificó el porcentaje de daño de la superficie con una escala de 12 puntos de agudeza visual (Horsfall y Barratt, 1945). Además, se cortó el fruto por la mitad para evaluar si hubo o no cambio de coloración del arilo. Los daños, definidos como el desarrollo de manchas o decoloraciones en la superficie e interior de la fruta se expresan en porcentaje.

El color de la cáscara se determinó con un colorímetro portátil tri-estímulo (CR-300, Minolta, Japón) con fuente iluminante D65, un ángulo de observación de 0°, calibrado con un plato de porcelana blanco de referencia, utilizando el sistema L*C*h° (luminosidad, croma y ángulo del tono, respectivamente). El valor L obtenido indica luminosidad del color (0 = negro, 100 = blanco). Se hicieron tres mediciones en caras opuestas de la zona ecuatorial de cada fruto.

Análisis de los resultados

Los resultados de supervivencia de los individuos móviles de *P. viburni* de los tratamientos se analizaron estadísticamente con modelos lineales generales y mixtos (MLGM), con varianza residual diferente en las dos temperaturas, con los factores y sus interacciones como factores fijos. Los efectos fueron probados en la supervivencia de los individuos móviles de *P. viburni*. Cuando se encontraron diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher con un nivel de confianza del 95%.

Para evaluar los daños en la fruta, los resultados de los tratamientos fueron examinados estadísticamente con modelos lineales generales y mixtos (MLGM), con los factores y sus interacciones como factores fijos. Los efectos fueron probados en el porcentaje de pérdida de peso, en el porcentaje de daño externo e interno de la fruta, y el color de la superficie (L*, C* y h°). Cuando existió diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher con un nivel de confianza del 95%.

Resultados

Los resultados del ANDEVA de la supervivencia de los individuos móviles de *P. viburni* en frutos de granado después del tratamiento en postcosecha se muestran en la Cuadro 3.2. Estos resultados indican que la temperatura tiene un efecto significativo ($p < 0,05$) en la supervivencia de hembras adultas y ninfas, y es independiente de los otros factores; pero también existió un efecto significativo ($p < 0,05$) de la interacción entre la concentración del detergente, el pH y el tiempo.

Cuadro 3.2. Análisis de varianza del efecto de la temperatura, concentración de detergente, pH de la solución y tiempo de exposición en postcosecha, en el promedio de individuos supervivientes (hembras adultas y ninfas) de *P. viburni*.

Factores	F	P
(Intercept)	63,66	<0,0001
Detergente	1,35	0,2511 NS
Temperatura	9,87	0,0029 **
pH	0,33	0,5675 NS
Tiempo	2,45	0,1239 NS
Detergente*Temperatura	0,03	0,8723 NS
Detergente*pH	0,05	0,8251 NS
Detergente*Tiempo	0,0037	0,9519 NS
Temperatura*pH	0,34	0,5607 NS
Temperatura*Tiempo	3,23	0,0784 NS
pH*Tiempo	0,05	0,8251 NS
Detergente*Temperatura:pH	0,005	0,9439 NS
Temperatura*pH*Tiempo	0,07	0,7862 NS
Detergente*Temperatura*Tiempo	0,49	0,4892 NS
Detergente*pH*Tiempo	4,95	0,0307 **

NS, no significativo; $\leq 0,05$. La significación al 0,05 se indica sólo con un *

En el Cuadro 3.3 se observa que los tratamientos con menos individuos vivos fueron aquellos en que se hicieron inmersiones con 1% v/v de detergente, $47 \pm 2^\circ\text{C}$, pH 8,5 durante 15 min. Sin embargo con ningún tratamiento se logró la eliminación completa de los chanchitos blancos (hembras adultas y ninfas).

Sólo la temperatura y la interacción concentración del detergente*pH*tiempo de exposición (Cuadro 3.3) fueron estadísticamente significativas. Así, cuando se aplicaron $47\pm 2^{\circ}\text{C}$ se encontraron menos individuos vivos de *P. viburni* que cuando se aplicaron $15\pm 2^{\circ}\text{C}$, y ambas fueron estadísticamente diferentes, sin importar la variación de los otros factores.

El efecto de la interacción concentración del detergente*pH*tiempo de exposición se visualiza mejor en la Figura 3.1. El detergente afectó la supervivencia de los individuos vivos de *P. viburni* con inmersiones de 6 min a pH 5,5, y de de 15 min con pH 5,5 y pH 8,5; con inmersiones de 6 min y pH 8,5 la supervivencia fue mayor. Por otra parte, con inmersiones de 15 min y pH 5,5 se obtuvieron resultados similares con o sin detergente.

Cuadro 3.3. Promedios de individuos vivos de *P. viburni* encontrados en frutos de granado después de tratamientos de postcosecha. Se presentan las comparaciones múltiples del factor principal y las interacciones significativas.

Tratamientos	Concentraciones detergente (% v/v)	Temperaturas (°C)	pH	Tiempos de exposición (min)	Hembras adultas y ninfas vivas	Temperatura	Det x pH x tiemp
1.	0	15 ± 2	5,5	6	48,75	b	b
2.	0	15 ± 2	8,5	6	51	b	b
3.	0	15 ± 2	5,5	15	20	b	a
4.	0	15 ± 2	8,5	15	30,25	b	b
5.	1	15 ± 2	8,5	6	42,75	b	b
6.	1	15 ± 2	5,5	15	17,75	b	a
7.	1	15 ± 2	8,5	15	28	b	a
8.	1	15 ± 2	5,5	6	36,75	b	a
9.	0	47 ± 2	5,5	6	21,75	a	b
10.	0	47 ± 2	8,5	6	10,25	a	b
11.	0	47 ± 2	5,5	15	18,25	a	a
12.	0	47 ± 2	8,5	15	26	a	b
13.	1	47 ± 2	8,5	6	18,5	a	b
14.	1	47 ± 2	5,5	15	13,5	a	a
15.	1	47 ± 2	8,5	15	5	a	a
16.	1	47 ± 2	5,5	6	6,5	a	a

Los promedios en una columna con letras distintas son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$), según prueba de LSD Fisher.

