

N° ISSN 2735-6051: versión impresa
N° ISSN 2735-6124: versión en línea

REVISTA DE CITRICULTURA

EUREKA!®

Volumen: 4, Número: 1

NOVIEMBRE 2023

Contacto: citricos@asoex.cl, fono: +56 224724783.



Comité de
**Cítricos
Chile**

10 años

ASOEX
Asociación de Exportadores y Productores de Cítricos de Chile S.A.
"Juntos, nuestra Pata vale más"

85
1938 - 2023

Soluciones efectivas y convenientes

¡CHECK!



^{18EC}
abamectin.

^{240 SC}
espirodiclofen

- Arañita bimaculada
- Arañita roja de los cítricos
- Falsa arañita roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*)
- Otros ácaros



Próximamente

^{140EC}
acierto

- Oídio en mandarino



^{20% SP}
acetamiprid

^{100EC}
piriproxifen

- Chanchito blanco
- Escama roja
- Mosquita blanca
- Otros insectos



Lee siempre la etiqueta antes de aplicar un producto.

agrospec.cl

Síguenos en:    

Agrospec®

Distribuye 



El Comité de Cítricos, organización perteneciente a la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (ASOEX), está formado por las principales empresas productoras-exportadoras de cítricos del país y representa el 75 % de las exportaciones de cítricos de Chile.

Creado en el año 2010, para fortalecer una imagen destacada y consistente de los cítricos chilenos a nivel mundial y para enfrentar los problemas y desafíos transversales de la industria, es que el Comité de Cítricos apoya y desarrolla diferentes instancias de investigación, coordinando además actividades de extensión para transferir los resultados de estas investigaciones al sector. Asimismo, participa activamente en actividades de promoción en distintos mercados internacionales.

La producción y exportación de cítricos de Chile está compuesta por clementinas, mandarinas, naranjas, limones y pomelos.

Chile tiene una superficie plantada con cítricos equivalente a 25.635 hectáreas. Las plantaciones de cítricos se distribuyen entre la región de Atacama y la de O'Higgins, siendo la región de Coquimbo donde hay mayor superficie plantada, llegando a 7.549 ha, seguida por la Metropolitana con 6.916 ha, y la región de Valparaíso con 5.600 ha.

En cuanto a las especies, es el mandarino que lidera las plantaciones a nivel nacional, con 11.184 ha, seguido por el limonero con 7.971 ha, y por el naranjo con 6.292 ha.

Durante la temporada 2023, Chile exportó 395.889 toneladas de cítricos. Este volumen representó un aumento del 48 % respecto a la temporada anterior, y 16 % sobre el promedio de las últimas tres temporadas. El 15,5 % de las exportaciones correspondió a clementinas, el 43,7 % a mandarinas; el 23,7 % a naranjas y el 17,1 % a limones.

EMPRESAS SOCIAS DEL COMITÉ DE CÍTRICOS





5 Editorial

6 Georgios Vidalakis, virólogo, director del Citrus Clonal Protection Program (CCPP) y asesor del Banco de Germoplasma de Cítricos Chile: Chile tiene los elementos para regular el sistema de protección de plantas

10 Sandra Bustos, jefa del Departamento de Semillas y Plantas, SAG: "Es indispensable mantener la alerta y seguir invirtiendo en la prevención de ingreso de plagas cuarentenarias a Chile"

14 FIA impulsa proyectos de innovación continua para el sector frutícola

16 Inia Rayentué y Comité de Cítricos trabajan en proyecto de investigación para lograr alternativas más sustentables en la cadena de producción de cítricos

17 Jornada Laboral: Ley 40 horas y su implementación en el sector frutícola

18 Campañas 2023 de Promoción en Japón y Estados Unidos

20 Exportaciones de cítricos aumentan durante temporada 2023

23 Estrategias de riego en mandarinas: uso de coeficientes de cultivo satelitales para la eficiencia hídrica
Claudio Balbontín N., Ariadna Veas V., Angélica Salvatierra G., Edgard Álvarez R. y Bruno Defilippi B.

34 Demanda hídrica y productividad económica del agua de la superficie plantada de frutales en la provincia de Limarí, Chile
Víctor Muñoz A.

47 Manejo de plagas en cítricos en un contexto de cambio climático: importancia de la fenología de las plagas
Paola Luppichini B., Pilar Larral D., Maureen Muñoz C., Renato Ripa S. y Fernanda Espinoza de la H.

61 Evaluación de distintos productos y manejos técnicos orientados a aumentar la producción y calibres de frutos en clementinas
M^a Alejandra Pinto A., Francisco Mena V., Francisco Gardiazabal I., José Torres B. y Claudio Zulueta C.

75 Especies de pseudocóccidos (Hemiptera: Pseudococcidae) en cítricos
Natalia Olivares P. y Christian Volosky F.

81 Identificación de estados inmaduros de pseudocóccidos mediante qPCR-HRM: aspectos técnicos y moleculares para su diseño
Claudio Navarro M., Diego von Bernath P. y Cristóbal Martínez B.

86 Efecto de las mallas sobre la retención de humedad en suelo y plagas
Johanna Mártiz M.

94 Evaluación de depredadores para el manejo integrado del pulgón del algodnero (*Aphis gossypii*) en clementinas
Natalia Olivares P., Yearlys Pérez C. y Jonathan Morales P.

103 Pudrición radicular en cítricos (*Fusarium spp.*)
María Alejandra Garzón N., Héctor Valdés G. y Johanna Mártiz M.

Recomendaciones a tener en cuenta al momento de cosechar: Instructivo para cosecheros

Recomendaciones a tener en cuenta al momento de cosechar: Instructivo para supervisores

Director

Juan Enrique Ortúzar F.

Comité Editorial

Monserrat Valenzuela P.
Rodrigo Gallardo F.

Edición Técnica

Carolina Torres B.
Fernando Rodriguez A.

Periodista:

Francisca Celedón B.

Diseño

Andrés Valladares V.
Monserrat Mancilla P.

Publicidad

citricos@asoex.cl
Fono: +56 2 24724783

REVISTA «UR«KA!», NOVIEMBRE 2023 COMITÉ DE CÍTRICOS

Revista de citricultura «UR«KA! es una publicación del Comité de Cítricos, entidad perteneciente a la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G.

Contacto: citricos@asoex.cl, fono: +56 224724700.

La publicidad contenida en esta revista es responsabilidad de las empresas avisadoras, no representan necesariamente el punto de vista de «UR«KA! y tampoco implican una recomendación por parte de «UR«KA!





Perspectivas

Se cierra una nueva temporada y podemos apreciar cómo la industria citrícola chilena ha logrado establecer una posición destacada en el mercado y ganarse la confianza de importadores y consumidores.

Pero como en todo negocio, los ciclos de crecimiento de la oferta y de la demanda eventualmente producen desajustes temporales que presionan a toda la cadena de suministro a mejorar su productividad. Y cuando una industria ya ha conseguido cierta madurez, es probable que las claves del crecimiento anterior ya no permitan dar respuesta al crecimiento futuro.

Es en estos momentos cuando la identificación de problemas y la búsqueda de soluciones efectivas es más necesaria que nunca.

La actuación coordinada de los exportadores, productores y proveedores de insumos y servicios debe ser la base para buscar nuevos estándares productivos que permitan sostener el negocio y mejorar su desempeño. La acción de nuestro Comité ha crecido junto a la industria y ha servido de eje para articular la búsqueda de soluciones creativas a los problemas que nos aquejan, donde quiera que estas soluciones puedan encontrarse.

Los desafíos en la cadena productora y exportadora son continuos y requieren estrategias específicas para abordarlos. La respuesta a estos desafíos a menudo implica una combinación de innovación y colaboración con los actores de la cadena de suministro y la adaptación a las condiciones cambiantes del mercado y del entorno. En cada problema podemos encontrar una oportunidad para fortalecer la competitividad del sector cuando encontramos la respuesta a tiempo.

La industria citrícola chilena ha mostrado una vocación exportadora muy clara y solo cabe seguir buscando respuestas a los problemas que se detectan. Si las soluciones ya están probadas, no hay que reinventarlas, hay que aplicarlas. Si por el contrario, enfrentamos un territorio desconocido, ahí es donde la acción coordinada nos permitirá acercarnos al éxito.

Juan Enrique Ortúzar

Juan Enrique Ortúzar F.
Presidente
Comité de Cítricos ASOEX



Georgios Vidalakis, virólogo, director del Citrus Clonal Protection Program (CCPP) y asesor del Banco de Germoplasma de Cítricos Chile:

"Chile tiene los elementos para regular el sistema de protección de plantas"

El virólogo reconocido mundialmente, visitó Chile como asesor del Banco de Germoplasma de Cítricos, y aunque reconoció que no hay una solución única ni fácil para enfrentar la enfermedad del HLB que afecta a los cítricos, asegura que hay que trabajar en la producción de plantas de viveros para la industria cítrica.

El Huanglongbing (HLB), conocido también como dragón amarillo, es la enfermedad cuarentenaria de cítricos más grave a nivel mundial, dado que un árbol infectado no tiene cura, y la única solución es arrancarlo. Los efectos del HLB, en los países donde ha llegado, han sido catastróficos, provocando la destrucción de producciones de cítricos en Brasil, México y Estados Unidos, además de enormes pérdidas económicas por la disminución de rendimientos, pérdida de la calidad de la fruta, muerte de plantas, arranque de huertos, control de vectores y reconversión del sistema de producción de plantas en los viveros.

El HLB es transmitido por el psílido asiático (*Diaphorina citri*). Al alimentarse de una planta enferma de HLB es capaz de adquirir la bacteria (*Candidatus Liberibacter asiaticus*), causal de la enfermedad y transmitirla a una planta sana, causando que ésta también

enferme, propagándose rápidamente en los huertos.

Aunque a la fecha, ni el HBL ni su vector están presentes en Chile, hay que estar preparados si cambia el escenario.

Considerando lo anterior y también que las técnicas de injerto, comúnmente utilizadas en la propagación de cítricos, pueden ser una vía de transmisión de enfermedades si se utiliza material infectado con patógenos, es que la industria cítrica chilena vio la necesidad de contar con un Banco de Germoplasma de Cítricos, con material de propagación sano, libre de virus junto con un método eficiente de detección y diagnóstico de enfermedades.

La implementación de este Banco, se logró a través de la asociatividad del Comité de Cítricos ASOEX, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), la Asociación de Viveros de Chile (AGV), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), quienes ejecutaron el proyecto "Nuevo servicio de detección de virus y viroides para determinar la sanidad de plantas de cítricos en Chile (PYT-2020-0219)".

Este proyecto permite el diagnóstico de enfermedades de cítricos producidas por virus y viroides, transmisibles por injerto (CGTPs), y pone a disposición de la industria cítrica material de propagación sano. Uno de los asesores del proyecto es



el reconocido virólogo Georgios Vidalakis, quien además es el director del Citrus Clonal Protection Program (CCPP) de la Universidad de California, Riverside.

El CCPP se creó especialmente para proporcionar un mecanismo seguro de introducción de material vegetal de cítricos a California y para mantener el material inicial testeado y libre de enfermedades y la identidad varietal (true to type) de los árboles de cítricos.

Vidalakis estuvo en Chile a fines de mayo, como asesor del Banco de Germoplasma, y entre sus diversas actividades, realizó en la Escuela de Agronomía de la PUCV la charla: "Quarantine, sanitary and certification programs to prevent citrus quarantine pests in the USA" ("Programas cuarentenarios, sanitarios y de certificación para prevenir las plagas cuarentenarias de los cítricos en EE. UU."), donde relató como el HLB se propagó rápidamente por el Estado de California, y como esta enfermedad puede producir un importante impacto en la economía a nivel mundial. Asimismo cuáles son las acciones que se realizan para protegerse del HLB. Durante la visita, además, sostuvo reuniones con representantes del Departamento de Semillas y Plantas de la División de Protección Agrícola, Forestal y Semillas y del Subdepartamento de Vigilancia y Control de Plagas Agrícolas, ambos del SAG; el Comité de Cítricos ASOEX, FDF, PUCV y representantes de la industria donde expuso en detalle la gravedad del HLB, las medidas que ha tomado California y las medidas que se deben tomar para estar preparados si esta enfermedad ingresa al país.

Juan Enrique Ortúzar, presidente del Comité de Cítricos ASOEX, comenta "lo importante es reenfocar y mantener las prioridades en que la gran amenaza es el ingreso del HLB a cualquier citricultura del mundo, y que para ello, hay que estar preparado manteniendo un resguardo seguro del material base y, por ello, la construcción del Banco de Germoplasma es considerada una prioridad para la industria. Vidalakis establece con claridad que es esencial el monitoreo del HLB, establecer y mantener una línea base que debe ser revisada periódicamente, ya que en el momento en que el vector o la enfermedad llegase a ingresar al país, ésta será fundamental".

Por su parte, Sandra Bustos, jefa del Departamento de Semillas y Plantas del SAG, destaca el aporte de Vidalakis al trabajo permanente que realiza el Servicio en promover el uso de plantas certificadas, establecer reglamentaciones para el control de plagas y fiscalizar la producción de plantas en los viveros. "Hemos conocido de primera fuente los últimos avances en las técnicas de micropropagación de cítricos, la limpieza de materiales de propagación de patógenos virales y el esquema de producción de plantas de cítricos usado en EE. UU. a partir de centros de producción de material limpio y su traspaso a viveros productores de plantas".

En la visita a la Estación Experimental La Palma de la PUCV, que cuenta con un vivero de cítricos que constantemente apoya al proyecto del Banco de Germoplasma, el gerente técnico de la Estación, Alberto Cortés, señala que dialogar con el doctor Vidalakis les permitió "saber cuáles son los

“ No hay una solución única o simple, para enfrentar al HLB ”

estándares que debemos tener y cómo poder lograr tener un programa sólido de plantas libres de virus, y así ser un aporte más en esta cadena de la industria citrícola del país". De la misma manera, Rebeca Castillo, jefa (s) del Departamento Red SAG de Laboratorios, sobre la visita del virólogo al Laboratorio y Estación Cuarentenaria de Lo Aguirre, señala que el académico que ha estado a la cabeza del desarrollo del Centro de Certificación de Cítricos en California "presenta una mirada holística de este proceso, entendiendo la importancia del vínculo entre el aparato estatal, los investigadores y la empresa (viveristas), y lo vital que es generar confianzas, entre estos actores. Además, posicionó la necesidad de tomar medidas de resguardo frente a plagas emergentes y el desarrollo de planes de contingencia centralizados que prevean el ingreso de éstas para hacerles frente y lo útiles que pueden ser estas coyunturas para reforzar los programas de certificación".

El virólogo relató su larga experiencia en enfrentar el HLB que hoy afecta a varios países, y ahondó en los desafíos que debe enfrentar la industria citrícola, tanto en Chile como a nivel mundial. "No hay una solución única o simple, para enfrentar enfermedades como el HLB que afecta a los cítricos", aseguró.

Sin embargo, el experto añadió que "en Chile están todos los elementos para

regular el sistema de protección de plantas de manera apropiada; sin embargo, para enfrentar los desafíos, como son las enfermedades catastróficas de las cuales el HLB es un ejemplo, uno de los elementos principales es la producción de plantas sanas libres de virus” señaló el experto.

Para encontrar una solución no hay fronteras

Para ello, asegura, que un elemento central para lograr tener un programa exitoso de producción de plantas que mitigue el riesgo que hoy enfrenta el mundo, es el acceso a material base debidamente controlado y diagnosticado como libre de enfermedades, el cual debe ser examinado, testeado, y resguardado, por lo que “la naturaleza de este programa debe estar centralizada en una entidad que produzca y mantenga los árboles madres, para distribuir el material libre de enfermedades a los viveristas” comenta.

No existe una solución única o simple, se debe usar un Systems Approach con una visión holística, que va desde la mantención y resguardo de un banco de germoplasma libre de enfermedades hasta la distribución del material vegetal al viverista. En Estados Unidos, por ejemplo, las normativas son muy exigentes y está prohibido ingresar material vegetal de cítricos, sólo 3 representantes de entidades están autorizadas para hacerlo; y ya en 1968, España prohibió la importación directa de variedades, y actualmente la prohibición se extiende a toda la Unión Europea.

El CCPP trabaja en colaboración con distintos

organismos como Citrus Research Board, California Citrus Nurserymen Board, Universidad de California, el Departamento de Alimentación y Agricultura de California, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos-APHIS y la Red Nacional de Plantas Limpias, con el propósito de proporcionar un mecanismo seguro de introducción de germoplasma de cítricos en California y mantener material vegetal de cítricos libre de enfermedades.

El Citrus Nursery Stock Pest Cleanliness Program (Programa de limpieza de Plagas de Material de Viveros de Cítricos) es un programa obligatorio para los viveros de cítricos. Todos los árboles madre deben cumplir análisis específicos para detectar enfermedades y deben estar bajo resguardo y asegurar un acceso adecuado a las instalaciones, establecer procedimientos para prevenir el ingreso o diseminación de enfermedades o sus vectores, mantener inspección constante de la estructura para evitar roturas que permitan el ingreso de plagas, asegurar personas de viveros entrenadas en reconocimiento de plagas y técnicas de inspección de plantas, uso adecuado de las trampas de monitoreo entregadas por el Estado, entre otras.

Impacto de HLB para la producción y la economía

El director del CCPP, relata que el año 2005, en Florida se presentó el primer caso de HLB, y porque las condiciones ambientales en ese Estado de EE. UU. son favorables para el desarrollo del vector, esta enfermedad se extendió de manera dramática. Su impacto ha sido tan grande que una industria

florecente como era la del jugo de naranja fresco, hoy se ha reducido en un 80% y está al borde de la extinción, con muchas plantas de procesos que no reciben suficiente fruta para justificar su existencia. Y aunque está empezando a afectar fuertemente a Texas, todavía no se ve claramente los efectos en el rendimiento. Por otro lado, en el estado de California, el HLB se detectó el año 2012 en la zona urbana, se está moviendo de manera constante, a la fecha van más de 5 mil detecciones en áreas urbanas, y a pesar de todos los esfuerzos de erradicación que se destinan con un presupuesto mayor a 40 millones de dólares anuales para remover árboles infectados, la enfermedad se ha dispersado desde San Diego a Sacramento, siendo imposible detener el avance.

Sobre el efecto económico, el especialista en fitopatología, afirma que supera los miles de millones de dólares, tanto para Florida como para Brasil.

Vidalakis concluye que para encontrar una solución no hay fronteras. “La búsqueda de una solución a esta enfermedad ha hecho que, a nivel internacional, trabajen juntos autoridades, expertos fitosanitarios, investigadores y toda la industria. Esto va a requerir de un esfuerzo a nivel global, porque va a ser lo único que va a permitir encontrar una solución” concluye.

Sugerencias para la industria chilena de cítricos

Finalmente, el experto mundial entrega algunas sugerencias para la industria citrícola chilena, las que se resumen de la siguiente manera:

1. Estar conscientes que el HLB no es como cualquier otra enfermedad.
2. No es una cuestión de si, sino de cuándo llegarán el vector *Diaphorina citri* y el HLB a Chile.
3. Chile tiene una oportunidad de oro para estar preparado contra el vector *Diaphorina citri* y el HLB y proteger la producción y los mercados (locales y de exportación).
4. Recomienda visitar Florida, Brasil y California, para ver la realidad del efecto que causa el HLB en los huertos y la forma como se está manejando, además de la logística e inversión que requiere su manejo.
5. Resguardar en estructuras protectoras las yemas de cítricos y la producción de los viveros.
6. Crear el marco regulatorio y comenzar a operar en viveros y huertos como si el HLB ya estuviera presente en Chile.

Ximena Besoain, directora del Banco de Germoplasma: "Actualmente hay 37 variedades de cítricos"

El Banco de Germoplasma de Cítricos Chile, está siendo desarrollado gracias al proyecto FIA PYT 2020-0219 "Nuevo servicio de detección de virus y viroides para determinar la sanidad de plantas de cítricos en Chile", proyecto impulsado por el Comité de Cítricos ASOEX y la PUCV, con el apoyo del Servicio Agrícola y Ganadero y la Asociación de Viveros de Chile.

¿Cuáles son los avances que presenta el Banco de Germoplasma?

El Banco de Germoplasma de Cítricos Chile, se encuentra con un estado de avance importante, es decir, está resguardado en un recinto enmallado con malla antiáfidos y doble puerta al ingreso, y además, está en un recinto cerrado perteneciente al área de Fitopatología de la Escuela de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

¿En qué etapa está el Banco de Germoplasma? ¿Cuál es la etapa que viene?

El origen del Banco de Germoplasma de Cítricos correspondió a material obtenido desde el National Clonal Germplasm Repository for Citrus que se encuentra en Riverside, California, y pasó un año en cuarentena en la Estación Cuarentenaria del Servicio Agrícola y Ganadero, ubicada en Lo Aguirre. En estos momentos este Banco posee un total de 37 variedades (accesiones), en las que están incluidas las principales variedades de cítricos que se comercializan en Chile. Estas plantas están con desarrollo de frutos, y una vez que maduren se verificará que cada planta corresponda al tipo (o sea corresponda a la variedad o portainjerto), y una vez chequeado el tipo y asegurado que esté libre de enfermedades causadas por virus y viroides, estará disponible para ser trasplantado a viveros.



Alejandra Larach, investigadora y docente PUCV en las instalaciones del Banco de Germoplasma

Sandra Bustos, jefa del Departamento de Semillas y Plantas, SAG

“Es indispensable mantener la alerta y seguir invirtiendo en la prevención de ingreso de plagas cuarentenarias a Chile”

La jefa del Departamento de Semillas y Plantas del SAG, asegura que es fundamental incluir en los programas preventivos algunos componentes que permitirían ampliar el nivel de seguridad y preparación frente a la contingencia.

El Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, frente a una permanente presión de ingreso de múltiples plagas a nuestro país, trabaja de manera constante en promover el uso de plantas certificadas, establecer reglamentaciones para el control de plagas y fiscalizar la producción de plantas en los viveros. Entre las principales amenazas latentes está el ingreso de HLB o dragón amarillo a Chile, la plaga cuarentenaria de cítricos más grave a nivel mundial, siendo para el SAG, un desafío mantener constante las acciones de vigilancia que viene desarrollando desde el 2008 para ratificar la condición de HLB y sus vectores *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae*, lo cual permite declarar su situación como plagas cuarentenarias ausentes en Chile.

Revista **EURKAI!** conversó con la jefa del Departamento de Semillas y Plantas del SAG, Sandra Bustos, tras la visita a Chile del virólogo Georgios Vidalakis, para profundizar en las estrategias de prevención del ingreso de HLB a nuestro país.

Entre el trabajo que ha contemplado el SAG está la vigilancia activa y sistemática de ambas plagas, *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae*, contando con 9.701 estaciones de prospección, verificación de denuncias y 68.349 revisiones a trampas para los vectores, en las cuales inspectores del Servicio colectan muestras para analizarlas por los especialistas de entomología y bacteriología de la Red de Laboratorios SAG.

En esa misma línea, se debe mantener el control de los requisitos de importación e inspección en los puntos de ingreso al país, controlando envíos importados, equipaje de pasajeros y medios de transporte, así como el control de los materiales de propagación en un proceso de cuarentena post entrada a Chile y controlar la producción nacional de plantas de cítricos en viveros y depósitos de venta.

Sandra Bustos, señala que mantener el control es clave, porque ha habido un incremento de decomisos de productos silvoagrícolas ingresados ilegalmente por pasos no habilitados del norte de Chile, en los cuales se incluyen plantines de cítricos, aumentando el riesgo de ingreso de las plagas.

Asimismo, la jefa del Departamento de Semillas y Plantas del SAG, comenta que



es fundamental incluir en los programas preventivos algunos componentes que permitirían ampliar el nivel de seguridad y preparación frente a la contingencia del HLB, como los siguientes:

a) actualizar y fortalecer el catastro de rutáceas urbanas para que sea lo más detallado posible, pues las experiencias internacionales muestran que estas plantas son una vía relevante en la detección de los primeros casos de HLB, particularmente cuando está el vector presente.

b) incluir el diagnóstico de HLB en las plantas madres desde las cuales se extraen materiales de propagación de cítricos, para la producción de plantas certificadas y corrientes. Este aspecto podría ser posible, ya que desde el 2022 con la implementación de la Resolución N° 8.911/2020 sobre control de PNCR en los viveros de cítricos, se introdujo la obligación de que los viveros tengan plantas madres identificadas y con cierta condición fitosanitaria básica, por lo cual partir con materiales libres de HLB atribuye una cualidad adicional a estas plantas.

¿Qué otra iniciativa de prevención tiene el SAG para que HLB no ingrese a nuestro país?

Otra iniciativa es mantener la red de colaboración internacional, a través de la participación activa en grupos técnicos del Comité de Sanidad Vegetal (COSAVE) y con otros organismos como SENASICA México, OIRSA, Fundecitrus de Brasil, entre otros. Lo anterior ha permitido

conocer in situ el manejo de estas plagas en países como México, Argentina, Brasil, Paraguay y EE. UU., fortalecer el plan de contingencia que tiene Chile frente a la detección de HLB y de sus vectores, así como en el diseño y desarrollo de proyectos para el modelamiento de riesgo, como lo fue la adaptación del modelo “Risk-based HLB/ACP Survey for Residential and Commercial” del Dr. Tim Gottwald, Dr. Weiqi Luo y Dra. Drew Posny. Este modelo es utilizado en California y se ha trabajado en Chile con el Laboratorio Lares de la Universidad de Chile, en el marco del Proyecto – COSAVE/IICA y además en otras temáticas en el trabajo COSAVE/PROCISUR titulado “Desarrollo y promoción de herramientas innovadoras para la prevención y mitigación del efecto de HLB en los países miembros del PROCISUR”.

El reconocimiento de sintomatología de HLB es fundamental, por ello no podemos prescindir de promover las acciones de difusión y formación de capacidades en productores, viveristas, importadores, inspectores, investigadores y otros públicos relacionados. Un buen ejemplo de interacción público-privada es la mesa conformada por el Comité de Cítricos, la Asociación de Viveros de Chile, la academia, el SAG e instituciones de investigación y universidades, entre otros.

¿Qué acciones son absolutamente indispensables que deberían tomar tanto la industria como las autoridades sanitarias del país?

No olvidarnos de la permanente amenaza, es indispensable mantener la alerta



y seguir invirtiendo en la prevención, sobre todo porque sabemos cómo se dispersa el HLB, que con el incremento de los ingresos ilegales de productos ha aumentado el riesgo y ya sabemos lo que les ha ocurrido a otras citriculturas.

¿Cuáles son algunos aspectos a destacar?

Es necesario generar sinergias para el fortalecimiento y sensibilización de la vigilancia que hace el SAG, este es un trabajo que puede ser potenciado con la participación del sector privado, a través del muestreo preventivo de plantas y monitoreo con trampas en los sitios de producción para ampliar la cobertura a nivel nacional.

Para la implementación del modelo de riesgo, basado en la adaptación del modelo “Risk-based HLB/ACP Survey for Residential and Commercial”, es necesario conocer las rutas de transporte de frutos y plantas de rutáceas desde el huerto o desde un vivero hasta el punto final de comercialización, plantas de selección (packing) y puerto, por lo que se requiere fortalecer los trabajos colaborativos entre actores públicos y privados para categorizar las variables

trabajadas, evaluarlas y aplicar estos modelos en terreno.

En materia de producción de plantas, tenemos oportunidades importantes en la conformación de plántulas de plantas madres para obtener materiales de propagación sanos, en los cuales se pueden mejorar aspectos de infraestructura y de incremento en la lista de plagas a determinar, incluyendo no solo las plagas no cuarentenarias reglamentadas, sino que también el diagnóstico de plagas cuarentenarias ausentes como HLB, *Xylella fastidiosa* u otras. En este aspecto, debe existir la convicción de que el trabajo que se haga tendrá valor para la cadena productiva, por lo cual los esfuerzos adicionales que hagan los viveristas deben ser

reconocidos por quienes establecen nuevos huertos a través del pago del sobreprecio que pueda significar esto.

Si el HLB ingresara y tuviéramos que erradicar plantas o huertos ¿tenemos un reservorio de variedades de cítricos que estén libres de las principales plagas de los cítricos, incluidas aquellas que son cuarentenarias ausentes?

Reconocemos el valor, como reserva genética y fitosanitaria, del establecimiento de un Banco de Germoplasma de Cítricos, iniciativa del Comité de Cítricos, desarrollado por la PUCV y apoyada por FIA, SAG y AGV. Lo importante es que debe mantenerse en el tiempo.

Todos los participantes de la cadena de

producción de plantas y fruta cítricas, así como investigadores, entidades relacionadas con los productores y nuestros inspectores deben saber de qué plagas se protege a la citricultura, conocer el rol que tiene cada uno en el plan de contingencia y saber qué acciones implementar en la emergencia. Es importante saber qué debemos hacer frente a la determinación de *Diaphorina citri* en una trampa o de una planta positiva a HLB. Esto implica conocer el plan de contingencia y, por ende, las acciones de difusión deben mantenerse activas, con una mirada hacia la realidad de nuestro país y la caracterización de la industria. La detección y el accionar oportuno de medidas cuarentenarias permitirá reducir la dispersión y frenar el impacto que generan este tipo de plagas.





Conoce los estándares para cítricos en:
www.sellocalidadplantas.cl

FIA impulsa la innovación continua para el sector frutícola

Los desafíos por resolver en el sector frutícola son múltiples y, a la vez particulares, es así que desde los ámbitos de acción de FIA, se pone a disposición de la industria herramientas específicas que permiten responder a las diferentes necesidades.

La fruticultura chilena ha sido reconocida internacionalmente por su calidad y consistencia, lo cual ha contribuido significativamente a su competitividad en los mercados globales. Sin embargo, para mantener esta posición es esencial considerar la innovación continua. Desde el ámbito público una de las organizaciones que vela por ello, es la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, quienes por casi 30 años promueven la transformación agraria a través de proyectos de innovación para todo el sector agropecuario.

Francine Brossard, directora ejecutiva de FIA, evalúa que el impacto de la innovación tecnológica en la competitividad de la fruticultura chilena, ha sido fundamental y que existen diferentes posibilidades de agregar valor a la producción hortofrutícola mediante la innovación. "El país dispone de una gran variedad y calidad de materias primas, con las cuales es posible potenciar la creación, desarrollo y consolidación de diversos productos procesados con distintas tecnologías, ya sean deshidratados, congelados, pasteurización en envases herméticos con sus distintos tipos

de envases como latas y vidrios e incluso las nuevas tecnologías de conservación como las ultras altas presiones. Y, por otro lado, está la agregación de valor con la nueva materialidad en envases y embalajes que apuestan a la sustentabilidad o la valorización de residuos de la agroindustria", comenta.

Para lo anterior, agrega Brossard, Chile cuenta con Centros Tecnológicos en distintas regiones que apoyan el desarrollo de nuevos productos, procesos, envases y embalajes y todos ellos han contribuido a diversificar la matriz de oferta de nuestro país.

¿Cómo se ha logrado conciliar este desafío de búsqueda de competitividad con la necesidad de preservar la sustentabilidad ambiental y social en el sector?

Las inclemencias y efectos del cambio climático, reflejados en sequía, han reconvertido diversos territorios, obligando a los agricultores a buscar nuevas formas de producir, rescatar variedades e innovar para poder continuar en el rubro.



Desde FIA estamos buscando cerrar la brecha en la pequeña agricultura y hemos iniciado un camino claro y definido para poder capacitar e impulsar la innovación a más agricultores, por lo que consideramos el apoyo en distintos niveles y los jóvenes, son uno de ellos. Las cifras revelan que el campo ha envejecido, superando los 50 años de promedio. Por este motivo, es clave incentivar a los jóvenes a desarrollar soluciones innovadoras que respondan a los desafíos de su entorno, siendo un aporte para el ecosistema de cada zona.

En este sentido, también hemos ejecutado el Programa de Transferencia y Adopción de Innovaciones de FIA, el cual está orientado principalmente a pequeños y medianos productores, sector donde se marca una brecha por su dificultad

para adoptar e implementar procesos de innovación ya que no cuentan con todas las competencias, mecanismos ni recursos para llevar a cabo las acciones requeridas. A causa de esta necesidad, se facilitan espacios de asesoría y acompañamiento de profesionales para que los agricultores se atrevan a dar el paso de innovar y replicar las experiencias y saberes que les permitan mantener la competitividad y adaptarse a los desafíos que conlleva el mundo agrario.

Proyectos del sector cítrico

FIA ha impulsado 59 proyectos que dan solución y nuevas oportunidades al sector cítrico, de los cuales 22 corresponden a proyectos de innovación, con un aporte desde FIA cercano a los \$2.700 millones.

Es así que hace más de 2 décadas, FIA promovió el proyecto (FIA-PI-C-1997-2-A-047) "Introducción y Evaluación de Nuevas Variedades de Cítricos para Exportación", ejecutado por la Pontificia Universidad Católica y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Las especies contempladas para evaluar fueron: naranjas, pomelos y sus híbridos, mandarinas y sus híbridos y limones. "Pero no sólo se apoyó la introducción de esas variedades, sino que también se estableció una zonificación cítrica en el país de acuerdo con la adaptación de dichas variedades a distintas condiciones climáticas y se validaron distintas alternativas de manejo productivo que permitieron optimizar la producción",

comenta Carolina Fuentes, ejecutiva de innovación de FIA.

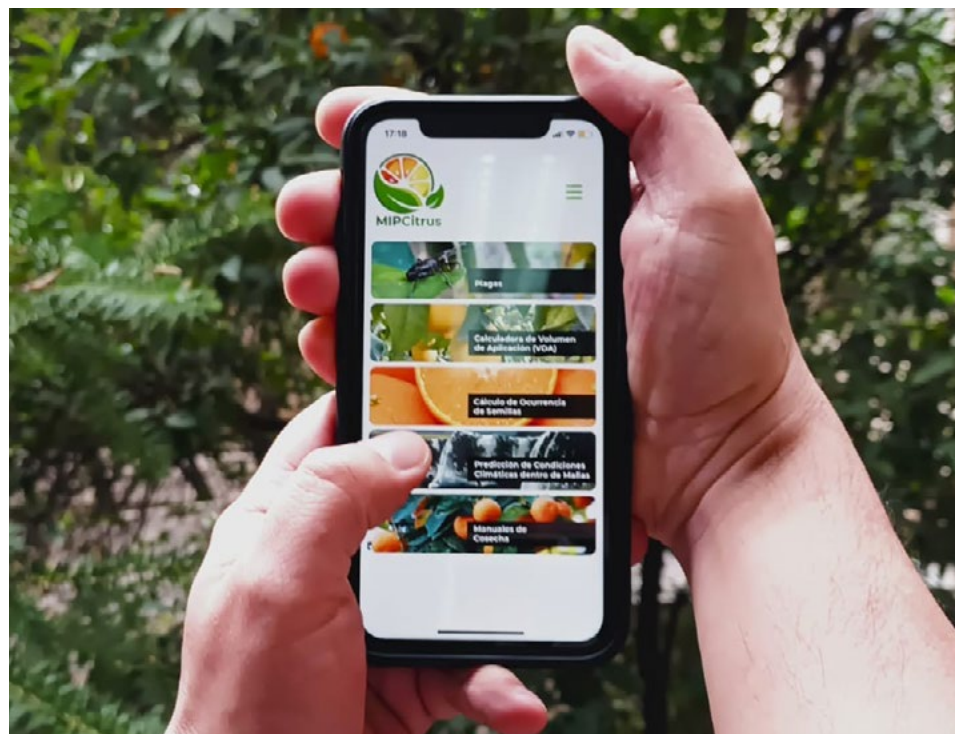
FIA cofinancia y apoya el proyecto Banco de Germoplasma, ¿en término de resguardar la industria cítrica qué valor entrega este proyecto?

El que la industria pueda contar con material de propagación sano, libre de plagas y enfermedades, es fundamental para la competitividad en la producción de cítricos de nuestro país. Por lo tanto, a partir del desarrollo del primer Banco de Germoplasma que desarrolla la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y el Comité de Cítricos, con el apoyo de FIA, del SAG y AGV, buscamos contribuir a disminuir los riesgos de pérdidas de producción y calidad en los huertos a través de material genético comercial de

alto estándar sanitario.

¿A qué desafío responde el proyecto de innovación patrocinado por FIA, llamado "Plataforma interactiva para el desarrollo de mejoras en el control de plagas en cultivo de cítricos a través de la pulverización hidroneumática", que ejecutará el investigador del INIA, Patricio Abarca y el Comité de Cítricos?

Esta iniciativa responde a nuestro lineamiento estratégico de Sistemas Alimentarios Sostenibles, al proponer el desarrollo de una herramienta online para optimizar el uso de productos fitosanitarios en el cultivo de cítricos, de modo de producir más limpio, disminuyendo el impacto ambiental, evitando la presencia de residuos en la fruta y bajando los costos.





Inia Rayentué y Comité de Cítricos trabajan en proyecto de investigación para lograr alternativas más sustentables en la cadena de producción de cítricos

En busca de alternativas más sustentables en la cadena de producción de cítricos, el Comité de Cítricos Asoex se ha enfocado en levantar acciones y proyectos de investigación que se encaminen hacia lograr un sector más eficiente y sustentable. Con esa perspectiva, es que INIA Rayentué en conjunto con el Comité de Cítricos ASOEX, presentaron ante FIA el proyecto PYT-2023-0219: "Plataforma interactiva para el desarrollo de mejoras en el control de plagas en cultivo de cítricos a través de la pulverización hidroneumática".

El proyecto adjudicado, dirigido por el ingeniero agrónomo y transferencista, Patricio Abarca, implementará ensayos de campo desde la región de Coquimbo a la región de O'Higgins, los resultados serán incorporados a la plataforma interactiva MIPCitrus. Una vez que el usuario ingrese a MIPCitrus podrá acceder a información respecto de la correcta

elección de los parámetros operativos de los pulverizadores hidroneumáticos, y así aumentar la eficiencia en el control de plagas.

Patricio Abarca, señala en este aspecto que "los datos obtenidos serán relevantes para la optimización de productos fitosanitarios en huertos establecidos, y para la toma de decisiones en la compra y uso de pulverizadores para este tipo de frutales".

