



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE POSTGRADO

**EFFECTO DE INFESTACIONES CONTROLADAS CON CONCHUELA
NEGRA DEL OLIVO (*Saissetia oleae* Olivier) SOBRE SUS POBLACIONES
Y SU IMPACTO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL OLIVO
(*Olea europaea* L.)**

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de
Magíster en Ciencias Agropecuarias, mención Sanidad Vegetal

AMAL NASSIRA-ALLAH INOSTROZA MARAMBIO

Directores de Tesis

Ing. Agr. Ph. D. Tomislav Curkovic Sekul

Ing. Agr. Dr. Thomas Fichet Lagos

Profesores consejeros

Ing. Agr. M.S. Ph. D. Erwin Aballay Espinoza

Ing. Agr. Dr. Nicola Fiore

SANTIAGO - CHILE

2021

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

EFECTO DE INFESTACIONES CONTROLADAS CON CONCHUELA
NEGRA DEL OLIVO (*Saissetia oleae* Olivier) SOBRE SUS
POBLACIONES
Y SU IMPACTO EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL OLIVO
(*Olea europaea* L.)

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Título Profesional de
Ingeniero Agrónomo y al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, mención
Sanidad Vegetal

AMAL NASSIRA-ALLAH INOSTROZA MARAMBIO

	Calificaciones (Memoria de Título)	Calificaciones (Tesis de Grado)
DIRECTORES DE TESIS		
Tomislav Curkovic Sekul Ingeniero Agrónomo, Ph. D	X,X	X,X
Thomas Fichet Lagos Ingeniero Agrónomo, Dr.	X,X	X,X
PROFESORES CONSEJEROS		
Erwin Aballay Espinoza Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	X,X	X,X
Nicola Fiore Ingeniero Agrónomo, Dr.	X,X	X,X

Santiago, Chile
2021

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradezco a mi madre y abuelitos, porque si no fuera por ellos, no estaría escribiendo estas líneas. Gran parte de lo que soy y lo que he construido se lo debo a ustedes. A Estefanía, Mariam y Tasnim, mis hermanas y confidentes, por alegrar mis días difíciles en este largo período y por guiarme cuando muchas veces me perdí en el camino. Los amo.

A mis compañeros de estudio (y también de ocio) en Antumapu, particularmente a Daniela y Constanza, quienes me acompañaron durante gran parte de estos años e hicieron mi estadía por la universidad más amena y llevadera. Agradezco especialmente a José, quien fue un pilar fundamental para mí durante todos estos años y que, a pesar de todo, estuvo brindándome su apoyo incondicional hasta el final de este arduo proceso.

A mis profesores guías Tomislav Curkovic y Thomas Fichet, quienes me apoyaron en todo momento, me brindaron su sabiduría, consejos, y que además me dieron palabras de aliento y motivación cuando las cosas se complejizaron. Gracias por su confianza. También me gustaría agradecer al profesor Américo Contreras por orientarme en el análisis estadístico.

Al vivero Agromillora, quienes facilitaron el material vegetal para poder llevar a cabo esta tesis y a los miembros del Laboratorio de Comportamiento y Ecología Química de Plagas y del Laboratorio de Nutrición Mineral, por su gran disposición.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
HIPÓTESIS	6
OBJETIVO	6
MATERIALES Y MÉTODOS	
Ubicación del Estudio	7
Material Biológico	7
Tratamientos y Diseño experimental	7
Manejo del Experimento	8
Variables Medidas	8
Análisis Estadístico	10
RESULTADOS	
Evaluaciones en <i>S. oleae</i>	
Supervivencia.....	12
Crecimiento	13
Evaluaciones en los olivos	
Número de hojas y largo de brotes	15
Tasa de crecimiento	17
Mediciones destructivas	18
DISCUSIÓN	21
CONCLUSIONES	26
LITERATURA CITADA	27
ANEXOS	29
APÉNDICES	31

Índice de cuadros

Cuadro 1. Largo y ancho promedio de todos los estadios de <i>S. oleae</i> según el nivel de infestación en olivos variedad Arbequina y Frantoio	13
Cuadro 2. Número acumulado de hojas por planta al finalizar el ensayo, en los olivos var. Arbequina y Frantoio	16
Cuadro 3. Porcentaje de materia seca en distintos órganos de olivos var. Arbequina	18
Cuadro 4. Porcentaje de materia seca en distintos órganos de olivos var. Frantoio	18
Cuadro 5. Área foliar, volumen de raíces y desarrollo en olivos var. Arbequina en función del nivel de infestación de <i>S. oleae</i>	19
Cuadro 6. Área foliar, volumen de raíces y desarrollo en olivos var. Frantoio en función del nivel de infestación de <i>S. oleae</i>	19
Cuadro 7. Peso fresco, seco de frutos y porcentaje de materia seca en frutos var. Arbequina sometidos a distintos niveles de infestación de <i>S. oleae</i>	19
Cuadro 8. Índice SPAD en hojas de olivo var. Arbequina y Frantoio para los distintos niveles de infestación de <i>S. oleae</i>	20
Cuadro 9. Índice SPAD en hojas de olivos variedades Arbequina y Frantoio	20

Índice de figuras

Figura 1. Evolución en el porcentaje de supervivencia promedio de <i>S. oleae</i> en función del tiempo, para cada variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y densidad de infestación (1 y 2)	12
Figura 2. Porcentaje de supervivencia inicial de <i>S. oleae</i> en función del nivel de infestación para las variedades de olivo evaluadas, Arbequina y Frantoio.....	13
Figura 3. Evolución en el largo de <i>S. oleae</i> en el tiempo según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y distintos niveles de infestación (1 y 2)	14
Figura 4. Evolución en el ancho de <i>S. oleae</i> en el tiempo según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y distintos niveles de infestación (1 y 2)	14
Figura 5. Evolución en el número de hojas acumuladas por planta en olivos variedades Arbequina (A) y Frantoio (F) previo al receso invernal, según nivel de infestación de <i>S. oleae</i> (0, 1 y 2)	15
Figura 6. Evolución en el número de hojas acumuladas por planta en olivos variedades Arbequina (A) y Frantoio (F) posterior al receso invernal, según nivel de infestación de <i>S. oleae</i> (0, 1 y 2)	16
Figura 7. Tasa de crecimiento de brotes en el tiempo, según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y nivel de infestación de <i>S. oleae</i> (0, 1 y 2) previo al receso invernal	17
Figura 8. Tasa de crecimiento de brotes en el tiempo, según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y nivel de infestación de <i>S. oleae</i> (0, 1 y 2) posterior al receso invernal	17
Figura 9. Tasa de crecimiento de brotes de olivos var. Arbequina y Frantoio según nivel de infestación instantáneo de <i>S. oleae</i>	18
Figura 10. Peso seco de frutos de olivo var. Arbequina corregido por área de sección transversal de estaca (ASTE) en función del nivel de infestación inicial de <i>S. oleae</i>	20

RESUMEN

La conchuela negra del olivo (*Saissetia oleae* Olivier) es la principal plaga en huertos de olivo (*Olea europaea* L.) en Chile. Pese a ello, la merma fisiológica ejercida sobre este frutal, asociada a distintas densidades poblacionales de esta plaga no ha sido cuantificada. Por lo tanto, se realizó un ensayo para medir el impacto de distintas densidades de infestación de esta conchuela en el crecimiento y desarrollo de este frutal, así como en la supervivencia y el crecimiento de este insecto en dos variedades de olivo en maceta, bajo condiciones de invernadero. Se efectuó una infestación controlada de ninfas de primer estadio sobre los olivos, utilizando plantas no infestadas como testigos. Post-infestación, se determinó que el porcentaje de fijación de ninfas en el follaje fue muy bajo, debido a condiciones ambientales adversas (baja humedad y alta temperatura). Entonces, se definieron dos rangos de infestación, estableciendo un umbral de 0,4 individuos/hoja. Las infestaciones alcanzadas no redujeron el crecimiento de brotes, número de hojas, volumen de raíces, desarrollo, ni el porcentaje de materia seca, como tampoco afectaron el crecimiento ni la supervivencia de estos insectos. Estos resultados permitieron concluir que los olivos no se vieron afectados por bajas densidades de conchuela y que estos insectos no sufrieron de competencia intraespecífica bajo estas densidades. Este estudio puede contribuir en futuras investigaciones para determinar un Nivel de Daño Económico de esta plaga en olivos en Chile.

Palabras clave: Infestación artificial, daño, supervivencia, plaga, Coccidae

ABSTRACT

The olive black scale (*Saissetia oleae* Olivier) is the main pest in olive orchards in Chile. Despite that, the physiological loss exerted on this fruit tree, associated with scale densities on olives has not been quantified. Therefore, an experiment using two olive varieties infested with different scale densities was conducted to measure both, the insect and plant growth and development under glasshouse conditions. The artificial controlled infestation was performed placing *S. oleae* first instar nymphs on the foliage of potted plants. Uninfested plants were used as positive control. After infestation, a low level of nymph's establishment on the foliage was measured, due to adverse environmental conditions (high temperatures/low humidity). Thus, two levels of infestation were defined, establishing a 0,4 nymphs threshold. The infestations did not affect neither the plant (shoots, roots, dry matter) nor the scales growth and survival. These allow to conclude that olive tolerate low levels of scale infestations without affecting their development, and low scales densities did not cause intraspecific competence. This study might contribute to future research to determine the Economic Injury Level for *S. oleae* in olive orchards in Chile.

Key words: Artificial infestation, pest damage, pest survival, pest, Coccidae

INTRODUCCIÓN

El olivo (*Olea europaea* L.) de gran distribución a nivel mundial, es una de las especies de mayor importancia en países de clima mediterráneo (Barranco *et al.*, 2008). En Chile, su producción abarca las regiones de Arica y Parinacota hasta la Araucanía, adaptándose a diversas condiciones edafoclimáticas (Fichet y Prat, 2013). La superficie total plantada en la actualidad en el país se estima en aproximadamente 22 mil hectáreas, siendo el séptimo frutal de mayor extensión a nivel nacional, mientras que las zonas geográficas que lideran en superficie cultivada son las regiones del Maule y de O'Higgins (ODEPA, 2020). La superficie plantada ha ido aumentando año a año, fundamentalmente por el cultivo de variedades aceiteras, abarcando cerca del 90% de la superficie total, mientras que el 10% restante tiene por objetivo la producción de aceituna de mesa (Cooper *et al.*, 2018).

Este frutal ha sido descrito como potencial hospedero de un gran número de insectos, no obstante, sólo una pequeña porción de ellos causa daños de importancia económica (Haniotakis, 2005). Las plagas del olivo presentes en Chile, si bien no tienen el mismo impacto que en otras regiones del mundo, cada vez van cobrando mayor relevancia (Curkovic, 2013) debido al aumento de la superficie de olivos en nuestro país. Dentro de las especies que afectan a este frutal, en la zona central de Chile, la conchuela negra del olivo (*Saissetia oleae* Olivier) (Hemiptera: Coccidae) es mencionada como la principal plaga, alcanzando niveles poblacionales que podrían traducirse en pérdidas económicas para el cultivo (Quiroz y Larraín, 2003; Curkovic, 2013).

La conchuela negra del olivo es una especie cosmopolita y muy polífaga perteneciente al sub – orden Sternorrhyncha. En Chile se distribuye desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Los Lagos, incluyendo la Isla de Rapa Nui (Salas *et al.*, 2017). En la mayor parte de las zonas del país donde este insecto tiene importancia económica, presenta un comportamiento univoltino, pasando por los estados de huevo, ninfa y hembra adulta, reproduciéndose esta última principalmente de forma partenogenética (Ripa y Larral, 2008). No hay un consenso respecto al número de estados inmaduros, dado que la mayoría de los individuos pertenecientes a la familia Coccidae presentan dos estadios (Prado *et al.*, 2003), mientras que otros autores señalan que esta especie cuenta con tres estados ninfales (Tena, 2007; Ripa y Larral, 2008).