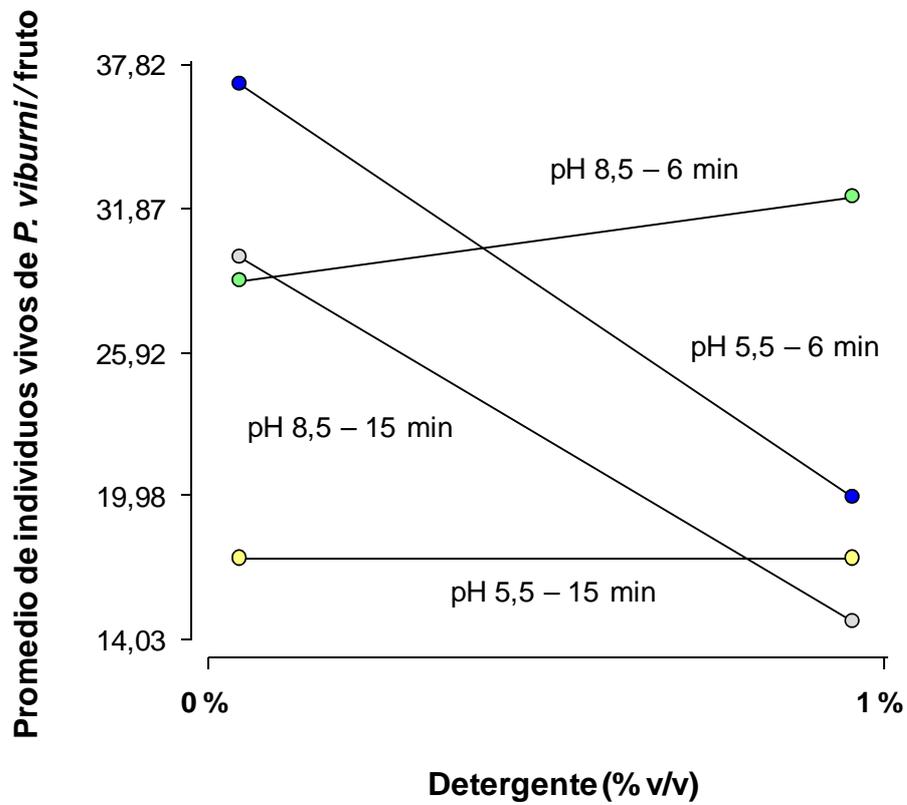


Figura. 3.1. Efecto de la interacción del pH (5,5 – 8,5) de la solución, el tiempo de exposición (5 – 15 min) y la concentración del detergente (0 – 1 % v/v) en el promedio de individuos supervivientes de *P. viburni* en granados var. Wonderful después de los tratamientos de postcosecha.

En términos generales la población de individuos móviles encontrada después de los tratamientos de postcosecha estuvo constituida principalmente por las ninfas I, luego por ninfas II y III, y finalmente por hembras adultas (Cuadro 3.4). Ningún tratamiento se logró la eliminación completa de los individuos de alguno de los estadios.

Cuadro 3.4. Promedio por estadio de los individuos de *P. viburni* supervivientes en frutos de granado después de los tratamientos de postcosecha.

Tratamientos	Concentraciones detergente (% v/v)	Temperaturas (°C)	pH	Tiempos de exposición (min)	Hembras adultas	Ninfas II y III	Ninfas I
1.	0	15 ± 2	5,5	6	3	14,25	31,50
2.	0	15 ± 2	8,5	6	4,5	6,25	40,25
3.	0	15 ± 2	5,5	15	2,75	8,5	8,75
4.	0	15 ± 2	8,5	15	2	6,25	22,00
5.	1	15 ± 2	8,5	6	2,25	9,75	30,75
6.	1	15 ± 2	5,5	15	3,5	3,25	11,00
7.	1	15 ± 2	8,5	15	2,25	7,75	18,00
8.	1	15 ± 2	5,5	6	3	6	27,75
9.	0	47 ± 2	5,5	6	2,5	7	12,00
10.	0	47 ± 2	8,5	6	2	3,25	5,00
11.	0	47 ± 2	5,5	15	1,25	7,5	9,50
12.	0	47 ± 2	8,5	15	6	4,75	15,25
13.	1	47 ± 2	8,5	6	1,25	4,5	12,75
14.	1	47 ± 2	5,5	15	0,5	0,25	12,75
15.	1	47 ± 2	8,5	15	1	1,25	2,75
16.	1	47 ± 2	5,5	6	0,25	2,5	3,75

El andeva no encontró diferencias significativas en el efecto de los factores principales ni en sus interacciones, para las hembras adultas ($p > 0,05$) ni para las ninfas I ($p > 0,05$). Para las ninfas II y III sí se encontraron efectos significativos, de la temperatura ($p < 0,05$); y de la interacción detergente*pH ($p < 0,05$) (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Efecto de la temperatura, concentración de detergente, pH de la solución y tiempo de exposición en el promedio de ninfas II y III supervivientes de *P. viburni* expuestas en postcosecha.

Factores	F	P
(Intercept)	94,02	<0,0001
Detergente	5,5	0,0228
Temperatura	10,45	0,0021 **
pH	0,33	0,5688
Tiempo	2,13	0,1503 NS
Detergente*Temperatura	0,33	0,5688 NS
Detergente*pH	8,52	0,0051 **
Detergente*Tiempo	0,46	0,5009 NS
Temperatura*pH	0,02	0,8763 NS
Temperatura*Tiempo	0,53	0,4687 NS
pH*Tiempo	0,46	0,5009 NS

NS, no significativo; $\leq 0,05$. La significación al 0,05 se indica sólo con un *

En el Cuadro 3.6 se presentan las comparaciones múltiples de las temperaturas y de la interacción concentración de detergente*pH. Al igual que con el total de los individuos móviles, hubo diferencias estadísticas entre las dos temperaturas evaluadas, con menos ninfas II y III de *P. viburni* al aplicar $47\pm 2^{\circ}\text{C}$ que con $15\pm 2^{\circ}\text{C}$.

En la interacción concentración de detergente*pH, en los frutos se encontraron más ninfas II y III vivas de *P. viburni* al no utilizar detergente (0 %) y un pH 5,5 que cuando se aplicaron las otras combinaciones, las que fueron estadísticamente similares entre sí, pero diferentes a la combinación sin detergente y pH 5,5.

La interacción concentración de detergente*pH, se presenta en la Figura 3.2, donde se observa que cuando en la inmersión se utilizó detergente (1% v/v), a pH 5,5 se encontraron en la fruta menos ninfas II y III vivas que a pH 8,5. Por otra parte, cuando en la inmersión se aplicó el agua sola (0 % v/v de detergente), en la fruta hubo más ninfas II y III de *P. viburni* vivas a pH 5,5 que a pH 8,5.

Cuadro 3.6. Promedios de ninfas II y III de *P. viburni* supervivientes en frutos de granado después de los tratamientos de postcosecha. Se presentan las comparaciones múltiples del factor principal y las interacciones significativas.