El proyecto va en la línea de una citricultura más sustentable, dado que, como señala Abarca, "permite que el agricultor mejore el control de plagas a un menor costo, integrando elementos y criterios para disminuir el uso de productos fitosanitarios en sus cultivos, potenciando el control biológico y reduciendo el impacto ambiental.

Cada usuario podrá ingresar datos

propios de su huerto como: especie frutal, tamaño de las plantas, tipo de plaga, producto fitosanitario a utilizar, entre otros, y el programa entregará una serie de recomendaciones relacionadas a la maquinaria de aplicación entre las que se encuentran el volumen de aplicación, la velocidad máxima de avance, caudal de aire del ventilador y ordenamiento de boquillas.

Abarca señala que hay dos líneas fundamentales. La primera, conocer los parámetros operativos limitantes para este tipo de cultivos, entregando las herramientas necesarias para evaluar correctamente la adquisición de uno u otro equipo de pulverizadores del tipo hidroneumático y no invertir en otros que no tendrán capacidades apropiadas para cítricos. La segunda, es la regulación de los distintos factores de la maquinaria que intervienen en la eficacia de control de plagas.



Jornada Laboral:

Ley 40 horas y su implementación en el sector frutícola

La implementación de la ley que reduce la jornada de trabajo, es la reforma al sistema laboral más grande de los últimos tiempos y que estará afectada para todas las empresas. Es así que los trabajadores agrícolas de temporada, en un plazo de 5 años, tendrán una jornada laboral de 40 horas semanales.

«URKAI! habló de la aplicación de la nueva ley para el sector agrícola, con el ex director del trabajo y abogado Marcelo Albornoz, y profundizó en aspectos relacionados a la organización de los tiempos de trabajo.

Al aplicar la ley de 40 horas en el sector frutícola, cambia la jornada laboral conocida hasta ahora ¿Cómo se puede distribuir la jornada laboral para este sector?

Respecto de la jornada de los trabajadores agrícolas de temporada (sujeta a contratos por obra o faena) la nueva ley no contempla ninguna norma especial, sino que estará afectada, después de 5 años, a una jornada ordinaria de 40 horas semanales, como en el resto de las empresas. Sobre la distribución del tiempo, la ley contempla que la jornada de trabajo semanal se pueda distribuir entre 4 y 6 días a la semana, o sea, dentro del mismo rango semanal actual,

manteniéndose los límites vigentes, es decir, una jornada máxima diaria de 10 horas y un máximo de 2 horas extras por día. La nueva legislación innova al incluir un sistema especial de distribución de las futuras 40 horas en un ciclo de 4 semanas, dentro del cual, en promedio del ciclo, deben alcanzar la hora máxima legal. En estas 4 semanas, de común acuerdo entre empleador y trabajador, hasta 2 semanas seguidas se puede laborar 45 horas, por lo que en las otras semanas del ciclo, la jornada semanal debe ser inferior a fin de entregar al final del período, un promedio de 40 horas. En síntesis, las 40 horas se pueden distribuir dentro de una semana o dentro de un ciclo de 4 semanas.

¿Qué beneficios trae esta ley para el empleador? ¿Qué beneficios trae para el trabajador?

Lo positivo es que con esta ley se otorgan mecanismos de flexibilidad que antes no existían, específicamente la distribución del tiempo de trabajo promediado en un ciclo de 4 semanas. Obviamente, se trata de una reducción bastante drástica de la jornada, lo que aún genera muchas dudas de los efectos económicos y de empleo que significa rebajar el tiempo y mantener el mismo nivel de salarios.

“ La ley otorga mecanismos de flexibilidad que antes no existían ”

El mayor beneficio de esta ley obviamente es para los trabajadores, porque tendrán un mayor tiempo de descanso, favoreciendo el desarrollo de la vida personal y familiar, lo que se espera aumente la productividad y, por ende, no se afecten los costos salariales.

¿Para el sector frutícola que consideró la temporada de cosecha, se contempló alguna normativa especial?

Lamentablemente para el sector agrícola de temporada no se contemplaron normas especiales, toda vez que sigue siendo tratado como una actividad productiva permanente; no obstante, se trata de un sector eminentemente temporal y en donde empresa y trabajadores, en el período de cosecha, buscan maximizar la rentabilidad de los tiempos de producción y de salarios, dado que estos últimos son principalmente variables. Sólo en el caso de trabajadores agrícolas no de temporada o permanentes, la ley rebaja el promedio anual que antes era de 8 horas diarias anuales, y en el futuro será de 6 horas y 45 minutos.

Campañas de Promoción 2023 en Japón y Estados Unidos

Las exportaciones cítricas llegan a un 35 % del total de las frutas exportadas del hemisferio sur, y Chile, es el segundo proveedor de cítricos del hemisferio sur, con el 10 %, antecedido por Sudáfrica con el 63 % y precedido por Argentina con el 9 %.

A lo anterior, se agrega que dentro de la canasta exportadora de Chile, la industria cítrica marca una participación de 13 % en el total de los envíos de frutas chilenas al mundo, relevando su importancia con diversas campañas de promoción que realizan todos los años la Chilean Fresh Fruit Association y el Comité de Cítricos Asoex, en conjunto con ProChile. Las actividades de promoción están enfocadas en EE. UU. para clementinas, mandarinas, limones y naranjas y en Japón para limones.

El plan de promoción de esta temporada, en Japón, contempló un recorrido por supermercados y el mercado mayorista Ota de Tokio, uno de los principales de Japón, para visualizar in situ el tipo de exhibición y formato de ventas y un taller donde fueron invitados los principales importadores y distribuidores de limones chilenos, donde se destacó el potencial exportador de la industria de cítricos de Chile, así como también las herramientas promocionales con las cuales Chile apoya a los importadores a promover la rotación y consumo, enfatizando en temas respecto de estadísticas de exportación, regiones productivas, disponibilidad y sustentabilidad de la industria.

“Para Chile, Japón es un mercado de alta importancia, esta temporada 2023 se han exportado 68.000 toneladas de limones, de las cuales 42.000 han tenido como destino EE. UU. y Japón ha recibido 17.020 toneladas”, señaló Monserrat Valenzuela, gerente del Comité.

En cuanto a Estados Unidos, esta temporada la promoción tuvo énfasis en los eventos dedicados a la fruta fresca, dado que las ferias regionales son de interacción con los representantes del retail, y es una instancia única para entregar información sobre los cítricos chilenos, estableciendo relaciones que son cruciales para llevar a cabo programas eficaces de ventas y marketing para los cítricos chilenos. Por esto, los cítricos chilenos estuvieron presentes en las ferias regionales y en

The Global Fresh Produce & Floral Show, principal feria de productos frescos.

Estados Unidos, es un mercado clave para los cítricos chilenos, en promedio el 80 % tiene como destino EE. UU., por lo mismo, se han definido actividades tanto a nivel de punto de venta como a través de redes sociales para potenciar su consumo, complementando con actividades y concursos online, apoyados por plataformas de cadenas de supermercados.

Adicionalmente, el Comité de Cítricos cuenta con un reporte de avance de cosechas y exportaciones, el cual es distribuido semanalmente durante la temporada. Este reporte tiene muy buena recepción por parte de los importadores porque les permite una mejor planificación de sus programas.



EVENTOS



29 de noviembre 2023
Santiago, Chile
Jornada de Citricultura
www.seminariocitricos.cl/



7 al 9 de febrero 2024
Berlin, Alemania
Fruit Logistica
www.fruitlogistica.com/en/



21 de febrero 2024
Evento on line
Citrus Forum 2024
www.citrusforum.es/



6 al 7 de marzo 2024
Queensland, Australia
Australian Citrus Congress
<https://citrusaustralia.com.au/australian-citrus-congress-2024/>



23 al 25 de abril de 2024
Vancouver, Canadá
CPMA 2024
<https://convention.cpma.ca/>



Agosto 2024
Florida, EE. UU.
Citrus Expo
www.citrusexpo.net/



Fecha por confirmar
Evento on line
**Congreso de Comercio de Frutas
Frescas del Hemisferio Sur**
www.shaffe.net/id/congreso/



8 al 10 de mayo 2024
Rimini, Italia
Macfrut
www.macfrut.com/en/



27 al 30 de mayo 2025
Milan, Italia
Fruit Innovation
www.ipackima.com/



4 al 6 de septiembre 2024
Hong Kong, China
Asia Fruit Logistica
www.asiafruitlogistica.com/



5 al 7 de octubre 2024
Madrid, España
Fruit Attraction 2024
www.ifema.es/en/fruit-attraction



17 al 19 de octubre 2024
Atlanta, Estados Unidos
Global Produce & Floral Show
www.freshproduce.com/events/the-global-produce-and-floral-show/

Se sugiere revisar los sitios web de cada evento para mantener actualizada la información de fechas y modalidad del evento.

Comité de Cítricos ASOEX: Exportaciones de cítricos aumentan durante temporada 2023

Las exportaciones de cítricos chilenos durante esta temporada, tuvieron un aumento del 48 % en relación a la temporada anterior, y 16 % sobre el promedio de las últimas tres temporadas, informó el Comité de Cítricos ASOEX.

Las cifras entregadas señalan que se han exportado un total 395.889 toneladas, de las cuales el 15,5 % corresponden a clementinas, 43,7 % a mandarinas; el 23,7 % a naranjas y el 17,1 % a limones.

En cuanto al principal mercado de destino, Estados Unidos sigue liderando y recibe el 88,2 % de lo enviado, mientras que el volumen restante se exportó al Lejano Oriente (5,9 %), Latinoamérica (2,8 %) y Europa (1,8 %), Canadá 0,9 %, Rusia 0,3 % y Medio Oriente 0,01 %.

Exportaciones por especies

En relación a las exportaciones por especies, el volumen de clementinas fue un 47 % más que la temporada

anterior, llegando a 61.490 toneladas de exportación, siendo EE. UU. el principal mercado de destino, con un 98,4 % del total de los envíos. Los envíos de clementinas de esta temporada son un 14 % más respecto a las últimas 3 temporadas.

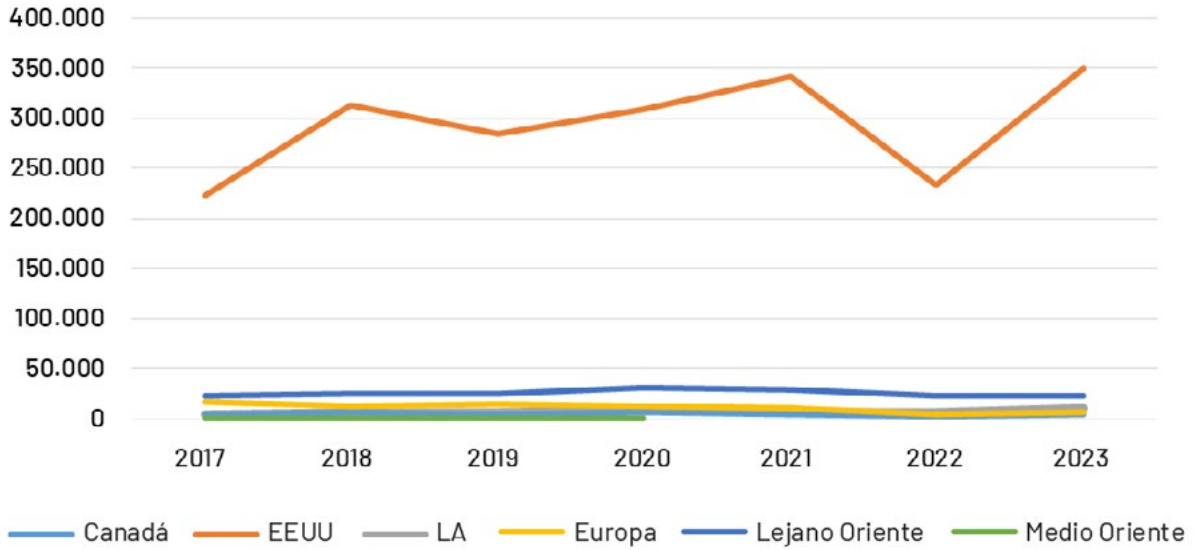
En el caso de las mandarinas, los envíos llegaron a 172.825 toneladas, lo que equivale a un volumen de 94 % mayor respecto del año 2022 y un 52 % respecto al promedio de las últimas 3 temporadas. Del total exportado, el 93,6 % fueron recibidos en EE. UU., el 70 % de éstos tuvo como destino la Costa Este y el 30 % la Costa Oeste.

En cuanto a las naranjas, los envíos -en comparación a la temporada pasada- fue un 17 % más, alcanzando 93.948 toneladas de exportación. El principal mercado de destino fue EE. UU. con 90,9% de los envíos.

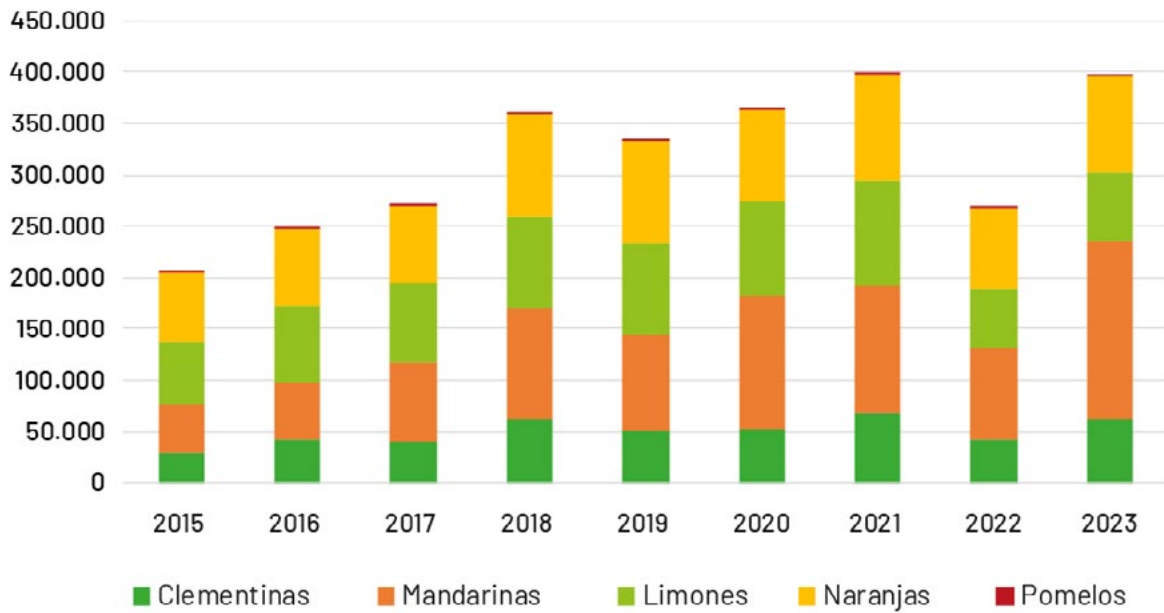
Finalmente, los limones, durante esta temporada, tuvieron un alza de un 20 %, y un total de envíos de 67.627 toneladas. Del total de limones exportados, el 61,6 % tuvo como destino EE. UU.; mientras que un 33,6 % el Lejano Oriente. De este porcentaje 17.051 toneladas tuvieron como mercado Japón y 5.526 toneladas Corea del Sur. Del restante de las exportaciones, un 4,4 % fue enviado a Europa, y el restante a Latinoamérica y Canadá.



Evolución de las exportaciones de cítricos por mercado de destino (toneladas)



Evolución de las exportaciones por especie (toneladas)



Fuente: ASOEX-Expordata

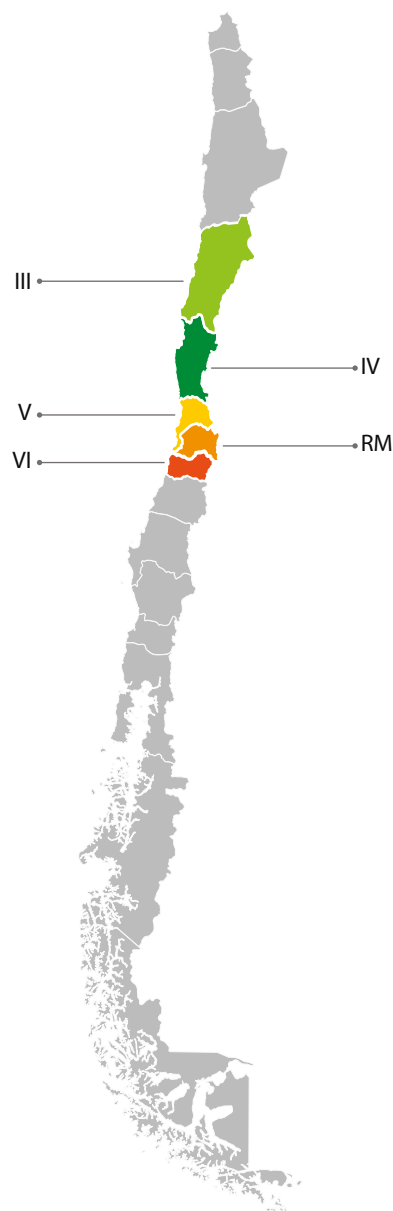
OPTIMIZA TU
INVERSIÓN
ENCONTRANDO
DE MANERA
PRECISA EL
MEJOR LUGAR
PARA PERFORAR



AQUADETECT

info@aquadetect.cl
www.aquadetect.cl

VOLÚMENES EXPORTADOS POR REGIÓN



VOLUMEN EXPORTADO 2023 (TONELADAS)

REGIÓN	Clementinas	Mandarinas	Limonos	Naranjas
● III	777	-	75	87
● IV	51.095	55.345	19.247	6.011
● V	4.122	52.049	20.290	25.890
● RM	2.814	25.401	26.364	46.866
● VI	2.682	39.940	1.651	15.003
OTRAS	-	90	-	91
TOTAL	61.490	172.825	67.627	93.948
Participación (%)	15,5	43,7	17,1	23,7

Fuente: ASOEX-Expordata (Volúmenes hasta semana 42)



Estrategias de riego en mandarinas: uso de coeficientes de cultivo satelitales para la eficiencia hídrica

Claudio Balbontín N. *, Ariadna Veas V., Angélica Salvatierra G., Edgard Álvarez R. y Bruno Defilippi B.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, La Serena, Chile.

*Correspondencia: claudio.balbontin@inia.cl

RESUMEN

El uso de información satelital para el manejo agronómico de los cultivos es hoy posible gracias a plataformas satelitales disponibles en internet. En este trabajo se evaluó la precisión del uso del índice de vegetación satelital NDVI para definir el coeficiente de cultivo basal en mandarinas (variedad Orogrande) y su implementación dentro de la metodología tradicional FAO 56. Para esto, se utilizaron series temporales de imágenes satelitales NDVI y se estimó un coeficiente de cultivo basal (Kcb) a partir de una relación genérica con el índice. Para establecer la demanda ambiental o evapotranspiración de referencia (ET_o), se realizaron registros de los componentes de la ecuación Penman Monteith. Para analizar la precisión de la determinación del consumo hídrico con la metodología propuesta se implementaron tratamientos de riego, consistentes en aumento y disminución del consumo estimado (100 %, 120 %, 79 % y 70 % de ET_c). Cada tratamiento fue evaluado utilizando relaciones hídricas en plantas (potencial hídrico, tasa de intercambio gaseoso), productividad por planta y los parámetros de calidad distribución de calibres, color y desórdenes fisiológicos. De este modo, se obtuvo que el tratamiento de riego con información satelital (100 % ET_c) alcanzó la mejor relación agua aplicada, productividad y calidad. Así mismo, el tratamiento con mayor aporte hídrico alcanzó un nivel productivo similar, pero con mayor aporte hídrico lo cual representa menor productividad del agua. Los tratamientos deficitarios (menor 100 % ET_c) mostraron problemas de calidad asociado principalmente a calibres pequeños no exportables. No se observaron problemas o defectos en la fruta en ningún tratamiento.

Palabras clave: evapotranspiración, NDVI, cítricos, FAO-56, riego.

ABSTRACT

Irrigation Strategies in Mandarin: Using Satellite Crop Coefficients for Water Efficiency. The use of satellite information for agronomic crop management is now possible thanks to satellite platforms available on the Internet. In this work, the accuracy of using the NDVI satellite vegetation index to define the basal crop coefficient in mandarins (Orogrande variety) and its implementation within the traditional FAO 56 methodology was evaluated. For this purpose, time series of NDVI satellite images were used and a basal crop coefficient (Kcb) was estimated from a generic relationship with the index. To establish the environmental demand or reference evapotranspiration (ET_o), records were made of the components of the Penman Monteith equation. To analyze the accuracy of the determination of water consumption with the proposed methodology, irrigation treatments were implemented, consisting of increasing and decreasing the estimated consumption (100 %, 120 %, 79 % and 70 % of ET_c). Each treatment was evaluated using water relations in plants (water potential, gas exchange rate), productivity per plant and quality parameters such as size distribution, color and physiological disorders. Thus, it was found that the irrigation treatment with satellite information (100 % ET_c) achieved the best relationship between applied water, productivity and quality. Likewise, the treatment with higher water input reached a similar productive level, but with higher water input, which represents lower water productivity. The deficit treatments (lower 100 % ET_c) showed quality problems associated mainly with small, non-exportable sizes. No fruit problems or defects were observed in any treatment.

Key words: evapotranspiration, NDVI, citrus, FAO-56, irrigation.

INTRODUCCIÓN

La duración y frecuencia de los períodos con bajas precipitaciones se está acrecentando a lo largo del país debido a los efectos del cambio climático. En la Cordillera de los Andes las reservas de agua están disminuyendo por cambios en la isoterma cero. Estas condiciones dan lugar a limitantes en el acceso al riego y el desarrollo de déficit hídrico en los cultivos en algunas localidades del país. En este contexto, el manejo del riego en cítricos y otros cultivos, presenta altos niveles de incertidumbre. Hoy en día es posible constatar que en el manejo rutinario del riego en este cultivo no se realiza con criterios o metodologías estandarizadas. Esto lleva a que los productores aporten volúmenes de agua, tiempos y

frecuencias del riego, de manera intuitiva con altos niveles de incertidumbre y en baja eficiencia en el uso del agua.

En este sentido, los avances de teledetección han demostrado la aptitud de los índices de vegetación satelitales (IV) para evaluar el monitoreo del desarrollo de la vegetación (vigor) y estimar la evapotranspiración de cultivo (ETC). El fundamento se basa en la capacidad de los IV para estimar la fracción de cobertura del cultivo, la absorción de la radiación fotosintéticamente activa ($fPAR$), el índice de área foliar (IAF), todos parámetros impulsores del rendimiento fotosintético de los cultivos y del proceso de transpiración de las plantas. El uso de relaciones genéricas entre el NDVI y el coeficiente de cultivo, junto a información de la demanda ambiental, pueden

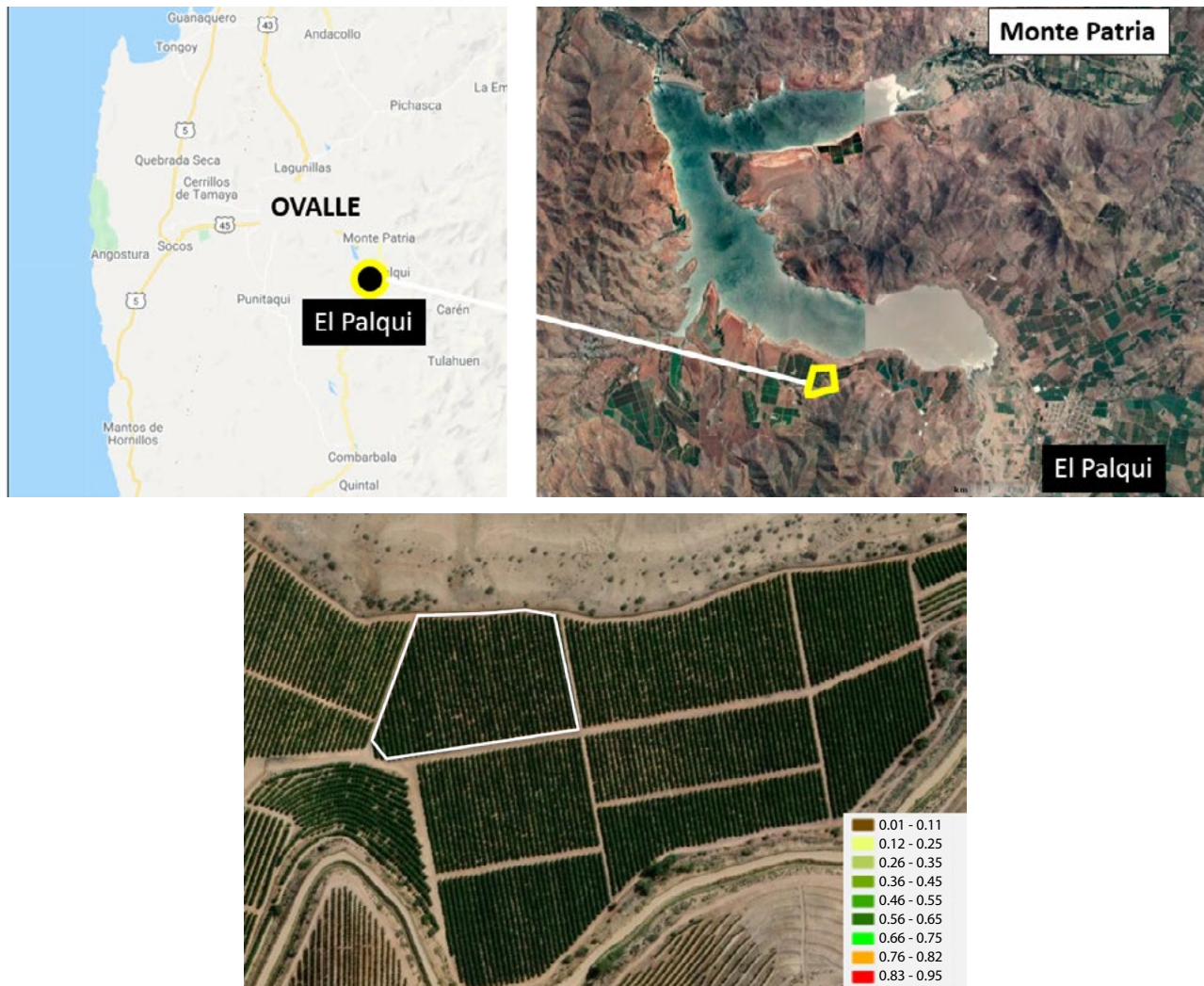


Figura 1. Ubicación de parcela comercial experimental en la localidad de El Palqui, región de Coquimbo.

ser un primer paso en la operatividad del manejo del riego y que permita establecer una métrica estándar y cuantitativa. La disponibilidad de información frecuente y actualizada del nivel de desarrollo de las plantas en plataformas on line, es un salto cuantitativo en la capacidad de monitoreo de los cultivos. La Plataforma Satelital PLAS Chile permite consultar y descargar series temporales del índice NDVI para cualquier cultivo o vegetación y establecer su dinámica de desarrollo. Adicionalmente, la plataforma entrega la variable coeficiente de cultivo (Kc), la cual en conjunto con valores de la demanda ambiental (evapotranspiración de referencia, ETo), permite estimar de manera dinámica y precisa el consumo hídrico de los cultivos y establecer estrategias de manejo del riego.

El objetivo de este trabajo es analizar el uso de un marco conceptual estandarizado para el riego (FAO 56) asistido con información satelital (disponible on line), el cual permita estimar el consumo hídrico de los cultivos de manera estándar y simple, operativizando el manejo del riego con información satelital.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

Los ensayos de riego fueron realizados en una parcela comercial, ubicada en la comuna de Montepatria, región de Coquimbo (Figura 1). El cuartel monitoreado tiene

una superficie de 1,9 ha y está cultivado con mandarinas clementinas variedad Orogrande, injertado sobre patrón C35, 7 años de edad (plantado en 2016) y marco de plantación de 5 m entre hilera y 2 m sobre hilera (1.000 plantas/ha). El aporte de riego se realiza de manera presurizada a través de un sistema de riego por goteo.

El suelo de la parcela tiene textura franco arcillosa y adecuada capacidad de retención de humedad. No existen colores relacionados con problemas de exceso de humedad. Se observó presencia abundante de raíces y raicillas hasta los 70 cm, concentradas en los primeros 45 cm de profundidad. La presencia de piedras es común sin representar limitantes al desarrollo radicular.

Tratamientos de riego y parámetros medidos

Con el objetivo de analizar el desempeño del uso del índice de vegetación NDVI en la definición del coeficiente de cultivo basal (Kcb) y su uso posterior en la programación del riego semanal, se estimó el consumo hídrico del cultivo (ETc) utilizando para ello la relación lineal entre el NDVI y el Kcb (Campos et al., 2010) y la metodología tradicional descrita en el Manual FAO 56 (Allen et al., 1998). A partir de estos valores, se definieron tasas de superávit y deficitaria, los cuales se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1

Estrategias de reposición de ETc según tratamiento de riego.

Tratamiento	Tipo	Porcentaje de reposición de la ETc (%)			
		Fase I	Fase II	Fase III	Total
T0-PLAS	Confort	100	100	100	100 %
T1	Superávit	120	120	120	120 %
T2	Deficitario	100	100	50	89 %
T3	Deficitario	100	75	50	79 %
T4	Deficitario	100	50	50	70 %

De este modo, la definición de la estrategia de riego consideró un tratamiento de aporte de todas las necesidades de riego (T0-PLAS), un tratamiento superávit (T1) y tres tratamientos deficitarios (T2, T3 y T4) con reposición variable de la ETC durante las tres fases de crecimiento del fruto de mandarinas. Adicionalmente, se consideró un sexto tratamiento (control) que contempló el manejo del riego con criterios del campo.

La unidad experimental consistió en cuatro plantas: dos centrales que son evaluadas y dos plantas bordes sin evaluar, con 3 repeticiones en la parcela, lo cual representó 60 plantas intervenidas. El aporte diferencial de riego se realizó modificando el caudal y número de emisores por planta.

Para monitorear la disponibilidad hídrica en el suelo se utilizaron sondas de capacitancia (mod. Teros 10, Decagon Dev.) enterradas a 30 y 70 cm. Para definir el rango de humedad aprovechable (HA) se normalizaron los valores a partir máximos observados (capacidad de campo) y mínimos (punto marchitez permanente). De este modo se estableció el agotamiento de la HA en cada ciclo de riego y por tanto un balance hídrico.

Para verificar el estado hídrico de las plantas se realizaron medidas periódicas de potencial hídrico xilemático con cámara de presión tipo Scholander y evaluaciones de la tasa de intercambio gaseoso con un equipo de fotosíntesis portátil (LI-Cor mod. 6400).

Para analizar el efecto de las tasas de riego sobre el rendimiento del cultivo se cosecharon árboles completos (kilos/planta). Para evaluar la calidad de la fruta se analizó la distribución de calibres y de los parámetros color, acidez y sólidos solubles, al momento de la cosecha y luego después de 35 días con almacenaje a 5 °C, simulando condiciones de almacenaje y traslado durante la exportación.

Y las condiciones ambientales del sitio se monitorearon mediante una estación agrometeorológica completa ubicada en el mismo predio (mod. ATMOS, Decagon Dev.).

Monitoreo del cultivo: Plataforma Agrícola Satelital PLAS Chile

El ciclo anual de desarrollo del cultivo fue supervisado utilizando la secuencia temporal de imágenes del índice de vegetación satelital NDVI. La Plataforma PLAS fue actualizada de manera rutinaria con información de los satélites Sentinel 2A y 2B y de este modo es posible contar con una imagen semanal. La transformación del índice de vegetación NDVI a un parámetro del riego como es el coeficiente de cultivo basal (Kcb), ha sido descrita para variados cultivos (Campos et al., 2010; Bausch, 1993; Bausch, 1995; Bausch and Neale, 1987; Heilman et al., 1982; Neale et al., 1989). La relación utilizada en este trabajo para la estimación del Kcb en frutales se indica en la siguiente fórmula:

$$Kcb = 1,51 \times NDVI - 0,23$$

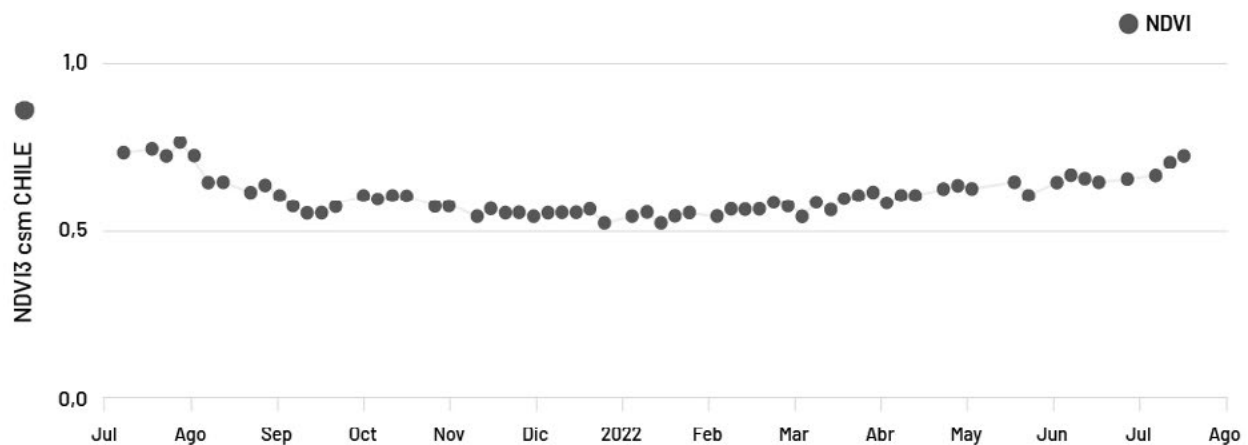


Figura 2. Valores del índice NDVI durante el desarrollo vegetativo del cultivo de mandarina de la parcela experimental durante la temporada 2021/22.

Como ya se indicó, en este trabajo para corroborar la precisión de esta relación en la estimación del Kcb, se implementaron los tratamientos de sobre y bajo aporte del riego.

RESULTADOS

Seguimiento del desarrollo del cultivo de mandarinos (Kcb)

Durante la temporada analizada (2021/22) se dispuso en total de 63 imágenes NDVI, con lo cual se llevó un registro intensivo del desarrollo anual del cultivo de mandarinas en la parcela experimental (Figura 2). El valor máximo del NDVI se alcanzó en invierno (0,76), el mínimo (0,53) en verano y el promedio anual fue de 0,61.

Como se indicó anteriormente, los valores del IV-NDVI fueron transformados a un coeficiente de cultivo basal (Kcb), el cual fue el insumo básico para estimar el consumo hídrico del cultivo y por tanto las necesidades de riego. En este caso, el coeficiente de cultivo basal (Kcb) fluctuó entre valores máximos de 0,95 y mínimos de 0,54, con un promedio anual de 0,68 (Figura 3).

Seguimiento a la demanda ambiental (ETo)

Durante la temporada 2021/22 los valores de la demanda ambiental en el sitio experimental sumaron 1.283 mm/año, con valores máximos diarios de 5,6 mm/día en los meses de diciembre y enero (Figura 4). No se registraron aportes de lluvia durante el período evaluado.



Figura 3. Valores de coeficiente de cultivo basal (Kcb) del huerto de mandarinos en la parcela experimental (El Palqui).

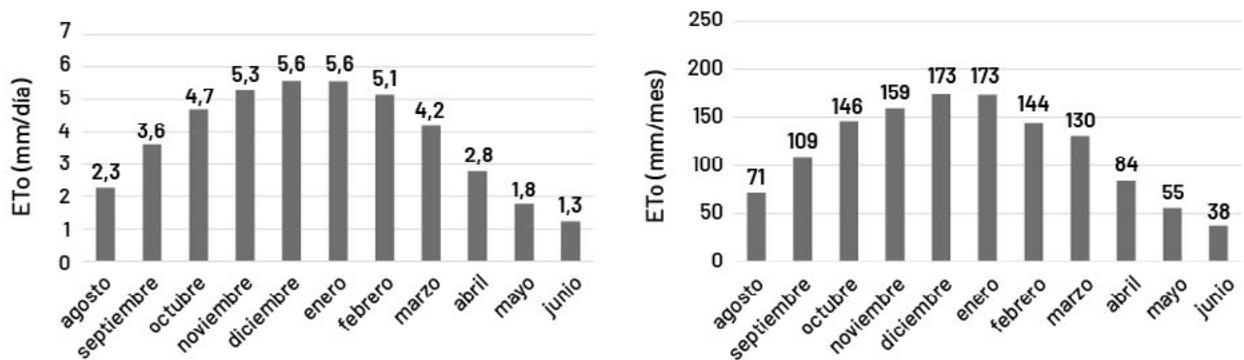


Figura 4. Valores promedio diarios y mensuales de la evapotranspiración de referencia (ETo) durante la temporada 2021-2022 en la parcela experimental (El Palqui).

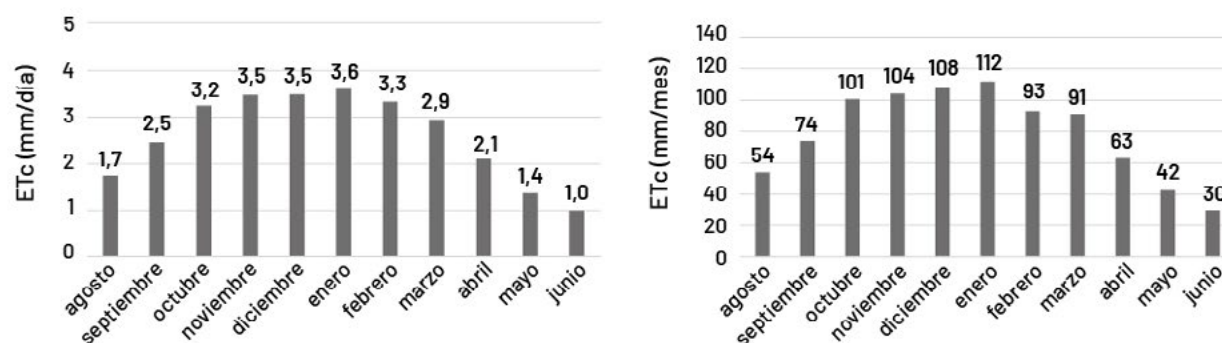


Figura 5. Evapotranspiración de cultivo promedio diario y mensual (ETc) en la parcela experimental durante la temporada 2021-2022.