La presencia de este cóccido se asocia tanto a daños directos como indirectos en las plantas hospederas. Dentro de los daños directos se puede mencionar el consumo de savia desde ramillas, hojas y frutos, el que se desglosa en la merma por ingestión de fotoasimilados, el daño producido por la penetración de los tejidos por el estilete y la producción de lesiones aisladas por efectos tóxicos de la saliva inyectada, la cual es fundamental para proteger y facilitar el avance del estilete intercelularmente (Vranjic, 1997; Chapman, 2013). Esto induce un debilitamiento en órganos afectados, que bajo altas infestaciones provoca caída de hojas y pobre fructificación, lo que trae como consecuencia mermas a nivel productivo (Noguera *et al.*, 2003; Prado *et al.*, 2003; Tena, 2007), lo que implica que el daño producido en los hospederos es dependiente de la densidad poblacional de la plaga. Entre los daños indirectos, dado que los cóccidos no son considerados relevantes vectores de virus, el principal es la excreción de mielecilla (Vranjic 1997). La eliminación de esta sustancia azucarada se debe a que la dieta de estos insectos se compone de altos niveles de carbono, pero bajos de nitrógeno, haciendo

necesario el consumo de grandes volúmenes para poder suplir sus requerimientos nutricionales. Por ello gran parte del contenido floemático pasa directamente a la parte final del tracto digestivo sin ser digerido, gracias a una modificación en la parte anterior del estómago o cámara filtradora, que facilita la excreción del exceso de savia junto con las fecas (Malumphy, 1997). Al depositarse sobre las superficies del hospedero, es sustrato para la colonización de fumagina, complejo de hongos saprófitos de pigmentación oscura, compuestos por diferentes géneros, entre ellos *Capnodium* spp. y *Fumago* spp. (Reynolds, 1999) el cual está asociado a una reducción en la intercepción de radiación (Insausti *et al.*, 2015) y, adicionalmente, disminuye la calidad y el valor comercial de los frutos (Prado *et al.*, 2003).

La literatura científica señala que infestaciones de cóccidos en distintas especies vegetales son responsables de una disminución en el crecimiento y desarrollo de estas, reportándose una menor altura, menor elongación de brotes (Apriyanto, 1995; Washburn *et al.*, 1985; Newbery, 1980), efectos detrimentales en la producción de hojas y menor biomasa radical (Wakgari, 2000; Speight, 1991). También se han registrado efectos compensatorios en el crecimiento de los hospederos afectados (Speight, 1991), coincidiendo así con lo descrito por Pédigo y Rice (2014), quienes afirman que estos pueden responder al daño producido por herbivoría afectando negativa o positivamente el rendimiento, aunque en algunos casos son capaces de tolerar la presencia de estos individuos frente a bajos niveles de infestación de herbívoros (ver Anexo 1).

Altos niveles poblacionales de este tipo de insectos no sólo tienen repercusiones en el crecimiento y desarrollo de las plantas hospederas, sino que también se han mencionado impactos negativos en el desarrollo de los individuos que conforman dichas poblaciones de herbívoros. Así lo demostraron Washburn *et al.* (1985) y Wakgari (2000), quienes evidenciaron que en mayores niveles de infestación se produce competencia intraespecífica por los recursos, traducándose en un menor desarrollo de los individuos e incluso una mayor mortalidad.

La merma productiva provocada por un determinado nivel de infestación constituye uno de los componentes para la estimación del Nivel de Daño Económico (NDE) o *Economic Injury Level* (EIL) en un cultivo determinado, herramienta de gran utilidad al momento de implementar programas de Manejo Integrado de Plagas (Pédigo y Higley, 1992). Esta estrategia de manejo contempla, entre otras acciones, el uso de criterios técnico-económicos previo a la toma de decisiones y la evaluación del impacto de la plaga a nivel productivo, con la finalidad de producir en forma sostenible y a la vez rentable (Curkovic, 2018).

Particularmente en el cultivo del olivo, no se ha definido un Nivel de Daño Económico preciso para la conchuela negra del olivo, pero la literatura menciona tomar medidas de control con un promedio de 3 a 4 ninfas por hoja (Prado *et al.*, 2003; Katsoyannos, 1992). Así mismo, no se ha cuantificado la merma productiva asociada a infestaciones de *S. oleae* en olivos en Chile o en otras zonas olivícolas a nivel mundial, y tampoco se ha estudiado cómo se afectan las poblaciones de conchuela frente a distintos niveles de infestación. El poder correlacionar los distintos grados de infestación con el desarrollo vegetativo de los olivos, y con el crecimiento de estos individuos, constituye una herramienta fundamental, ya que otorga una aproximación a umbrales de acción de esta plaga en este cultivo, lo cual, en la realidad olivícola nacional, resulta de gran relevancia

en la toma de decisiones para el control de este insecto en el contexto del Manejo Integrado de Plagas.

HIPÓTESIS

Al aumentar la densidad de infestación de la conchuela negra del olivo, disminuye la supervivencia y el crecimiento de este insecto, y se afecta negativamente el crecimiento y desarrollo del olivo.

OBJETIVO

Establecer el impacto de diferentes niveles de infestación controlada de conchuela negra del olivo, en el crecimiento y supervivencia de este insecto, y en el crecimiento y desarrollo del olivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio

La fase experimental se desarrolló entre los meses de noviembre de 2018 a febrero de 2020. La infestación artificial de la conchuela negra del olivo se realizó en el Laboratorio de Comportamiento y Ecología Química de Plagas, del Departamento de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Las mediciones tanto de olivos como del desarrollo de la conchuela se efectuaron en los invernaderos del Departamento de Producción Agrícola de la misma institución, y los análisis finales fueron realizados en el Laboratorio de Fruticultura, del Departamento de Producción Agrícola, todos ubicados en la Región Metropolitana comuna de La Pintana, 33°34' latitud sur y 70°38' longitud oeste a una elevación de 626 m.s.n.m.

Material biológico

Se dispuso de dos variedades de olivo (*O. europaea* L.) con características de vigor y precocidad contrastantes: de vigor alto y menor precocidad (Frantoio) y vigor bajo y mayor precocidad (Arbequina), las cuales fueron donadas por el vivero Agromillora, ubicado en la región del Maule. Éstas fueron trasplantadas en maceteros de 7 L de capacidad, con un sustrato compuesto por 50% turba y 50% perlita, cuya finalidad fue la de permitir una adecuada extracción de las raíces para evaluaciones posteriores.

Para la obtención de los insectos, se colectaron ramas de cítricos (*Citrus* sp., Rutaceae) de la Región Metropolitana y de laureles en flor (*Nerium oleander* L., Apocynaceae) de la ciudad de Temuco, ambos hospederos infestados naturalmente con conchuela negra del olivo, entre los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2018, y enero de 2019, coincidiendo con el período de ovipostura y migración de ninfas 1 (N1) en la zona central y centro sur. Se voltearon hembras grávidas para obtener los huevos, los cuales fueron reunidos en hojas de cítricos (ver Apéndice 1) y mantenidos en Placas Petri cubiertas con papel aluminio, para simular las condiciones ambientales bajo el cuerpo de la hembra. Las placas fueron almacenadas dentro de una cámara de crianza (Equipos gastronómicos Calvac, modificados para mantener condiciones de temperatura y humedad controlados por el usuario) a temperaturas cercanas a los 14°C y humedad relativa del 40%. Desde estas placas, una vez emergidas las N1, se colectaron los individuos con un alfiler entomológico para la posterior infestación de los olivos. Cabe señalar que esta metodología ya fue probada la temporada 2017-2018, siendo efectiva para lograr un gran número de ninfas migratorias y así satisfacer las necesidades de individuos para los distintos tratamientos previstos.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos originales correspondieron a densidades iniciales de 0, 1, 3, 5 y 10 ninfas de primer estadio de conchuela negra del olivo por hoja y cada tratamiento contó con 5

repeticiones para cada variedad, siendo el testigo aquellas plantas no infestadas. Ello significó la transferencia manual de 22.411 individuos al follaje de las plantas en maceta, ya que el número de hojas por planta oscilaba entre 136 y 210. Las densidades de infestación fueron escogidas de acuerdo con los niveles poblacionales alcanzados por planta en estudios de características similares (Washburn *et al.*, 1985; Wakgari, 2000; Golan *et al.*, 2015), como también para abarcar un amplio rango de infestación. El ensayo se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos, cuya unidad experimental fue la planta de olivo. No obstante, una vez realizada la infestación, se optó por redefinir las densidades en función del establecimiento efectivo logrado, pues se detectó un bajo porcentaje de fijación de ninfas sobre las plantas. Coincidentemente, fueron aquellas repeticiones infestadas en forma más tardía (finales de enero y principios de febrero de 2018) en las que hubo establecimiento de ninfas. Los tratamientos, por ende, se agruparon en aquellos olivos que alcanzaron infestaciones iniciales menores o iguales a 0,4 individuos por hoja (densidad 1) y mayores a 0,4 individuos por hoja (densidad 2), con tres repeticiones por tratamiento. Este valor fue definido basándose en el nivel de establecimiento alcanzado durante el ensayo, y también para obtener dos grupos con un número similar de plantas infestadas, escogiendo la mediana del *set* de datos registrados.

Manejo del experimento

Una vez obtenido el material vegetal, se procedió a infestar en forma artificial utilizando un método adaptado de Washburn *et al.* (1985), por medio de la transferencia de ninfas de primer estadio con un alfiler entomológico a cada planta de olivo, metodología que no representó un daño observable para las ninfas transferidas. Se contabilizó como ninfa infestada aquella que se desplazaba sobre el hospedero una vez depositadas sobre el follaje. Debido a la precisión y la tardanza asociada a esta metodología, el proceso de infestación se extendió por varias semanas, por lo que se infestaron plantas con distintas densidades por día, con el propósito de tener cada uno de los tratamientos infestados en las distintas fechas.

Una vez que finalizada la infestación, las plantas fueron trasladadas a condiciones de invernadero, donde se realizaron riegos periódicos, día por medio en los meses de mayores temperaturas y cada 4 días durante el periodo invernal. Los olivos también fueron fertilizados (N, P, K y micronutrientes), esto con una periodicidad de 15 días. Las macetas se dispusieron alejadas unas de otras, con un marco de distancia aproximado de 1 m, para evitar el contacto entre plantas y la consecuente movilización de ninfas de un tratamiento a otro, dado que, en las condiciones dentro del invernadero, el viento no fue un factor de movimiento pasivo de los insectos.

VARIABLES MEDIDAS

En los olivos

Se midió el largo de brotes, atando una lana en el extremo superior de la ramilla principal, para marcar el crecimiento que se generó en forma posterior a la infestación las plantas.

A partir de esta marca, se midió el crecimiento de brotes cada 15 días, desde la fecha de infestación hasta enero de 2020. Con esta misma periodicidad se cuantificó el número de hojas, el cual se realizó por conteo de aquellas hojas que permanecieron en las plantas.

Se realizaron mediciones mensuales del diámetro del eje de cada planta con un pie de metro digital, considerando un margen de 4 a 5 cm sobre el sustrato, además, el número de brotes y el largo total de los brotes, fueron medidos con una huincha de sastre graduada en centímetros. Estas últimas evaluaciones se realizaron cada 15 días. Una vez finalizado el ensayo, se determinó el desarrollo de la planta, expresando un valor adimensional, el cual fue calculado por medio de la siguiente fórmula¹:

$$\text{Desarrollo} = \sqrt[3]{Di * N^{\circ}B * Lbrotos}$$

Donde:

- Di = Diámetro del eje (mm)
- Lbrotos = Largo total de brotes (cm)
- N°B = Número de Brotes

Para determinar el efecto de las infestaciones en la parte radical, al final del ensayo se evaluó el volumen de raíces, mediante la inmersión de estas en un recipiente con una cantidad de agua conocida. El agua desplazada fue recibida en otro recipiente por debajo del primero, el cual fue medido con una probeta graduada en mL, siendo el volumen desplazado equivalente al del sistema radical. Esta variable se midió en el mes de febrero de 2020.

Por otro lado, se evaluó el área foliar utilizando un medidor láser de área foliar (modelo CI-203CA, SeedMech, Estados Unidos) en 10 hojas al azar por cada tratamiento, y que a su vez fueran parte del crecimiento producido luego de la infestación. Las mediciones de esta variable se realizaron durante el mes de febrero de 2020. Por otro lado, para evaluar si la intensidad del color verde en las hojas (correlacionada indirectamente con el contenido de clorofila), se vio alterado por la infestación, se realizaron mediciones del índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) con un clorofilómetro SPAD (modelo 502, Minolta, Japón), en 10 hojas generadas posterior a la infestación, las cuales fueron seleccionadas en forma aleatoria, con la precaución que no estuvieran contaminadas con fumagina y/o mielecilla.

Al finalizar el ensayo, se obtuvo el peso fresco (PF) de hojas, tallos y raíces en ambas variedades, haciendo uso de una balanza de precisión (0,1 g). En el caso de Arbequina, también se pesaron los frutos generados después de la infestación. Posteriormente, se llevaron a una estufa de secado a una temperatura de 75°C, durante 7 días. Las distintas secciones de la planta fueron pesadas y nuevamente introducidas al horno, para al día siguiente volverlas a pesar, esto con la finalidad de obtener un peso final constante (PS) que correspondió al peso seco de las diferentes estructuras de la planta. Con ambos valores (PF y PS) se obtuvo el porcentaje de materia seca (MS) para cada órgano.

En *Saissetia oleae*

¹ Thomas Fichet Lagos, Dr. Ing. Agrónomo. 2018, may. [Comunicación personal]. Fórmula para cuantificar el desarrollo en olivo. Santiago, Facultad de Cs. Agronómicas, Universidad de Chile.