Tratamientos	Concentraciones detergente (% v/v)	Temperaturas (°C)	pH	Tiempos de exposición (min)	Ninfas II y III	Temperatura	Deterg x pH
1.	0	15 ± 2	5,5	6	14,25	b	b
2.	0	15 ± 2	8,5	6	6,25	b	a
3.	0	15 ± 2	5,5	15	8,5	b	b
4.	0	15 ± 2	8,5	15	6,25	b	a
5.	1	15 ± 2	8,5	6	9,75	b	a
6.	1	15 ± 2	5,5	15	3,25	b	a
7.	1	15 ± 2	8,5	15	7,75	b	a
8.	1	15 ± 2	5,5	6	6	b	a
9.	0	47 ± 2	5,5	6	7	a	b
10.	0	47 ± 2	8,5	6	3,25	a	a
11.	0	47 ± 2	5,5	15	7,5	a	b
12.	0	47 ± 2	8,5	15	4,75	a	a
13.	1	47 ± 2	8,5	6	4,5	a	a
14.	1	47 ± 2	5,5	15	0,25	a	a
15.	1	47 ± 2	8,5	15	1,25	a	a
16.	1	47 ± 2	5,5	6	2,5	a	a

Los promedios en una columna seguidos por la misma letra son diferentes significativamente ($P \leq 0,05$) según la prueba de LSD Fisher.

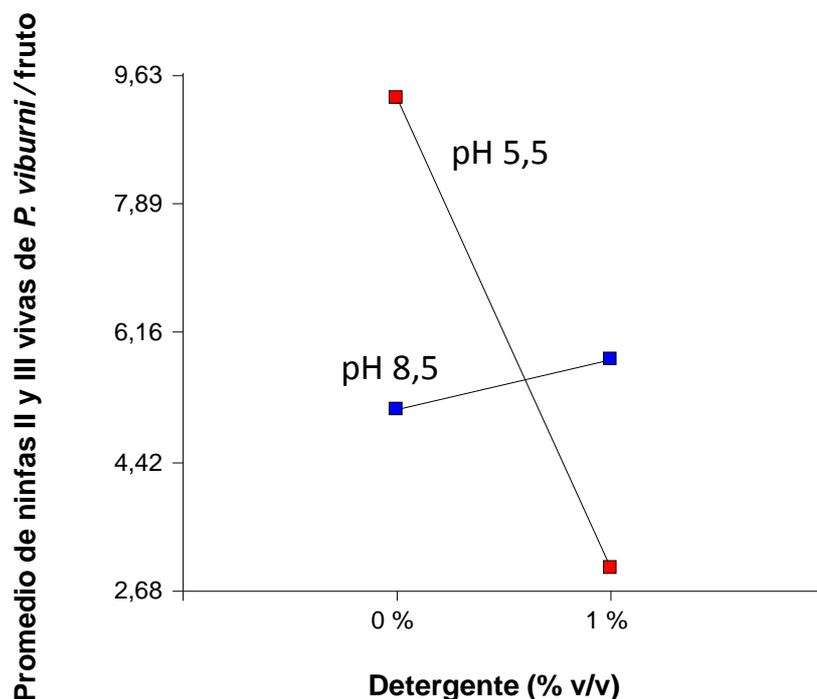


Figura. 3.2. Efecto de la interacción del pH (5,5 – 8,5) con la concentración del detergente (0 – 1 % v/v) en el promedio de ninfas II y III vivas de *P. viburni* encontradas en la fruta del granado var. Wonderful después de los tratamientos de postcosecha aplicados.

En el Cuadro 3.7 se presentan los resultados de algunos parámetros de la calidad de la fruta del granado después de su inmersión a dos concentraciones del detergente, temperatura, pH, tiempo; y después de un mes de almacenamiento a 5°C. Al analizar el porcentaje de pérdida de peso, el porcentaje del daño externo, el porcentaje de daño interno y el color de la superficie del fruto (L^* , C^* y h°) no se encontraron diferencias significativas ni en los factores principales, ni en sus interacciones.

Cuadro 3.7. Parámetros de la calidad de frutos de granado var. Wonderful sometidos a inmersiones en dos concentraciones de detergente, dos temperaturas, dos pH y dos tiempos de exposición luego de un mes de almacenamiento a 5 °C.

Tratamientos	Concentraciones detergente (% v/v)	Temperaturas (°C)	pH	Tiempos de exposición (min)	Pérdida de peso (%)	Daño externo (%)	Daño interno (%)	Color de la superficie		
								L°	C°	h°
1.	0	15 ± 2	5,5	6	2,02	30,81	1,06	52,77	44,84	33,79
2.	0	15 ± 2	8,5	6	2,14	31,25	1,56	52,48	45,73	34,18
3.	0	15 ± 2	5,5	15	1,86	30,63	1,38	50,73	45,92	34,39
4.	0	15 ± 2	8,5	15	1,86	34,38	1,13	51,61	46,38	32,19
5.	1	15 ± 2	8,5	6	2,08	30,31	1,44	53,57	45,12	33,55
6.	1	15 ± 2	5,5	15	2,05	34,69	0,81	50,72	45,66	32,42
7.	1	15 ± 2	8,5	15	2,09	28,75	1,69	51,33	44,81	32,91
8.	1	15 ± 2	5,5	6	1,73	32,19	0,94	50,74	45,93	33,49
9.	0	47 ± 2	5,5	6	1,91	22,19	1,25	53,09	45,91	33,89
10.	0	47 ± 2	8,5	6	2,04	20,13	1,31	52,27	46,94	33,14
11.	0	47 ± 2	5,5	15	2,09	25,31	1,5	51,67	46,17	33,12
12.	0	47 ± 2	8,5	15	2,03	32,81	1,06	52,54	44,70	34,95
13.	1	47 ± 2	8,5	6	2,11	30,31	0,81	51,77	46,07	32,82
14.	1	47 ± 2	5,5	15	1,94	25,94	0,75	52,5	45,64	34,39
15.	1	47 ± 2	8,5	15	2,31	22,5	1,81	53,9	44,92	36,01
16.	1	47 ± 2	5,5	6	2,03	27,5	1,06	52,28	43,91	33,82

En cada columna se presentan las medias correspondientes a cada tratamiento. Color: L*, los valores mayores son más brillantes; C*, los valores mayores son más intensos; h°, 0° = rojo – púrpura, 90° = amarillo, 180° = verde azulado, 270° = azul.

Discusión

Con ninguno de los tratamientos evaluados se logró la eliminación completa de *P. viburni*, por lo que la combinación de estos factores en los niveles evaluados no se recomendaría para tratamientos cuarentenarios; sin embargo, si hubo una reducción de la población final.

De los factores principales examinados sólo la temperatura resultó significativa, independientemente de la concentración de detergente, pH y tiempo de exposición, tanto para el total de los individuos vivos (hembras adultas y ninfas) como para las ninfas. Analizando la temperatura, sin tomar en cuenta los otros factores, la temperatura más alta ($47 \pm 2^\circ\text{C}$) no fue eficiente para controlar a *P. viburni*, posiblemente debido a que la temperatura alcanzada al interior de la cavidad calicular fue menor a la que se registraba en el exterior. Una situación similar fue mencionada por Gould y McGuire (2000) cuando evaluaron tratamientos de agua caliente para desinfectar limas de chanchitos blancos en que la temperatura al interior del cáliz de las limas era más baja que la temperatura del agua aplicada.