Tabla 2

Volumen de riego y porcentaje de reposición de la ETc en cada fase de crecimiento del fruto y total temporada 2021-2022.

Tratamiento	FI		FII		FIII		Total	
	m3/ha	% ETc	m3/ha	% ETc	m3/ha	% ETc	m3/ha	% ETc
T0 PLAS	3.306	100 %	3.045	100 %	1.893	100 %	8.245	100 %
T1	3.601	109 %	3.889	128 %	2.418	128 %	9.908	120 %
T2	3.306	100 %	3.045	100 %	947	50 %	7.298	89 %
T3	3.306	100 %	2.284	75 %	947	50 %	6.537	79 %
T4	3.306	100 %	1.523	50 %	947	50 %	5.776	70 %
Campo (Control)	3.459	105 %	3.551	117 %	2.006	106 %	9.016	109 %

Consumo hídrico del cultivo de mandarinas (ETc)

De acuerdo a la metodología planteada, el consumo hídrico del cultivo de mandarinas alcanzó 872 mm (8.720 m³/ha), con máximos diarios en el mes de enero de 3,6 mm/día (Figura 5). De este modo y considerando la superficie del sector experimental (1,9 ha), la demanda agua del predio (DAP) alcanzó 16.568 m³.

Tratamientos de riego en mandarinas

En la Tabla 2 se presentan los volúmenes diferenciales de riego aportados según tratamiento, incluido el control que corresponde al manejo tradicional del riego por parte del huerto en un sector de características similares al cuartel en estudio.

Estado hídrico interno del cultivo: potencial hídrico y tasa de intercambio gaseoso

Los valores del potencial hídrico xilemático (Ψ_x) en plantas con riego satelital (T0 PLAS) se mantuvieron la mayor parte de la temporada sobre -1 MPa (confort hídrico). Al avanzar la temporada y en momentos previos a la cosecha, cuando el manejo del riego considera disminuciones para evitar daños mecánicos, los valores del Ψ_x alcanzaron mínimos de -1,4 MPa. Por su parte, en plantas con tratamientos deficitarios (T3 y T4) los valores del Ψ_x fueron siempre inferiores a -1.0 MPa e incluso llegaron a -2 MPa al final de la temporada indicando efectos de las restricciones hídricas impuestas (Figura 6).

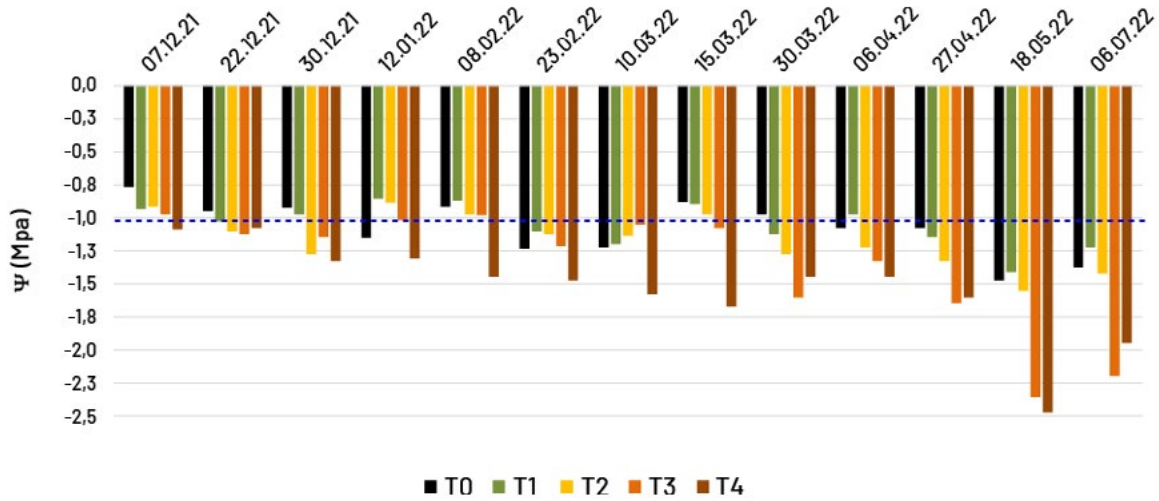


Figura 6. Potencial hídrico xilemático en plantas bajo los distintos tratamientos de aporte de riego. Temporada 2021-2022.

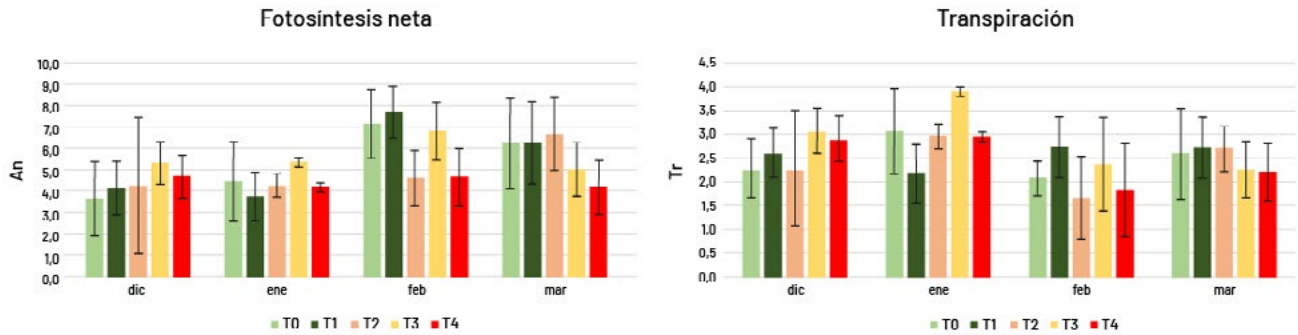


Figura 7. Tasa de fotosíntesis neta y transpiración según tratamiento de riego en la parcela experimental. Temporada 2021-2022.

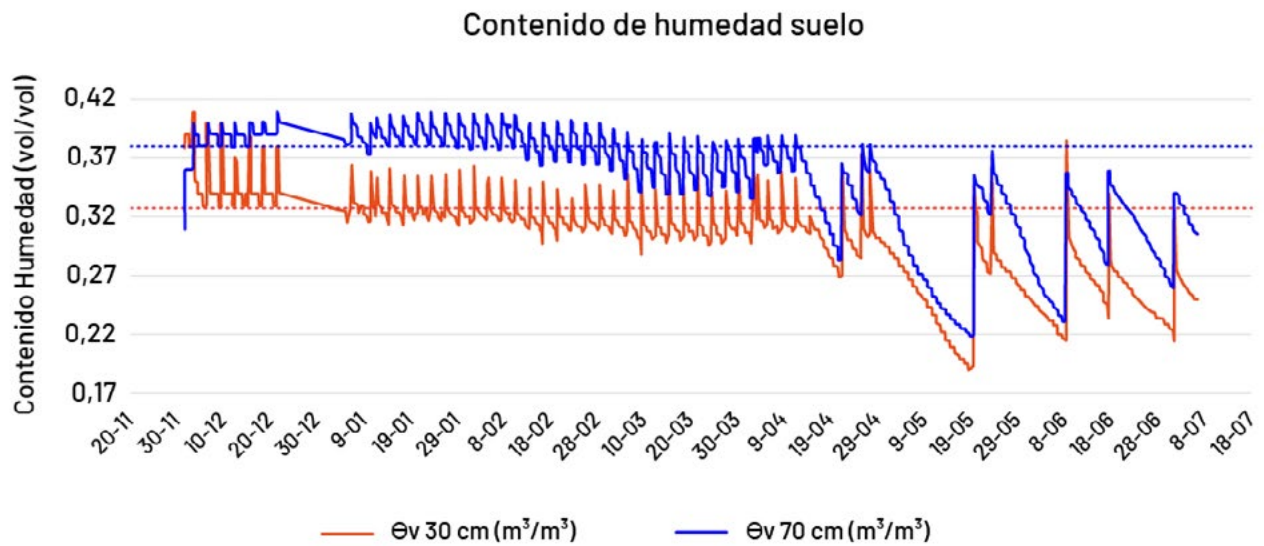


Figura 8. Monitoreo del contenido de humedad del suelo en parcela experimental. Temporada 2021-2022.

Por su parte, la tasa de fotosíntesis neta (A_n) no presentó diferencias entre los tratamientos a través de la temporada. En meses con mayor demanda ambiental (diciembre y enero), la fotosíntesis se mantuvo bajo $5 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ en todos los tratamientos, aumentando ligeramente hacia febrero, marzo en los tratamientos más húmedos. De igual manera, la tasa de transpiración (T) tampoco señaló diferencias significativas entre tratamientos (Figura 7).

Disponibilidad hídrica en el suelo

En la Figura 8 se muestra el registro del contenido de humedad volumétrica a dos profundidades en el tratamiento T0 (riego PLAS). Como se observa, en la profundidad de 30 cm el agotamiento osciló entre valores del 20 % al 37 %, mientras que en la profundidad 70 cm los valores fueron más altos, oscilando entre 40 % y 22 % al final de la temporada.

Como se aprecia en la Figura 8, el aporte de riego en T0-PLAS no provocó acumulación de agua en los horizontes monitoreados, así como tampoco agotamientos bruscos que pudieran señalar un balance negativo del agua en el suelo (mayor tasa de transpiración que reposiciones

con riego). Al final del periodo sí se observa un balance negativo ya que el manejo del riego del cultivo requiere condiciones deficitarias previo a la cosecha con objeto de evitar exceso de turgencia y la aparición de oleocelosis.

Evaluación de productividad por planta

El rendimiento por árbol fue variable, con máximos de 122 kg/planta y mínimos de 55 kg/planta (Figura 9). Los rendimientos más altos se alcanzaron en plantas del tratamiento húmedo T1 (120 % ETc), seguido del tratamiento T0 PLAS (100% ETc). Por su parte, los tratamientos deficitarios (T3 y T4) mostraron los menores rendimientos. El tratamiento T2 se ubicó en una posición intermedia (Tabla 3).

La productividad del agua (WP, relación entre productividad y el aporte de riego) se señala en la Tabla 3.

A partir de la información del riego aportado y la productividad obtenida se ajustó una función de producción para los mandarinos (Figura 10). De este modo, se observó que el tratamiento más húmedo (T1) no aportó rendimiento significativo en comparación al tratamiento T0 (INIA PLAS),

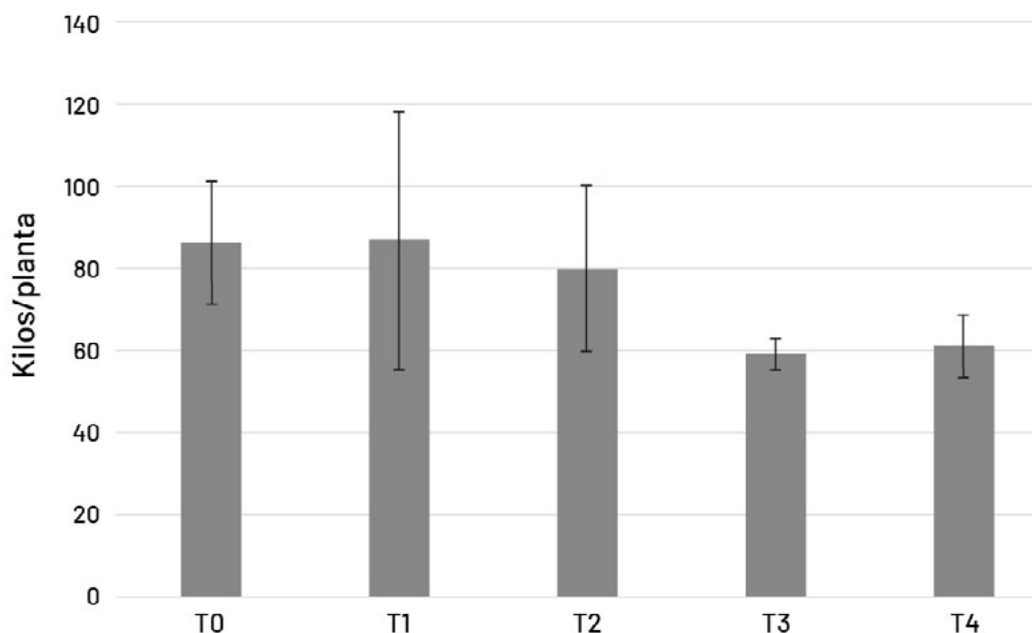
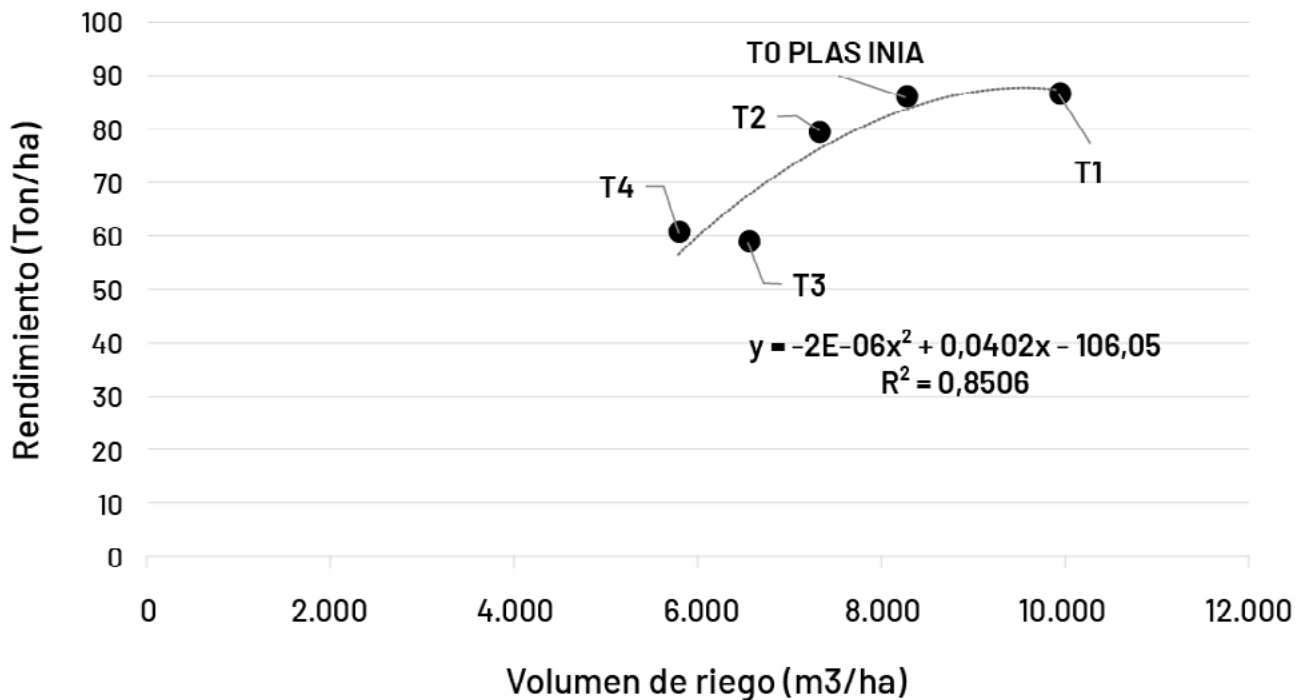


Figura 9. Kilos por planta cosechados para cada tratamiento.

Tabla 3

Rendimiento y productividad del agua en los tratamientos de riego.

Tratamiento (% Reposición de ETc)	Rendimiento	Consumo hídrico	Productividad del agua (WP)
	Ton/ha	m3/ha	Kg Fruta/m3
T0 PLAS (100 %)	86,2	8.245	10,45
T1 (120 %)	86,8	9.908	8,76
T2 (89 %)	79,7	7.298	10,92
T3 (79 %)	59,1	6.537	9,04
T4 (70 %)	60,9	5.776	10,54

**Figura 10.** Productividad por planta y tratamiento de riego. Temporada 2021-2022.

indicando que el aporte de riego se ubica posterior al óptimo y entrado en la fase de caída de la productividad. En el resto de los tratamientos se puede ver el efecto sobre el rendimiento por planta de los menores volúmenes de riego aportados.

Parámetros de calidad: distribución de calibres

En cuanto a los parámetros de calidad diámetro y peso de la fruta, se puede indicar que los valores fueron significativamente

más altos en la fruta de los tratamientos T0 y T1. Así mismo, los tratamientos T3 y T4 fueron significativamente menores en diámetro y peso. Nuevamente el tratamiento T2 se situó en una situación intermedia. En la Tabla 4 se resumen los valores del diámetro y peso de fruta cosechada en cada tratamiento de riego.

A partir de estos registros y tomando como referencia el diámetro 51 mm como umbral de fruta de exportación (calibre 5 en mandarinas), se clasificó entre tamaño de exportación y tamaño

Tabla 4

Diámetro ecuatorial promedio de fruto por tratamiento, y peso de fruto por tratamiento. Temporada 2021-2022.

Régimen de riego (% ETc)	Diámetro (mm)			Peso (g)		
T0 PLAS (100 %)	51,7 a	±	1,0	72,2 a	±	4,0
T1 (120 %)	51,6 a	±	0,9	73,3 a	±	4,8
T2 (89 %)	49,5 ab	±	1,6	64,3 ab	±	5,1
T3 (79 %)	47,7 b	±	3,0	56,9 bc	±	8,2
T4 (70 %)	46,8 b	±	1,3	52,9 c	±	4,3

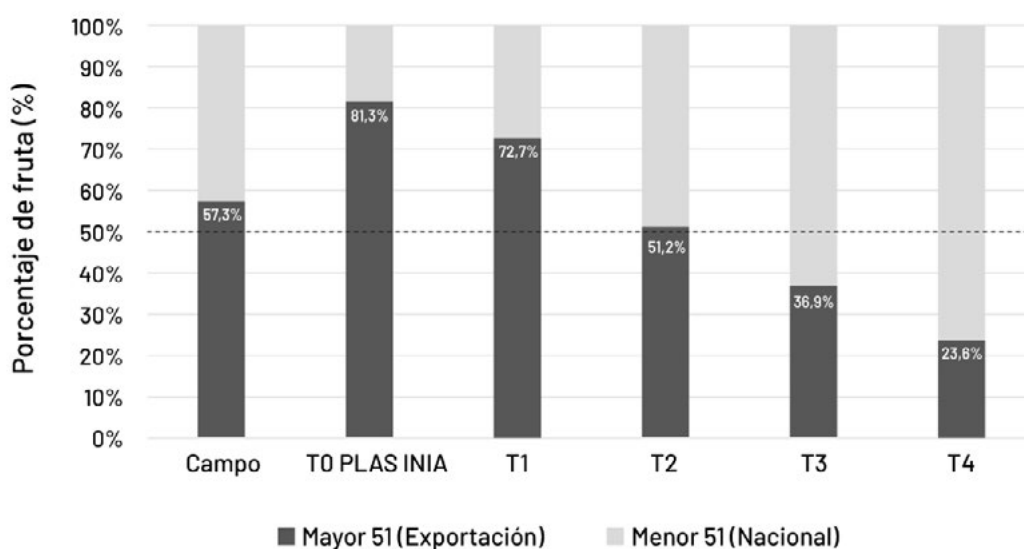


Figura 11. Clasificación de calibre sobre y bajo 51 mm en fruta cosechada por tratamiento de riego.

nacional. De este modo, los tratamientos T0 y T1 concentraron los mayores porcentajes de fruta de exportación con un 81 % y 73 %, respectivamente. Por su parte, los tratamientos deficitarios señalaron mayor proporción de calibres mercado nacional y por tanto menores porcentajes de fruta de exportación (37 % y 24 %, respectivamente). El tratamiento intermedio T2 registró el 51 % de fruta como exportable (Figura 11).

DISCUSIÓN

El uso de información satelital para el monitoreo del cultivo de mandarinos en la localidad de El Palqui fue posible gracias a la disponibilidad de imágenes en la Plataforma PLAS. La frecuencia y calidad de las imágenes proporcionadas

permitieron establecer una secuencia oportuna y útil para la programación del riego. Incluso en esta especie (perennifolia) una menor cantidad de imágenes aún podrían ser suficiente para lograr el objetivo de monitoreo. Por otro lado, el registro de la demanda ambiental en el sitio permitió establecer las condiciones de la demanda ambiental real en las cuales se desarrolló el cultivo. En este ejercicio se comparó los valores de ETo con una estación pública cercana (EMA El Palqui) y se observaron diferencias. De este modo, ambos insumos tuvieron una frecuencia suficiente para implementar una metodología estándar de riego conocida como FAO-56 (Allen et al., 1998). El correcto aporte del riego fue corroborado a partir de los registros del estado hídrico interno de las plantas, con valores de potencial hídrico xilemático (Ψ_x) el cual se situó

en torno a -1 MPa que indican el estado de confort hídrico del cultivo. En plantas de los tratamientos con menores aportes de riego los valores del Ψ_x cayeron. Por su parte, el monitoreo del contenido de humedad en el suelo en el tratamiento T0 indicó estabilidad en la disponibilidad ya que no se observó acumulación de agua en el suelo ni depresión continua en el contenido de agua (déficit). Finalmente, el análisis del rendimiento en fruta obtenido en las plantas de cada tratamiento de riego reveló diferencias significativas entre los tratamientos tanto en kilos de fruta por planta, como en la distribución de calibres. Esta situación es interesante porque si bien es cierto el tratamiento con mayor aporte de riego (T1) presentó mayor producción de fruta, la productividad del agua ($WP = K_{g\text{fruta}}/L_{\text{riego}}$) señaló que este incremento no fue significativo en comparación al tratamiento T0, el cual se sitúa en el óptimo de la curva de productividad-riego.

CONCLUSIONES

La importancia de la buena administración de los recursos hídricos de cara a condiciones desfavorables en la disponibilidad de agua de riego, obliga a utilizar todas las herramientas conceptuales y tecnológicas que permitan mejorar la definición de las necesidades de riego de los cultivos. En este trabajo se comprobó que el uso conjunto de información satelital disponible en la Plataforma PLAS y de valores de la demanda ambiental desde estaciones meteorológicas, permite establecer una metodología simple y operativa para determinar las necesidades de riego del cultivo de mandarinos y que además permite alcanzar niveles productivos altos, en este caso cercanos al óptimo. Así mismo, se concluye que tasas deficitarias de riego en las etapas II y III del cultivo indujeron menores rendimientos, menores calibres y bajas en la calidad del producto.

LITERATURA CITADA

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998).** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Irrig. Drain. Pap. 56, FAO, Rome, pp. 300.
- Bausch, W.C. (1993).** Soil background effects on reflectance-

based crop coefficients for corn. Remote Sens. Environ. 46: 213–222. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(93\)90096-G](https://doi.org/10.1016/0034-4257(93)90096-G).

Bausch, W.C. (1995). Remote sensing of crop coefficients for improving the irrigation scheduling of corn. Agric. Water Manage. 27: 55–68. [https://doi.org/10.1016/0378-3774\(95\)01125-3](https://doi.org/10.1016/0378-3774(95)01125-3).

Bausch, W.C., Neale, C.M.U. (1987). Crop coefficients derived from reflected canopy radiation: a concept. Trans. ASAE 30: 703–709. <https://doi.org/10.13031/2013.30463>.

Campos, I., Neale, C.M.U., Calera, A., Balbontín, C., González-Piqueras, J. (2010). Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). Agricultural Water Management. 98: 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.07.011>.

CEBAS-CSIC. (2014). Guidelines on Best Irrigation Management Practices for citrus production in the Mediterranean Area. SIRRIMED. Sustainable use of irrigation water in the Mediterranean Region. p.23

Conesa, M. R.; de la Rosa, J. M.; Fernández-Trujillo, J. P.; Domingo, R.; Pérez-Pastor, A. (2018). Deficit irrigation in commercial mandarin trees: water relations, yield and quality responses at harvest and after cold storage. Spanish Journal of Agricultural Research. 16(3) e1201. <https://doi.org/10.5424/sjar/2018163-12631>

González-Altozano P, Castel JR. (2003 a). Regulated deficit irrigation in “Clementina de Nules” citrus tree, I. Yield and fruit quality effects during four years. Span J Agric Res. 1:81-92. <https://doi.org/10.5424/sjar/2003012-24>

González-Altozano P, Castel JR. (2003 b). Regulated deficit irrigation in “Clementina de Nules” citrus tree, II. Effects on vegetative growth. Span J Agric Res. 1: 93-101. <https://doi.org/10.5424/sjar/2003012-25>

Heilman, J.L., Heilman, W.E., Moore, D.G. (1982). Evaluating the crop coefficient using spectral reflectance. Agron. J. 74: 967–971. <https://doi.org/10.2134/agronj1982>.

Neale, C.M.U., Bausch, W.C., Heermann, D.F. (1989). Development of reflectance-based crop coefficients for corn. Trans. ASAE 32: 1891–1899.

Osorio A. y Burgos M. (eds.) (2012). Riego en Mandarinos y Paltos: Resultados de Investigaciones en el Valle del Río Limarí. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena, Chile. Boletín N°240. 100 p.



Demanda hídrica y productividad económica del agua de la superficie plantada de frutales en la provincia de Limarí, Chile

Víctor Muñoz A.^{1,2}

¹ VMA Consulting SpA., Coquimbo, Chile.

² Universidad de La Serena, Facultad de Ciencias, Escuela de Agronomía.

Correspondencia: victor.munoz@userena.cl

RESUMEN

La fruticultura es relevante para la región de Coquimbo, y se concentra en la provincia de Limarí. Los últimos 20 años experimentó un aumento de superficie plantada y variaciones en las especies cultivadas, lo que implicó aumentos de demanda hídrica. Sin embargo, ocurrieron sequías que afectaron transversalmente la agricultura, por lo que resulta relevante conocer la demanda de agua y la productividad económica del agua (EWP, expresada en USD/m³) por especie y con enfoque territorial. Se determinó la demanda hídrica de 7 subcuencas de Limarí analizando ETo y Kcb de 2018. Se estudiaron estadísticas productivas y comerciales para determinar ingresos totales; y se analizó la relación ingresos totales/demanda hídrica (USD/m³ de agua) por especie, subcuenca y por especie x subcuenca. La demanda hídrica total fue 109,73 hm³; los ingresos totales, 386,32 MM USD; y la productividad económica del agua promedio fue de 3,52 USD/m³. La uva de mesa fue el cultivo de mayor demanda hídrica (44,27 hm³) y más ingresos totales (168,15 MM USD). Mandarino, palto y olivo tuvieron requerimientos similares (entre 19,60 y 15,40 hm³), pero ingresos diferentes (105,00; 56,00 y 15,90 MM USD respectivamente). Olivo, nogal, almendro y limonero, tuvieron ingresos similares (entre 11,40 y 15,90 MM de USD), pero demanda hídrica muy diferente (entre 15,93 y 1,38 hm³ por temporada). La relación USD/m³ de la cuenca y las subcuencas permitió comparar la productividad económica del agua de distintos frutales y combinaciones subcuenca x cultivo; existiendo especies y subcuencas que estuvieron por sobre y por debajo del promedio.

Palabras clave: subcuencas, riego, fruticultura, rentabilidad, eficiencia

ABSTRACT

Water demand and economic productivity of water of the fruit cultivated area in Limarí's province, Chile. Fruit productions is relevant in Coquimbo's Region, and it's concentrated in Limarí province. In the last 20 years the cultivated area increased with differences in growing crops, causing an increase of water demand. However, drought affected all the agriculture, so it's relevant to know the water demand (WD) and the economic productivity of water (EPW, expressed in USD/m³) by fruit crop and with territorial focus. The WD was studied for 7 sub-basins of Limarí analyzing Eto and Kcb of 2018. Productive and commercial statistics were studied to estimate total incomes (TI); and the relation TI/WD (USD/m³ of water) was analyzed by fruit crop, sub-basin and by the combinations of fruit crop x sub-basin. The total WD was 109,73 hm³, the TI, 386,32 USD millions; and the average WEP was 3,52 USD/m³. Table grapes was the fruit crop with higher WD (44,27 hm³) and TI (168,15 USD millions). Mandarins, avocado and olives had similar water requirements (between 19,60 and 15,40 hm³), but different TI (105,00; 56,00 and 15,90 USD millions respectively). Olives, walnuts, almonds and lemons had similar TI (between 11,4 and 15,9 USD millions), but very different WD (between 15,93 to 1,38 hm³ per season). The ratio USD/m³ for the basin and sub-basins allowed to compare the WEP for different fruit crops and combinations fruit crop x sub-basin, identifying fruit crops and sub-basin under and below the average.

Key Words: sub-basins, irrigation, fruit production, profitability, efficiency

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 20 años la fruticultura de la región de Coquimbo se ha expandido de manera importante en términos de superficie plantada, pasando de 14.239 ha en 1999 a 27.177 ha en 2018, equivalente a un aumento del 90 % para ese período (CIREN, 1999, 2018). El peak del auge frutícola ocurrió en 2011, cuando la superficie total plantada llegó a las 29.860 ha; destacando que en Limarí hubo un aumento de 7.494 ha entre 1999 y 2011, en Choapa la superficie plantada creció en 3.470 ha (888 ha en 1999), y en Elqui el aumento fue de 2.571 ha (CIREN, 2011). En 2011 la superficie de frutales de las provincias de Limarí, Elqui y Choapa era equivalente al 60,4 %, 23,9 % y 15,7 % regional, destacando el aumento de la participación relativa de Choapa, que en 1999 era sólo del 6,2 % respecto al total. Los mayores aumentos relativos los experimentó el olivo (*Olea europaea* L.) (+1.392 %), mandarina (*Citrus reticulata*) (+738 %), almendro (*Prunus dulcis* Mill.) (+448 %), palto (*Persea americana* Mill.) (+401 %) y nogal (*Juglans regia*) (+254 %), ya que en 1999 la mayoría de estas especies (salvo el palto, con 1.256 ha) tenían superficies marginales (entre 230 y 470 ha). También aumentó la superficie plantada de uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) (24 %), limonero (*Citrus limon* (L.) Burm) (43 %) y otras especies (37 %).

El aumento de la superficie plantada respondería a tendencias comerciales y de consumo, y a aprovechar oportunidades de mercado; sin embargo, implicó un incremento significativo de la demanda de agua para riego, y si bien hubo también un aumento de la tecnificación del riego (81,8 % en 1999 y 94,9 % en 2011); (CIREN, 1999, 2011), la región de Coquimbo se vio afectada por una de las peores sequías de la historia, lo que repercutió negativamente en todo tipo de huertos y empresas (Olivares & Treimun, 2014). Las dotaciones por acción de agua se ajustaron a la baja y aumentó la presión de uso de agua subterránea (pozos), pero la oferta de agua no satisfacía la nueva demanda, por lo que en los años siguientes la superficie plantada se redujo, tratando de buscar un equilibrio entre el cultivo de frutales económicamente rentables, sus requerimientos hídricos y la disponibilidad de agua. Así, en 2015 y 2018

la superficie plantada de frutales fue de 27.776 y 27.177 ha, respectivamente (CIREN, 2015, 2018), destacando que la mayor baja ocurrió en Limarí (2.596 ha entre 2011 y 2018), en Elqui hubo una leve baja (610 ha) y en Choapa hubo una leve alza (523 ha). Después de 2011 se cuestionó mucho la expansión del cultivo del palto, dado sus altos requerimientos hídricos (Franck & Muñoz-Aravena, 2014); se propusieron cultivos alternativos como el granado, de menor consumo de agua y perspectivas comerciales favorables, pero que con el paso de los años disminuyó en su competitividad; aumentó de manera importante la superficie plantada de mandarinos, especie que tendría un menor requerimiento de agua respecto al palto y buenas perspectivas comerciales; y variedades tradicionales de uva de mesa como Flame Seedless disminuyeron en superficie en desmedro de nuevas variedades más productivas y de mejor calidad de fruta.

El ajuste de la superficie plantada de frutales respondería a múltiples factores, siendo tal vez los principales la cantidad de agua disponible y la rentabilidad que podría obtener a través de un determinado cultivo; o visto desde otro enfoque, el de querer producir un cultivo en particular y considerar la cantidad de agua necesaria para alcanzar rendimientos económicamente rentables. Si bien se conoce de manera detallada la evolución de la superficie de frutales para la región de Coquimbo, no se ha analizado el impacto económico y en la demanda hídrica que estos cambios han implicado, temáticas abordadas en esta investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio corresponde a la provincia de Limarí, región de Coquimbo, Chile, la que presenta un clima semiárido. En esta zona el desarrollo de la agricultura requiere de la aplicación de agua a través del riego, siendo la acumulación de nieve en la cordillera y el embalse de agua, factores fundamentales para el abastecimiento durante los meses de primavera y verano (Santibañez et al., 2014). La delimitación temporal del estudio fue el año 2018, ya que se trató de la última campaña con alta disponibilidad de

agua en la cuenca de Limarí (Figura 1). En 2018 se publicó el Catastro Frutícola para la Región de Coquimbo (CIREN, 2018), en el que se observaron variaciones en las tendencias de plantación de frutales respecto a años anteriores, y se utilizaron sus estadísticas, considerando (i) superficie plantada por especie y variedad, (ii) rendimientos promedio y (iii) porcentaje de exportación, mercado interno, industria y desecho. También se utilizaron shape files que indicaban la ubicación espacial de los cuarteles de las distintas especies en la cuenca del Limarí (Figura 2); y se interceptó con polígonos de las 7 subcuencas presente en la provincia del Limarí (DGA, 2014). Se determinó la superficie cultivada por especie frutal en cada subcuenca y se seleccionaron las especies que sumaban más del 90 % del total plantado por cada subcuenca para analizar la demanda hídrica e ingresos totales. Se generaron shape files "subcuenca x especie", se cargaron en la plataforma IRRISAT (<https://irrisat-cloud.appspot.com/>) y se analizó el Kcb para el año 2018. El NDVI permite estimar el coeficiente basal de cultivo (Kcb o VI-based crop coefficient), logrando predecir con alta precisión la evapotranspiración del cultivo (Glenn et al., 2011). El Kcb es una variable requerida para la estimación de necesidades hídricas de los cultivos (Allen et al., 1998). Además, se consultó la ETo de 2018 en cada subcuenca

en la red de estaciones meteorológicas CEAZAMET, y se estimó la ETC como el producto del Kcb y la ETo (Allen et al., 1998), considerando valores promedios quincenales. Para determinar la demanda hídrica por subcuenca se multiplicó la ETC de cada combinación "subcuenca x especie" por la superficie plantada en la subcuenca.

Por otra parte, se analizaron los precios FOB de exportación del año 2018 por especie y mes (Aduana, 2018) y los precios en el mercado local sin impuestos (ODEPA, 2022) al que se le descontó un 30 % bajo el supuesto que corresponde al precio de venta del intermediario (precio a productor en mercado local, PPML), y se asumió que el precio de la fruta para agroindustria fue el 33 % del PPML. Los precios del mercado local (CLP) se transformaron a dólares usando el tipo de cambio del mes correspondiente (SII, 2018). Para estimar los ingresos totales sin impuestos (TI) por especie y subcuenca se multiplicó la superficie plantada por subcuenca por el rendimiento promedio, y luego se ponderó por el porcentaje de exportación, mercado local, agroindustria y descarte, y los precios correspondientes; y se calcularon los TI de la cuenca sumando los valores por especie de cada subcuenca. Finalmente se calculó

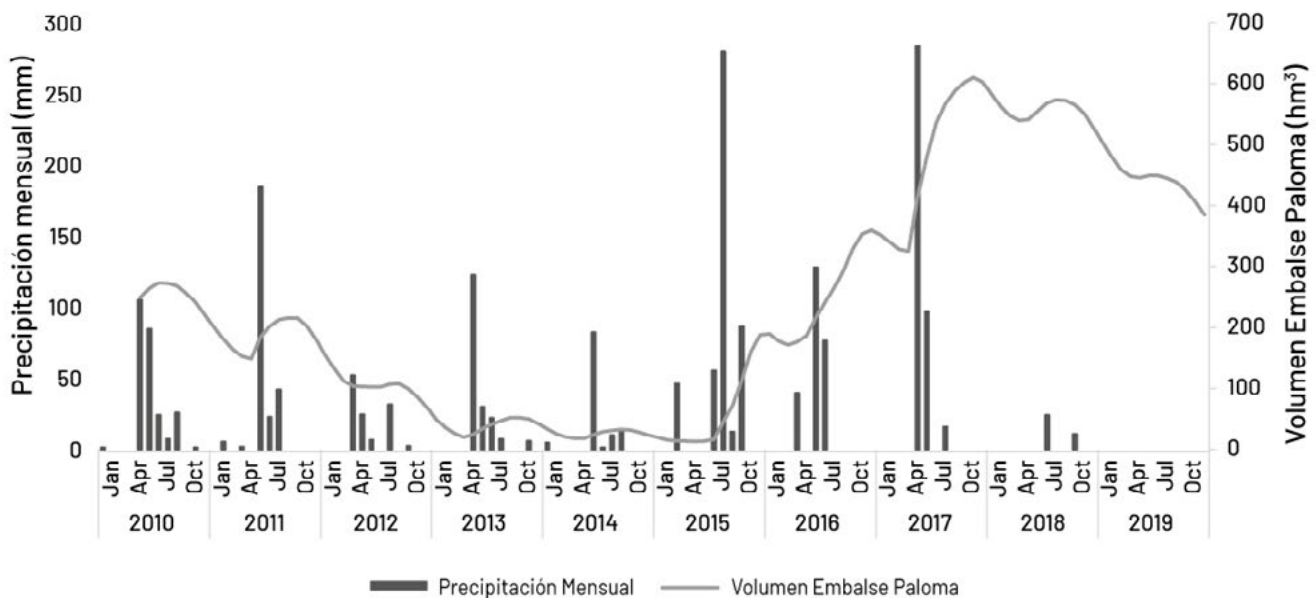


Figura 1. Precipitaciones en río Grande en Las Ramadas y volumen embalse La Paloma - 2010 a 2019.