Se evaluó la supervivencia de las conchuelas mediante el conteo de individuos cada 15 días, estableciendo un criterio para definir qué conchuelas estaban vivas o muertas. Se consideraron muertos aquellos individuos que presentaron un aspecto opaco y deshidratado, mientras que las vivas se caracterizaban por tener cuerpos brillantes y turgentes². Este porcentaje de supervivencia se calculó con respecto a las densidades poblacionales definidas originalmente y no a las densidades de establecimiento efectivo. Adicionalmente, se evaluó en aquellas conchuelas que sobrevivieron, el largo y el ancho con un pie de metro digital graduado en milímetros, en un máximo de 10 individuos por planta elegidos aleatoriamente. Las mediciones se iniciaron una vez que las ninfas alcanzaban un tamaño adecuado para poder ser medido con este instrumento (desde finales de abril y principios de mayo de 2019) con una periodicidad de 15 días, hasta que las últimas conchuelas alcanzaron la adultez (finales de noviembre e inicios de diciembre de 2019).

Análisis estadístico

Las variables medidas quincenalmente se ajustaron a un modelo con estructura factorial de tratamientos, cuyo modelo matemático corresponde a:

$$Y_{ijklm} = \mu + I_i + V_j + T_k + (IV)_{ij} + (IT)_{ik} + (VT)_{jk} + (IVT)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijk} : variable respuesta
- μ : media general de las observaciones
- I_i : efecto del factor infestación
- V_j : efecto del factor variedad
- T_k : efecto del factor tiempo
- $(IV)_{ij}$: efecto de la interacción del factor infestación y el factor variedad
- $(IT)_{ik}$: efecto de la interacción del factor infestación y el factor tiempo
- $(VT)_{jk}$: efecto de la interacción del factor variedad y el factor tiempo
- $(IVT)_{ijk}$: efecto de la interacción entre el factor infestación, el factor variedad y el factor tiempo
- ε_{ijkl} : error experimental

Mientras que, para aquellas variables evaluadas exclusivamente al finalizar el ensayo, correspondió el modelo matemático expresado a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + I_i + V_j + (IV)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ij} : variable respuesta
- μ : media general de las observaciones
- I_i : efecto de la infestación

² Tomislav Curkovic Sekul. Ph. D. Ing. Agrónomo. 2018, may. Criterios para definir mortalidad de conchuelas. [Comunicación personal]. Santiago, Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Cs Agronómicas, Universidad de Chile.

- V_j : efecto del factor variedad
- $(IV)_{ij}$: efecto de la interacción del factor infestación y el factor variedad
- ε_{ijk} : error experimental

Por otro lado, para el análisis de las variables expresadas en porcentaje (x), se utilizó la transformación angular de Bliss (t), cuya fórmula se señala a continuación:

$$t = \arcsen \sqrt{\frac{x}{100}}$$

Los datos obtenidos fueron analizados mediante Modelos Lineales Mixtos (MLM) y en el caso de los datos porcentuales de supervivencia, con Análisis de la Varianza (ANDEVA). Cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas, tanto en la interacción como en los factores actuando en forma independiente, se sometieron a una Prueba de Comparación Múltiple de Medias (PCM) de Fisher, con un nivel de significancia del 5%. El *software* utilizado para el procesamiento de datos fue Infostat versión 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2016).

RESULTADOS

Evaluaciones en *S. oleae*

Supervivencia

Los porcentajes de supervivencia iniciales registrados variaron, en promedio, entre 19,9% y 8,5% (Figura 1) en la primera evaluación post-infestación (febrero de 2019). Por otro lado, esta variable fue disminuyendo en el tiempo, tal como ocurre en infestaciones naturales de nuevos hospederos por parte de ninfas migratorias (N1), la cual se vio exacerbada por condiciones ambientales adversas durante el transcurso del ensayo (Anexo 1).

La interacción entre los factores tiempo, variedad y densidad de infestación fue estadísticamente significativa para esta variable, es decir, la respuesta de supervivencia de estos insectos se vio afectada por el tiempo transcurrido desde la infestación, la variedad y por el factor infestación. Los mayores porcentajes se obtuvieron durante los primeros 46, 58 y 74 días después de infestación (DDI) en Arbequina densidad 2 (2A) y Frantoio densidades 1 y 2 (1F y 2F), respectivamente, hitos correspondientes a mediados y fines de marzo e inicios del mes de abril. Estos valores, a su vez, son estadísticamente distintos a los niveles de supervivencia obtenidos por Arbequina densidad 1 en el mismo periodo. Por otro lado, la correlación entre el porcentaje de supervivencia inicial, es decir, aquella correspondiente a la primera medición post infestación, y el nivel de infestación (Figura 2) no fue significativa para ninguna de las dos variedades evaluadas ($p = 0,370$ en Arbequina y $p = 0,861$ en Frantoio).

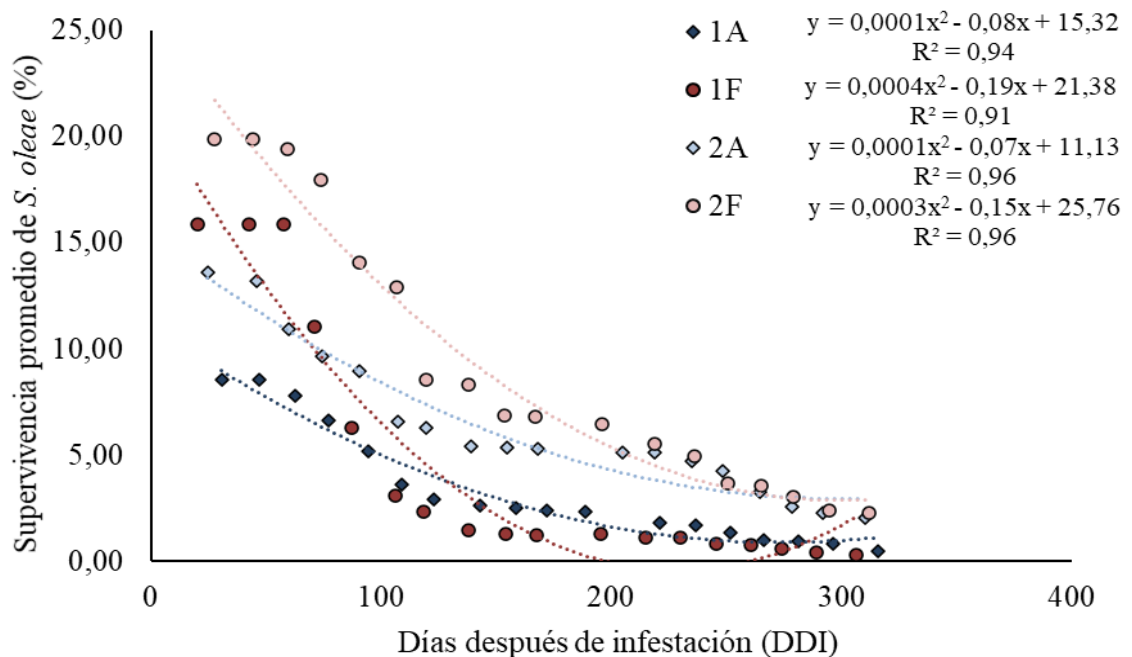


Figura 1. Evolución en el porcentaje de supervivencia promedio de *S. oleae* en función del tiempo, para cada variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y densidad de infestación (1 y 2).

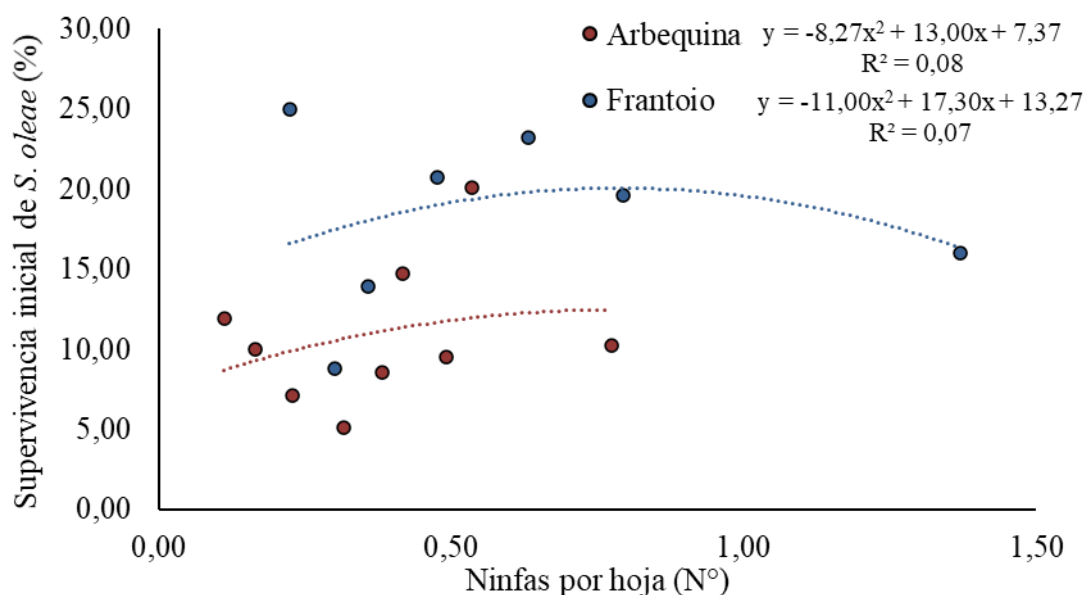


Figura 2. Porcentaje de supervivencia inicial de *S. oleae* en función del nivel de infestación para las variedades de olivo evaluadas, Arbequina y Frantoio.

Crecimiento

Independiente del factor variedad, el tamaño de los individuos de *S. oleae* fue aumentando en función del tiempo (figuras 3 y 4), y en el caso particular del largo de conchuelas, el efecto infestación fue significativo. Aquellos olivos infestados con la densidad 2 obtuvieron cóccidos de mayor longitud respecto al nivel 1, los cuales registraron, en promedio, un largo 11,76% menor. En cuanto al ancho de conchuelas, también fueron mayores para el nivel 2, pero estos no fueron estadísticamente distintos del menor nivel de infestación (Cuadro 1).

Por otro lado, al observar el crecimiento en el tiempo, tanto el largo como el ancho de las conchuelas manifestaron un mayor aumento en el crecimiento entre los 200 y 300 DDI, eventos que correspondieron a inicio de agosto y mediados de noviembre, respectivamente. Entre estos meses, las conchuelas se encontraban predominantemente en estadios ninfales NII y NIII o hembra joven y los olivos, por su parte, concentraron el crecimiento vegetativo de la temporada durante este periodo. Cuando los individuos alcanzaron su madurez, el crecimiento se detiene, y en algunos casos se observó una disminución en el largo asociada a la mortalidad de algunos individuos, alterando así el promedio general.

Cuadro 1. Largo y ancho promedio de todos los estadios de *S. oleae* según el nivel de infestación en olivos variedad Arbequina y Frantoio.

Densidad	Largo (mm)	Ancho (mm)
1	1,65 b	1,19 a
2	1,87 a	1,39 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

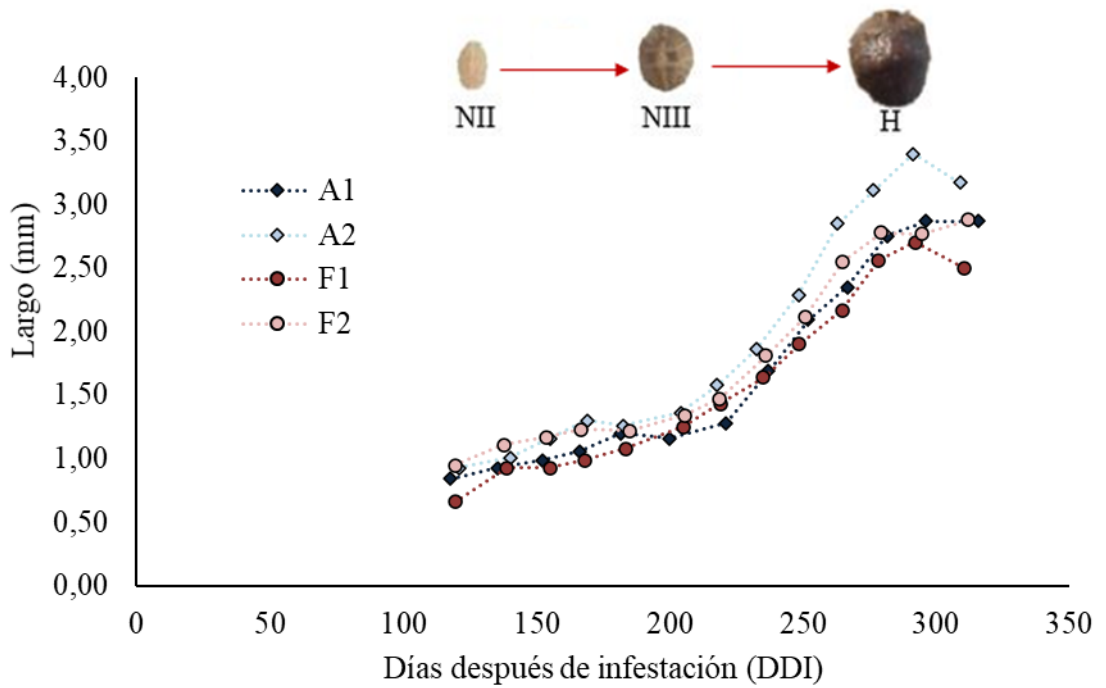


Figura 3. Evolución en el largo de *S. oleae* en el tiempo según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y distintos niveles de infestación (1 y 2).