La mayor cantidad de individuos que se recuperaron en la fruta fueron ninfas móviles de primer estadio, que emergieron de los huevos de los ovisacos a las pocas horas que la fruta salió del almacenamiento. A partir de los resultados obtenidos, la tolerancia registrada a los $47 \pm 2^\circ\text{C}$ por los huevos en los ovisacos fue mayor que para los adultos, seguidos de las ninfas mayores. Al evaluar inmersiones con agua caliente (49°C , 20 min) para la desinfestación de superficie de *Maconellicoccus hirsutus* G., Hara y Jacobsen (2005) también encontraron que los huevos fueron más tolerantes a la temperatura que los otros estadios. Follet (2004), quien trabajó con calor de vapor para controlar a *M. hirsutus*, menciona que esto podría ser explicado por la presencia del ovisaco ceroso el cual podría efectivamente aislar al grupo de los huevos del calor, y que los huevos al interior del ovisaco tendrían una doble protección de la exposición directa al calor; sin embargo, también encontró que esto no se cumplía con tratamientos de larga duración (2,5 h).

Por otra parte es interesante observar que las interacciones concentración de detergente*pH*tiempo de exposición y concentración de detergente*pH también fueron significativas para el total de los individuos vivos y para las ninfas. Santibáñez (2010) ya observó que el pH afecta la acción de los detergentes sobre pseudocóccidos, aunque no explicó la manera en que estos dos factores interactúan.

En referencia a la interacción concentración de detergente*pH, Gehring *et al.* (1991) encontraron que los surfactantes aniónicos que forman parte de los detergentes reaccionan con las aguas duras de carga positiva (Ca y Mg), evitando la desactivación del detergente; es probable que el ácido fosfórico utilizado para bajar el pH esté favoreciendo la acción de estos surfactantes, y explique por qué el detergente tuvo mayor efecto en las ninfas a pH 5,5.

En relación a la interacción concentración de detergente*pH*tiempo de exposición y su efecto sobre el total de los individuos vivos de *P. viburni*, a pH 8,5 y 6 min el detergente respondió de la manera esperada. Sin embargo, cuando el tiempo se aumentó a 15 min el desempeño del detergente fue mejor que en las interacciones con pH 5,5. Cuando Bajpai y

Tyagi (2007) estudiaron el efecto del pH y un detergente en el contenido de agua en la piel humana encontraron una mayor deshidratación a pH alcalino (7,5) que neutro o ácido (4,5), y que ésta era mayor cuanto más tiempo transcurría (30 min).

La cubierta cerosa de los huevos y el cuerpo de los chanchitos blancos, que ofrece protección contra los insecticidas (Waterworth *et al.*, 2011), pudo haber influido en que los factores evaluados o sus interacciones no hayan tenido efecto en la supervivencia de los adultos y las ninfas de primer estadio de *P. viburni*. Las ninfas presentan menos revestimiento protector de cera que los adultos (Bahder *et al.*, 2011), lo que debió haber contribuido para que haya habido un efecto en la supervivencia de las ninfas y no en los adultos.

Los factores examinados no afectaron significativamente la calidad de la fruta, lo que permitiría seguir explorando, por separado, niveles altos de temperatura y del pH. Es importante continuar con esta investigación debido al eventual retiro del bromuro de metilo por destruir la capa de ozono (Ristaino y Thomas, 1997; Martin, 2003) y por el Protocolo de Montreal (1987) que restringe su uso, y que comienza a tener vigencia en Chile a partir de 2015.

Conclusiones

- La inmersión de frutos de granado en agua con detergente al 0 – 1%, pH 5,5 – 8,5, 15 ± 2 ó $47\pm 2^{\circ}\text{C}$) y 6 – 15 min redujo la población de *P. viburni* pero no alcanzó el nivel de seguridad cuarentenaria.
- De los factores principales evaluados la temperatura tuvo un efecto significativo, y no se observó ninguna interacción significativa con los otros factores.
- Las interacciones entre concentraciones de detergente*pH*tiempo (con todos los individuos vivos) y concentraciones de detergente*pH (con las ninfas) tuvo un efecto significativo en el número de individuos vivos de *P. viburni* encontrados en la fruta.
- Los factores (detergente, temperatura, pH y tiempo) en los niveles evaluados no afectaron la calidad de la fruta.
- Se recomienda seguir evaluando inmersiones de agua caliente a temperaturas mayores a 49°C para alcanzar la des infestación de *P. viburni* del granado durante la post-cosecha, y también seguir evaluando inmersiones de agua con detergente a mayores tiempos y pH más extremos a los evaluados en este estudio (ácido y básico).

Literatura citada

- Aguirre, C., R. Pérez y P. Hinrichsen. 2003. Detección de dos nuevas especies de chanchito blanco (Hemiptera: Pseudococcidae) basado en la amplificación por PCR de genes ribosomales. En XXV Congreso Nacional de Entomología, Talca, Chile.
- Agencia Chilena para la calidad e Inocuidad Alimentaria (ACHIPIA). 2011. Programa Nacional Integrado de Plaguicidas de uso Agrícola. Gobierno de Chile. 59p.
- Armstrong, J. W. and E. B. Jang. 1997. An overview of present and future fruit fly research in Hawaii and the US Mainland. 30-42p. En: Allwood, A. J. and R. A. I. Drew (eds). Management of Fruit Flies in the Pacific: A regional symposium. ACIAR Proceedings No. 76, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.
- Bahder, B. W., R. A. Naidu, K. M. Daane, J. G. Millar and D. B. Walsh. 2013. Pheromone-Based Monitoring of *Pseudococcus maritimus* (Hemiptera: Pseudococcidae) Populations in Concord Grape Vineyards. Journal of Economic Entomology 106(1): 482-490.
- Bajpai, D. and V. K. Tyagi. 2007. Laundry detergents: An Overview. Journal of Oleo Science 56(7): 327-340.
- Fallik, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharvest Biology and Technology 32(2): 125-134.
- Feng, X., J. D. Hansen, B. Biasi, J. Tang and E. J. Mitcham. 2004. Use of hot water treatment to control codling moths in harvested California 'Bing' sweet cherries. Postharvest Biology and Technology 31: 41-49.
- Fields, P. G. and N. D. White. 2002. Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product and quarantine insects. Annual Review of Entomology 47: 331-359.
- Follett, P. A. 2004. Generic Vapor Heat Treatments to Control *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae). Journal of Economic Entomology 97(4): 1263-1268.
- Follett, P. A. and S. S. Sanxter. 2001. Hot Water Immersion to Ensure Quarantine Security for *Cryptophlebia spp.* (Lepidoptera: Tortricidae) in Lychee and Longan Exported from Hawaii. Journal of Economic Entomology 94(5): 1292-1295.
- Follet, P. A. and L. G. Neven. 2006. Current trends in Quarantine Entomology. Annual Review of Entomology 51: 359-385.
- Gehring, W., M. Gehse, V. Zimmermn and M. Gloor. 1991. Effects of pH changes in a specific detergent multicomponent emulsion on the water content of stratum corneum. Journal of the Society of Cosmetic Chemists 42: 327-333.