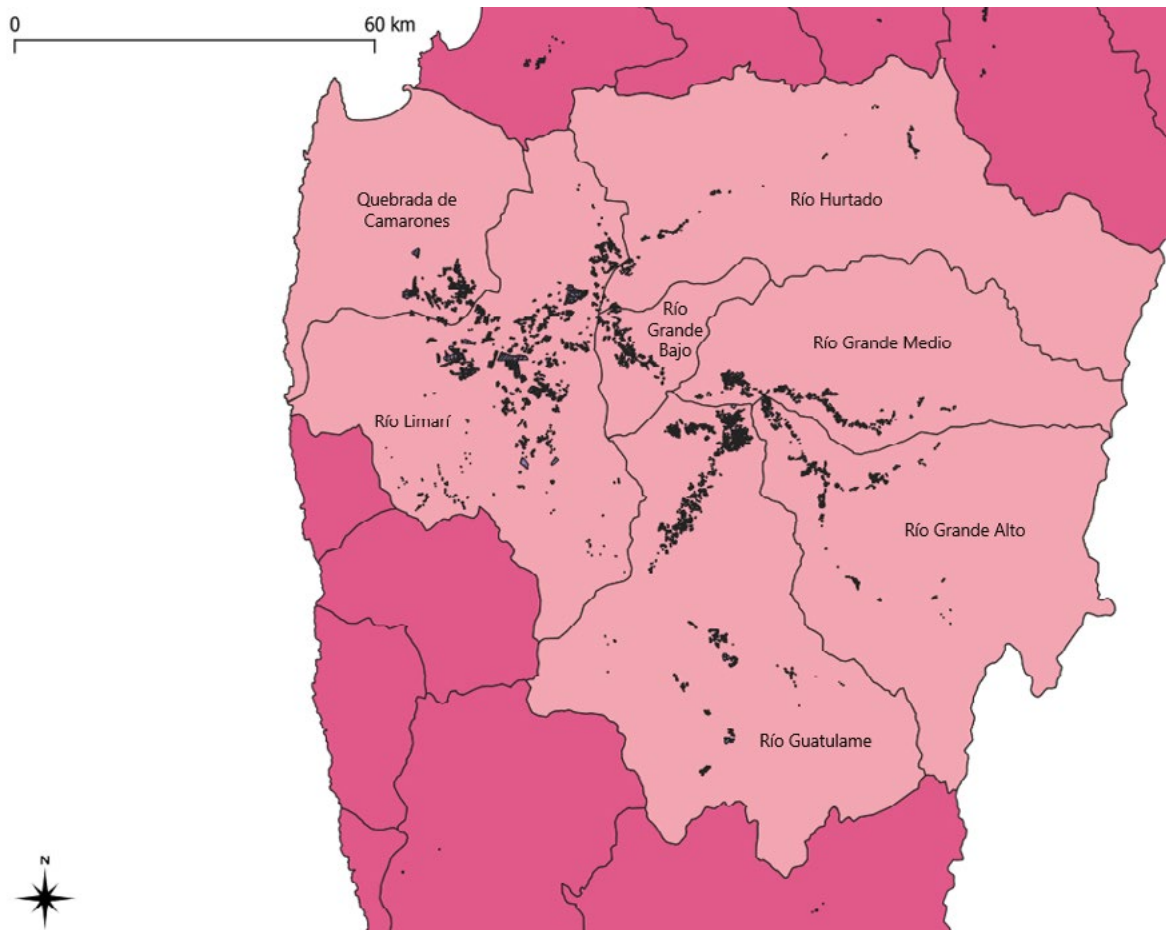


Figura 2. Polígonos de huertos frutales del Catastro Frutícola de la región de Coquimbo, año 2018; y proyección de subcuencas (rosado claro, subcuencas de la provincia de Limarí con plantaciones frutales; rosado oscuro, resto de subcuencas de la región de Coquimbo).

la relación USD generados por m^3 de agua requerido (la que se denominará “productividad económica del agua”, EWP) para cada combinación “subcuenca x especie”, como el cociente entre TI (USD) y la demanda hídrica por temporada (hm^3), y se generaron gráficos tipo *step function* para cada subcuenca, considerando la demanda hídrica en el eje de las abscisas y la EWP (USD/ m^3 de agua) de cada especie en el eje de las ordenadas.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la superficie cultivada (ha) de los distintos frutales en las 7 subcuencas, así como su proporción respecto al total. En 2018 la especie más plantada era la uva de mesa, con una superficie

equivalente al 34,8 % del total, seguida por el olivo y el mandarino; mientras que la subcuenca con mayor superficie plantada fue río Limarí, con más del 40 % del total, siendo también una de las más diversas (6 de 8 de los frutales analizados).

Demanda hídrica

La Tabla 2 muestra la demanda hídrica (hm^3 /temporada) de la superficie cultivada de los distintos frutales en las 7 subcuencas. La especie con mayor demanda hídrica es la uva de mesa, con un requerimiento equivalente al 40,3 % del total, seguida por el mandarino (17,9 %) y el palto (15 %); mientras que la subcuenca con menor demanda hídrica es río Limarí, con el 33,9 % del total de la cuenca.

Tabla 1

Superficie plantada de frutales en las subcuencas del Limarí para el año 2018.

Subcuenca	Uva de Mesa (ha)	Olivo (ha)	Mandarino (ha)	Palto (ha)	Almendro (ha)	Nogal (ha)	Naranja (ha)	Limonero (ha)	Total Subcuenca (ha)	Proporción
1. Q. Camarones		871,86	220,91	136,27	209,25	91,47	100,19		1.629,95	10,40 %
2. R. Grande medio	803,24		396,12			211,37			1.410,73	9,00 %
3. R. Guatulame	2.366,66		956,74						3.323,40	21,30 %
4. R. Grande alto	698,57		296,30	130,64		156,73			1.282,24	8,20 %
5. R. Grande bajo	419,64		119,58	338,11				167,77	1.045,10	6,70 %
6. R. Hurtado	77,33			319,19		208,99			605,51	3,90 %
7. R. Limarí	1.072,54	2102,72	884,29	1.077,37	872,89	330,11			6.339,92	40,50 %
Total Especie	5437,98	2.974,58	2873,94	2.001,58	1.082,14	998,67	100,19	167,77	15.636,85	
Proporción (%)	34,80	19,00	18,40	12,80	6,90	6,40	0,60	1,10		

Tabla 2

Demanda hídrica de la superficie de frutales en las subcuencas del Limarí para el año 2018.

Subcuenca	Uva de Mesa (hm ³)	Olivo (hm ³)	Mandarino (hm ³)	Palto (hm ³)	Almendro (hm ³)	Nogal (hm ³)	Naranja (hm ³)	Limonero (hm ³)	Total Subcuenca (hm ³)	Proporción
1. Q. Camarones		4,94	2,02	1,01	0,97	0,42	0,67		10,03	9,10 %
2. R. Grande medio	6,85		1,85			1,56			10,26	9,40 %
3. R. Guatulame	19,20		6,58						25,80	23,50 %
4. R. Grande alto	7,40		3,03	1,75		1,05			13,23	12,10 %
5. R. Grande bajo	3,42		0,88	2,13				1,38	7,81	7,10 %
6. R. Hurtado	0,61			3,47		1,27			5,35	4,90 %
7. R. Limarí	6,76	10,49	5,31	8,11	4,94	1,62			37,24	33,90 %
Total	44,27	15,43	19,67	16,48	5,91	5,93	0,67	1,38	109,73	
Proporción (%)	40,30	14,10	17,90	15,00	5,40	5,40	0,60	1,30		

La demanda hídrica total de la superficie de frutales para el año 2018 fue de 109,73 hm³, y la Figura 3 ilustra la proporción de demanda por especie y subcuenca.

Ingresos totales (TI)

La Tabla 3 muestra los TI (MM USD/temporada) de la superficie cultivada de los distintos frutales en las 7 subcuencas en 2018, así como su proporción respecto al total. La especie que generó más ingresos fue la uva de

mesa, con un 43,5 % del total, seguida por el mandarina (27,4 %); mientras que las subcuencas que generaron más ingresos son río Limarí y río Guatulame, con el 29,8 % y 29,7 % del total respectivamente. Los TI de la superficie de frutales para el año 2018 fueron de 386,32 USD, y la Figura 4 muestra la proporción de TI por subcuenca y especie.

Productividad económica del agua (WEP)

La Tabla 4 presenta la productividad económica del agua

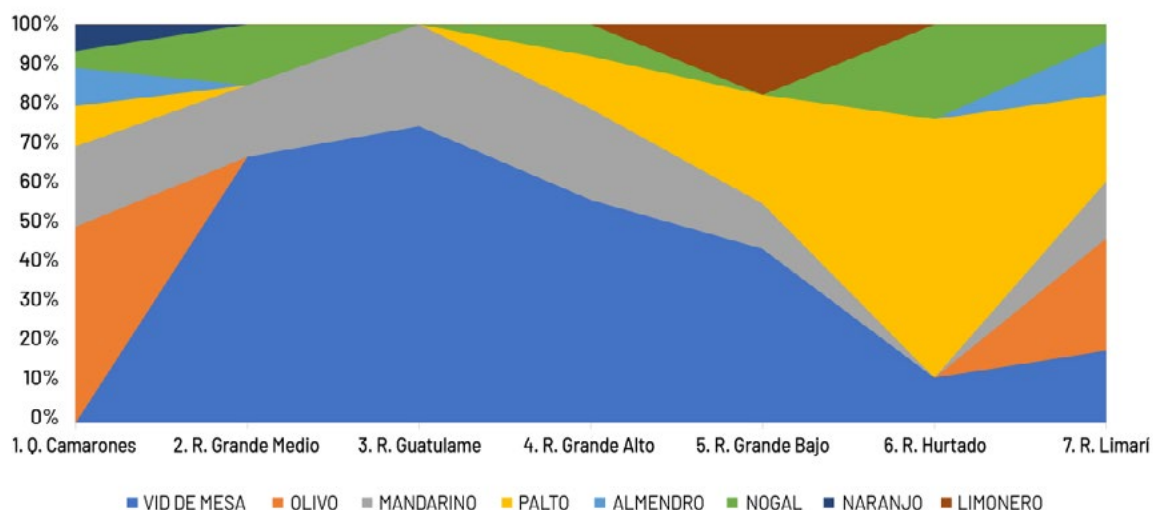


Figura 3. Proporción de demanda hídrica por frutal en las cuencas del Limarí, temporada 2018.

Tabla 3

Ingresos totales (TI; MM USD/temporada) de la superficie plantada de frutales por subcuenca, 2018.

Subcuenca	Uva de Mesa (MM USD)	Olivo (MM USD)	Mandarino (MM USD)	Palto (MM USD)	Almendro (MM USD)	Nogal (MM USD)	Naranja (MM USD)	Limonero (MM USD)	Total Subcuenca (MM USD)	Proporción
1. Q. Camarones		4,67	6,94	3,84	2,22	1,11	2,51		21,28	5,50 %
2. R. Grande medio	24,46		15,07			2,56			42,09	10,90 %
3. R. Guatulame	76,17		38,55						114,72	29,70 %
4. R. Grande alto	21,11		12,88	3,68		1,89			39,57	10,20 %
5. R. Grande bajo	12,61		3,84	9,53				13,84	39,82	10,30 %
6. R. Hurtado	2,26			9,00		2,53			13,78	3,60 %
7. R. Limarí	31,54	11,26	28,66	30,36	9,25	3,99			115,06	29,80 %
Total	168,15	15,93	105,94	56,41	11,47	12,07	2,51	13,84	386,32	
Proporción (%)	43,50	4,10	27,40	14,60	3,00	3,10	0,60	3,60		

(USD/m³) para cada combinación “subcuenca x especie”; así como la ponderación de USD/m³ por subcuenca y por especie. Al dividir el total de TI por el total de demanda hídrica (386,32 MM USD/109,73 hm³), la WEP de la cuenca es de 3,52 USD/m³; valor que sirve de referencia para comparar (i) la WEP ponderada por subcuencas (sólo río Grande medio, río Guatulame y río Grande bajo están por sobre el promedio) y (ii) la WEP por especie (4 de 8 están por sobre el promedio; y 2 de las que están por debajo del promedio tienen valores mucho más bajos que el resto).

La Figura 5 muestra la relación entre la demanda hídrica por temporada y los TI para cada cultivo (celeste) y subcuenca (anaranjado) en la temporada 2018, siendo en este caso 3,7 USD/m³ la WEP de la cuenca y 3,4 USD/m³ la WEP de las subcuencas. Al analizar las especies, la uva de mesa es la especie que tiene una mayor demanda hídrica en la cuenca y también la que genera más TI. El caso del mandarino, palto y olivo es interesante, ya que tienen una demanda hídrica similar (entre 15,4 y 19,7 hm³/temporada), pero los TI de cada uno son muy diferentes (alto para el mandarino,

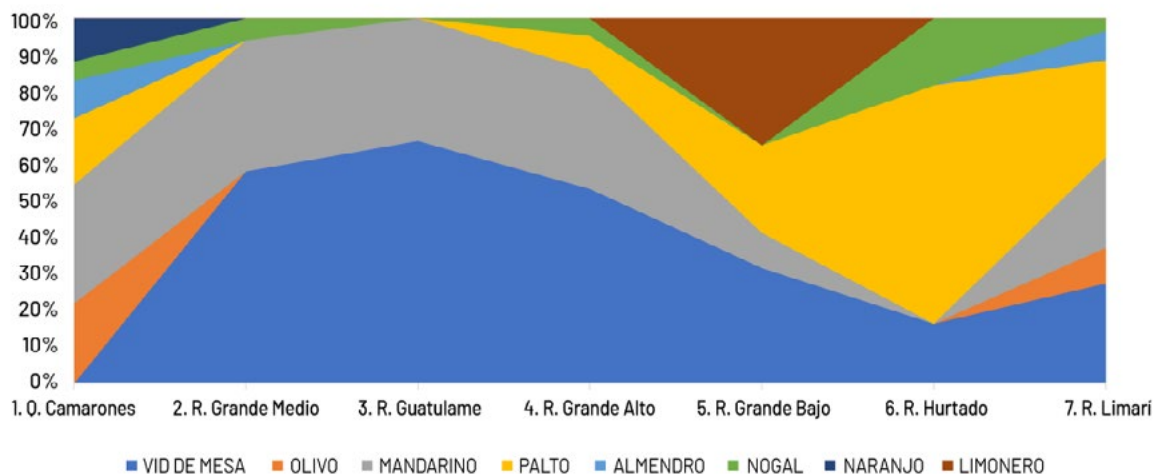


Figura 4. Proporción de TI por frutal en las subcuencas del Limarí, temporada 2018.

Tabla 4

Productividad económica del agua (WEP; USD/m³) de las distintas especies por subcuenca, 2018.

Subcuenca	Uva de mesa (USD/m ³)	Olivo (USD/m ³)	Mandarino (USD/m ³)	Palto (USD/m ³)	Almendro (USD/m ³)	Nogal (USD/m ³)	Naranja (USD/m ³)	Limonero (USD/m ³)	Ponderado por subcuenca
1. Q. Camarones		0,95	3,44	3,79	2,29	2,61	3,76		2,12
2. R. Grande medio	3,57		8,15			1,64			4,10
3. R. Guatulame	3,96		5,86						4,45
4. R. Grande alto	2,85		4,26	2,10		1,80			2,99
5. R. Grande bajo	3,69		4,35	4,47				10,02	5,10
6. R. Hurtado	3,70			2,59		1,99			2,58
7. R. Limarí	4,66	1,07	5,40	3,74	1,87	2,46			3,09
Ponderado por especie	3,80	1,03	5,39	3,42	1,94	2,04	3,76	10,02	

medio para el palto y bajo para el olivo). Por otra parte, los TI del olivo son similares a los del almendro, nogal y limonero, pero el olivo tiene una demanda hídrica en la cuenca mucho mayor, destacando que el limonero demandó 11 veces menos agua que el olivo. Al analizar las subcuencas, río Guatulame y río Limarí generan TI similares (114,72 MM USD y 115,06 MM USD, respectivamente), sin embargo, río Limarí tiene una demanda de agua mayor (+30 %); río Grande bajo, medio y alto generan TI similares (39,5 a 42,1 MM USD), pero presentan demanda de agua diferente; quebrada de Camarones tiene una demanda hídrica similar a río Grande medio, pero genera -50 % de TI, y río Hurtado

genera el 64 % de los TI de quebrada de Camarones (13,78 MM USD y 21,28 MM USD, respectivamente), pero tiene el 50 % de la demanda hídrica (5,35 hm³ y 10,03 hm³ respectivamente), compensando su WEP.

Al analizar la productividad económica del agua (USD/m³) de las distintas combinaciones “subcuenca x especie”, destaca que el limonero es el cultivo con la mayor relación USD/m³, el mandarino tuvo valores altos en todas las subcuencas salvo en quebrada de Camarones; la uva de mesa tuvo valores medio a medio altos; en el caso del palto, la relación varió de medio-

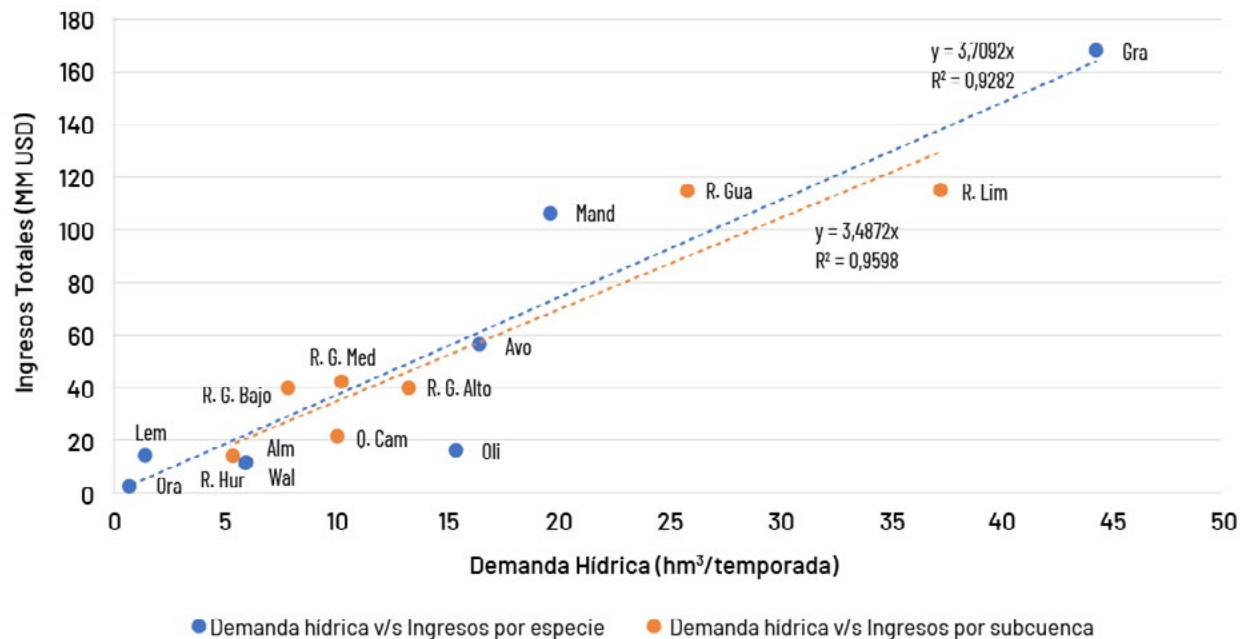


Figura 5. Relación demanda hídrica versus ingresos netos por frutal en la cuenca de Limarí, temporada 2018. Puntos celestes: Alm, almendro; Avo, palto; Gra, uva de mesa; Lem, limonero; Man, mandarinas; Oli, olivos; Ora, naranjas; Wal, nogales. Puntos anaranjados: R. G. Alto, río Grande alto; R. G. Bajo, río Grande bajo; R. G. Med., río Grande medio; R. Gua, río Guatulame; R. Hur, río Hurtado; R. Lim., río Limarí; Q. Cam, quebrada de Camarones.

alto, medio y medio-bajo dependiendo de la subcuenca; el nogal tuvo una relación media-baja y baja; almendro tuvo una relación similar a la del nogal en la subcuencas en que tuvo valores media-baja, y el olivo tuvo la relación más baja de toda la cuenca.

La Figura 6 muestra la relación demanda hídrica (hm^3) y productividad económica del agua (USD/m^3) para cada subcuenca. La línea punteada roja indica la productividad económica del agua de la cuenca ($3,52 \text{ USD}/\text{m}^3$) y la línea punteada azul indica la productividad económica del agua ponderada para cada subcuenca. La Figura 7 muestra la diferencia entre la WEP de cada subcuenca y la WEP promedio de Limarí, destacando que sólo 3 de las subcuencas están por sobre el promedio de Limarí (río Grande bajo, río Guatulame y río Grande medio); mientras que río Hurtado y quebrada de Camarones son las que tienen la mayor diferencia negativa en comparación con el promedio y generan $-0,94$ y $-1,40 \text{ USD}/\text{m}^3$.

DISCUSIÓN

En la Figura 6 se observa que las subcuencas quebrada de Camarones, río Hurtado, río Grande bajo, río Grande medio y río Grande alto, tienen demandas de agua relativamente similares (6 a $13 \text{ hm}^3/\text{temporada}$), mientras que las subcuencas de río Guatulame y río Limarí tienen una demanda hídrica mucho mayor (27 y $37 \text{ hm}^3/\text{temporada}$ respectivamente). Sin embargo, la WEP es diferente en cada subcuenca, y en río Hurtado y quebrada de Camarones, la mayoría de las especies están por debajo del promedio de $3,52 \text{ USD}/\text{m}^3$ de la cuenca de Limarí; quebrada de Camarones y río Limarí son las subcuencas más diversas, y río Limarí tiene cultivos con alta, media y baja relación USD/m^3 . Además, hay cultivos como el mandarino, que tienen una WEP alta en la mayoría de las subcuencas, mientras que el olivo tiene la WEP más baja. Este tipo de análisis es similar al realizado en Yakima, Washington (EE. UU.), en que compararon la rentabilidad económica del agua de distintos rubros en

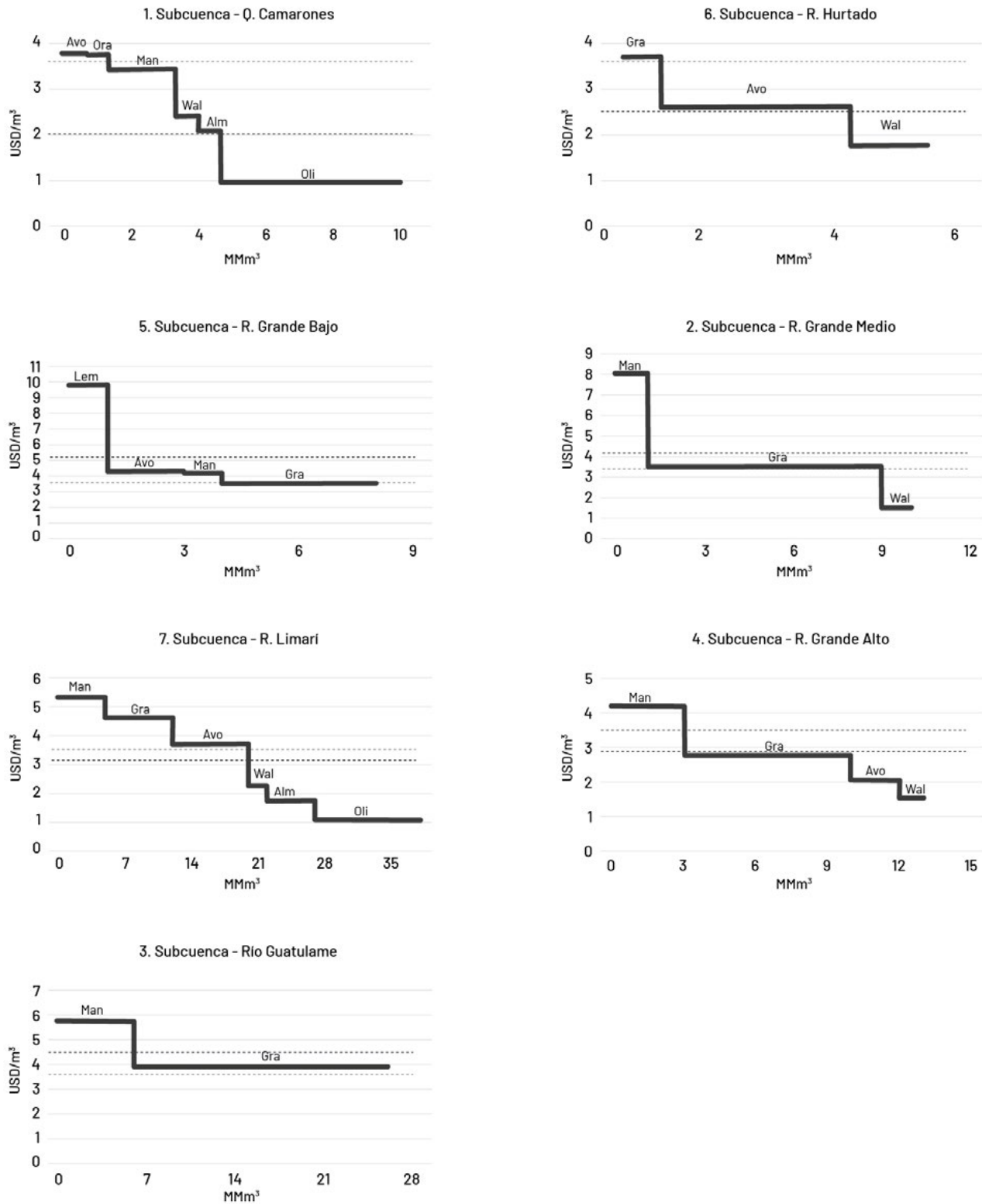


Figura 6. Relación demanda hídrica (hm^3) y productividad económica del agua (USD/m^3) para cada subcuenca del Limarí, 2018. Línea roja, WEP media de Limarí ($3,52 \text{ USD}/\text{m}^3$); Línea celeste, WEP media de cada subcuenca. Leyenda: Alm, almendro; Avo, palto; Gra, uva de mesa; Lem, limonero; Man, mandarinas; Oli, olivos, Ora, naranjas; Wal, nogales.

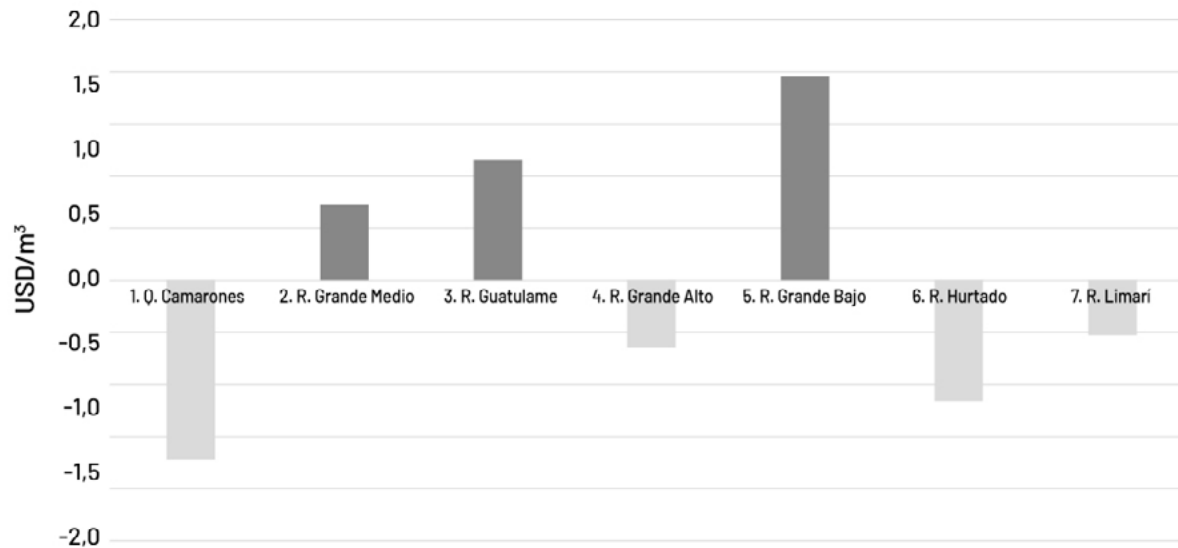


Figura 7. Diferencia de USD/m³ por subcuenca respecto al promedio de Limarí (3,52 USD/m³).

diferentes distritos; asumiendo los mismos ingresos netos por rubro, pero con variaciones de la demanda hídrica por rubro en cada distrito y con diferente superficie cultivada (Yoder et al., 2014). En dicha investigación, un mismo rubro tenía demanda de agua diferente entre distritos, lo que afectaba también su productividad económica del agua; destacando que aquellos cultivos que generaban más ingresos por m³ mantenían su predominancia por sobre otros en distintas cuencas, lo que concuerda con este estudio; pero la diferencia de demanda hídrica de un cultivo en diferentes distritos fue mucho mayor (hasta 50 %), lo que no ocurrió en esta investigación. Por otra parte, en este estudio los TI por rubro tuvieron variaciones entre distritos, ya que se consideraron las variedades más plantadas por especie, fecha de cosecha y precio; y en Yakima analizaron los ingresos netos, por lo que la magnitud de la relación USD/m³ fue menor (ejemplo, manzanos: 0,33 a 0,08 USD/m³), ya que incluyó costos (Yoder et al., 2014).

En Jordania se realizó una investigación similar, en la que analizaron la productividad económica del agua de hortalizas, cultivos y frutales (Al-Karablieh et al., 2012), y los resultados de frutales concuerdan con el presente estudio

para el caso las mandarinas (de las más altas, 0,76 USD/m³) y del olivo (la más baja, 0,0966 USD/m³), y además describen que la mayor productividad del agua la obtuvo el banano (1,1 USD/m³), y sugieren que para aquel cultivo se justificaría la instalación de plantas de osmosis inversa dado que el costo de desalinización de 1 m³ era de 0,36 USD, equivalente al 50 % del beneficio neto generado por el banano. En ese sentido, la desalinización en la región de Coquimbo es un tema que está en constante evaluación, pero su uso en agricultura es poco probable dados los costos del agua desalinizada y sólo en cultivos con alta rentabilidad o productividad económica del agua podrían absorber dicho costo.

Respecto a la diferencia entre la WEP de cada subcuenca y la WEP promedio de Limarí (Figura 7), las 3 subcuencas que están por sobre el promedio de Limarí tienen en común que presentan mayoritariamente cultivos con alta WEP (río Grande medio tiene nogales, de WEP baja, pero la superficie plantada y la demanda hídrica es baja respecto al total de la subcuenca); mientras que en quebrada de Camarones, la subcuenca que presenta la mayor diferencia negativa respecto al promedio (-1,40 USD/m³), predomina el cultivo del olivo, con una gran demanda a nivel de subcuenca, pero es el cultivo que menos TI genera.

Si bien los resultados de esta investigación podrían sugerir aumentar la superficie cultivada de mandarina, uva de mesa, limonero, palto y naranjo y reducir la superficie plantada de almendro, nogal y olivo, se debe tener en cuenta que corresponden a los precios observados para un año en particular (2018) y que los precios pueden tener importantes variaciones entre temporadas por factores que no se pueden controlar (sobre oferta en mercados de destino, mayores exigencias de calidad de fruta, competencia con otros países, entre otros). En Chile ha ocurrido anteriormente que cultivos que han tenido auspiciosas temporadas producto de buenos precios en el extranjero, experimentaron importantes aumentos de superficie, lo que a la larga se tradujo en una sobre oferta, aumentos de requerimientos de calidad en los mercados de destino y una disminución de los precios, afectando así la rentabilidad del cultivo. Esto también se ha evidenciado en países como Australia, donde la empresarización del mundo rural ha tenido consecuencias negativas en vitivinicultores debido a políticas de fomento que provocaron una sobre oferta y disminución de la demanda de uva, generando una crisis económica en el sector, aumentando los niveles de estrés, el pesimismo e incluso los suicidios de agricultores (Bryant & Garnham, 2014). En ese sentido, un estudio que comparó estrategias de desarrollo agrícola de especialización y economías de escala con la diversificación; en 7 distintos sistemas productivos de diferentes partes de Europa, indica que la diversificación genera ingresos más estables, menos afectados por la volatilidad del precio y sistemas más resilientes, pero requiere de mayores habilidades de comercialización (De Roest et al., 2018), lo que sugiere incluir frutales con alta, media y baja WET en los sistemas productivos regionales. Otro aspecto que se debe considerar al momento de seleccionar un cultivo es su demanda hídrica y la oferta de agua a mediano y largo plazo, tomando en cuenta la posibilidad de enfrentar eventos de sequía, cada vez más frecuentes en zonas áridas, y cómo se afectaría la producción bajo esos escenarios. En ese sentido, un estudio realizado en Nueva Zelanda analizó las expectativas de agricultores afectados por sequías en años anteriores (3.000 personas), consultando si consideraban que las sequías aumentarían o disminuirían a 2050; concluyendo que el período de 5-10 años anteriores era más relevante en

las expectativas de los agricultores, lo que sugiere que algunos “años buenos” a futuro podrían hacerlos cambiar de parecer y eventualmente influir en sus decisiones de mediano y largo plazo (Booth et al., 2020).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de esta investigación se concluye que:

- Los frutales plantados en Limarí tienen distinta demanda hídrica (i) entre especies y (ii) subcuencas, y su participación en cada subcuenca determina la demanda hídrica del territorio; siendo la demanda hídrica total de las subcuencas del Limarí en 2018 de 109,73 hm³.
- Los frutales plantados en Limarí generan distintos ingresos totales, y su participación en cada subcuenca determina los ingresos totales del territorio; siendo ingresos totales asociados a la producción de frutales en las subcuencas del Limarí en 2018 de 386,32 MM USD.
- La productividad económica del agua expresada como ingresos totales por m³ de agua promedio de las cuencas de Limarí fue de 3,52 USD/m³.
- Existen cultivos que tienen demanda hídrica similar, pero que generan distintos niveles de ingresos totales (mandarina, palto y olivo, entre 19,6 y 15,4 hm³ de agua por temporada; ingresos totales 105,56 y 15,9 MM USD, respectivamente).
- Existen cultivos que generaron ingresos totales similares (olivo, nogal, almendro y limonero, entre 11,4 y 15,9 MM de USD), pero que tuvieron diferente demanda hídrica (15,93, 5,93; 5,91 y 1,38 hm³ de agua por temporada respectivamente).
- La relación USD/m³ promedio de la cuenca y subcuenca permite comparar la productividad económica del agua de distintos frutales y combinaciones subcuenca x cultivo; existiendo especies que están por sobre el promedio (mandarina, 5,39 USD/m³ y limonero 10,02 USD/m³) y por debajo del promedio (almendro, 1,94 USD/m³; nogal, 2,04 USD/m³; y olivo, 1,03 USD/m³); al igual que subcuencas que están por sobre (río Grande bajo, 5,10 USD/m³; río Guatulame, 4,45 USD/m³; y río Grande medio, 4,10 USD/m³) y por debajo del promedio (río Limarí, 3,09 USD/m³; río Grande alto, 2,99 USD/m³; río Hurtado, 2,58 USD/m³; y quebrada de Camarones, 2,12 USD/m³).

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada gracias al programa de becas de estudio del "Magister en gestión de recursos hídricos en zonas áridas y semiáridas" de la Universidad de La Serena, financiada con recursos de la provisión fondo de innovación para la competitividad de la región de Coquimbo.

LITERATURA CITADA

- Aduana. (2018).** Dashboard exportaciones por región de origen en monto FOB (US\$) y peso (Toneladas). Aduanas, Ministerio de Hacienda, Chile. <https://www.aduana.cl/dashboard-exportaciones-por-region-de-origen-en-monto-fob-us-y-peso/aduana/2022-06-10/121324.html>
- Al-Karablieh, E., Saleh Al-Omari, A., Kamel Al-Karablieh, E., Zahi Salman, A., Wolff, H.-P., Anton Al-AssaT., Abdelrahiem Hunaiti, D., & Mohammad Subah, A. (2012).** Estimation of the economic value of irrigation water in Jordan. In *Journal of Agricultural Science and Technology B (Vol. 2)*. <https://www.researchgate.net/publication/234138519>
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998).** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper No. 56.
- Ameur, F., Kuper, M., Lejars, C., & Dugué, P. (2017).** Prosper, survive or exit: Contrasted fortunes of farmers in the groundwater economy in the Saiss plain (Morocco). *Agricultural Water Management*, 191, 207–217. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.06.014>
- Booth, P., Walsh, P. J., & Stahlmann-Brown, P. (2020).** Drought Intensity, Future Expectations, and the Resilience of Climate Beliefs. *Ecological Economics*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106735>
- Bryant, L., & Garnham, B. (2014).** Economies, ethics and emotions: Farmer distress within the moral economy of agribusiness. *Journal of Rural Studies*, 34, 304–312. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2014.03.006>
- CIREN. (1999).** Catastro Frutícola. Cifras generales. Región de Coquimbo - 1999.
- CIREN. (2011).** Catastro Frutícola. Principales resultados. IV Región de Coquimbo - Julio 2011.
- CIREN. (2015).** Catastro Frutícola. Principales resultados. IV Región de Coquimbo - Julio 2015.
- CIREN. (2018).** Catastro Frutícola. Principales resultados. IV Región de Coquimbo - Julio 2018.
- De Roest, K., Ferrari, P., & Knickel, K. (2018).** Specialisation and economies of scale or diversification and economies of scope? Assessing different agricultural development pathways. *Journal of Rural Studies*, 59, 222–231. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.013>
- DGA. (2014).** Inventario de cuencas, subcuencas, y subsubcuencas de Chile. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Chile. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32709>
- Franck, Nicolás., & Muñoz-Aravena, V. M. (2014).** Frutales para zonas áridas y semiáridas: Vol. Cs. Agronómicas N°20. Universidad de Chile.
- Glenn, E. P., Neale, C. M. U., Hunsaker, D. J., & Nagler, P. L. (2011).** Vegetation index-based crop coefficients to estimate evapotranspiration by remote sensing in agricultural and natural ecosystems. *Hydrological Processes*, 25(26), 4050–4062. <https://doi.org/10.1002/hyp.8392>
- Musolino, D. A., Massarutto, A., & de Carli, A. (2018).** Does drought always cause economic losses in agriculture? An empirical investigation on the distributive effects of drought events in some areas of Southern Europe. *Science of the Total Environment*, 633, 1560–1570. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.308>
- ODEPA. (2022).** Boletín de fruta, mayo 2022. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura, Chile. <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-fruta-mayo-2022>,
- Olivares, P., & Treimun, J. (2014).** Diagnóstico del recurso hídrico en contexto de sequía y dependencia agrícola. Cuenca del Limarí, Coquimbo. Período 2000-2011.
- Santibañez, F., Santibañez, P., Caroca, C., Morales, P., González, P., Gajardo, N., Perry, P., & Melillán, P. (2014).** Atlas del cambio climático - Capítulo 1-Los climas de la zona árida de Chile.
- SII (2018).** Dólar observado. Servicio de Impuestos Internos, Ministerio de Hacienda, Chile. https://www.sii.cl/valores_y_fechas/dolar/dolar2018.htm
- Tahmasebi, T., Karami, E., & Keshavarz, M. (2020).** Agricultural land use change under climate variability and change: Drivers and impacts. *Journal of Arid Environments*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104202>
- Yoder, J., Adam, J., Brady, M., Cook, J., & Katz, S. (2014).** Benefit-cost analysis of the Yakima basin integrated plan projects.