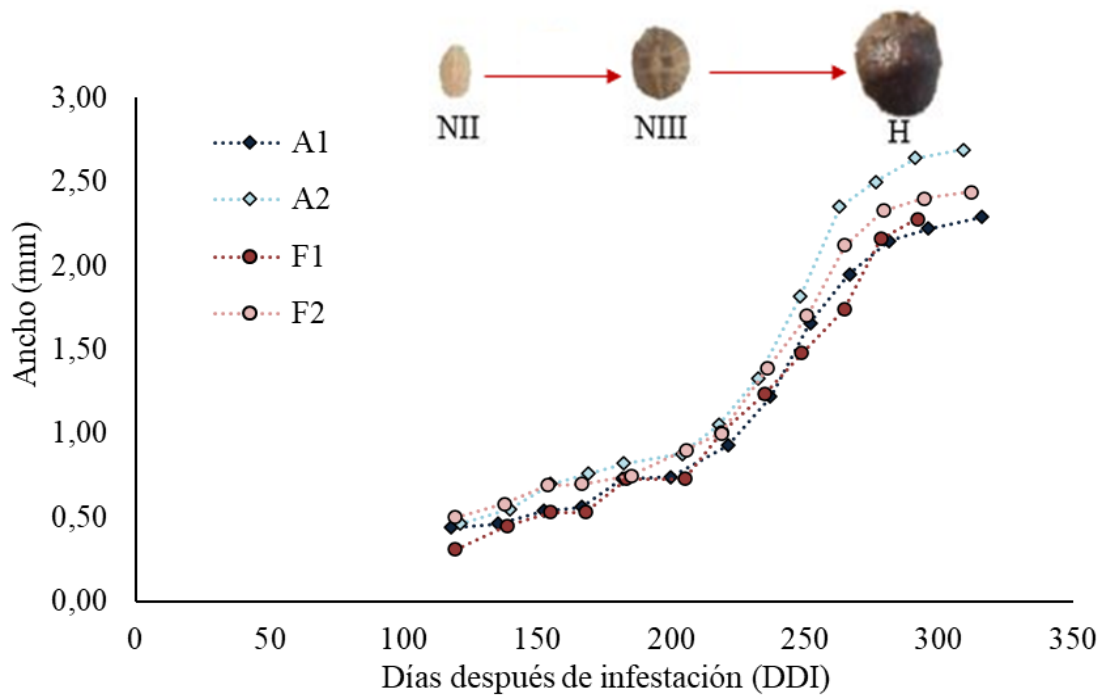


Figura 4. Evolución en el ancho de *S. oleae* en el tiempo según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y distintos niveles de infestación (1 y 2).

Evaluaciones en los olivos

Número de hojas y largo de brotes

La interacción tiempo y variedad tuvo un efecto estadísticamente significativo en el número de hojas por planta, no así el factor infestación. Las hojas por planta fueron aumentando en el tiempo (Figura 5), hasta los 125 días después de infestación (DDI) aproximadamente, para luego mantenerse constante hasta los 230 DDI, hitos que coinciden con los meses de junio y septiembre (invierno). Una vez que se reactivó el crecimiento (Figura 6), vale decir a inicios de septiembre, nuevamente se observó un aumento en la cantidad de hojas, la cual se mantuvo constante para luego disminuir, alrededor de los 300 DDI, evento que transcurrió entre finales de noviembre e inicios de diciembre. Esta caída en la curva se debe a la senescencia normal de hojas adultas registrada durante las últimas semanas del ensayo y que, en los olivos, corresponde a un renuevo de las hojas antiguas por nuevas del crecimiento de primavera. Este proceso se manifestó independiente de los factores infestación y variedad.

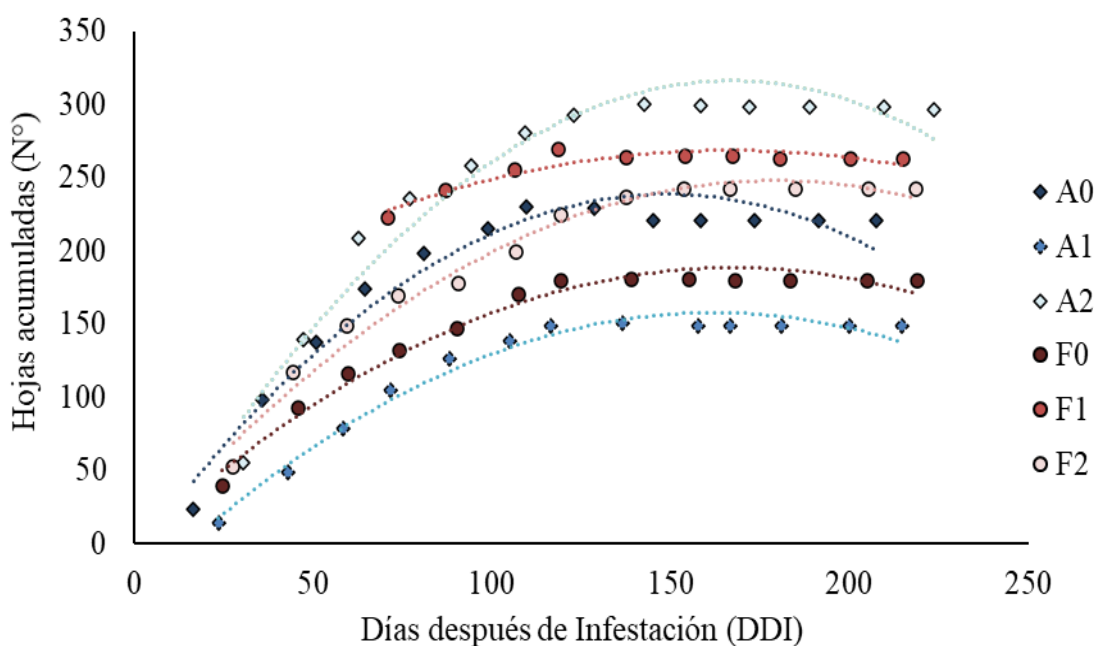


Figura 5. Evolución en el número de hojas acumuladas por planta en olivos variedades Arbequina (A) y Frantoio (F) previo al receso invernal, según nivel de infestación de *S. oleae* (0, 1 y 2).

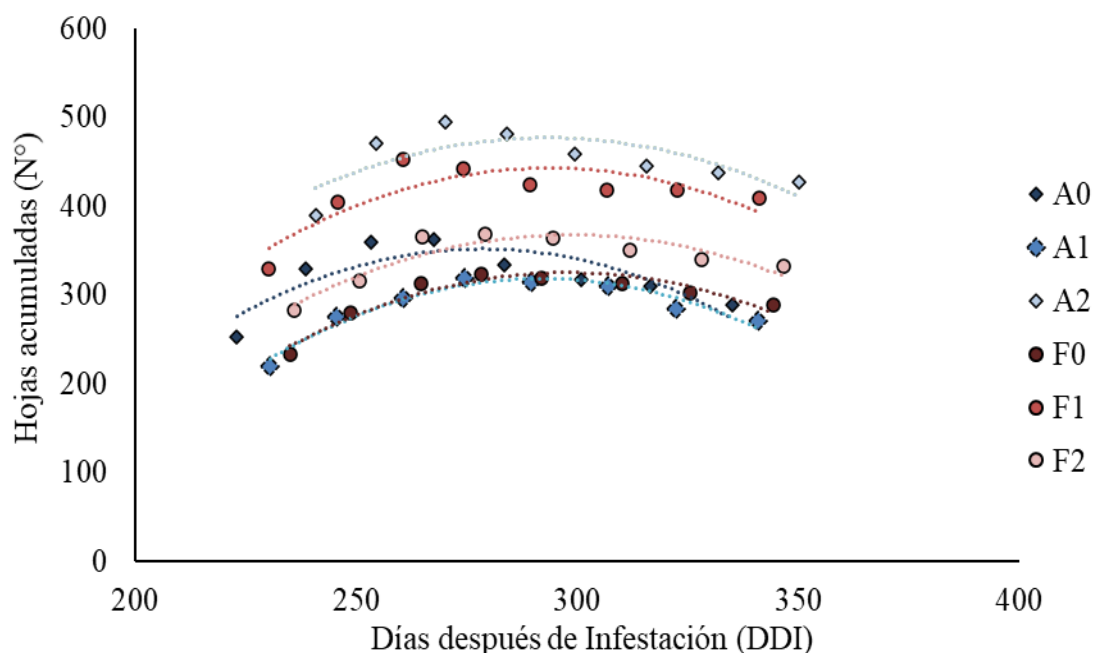


Figura 6. Evolución en el número de hojas acumuladas por planta en olivos variedades Arbequina (A) y Frantoio (F) posterior al receso invernal, según nivel de infestación de *S. oleae* (0, 1 y 2).

Al evaluar el número de hojas promedio (Cuadro 2), se observó que “Arbequina” generó, en promedio, 26,3% más hojas que los olivos variedad Frantoio, una vez finalizado el ensayo. En lo que respecta al crecimiento de brotes, si bien los olivos de la variedad Frantoio obtuvieron mayores resultados que los de “Arbequina”, éstas no tuvieron diferencias estadísticas entre sí. Adicionalmente, los niveles de infestación alcanzados no ejercieron un efecto, en términos estadísticos, en la longitud de brotes acumulada durante el transcurso del ensayo ($p = 0,37$).

Cuadro 2. Número acumulado de hojas por planta al finalizar el ensayo, en los olivos var. Arbequina y Frantoio.

Variedad	Número de hojas acumuladas (Nº)	Largo de brotes (cm)
Arbequina	376,60 a	392,09 a
Frantoio	298,06 b	425,18 a

Medias con letras distintas, en una misma columna, indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

Tasa de crecimiento

Independiente del tratamiento, la variedad y de la densidad poblacional de conchuelas, la tasa de crecimiento tendió a aumentar, hasta alcanzar un máximo en los 60 DDI, correspondiente a finales de marzo e inicios de abril, para luego disminuir hacia los 100 DDI, coincidiendo así con las bajas temperaturas ambientales de inicio de junio. Así mismo, una vez retomado el crecimiento durante la primavera, todas las curvas tendieron a disminuir (figuras 7 y 8).

La correlación entre la tasa de crecimiento y la densidad de infestación asociada a dicha variable, para todas las mediciones realizadas durante el transcurso del ensayo, es

significativa y positiva en ambas variedades, pero el nivel de correlación difiere, siendo bajo en Arbequina ($r = 0,38$) y medio en Frantoio ($r = 0,44$). Tal como se observa en la Figura 9, el crecimiento diario tendió a aumentar en la medida que el nivel de infestación fue mayor en ambas variedades. Al evaluar el efecto de la densidad poblacional sobre esta variable, solamente en los olivos variedad Frantoio fue estadísticamente significativo (p -valor = 0,004).

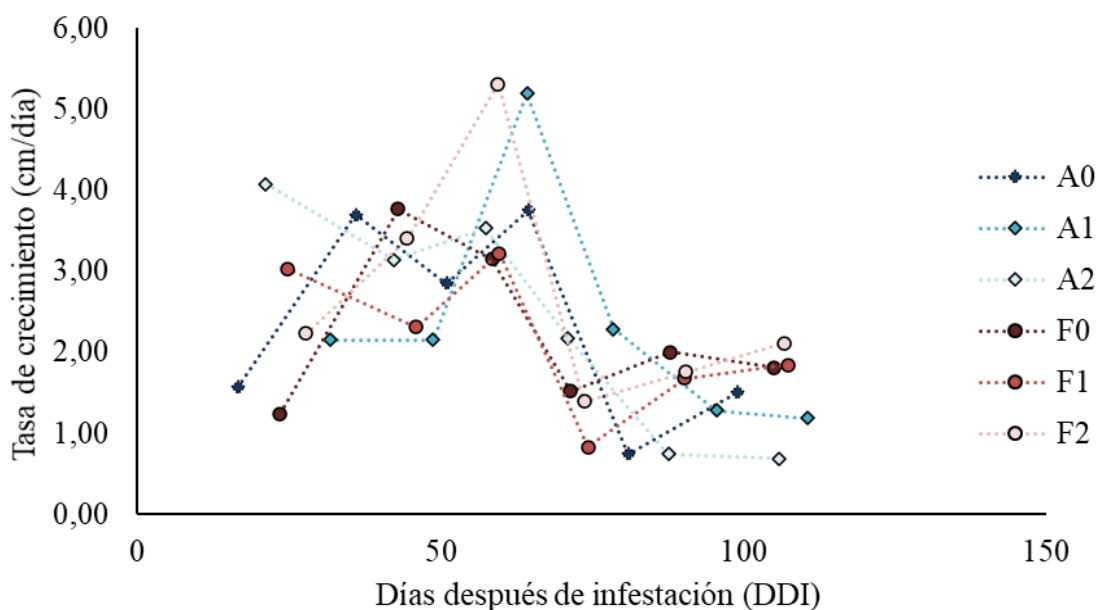


Figura 7. Tasa de crecimiento de brotes en el tiempo, según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y nivel de infestación de *S. oleae* (0, 1 y 2) previo al receso invernal.