- Gould W.P. and R.G. McGuire. 2000. Hot water treatment and insecticidal coatings for disinfecting limes of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(3): 1017-1020.
- Hara, A. H. and C. M. Jacobsen. 2005. Hot Water Immersion for Surface Disinfestation of *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology* 98(2): 284-288.
- Haviland, D. R., W. J. Bentley, and K. M. Daane. 2005. Hot-Water Treatments for Control of *Planococcus ficus* (Homoptera: Pseudococcidae) on Dormant Grape Cuttings. *Journal of Economic Entomology* 98(4): 1109 -1115.
- Kinner, J. A., W. A. Moats. 1981. Effect of Temperature, pH, and Detergent on Survival of Bacteria Associated with Shell Eggs. *Poultry Science* 60(4): 761-767.
- Lester, P.J., P.R. Dentener, R.J. Petry and S.M. Alexander. 1995. Hot water immersion for disinfestation of light brown apple moth (*Epiphyas postvittana*) and the long tailed mealy bug (*Pseudococcus longispinus*) on persimmons. *Postharvest Biology and Technology*, 6: 349-356.
- Martin, F.N. 2003. Development of alternative strategies for management of soilborne pathogens currently controlled with methyl bromide. *Annual Review of Phytopathology* 41: 325-350.
- Pryke, J. S. and K. L. Pringle. 2008. Postharvest disinfestation treatments for deciduous and citrus fruits of the Western Cape, South Africa: a database analysis. *South African Journal of Science* 104: 85-89.
- Ristaino, J. B. and W. Thomas. 1997. Agriculture, methyl bromide, and the ozone hole: can we fill the gaps. *Plant Disease* 81: 964-77.
- Santibáñez, D. P. 2010. Evaluación de la deshidratación y remoción de ceras epicuticulares como factores asociados a la mortalidad de hembras de *Pseudococcus viburni* Signoret (Homoptera: Pseudococcidae) tratadas con detergentes de uso agrícola. Memoria de Magister en Ciencias Agropecuarias con mención en Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 55p.
- Sharp, J. 1994. Hot water immersion. 191-200p. En: Sharp, J. L. and G. J. Hallman (eds). *Quarantine treatments for pests of food plants*. Westview Press. Boulder, EEUU.
- Soto, F. 2013. Control de la conchuela café europea *Parthenolecanium corni* (Bouché) en vid vinífera con insecticidas alternativos. Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 39p.
- Vincent, C., G. Hallman, B. Panneton, and F. Fleurat-Lessard. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. *Annual Review of Entomology* 48:261-281.

Wang, S., S. Birla and J. D. Hansen. 2006. Postharvest treatment to control codling moth in fresh apples using water assisted radio frequency heating. *Postharvest Biology and Technology* 40: 89–96.

Waterworth, R., R. Redak and J. G. Millar. 2011. Pheromone-Baited Traps for Assessment of Seasonal Activity and Population Densities of Mealybug Species (Hemiptera: Pseudococcidae) in Nurseries Producing Ornamental Plants. *Journal of Economic Entomology* 104(2): 555-565.

Wohlfarter, M., J.H. Giliomee and E. Venter. 2010. A Survey of the Arthropod Pests Associated with Commercial Pomegranates, *Punica granatum* (Lythraceae), in South Africa. *African Entomology* 18(1): 192-199.

Apéndices

Apéndice III.I. Promedios de ninfas I de *P. viburni* que emergieron de ovisacos sometidos a cuatro tratamientos por inmersión, en dos fechas después de la inmersión (ddi).

Tratamientos					Ninfas I vivas 6 ddi	Ninfas I vivas 13 ddi
	Concentraciones detergente (% v/v)	Temperaturas (°C)	pH	Tiempos de exposición (min)		
T0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	34,25	62,75
T1	0	15 ± 2	5,5	6	25,75	58,75
T2	0	15 ± 2	8,5	6	21,5	30
T3	1	47 ± 2	5,5	15	8,5	21,5
T4	1	47 ± 2	8,5	15	15,25	25,5

LITERATURA CITADA EN LA TESIS

- Abbott, W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Agencia Chilena para la calidad e Inocuidad Alimentaria (ACHIPIA). 2011. Programa Nacional Integrado de Plaguicidas de uso Agrícola. Gobierno de Chile. 59p.
- Aguirre, C., R. Pérez y P. Hinrichsen. 2003. Detección de dos nuevas especies de chanchito blanco (Hemiptera: Pseudococcidae) basado en la amplificación por PCR de genes ribosomales. En XXV Congreso Nacional de Entomología, Talca, Chile.
- Altieri, M.A., C.I. Nicholls. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil & Tillage Research* 72: 203-211.
- Ananda, N., Y. K. Kotikal and R. A. Balikai. 2009. Management practices for major sucking pests of pomegranate. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 22(4): 790-795.
- Armstrong, J. W. and E. B. Jang. 1997. An overview of present and future fruit fly research in Hawaii and the US Mainland. 30-42p. En: Allwood, A. J. and R. A. I. Drew (eds). *Management of Fruit Flies in the Pacific: A regional symposium. ACIAR Proceedings No. 76*, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.
- Bahder, B. W., R. A. Naidu, K. M. Daane, J. G. Millar and D. B. Walsh. 2013. Pheromone-Based Monitoring of *Pseudococcus maritimus* (Hemiptera: Pseudococcidae) Populations in Concord Grape Vineyards. *Journal of Economic Entomology* 106(1): 482-490.
- Bajpai, D. and V. K. Tyagi. 2007. Laundry detergents: An Overview. *Journal of Oleo Science* 56(7): 327-340.
- Balikai, R. A., Y. K. Kotikal and P. M. Prasanna. 2011. Status of pomegranate pests and their management strategies in India. *Acta Horticulturae* 890: 569-583.
- Baran, E.J. 1995. *Química bioinorgánica*. McGraw-Hill. Madrid, España. 321p.
- 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. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25: 108-118.
- Ben-Dov, Y. 1994. A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae & Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. Intercept Limited, Andover, UK 686pp.