¡Los cítricos están felices!
Celebran la protección y bienestar
que llega con esta tríada.

MARTELLO[®]

Con Tecnología PSI[®]



¡Triple acción en tus cítricos!

MARTELLO, bioestimulante fabricado en base a *Ascophyllum nodosum* que protege tus cultivos del estrés y fortalece su bienestar y productividad; APPLAUD, un eficaz control de mosquita blanca y chanchito blanco; y BORNEO, gran efectividad sobre los estados juveniles de arañitas, el único ovicida del mercado.



CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE SEIS ESPECIES DE PSEUDOCÓCCIDOS

Especie	Distribución	Coloración secreción ostiolar	Número filamentos	Relación longitud filamentos caudales con longitud del cuerpo
<i>Pseudococcus calceolariae</i>	Región de Coquimbo al Maule	Rojo vinoso	17	20-50 %
<i>Pseudococcus longispinus</i>	Región de Arica y Parinacota a la Araucanía	Blanco cremoso	17	Mayor al 100 %
<i>Planococcus citri</i>	Región de Arica y Parinacota a la Araucanía	Blanco cristalino	18	Menor o igual al 25 %
<i>Pseudococcus viburni</i>	Región de Arica y Parinacota a Los Lagos	Blanco amarillento	17	25 al 75 %
<i>Pseudococcus cribata</i>	Región de Atacama a Los Lagos	Anaranjado, ligeramente rojizo	15-16	100-125 %
<i>Pseudococcus meridionalis</i>	Región de Atacama a Los Lagos	Anaranjado	17	90 %

Elaborado por Natalia Olivares, entómologa
Más información en:





Manejo de plagas en cítricos en un contexto de cambio climático: importancia de la fenología de las plagas

Paola Luppichini B.*, Pilar Larral D., Maureen Muñoz C., Renato Ripa S. y Fernanda Espinoza de la H.

Centro de Entomología Aplicada Biocea Ltda. Quillota, Chile.

*Correspondencia: pluppichini@biocea.cl

INTRODUCCIÓN

El manejo de las plagas en los huertos de cítricos ha sido ampliamente estudiado dentro de la temática del Manejo Integrado de Plagas (MIP). La herramienta más relevante para su implementación es el monitoreo, el cual debe ser realizado sistemáticamente para detectar oportunamente la presencia, diversidad y abundancia de plagas y sus enemigos naturales; identificar los estadios de desarrollo (huevos, larvas, ninfas, pupas y/o adultos) presentes en la temporada y determinar su ubicación en los órganos de las plantas y su distribución en diferentes sectores del huerto (Dreistadt, 2014; Ripa y Larral, 2008).

La información que genera el monitoreo resulta muy valiosa al momento de tomar decisiones para el manejo de las plagas (Kogan, 1998; Dreistadt, 2014), especialmente en el caso de especies de hábitos crípticos como los pseudocóccidos (González, 2011), las que podrían pasar desapercibidas al inicio de la infestación.

El conocimiento de la ubicación de la plaga en el árbol es esencial para realizar una aplicación más precisa de control, especialmente cuando la herramienta utilizada son los plaguicidas, que generalmente requieren tomar contacto directo con la plaga para ejercer su acción o bien cubrir el área de la planta donde se encuentra la plaga.

En los cítricos la diversidad de artrópodos asociados es muy amplia, al igual que sus hábitos, localizándose en distintas

partes de la planta, ya sea para alimentarse, reproducirse o refugiarse (Dreistadt, 2014; Ripa y Larral, 2008).

Entre la información relevante que entrega el monitoreo se encuentra el conocimiento del estado de desarrollo de las plagas. Esto permite realizar una acción de manejo en el momento de mayor susceptibilidad de la plaga a las medidas de control (Dreistadt, 2014). Los resultados del monitoreo de plagas y sus enemigos naturales, deben ser complementados con datos o información del huerto. Entre los aspectos más relevantes a considerar se encuentran: fenología de las plantas, presencia de malezas en el huerto y otras especies de flora acompañante, con sus artrópodos asociados y también la presencia de hormigas. El conocimiento oportuno de estas condiciones permitirá prever, en cierto grado, la evolución de la plaga en el tiempo y reducir su posible daño (Dreistadt, 2014, Larral y Ripa, 2003, Ripa y Larral, 2008).

Cuando en un programa de manejo de plagas se trata de establecer la mejor oportunidad de realizar una acción de control, un aspecto importante es el efecto del clima sobre la fenología de la planta y de la plaga (Dreistadt, 2014; Ripa et al., 2008). En el caso de los artrópodos, es conocido que la temperatura ambiental afecta directamente su desarrollo, supervivencia y abundancia. Dentro de ciertos rangos, el aumento de temperatura puede acelerar su crecimiento y desarrollo, llegando a completar hasta dos generaciones en el tiempo que usualmente tenían sólo una. Lo anterior significa un aumento de la tasa de crecimiento poblacional

por unidad de tiempo y una aceleración de su metabolismo que requiere mayor alimentación, lo que puede traer como consecuencia un incremento del daño. Por otra parte, se ha observado que, en muchos casos, la mortalidad natural de las plagas disminuye durante el invierno debido a las temperaturas más favorables (Bale et al., 2002). En el caso de los factores que afectan los ciclos vegetativos (brotación) y reproductivos (floración y formación de frutos) de las plantas, están estrechamente vinculados y responden en gran medida a factores como el clima, pero también a otros manejos como: fertilización, riego, poda y agroquímicos, entre otros (Gardiazabal, 2008). En general, se podría indicar que los cítricos presentan dos crecimientos vegetativos en el año. La brotación de primavera es la más importante, seguida por el crecimiento de verano de menor importancia (Gardiazabal, 2008; Gil, 2004). Sin embargo, se debe considerar que hay especies cultivadas comercialmente (limoneros, naranjos, mandarinos y pomelos), con sus respectivas variedades y portainjertos, lo que genera una mayor complejidad en las correlaciones que pudieran establecerse (Gardiazabal, 2008).

En este artículo se analizan las relaciones entre algunos de los estadios fenológicos de los cítricos, a los que se asocian los correspondientes estadios de algunas plagas de importancia económica, con el objetivo de establecer las oportunidades más adecuadas para ejecutar medidas efectivas de control. Las plagas que considera esta revisión basada en estudios realizados por profesionales de Biocea son especies de pseudocóccidos (chanchitos blancos), *Aonidiella aurantii* (escama roja de los cítricos), *Naupactus godmani* (capachito de los frutales) y *Aceria sheldoni* (ácaro de la yema).

IMPORTANCIA DE RELACIONAR LA FENOLOGÍA DEL HUERTO PARA TOMAR ACCIONES MÁS OPORTUNAS EN EL CONTROL DE PLAGAS EN CÍTRICOS

Existen varios factores que interactúan y afectan a las plagas y el cultivo. El resultado de estas interacciones se manifiesta en la fluctuación de la abundancia de las plagas

y se expresa en los resultados de los sucesivos monitoreos (Cornell y Hawkins, 1995; Dreistadt, 2014).

Durante los estadios fenológicos de brotación y crecimiento activo de las plantas, los insectos pueden causar un mayor daño, ya que se alimentan de los tejidos tiernos. En estas etapas, los tejidos vegetales presentan mayor abundancia de proteínas, lo cual se asocia a una mejor calidad del alimento para los insectos (Ripa y Larral, 2020). Un estudio de tiempo generacional de *Pseudococcus longispinus* en palto, determinó que, en estructuras con mayor concentración de proteínas, el ciclo de esta especie era más corto y de mayor sobrevivencia (Ibáñez, 2008).

Por otra parte, ensayos realizados en Italia sobre chanchitos blancos en vides (*Planococcus ficus*), con aportes adicionales de nitrógeno, mostraron un incremento significativo en sus parámetros de vida, como son: tamaño de las hembras, fecundidad, sobrevivencia y longevidad de adultos (Cocco et al., 2015).

Otro ejemplo de la relevancia del estadio fenológico de brotación de las plantas sobre la abundancia de plagas, se ha observado en los huertos de cítricos, con infestaciones de áfidos y mosquitas blancas, los que requieren para su alimentación la presencia de brotes. Cuanto más vigorosos son éstos y más extenso es el período de la brotación, mayor será la infestación de áfidos en los árboles (Gaona et al., 2000; Ripa y Larral, 2020). Por otro lado, la ausencia de brotaciones tardías e invernales en el árbol, disminuye la disponibilidad de sustrato de oviposición de las hembras de la mosquita blanca algodonosa de los cítricos, *Aleurothrix floccosus* y, por lo tanto, la abundancia de la plaga disminuye significativamente (Ripa y Larral, 2020).

CHANCHITOS BLANCOS (PSEUDOCÓCCIDOS)

Las especies de chanchitos blancos más frecuentes en los cítricos son: *Planococcus citri*, *Pseudococcus longispinus*

y *Pseudococcus calceolariae*, los cuales se encuentran presentes prácticamente todo el año en las distintas especies de cítricos (Olivares et al., 2014 (a); Ripa et al., 2008). Estos insectos afectan la calidad de los frutos debido a la mielecilla que excretan y al complejo de hongos que se desarrollan en dicho fluido, los que generan manchas o costras negras que se conocen como fumagina (Martínez - Ferrer, 2008; Olivares et al., 2014 (a); Ripa et al., 2008). Sin embargo, el daño de mayor relevancia económica de este grupo de insectos, es que basta su presencia, sin identificar la especie, para que adquiera una connotación cuarentenaria en fruta de exportación (Olivares et al., 2014 (a); Ripa et al., 2008).

En cuanto a la fenología de la plaga, en estudios realizados sobre la especie *P. longispinus* (Figura 1), sobre limonero variedad Eureka, se observó la presencia de la plaga en frutos durante todo el año, predominando el estado de ninfa (Ripa et al., 2008). Fueron registrados tres "peaks" de ninfas, uno a principios de diciembre, luego a mediados de enero y el último, a mediados de febrero. Estos peaks coincidieron con la acumulación de 294 a 323 grados día (en base a 12 °C) durante el verano. Sin embargo, en trampas de agregación, que les ofrece refugio a los chanchitos, se encontró la plaga durante todo el año, pero con menor abundancia durante el invierno. *P. longispinus* busca lugares protegidos donde origina por viviparí, las pequeñas ninfas que, posteriormente, se desplazan hacia brotes y frutos en desarrollo para alimentarse de tejidos en crecimiento (Ripa et al. 2008; Ripa et al., 2020).

El chanchito blanco de los cítricos (*P. citri*) presenta tres a cuatro generaciones anuales, las cuales se encuentran traslapadas, por lo tanto, es posible encontrar todos los estados de desarrollo durante el año. En invierno disminuye su densidad y es más frecuente encontrar masas de huevos. Las hembras adultas se localizan preferentemente en lugares protegidos como frutos que están en contacto, entre hojas o ramas, grietas del árbol, hojas secas (restos de poda) y en el ombligo de naranjas, donde pueden incluso oviponer. En frutos, la población de

la plaga es más abundante durante los meses de verano, en cambio en los brotes, la población es mayor durante la brotación (crecimiento vegetativo) de principios de otoño y en menor medida durante la brotación de primavera, lo que depende de la mortalidad provocada por las condiciones climáticas del invierno (Ripa y Larral, 2008). En general, el control de esta plaga se realiza durante diciembre en la región de Valparaíso, previo al estado fenológico conocido como cierre de roseta (Ripa y Larral, 2008; Ripa et al., 2020), coincidentemente con uno de los "peaks" de la plaga.

Durante los últimos años, la mayor abundancia de pseudocócidos ha instado a los agricultores a realizar un mayor número de aplicaciones de plaguicidas en brotación, durante el crecimiento de frutos (verano) e incluso más tarde durante el otoño. El origen de esta nueva situación puede deberse a los siguientes factores: cambio climático, modificación en la proporción de especies predominantes, que en los últimos años se ha inclinado hacia *P. longispinus*, ya sea por la acción de los enemigos naturales, uso de agroquímicos o un mal manejo de la plaga debido a fallas en el monitoreo del huerto. Estos factores pueden haber contribuido a la situación actual, donde pueden observarse, en verano y otoño, máximas importantes en las poblaciones de pseudocócidos.

Por lo señalado antes, para aumentar la efectividad del manejo de chanchitos blancos, es recomendable implementar una estrategia integrada que incluya un monitoreo sistemático, manejos culturales, resguardo de los enemigos naturales y aplicación de plaguicidas sintonizados con los estadios fenológicos que correspondan de la planta y de la plaga.

La Tabla 1 resume algunas opciones de manejo químico oportuno, de acuerdo a las fenologías de la planta y de la plaga, que son factibles de incorporar en un esquema de Manejo Integrado de Plagas. Con una selección adecuada del tipo de producto a utilizar se obtienen los mejores resultados de control.



Figura 1. Ejemplares de *Pseudococcus longispinus* sobre mandarino.

Tabla 1

Oportunidad de control químico de chanchito blanco en cítricos.

Relación fenología plaga-cultivo		Control químico	
Estado fenológico del cultivo	Estado fenológico de pseudocócidos y su localización	Tipo de insecticida ¹	Grupo químico IRAC ²
Brotación a floración	Adultos y ninfas /bajo corteza, oquedades y en fruta remanente	-Inhibidores de síntesis de quitina	16
		-Reguladores de la hormona de la muda	7C
Cuaja a Inicio de crecimiento de frutos	Ninfas / frutos nuevos son colonizados	-Sulfoximinas	4C
		-Neonicotinoides	4A
		-Derivados de ac. tetrónico y tetrámico	23
Crecimiento de frutos (verano-otoño)	Adultos y ninfas / frutos y brotes	-Sulfoximinas	4C
		-Neonicotinoides	4 ^a
Poscosecha	Ninfas y adultos /frutos remanentes y bajo la corteza	- Aceite mineral	UNM

¹Revisar tolerancias en mercado de destino

²IRAC: Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas, <https://irac-online.org>

ESCAMA ROJA DE LOS CÍTRICOS (*Aonidiella aurantii*)

La escama roja de los cítricos es una plaga de importancia económica dada su capacidad de atacar frutos, follaje y madera en los cítricos (Figura 2). Su presencia altera la coloración del follaje y produce deformaciones en los frutos (principalmente en crecimiento), afectando su calidad y valor comercial (Ripa y Larral, 2008; Olivares, 2022).

La escama roja es una especie vivípara, es decir, pare crías vivas llamadas ninfas migratorias o "crawlers", las cuales se dispersan a las diferentes estructuras del árbol, donde se fijan y comienzan a alimentarse (Burguet, 2020; Kern et al., 2001; Ripa y Larral, 2008). Las poblaciones más altas de la plaga pueden ser encontradas en el interior y en la parte alta de los árboles, donde las ninfas migratorias son diseminadas principalmente por el viento (Burguet, 2020; Ripa y Larral, 2008).

La etapa más susceptible para el control de la escama roja es el primer estadio, el cual debe ser detectado mediante el monitoreo de la planta. Sin embargo, el seguimiento de los vuelos de los machos mediante trampas de feromona y la acumulación de grados día, pueden ayudar a determinar la ocurrencia de los estados susceptibles de la plaga (García-Marí et al., 2004; Kern et al., 2001; Olivares, 2022). Ripa y Larral

(2008), indican que en Chile esta especie presenta de 3 a 5 generaciones en el año, las cuales se encuentran traslapadas.

Estudios de la dinámica poblacional de *A. aurantii* realizados en California, en los cuales se utilizan trampas de feromona para monitorear el vuelo de los machos, además del muestreo de material vegetal infestado (hojas, ramillas y frutos), determinaron que una generación completa a partir de ninfa migratoria, se desarrolla entre 636,4 °GD y 666,1 °GD (Yu y Luck, 1988; Bimboni, 1970).

Desde el punto de vista del manejo de la plaga, es relevante considerar que la escama roja se establece en la madera de la planta, siendo éste su principal reservorio. Por otra parte, el manejo químico (Tabla 2) es realizado mediante equipos hidroneumáticos, con los cuales es difícil lograr un adecuado cubrimiento de la madera, en especial en el centro de los árboles. Esta situación genera que la plaga, una vez instalada en el huerto, permanece viable a través de varias temporadas. La estrategia que ha mejorado el control de *A. aurantii* y otras escamas, es realizar una poda de abertura y luego realizar una aplicación de aceite mineral, seguida de una aplicación de insecticida con acción sistémica, 35 a 50 días después, procurando un muy buen cubrimiento (comunicación personal R. Ripa 2023).



Figura 2. Ramilla de cítrico con infestación de *Aonidiella aurantii*.

Tabla 2

Oportunidad de control químico de escama roja de los cítricos.

Relación fenología plaga-cultivo		Control químico	
Estado fenológico del cultivo	Estado fenológico de <i>Aonidiella aurantii</i> y su localización	Tipo de insecticida ¹	Grupo químico IRAC ²
Desde brotación hasta botón floral	Ninfas / hojas y ramillas	-Inhibidores de síntesis de quitina	16
		-Reg. hormona de la muda	7C
		-Aceite mineral	UNM
Cuaja	Ninfas y adultos /hojas y ramillas	-Inhibidor de síntesis quitina	16
		-Reg. hormona de la muda	7C
		-Derivados de ac. tetrónico y tetrámico	23
Crecimiento de frutos	Ninfas y adultos / ramillas Ninfas migratorias / frutos y otras estructuras	-Aceite mineral	UNM
		-Sulfoximinas	4C
		-Neonicotinoide	4A
		-Derivados de ac. tetrónico y tetrámico	23
Poscosecha	Ninfas y adultos / ramillas	- Aceite mineral	UNM

¹Revisar tolerancias en mercado de destino²IRAC: Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas, <https://irac-online.org>**CAPACHITO DE LOS FRUTALES (*Naupactus godmanni*)**

Estudios realizados sobre el capachito de los frutales en cítricos, indican que esta especie presenta una marcada emergencia de adultos durante el verano y el otoño (mediados de diciembre a mayo, dependiendo de la zona), expresando la mayor abundancia poblacional en los meses de otoño (marzo a mayo) (Barattini, 2008; Olivares et al., 2014 (a); Ripa y Larral, 2008). La emergencia de los adultos es relevante dado que el principal daño económico del capachito de los frutales en cítricos, corresponde a la presencia de huevos bajo los sépalos del fruto, los cuales pueden ser confundidos con los huevos de *N. xanthographus*, curculiónido cuarentenario para varios mercados de destino de la fruta chilena (Olivares et al., 2014 b).

En cítricos, un porcentaje importante de la oviposición de los capachitos ocurre bajo los sépalos, pero también pueden oviponer bajo la madera, en hojas secas y en la corteza cercana al suelo (Olivares et al., 2014 (b); Ripa y Larral, 2008). *N. godmanni* es una especie de reproducción partenogenética, sin presencia de machos (Figura 3). Las hembras comienzan a oviponer 20 a 30 días después de la emergencia desde el suelo (Elgueta, 1993; Ripa y Larral, 2008). Dado lo anterior, la oportunidad de control de los adultos resulta gravitante para lograr un control efectivo.

Las estrategias más usadas para el control de *N. godmanni* han sido aplicar sobre el follaje, para evitar que los adultos lleguen allí a completar su ciclo, utilizando bandas pegajosas, bandas con plaguicidas, control de malezas y poda de falda (Olivares et al., 2014 a). Cabe

señalar que las bandas no controlan los curculiónidos que están previamente en el follaje, razón por la cual deben ser colocadas antes del inicio de la emergencia de adultos (comunicación personal R. Ripa 2023). Existen otras alternativas utilizadas para controlar larvas bajo

el suelo, mediante la incorporación de insecticidas o microorganismos a través del riego (Olivares y Morán, 2021).

A continuación, se muestran algunas oportunidades de control químico de esta plaga (Tabla 3).



Figura 3. Adulto de *Naupactus godmanni*.

Tabla 3

Oportunidad de control químico de *Naupactus godmanni*.

Relación fenología plaga-cultivo		Control químico	
Estado fenológico del cultivo	Estado fenológico de <i>N. godmanni</i> y su localización	Tipo de insecticida ¹	Grupo químico IRAC ²
Crecimiento de frutos	Ovipostura adultos / corteza y frutos.	Diamidas	28
		Fluoridas	8C
		Bandas o barreras al tronco	3A
Poscosecha	Ovipostura adultos / corteza y frutos.	Diamidas	28
		Fluoridas	8C
		Bandas o barreras al tronco	3A

¹Revisar tolerancias en mercado de destino

²IRAC: Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas, <https://irac-online.org>

ÁCARO DE LA YEMA (*Aceria sheldoni*)

A. sheldoni es un ácaro de la familia Eriophyidae que suele encontrarse en estado de huevo, ninfas y adultos. Su aspecto es similar a una larva alargada de color blanquecino cremoso, que alcanza una longitud cercana a 0,16 mm en estado adulto. *A. sheldoni* puede dispersarse dentro y entre las plantas mediante el viento, herramientas y trabajadores agrícolas (Ripa y Larral, 2008).

Las condiciones óptimas para el desarrollo de esta plaga son una alta humedad relativa, tal como la que existe dentro de las yemas, brácteas y primordios. Durante la floración, el ácaro también puede ser encontrado entre los sépalos de la flor y los pétalos. En promedio se producen veinte generaciones de este ácaro en un año, su mayor abundancia se presenta en el periodo de primavera y verano, donde completa una generación en diez a quince días, en cambio en invierno un ciclo puede durar treinta días (Ripa et al., 1999; Ripa y Larral, 2008).

A. sheldoni es una plaga que daña la yema, al alimentarse con sus quelíceros modificados en estiletes. Causa hipertrofia o atrofia de pétalos y ovario, provocando una deformación en los carpelos (Figura 4) y, como resultado, se obtiene un fruto atípico, lobulado y digitado (González, 1989). También

las ramillas y hojas se ven afectadas, ya que, al alimentarse de primordios, origina brotes con crecimiento en roseta y hojas deformes (Ripa y Larral, 2008). Los daños también se expresan en abscisión y caída de flores y frutos, reduciendo la carga frutal (Phillips y Walker, 1997).

Con el objetivo de evitar el daño de la plaga, el control químico debe realizarse desde otoño a mediados de invierno. A medida que se posterga el momento de aplicación, es probable que se incremente el daño en la brotación y floración de primavera. La Universidad de California (2019) indica que el control químico de esta plaga se debe realizar sesenta a noventa días previo a la floración.

Cabe destacar que, en general, los productos que controlan este ácaro son de contacto o translaminar, por ello es relevante realizar una muy buena cobertura de la planta con la aplicación, así como una calibración adecuada de la maquinaria para poder penetrar en la planta y alcanzar las ramillas interiores. Es importante recordar que el control se logra únicamente cuando el ingrediente activo cubre la yema (Larral et al., 2020). En la Tabla 4 se sugieren alternativas para realizar el control de *A. sheldoni*, considerando el desarrollo fenológico de la plaga en la temporada.



Figura 4. Daño de *A. sheldoni* en fruto recién formado.

Tabla 4

Oportunidad de control químico de ácaro de la yema.

Relación fenología plaga-cultivo		Control químico	
Estado fenológico del cultivo	Estado fenológico de <i>Aceria sheldoni</i> y su localización	Tipo de insecticida ¹	Grupo químico IRAC ²
Brotación otoño (aprox. mayo)	Individuos móviles y huevos / En el interior de yemas. Yemas nuevas colonizadas	-Aceite mineral	UNM
		-Avermectinas y milbemectinas	6
Poscosecha	Individuos móviles y huevos /Se mantienen en yemas. Abundancia de huevos se reduce	-Aceite mineral	UNM
		-Avermectinas y milbemectinas -Inhibidores transporte mitocondrial	6 21-A

¹Revisar tolerancias en mercado de destino²IRAC: Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas, <https://irac-online.org>

POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En relación al cambio climático que está afectando a una gran parte del planeta, cabe mencionar que la fenología es una área de estudio de la bioclimatología, que asocia al clima con los fenómenos periódicos que afectan a los seres vivos que, en forma particular, aplica para los frutales cítricos y sus artrópodos asociados, como sus plagas y enemigos naturales. Por lo tanto, el cambio climático, sin duda, va a tener un efecto sobre los procesos periódicos conocidos como fases o estadios fenológicos como, por ejemplo, la brotación en plantas y la ovipostura en los artrópodos, los que deben ser definidos con precisión, para incorporarlos al sistema de monitoreo sistemático del huerto. Cambios climáticos como el incremento de temperatura y de CO₂ que se ha presentado a nivel mundial, incide directamente en los diversos ecosistemas y ciertamente en la agricultura.

Entre los efectos del cambio climático sobre la fitosanidad, se observa el establecimiento de nuevas plagas que han mostrado un claro patrón creciente (Ferrada et al., 2007; Ide et al., 2014, citados por Marquet, 2020).

Por otra parte, de acuerdo al registro de ODEPA (2023),

la zona central de Chile es la que concentra la mayor superficie de producción frutícola (83,8 %), zona que se caracteriza principalmente por climas templados. Bale et al., 2002 (citado por Shrestha, 2019), señala que el aumento de las temperaturas podría provocar que más especies de insectos ataquen a más hospederos en este tipo de clima.

El cambio climático crea nuevos nichos ecológicos que brindan oportunidades para que las plagas se establezcan y se propaguen en nuevas regiones geográficas (FAO 2020, citado por Skendžić et al., 2021).

Los cultivos agrícolas y sus plagas asociadas se ven afectados directa e indirectamente por el cambio climático. Los impactos directos se evidencian en la reproducción, desarrollo, supervivencia y dispersión de las plagas, mientras que indirectamente el cambio climático afecta las relaciones entre las plagas, su entorno y otras especies de insectos como enemigos naturales (Praskash et al., 2014, citado por Skendžić et al., 2021).

El cambio en la fenología de los insectos es el indicador más observado de cambio climático. Con el aumento de

las temperaturas, se espera que los insectos pasen más rápido por sus estados inmaduros y se conviertan antes en adultos (Shrestha, 2019). Por otra parte, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC Secretariat, 2021) señala que, las temperaturas medias del aire más cálidas, especialmente a principios de la primavera en condiciones climáticas templadas, pueden dar lugar a que las etapas del ciclo de vida de la planta hospedera se produzcan antes en la temporada (Racca et al., 2015).

Una temperatura más alta implica actividades metabólicas más aceleradas en los insectos, lo que resulta en un acortamiento de la duración de las diapasas (principalmente hibernación) y un periodo de actividad extendido. El incremento de la temperatura podría aumentar la supervivencia y por lo tanto la abundancia de los insectos debido a la baja mortalidad invernal, generando infestaciones tempranas y aumentando el daño en los cultivos en el escenario de calentamiento global (Harrington et al., 2001, citado por Shrestha, 2019).

Los efectos del cambio climático sobre los insectos son complejos, ya que pueden favorecer a algunos e inhibir a otros, al tiempo que afecta su distribución, abundancia, desarrollo, crecimiento y fenología. Sin embargo, en general, se espera que exista un incremento de los brotes de plagas que involucrarán una mayor diversidad de artrópodos.

Otra consecuencia negativa que podría ocurrir como resultado del cambio climático, es la reducción de la efectividad de los agentes de control biológico (enemigos naturales) y esto podría ser un problema importante en los futuros programas de manejo de plagas (Skendžić et al., 2021).

Es probable que las distintas especies presentes, tanto plagas como enemigos naturales, reaccionen de forma distinta, razón por la cual es importante mantener una vigilancia de los cambios progresivos que irán ocurriendo

con el fin de evaluar si se deberán realizar adecuaciones en el manejo de las plagas.

El monitoreo a largo plazo de las poblaciones de plagas y su comportamiento, particularmente en regiones sensibles al cambio climático, puede proporcionar algunas de las primeras pistas sobre las respuestas biológicas al cambio climático (Heeb et al., 2019, citado por Skendžić et al., 2021).

En este artículo se ha dado énfasis a la importancia en la oportunidad de control, la cual es clave para la obtención de fruta de calidad. La herramienta fundamental para determinar ese momento oportuno es el monitoreo. Esta actividad debe considerar el registro de la fenología de la plaga y la del cultivo, y relacionarlos con los registros climáticos y de enemigos naturales, entre otros factores del entorno que afectan la dinámica de las plagas.

LITERATURA CITADA

Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J.E.G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L., Press, M.C., Symrnioudis, I., Watt, A.D., Whittaker, J.B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Glob Chan Biol* 8:1-16.

Barattini, P. (2008). Estudio de aspectos biológicos del capachito de los frutales *Pantomorus cervinus* (Bohemann) Coleoptera: Curculionidae en relación a parámetros naturales (Tesis de pregrado biólogo). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. Chile.

Bimboni, H. G. (1970). The relation of variation in temperature to the rate of development of immature stages of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell), on citrus (Masters thesis, Department of Entomology). University of California, Riverside.

Burguet, J. (2020). Establecimiento de una estrategia de gestión del Piojo Rojo de California (*Aonidiella aurantii* Maskell) en el marco de un protocolo de producción residuo cero en cítricos de la provincia de Valencia. (Tesis de Magister). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.

- Cocco, A., P. M. Marras, E. Muscas, A. Mura and A. Lentini. (2015).** Variation of life-history parameters of *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in response to grapevine nitrogen fertilization. *Journal of Applied Entomology = Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*, 31 Jul 2015, 139(7):519-528.
- Cornell, H. and Hawkins, B. (1995).** Survival Patterns and Mortality Sources of Herbivorous Insects- Some Demographic Trends. *The American Naturalist*. Vol 145, nº 4. 563- 593.
- Dreistadt, S. H. (2014).** Integrated pest management for citrus (Vol. 3303). University of California Agriculture and Natural Resources. Disponible en: <https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=sxnpxB9owPYC&oi=fnd&pg=PP2&dq=citrus+pest+monitoring+tools&ots=tH1uol2sdn&sig=2rm3jFHYewyYJrMcJ4ptow4D9Wl#v=onepage&q=citrus%20Opest%20monitoring%20tools&f=true>
- Elgueta, M. (1993).** Las especies Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) de interés agrícola en Chile. Publicación ocasional Nº 48. Museo Nacional de Historia Natural. 79 p.
- Gardiazábal F. (2008).** Paltos y cítricos: generalidades del cultivo. Capítulo 1. En: Ripa, R.; P. Larral (Eds.) 2008. Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos. (15-40 p). La Cruz, Chile. Versión Producciones Gráficas Ltda. Colección Libros INIA – Instituto de Investigaciones Agropecuarias Nº23.
- Gaona, G., Ruíz, E., & Peña, R. (2000).** Los pulgones (Homoptera: Aphididae) y sus enemigos naturales en la naranja, *Citrus sinensis* (L.), en la zona centro de Tamaulipas, México. *Acta zoológica mexicana*, (81), 1-12. Recuperado en 21 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372000000300001&lng=es&tlng=es.
- García-Marí, F. Hernández P., Rodríguez, J.M., Rodrigo, E. (2004).** Umbrales de tratamiento para *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria pergandii* y *Lepidosaphes beckii* (Homoptera: Diaspididae) en cítricos. *Phytoma*, 164 - diciembre 2004. Recuperado el 14 de julio de 2023 de: <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/164-diciembre-2004/umbrales-de-tratamiento-para-aonidiella-aurantii-parlatoria-pergandii-y-lepidosaphes-beckii-homoptera-diaspididae-en-citricos>.
- Gil P. (2004).** Proyecto de validación y transferencia en tecnología de riego y alternativas productivas en áreas regadas. Provaltt Quillota, CNR – INIA. Recuperado el 10 de julio de 2023 de: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/37533/NR30874.pdf>
- González, R. (1989).** Insectos y Ácaros de importancia Agrícola y Cuarentenaria en Chile. Universidad de Chile. 310 p.
- González, R.H. (2011).** Los Pseudocóccidos de importancia frutícola en Chile (Hemiptera: Pseudococcidae). *Publ. Ciencias Agric.* Nº 18, Univ. de Chile, 186 p.
- Ibáñez, G. (2008).** Estudio de parámetros de desarrollo de *Pseudococcus longispinus* Targioni & Tozzetti (Hemiptera: Pseudococcidae) en diferentes estructuras de *Persea americana* Mill (Lauraceae) variedad Hass, en la localidad de Quillota, V Región. Chile. (Tesis pregrado Biólogo). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. Chile.
- IPPC Secretariat. (2021).** Scientific review of the impact of climate change on plant pests – A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems. Rome. FAO on behalf of the IPPC Secretariat. Recuperado el 14 de julio de 2023 de: <https://doi.org/10.4060/cb4769en>
- IRAC. (2023).** The IRAC MoA classification. Disponible en: <https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online/>
- Kerns, D., Wright, G. and John Loghry, J. (2001).** California red scale *Aonidiella aurantii*. Recuperado el 17 de julio de: <https://cals.arizona.edu/crop/citrus/insects/redscale.pdf>
- Kogan, M. (1998).** Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 243–270
- Larral, P., Ripa, R. (2003).** Monitoreo de Plagas, herramienta clave para el manejo integrado. *Tierra Adentro* Nº 51: 26-29.
- Larral P., Ripa, R. y Kato, N. (2020).** Antecedentes y avances en el manejo del ácaro de la yema de los cítricos *Aceria sheldoni* (Ewing). *Revista Citricultura, Eureka*. Volumen 1, Nº1. 47-55 p.
- Marquet P. A. (2020).** Biodiversidad y cambio climático en Chile: evidencia científica para la toma de decisiones. Comité Científico COP25. Recuperado el 14 de julio 2023 de: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32249>
- Martínez-Ferrer, M.T., Ripollés J.L, and Ferran, G-M. (2008).** Treatment thresholds for the Citrus Mealybug *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) based on the relationship between male's abundance and fruit infestation. *Control in Citrus Fruit Crops IOBC/wprs Bulletin* Vol. 38, 2008pp. 117-123
- ODEPA (2023).** Estadísticas productivas. Recuperado el 20 de

julio de 2023 en <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>

Olivares, N. (2022). Escama roja de los cítricos *Aonidiella aurantii*. Revista Citricultura, Eureka. Volumen 3, N°2. 74-77 p

Olivares, N., Luppichini, P. y Volosky, C. (eds.). a.(2014). Plagas de los cítricos: reconocimiento y manejo. Boletín INIA N° 282. 120 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. La Cruz, Chile.

Olivares N., Morales, N., Luppichini, P. and López, E. (2014).b. Oviposition of *Naupactus cervinus* (Boheman) and *Naupactus xanthographus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions on orange fruit. Chilean Journal of Agricultural Research. Volume 74, N° 4. 502 – 505 p.

Olivares, N., y Morán, A. (2020). Barrera tóxica en base a Bifentrin para el manejo de curculiónidos en cítricos. Revista Citricultura, Eureka. Volumen 1, N°1. 33-40 p.

Olivares, N., y Morán, A. (2021). Control de *Naupactus xanthographus* y *Naupactus godmani* mediante el uso de formulados comerciales de hongos entomopatógenos (HEP). Revista Citricultura, Eureka. Volumen 2, N°2. 30-41 p.

Phillips P.A., Walker, G.P. (1997). Increase in flower and young fruit abscission caused by citrus bud mite (Acari: Eriophyidae) feeding in the axillary buds of lemon. J. Econ. Entomol. 90(5): 1273-1282. <https://doi.org/10.1093/jee/90.5.1273>

Ripa, R.; P. Larral (Eds.) (2008). Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos. La Cruz, Chile. Versión Producciones Gráficas Ltda. Colección Libros INIA – Instituto de Investigaciones Agropecuarias N° 23.

Ripa R., P. Larral. (2020). Factores agronómicos y ambientales que favorecen las plagas en cítricos. Disponible en: <https://redagricola.com/factores-agronomicos-y-ambientales-que-favorecen-las-plagas-en-citricos/>

Ripa R., Larral, P. y Espinoza, F. (2020). Estrategia de control de chanchitos blancos en cítricos, basada en la fenología

de la plaga. Jornada Técnica Comité de Cítricos. Noviembre de 2020. Disponible en: <https://www.comitedecitricos.cl/images/seminarios/2020/Estrategia-control-chanchitos-blancos.pdf>

Ripa R., Larral, P. y Luppichini, P. (2018.) Cambio climático y su efecto en la dinámica poblacional de plagas. Principales consideraciones. Seminario Técnico Comité de Cítricos. Octubre 2018. Disponible en: <https://www.comitedecitricos.cl/images/seminarios/2018/RIPA-Cambio-climatico-y-su-efecto-en-la-dinamica-poblacional-de-plagas.pdf>

Ripa, R.; P. Larral y J. Montenegro. (2008). Control Químico. Usos de plaguicidas. En: Ripa, R., y Larral, P. (Eds.). Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos. (69 - 91 p) La Cruz, Chile. Versión Producciones Gráficas Ltda. Colección Libros INIA – Instituto de Investigaciones Agropecuarias N° 23.