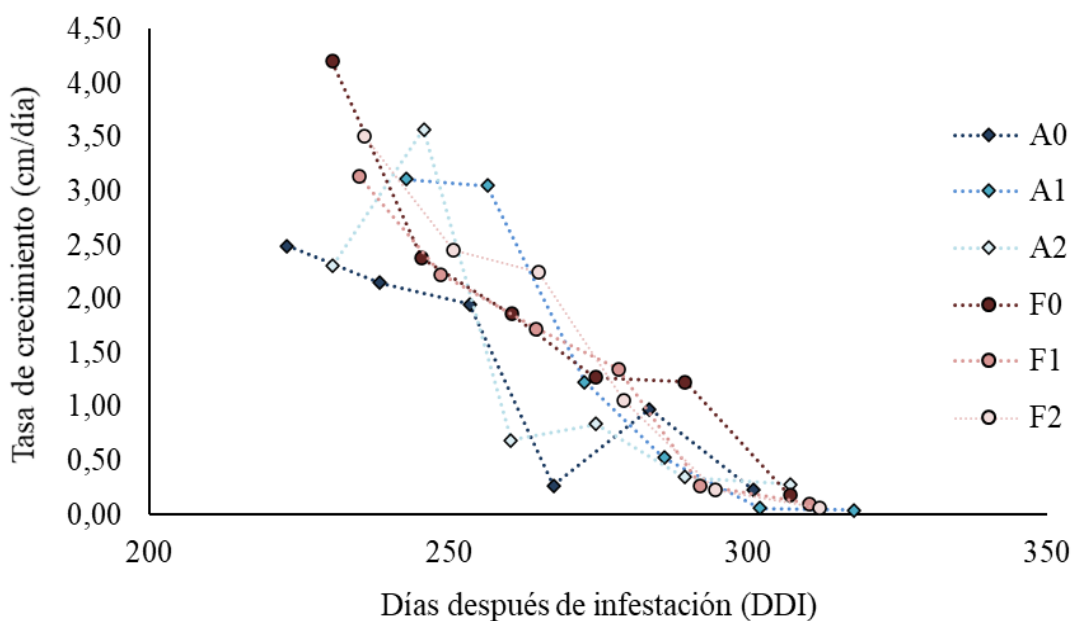


Figura 8. Tasa de crecimiento de brotes en el tiempo, según variedad de olivo (A: Arbequina y F: Frantoio) y nivel de infestación de *S. oleae* (0, 1 y 2) posterior al receso invernal.

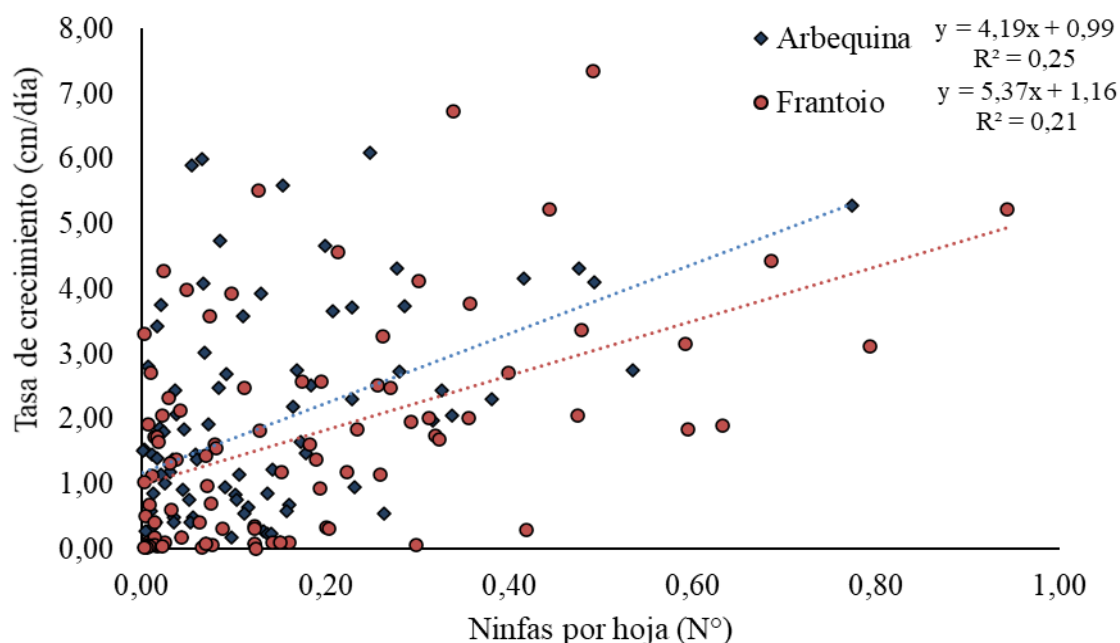


Figura 9. Tasa de crecimiento de brotes de olivos var. Arbequina y Frantoio según nivel de infestación instantáneo de *S. oleae*.

Mediciones destructivas

Independiente del tratamiento, no se manifestaron diferencias significativas en el porcentaje de materia seca (MS), tanto en la parte aérea como en la zona radical, en ambas variedades (cuadro 3 y 4). En cuanto a los valores de la parte radical, en “Arbequina” y en “Frantoio”, los menores porcentajes se obtuvieron en las plantas con densidad 2, presentando un 6,76% y 8,76% de reducción del contenido de MS respectivamente, en comparación con las plantas sin infestación, no obstante, estos valores no fueron estadísticamente distintos entre sí.

Cuadro 3. Porcentaje de materia seca en distintos órganos de olivos var. Arbequina

Variedad	Densidad	Materia seca (%)		
		Hojas	Tallos	Raíces
Arbequina	0	49,58 a	48,56 a	29,89 a
Arbequina	1	46,83 a	48,82 a	30,21 a
Arbequina	2	46,12 a	49,03 a	27,27 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

Cuadro 4. Porcentaje de materia seca en distintos órganos de olivos var. Frantoio

Variedad	Densidad	Materia seca (%)		
		Hojas	Tallos	Raíces
Frantoio	0	46,42 a	51,15 a	29,87 a
Frantoio	1	48,67 a	49,27 a	31,01 a
Frantoio	2	47,82 a	52,98 a	27,85 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

Tanto en el volumen de raíces como en el área foliar, el efecto de la infestación no fue significativo en ninguna de las variedades de olivo evaluadas en este ensayo (cuadro 5 y 6), por ello las diferencias estadísticas obtenidas para esta variable no se atribuyeron a la alimentación de las conchuelas. Adicionalmente las densidades alcanzadas en el ensayo no ejercieron un efecto en el desarrollo de los olivos.

Cuadro 5. Área foliar, volumen de raíces y desarrollo en olivos var. Arbequina en función del nivel de infestación de *S. oleae*

Variedad	Densidad	Área foliar (cm ²)	Volumen raíces (mL)	Desarrollo
Arbequina	0	4,45 a	49,20 b	34,31 a
Arbequina	1	4,60 a	62,40 a	41,66 a
Arbequina	2	4,81 a	54,75 ab	33,72 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

Cuadro 6. Área foliar, volumen de raíces y desarrollo en olivos var. Frantoio en función del nivel de infestación de *S. oleae*

Variedad	Densidad	Área foliar (cm ²)	Volumen raíces (mL)	Desarrollo
Frantoio	0	5,84 a	78,20 a	39,16 a
Frantoio	1	6,18 a	74,67 a	35,48 a
Frantoio	2	5,92 a	83,00 a	36,98 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

En lo que respecta a la parte productiva, sólo los olivos de la variedad Arbequina, debido a su precocidad, produjeron frutos. Al evaluar cómo influyó la infestación sobre este aspecto, tal y como se observa en el Cuadro 7, el porcentaje de materia seca de los frutos disminuyó en función de las densidades poblacionales de *S. oleae*, no obstante, estas cifras no difieren estadísticamente. Al corregir el peso seco de los frutos (PS) en función del tamaño de los olivos, en este caso, por el área de sección transversal de estaca (ASTE), no hubo diferencias estadísticas entre las distintas densidades. Por otro lado, la correlación entre peso de frutos corregido por ASTE y los niveles de infestación iniciales no fue significativa (p -valor = 0,543) (Figura 10).

Cuadro 7. Peso fresco, seco de frutos y porcentaje de materia seca en frutos var. Arbequina sometidos a distintos niveles de infestación de *S. oleae* (0, 1 y 2)

Densidad	Frutos (N°)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Materia seca (%)	PS/ASTE (g/cm ²)
0	8,50 a	8,49 a	3,39 a	40,12 a	10,60 a
1	23,80 a	14,70 a	5,81 a	38,28 a	17,78 a
2	24,50 a	11,37 a	4,42 a	34,91 a	12,95 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

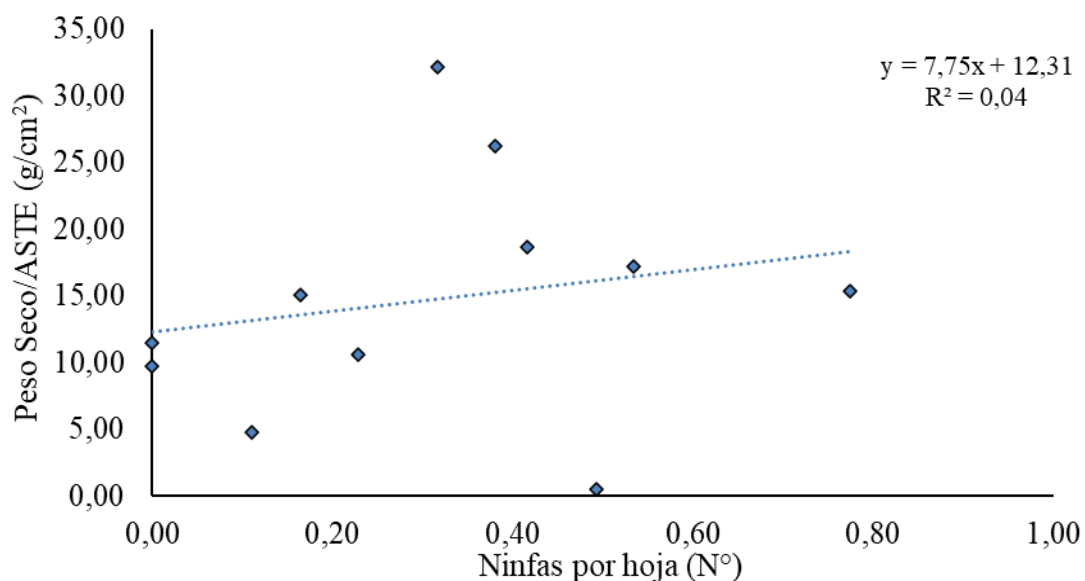


Figura 10. Número y peso fresco y seco de frutos de olivo var. Arbequina, corregido por área de sección transversal de estaca (ASTE) en función del nivel de infestación inicial de *S. oleae*.

Índice SPAD

Las densidades de conchuela alcanzadas durante el ensayo no ejercieron un efecto estadísticamente significativo en el índice SPAD obtenido del crecimiento generado luego de la infestación (Cuadro 8), mientras que las variedades si evidenciaron diferencias para esta variable, donde “Frantoio” registró 4,58 puntos más respecto a los olivos var. Arbequina (Cuadro 9).