- Bennett, G. W., J.M. Owens, and R.M. Corrigan. 2003. Truman's scientific guide to pest control operations. 6th ed. Advanstar Communications, Inc. Cleveland, OH. 495p.
- Bentley, W.J., F.G. Zalom, J. Granett, R.J. Smith, L.G. Varela and A.H. Purcell. 2003. UC IPM Pest Management Guidelines: Grape. UC ANR Publication 3448. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Berkeley, CA. USA. En <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r302301911.html> (Consultado el 10 de Julio de 2012).
- Busvine, J. 1980. Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. FAO, Rome. 132p.
- Butler, G. D., T. J. Henneberry, P. A. Henneberry, P. A. Stansly and D. J. Shster. 1993. Insecticidal effects of selected soaps, oils and detergents on the sweetpotato whitefly: (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE). Florida Entomologist 76(1): 161-167.
- Callejas, H. 1992. Determinación de la resistencia del chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus affinis*). Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 60p.
- Calquin, Y. 2007. Efectividad de neonicotinoides contra chanchitos blancos *Pseudococcus viburni* (Signoret) en uva de mesa. Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 52p.
- Cataldo, L. 2004. Efecto de imidacloprid aplicado al follaje y al tronco para el control de Pseudococcidae en naranjos. Memoria Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 46p.
- Charles, J. 1982. Economic damage and preliminary economic thresholds for mealybug (*Pseudococcus longispinus* T-T) in Auckland vineyards. N. Z. Journal of Agriculture Research 25(3): 415-420.
- Ciampolini, D., D. Lunghini y G. Mocetti. 2003. Insidioso nemico della frutticoltura: *Pseudococcus viburni*. L'Informatore Agrario 1: 57 - 60.
- Cid, M. S. Pereiro, C. Cabaleiro and A. Segura. 2010. Citrus Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) Movement and population Dynamics in an Arbor Trained Vineyard. Journal of Economic Entomology 103(3): 619-630.
- Conover, W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, Inc., New York. 649p.
- Correa, M., C. Aguirre, J.-F. Germain, P. Hinrichsen, T. Zaviezo, T. Malausa and E. Pardo. 2011. A new species of *Pseudococcus* belonging to the "Pseudococcus maritimus" complex from Chile: molecular and morphological description. Zootaxa 2926: 46-54.

- Cranshaw, W. 2008. Insect control: soap and detergents. Disponible en: <http://www.ext.colostate.edu/PUBS/insect/05547.html> (Consultado el 17 de octubre de 2013).
- Curkovic, T. 2003. Control de plagas frutales con detergentes. Aconex 81: 18-23.
- Curkovic, T. 2007. Avances en el control de plagas con detergentes. Una herramienta para el manejo integrado. Aconex 94: 11-17.
- Curkovic, T., R. González, y G. Barría. 1995. Control de ninfas de primer estado de *Saissetia oleae* (Olivier) con detergentes en pomelos y laurel de flor. Simiente 65(1-3): 133-135.
- Curkovic, T., R. González, y G. Barría. 1996. Control de *Pseudococcus affinis* (Maskell) (Homoptera: Pseudococcidae) con clorpirifos etil y clorpirifos metil en postcosecha de uva de mesa y en laboratorio. Investigación Agrícola (Chile) 16: 39-43.
- Curkovic, T.; J.E. Araya. 2004. Acaricidal action of two detergents against *Panonychus ulmi* (Koch) and *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina; Tetranychidae) in the laboratory. Crop Protection 23(8): 731-733.
- Curkovic, T. y L. Cataldo. 2005. Control de *Pseudococcus longispinus* (Hemiptera: Pseudococcidae) con imidacloprid aplicado al follaje o al tronco en naranjos en Chile. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 31: 609-615.
- Curkovic, T., G. Burett and J. Araya. 2007. Evaluation of insecticide of two agricultural detergents against the long tailed mealybug, *Pseudococcus longispinus* (Hemiptera: Pseudococcidae), in lanoratory. Agricultura Técnica (Chile) 67(4): 422-430.
- 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.
- Day, K. R. and E. D. Wilkins. 2011. Commercial Pomegranate (*Punica granatum* L.) Production in California. Acta Horticulturae 890: 275-286.
- Dent, D. 2000. Sampling, monitoring and forecasting. 14-47p. En: Insect Pest Management. Cab International, Wallingford, UK.
- Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. W. Robledo. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Fallik. E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharvest Biology and Technology 32(2): 125-134.

- Feng, X., J. D. Hansen, B. Biasi, J. Tang and E. J. Mitcham. 2004. Use of hot water treatment to control codling moths in harvested California 'Bing' sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology* 31: 41–49.
- Fernandez, D. E., E. H. Beers, J. F. Brunner, M. D. Doerr and J. E. Dunley, 2005. Effects of seasonal mineral oil applications on the pest and natural enemy complexes of apple. *Journal of Economic Entomology* 98: 1630–1640.
- Fields, P. G. and N. D. White. 2002. Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product and quarantine insects. *Annual Review of Entomology* 47: 331-359.
- Franck, N. 2009. Producción y manejo de plantaciones de granado en Chile, Israel y Argentina. Pp 28–42 p. En: Castillo, C. y I. Quiroz (Eds). *Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente*. Área de Agroindustria Fundación Chile. Santiago, Chile. 65p.
- Franco, J.C., S. Gross, Carvalho, C.J. Blumberg, D. and Z. Mendel, 2001. The citrus mealybug in citrus groves in Israel, Portugal and California: Fruit injury and biological control as related to seasonal activity. *Phytoparasitica* 29: 86.
- Follett, P. A. 2004. Generic Vapor Heat Treatments to Control *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology* 97(4): 1263-1268.
- Follett, P. A. and S. S. Sanxter. 2001. Hot Water Immersion to Ensure Quarantine Security for *Cryptophlebia spp.* (Lepidoptera: Tortricidae) in Lychee and Longan Exported from Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 94(5): 1292-1295.
- Follet, P. A. and L. G. Neven. 2006. Current trends in Quarantine Entomology. *Annual Review of Entomology* 51: 359-385.
- García, G. C. y Tamez, G. P. 2012. Mercado de bioinsecticidas en México. Curso de agricultura orgánica y sustentable. Fundación Produce Sinaloa. 114p.
- Geiger, C. and K. Daane. 2001. Seasonal movement and distribution of the grape mealybug (Homoptera: Pseudococcidae): developing a sampling program for San Joaquin valley vineyards. *Journal of Economic Entomology* 94(1): 291-301.
- Gehring, W., M. Gehse, V. Zimmermn and M. Gloor. 1991. Effects of pH changes in a specific detergent multicomponent emulsion on the water content of stratum corneum. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists* 42: 327-333.
- González, R. 2011. Pseudocócidos de importancia frutícola en Chile (Hemiptera: Pseudococcidae). Universidad de Chile, publicaciones en Ciencias Agrícolas N° 18. 186p.
- González, R., T. Curkovic y G. Barria. 1996. Evaluación de eficacia de insecticidas sobre chanchitos blancos en ciruelos y uva de mesa. *Revista Frutícola* 17(2): 45-57.