Ripa, R., Rodríguez, F., Rojas, S., Larral, P., Castro, L., Ortuzar, J., Carmona, P., Vargas, R.(1999). Plagas de cítricos, sus enemigos naturales y manejo. Ripa, R y Rodríguez, F. (Ed). Colección libros INIA N°3. 151 p.

Shrestha, S. (2019). Effects of climate change in agricultural insect pest. *Acta Scientific Agriculture*, 3(12), 74-80.

Skendžia, S., Zovko, M., Živkovič, I.P., Lešič, V., Lemič, D. (2021). The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*. 2021 May 12;12(5):440. doi: 10.3390/insects12050440. PMID: 34066138; PMCID: PMC8150874.

Universidad de California. (2019). Citrus Bud Mite. Agriculture: Citrus Pest Management Guidelines. IPM Pest Management Guidelines: Citrus. UC ANR Publication 3441. Disponible en: <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/citrus/Citrus-Bud-Mite/>

Yu, D. S., and Luck, R. F. (1988). Temperature-dependent size and development of California red scale (Homoptera: Diaspididae) and its effect on host availability for the ectoparasitoid, *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). *Environ. Entomol.* 17: 154-161.

Enrollador de las hojas en cítricos

Proeulia

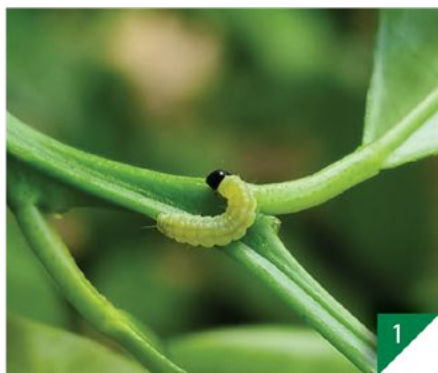


Foto 1. Larva primeros estadios *Proeulia* sp.



Foto 2. Larva desarrollada *Proeulia* sp.



Foto 3. Cápsula cefálica de *Proeulia* sp.



Fotos 4, 5 y 6 Daño de *Proeulia* sp. Hojas plegadas.



Foto 7. Daño *Proeulia* sp.

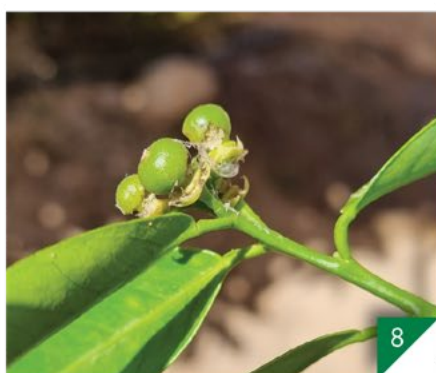


Foto 8. Frutos con daño de *Proeulia* sp.



Foto 9. Fruto con daño de *Proeulia* sp.

Proyecto de investigación: Desarrollo modelo de grados días para *Proeulia* en cítricos.

Elaborado por Natalia Olivares, entomóloga. email: nolivare@outlook.cl



UNITEC
We work for your results

MANDARIN VISION 3
Unitec Technology

Also for // **ORANGES** // **LEMONS**

UNICAL 600

Pon el futuro
del negocio de tus cítricos
en el camino hacia el éxito.

Las innovadoras tecnologías de UNITEC cuidan de tus cítricos y de tu negocio.

En **UNITEC**, estamos acostumbrados a ocuparnos de tu futuro, con **soluciones de vanguardia, inteligentes y automáticas**, para asegurar **resultados importantes y concretos, a lo largo del tiempo.**

Con las **tecnologías de UNITEC** tus cítricos tienen más valor.
Nada ha sido dejado al azar gracias a una **eficaz y completa clasificación de las cualidades:**
defectos externos de la piel, defectos de forma, detección de la densidad,
además del **peso, del calibre óptico y del color.**
Porque tu negocio requiere seguridad. Y un futuro luminoso.

Entra en el mundo UNITEC. Pondrás el futuro de tu negocio en el camino hacia el éxito.



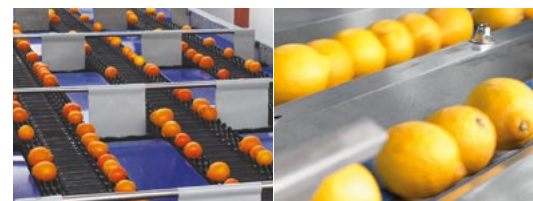
ORANGE VISION 3
Unitec Technology

MANDARIN VISION 3
Unitec Technology

LEMON VISION 3
Unitec Technology



UNITEC
We work for your results





Evaluación de distintos productos y manejos técnicos orientados a aumentar la producción y calibres de frutos en clementinas

M^a Alejandra Pinto A*, Francisco Mena V., Francisco Gardiazabal I., José Torres B. y Claudio Zulueta C.

Sociedad Gardiazabal y Mena Ltda., Quillota, Chile.

*Correspondencia: apinto@gama.cl

RESUMEN

El calibre final de los frutos de cítricos se ha transformado en el factor de mayor relevancia en la rentabilidad del negocio después de la producción. Una de las herramientas más utilizadas para incrementar el tamaño final en mandarinas clementinas son las auxinas de síntesis, las cuales han sido restringidas para la fruta que se exporta al mercado de Estados Unidos, por lo que se ha limitado su uso en Chile. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar diferentes productos disponibles y manejos técnicos, que permitan potenciar el calibre de los frutos y aumentar producción en mandarinas clementinas. Se realizaron 12 tratamientos conducentes a evaluar distintas dosis y momentos de aplicación para auxinas de síntesis, evaluar el uso de citoquininas, productos bioestimulantes, fertilización potásica y rayado de ramas principales. Se midió producción, calibres, calidad interna de frutos y residuos. De todos los parámetros medidos, sólo hubo diferencias estadísticas en el peso promedio de frutos, siendo los tratamientos en base a citoquininas (T4 y T5) y rayado de ramas (T8 y T10), los que presentaron los mayores pesos promedio de frutos. Finalmente, se puede concluir que existen herramientas y manejos técnicos que contribuyen a un aumento del calibre en mandarinas clementinas, y que no representarían un problema al momento de su comercialización en el mercado de Estados Unidos.

Palabras claves: mandarinas, auxinas, citoquininas, bioestimulantes, rayado.

ABSTRACT

Evaluation of different products and technical management aimed at increasing production and fruit sizes in clementines.

The final size of citrus fruits has become the most important factor in the profitability of the business after production. One of the most widely used tools to increase the final size of clementine mandarins are synthetic auxins, which have been restricted for fruit exported to the United States market, therefore their use in Chile has been limited. The objective of this study was to evaluate different available products and technical management, which allow to enhance the size of the fruits and increase the production of clementine mandarins. 12 treatments were carried out leading to evaluating different doses and timing of application for auxin synthesis, evaluating the use of cytokinins, biostimulant products, potassium fertilization and scratching of main branches. Production, calibers, internal quality of the fruits and residues were measured. Of all the parameters measured, there were only statistical differences in the average fruit weight, with the treatments based on cytokinins (T4 and T5) and branch striping (T8 and T10) presenting the highest average fruit weights. Finally, it can be concluded that there are tools and technical procedures that contribute to an increase in the caliber of clementine mandarins, and that they would not represent a problem at the time of their commercialization in the United States market.

Key words: mandarins, auxins, cytokinins, biostimulants, scoring.

INTRODUCCIÓN

Las auxinas de síntesis son reguladores de crecimiento, cuyo propósito en el caso de los cítricos puede ser variado. Una de las razones de su aplicación es aumentar el tamaño de los frutos, a partir de procesos como el aclareo químico y la estimulación del crecimiento del fruto (Amorós, 1995). El momento fenológico en que se realice la aplicación, así como la concentración aplicada de la auxina de síntesis, constituyen factores claves en la determinación del efecto que éstas tendrán sobre la fruta y/o las plantas. Como norma general, las aplicaciones para mejorar calibre deben efectuarse durante los últimos días de la caída fisiológica de frutos de verano, la cual para mandarinas clementinas equivale a un diámetro de fruto entre 15 y 20 mm de crecimiento (Agustí, 2000). Las auxinas aplicadas al final de la caída fisiológica de frutos conducen a un aumento del tamaño final de frutos, debido a un incremento en la capacidad sumidero y mayor acumulación de azúcares (Agustí et al., 1996, 2002; Yildirim *et al.*, 2011), así como también debido a la acidificación del apoplasto, lo que permite la ruptura de puentes de hidrógeno entre las fibras de celulosa gracias a las enzimas expansinas, que facilitan este ablandamiento de la pared celular, permitiendo así la entrada de agua y expansión de la célula (Talens, 2009).

Dependiendo de la época y concentración utilizada con la auxina de síntesis, éstas pueden ser o no detectables en los análisis de residuos que se realizan al momento de la cosecha. Durante las últimas temporadas se han detectado residuos de auxinas de síntesis en cítricos provenientes de Chile en el mercado de Estados Unidos, lo cual implica restricciones de ingreso, retenciones de la exportación y prohibición de su comercialización. Debido a esta problemática, es necesario encontrar otras alternativas de productos y/o manejos técnicos que permitan, por una parte, potenciar el calibre de los frutos y por otra mantener la confiabilidad de nuestro país como proveedor de fruta inocua y de calidad, algo por lo que siempre se nos ha diferenciado.

El desarrollo del fruto es un proceso regulado por la acción combinada de fitohormonas, como giberelinas, citoquininas y auxinas, entre otras. Estas fitohormonas pueden ser aplicadas de manera exógena a través de determinados biorreguladores de crecimiento. La aplicación exógena de biorreguladores de crecimiento consiste en una herramienta sustancial para aumentar el tamaño final de frutos (Monselise, 1979). La acción de las auxinas se encuentra ampliamente descrita para su uso en cítricos. Sin embargo, a la fecha hay poca información sobre la aplicación de citoquininas exógenas para estimular el crecimiento de fruto (Mariotti et al., 2011). Las sustancias citoquinínicas más comunes pertenecen al grupo de las adeninas, entre las que encontramos las benciladeninas.

Por otra parte, el crecimiento de frutos puede verse afectado por el estado nutricional de la planta. La corrección de deficiencias nutricionales se traduce siempre en un estímulo de crecimiento y mejora en la calidad de los frutos. Una vez que se alcanza la concentración foliar óptima de cada nutriente, su aplicación exógena no debe considerarse como un método para aumentar el tamaño de frutos (Agustí, 2000). La aplicación excesiva de nutrientes como nitrógeno y fósforo, son desfavorables, ya que reducen la calidad del fruto. Sin embargo, el potasio es una excepción, ya que concentraciones foliares superiores a las consideradas óptimas, mejoran el tamaño de frutos, sin afectar negativamente a su calidad (Agustí, 2000).

Otra alternativa para aumentar el tamaño de frutos es el rayado de ramas, el cual consiste en la interrupción temporal del flujo floemático como consecuencia de la ejecución de un corte simple (aproximadamente de 1 mm de anchura) alrededor de toda la circunferencia de las ramas principales y sin la separación de la corteza (Agustí, 2000). El efecto del rayado de ramas depende de la época de realización, donde la más adecuada para el estímulo de crecimiento de frutos coincide con el final de la caída fisiológica de frutos (Agustí, 2021), lo que en nuestras condiciones climáticas tiene lugar durante el mes de enero.

Un retraso en su realización disminuye su eficacia, aunque se observan efectos hasta dos meses después de la caída fisiológica de frutos (Agustí, 2021).

En el mercado actual encontramos distintos productos denominados bioestimulantes de plantas, los cuales se presentan como activadores biológicos. En su composición incluyen distintos compuestos minerales en conjunto con vitaminas y/o reguladores de crecimiento. Existen experiencias con aplicaciones de bioestimulantes al suelo que han resultado en mayor desarrollo del sistema radicular, lo cual ha repercutido positivamente en las producciones, sobre todo por la vía de mejorar el calibre. Por otra parte, la industria ha desarrollado varios productos que tienen como objetivo disminuir el efecto negativo de estrés abióticos (térmico, por ejemplo), lo que llevaría a las plantas a mantener sus tasas fotosintéticas estables y así no disminuir los calibres.

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes productos disponibles y manejos técnicos, que permitan potenciar el

calibre de los frutos y aumentar producción en mandarinas clementinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio y material vegetal

El estudio se llevó a cabo en las temporadas 2021 y 2022, en un huerto comercial de clementinas ubicado en la localidad de Hijuelas, Región de Valparaíso, Chile.

Se seleccionó un sector representativo del huerto, que fue plantado el año 1999 con un marco de plantación de 5 x 3 metros de distancia (Figura 1). El sector del ensayo está ubicado en un piedemonte que tiene exposición hacia el sur-poniente. Los camellones están orientados hacia la máxima pendiente. El historial del sector elegido presenta altas producciones por hectárea (\geq a 60 toneladas) en los últimos años, lo que sumado a la baja acumulación térmica de las últimas temporadas (2020 y 2021), lo hace un sector idóneo para trabajar sobre la mejora del calibre.



Figura 1. Sector del ensayo. Hijuelas, 2021.

Tratamientos evaluados y diseño experimental

Como se puede observar en la Tabla 1, se evaluaron 12 tratamientos. Los primeros tres tratamientos son en base a la auxina de síntesis 3, 5, 6 TPA (MAXIM[®]). La diferencia entre estos tres tratamientos radica en la dosis y el momento de aplicación, por lo que, en el tratamiento 1 se usaron 10 ppm de ingrediente activo en una etapa ligeramente más temprana del crecimiento del fruto, con el objetivo de acentuar el efecto raleador de la auxina. En el tratamiento 2 se emplearon 5 ppm de ingrediente activo con una aplicación cuando el 85 % de los frutos tenía un diámetro ecuatorial de 15 mm o más (momento tradicional de aplicación). En el tratamiento 3, se evaluó la dosis y momento de aplicación comúnmente utilizado en los huertos comerciales (10 ppm con el 85 % de los frutos con 15 mm o más de diámetro ecuatorial).

Por otro lado, en los tratamientos 4, 5 y 6, se realizaron aplicaciones al follaje de productos comerciales, como CITOFOUR[®], Cylex[®] y Exilis[®], que en su formulación contienen la citoquinina de síntesis 6 Benciladenina, en donde la dosis se ajustó para que los tres tratamientos tuvieran la misma cantidad de la fitohormona.

Asimismo, el tratamiento 7 está compuesto por una batería de aplicaciones al follaje de productos formulados en base a potasio (Nitrato de Potasio y Defender[®] Potasio), el cual se inició al término de la caída fisiológica con una aplicación de nitrato de potasio al 3 %, y continuó con 3 aplicaciones de potasio, pero sin nitrógeno, con el objetivo de no interferir en la toma de color de la fruta.

Los tratamientos 8, 9 y 10, consistieron en realizar un rayado al 50 % de las ramas primarias, evaluando 3 momentos de rayado, al final de la caída fisiológica, 15 días después de caída fisiológica y 30 días después de la caída de frutos. Este rayado es importante llevarlo a cabo una vez terminada la caída fisiológica de frutos, puesto que, si se realiza con anterioridad, podría repercutir en una mayor cuaja de frutos, obteniendo así un resultado negativo en el calibre final.

Por último, para los tratamientos 11 y 12, se utilizaron productos denominados como anti estresantes, los cuales a partir de activadores biológicos permitirían potenciar la resistencia de la planta a condiciones de estrés como altas temperaturas, salinidad, entre otras. Los productos utilizados fueron un extracto del alga marina *Ecklonia maxima* (Kelpak[®], T11) y un complejo de vitaminas B1, B2 y B6 (VITAZYME[®], T12), ambos en las dosis y momentos de aplicación recomendados por la etiqueta para cítricos.

Para los tratamientos con aplicación al follaje se utilizó una bomba de espalda marca Solo[®], de capacidad de 15 L. Se dejó como mínimo una planta de separación entre una planta tratada y la siguiente, con el fin de evitar el traslape de los tratamientos.

En el caso de los tratamientos con rayado de ramas se utilizó una tijera anilladora serie M19 Manzana de Nules, la cual se muestra en la Figura 2.

La fertilización, el control de plagas, aporte hídrico y otros manejos se mantuvieron igual para todos los tratamientos.

Tabla 1

Tratamientos evaluados en la investigación.

Tratamiento	Producto o manejo	Dosis	Momento de aplicación
T1	Maxim 3,5,6-TPA	10 tabletas/1.000 L de agua Volumen de mojamiento 2.000 L/ha	85 % de los frutos sobre 13 mm
T2	Maxim 3,5,6-TPA	5 tabletas/1.000 L de agua Volumen de mojamiento 2.000 L/ha	85 % de los frutos sobre 15 mm
T3	Maxim 3,5,6-TPA	10 tabletas/1.000 L de agua Volumen de mojamiento 2.000 L/ha	85 % de los frutos sobre 15 mm
T4	Citofour	125 cc/hL cada app Volumen de mojamiento 1.500 L/ha	Primera app: 85 % de los frutos entre 6 - 8 mm Segunda app: 10 ddpa
T5	Cylex 6-benciladenina	2 L/ha Volumen de mojamiento 1.500 L/ha	Primera app: 85 % de los frutos entre 6 - 8 mm Segunda app: 10 ddpa
T6	Exilis 6-benciladenina	2 L/ha Volumen de mojamiento 1.500 L/ha	Primera app: 85 % de los frutos entre 6 - 8 mm Segunda app: 10 ddpa
T7	Nitrato de potasio Defender K	3 % Volumen de mojamiento 1.000 L/ha 4 L/ha Volumen de mojamiento 1.500 L/ha	Fin de enero Primera app: inicio de febrero Segunda app: fines de febrero Tercera app: fines de marzo Cuarta app: mediados de abril
T8	Rayado del 50 % de las ramas madres		Al final de la caída de frutos y crecimiento sobre 15 mm (fin de enero)
T9	Rayado del 50 % de las ramas madres		15 días después que T8
T10	Rayado del 50 % de las ramas madres		30 días después que T8
T11	Kelpak	6 L/ha Volumen de mojamiento 1.500 L/ha	Primera app: enero Segunda app: febrero Tercera app: marzo
T12	Vitazyme	1 L/ha Volumen de mojamiento 1.500 L/ha	Diciembre – 2 aplicaciones cada 15 días Enero – 2 aplicaciones cada 15 días Febrero – 2 aplicaciones cada 15 días Marzo – 2 aplicaciones cada 15 días

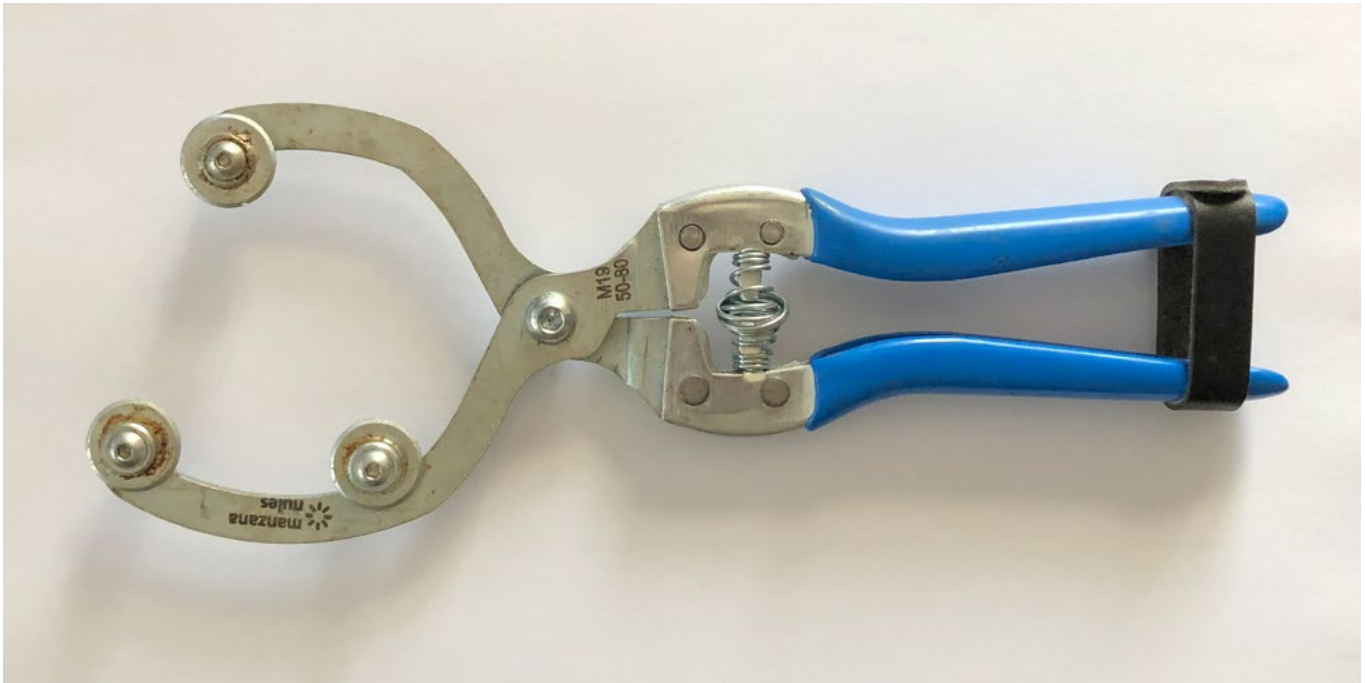


Figura 2. Tijera rayadora serie M19.

El ensayo fue conducido con una distribución completamente al azar (DCA) dentro del sector elegido. Además, contó con 9 repeticiones por tratamiento, con una unidad experimental correspondiente a una planta individual, distribuidos aleatoriamente dentro del sector.

El análisis estadístico para las variables de producción y calibre de frutos se realizó en base a un Análisis de Varianza (ANDEVA) y las comparaciones entre medias de tratamientos, mediante Test de Tukey. Para el análisis se utilizó el software estadístico Minitab versión 17.0.

Evaluaciones

Producción y calibre de frutos

Los tratamientos fueron cosechados en dos fechas, la primera definida por parámetros de color y calibre, y la segunda al barrer, tanto para el año 2021 como para 2022. En ambos años la cosecha fue realizada en el mes de junio.

Durante la cosecha se contabilizó el número de frutos y kilos totales por planta seleccionada en cada tratamiento, a través del pesaje de toda la fruta en una balanza electrónica marca Precisión, de 60 kilos de capacidad y 20 g de precisión. Para la evaluación de peso promedio de frutos y distribución de calibres, se evaluó una muestra de 200 frutos, los cuales fueron seleccionados al azar, solamente dejando fuera de la muestra todos aquellos frutos fuera de tipo, como frutos remanentes de la temporada pasada o aquellos provenientes de floraciones tardías (verdes y pequeños). Los 200 frutos fueron pesados de manera individual en una balanza digital marca Veto®, de 5 kilos de capacidad y 0,1 g de precisión.

Conocer la distribución de calibres es fundamental, ya que la fruta de calibre 4 (63 gramos mínimo) y superiores tiene mejor retorno en comparación con fruta más pequeña, por lo que se hace necesario saber cuál es la cantidad de kilos obtenidos de aquellos calibres por tratamiento. Los diámetros de calibres se muestran a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2

Categorías de calibres de mandarinas en base al peso del fruto.

Calibre	Gramos (Min-Max)	
1XX	155	165
1X	142	154
1	133	141
2A	127	132
2B	110	126
3A	93	109
3B	80	92
4A	71	79
4B	63	70
5A	57	62
5B	49	56
6	40	49

Calidad interna de frutos

Al momento de la cosecha se analizó la calidad interna proveniente de una muestra de 30 frutos representativos por tratamiento (Figura 3), donde se evaluó el porcentaje de jugo, contenido de sólidos solubles, acidez, presencia de semillas y grosor de piel. Además, se calculó el índice de madurez (relación SS/Acidez).

Se determinó el contenido total de sólidos solubles (SS) y concentración de ácido cítrico en el jugo, mediante el equipo marca Atago®, modelo Pal-Easy ACID1, el cual contiene refractómetro y medidor de acidez (rango de medida 0,10 a 4 % de concentración de ácido cítrico).

**Figura 3.** Selección y análisis de calidad interna de frutos. GAMA, (2022).

Análisis de residuos

Al inicio de la cosecha se tomó una muestra de 2 kilos por tratamiento, los cuales fueron enviados al laboratorio Labser, ubicado en Rancagua, región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile.

Se evaluaron los tratamientos 1, 2 y 3, para la detección de residuos en frutos de la molécula Triclopyr (3,5,6-TPA), determinada por hidrólisis mediante Cromatografía LC-MS/MS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en la Figura 4, todos los tratamientos evaluados aumentaron su producción para

el año 2022, en comparación al año 2021. Si bien no se generaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, se puede destacar que para la temporada 2022 los tratamientos Maxim 5 – 15 mm (T2), Kelpak (T11) y Cylex (T5), fueron los que obtuvieron la mayor cantidad de kilos por hectárea cosechados. Sin embargo, al considerar ambas temporadas en conjunto, se puede observar que los tratamientos que destacan en cuanto a kilos por planta promedio cosechados fueron Maxim 5 – 15 mm (T2) con un total de 253,6 kilos/planta, seguido de Kelpak (T11) con 251,9 kilos/planta y Citofour (T4) con 247,9 kilos/planta.

La variable medida de número de frutos promedio por planta para cada tratamiento (Tabla 3), tampoco obtuvo diferencias estadísticas significativas, obteniendo valores

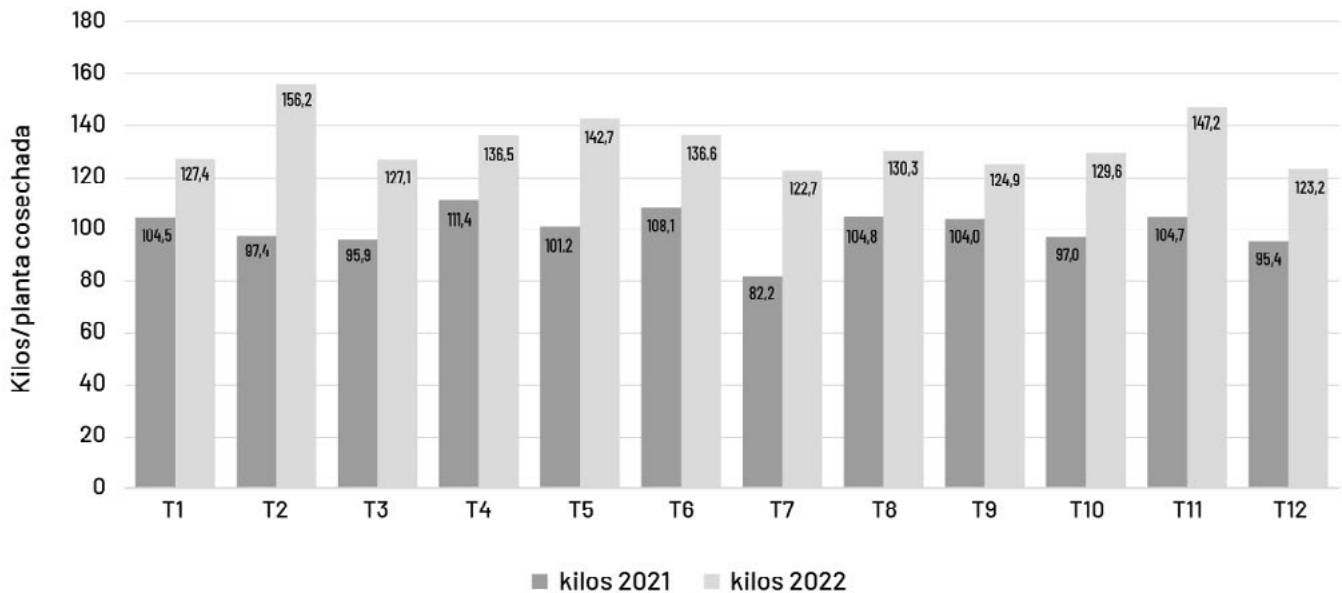


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre la productividad expresada en kilogramos promedio por planta durante la temporada 2021 y 2022. Test de Tukey (Año 2021, valor p 0,977; Año 2022, valor p 0,843).

T1 - Maxim 10 13 mm

T4 - Citofour

T7 - Nitrato de potasio

T10 - Rayado 50 % 3 fecha

T2 - Maxim 5 15 mm

T5 - Cylex

T8 - Rayado 50 % 1 fecha

T11 - Kelpak

T3 - Maxim 10 15

T6 - Exilis

T9 - Rayado 50 % 2 fecha

T12 - Vitazyme

Tabla 3

Efecto de los tratamientos sobre el número de frutos obtenidos por planta, en los años 2021 y 2022.

Tratamiento ¹	2021 ²	2022 ²	SUM 2021 - 2022 ²
T1	1.499 ± 396	2.206 ± 760	3.705 ± 814
T2	1.492 ± 838	2.932 ± 990	4.423 ± 1.393
T3	1.421 ± 486	2.350 ± 1.111	3.771 ± 1.304
T4	1.788 ± 1.068	2.414 ± 966	4.202 ± 957
T5	1.474 ± 636	2.379 ± 434	3.853 ± 783
T6	1.579 ± 282	2.466 ± 806	4.044 ± 938
T7	1.243 ± 594	2.294 ± 648	3.536 ± 1.070
T8	1.542 ± 756	2.412 ± 1.053	3.954 ± 604
T9	1.586 ± 854	2.321 ± 930	3.907 ± 1.086
T10	1.409 ± 416	2.394 ± 830	3.804 ± 704
T11	1.654 ± 995	2.838 ± 766	4.492 ± 1.427
T12	1.392 ± 529	2.305 ± 725	3.697 ± 874

¹T1 - Maxim 10 13 mm

T4 - Citofour

T7 - Nitrato de potasio

T10 - Rayado 50 % 3 fecha

T2 - Maxim 5 15 mm

T5 - Cylex

T8 - Rayado 50 % 1 fecha

T11 - Kelpak

T3 - Maxim 10 15

T6 - Exilis

T9 - Rayado 50 % 2 fecha

T12 - Vitazyme

² Los datos se presentan como media ± desviación estándar. Test de Tukey (Año 2021, valor p 0,976; Año 2022, valor p 0,835; Sumatoria 2021 – 2022, valor p 0,703).

promedios entre 1.243 frutos/planta para el tratamiento de fertilización potásica (T7) y 1.788 frutos/planta para Citofour (T4), en el año 2021. En cuanto al año 2022, se obtuvieron medias entre 2.206 frutos/planta para Maxim 10-13mm (T1) y 2.932 frutos/planta para Maxim 5-15mm (T2). Con respecto a este último año, existió una tendencia de aumento para el número de frutos obtenidos por planta para cada tratamiento y una disminución en el peso promedio para el mismo año en todos los tratamientos (Tabla 4), esto se puede atribuir a que, según Agustí, (2000), cuanto mayor es el número de frutos, mayor es la competencia entre ellos, tanto por elementos minerales como también por productos fotosintéticos, lo cual limita el crecimiento y desarrollo de frutos, influyendo en su tamaño final, por lo que, el tamaño final de los frutos esta inversamente relacionado con el número de frutos por árbol (Mena, 2003).

Los tratamientos con Kelpak (T11), Maxim 5-15mm (T2), Citofour (T4) y Exilis (T6), si bien no presentaron diferencias significativas en cuanto al número de frutos cosechados por planta, fueron los tratamientos que presentaron la mayor cantidad de frutos cosechados en la sumatoria de ambos años, con 4.492, 4.423, 4.202 y 4.044 frutos/planta, respectivamente (Tabla 3). No obstante, en cuanto al peso promedio de frutos, Citofour (T4) obtuvo mejor peso promedio, alcanzando un peso promedio de los dos años de 69,3 gramos, siendo estadísticamente igual a Cylex (T5).

En cuanto al peso promedio de frutos de los dos años (Tabla 4), los tratamientos Cylex (T5), Rayado 50 % 1 fecha (T8), Citofour (T4) y Rayado 50 % 3 fecha (T10), fueron los que obtuvieron el mejor peso promedio de frutos, logrando alcanzar 70 g, 69,4 g, 69,3 g y 68,7 g, respectivamente. Y, por otra parte, los tratamientos con menor peso promedio de

frutos (Tabla 4) en la sumatoria de ambos años, fueron el tratamiento en base a potasio (T7) con un peso promedio de 66,0 g, Maxim 5 – 15 mm (T2) con 65,4 g, Kelpak (T11) con 65,8 g y rayado del 50 % de las ramas 14 días después de la caída fisiológica de enero (T9) con 65,2 g. En el caso de los tratamientos con Kelpak (T11) y Maxim 5 – 15 mm (T2) el resultado es esperado debido a que fueron los tratamientos con la mayor cantidad de frutos promedio por planta el año 2022, pero, en el caso del tratamiento de potasio (T7) llama la atención el bajo peso promedio que obtuvo teniendo en cuenta que fue el tratamiento con la menor cantidad de frutos promedio por planta.

En la Figura 5 se presenta la sumatoria de las toneladas por hectárea obtenidas en el año 2021 y 2022, categorizadas en toneladas de frutos con calibre ≥ 4 y

toneladas con calibre ≤ 5 . Actualmente, las clementinas que obtienen un mejor precio en el mercado externo son las que presentan calibres iguales o superiores al 4, en efecto, si bien no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, los tratamientos que destacan en toneladas por hectárea por sobre el resto, son Citofour (T4) y Cylex (T5), obteniendo 107,95 y 107,75 toneladas iguales o superiores al calibre 4 por hectárea, respectivamente.

En cuanto al efecto de los tratamientos evaluados en el estudio sobre la calidad interna y externa de los frutos al momento de la cosecha, no se observaron diferencias significativas para los parámetros evaluados de grosor de piel (mm), porcentaje de jugo (%), sólidos solubles, acidez e índice de madurez (RSA).

Tabla 4

Efecto de los tratamientos sobre el peso promedio (g) obtenido en los años 2021 y 2022.

Tratamiento ¹	2021 ²	2022 ²	Promedio 2021 - 2022 ²
T1	74,2 f	64,2 bc	67,6 d
T2	74,4 f	60,7 e	65,4 e
T3	77,2 bcde	63,1 cd	67,8 cd
T4	77,8 bc	65,1 b	69,3 abc
T5	75,3 cdef	67,3 a	70,0 a
T6	75,0 ef	64,4 bc	68,0 bcd
T7	75,1 def	61,3 de	66,0 e
T8	80,5 a	63,8 bc	69,4 ab
T9	73,7 f	60,9 e	65,2 e
T10	78,5 ab	63,8 bc	68,7 abcd
T11	74,8 ef	61,0 e	65,8 e
T12	77,6 bcd	63,1 cd	68,1 bcd

¹ T1 - Maxim 10 13 mm

T4 - Citofour

T7 - Nitrato de potasio

T10 - Rayado 50 % 3 fecha

T2 - Maxim 5 15 mm

T5 - Cylex

T8 - Rayado 50 % 1 fecha

T11 - Kelpak

T3 - Maxim 10 15

T6 - Exilis

T9 - Rayado 50 % 2 fecha

T12 - Vitazyme

² Letras distintas indican que existen diferencias significativas. Test de Tukey (valor $p \leq 0,01$ para 2021, 2022 y el promedio del total de la fruta producida en los dos años de ensayo).

Finalmente, en la Tabla 5 los tratamientos Maxim 10 ppm aplicado con 13 mm (T1) y Maxim 10 ppm aplicado con 15 mm (T3) presentan residuos de Triclopyr al momento de la cosecha, siendo la

aplicación con 15 mm de diámetro la que presentó una mayor residualidad. Por lo que, ambas aplicaciones podrían presentar problemas al momento de su comercialización.

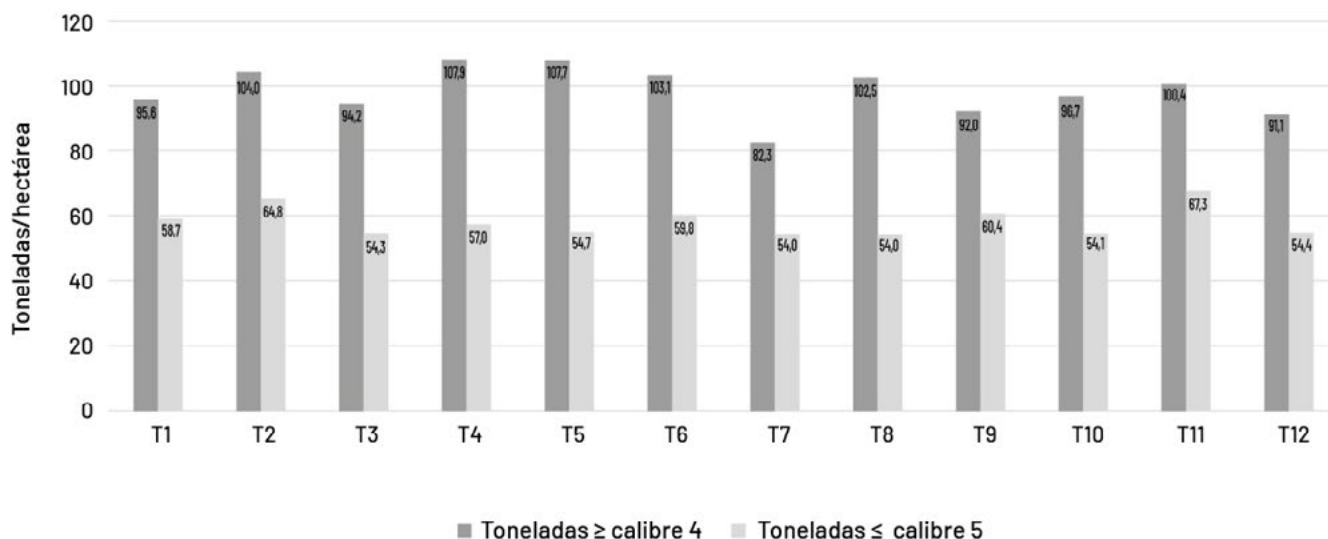


Figura 5. Sumatoria de las toneladas por hectárea obtenidas en el año 2021 + 2022. (Valor p – Toneladas \geq calibre 4: 0,797 – Toneladas \leq calibre 5: 0,933 – Toneladas totales: 0,807).