Cuadro 8. Índice SPAD en hojas de olivo var. Arbequina y Frantoio para los distintos niveles de infestación de *S. oleae*

Densidad	Índice SPAD
0	75,17 a
1	76,35 a
2	75,97 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

Cuadro 9. Índice SPAD en hojas de olivos variedades Arbequina y Frantoio

Variedad	Índice SPAD
Arbequina	73,54 b
Frantoio	78,12 a

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los niveles de infestación alcanzados, los cuales son considerados bajos (UC IPM, 2014), se atribuyen en gran parte a las condiciones ambientales al interior del invernadero y la metodología de infestación utilizada, junto con las características del estadio ninfal empleado durante el ensayo. Si bien esta metodología tuvo por objetivo determinar con mayor precisión el número de individuos por hoja, no generó los resultados esperados al momento de evaluar el establecimiento de estos insectos en el material vegetal. Otros ensayos de esta misma naturaleza utilizaron hembras grávidas u ovisacos para esta labor (Vranjic y Gullan, 1990; Wakgari, 2000), lo cual permite la movilización y fijación de un gran número de ninfas. Sin embargo, y para el caso puntual de la conchuela negra del olivo, el uso de hembras grávidas es menos exacto al momento de establecer las poblaciones finales. Esto debido a que los huevos se encuentran ocultos bajo el cuerpo de la hembra, no pudiendo definir si el insecto está iniciando o finalizando la oviposición, si estos huevos son o no viables, como tampoco el descartar la presencia del depredador *Scutellista caerulea* (Hymenoptera: Pteromalidae), el cual se alimenta de los huevos de *S. oleae* (Ripa y Larral, 2008), produciendo una merma en el número de individuos.

Considerando lo anterior es que, se realizó otro ensayo de infestación (ver Apéndice II), durante los meses de junio a septiembre de 2019, donde en lugar de ninfas de primer estadio, se utilizaron ramas de cítricos, olivos y laureles en flor infestados con ninfas II de conchuela negra del olivo, y así disminuir el porcentaje de mortalidad asociado a las ninfas más móviles y además realizar este procedimiento en un periodo menos caluroso (ver Anexos). Esta metodología permitió infestar con un mayor número de insectos en comparación con la utilizada originalmente en este ensayo, no obstante, el establecimiento fue escaso y sólo se cuantificó en algunos olivos. Las conchuelas que lograron fijarse provenían de las ramillas de olivos, mientras que las ninfas de otros hospederos de procedencia se movilizaron, pero no se establecieron en los olivos. Esta observación resultó interesante desde el punto de vista de la interacción planta-hospedero, ya que *S. oleae* se caracteriza por ser polífaga (Haniotakis, 2005), no obstante, aparentemente no logró adaptarse a un hospedero distinto del cuál se había alimentado previamente, aunque es importante señalar que las colonizaciones de esta conchuela en la naturaleza ocurren mayoritariamente por ninfas migratorias (N1), mientras que movilizaciones en estadios más avanzados ocurren con la finalidad de trasladarse de un órgano a otro dentro de la misma planta (Ripa y Larral, 2008), y normalmente no son responsables de la colonización entre plantas.

Cabe destacar que, si bien, estos resultados no se vinculan directamente con los objetivos de este estudio, es relevante para comprender el vínculo entre las especies plaga y sus hospederos, y los mecanismos que afectan la colonización y establecimiento de herbívoros sobre plantas. Por otro lado, y retomando la línea de discusión original, las distintas metodologías de infestación son clave a la hora de definir el éxito de este tipo de estudios, por lo que testear otras alternativas de infestación artificial, más eficientes, y que se adecuen a las características del cóccido son de gran importancia a la hora de evaluar el impacto que ejerce este tipo de insectos sobre sus plantas hospederas.

Los porcentajes de supervivencia se vieron influenciados por las condiciones ambientales desfavorables para el desarrollo de *S. oleae* durante el ensayo al interior del invernadero,

dado que la infestación se llevó a cabo en los meses de verano, coincidiendo así con temperaturas elevadas y con la alta susceptibilidad de muerte por deshidratación de las ninfas de primer estadio. La literatura señala que cerca del 80% de estos individuos no sobrevive al exponerse a temperaturas superiores a los 30 °C y bajo un 30% de humedad relativa (Tena, 2007), condiciones que fueron alcanzadas durante el periodo inmediatamente posterior al montaje del ensayo (ver Anexo 1), explicando así los resultados obtenidos. Esta gran mortalidad de ninfas es compensada por oviposturas con un gran número de huevos, y prolongadas en el tiempo (Prado *et al.*, 2003), aumentando así la probabilidad de que parte de esta descendencia escape a estas condiciones adversas y logre colonizar a sus hospederos³. Además, es probable que la arquitectura de los olivos utilizados tuvo una influencia importante en la supervivencia, pues al tratarse de plantines de 2 años, no contaban con las condiciones propicias, vale decir, plantas con follaje denso y gran ramificación que generaran zonas con sombreado (Prado *et al.*, 2003), para que estos insectos soportaran las condiciones adversas mencionadas.

Los bajos niveles de infestación no ejercieron un efecto estadísticamente significativo en la supervivencia de las conchuelas, no pudiendo corroborar como se afectaban las poblaciones en función de densidades crecientes para esta interacción planta-hospedero. Los hallazgos de Washburn *et al.* (1985) y Wakgari (2000), señalan que se manifiesta una relación inversamente proporcional entre la densidad de cóccidos y la tasa de supervivencia. En cuanto al tamaño de *S. oleae*, no disminuyó a medida que las densidades poblacionales aumentaban, sino que más bien aumentaron en mayores densidades, al contrario de lo que ocurre con especies como *Pulvinariella mesembryanthemi* (Vallot) o *Ceroplastes destructor* Newstead (Hemiptera: Coccidae), donde un mayor número de individuos por planta afecta significativamente su crecimiento (Washburn *et al.*, 1985; Wakgari, 2000). Esto podría atribuirse a diferencias entre especies y/o que las densidades poblacionales alcanzadas durante el presente ensayo fueron menores que en dichos estudios. Los autores antes mencionados lograron densidades de 0 a 500 ninfas por planta y 0 a 500 ninfas en ramillas de 60 cm respectivamente. En cambio, las densidades de establecimiento en este ensayo alcanzaron inicialmente, un promedio aproximado de 70 y 100 ninfas por planta en las variedades Arbequina y Frantoio, siendo insuficientes para que se manifestara competencia intraespecífica dentro de las poblaciones de *S. oleae* y, consecuentemente, no generando un impacto negativo en su crecimiento, por lo tanto, en estas condiciones, la supervivencia no se afectó de manera denso-dependiente.

Respecto a las variables analizadas en los olivos, las diferencias detectadas en el número de hojas sólo se atribuyen a características varietales y no por efecto de las infestaciones de la conchuela negra del olivo. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Vranjic y Gullan (1990), en plantines de Eucalipto (*Eucalyptus blakelyi*, Myrtaceae) infestados con un promedio de 5 hembras de *Eriococcus coriaceus* (Hemiptera: Eriococcidae) por hoja, donde no se registraron diferencias en el número de hojas entre los árboles con y sin infestación. En cambio, distintos niveles de infestación del cóccido *C. destructor* si ejercieron un efecto sobre esta variable, correlacionándose negativamente con la cantidad de hojas de *Syzygium malaccensis* (L.) (Myrtaceae) (Wakgari, 2000). Esto sugiere que el daño ocasionado por la alimentación de insectos esternorríncos dependerá del hospedero afectado y de la densidad de infestación. Particularmente en este ensayo, la falta de

³ Curkovic, T. 11 de febrero de 2021. Estrategias reproductivas de insectos de la familia Coccidae. [correo electrónico]. Recuperado en <tcurkovi@uchile.cl>. (Consultado el 11 de marzo de 2021)

respuesta en el crecimiento vegetativo podría explicarse por características propias del hospedero, como también porque el período de exposición a la infestación no fue suficiente como para que se viera manifestado un impacto negativo en esta variable.

Las respuestas en el crecimiento de especies vegetales infestadas con insectos coccoídeos se han analizado en diversos estudios. Menores longitudes de brotes respecto al control se registraron en plantas de Boronia (*Boronia* sp., Rutaceae) infestadas naturalmente con conchuela negra del olivo (Apriyanto, 1995). En cambio, bajas densidades de *E. coriaceus*, es decir, entre 40 y 60 ninfas por plantín, no afectaron el crecimiento aéreo en eucalipto (Vranjic y Ash, 1997), como tampoco lo hicieron las poblaciones de 2 ninfas por cm² de *Pulvinaria regalis* (L.) (Hemiptera: Coccidae) sobre tilos silvestre (*Tilia cordata* Miller, Malvaceae) (Speight, 1991), asemejándose estos últimos antecedentes a los resultados obtenidos con las infestaciones de *S. oleae* sobre los olivos durante el presente estudio. Esto podría atribuirse a que el crecimiento vegetativo de esta especie en la zona central del país ocurre mayormente durante los meses de diciembre y enero (Fichet y Prat, 2013), mientras que la infestación que generó establecimientos efectivos de conchuela se llevó a cabo durante las últimas semanas de enero e inicios de febrero, por lo que la alimentación de estos insectos no logró afectar en gran medida el crecimiento pre-invernal. En cambio, era esperable que el daño se viera reflejado una vez que se reactivara el crecimiento luego de las bajas temperaturas invernales, lo cual tampoco ocurrió probablemente porque los bajos niveles poblacionales de *S. oleae* alcanzados no mermaron los recursos destinados por la planta para reactivar el crecimiento en este periodo.

Una porción de los hidratos de carbono producidos por la planta es destinada a almacenarse como reservas en los olivos (Franck y García de Cortázar, 2013), por lo tanto, es probable que la alimentación de las conchuelas mermara los posibles recursos que estos asignaron para esta función. De ser así, el daño se vería manifestado en la siguiente temporada de crecimiento, la cual no fue evaluada en su totalidad durante este ensayo, aludiendo nuevamente a que el tiempo de exposición fue un factor limitante al momento de manifestar daño en los olivos, por lo que es recomendable considerar dos temporadas de evaluación en estudios posteriores. Esto coincide con lo sugerido por Zvereva *et al.* (2010), quienes señalan que ensayos de estas características idealmente deberían comprender como mínimo dos temporadas de crecimiento consecutivas para obtener resultados cuantitativos adecuados.

La acumulación de materia seca en ambas variedades de olivos no se afectó por los niveles de infestación alcanzados en este estudio, en contraposición con los resultados obtenidos por Schaffer y Mason (1990) en infestaciones del cóccido *Toumeyella* sp. (Hemiptera: Coccidae) sobre guayacán americano (*Guaiacum sanctum* L., Zygophyllaceae), donde la densidad poblacional de 1 adulto cada 5 cm de ramilla provocó una disminución en el peso seco de las plantas infestadas, independiente del órgano evaluado. En cambio, algunos autores señalan que las raíces son más afectadas que la parte aérea ante el ataque de insectos consumidores de savia, aún en bajas densidades de infestación (Vranjic y Gullan, 1990; Vranjic y Ash, 1997). Sin embargo, un metaanálisis de diversos estudios que evaluaron el impacto de la alimentación de hemípteros sobre especies vegetales concluyó que todos los órganos de la planta se afectan de igual manera (Zvereva *et al.*, 2010). Para el caso del olivo, si bien no se registraron diferencias significativas con densidades equivalentes a 0,3 y 0,6 ninfas por cm de ramilla en Arbequina y Frantoio respectivamente, se registró una tendencia a menores valores de materia seca en la parte

radical en los tratamientos con mayor infestación, lo que podría indicar una tendencia a que las raíces se vean más afectada que la parte aérea.

La edad de las plantas es un factor que influye en la respuesta que éstas tienen ante algún tipo de estrés (Rankenberg *et al.*, 2021), siendo un aspecto por considerar a la hora de explicar el por qué las variables evaluadas en este ensayo no se vieran afectadas por la conchuela negra, tomando en cuenta que los olivos utilizados en este caso eran de aproximadamente dos años. Peterson y Cipollini (2020) observaron una mayor mortalidad de insectos en tallos jóvenes de olivos, atribuyéndolo a la alta concentración de oleuropeína u otros compuestos tóxicos. Con ello se plantea la posibilidad de que estos olivos, al ser jóvenes, no sólo fueron capaces de tolerar los niveles de infestación de *S. oleae*, sino que también sus compuestos de defensa, en conjunto con las condiciones adversas antes mencionadas, pudieron influir en el bajo establecimiento de la conchuela en este ensayo, aunque hace falta realizar estudios comparativos entre plantas jóvenes y adultas infestadas, como también analizar dichos compuestos para poder corroborar esta hipótesis.