- Gould W.P. and R.G. McGuire. 2000. Hot water treatment and insecticidal coatings for disinfecting limes of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology* 93(3): 1017-1020.
- Hara, A. H. and C. M. Jacobsen. 2005. Hot Water Immersion for Surface Disinfestation of *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology* 98(2): 284-288.
- Haviland, D. R., W. J. Bentley, and K. M. Daane. 2005. Hot-Water Treatments for Control of *Planococcus ficus* (Homoptera: Pseudococcidae) on Dormant Grape Cuttings. *Journal of Economic Entomology* 98(4): 1109-1115.
- Hodgson, E. and R. J. Kuhr. 1990. A brief history of insecticides. *Research perspectives* 8: 89.
- Holland, D., K. Hatib, and I. Bar-Ya'akov. 2009. Pomegranate: Botany, horticulture, breeding. *Horticultural Reviews* 35: 127-191.
- 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.
- Horsfall, J.G. and R.W. Barratt. 1945. An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology* 35: 655.
- Inglis, G., M. Goettel, T. Butt and H. Strasser. 2001. Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests. pp: 23-69 In T.M. Butt, C. Jackson and N. Magan (Eds.). *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential*. CABI Publishing. Wallingford, U.K.
- Kamp, A. M., and M. J. Bidochka. 2002. Conidium production by insect pathogenic fungi on commercially available agars. *The Society for Applied Microbiology, Letters in Applied microbiology* 35: 74-77.
- Kinner, J. A., W. A. Moats. 1981. Effect of Temperature, pH, and Detergent on Survival of Bacteria Associated with Shell Eggs. *Poultry Science* 60(4): 761-767.
- Kim, D., R. Mehta, W. Yu, I. Neeman, T. Livney, A. Amichay, D. Poirier, P. Nicholls, A. Kirby, W. Jiang, R. Mansel, Ch. Ramachandran, T. Rabi, B. Kaplan and E. Lansky. 2002. Chemopreventive and adjuvant therapeutic potential of pomegranate (*Punica granatum*) for human breast cancer. *Breast Cancer Research and Treatment* 71: 203-217.
- Kong, D., X. Li, G. Tang and H. Zhang. 2008. How many traditional Chinese medicine components have been recognized by modern western medicine? A Chemoinformatic analysis and Implications for finding multicomponent drugs. *ChemMedChem* 3(2): 233-36.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology* 43: 243-270.

Koplow, C. 2004. Monitoreo y control físico de chanchitos blancos (*Pseudococcus viburni*) (Signoret) en vid, antecedentes para el manejo integrado. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 57p.

Lansky, E., S. Shubert, and I. Neeman. 2000. Pharmacological and therapeutic properties of pomegranate. Serie A. Séminaires Méditerranées 42: 231-235.

Lawson, D. S., W. H. Reissig, J. P. Nyrop and S. K. Brown. 1994. Management of arthropods on columnar apple trees using exclusionary cages. Crop Protection 13: 346–356.

Lester, P.J., P.R. Dentener, R.J. Petry and S.M. Alexander. 1995. Hot water immersion for disinfestation of light brown apple moth (*Epiphyas postvittana*) and the long tailed mealy bug (*Pseudococcus longispinus*) on persimmons. Postharvest Biology and Technology 6: 349-356.

Marer, P.J., M.L. Flint and M.W. Stimmann, 1988. The safe and effective use of pesticides. University of California, Statewide IPM Project, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, California, Publication 3324, 387p.

Martin, F.N. 2003. Development of alternative strategies for management of soilborne pathogens currently controlled with methyl bromide. Annual Review of Phytopathology 41: 325–350.

Mercado, E., C. Mondragón, J. Rocha y B. Álvarez. 2011. Efectos de condición del fruto y temperatura de almacenamiento en la calidad de granada roja. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 2(3): 449-459.

Mgocheki, N. and P. Addison. 2009. Interference of ants (Hymenoptera: Formicidae) with biological control of the vine mealybug *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). Biological Control 49: 180–185.

Millar, J. G., K. M. Daane, J. S. McElfresh, J. A. Moreira, R. Malakar-Kuenen, M. Guillén and W. J. Bentley. 2002. Development and optimization of methods for using sex pheromone for monitoring the mealybug *Planococcus ficus* (Homoptera: Pseudococcidae) in California vineyards. Journal of Economic Entomology 95(4): 706-714.

Mira, S. 2010. La granada: economía y comercialización. Pp 251-271 en: Melgarejo, P., F. Hernández y P. Legua. El granado - I Jornadas nacionales sobre el granado. Departamento de Producción Vegetal y Microbiología, Universitas Miguel Hernández de Elche. 277p.

Mohsenia, A. 2009. The situation of pomegranate orchards in Iran. Acta Horticulturae 818: 35-42.

Mudavanhu, P. 2009. An investigation into the integrated pest management of the obscure mealybug, *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae), in pome fruit orchards in the Western Cape Province, South Africa. Mg Sc Thesis in Sciences of

Agriculture, College of Agricultural Sciences, Universidad de Stellenbosch, Sur África. 110p.

Mudavanhu, P., P. Addison and L. Pringle. 2011. Monitoring and action threshold determination for the obscure mealybug *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) using pheromone baited traps. *Crop Protection* 30: 919-924.

Myburgh, A. C., D. J. Rust and D. Stubings. 1975. Mealybugs on apples and pears. *Deciduous Fruit Grow* 25: 176-179.

Nava, G. S. 2006. Evaluación de hongos entomopatógenos para el control de broca de café *Hypothenemus hampei* Coleoptera: Scolytidae), y propuesta de un plan para su manejo integrado. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Tlaxcal, México. 95p.

Núñez, J. 2007. Evaluación de sistemas de monitoreo para chanchitos blancos (*Pseudococcus sp.*) en vid de mesa. Tesis de Magíster. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 89p.

Oyarzún, M. 2004. Taxonomía y observaciones biológicas del chanchito blanco de los frutales, *Pseudococcus viburni* (Signoret). (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE). Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 85p.

Öztürk, N. and M. R. Ulusoy. 2009. Pests and Natural Enemies Determined in Pomegranate Orchards in Turkey. *Acta Horticulturae* 818: 277-284.