T1 - Maxim 10 13 mm

T2 - Maxim 5 15 mm

T3 - Maxim 10 15

T4 - Citofour

T5 -Cylex

T6 - Exilis

T7 - Nitrato de potasio

T8 - Rayado 50 % 1 fecha

T9 - Rayado 50 % 2 fecha

T10 - Rayado 50 % 3 fecha

T11 - Kelpak

T12 - Vitazyme

Tabla 5

Análisis de residuos año 2022.

Tratamiento ¹	Temporada	Residuos Triclopyr (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Valor de incertidumbre (mg/kg)	Trazas Triclopyr (mg/kg)
T1	2021	Sin residuos cuantificables	0,010		
	2022	0,013	0,010	$\pm 0,003$	
T2	2021	Sin residuos cuantificables	0,010		
	2022	Sin residuos cuantificables	0,010		0,008
T3	2021	0,010	0,010	$\pm 0,002$	
	2022	0,021	0,010	$\pm 0,005$	

¹ T1 - Maxim 10 13 mm; T2 - Maxim 5 15 mm; T3 - Maxim 10 15

CONCLUSIÓN

Del presente ensayo se puede concluir que existen herramientas y manejos técnicos que contribuyen a un aumento del calibre en mandarinas clementinas, y que no representarían un problema al momento de su comercialización en el mercado de Estados Unidos. En términos productivos (frutos y kilos) los tratamientos no mostraron diferencias estadísticas significativas en las dos temporadas de estudio, pero en el caso del peso promedio de frutos llamó la atención el efecto positivo de los tratamientos en base a citoquininas, sobre todo el tratamiento Cylex (T5), ya que no solamente obtuvieron un resultado semejante a los tratamientos con auxinas de síntesis, si no que lograron mejorar el peso promedio del fruto en los dos años evaluados.

Además, cabe destacar que una reducción en la dosis de auxinas de síntesis (Maxim 5 ppm aplicado con 15 mm de diámetro) es una herramienta viable, puesto que no representa un riesgo para la comercialización de mandarinas clementinas en el mercado de Estados Unidos y tampoco perjudica los parámetros de calibre y productividad.

Por último, si bien este ensayo buscó evaluar el efecto de distintos tratamientos, por separado, sobre la producción y el calibre de clementinas, esto no quita que en la realidad se puedan emplear más de alguno en conjunto con el objetivo de contribuir en mayor medida al desarrollo del calibre.

LITERATURA CITADA

- Agustí, M., Almela, V., Zaragoza, S., Primo-Millo, E., El-Otmani, M. (1996).** Recent findings on the mechanism of action of the synthetic auxins used to improve fruit size of citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 922–928.
- Agustí, M. (2000).** *Citricultura*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 416 p
- Agustí, M., Zaragoza, S., Iglesias, D.J., Almela, V., Primo-Millo, E., Talón, M., (2002).** The synthetic auxin 3,5,6-TPA stimulates carbohydrate accumulation and growth in citrus fruit. *Plant Growth Regul.* 36, 141–147.
- Agustí, M., Mesejo, C., Reig, C., Martínez-Fuentes, A., Zaragoza, S., & Primo-Millo, E. (2020).** El tamaño del fruto en los cítricos. *Levante Agrícola*, (451), 57-67.
- Amorós, M. (1995).** *Producción de agrios*. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. 286 p.
- Mariotti, L., Picciarelli, P., Lombardi, L., Ceccarelli, N., (2011).** Fruit-set and early fruit growth in tomato are associated with increases in indoleacetic acid, cytokinin, and bioactive gibberellin contents. *J. Plant Growth Regul.* 30, 405–415.
- Mena, F., (2003).** *Fitorreguladores en cítricos. Efecto sobre la calidad*. (Tesis de Maestría en Citricultura). Universidad Politécnica de Valencia Master en Citricultura.
- Monselise, S.P., (1979).** The use of growth regulators in citriculture; a review. *Sci. Hortic.* 11, 151–162.
- Talens, D. (2009).** *Crecimiento ácido*. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. Disponible en: <https://tapeda.blogs.uv.es/2009/02/28/crecimiento-cido/>
- Yildirim, B., Yeşiloğlu, T., Kamiloğlu, M.U., Incesu, M., Çimen, B., Yılmaz, N., (2011).** Effects of 3,5,6-trichloro-2-pyridyloxyacetic acid on fruit size and yield of Valencia oranges (*Citrus sinensis* Osb.). *J. Food Agric. Environ.* 9, 275–279.



Cryptochaetum iceryae (2mm), importante parasitoide de conchuela blanca acanalada

Aplicación con información para manejo de huertos de cítricos



Reconocimiento y biología, daño y estrategias de manejo de las principales plagas en cítricos.

Calculadora de volumen de aplicación (VDA)

Cálculo de ocurrencia de semillas

Predicción de condiciones climáticas dentro de mallas

Manual de cosecha: cosechero y supervisor



CORFO

Proyecto apoyado por Corfo



Descargar

MIPCitrus se encuentra disponible para Android e iOS.



Especies de pseudocóccidos (Hemiptera: Pseudococcidae) en cítricos

Natalia Olivares P. * y Christian Volosky F.

Entomológica SpA, Santiago, Chile.

*Correspondencia: nolivare@outlook.cl

INTRODUCCIÓN

Los pseudocóccidos, conocidos en nuestro país como “chanchitos blancos”, corresponden a una de las familias de insectos-plaga más importantes para la citricultura nacional. Entre de las especies descritas para cítricos, se encuentran: *Pseudococcus longispinus*, *Pseudococcus calceolariae*, *Planococcus citri*, *Pseudococcus viburni* y *Pseudococcus meridionalis*. Sólo la última especie mencionada es cuarentenaria para Estados Unidos, siendo encontrada en cítricos en forma ocasional. No todas estas especies representan un problema a nivel de exportación, debido a que, mediante la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) se discriminan los pseudocóccidos encontrados a nivel de *packing* para este mercado.

Durante el 2022, la presencia de pseudocóccidos fue detectada en el 2 % de las cajas de cítricos, de las cuales fueron liberadas un 97,4 %, mediante los resultados obtenidos con la técnica PCR. Durante el 2021, en un 5,9 % de las cajas exportadas fueron detectados pseudocóccidos siendo liberadas el 98,4 % (Comité de Cítricos, 2023). Esta información confirma los antecedentes recopilados por los autores desde diferentes localidades del área cítrica que, las principales especies de pseudocóccidos encontradas en el campo, no son plagas cuarentenarias para el mercado de Estados Unidos como: *P. longispinus*, con una representación de un 79,2 %, seguido de *P. citri* y *P. calceolariae*.

Para el mercado de países del lejano oriente, el escenario

varía. Es así como para Corea del Sur, las especies cuarentenarias para exportación de naranjas y limones corresponden a *P. calceolariae*, *P. longispinus* y *P. viburni*. Por su parte, el mercado chino, interpone medidas cuarentenarias para las especies *P. longispinus* y *P. viburni*, en la exportación de clementinas, mandarinas, naranjas, limones y pomelos.

En relación al manejo de los pseudocóccidos, es de suma importancia reconocer las especies que están presentes en el cultivo, así como su biología y ecología. La información existente de la estacionalidad de pseudocóccidos en cítricos en nuestro país es escasa, acotada y en muchos casos antigua. En este artículo se muestra información preliminar de las dos principales especies de pseudocóccidos observadas en cítricos.

GENERALIDADES DE LA FAMILIA PSEUDOCOCCIDAE

En su mayoría, los representantes de la familia Pseudococcidae son polífagos, multivoltinos y ovíparos. Presentan reproducción sexual o partenogenética, con hábito de alimentación floemático y se encuentran ampliamente distribuidos en zonas de climas tropicales y subtropicales. En Chile se conocen cerca de 30 especies de la familia, que se distribuyen desde el extremo norte hasta la Patagonia.

A nivel mundial, la familia Pseudococcidae tiene alrededor de dos mil especies conocidas. Algunas de ellas son plagas importantes de cultivos, causando severos daños debido a la secreción de mielecilla, promoviendo la expresión del

hongo del género *Capnodium*, conocido vulgarmente como fumagina, el que reduce las tasas fotosintéticas de la planta, impactando en el rendimiento, calibre y daño a la fruta en su apariencia cosmética. Algunas especies se han reportado como vectores de virus como el GLRaV-3, o virus del enrollamiento de la hoja de la vid.

Los pseudocóccidos tienen la capacidad de alimentarse extrayendo savia de prácticamente cualquier órgano de la planta. Dependiendo de la especie, hospedero y localidad, pueden completar entre 2 a 5 generaciones por temporada.

ESPECIES DE PSEUDOCÓCCIDOS PRESENTES EN CÍTRICOS

A diferencia de lo que ha ocurrido en frutales de hoja caduca, como la vid y las pomáceas, en Chile no se han realizado estudios rigurosos de las especies de chanchitos blancos asociados a cítricos. Es muy probable que una prospección minuciosa, pudiera arrojar resultados importantes para el rubro. Aún así, las especies presentes en este grupo de cultivos son diversas y pueden llegar a ser abundantes y de muy difícil control. A continuación, se señalan algunos aspectos relevantes de su distribución geográfica, morfología y ecología, con énfasis en la fluctuación o estacionalidad de sus estados de desarrollo, a través de la temporada.

Pseudococcus longispinus

Conocido como “chanchito blanco de cola larga”, corresponde a una especie que se encuentra desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de La Araucanía. A nivel mundial, es una especie cosmopolita, que ha sido reportada en Norteamérica, Europa, Australia y Nueva Zelanda.

Las hembras adultas de *P. longispinus* son de forma ovalada y aplanada, de coloración variable, que va desde el amarillo hasta el marrón oscuro; su longitud es de 3 a 4 mm. Esta especie es ovovivípara, presenta 17 pares de filamentos marginales, de forma tubular y una banda media dorsal. Una característica distintiva de esta especie es el filamento caudal que puede ser 100 a 120 % de longitud en relación con el cuerpo (Figura 1). La secreción ostiolar es hialina. Los machos son alados y significativamente más pequeños que las hembras, midiendo alrededor de 1 a 2 mm.

En la Figura 2 se muestra el registro de la estacionalidad de *P. longispinus* por un período de siete meses. Un monitoreo de sus estados de desarrollo fue realizado, diferenciando entre ninfas pequeñas (NI y NII), ninfas III y hembras adultas. Fueron observadas ninfas durante todo el período evaluado y hembras desde agosto hasta mediados de noviembre y luego desde enero a marzo.

Planococcus citri

El chanchito blanco de los cítricos, se encuentra presente desde el extremo norte de Chile hasta la región de la Araucanía. La hembra es de forma ovalada y aplanada dorsoventralmente, de color rosado. Su tamaño varía entre 2,15 y 3,2 mm de longitud por 1,8 a 2 mm de ancho. Presenta 18 pares de filamentos marginales, de forma cónica y una banda media dorsal oscura. La relación de la longitud del par caudal con su cuerpo es igual o menor a un 25 % (Figura 3). Su secreción ostiolar es de coloración hialina.

P. citri es una especie ovípara. La hembra oviposita una gran cantidad de huevos al interior de una matriz cerosa-filamentosa denominada ovisaco. El número de generaciones varía de 3 a 5, de acuerdo con el ambiente y hospedero.



Figura 1. *Pseudococcus longispinus*

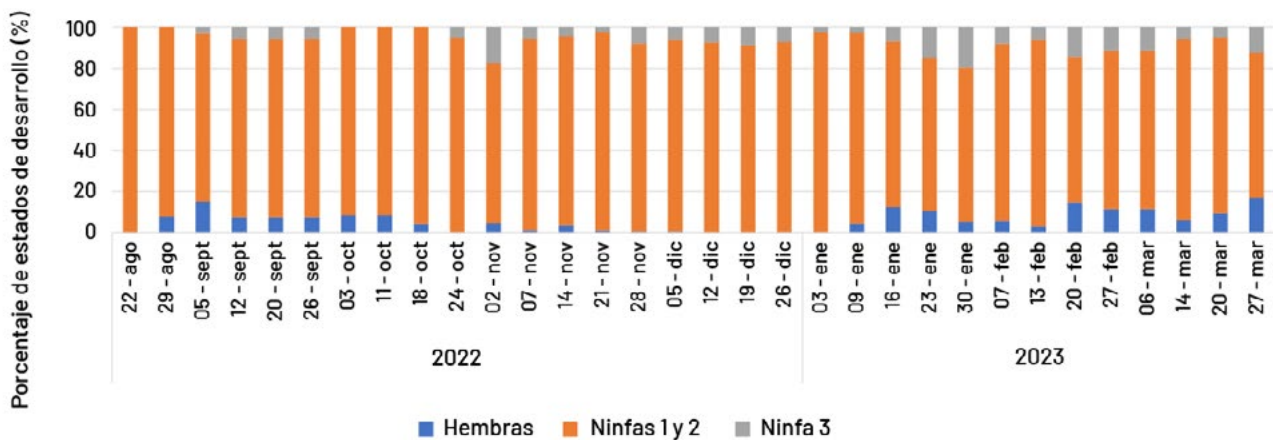


Figura 2. Estacionalidad de *Pseudococcus longispinus* en clementino var. clemenules. Petorca, 2022-2023.

En la Figura 4, se muestra la estacionalidad de *P. citri*, estudiada en naranjo var. Lane Late durante 14 meses. En el período evaluado se observó la presencia de todos los estados de desarrollo de esta especie, con mayor predominancia de ninfas. El monitoreo de los estadios de desarrollo de *P. citri* fue realizado diferenciando entre ovisacos, ninfas (NI y NII), ninfas III y hembras.

Pseudococcus calceolariae

Denominado como “chanchito blanco citrófilo”, se encuentra desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Los Lagos. La hembra de *P. calceolariae* es de

forma ovalada, de color rojo oscuro. Su tamaño varía entre 4 y 4,5 mm de longitud por 1,3 a 2 mm de ancho. Presenta 17 pares de filamentos marginales, de forma cónica y con dos bandas submediales en el dorso. La relación de la longitud del par caudal con su cuerpo va desde el 25 % al 50 % (Figura 5). Una característica distintiva de esta especie es su secreción ostiolar, de un profundo color rojo.

Pseudococcus viburni

En Chile, el nombre más común de *P. viburni* es chanchito blanco de los frutales y corresponde a la especie más abundante y polífaga en nuestro país. Su distribución



Figura 3. *Planococcus citri*



Figura 5. *Pseudococcus calceolariae*

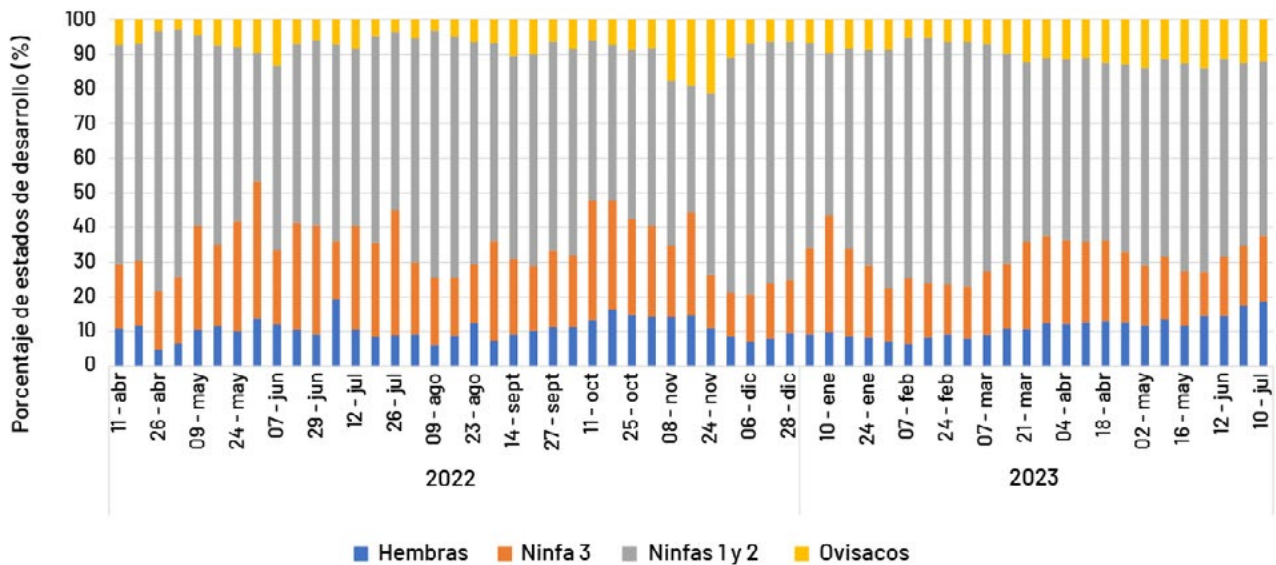


Figura 4. Estacionalidad de *Planococcus citri* en naranjo var. Lane Late. Quillota, 2022-2023.

abarca desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Los Lagos. Su centro de origen es Sudamérica, aunque actualmente presenta un carácter cosmopolita. *P. viburni* es una especie ovípara, posee 17 pares de filamentos marginales de forma tubular. La longitud del filamento caudal varía entre un 25 % y 75 % en relación con el cuerpo (Figura 6). La secreción ostiolar es hialina.

Pseudococcus meridionalis

P. meridionalis es llamado chanchito blanco meridional. Corresponde a una especie endémica que ocasionalmente ha sido encontrada en cítricos en nuestro país. La distribución de esta especie es desde la región de Atacama hasta la región de Los Lagos.



Figura 6. *Pseudococcus viburni*



Figura 7. *Pseudococcus meridionalis*

Esta especie es ovípara y presenta 17 pares de filamentos marginales de forma tubular. La relación de la longitud del par caudal con su cuerpo es igual o menor a un 50 % al 75 % (Figura 7). Su secreción ostiolar es naranja.

LITERATURA CONSULTADA

Daane KM, Almeida RPP, Bell VA, Walker JTS, Botton M, Fallahzadeh M, Mani M, Miano JL, Sforza R, Walton VM, Zaviezo T. (2012). Biology and management of mealybugs in vineyards, pp. 271–306. In Bostanian NJ, Vincent C, Isaacs R [Eds.], *Arthropod Management in Vineyards*. Springer Netherlands, Dordrecht, The Netherlands.

Da Silva, V., A. Nondillo, E. Weber, M. Silveira, M. Botton (2017). Effect of host plants on the development, survivorship, and reproduction of *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Florida Entomologist*, vol. 100, no 4, p. 718-724.

EPPO, (2023). <https://gd.eppo.int/taxon/PSECOB> Consultado 4 de julio.

Franco JC, Zada A, Mendel Z. (2009). Novel approaches for the management of mealybug pests, pp. 233–278. In Ishaaya I, Horowitz AR [Eds.], *Biorational Control of Arthropod Pests*.

Springer Netherlands, Dordrecht, The Netherlands.

González, R. (2011). Pseudocóccidos de importancia frutícola en Chile (Hemiptera: Pseudococcidae) Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 186pp.

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

Ripa R., P. Larral. (2008). Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA N°23. INIA La Cruz La Cruz, Chile. 399 pp.

Rodríguez, F. y N. Olivares. (2020). Reconocimiento y monitoreo de insectos cuarentenarios para China asociados a la producción de cítricos en Chile. *Revista Eureka*, N°1.

SAG, (2023). Lineamiento exportación naranjas y limones Corea. https://www.sag.cl/sites/default/files/Lineamientos%20exportación%20naranjas%20y%20limones%20a%20Corea%20-%20Vf_0.pdf. Consultado 12 de junio.

SAG, (2023). Lineamiento de exportación de cítricos a China. https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/lineamientos_exportacion_citricos_a_china_2020-04-02.pdf Consultado 20 de junio.

Volosky C. (2022). Pseudocóccidos en uva de mesa, nuevos antecedentes biológicos y de control. *Rev. Uvanova*. Págs 34-40.



LO INTELIGENTE ES TENERLO TODO

**SMART
CITRUS**™
all in one by AgroFresh

SmartCitrus™ es un sistema de calidad unico de soluciones y servicios AgTech para cítricos que abre la puerta a la nueva postcosecha de **AgroFresh**. Especialmente diseñado a tu medida para ayudar a mantener la frescura, reducir la pérdida de alimentos y cumplir con la seguridad alimentaria.



AgroFresh

We Grow Confidence™

AgroFresh.com

(AgroFresh) o una empresa afiliada de AgroFresh. Las condiciones individuales y los resultados pueden variar. AgroFresh no puede garantizar resultados comparables. Términos completos disponibles en: www.agrofresh.com/terms-conditions

©2022 AgroFresh. Reservados todos los derechos. ™Marca comercial de AgroFresh Inc.



Identificación de estados inmaduros de pseudocóccidos mediante qPCR-HRM: aspectos técnicos y moleculares para su diseño

Claudio Navarro M.*, Diego von Bernath P. y Cristóbal Martínez B.

INBIO Soluciones Biotecnológicas. Santiago, Chile.

*Correspondencia: cnavarro@protonmail.com

Considerando que para el año 2023 se estima que la exportación de cítricos será de aproximadamente 340.000 toneladas, la identificación de plagas cuarentenarias en frutas de exportación es relevante dado que su presencia implica el rechazo del lote presentado por el exportador a determinados destinos. Los pseudocóccidos o chanchitos blancos son una de las plagas que el SAG busca identificar en las inspecciones de fruta para exportación. En el caso de la familia Pseudococcidae, sus especies *P. viburni*, *P. calceolariae*, *P. longispinus*, *P. cribata* y *P. meridionalis*, así como *Planococcus citri*, son de gran relevancia en el Programa de Pre-Embarque SAG/USDA – APHIS/ASOEX. Este programa exige identificar toda especie de chanchito encontrada en la inspección de la fruta, de lo contrario o si se identifica alguna especie cuarentenaria (*P. meridionalis* y *P. cribata*), el lote es rechazado. Actualmente, la identificación de adultos de estas especies se realiza de manera taxonómica, sin embargo, para estados inmaduros (huevos o ninfas) esta detección se dificulta y para confirmar la especie particular es necesario realizar pruebas moleculares, siendo el PCR cuantitativo (q-PCR) la alternativa más utilizada. Existe un kit de qPCR con sondas TaqMan para esta identificación, sin embargo, presenta algunos problemas que pueden dificultar los análisis. Entre estos problemas se cuentan la existencia de resultados no concluyentes, lo que significa que, por el diseño del kit, no puede identificar la especie a la que corresponde el huevo encontrado. Adicionalmente, por la naturaleza de los sistemas qPCR-TaqMan, existe una gran cantidad de ácidos nucleicos (partidores y sondas) combinados en un mismo tubo de reacción, lo que genera potencialmente la producción de productos inespecíficos. Finalmente, esta

estrategia de qPCR-TaqMan es muy costosa, debido al uso de sondas específicas marcadas con agentes fluorescentes y apantallantes para cada especie a analizar, lo que se traduce en que cada análisis tiene un alto valor y su acceso resulta limitante para algunos productores. Por ello, y en conjunto con el Comité de Cítricos ASOEX, se planteó la idea de generar una estrategia molecular para la identificación de pseudocóccidos usando técnicas moleculares de alta precisión, bajo costo y alta reproducibilidad.

La técnica de qPCR-HRM (qPCR High Resolution Melting) corresponde a una variante de los qPCR tradicionales. En esta técnica la amplificación se desarrolla en presencia de un fluoróforo de bajo costo que se une al ADN de hebra doble en condiciones saturantes y que solo emite al estar unido (ej: SYBR Green, EvaGreen® o LC Green®). Se diseñan dos partidores de PCR que amplifican una zona de alrededor de 60-250 pb del DNA blanco en todas las especies a identificar. La amplificación en cada ciclo produce ADN doble hebra, el cual se satura del fluoróforo, y que una vez terminada la reacción de PCR se realiza un análisis de curva de fusión de alta resolución. Para esto, la placa del termociclador comienza a aumentar la temperatura de 65 °C a 95 °C en intervalos de 0,1 a 0,5 °C dependiendo de la resolución necesaria, lo que comienza la denaturación del ADN. Este aumento en la temperatura aplicada provoca que la hebra doble pase a hebra simple, lo que genera la liberación del fluoróforo, produciéndose una disminución en la fluorescencia que el equipo va detectando en cada intervalo. Al existir variabilidad en los distintos amplicones, cada especie presentará un patrón de fusión distinto, lo que permite la obtención de curvas representativas para cada insecto. Esta

técnica ha sido aplicada con éxito para la identificación de especies de plantas basado en sus regiones ITS2 (Song et al., 2016), así como variantes de pseudocóccidos utilizando un gen mitocondrial (Wetten et al., 2015). Finalmente, mediante esta estrategia se han podido identificar la presencia de variantes de una secuencia que comprende una modificación en apenas una base de un gen particular de insectos (Klafke et al., 2019).

Para la identificación de pseudocóccidos presentes en Chile usando qPCR-HRM, se debe contar con secuencias de regiones de alta variabilidad en sus genomas. Debido a la alta sensibilidad de la técnica, el primer paso fue determinar si las secuencias de las regiones de interés de las especies de pseudocóccidos presentes en Chile presentaba alta identidad, de manera de establecer una secuencia base para cada insecto. Resultó muy importante en este punto el aporte del trabajo del grupo de la Dra. Zaviezo (Correa et al., 2012), que determinó la secuencia de las regiones COI e ITS2 de 3 de las especies de pseudocóccidos presentes en Chile (*P. viburni*, *P. meridionalis* y *P. citri*). Para complementar los resultados obtenidos por Correa y colaboradores, la entomóloga Natalia Olivares, implementó un pie de cría con las seis especies de pseudocóccidos presentes en Chile, las que luego de amplificar por PCR su región ITS2, se secuenciaron y se determinó su correspondencia con las incluidas en la base de datos NCBI. De esta manera, se desarrolló un alineamiento bioinformático de las secuencias de la región ITS2 de las seis especies de pseudocóccidos presentes en Chile (Figura 1). Como se puede observar, en la Figura 1, las distintas especies de pseudocóccidos presentan alta variabilidad en la región ITS2 analizada, no obstante, en bloques rojos se indican 3 zonas con al menos 16 nucleótidos contiguos que presentan un 100 % de identidad entre las seis especies de pseudocóccidos. El siguiente paso fue la generación de una pareja de partidores, sobre las regiones 2 y 3 (con mayor cantidad de nucleótidos idénticos), los que se identificaron como inbio-P3 e inbio-P4, y cuya secuencia se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Pareja de partidores generados sobre las regiones 2 y 3 (con mayor cantidad de nucleótidos idénticos)

Partidor	Secuencia
inb_P3	5' GTTGATCGATCGCGCG 3'
inb_P4	5' GACAACGGCCGGAATAACG 3'

En la Figura 2, se puede observar un alineamiento de los amplificados utilizando como molde DNA genómico de las seis especies de pseudocóccidos empleando la pareja de partidores inbio-P3 e inbio-P4. En efecto, las seis especies de pseudocóccidos presentan bajos porcentajes de identidad en esta región, lo que resulta prometedor para su discriminación por qPCR-HRM.

Luego de varios pasos de optimización de la concentración de partidores, molde, temperaturas de annealing y la cantidad de ciclos óptimos para la reacción, se obtuvo un protocolo de qPCR-HRM para la discriminación de las seis especies de pseudocóccidos usando la pareja de partidores inbio-P3 e inbio-P4, cuyo resultado se observa en la Figura 3. A partir de estos análisis, se pudo determinar que la temperatura de fusión (T_m) de los amplificados de cada especie corresponde a *P. viburni* (85,2 °C), *P. calceolariae* (83,2 °C), *P. longispinus* (85,4 °C), *P. cribrata* (86,0 °C), *P. meridionalis* (85,6 °C) y *P. citri* (82,8 °C). De lo anterior se puede concluir que mediante el uso de la pareja de partidores inbio-P3 e inbio-P4 es posible discriminar las seis especies de pseudocóccidos presentes en Chile.

El desarrollo de un sistema de detección de pseudocóccidos basado en qPCR-HRM tiene una amplia ventaja comparativa respecto al kit utilizado actualmente, la primera es que se disminuye el uso del material para los análisis, desde 12 partidores y seis sondas en el kit qPCR-TaqMan en uso actualmente, a solo una pareja de partidores en el caso de qPCR-HRM. Adicionalmente, debido a que la temperatura de fusión de un amplicón de PCR depende de su secuencia, la presencia de amplificaciones inespecíficas, que suelen ser más pequeñas y con menor (T_m), son fácilmente detectables y no interfieren con la identificación de cada

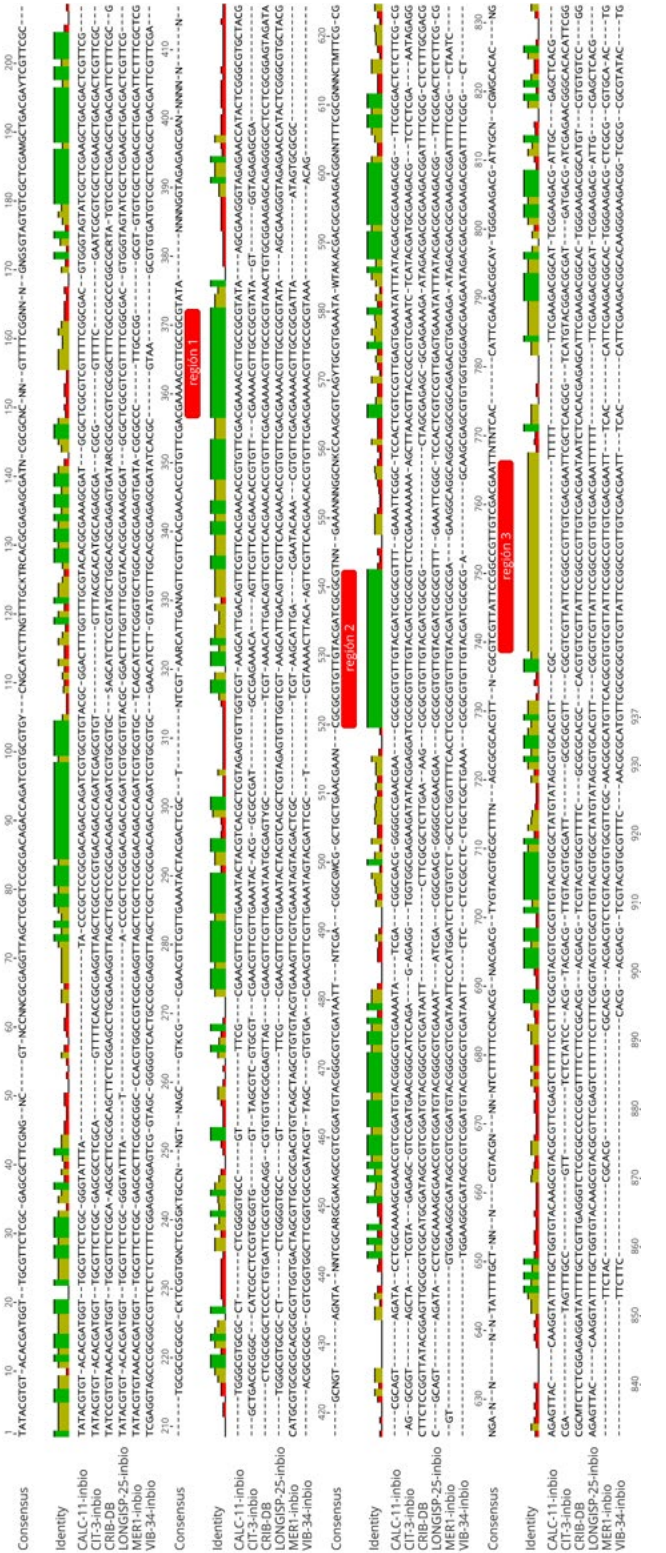


Figura 1. Alineamiento de la región ITS2 de las especies *P. viburni* (VIB-34-inbio), *P. calceolariae* (CALC-11-inbio), *P. longispinus* (LONGISP-25-inbio), *P. criбата* (CRIB-DB), *P. meridionalis* (MER1-inbio) y *Planococcus citri* (CIT-3-inbio).

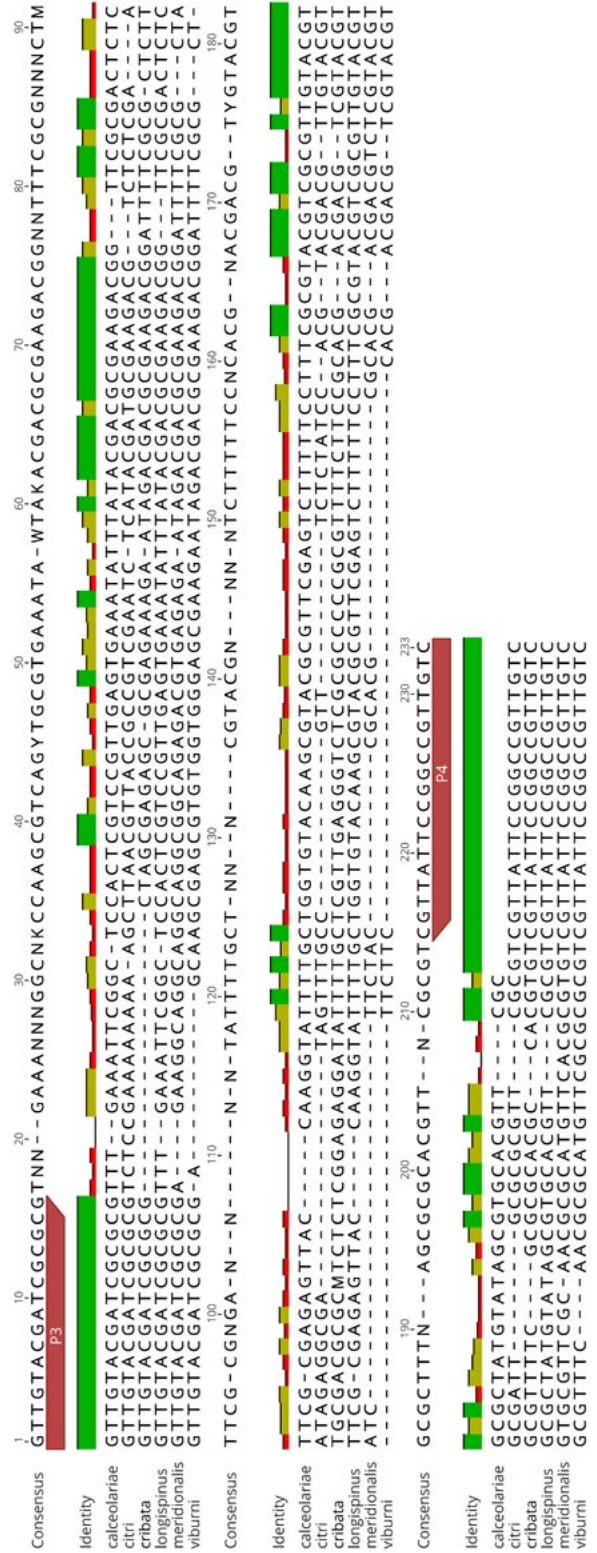
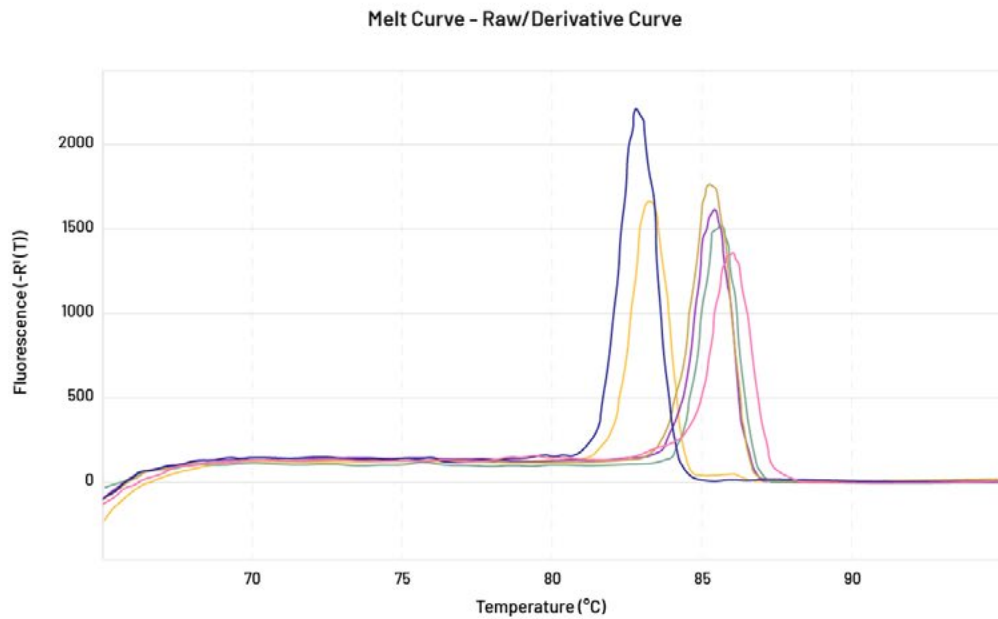
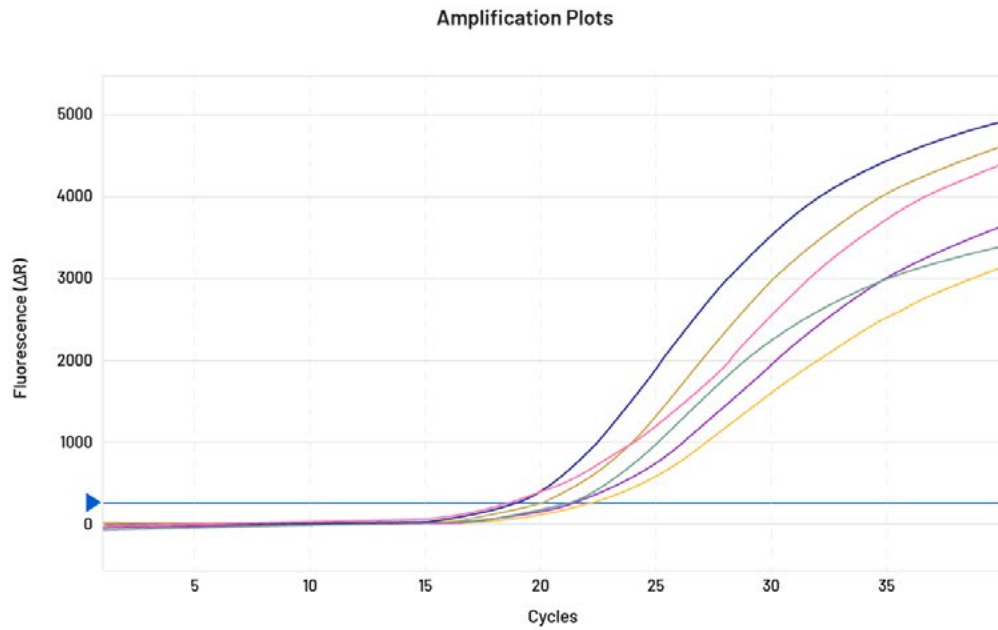


Figura 2. Alineamiento de amplificados de la región ITS2 de los pseudocóccidos ensayados utilizando los partidores inbio-P3 y inbio-P4.