Respecto al impacto en la intensidad del verdor en hojas, Huang *et al.* (2013) registraron que el nivel de infestación de chanchito blanco (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley, Hemiptera: Pseudococcidae) influye en índice SPAD en plantines de tomate (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae), donde sólo altos niveles de infestación (0,8 ninfas por hoja) se tradujeron en menores valores de este variable. Tanto en el control como en las plantas de tomate infestadas con bajas densidades poblacionales (0,08 ninfas por hoja), estas cifras no fueron distintas estadísticamente. Es probable que, al igual que en dicho estudio, los dos niveles poblacionales de *S. oleae* fueran igualmente bajos y, por lo tanto, no afectaron en forma significativa dicha variable en este ensayo. No obstante, ante otros tipos de estrés, tales como mandarinos con una sobrecarga frutal (*Citrus unshiu* Marc., Rutaceae) se han registrado mayores niveles SPAD debido a un aumento en la tasa fotosintética asociada a esta sobrecarga, y con ello, mayores contenidos de clorofila (Agustí *et al.*, 2007). Un estrés de carácter biótico también es capaz de inducir respuestas sobrecompensatorias (Pédigo y Rice, 2014), por ende, es relevante el evaluar estas variables con densidades de infestación más contrastantes, e incluso medir en forma directa el contenido de clorofila y de este modo obtener resultados concluyentes para esta combinación insecto-hospedero.

Considerando que ninguna variable de crecimiento y desarrollo evaluadas se vio afectada en forma negativa o positiva ante la infestación, y lo que ello conlleva (extracción de savia en conjunto con el daño físico por picaduras y la deposición de mielecilla sobre las hojas), por parte de estos insectos, se podría afirmar que los olivos fueron capaces de tolerar la presencia de estas poblaciones de conchuela, y consecuentemente, la pérdida de recursos asociado a ellas. La literatura menciona distintas estrategias adoptadas por las plantas hospederas para compensar la merma atribuida a la alimentación de herbívoros, tales como generación de nueva área foliar, reabsorción de nutrientes de hojas senescentes, usos de reservas almacenadas previo a la herbivoría, entre muchas otras (Délano *et al.*, 2012). Puntualmente, en el caso de infestaciones de conchuela, Retuerto *et al.* (2004) registraron que estas inducen una repuesta compensatoria aumentando la eficiencia fotosintética de sus hospederos, debido a que su alimentación constituye una demanda de carbono adicional para las plantas. Este comportamiento podría explicar que los olivos, en el presente ensayo, no vieran comprometido su normal crecimiento en

presencia de esta plaga, por lo que es necesario realizar estudios que analicen estas variables en este frutal infestado por *S. oleae*.

Si bien los niveles de infestación de *S. oleae* obtenidos durante el transcurso de este ensayo no ejercieron un efecto negativo en el crecimiento y desarrollo de las dos variedades de olivo empleadas, ni se manifestó competencia intraespecífica en las poblaciones de conchuelas; sumado a que los estudios de esta índole y en este cultivo son escasos, la información obtenida en el presente ensayo constituye un primer paso para progresar en el estudio de la cuantificación del daño ocasionado por este insecto, pudiendo contribuir en futuras investigaciones para la determinación de niveles de daño económico de esta plaga en el cultivo del olivo en Chile.

CONCLUSIONES

- El crecimiento y desarrollo de los olivos variedad Arbequina y Frantoio no se afecta en función de los distintos niveles poblacionales de conchuela negra del olivo alcanzados en este ensayo
- Tanto la supervivencia como el crecimiento de las conchuelas no disminuye en la medida que aumenta el nivel de infestación, lo que sugiere que no se manifiesta competencia intraespecífica en función de las densidades poblacionales logradas en este estudio.
- La metodología utilizada sirve para determinar los efectos ante bajas densidades de *S. oleae* en la competencia intraespecífica dentro de sus poblaciones, y sobre el crecimiento y desarrollo de los olivos en maceta, pero debe modificarse para lograr mayores niveles de infestación y medir efectos en plazos mayores.

LITERATURA CITADA

Apriyanto, E. 1995. Integrated control of soft scale insects on *Boronia megastigma* Nees in Southern Tasmania. 141 p. Tesis de Magíster. University of Tasmania, Department of Agricultural Science, Tasmania, Australia.

Barranco, D., R. Fernandez-Escobar y L. Rallo. 2008. El cultivo del olivo. Sexta Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Chapman R. 2013. The Insects Structure and Function. Fifth edition. Cambridge: Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

Cooper, T, C., Benavides y T. Fichet. 2018. Directrices para la producción integrada del olivo en Chile. Centro Nacional de Producción Integrada (PIF), Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Curkovic T. 2013. Manejo integrado de plagas del olivo en Chile. p.156-204. *In:* Fichet T. y J. Henríquez. Aportes al conocimiento del cultivo del olivo en Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 21, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Curkovic, T. 2018. Manejo de plagas en PIF olivícola. p. 42-54. *In:* Cooper T. y T. Fichet. Directrices para la producción integrada del olivo en Chile. Centro Nacional de Producción Integrada (PIF), Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Délano, J., C. Sánchez y A. Tiessen. 2012. Friend or foe? Exploring the factors that determine the difference between positive and negative effects on photosynthesis in response to insect herbivory. p. 155-206. *In:* Mahdi M. Artificial photosynthesis. Intech. Rijeka, Croatia.

Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C.W. Robledo. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Fichet, T. y L. Prat. 2013. Comportamiento fenológico del olivo en Chile. p.13-34. *In:* Fichet, T. y J. Henríquez. Aportes al conocimiento del cultivo del olivo en Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 21, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Franck, N. y V. García de Cortázar. 2013. Balance de carbono en olivos. p 73-85. *In:* Fichet, T. y J. Henríquez. Aportes al conocimiento del cultivo del olivo en Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 21, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Golan, K., K. Rubinowska, K. Kmiec, I. Kot, E. Górska-Drabik, B. Łagowska and W. Michałek. 2015. Impact of scale insect infestation on the content of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence in two host plant species. *Arthropod-Plant Interactions* (2015) 9:55–65.

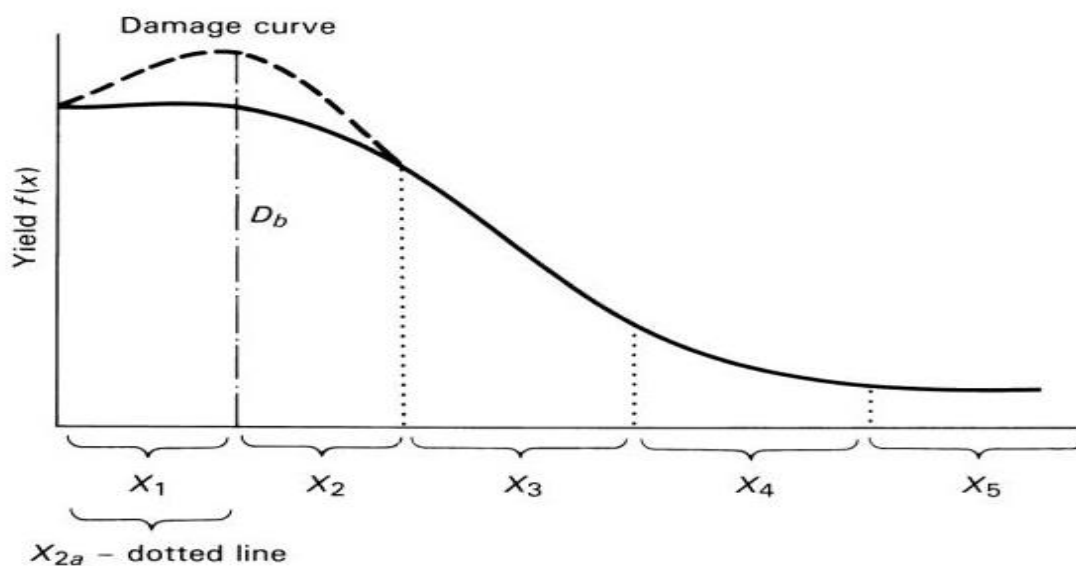
Haniotakis, G. 2005. Olive pest control: status and prospect. *IOBC/ wprs Bulletin*, 28(9): 1-9.

- Huang, J., P. Zhang, J. Zhang, Y. Lu, F. Huang and M. Li. 2013. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in tomato leaves infested with an invasive mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Environmental Entomology* 42(5): 973- 979.
- Insausti, P. y E. Ploschuk. 2018. The foliar water relations in orange plants (*Citrus sinensis* L.) are affected by sooty mold. *European Journal of Horticultural Science* 23(2): 88-93.
- Katsoyannos, P. 1992. Olive pest problems and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection Paper N° 105. Rome, Italy.
- Malumphy, C. 1997. Morphology and anatomy of honeydew eliminating organs. p. 269-274. *In*: Ben-Dov Y. and C.J. Hodgson. *Soft scales insects, their biology, natural enemies and control*. Elsevier Science. Amsterdam, Netherlands.
- Newbery, D. 1980. Interactions between the coccid, *Icerya seychellarum* (Westw.) and its host tree species on Aldabra Atoll. *Oecologia*, 46: 180-185.
- Noguera V., M. Verdú, A. Gómez y J. Jacas. 2003. Ciclo biológico, dinámica poblacional y enemigos naturales de *Saissetia oleae* Olivier (Homoptera: Coccidae), en olivares del Alto Palancia (Castellón). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 29: 495-504.
- ODEPA. 2020. Ficha Nacional 2020. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2020/02/Ficha-Nacional-2020.pdf>. (Consultado en noviembre de 2020)
- Pédigo, L. and L. Higley. 1992. The economic injury level concept and environmental quality: a new perspective. *American Entomologist*, 38(1): 12-21.
- Pédigo, L. and M. Rice. 2014. *Entomology and pest management*. Sixth Edition. Waveland Press. LongGrove, Illinois, United States.
- Peterson, D. and Cipollini, D. 2020. Larval performance of a major forest pest on novel hosts and the effect of stressors. *Environmental Entomology* 49(2): 482-489.
- Prado, E., P. Larraín, H. Vargas, y D. Bobadilla. 2003. *Plagas del olivo, sus enemigos naturales y su manejo*. Instituto de Investigación Agropecuaria. Colección Libros INIA N°8. Santiago, Chile.
- Quiroz, C y P. Larraín. 2003. *Plagas*. *En*: Tapia, F *et al*. *Manual del cultivo de olivo*. Instituto de Investigación agropecuaria. Boletín INIA N°101. La Serena, Chile.
- Rankenberg, T., B. Geldhof, V. van Veen, K. Holsteens, B. Van de Poel and R. Sasidharan. 2021. Age-Dependent abiotic stress resilience in plants. *Trends in Plant Science*. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.12.016>.
- Retuerto, R., B. Fernández-Lema, Rodríguez-Roiloa and J. Obeso. 2004. Increased photosynthetic performance in holly trees infested by scale insects. *Functional Ecology*, 18: 664-669.

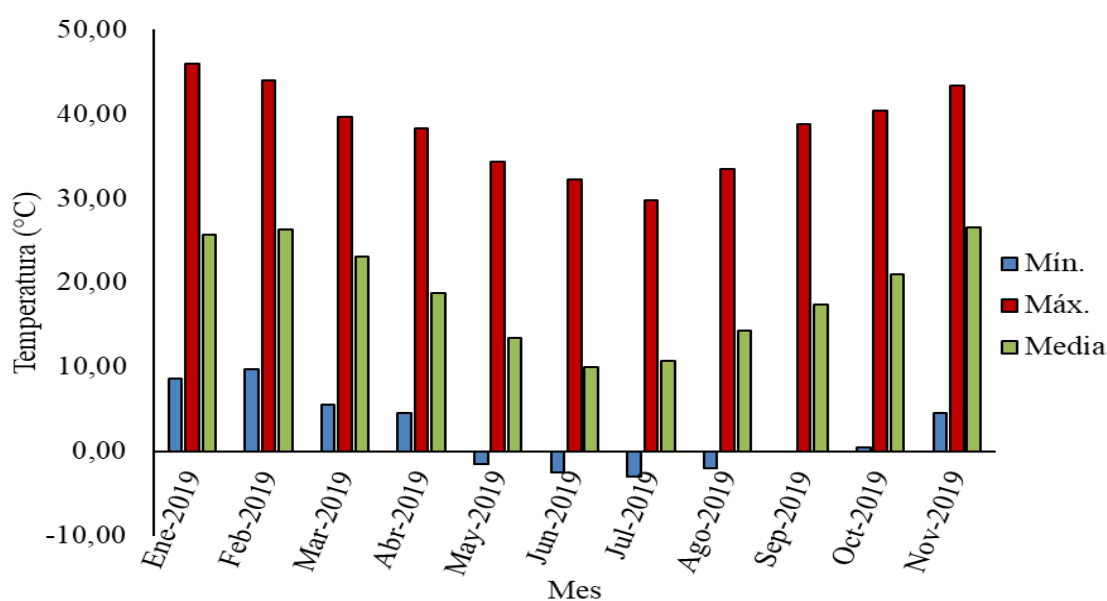
- Reynolds, D. 1999. *Capnodium citri*: the sooty mold fungi compressing the taxon concept. *Mycopathologia*, 148: 141-147.
- Ripa, R. y P. Larral. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Colección Libros INIA N° 23. Valparaíso, Chile.
- Salas, C., C., Quiroz y F. Riveros. 2017. Sanidad. p.81-100. *In*: Quiroz, C. y E. González. Manual de manejo de huerto del olivo. Instituto de Investigación Agropecuaria. Boletín INIA N° 16. Santiago, Chile.
- Schaffer, B. and J.L. Mason. 1990. Effects of scale insect herbivory and shading on net gas Exchange and growth of a subtropical tree species (*Guaiacum sanctum* L.). *Oecologia* 84: 468-473.
- Speight, M.R. 1991. The impact of leaf-feeding by nymphs of the horse chestnut scale *Pulvinaria regalis* Canrd (Hem., Coccidae), on young host trees. *Journal of Applied Entomology*, 112: 389-399.
- Tena, A. 2007. Black scale *Saissetia oleae* (Hemiptera: Coccidae) on citrus and olives: population structure and biological control. 128 p. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica de Superior de Ingenieros Agrónomos, Valencia, España.
- UC IPM. 2014. Olive pest management guidelines: black scale (*Saissetia oleae*). University of California, Statewide Integrated Pest Management Program (UC IPM), California, United States. Disponible en: <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/olive/black-scale/>. (Consultado en enero de 2021)
- Vranjic, J. A. 1997. Ecology: Effects on host plants. p. 323-336 *In*: Ben-Dov T. and Hodgson C.J. Soft scales insects: their biology, natural enemies and control. Elsevier Science. Amsterdam, Netherlands.
- Vranjic, J. A. and J. E. Ash. 1997. Scale insects consistently affect roots more than shoots: the impact of infestation size on growth of eucalypt seedlings. *Journal of Ecology*, 85(2): 143-149.
- Vranjic, J. A. and P.J. Gullan. 1990. The effect of a sap-sucking herbivore, *Eriococcus coriaceus* (Homoptera: Eriococcidae), on seedling growth and architecture in *Eucalyptus blakelyi*. *Oikos* 59(2): 157-162.
- Wakgari, W. 2000. Effect of scale density on female fecundity, fertility, and body size of *Ceroplastes destructor* and on one of its host plants, *Syzygium malaccensis*. *African Plant Protection*, 6(2): 1-7.
- Washburn, J. O., G.W. Frankie and J. K. Grace. 1985. Effects of density on survival, development, and fecundity of the soft scale *Pulvinariella mesembryanthemi* (Homoptera: Coccidae), on its host plants. *Environmental Entomology*, 14(6): 755-761.