Prado, E., R. Ripa y F. Rodríguez. 2000. Insectos y ácaros. Pp 234-250 en J. Valenzuela (ed), Uva de mesa en Chile. Colección de libros INIA 5, Santiago, Chile.

Prat, L. y C. Botti. 2002. El granado (*Punica granatum*). Universidad de Chile Serie Ciencias Agronómicas N° 7. 66p.

Pryke, J. S. and K. L. Pringle. 2008. Postharvest disinfestation treatments for deciduous and citrus fruits of the Western Cape, South Africa: a database analysis. *South African Journal of Science* 104: 85-89.

Puritch, G. S. 1981. Pesticidal soaps and adjuvants - what are they and how do they work? En *Proceedings of the 23rd Annual Lower Mainland Horticultural Improvement Association Grower's Short Course*, Abbotsford, BC, Canada.

Quiroz, I. 2009. Granados características generales. 6-13 p. En: Castillo, C. y I. Quiroz (Eds). Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente. Área de Agroindustria Fundación Chile. Santiago, Chile. 65p.

Ramoska, W. A. 1984. The influence of relative humidity in the chinch bug *Blissus leucopterus*. *Journal of Invertebrate Pathology* 44(3): 342-348.

Red Agrícola. 2011. Un gran negocio: el firme despegue del granado en Chile y Perú. En: <http://bit.ly/Vz3i9v> (Consultado el 20 de diciembre de 2012).

Rehner, S.A., 2005. Phylogenetics of the insect pathogenic genus *Beauveria*. 3–27p. En: Vega, F.E., M. Blackwell, (Eds.). *Insect-Fungal Associations: Ecology and Evolution*. Oxford University Press.

Ripa, R. y F. Rodríguez. 1999. Plagas de cítricos, sus enemigos naturales y manejo. Colección de libros INIA #3, Santiago, Chile, 151p.

Ristaino, J. B. and W. Thomas. 1997. Agriculture, methyl bromide, and the ozone hole: can we fill the gaps. *Plant Disease* 81: 964-977.

Santibáñez, D. P. 2010. Evaluación de la deshidratación y remoción de ceras epicuticulares como factores asociados a la mortalidad de hembras de *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera: Pseudococcidae) tratadas con detergentes de uso agrícola. Memoria de Magister en Ciencias Agropecuarias con mención en Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 55p.

Sazo, L., L. Agurto y J. Polanco. 2002. Manejo de las principales plagas de carozos bajo un esquema de producción integrada. *Revista Aconex* 75: 14-19.

Sazo, L., J. E. Araya y J. de la Cerda. 2008. Efecto del coadyuvante siliconado e insecticidas en el control del chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Ciencia e Investigación Agraria* 35(2): 215-222.

Sepulveda, E., L. Galletti, C. Saenz, and M. Tapia, 2000. Minimal processing of pomegranate var. Wonderful. *Options Méditerranéennes Serie A* 42: 237–242.

Scortichini, M. 1990. Il melograno. *Revista di frutticoltura* 2: 41-80.

Sellemer, J. C., N. Otisguy, K. Hoover and K. M. Kelly. 2004. Assessing the integrated pest management practices of Pennsylvania nursery operations. *HortScience* 39(2): 297-302.

Sharp, J. 1994. Hot water immersion. 191-200p. En: Sharp, J. L. and G. J. Hallman (eds). *Quarantine treatments for pests of food plants*. Westview Press. Boulder, EEUU.

Solanki, S. 2010. Some medicinal plants with antibacterial activity. *Pharmacie Globale (IJCP)* 1(4): 1-4.

Soto, F. 2013. Control de la conchuela café europea *Parthenolecanium corni* (Bouché) en vid vinífera con insecticidas alternativos. Memoria de Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 39p.

Sudzuki, F. 1988. Cultivo de frutales menores. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 185p.

Ulloa, F. 2009. Efectividad de insecticidas para el control de *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) 'brigitta'. Memoria de Título, Universidad de Concepción. Chillán, Chile, 21p.

van der Merwe, F. 2000. Is mealybug on pome fruit under control? Pest status. Deciduous Fruit Grow 50(5): 1-6.

Vega, F., M. S. Goettel, M. Blackwell, D. Chandler, M. A. Jackson, S. Keller, M. Koike, N. K. Maniania, A. Monzón, B. H. Ownley, J. K. Pell, D. E. Rangel, H. E. Roy. 2009. Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. Fungal Ecology 2(4): 149–159.

Vincent, C., G. Hallman, B. Panneton, and F. Fleurat-Lessard. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. Annual Review of Entomology 48: 261-281.

Vreysen, M. J. B. 2005. Monitoring sterile and wild insects in area-wide integrated pest management programmes. 326-351p. En: Dyck, V. A., J. Hendrichs and A. S. Robinson (eds). Sterile Insect: Principles and Practice in Area – Wide Integrated Pest Management. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 787p.

Vreysen, M. J. B., K. M. Saleh, M. Y. Ali, A. M. Abdulla, Z. R. Zhu, K. G. Juma, V. A. Dyck, A. R. Msangi, P. A. Mkonyi, and H. U. Feldmann. 2000. *Glossina austeni* (Diptera: Glossinidae) eradicated on the island of Unguja, Zanzibar, using the sterile insect technique. Journal of Economic Entomology 93: 123–135.

Wakgari, W.M. and J.H. Giliomee. 2004. Description of adult and immature female instars of *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) found on apples in South Africa. African Entomology 12: 29 – 38.

Walton, V. M., K. M. Daane, and K. L. Pringle. 2004. Monitoring *Planococcus ficus* in South African vineyards with ser feromone baited traps. Crop protection 23: 1089–1096.

Wang, S., S. Birla and J. D. Hansen. 2006. Postharvest treatment to control codling moth in fres apples using water assisted radio frequency heating. Postharvest Biology and Technology 40: 89–96.

Waterworth, R., R. Redak and J. G. Millar. 2011. Pheromone-Baited Traps for Assessment of Seasonal Activity and Population Densities of Mealybugs Species (Hemiptera: Pseudococcidae) in Nurseries Producing Ornamental Plants. Journal of Economic Entomology 104(2): 555-565.

Wohlfarter, M., J.H. Giliomee and E. Venter. 2010. A Survey of the Arthropod Pests Associated with Commercial Pomegranates, *Punica granatum* (Lythraceae), in South Africa. African Entomology 18(1): 192-199.

Yildiz, H., E. Obuz and G. Bayraktaroglu. 2009. Pomegranate: Its antioxidant activity and

its effect on health. *Acta Horticulturae* 818: 265-270.

Zwick, R. W. and P. H. Westigard. 1978. Prebloom petroleum oil applications for delaying pear psylla (Homoptera: Psyllidae) oviposition. *Canadian Entomologist* 110: 225–236.