Zvereva, E., V. Lanta and M. Kozlov. 2010. Effects of sap-feeding insect herbivores on growth and reproduction of woody plants: a meta-analysis of experimental studies. *Oecologia*, 163: 949-960.

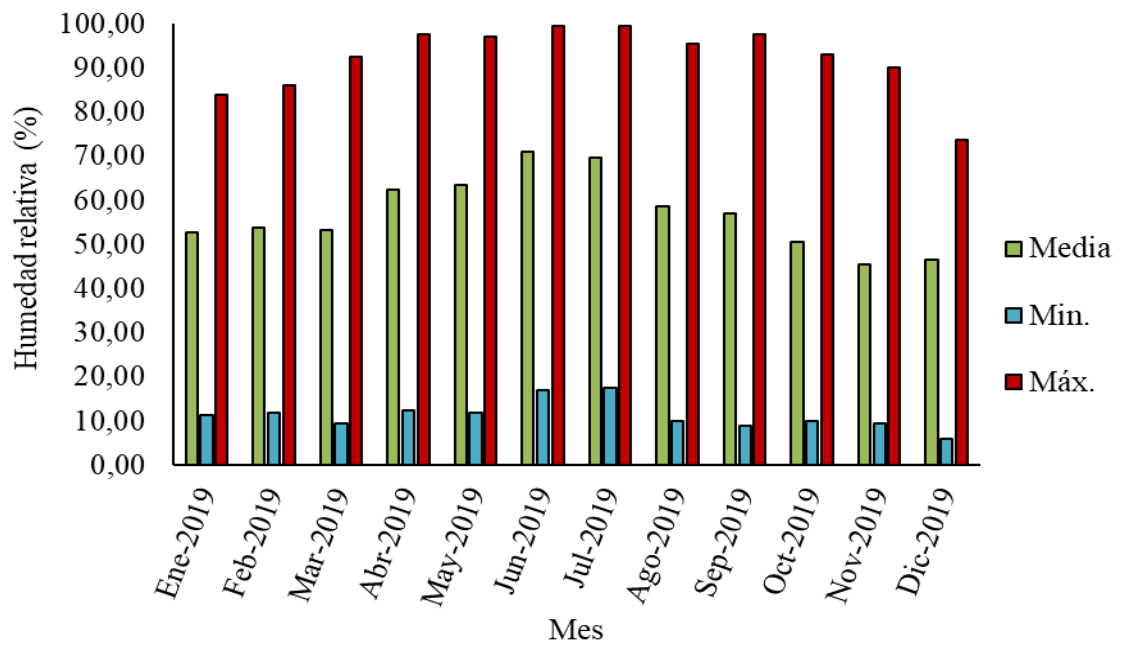
ANEXOS



Anexo 1. Curva de respuesta del rendimiento ante el daño de herbívoros. La primera sección (X1) refleja la tolerancia o nulo efecto en el rendimiento; la línea segmentada correspondiente a X2a, señala una sobrecompensación, manifestada en algunos casos donde los hospederos aumentan su rendimiento como repuesta al ataque de herbívoros, aunque este tipo de respuestas ocurre ante bajos niveles de infestación. La siguiente fracción de la curva (X2) refleja un aumento en la pérdida de rendimiento ante el daño de herbívoros (compensación). X3 o repuesta lineal, es la máxima pérdida en el rendimiento en función del ataque (o densidad) de insectos. Desensibilización (X4) ocurre cuando el impacto en el rendimiento continua, pero a una menor tasa, en la medida que el daño aumenta; e Impunidad Inherente (X5), que refleja un bajo daño en el rendimiento y este ocurre independiente del nivel de infestación, pero muy por debajo del rendimiento potencial. Esta última ocurre en niveles de infestación aún mayores que el Nivel de Daño Económico (NDE) (Pedigo y Rice, 2014).



Anexo 2. Temperatura media, máxima y mínima mensual registradas al interior del invernadero durante los meses en los que se llevó a cabo el ensayo.



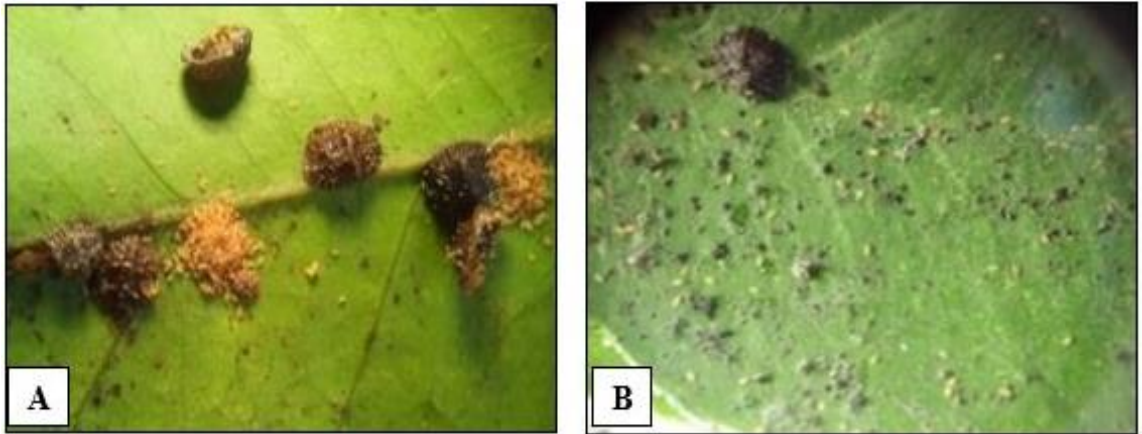
Anexo 3. Humedad relativa mínima, media y máxima registradas al interior del invernadero durante el transcurso del ensayo.

APÉNDICES

Apéndice I: colección fotográfica



Apéndice 1. Disposición de olivos var. Arbequina y Frantoio al interior del invernadero, distanciados entre ellos para evitar el desplazamiento de conchuelas por contacto entre los plantines infestados.



Apéndice 2. Recolección de huevos de *S. oleae* desde cítricos infestados (A) y posterior emergencia de ninfas en placas petri (B).



Apéndice 3. *S. oleae* infestando olivos, en sus distintos estadios de desarrollo, ninfa I, migratoria o crawler (A), ninfa II (B), ninfa III o hembra joven (C) y hembra adulta (D).

Apéndice II

Segunda infestación

Durante los meses de junio hasta el mes de septiembre, se realizó una segunda infestación de *S. oleae* en las mismas variedades utilizadas en este ensayo (Arbequina y Frantoio), pero esta vez con ninfas de segundo a tercer estadio, los cuales predominaban en las poblaciones de conchuela negra del olivo durante esa época del año. Para conocer el porcentaje de movilidad de los individuos, previo a la infestación, se cortaron ramillas de cítricos (*Citrus* sp., Rutaceae) provenientes de la Región Metropolitana. Posteriormente, se contó el número de individuos por ramilla y se introdujeron en placas petri, dejándolas a temperatura ambiente. Luego de cinco días, nuevamente se contaron las conchuelas que permanecieron en la ramilla y de esta forma se calculó el porcentaje de movilidad. Del total de ninfas, el 74% logró moverse de las ramillas.

Las densidades establecidas en este segundo período de infestación fueron de 0, 5, 10 y 20 ninfas por hoja con la finalidad de alcanzar altas densidades poblacionales en los olivos como también un amplio rango de éstas. Se seleccionaron ramillas y hojas infestadas de distintos hospederos, principalmente de cítricos y laureles en flor (*Nerium oleander* L., Apocynaceae), aunque excepcionalmente se utilizaron ramillas de olivo. Todos los hospederos tenían una composición relativamente similar de estadios, vale decir, ninfas de segundo y tercer estadio. Para alcanzar esas densidades en los plantines, se ajustó el número de ninfas por hoja por el porcentaje de movilidad y así calcular el número de conchuelas necesario para lograr ese nivel de infestación en los olivos. Se estimó el número aproximado de ninfas por ramilla, las que luego se ataron en los olivos para alcanzar las densidades propuestas, cuidando de no dañar ni tapar las hojas de las plantas en maceta. Se estima que en total se transfirieron 102.751 ninfas de conchuela negra del olivo, sin embargo, solamente se lograron infestar 3 de las 5 repeticiones propuestas inicialmente.

Al realizar el seguimiento de la infestación, se observó que hubo una gran movilización de ninfas desde el hospedero inicial a los olivos, no obstante, estas no tuvieron establecimiento exitoso. Esto se concluyó luego de escoger tres ramillas al azar, y contar el número de ninfas en 20 cm de longitud. Los resultados de estas mediciones se pueden observar en el cuadro a continuación.

Apéndice 3. Número de ninfas de *S. oleae* movilizadas a las ramillas de olivo de las variedades Arbequina y Frantoio, según el número de ninfas por hoja, durante el segundo período de infestación, con individuos provenientes de cítricos, olivos y laureles en flor.

Variedad	Ninfas/hoja (N°)	Ninfas en 20 cm de ramilla (N°)
Arbequina	5	68
Arbequina	10	61
Arbequina	20	85
Frantoio	5	33
Frantoio	10	54
Frantoio	20	87

Basado en los resultados del Apéndice 3, se puede afirmar que, si bien esta técnica de transferencia de ninfas con ramillas buscaba la movilización de un mayor número de individuos y así alcanzar mayores grados de infestación, no sólo fueron imprecisas en el número de individuos finalmente establecidos, sino que también pueden alejarse significativamente de las densidades poblacionales esperados. Si se observan los primeros dos niveles de infestación en Arbequina, ambos logran un número similar de movilización de ninfas, aún cuando la segunda se infestó con el doble de ninfas que la primera.

Cabe destacar, que estos resultados corresponden a sólo una de las tres repeticiones evaluadas, ya que las mediciones de la primera infestación dificultaron proseguir evaluando este ensayo. Del total de ninfas en ramillas luego de la infestación, el 100% no se estableció en los olivos. En cambio, dentro de aquellos olivos que no pudieron ser medidos, se observó que había un gran número de ninfas que si logró establecerse, pero esto ocurrió solamente en una planta. Al evaluar el motivo, se pudo constatar que este ejemplar fue infestado en parte con material vegetal proveniente de olivos, a diferencia de los otros plantines, los cuales se infestaron con cítricos y laureles en flor. Estas ninfas se fijaron preferencialmente en el eje principal del olivo. Se observó de cerca, el estatus de la infestación en el tiempo, y gran parte de estos individuos llegó a la adultez, aunque no se tienen registros cuantitativos.