Result Table

Well	Sample Name	Well Name	Cq (ΔR)	Tm Product 1 ($-R'(T)$)
E3	calceolariae		22,61	83,20
E4	citri		19,10	82,80
E6	cribata		18,80	86,00
E7	longispinus		21,55	85,40
E8	meridionalis		21,52	85,60
E9	viburni		20,21	85,20

Figura 3. Curvas de fusión para los amplificados usando como molde el control positivo de los pseudocóccidos bajo análisis y los partidores inbio-P3/inbio-P4.

especie. Finalmente, y ligado a lo anterior, teniendo en cuenta la conservación de las regiones de unión de los partidores inbio-P3 e inbio-P4, el uso de la técnica desarrollada en el presente trabajo permite la vigilancia de la aparición de nuevas especies de pseudocóccidos, por cuanto la presencia de temperaturas de fusión distintas a las reportadas para las especies presentes en Chile es indicativo de la mutación de la región ITS2 (poco probable) o la presencia de una nueva especie de pseudocóccidos, lo que puede ser determinado mediante la secuenciación de su región ITS2 completa y su comparación con las bases de datos existentes.

LITERATURA CITADA

- Correa MCG, Germain JF, Malausa T, Zaviezo T (2012).** Molecular and morphological characterization of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Chilean vineyards. *Bulletin of Entomological Research* 102: 524-530. DOI: 10.1017/S0007485312000053
- Klafke GM, Miller RJ, Tidwell JP, Thomas DB, Sanchez D, Feria-Arroyo TP, Perez de León AA (2019).** High-resolution melt (HRM) analysis for detection of SNPs associated with pyrethroid resistance in the southern cattle fever tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *International Journal of Parasitology: Drugs and Drug Resistance* 9: 100-111. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2019.03.001
- Song M, Li J, Xiong C, Liu H, Liang J (2016).** Applying high-resolution melting (HRM) technology to identify five commonly used *Artemisia* species. *Scientific Reports* 6: 34133. DOI: 10.1038/srep34133
- Wetten A, Campbell C, Allainguillaume J (2017).** High-resolution melt and morphological analyses of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from cacao: tools for the control of Cacao swollen shoot virus spread. *Pest Management Science* 72: 527-533. DOI: 10.1002/ps.4017



Efecto de las mallas sobre la retención de humedad en suelo y plagas

Johanna Mártiz M.

Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales. Santiago, Chile.

* Correspondencia: jmartiz@uc.cl

Se ha señalado en la literatura que el uso de mallas cobertoras en distintos frutales mejoran el estatus hídrico de las plantas y reducen el consumo de agua. Haijun et al. (2015) señalaron que la modificación del microclima al interior del enmallado, especialmente por la reducción de la radiación solar, la velocidad y temperatura del viento, y el aumento de la humedad absoluta, disminuyen la demanda de evaporación, es decir, la sequedad de la atmósfera. Lo mismo fue reportado por McCaskill et al. (2016), quienes estimaron que la evapotranspiración potencial se reduciría en un 30 % bajo malla. Con menos radiación solar que llega al huerto y a la copa de los árboles, combinado con una reducción en la velocidad del viento, se reduce la pérdida de agua del suelo y de la evapotranspiración. Por lo tanto, se exhibe una mejor eficiencia en el uso del agua (WUE) en árboles frutales bajo mallas. Nicolás et al. (2008) demostraron efectos similares en un huerto de limones (*Citrus limon*) con una malla protectora al 40 % (color no específico), donde los árboles sombreados tenían menor transpiración y mayor WUE

(eficiencia uso del agua) en comparación con los árboles sin sombra.

Los reportes mencionados hacen referencia a mallas con un porcentaje de sombra mayor al 30 %, sin embargo, las mallas antiabejas generalmente presentan un 10% de sombreadamiento, por lo que el efecto en la eficiencia de uso de agua puede ser distinto. Para tener una primera aproximación del efecto de la malla antiabejas sobre el potencial consumo de agua en mandarinos enmallados, en el proyecto se evaluó la retención de humedad en el suelo en plantas con y sin enmallar, a través de sensores ubicados a los 30 cm y 60 cm de profundidad.

La observación empírica mostró que el suelo del tratamiento testigo (sin malla) presentó una mayor capacidad de retención de humedad a los 30 cm de profundidad durante el período de 3 años de estudio, siendo 21 % superior a la retención de humedad del suelo que está enmallado, mientras que, a los 60 cm de profundidad, los árboles sin malla evidenciaron una

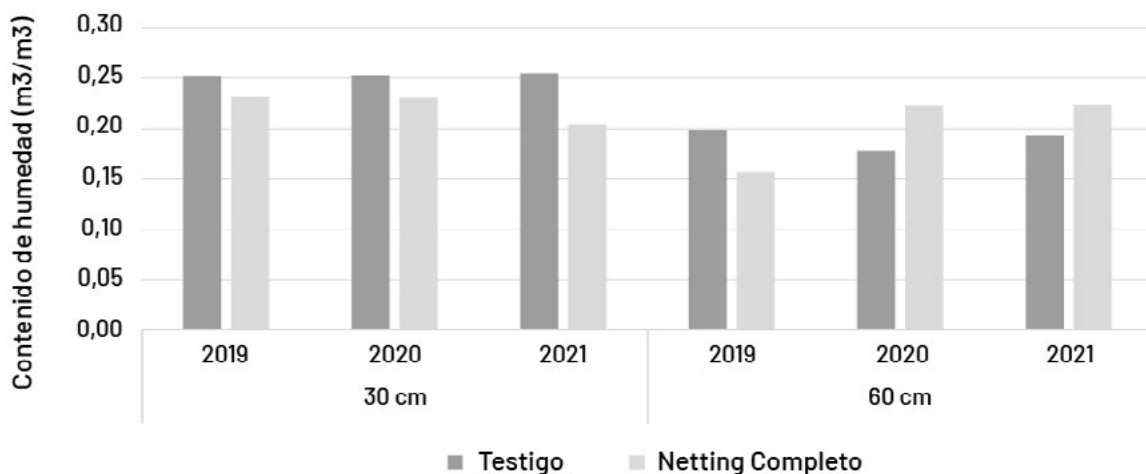


Figura 1. Diferencias en el contenido de humedad promedio en el suelo a una profundidad de 30 cm y 60 cm del sistema de enmallado netting completo comparado con el testigo sin malla, durante los años 2019-2020-2021.

reducción de la retención de humedad de un 24 % respecto a la retención de humedad promedio observada a los 30 cm.

Por otra parte, se puede observar que la retención de humedad en el suelo en el sistema de netting completo, a los 60 cm de profundidad, fue menor durante el primer año de estudio (2019), y luego mostró un aumento en el tiempo, siendo un 25 % mayor en comparación a los árboles sin malla. El uso de malla está ampliamente reportado por sus efectos sobre el microclima del dosel, creando un ambiente óptimo para el desarrollo del árbol (Dovjek et al., 2020). Estas condiciones ambientales permiten una mejor respuesta de la fotosíntesis incrementando la disponibilidad de carbohidratos (Manja & Aoun, 2019). Esta mayor disponibilidad de carbohidratos se traduce en un aumento del crecimiento y desarrollo vegetativo, lo que a su vez significa un mayor consumo de agua. Esto podría explicar el mayor consumo de agua durante el primer año como consecuencia del mayor crecimiento vegetativo que tuvieron las plantas al instalar las mallas.

Estas observaciones dan cuenta de que el uso de malla antiabejas no estaría reduciendo el consumo de agua, lo que se puede observar es un cambio en el patrón de consumo o uso del agua en el suelo. El hecho que las plantas bajo malla presenten menor contenido de humedad a los 30 cm de profundidad podría indicar un mayor desarrollo de raicillas que estarían absorbiendo el agua disponible. Este mayor desarrollo de raicillas podría deberse a la mejor condición de temperatura a nivel de suelo que genera la malla, reduciendo el estrés térmico. Por lo tanto, se deberán realizar investigaciones para determinar el patrón de crecimiento de raíces de plantas

bajo malla y su influencia en el estatus hídrico del suelo, así como también los parámetros fisiológicos y su relación con el desarrollo radicular. Esto se traduciría en mejorar la gestión del riego, maximizando los recursos productivos en zonas de escasez hídrica en Chile.

Para determinar si existe influencia de las mallas sobre la presencia de plagas, se realizó monitoreo durante la temporada 2019-2020 y 2020-2021 en cada sistema de enmallado. En el monitoreo se clasificó la presencia de la plaga en 4 categorías: ausencia (nada 0 %), baja presencia (menos de 35 %), presencia (entre 35 % y 70 %) y alta presencia (sobre 70 %).

En la primera temporada analizada, se pudo observar que las plagas predominantes fueron chanchito blanco (*Pseudococcus* sp.), conchuela (*Icerya* sp.), pulgón (*Toxoptera* sp.) y mosquita blanca (*Aleurothrixus* sp.). Si bien las distintas plagas fueron encontradas en todos los sistemas incluyendo al testigo, la presencia de ellas tendió a ser mayor en los sistemas de enmallado con netting (completo y removible), probablemente debido al microclima generado por las mallas y que beneficia el desarrollo de las plagas. En la temporada siguiente, las plagas se mantuvieron ausentes o con baja prevalencia, debido al riguroso control realizado en el huerto, situación que se mantuvo hasta el final del proyecto.

Este capítulo corresponde a información actualizada del manual: "Uso de mallas antipolinización en mandarinas".



descargar manual

Tabla 1

Plagas presentes en el sistema de enmallado betting completo comparado con el testigo sin malla, durante la temporada 2019-2020.

Tipo de enmallado	Chanchito blanco en ramilla	Chanchito blanco en tronco	Conchuela	Pulgón	Mosquita blanca
Netting	54 % ¹	45 % ¹	67 % ¹	40 % ¹	40 % ¹
Testigo	33 % ²	53 % ¹	60 % ¹	33 % ²	13 % ²

¹: Indica presencia de plaga

²: Indica baja presencia de la plaga



Implementación y resultados del primer proceso de muestreo y diagnóstico de plagas no cuarentenarias en cítricos, primavera 2022

José Quintana C., Sandra Bustos O., Matías Dagach C., Beatriz Arias F. y Patricia Iturriaga V.*

Departamento Semillas y Plantas, División de Protección Agrícola Forestal y Semillas, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile.

*Correspondencia: viveros.central@sag.gob.cl

INTRODUCCIÓN

En el marco de la implementación de la Resolución Exenta SAG N° 8.911/2020 que establece el control de Plagas No Cuarentenarias Reglamentadas (PNCR) en material de propagación de especies de cítricos, en los meses de noviembre y diciembre del año 2022 se realizó el primer muestreo y diagnóstico oficial de plantas madres (PM) de estas especies. Dado que la principal vía de diseminación de *Citrus tristeza virus* (CTV), *Citrus psorosis virus* (CPSV) y *Hop stunt viroid* (HSVd) es la injertación con material vegetal contaminado y que la sintomatología y posteriores consecuencias económicas de plantas enfermas se visualizan años más tarde en un huerto adulto, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) decidió, con base en un trabajo colaborativo público privado que data desde el año 2017, establecer como requisito obligatorio que las yemas y ramillas usadas en el proceso de producción de plantas de cítricos, provengan de plantas madres (PM) negativas a las PNCR indicadas y con ello, elevar la calidad fitosanitaria de las plantas de categoría corriente o no certificada y por consiguiente, contribuir a elevar la productividad de las futuras plantaciones. El SAG consideró, además, que las mejoras que introduciría cada vivero en los estándares de producción de plantas constituirían una ventaja ante la necesidad de implementar planes de contingencia frente a posibles detecciones de plagas cuarentenarias en el territorio nacional, pues se genera información y se hace más rutinaria la implementación de ciertas metodologías de trabajo.

Los objetivos de este trabajo fueron, dar inicio al control fitosanitario de los materiales de propagación de cítricos, mediante el muestreo y diagnóstico de plantas madres desde donde los viveristas obtienen el material vegetal para injertar, a fin de determinar la ausencia o presencia de las PNCR *Citrus tristeza virus* (CTV), *Citrus psorosis virus* (CPSV) y *Hop stunt viroid* (HSVd) y, conforme a sus resultados, autorizar o prohibir la extracción de injertos. Además, difundir y comprobar el conocimiento de la normativa de PNCR en los viveristas de cítricos del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a que la información en cuanto a la cantidad de viveros, ubicación, especies y variedades producidas puede ser variable en el tiempo, pues obedece a necesidades comerciales, el Servicio Agrícola y Ganadero, a través de sus inspectores sectoriales, realizó una actualización de los datos registrados a fin de construir la población de plantas sujetas de muestreo obligatorio. Para llevar a cabo la implementación de la normativa, se realizó un trabajo metodológico que comenzó con el levantamiento de la información, la comunicación con los viveristas y su capacitación.

Comunicación y actualización de datos de los viveristas

Durante los años 2021-2022, con base en la información de los viveros inscritos en el SAG, se tomó contacto con los representantes y propietarios de los viveros para actualizar

la información disponible y generar una base de datos sujeta de las acciones posteriores, de difusión, capacitación y muestreos. Con la información actualizada, se realizó un fuerte trabajo de difusión de la normativa de PNCR cítricos, con el objetivo de comunicar aspectos claves sobre la implementación y favorecer la puesta en marcha de la nueva estrategia de control de plantas, a través de correos electrónicos, redes sociales, mensajería de texto al celular, cápsulas comunicacionales y entrevistas telefónicas.

Capacitación a viveristas

Con el propósito de estandarizar los conocimientos relativos a las acciones fitosanitarias exigidas, entre los días 16/08 y 2/09/2022 el SAG dictó un curso obligatorio para viveristas y contrapartes técnicas, gratuito y en línea, sobre la normativa de PNCR cítricos.

Cobertura del muestreo y diagnóstico de PM de cítricos.

En octubre de 2022, con los resultados de la actualización de datos y efectuada la inscripción de las plantas madres sujetas de muestreo por parte de los viveristas, el SAG decidió postergar la implementación en el 100 % de las plantas e iniciar las actividades con una marcha blanca que considerara la selección de sitios de producción (SdP: una parte definida de un lugar de producción que es manejada como una unidad apartada para propósitos fitosanitarios, separada por especie y variedad) y de plantas, debido a que no fue posible contar con la cantidad de empresas de terceros autorizados que gestionaran la gran cantidad de muestras requeridas, en la época adecuada, y dar oportuna respuesta sobre resultados.

De todas las solicitudes de inscripción de plantas madres presentadas por los viveristas, se procedió a seleccionar un sitio de producción por vivero, en el cual se muestreó una especie y variedad, permitiendo que se cosecharan materiales de injertación desde plantas de SdP no muestreadas en la temporada productiva 2022/23.

Muestreo y diagnóstico de las plantas madres

El muestreo de PM fue ejecutado por funcionarios del SAG, siendo esta una actividad sin costo para el usuario. Las muestras captadas en terreno, fueron identificadas y enviadas a los laboratorios AYSLAV y VITALAB, ambos son laboratorios terceros autorizados por el SAG. Las muestras se analizaron para determinación de *Citrus tristeza virus* (CTV), *Citrus psorosis virus* (CPSV) y *Hop stunt viroid* (HSVd). Los costos del diagnóstico fueron asumidos por los viveristas solicitantes.

El número de plantas madres a muestrear fue calculado con base en una tabla hipergeométrica, considerando un 95 % de confianza y un 5 % de infestación. Se aplicó selección aleatoria de las plantas madres. El material vegetal colectado desde las plantas madres seleccionadas se obtuvo desde 4 ramillas con orientación en cada punto cardinal y se agruparon en muestras compuestas (muestra formada por material vegetal proveniente de PM seleccionadas, las cuales serán sometidas a análisis de laboratorio para determinar las PNCR de interés) de hasta 3 submuestras (Figura 1). El análisis de laboratorio fue realizado mediante la técnica analítica de RT-PCR.

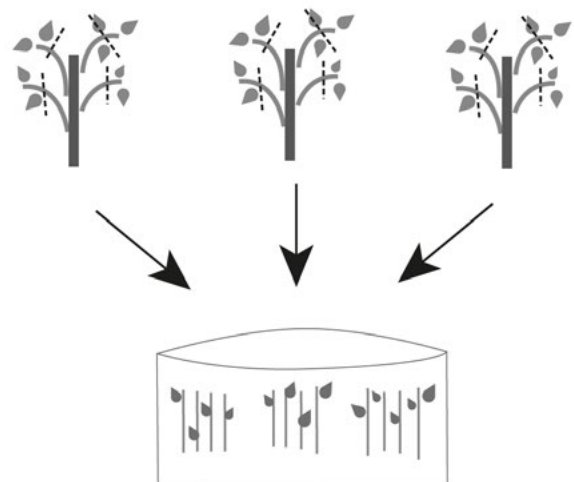


Figura 1. Muestra compuesta formada por material vegetal proveniente de 3 PM.

RESULTADOS

A partir de lo anteriormente expuesto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Capacitación a viveristas

Se capacitó a 139 personas, pertenecientes a 93 viveros, quienes hicieron el curso oficial sobre la normativa de PNCR y al finalizarlo, obtuvieron su certificado de aprobación. Este curso fue valorado positivamente por los participantes como un aporte al fortalecimiento de sus capacidades.

Universos sujetos de control

Las comunicaciones efectuadas permitieron actualizar la información disponible en el SAG y conocer los potenciales sujetos de muestreo. La Tabla 1 muestra información sobre la distribución de los viveros de cítricos por región y los potenciales sitios de producción sujetos de muestreo, concentrándose la mayoría, un 50 % del total de viveros, en la región de Valparaíso.

Tabla 1

Distribución de los viveros y de sitios de producción que contienen las plantas madres sujetas de muestreo.

Región	N° Viveros de cítricos	N° Sitios de producción
Tarapacá	4	5
Coquimbo	6	25
Valparaíso	50	165
Metropolitana	17	60
O'Higgins	19	47
Maule	3	25
Ñuble	1	1
Total	100	328

Para la marcha blanca, el SAG decidió seleccionar una muestra de 56 viveros para ejecutar los muestreos oficiales.

Resultados del Proceso de muestreo y diagnóstico de plantas madres (PM)

La distribución de los sitios de producción muestreados

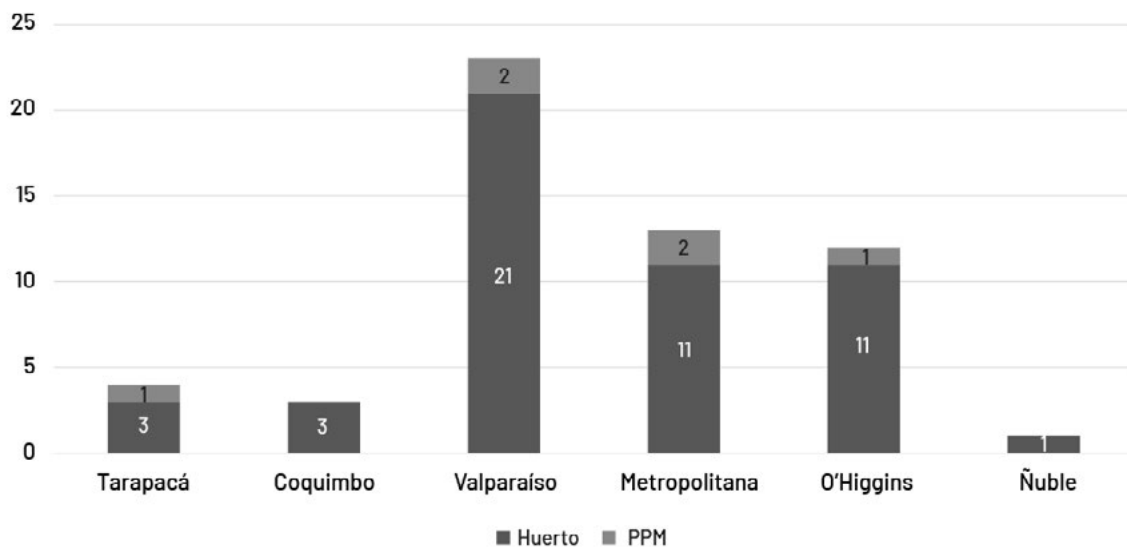


Figura 2. Número de sitios de producción muestreados de cítricos por región.

en el país se encuentra detallado en la Figura 2. Se muestrearon 56 SdP, 23 de los cuales están ubicados en la región de Valparaíso. Se pudo observar que hay dos segmentos marcados respecto del manejo que se da a las plantas madres: 50 SdP corresponden a huertos frutícolas comerciales, en cuyo lugar se seleccionan las plantas que serán donantes de material de propagación y seis SdP corresponden a planteles de plantas madres (PPM), que son lugares cuyas plantas madres, proveedoras de yemas o semillas, se establecen en una propiedad que el viverista arrienda o en copropiedad con otro viverista y, en tal caso, las plantas son manejadas, agronómicamente y sanitariamente para fines de obtención de material de propagación. Para la temporada 2023/24 se sumarán a muestreo 20 PPM, lo cual tiene un gran valor fitosanitario, pues se evidencia un esfuerzo por parte del sector viverístico por disponer de la mantención de plantas madres sólo para fines de propagación.

En la Tabla 2, se detalla la cobertura de muestreo y la diferencia entre lo realizado durante la primavera 2022 (población acotada) y los universos potenciales de muestrear, información que proyecta la dimensión del trabajo que se debe abordar durante la temporada 2023/24.

Tabla 2

Cobertura de trabajo

Cantidad (unidades)	Universo potencial	Universo seleccionado (2022/23)	% realizado
Viveros de cítricos	100	56	56 %
Sitios de producción	328	56	17 %
Plantas madres declaradas (universo amparado)	108.387	25.076	23,1 %
Plantas madres por muestrear (usando selección por tabla de muestreo)	16.625	1.058	6,4 %
Muestras compuestas	5.826	365	6,3 %

Como resultado de la marcha blanca se muestreó el 56 % de los viveros de cítricos, abordándose un 23,1 % de las PM declaradas. Es importante visualizar que abordar el 100 % de las plantas madres significa un gran desafío y es una necesidad mantener fortalecida la logística y capacidad instalada para el muestro, diagnóstico y trazabilidad.

Dentro de las especies muestreadas en estos 56 sitios de producción seleccionados, las especies de mayor representación, en orden descendente, fueron: limonero (43 %), naranjo (32 %) y mandarino (16 %) (Tabla 3).

Tabla 3

Cantidad de plantas madres muestreadas por especies.

Especie	N° Plantas madres
Limonero	450
Naranjo	341
Mandarino	169
Clementino	86
Tangelo	7
Kumquat	3
Lima	2
Total	1.058

De las 1.058 plantas muestreadas, sólo en el oasis de Pica ubicado en la región de Tarapacá, se detectaron plantas positivas a *Citrus tristeza virus* (CTV). No hubo resultados positivos a las otras PNCR. Las plantas positivas a CTV correspondieron a naranjo variedad Salustiana y a tangelo. La positividad a CTV fue de un 0,2 % a nivel nacional y 25 % a nivel local.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se realizó un muestreo y diagnóstico acotado de 56 sitios de producción de PM de cítricos. Este ejercicio es el primer muestreo en el marco de la Resolución N° 8.911/2020 que se realiza con una metodología estándar, para determinar plagas no cuarentenarias presentes en plantas de categoría corriente.

Considerando que hace muchos años que Chile no produce plantas certificadas de cítricos, los resultados de este ejercicio, que se realizó aplicando una selección con base estadística, indican que las plantas madres muestreadas en la primavera 2022 tienen una condición fitosanitaria muy buena, pues dos de las plagas de interés no fueron encontradas en los materiales de propagación incluidos en la marcha blanca y CTV fue detectado sólo en dos plantas en Pica, significando un nivel de infestación muy bajo y con distribución muy restringida. Por otra parte, la detección del virus en plantas donantes de material vegetal implicó adoptar medidas de mitigación de riesgos, prohibiendo el

uso de esas plantas como material madre.

La presencia de CTV en el oasis de Pica es coherente con los resultados de Besoain (2008) en donde se reportan los más altos porcentajes de presencia del virus, con una incidencia del 15,3 %.

La temporada 2023/24 supone un gran desafío considerando la gran cantidad de plantas sujetas de muestreo, se requiere incrementar equipos de muestreo y de laboratorio para dar servicio a tales demandas.

En cuanto a terceros autorizados que realicen el muestreo y diagnóstico de las PNCR, a la fecha, el SAG ha autorizado a seis empresas de muestreo y tres laboratorios para análisis, con los cuales se espera abordar el universo completo de viveros de cítricos del país, abarcando todos sus sitios de producción y cada una de sus especies y variedades.

Por otra parte, la realización del curso de PNCR de cítricos fue valorado favorablemente, por lo cual se espera continuar dictándolo para fortalecer las competencias de los viveristas.

LITERATURA CITADA

Besoain, X. (2008). Incidencia, caracterización y epidemiología del virus de la tristeza de los cítricos en Chile. Universidad Politécnica de Valencia.



Lysiphlebus parasitando áfidos en cítricos.



Evaluación de depredadores para el manejo integrado del pulgón del algodón (*Aphis gossypii*) en clementinas

Natalia Olivares P. *, Yearlys Pérez C. y Jonathan Morales P.

Entomológica SpA, Santiago, Chile

*Correspondencia: nolivare@outlook.cl

El pulgón del algodón *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), es un insecto polífago que produce daño económico a diversas hortalizas y frutales en el mundo (Salas y Horta, 2020). Entre sus hospederos se encuentran plantas cítricas, especialmente limonero y naranjo. Ataca brotes tiernos, reduciendo su crecimiento y produciendo abundante mielecilla, la que genera fumagina en hojas y frutos (Ripa y Larral, 2008). Su importancia como vector del virus de la tristeza (CTV) en cítricos, va desde una capacidad moderada en la transmisión de esa virosis (Ripa y Larral, 2008), hasta ser señalado como su principal vector (Hermoso de Mendoza et al., 1984).

En Chile, la abundancia de *A. gossypii* y los daños producidos en los periodos de brotación y floración de los cítricos son cada vez mayores, lo que parece estar asociado al incremento de predios que han instalado mallas para evitar la polinización de frutos por las abejas. Es probable que uno de los factores del incremento del daño sea debido a que el manejo de esta plaga requería plaguicidas de síntesis como el principal medio de control (Mostafiz et al., 2019) y la necesidad de usar mallas esté afectando la calidad de aplicación de agroquímicos para reducir las poblaciones de *A. gossypii*.

En forma progresiva, los mercados de fruta fresca han ido aumentando las restricciones derivadas del uso de algunos plaguicidas y sus efectos, lo que implica analizar los programas sanitarios que no contribuyan con la sostenibilidad agrícola exigida y buscar sistemas alternativos de menor impacto ambiental, como es el uso de control biológico en un contexto de Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Olazo et al., 2011). Entre los agentes de

control biológico de *A. gossypii* presentes en Chile se encuentran algunos parasitoides himenópteros como: *Lysiphlebus testaceipes*, *Aphidius spp.* y los depredadores coccinélidos: *Eriopis connexa*, *Hippodamia spp.* y *Adalia spp.*; dípteros del género *Aphidoletes spp.* y crisópidos del género *Chrysoperla spp.* (Ripa y Larral, 2008). Las larvas de Chrysopidae son ávidas depredadoras de áfidos, mosquitas blancas, chanchitos blancos, trips, ácaros, larvas de lepidópteros y huevos de diversos insectos (Canard et al., 1984; McEwen et al., 2001; Van Driesche et al., 2007; Haramboure et al., 2014).

Van Driesche et al. (2007) indican numerosos esfuerzos para evaluar el potencial de *Chrysoperla*, para reducir las poblaciones de diversas plagas, que incluyen a *A. gossypii* en el cultivo del algodón (Knutson y Tedders, 2002, en Driesche et al., 2007), observando un efecto discernible en la densidad del áfido, sugiriendo que en el campo, las larvas de crisópidos se enfrentan a una complejidad física y biótica del ambiente en el cual son dispuestas, al contrario de lo que ocurre en viveros, donde las liberaciones de crisópidos sí han logrado impactos mayores. Por ello, es necesario recopilar información que contribuya a validar su uso, en particular en cítricos cultivados bajo túneles, donde *A. gossypii* es un problema emergente.

Adams (1983) señala que las especies de *Chrysoperla* en América muestra una amplia distribución geográfica, pero una baja diversidad específica. En América del Sur, sólo se menciona *C. externa* y *C. asoralis*, señalando como ejemplo, que el área de distribución de *C. externa* se extiende desde Chile y Argentina, hasta el sureste de los Estados Unidos y las Antillas.

Varias especies del género *Chrysoperla* han sido reproducidas comercialmente en el mundo para su uso en programas de control biológico, aunque con una confusa sistemática del género, reconociéndose como válidas cerca de 36 especies en el mundo (Brooks, 1994). En la región neotropical se reconocen cinco especies del género *Chrysoperla*, de las cuales tres están presentes en Argentina: *C. externa*, *C. asoralis* y *C. argentina* (González y Reguilón, 2002). Monserrat y De Freitas (2005), en muestras provenientes de la región de Coquimbo (Chile), Patagonia y Tierra del Fuego (Argentina y Chile), encontraron cinco especies de crisópidos: *Ungla argentina*, *Ungla binaria*, *Chrysopodes (Neosuarius) porterina*, *C. externa* y *C. defreitasi*. En Argentina, Haramboure et al. (2014) reconocen la presencia de cuatro especies de *Chrysoperla*: *C. externa*, *C. asoralis*, *C. argentina* y *C. defreitasi*. En Chile han sido reportadas las especies *C. externa* (Adams, 1983), *Chrysoperla rufilabris* (Rojas, 2005) y *C. asoralis* y *C. argentina* (Reguilón et al., 2023).

A nivel mundial, también la familia Coccinellidae es reconocida por su acción depredadora sobre áfidos, escamas, conchuelas, pseudocócidos y ácaros, obteniéndose logros notables en numerosos programas de control biológico desarrollados por más de un siglo. En Chile se menciona la presencia de aproximadamente 120 especies de coccinélidos, entre especies exóticas, nativas y endémicas. Entre las más reconocidas en el control de plagas agrícolas se encuentran especies de los géneros: *Hippodamia*, *Adalia*, *Scymnus*, *Rodolia*, *Cryptolaemus*, *Coccidophilus*, *Rhyzobius* y la especie endémica más común en Chile, *Eriopis connexa*, cuya subespecie *E. connexa chilensis* se distribuye desde la región de Arica y Parinacota a la región de Los Lagos.

El propósito de este estudio fue generar información técnica relevante para incorporar la herramienta de control biológico, en un marco de manejo integrado de plagas en huertos de cítricos que utilizan mallas tipo túnel.

En una primera parte del estudio, se recopiló información específica sobre las interacciones ecológicas que se establecen entre el depredador *C. asoralis* y su presa

A. gossypii. Esta actividad fue realizada en condiciones de laboratorio y los objetivos fueron determinar el tipo de respuesta funcional de las larvas del instar III de *C. asoralis*, para estimar su capacidad depredadora sobre *A. gossypii*, determinándose que, hasta ahora, en la regulación poblacional del áfido producida por factores denso-dependientes bióticos, como en este caso, las densidades de la dupla depredador - presa muestran una retroalimentación (Rodríguez del Bosque, 2007). También fueron evaluados factores de comportamiento del depredador como: tiempo de manipuleo, tasa de ataque y capacidad de búsqueda (García et al., 2007). En una segunda fase del estudio, fue realizado un ensayo de campo para evaluar el efecto de liberaciones del crisópido afidófago *C. asoralis*, reforzadas con liberaciones del coccinélido *Eriopis connexa chilensis*, en conjunto con otras herramientas de MIP, para evaluar su efecto sobre la densidad de la población del pulgón *A. gossypii*. Esta actividad fue realizada en un predio comercial de clementino var. clemenules conducido bajo malla tipo túnel, bajo un ambiente de manejo integrado.

CAPACIDAD DEPREDAORA DE CHRYSOPERLA ASORALIS EN LABORATORIO

La capacidad de depredación de la larva III de *C. asoralis* (Figura 1) fue evaluada sobre ninfas de *Aphis gossypii*. Las larvas fueron provistas por el laboratorio de producción de Xilema SpA y las ninfas de los áfidos fueron colectadas de plantas de cítricos. La unidad experimental correspondió a brotes de cítricos infestados con los áfidos sobre placas Petri de 15 x 90 mm, conteniendo un disco de papel de filtro. Este estudio fue realizado bajo condiciones de laboratorio a 25 °C + 5 °C, 65 % HR + 5 % y un fotoperiodo de 8:16 h (luz: oscuridad).

Determinación del tipo de respuesta funcional

Los resultados del número de ninfas depredadas en cada una de las densidades evaluadas en el tiempo determinado (6 h), fueron utilizadas para graficar el tipo de respuesta funcional y se determinó el mejor ajuste de acuerdo a los modelos matemáticos propuestos por Pervez (2005): lineal, cóncavo o sigmoideo.

Para determinar y analizar el tipo de curva de la respuesta funcional, los datos fueron ajustados a través de regresión polinómica de segundo grado con su respectiva regresión lineal, entre el número de ninfas ofrecidas (N_o), en relación a la proporción de presas consumidas (N_a/N_o) para el estado larvario de *C. asoralis* generando posteriormente la ecuación lineal (Fernández et al., 2002):

$$y = b x + a$$

donde:

y = Cantidad de presas atacadas/consumidas.

x = Cantidad de presas ofrecidas.

b = Pendiente de la recta o eficiencia de búsqueda del depredador (tasa de ataque).

a = Término independiente u ordenada al origen (larvas consumidas sobre densidad de larvas administradas).

Capacidad de búsqueda, tiempo de manipuleo y tasa de ataque

La búsqueda y selección de un enemigo natural con mayores y mejores capacidades de mantenerse ejerciendo una regulación permanente de su presa, depende de ciertos atributos que deben tener las larvas de *C. asoralis* como una adecuada capacidad de búsqueda (E_b), tiempo de manipuleo (T_h) y tasa de ataque (N_e), estimada a través del método de cuadrados mínimos ordinarios para modelos no lineales, usando el paquete estadístico EXCEL 2016.



Figura 1. Larva III de *Chrysoperla asoralis*

Capacidad o eficiencia de búsqueda (E_b)

La eficiencia de búsqueda o capacidad de búsqueda fue estimada para el depredador *C. asoralis* y la densidad de ninfas del áfido ofrecidas, a través de la fórmula propuesta por O'Neil y Stimac en 1988 (Fernández et al., 2002):

$$E_b = (N_a / N_o)$$

donde:

E_b = Eficiencia de búsqueda (capacidad de búsqueda).

N_a = Número de presas (pulgones) consumidos.

N_o = Número (densidad) de ninfas ofrecidas.

Tiempo de manipuleo (T_h)

El tiempo de manipuleo fue calculado para el instar larvario de *C. asoralis* a través de la ecuación del disco de Holling 1966 (Fernández et al., 2002), por el método no lineal de cuadrados mínimos y la aplicación de la siguiente fórmula (Fernández et al., 2002):

$$T_h = \frac{\text{Coeficiente de regresión o pendiente (b)}}{\text{Capacidad de búsqueda (} E_b \text{)}}$$

Tasa de ataque (N_e)

Para las larvas de *C. asoralis* donde se encontró respuesta funcional de tipo II, se estimó la tasa de ataque mediante la aplicación de la siguiente fórmula (Fernández et al., 2002):

$$N_e = (a N_o T) / (1 + a N_o T_h)$$

donde:

N_e = Número de larvas depredadas

N_o = Densidad de la presa

a = Tasa de ataque constante o tasa de búsqueda instantánea (= b)

T = Tiempo para contacto entre la presa y el depredador

T_h = Tiempo de manipulación de la presa

MANEJO DE *A. GOSSYPHII* EN HUERTO DE CÍTRICOS ESTABLECIDO

El ensayo fue realizado en un huerto comercial de clementino var. clemenules, ubicado en Cabildo, Región de Valparaíso (Figura 2). El seguimiento de la plaga fue realizado mediante el uso del sistema de monitoreo Pest Monitoring System (PMS) de Xilema SpA, en tres estaciones de monitoreo por cada hectárea. La frecuencia de registro de datos fue semanal y fueron evaluados adultos y ninfas de *A. gossypii* y sus enemigos naturales.

Fueron establecidos dos tratamientos: T1 (MIP) y T0 (Testigo comercial). La superficie de los tratamientos fue de 3 y 2 hectáreas, respectivamente.

En la Tabla 1 se indica el manejo para los tratamientos MIP y convencional, los que fueron realizados para el control de plagas durante el período en que el cultivo estuvo con la malla instalada.

Análisis estadístico

Los datos de la evaluación de campo fueron analizados

Tabla 1.

Tratamientos realizados en huerto comercial de clementino var. clemenules.

Producto (insecticida /ACB*)	Objetivo biológico	Tratamiento	Fecha de aplicación	Dosis
Buprofezin SC	<i>Icerya purchasi</i>		24 sept 22	75 cc/hL
<i>Chrysoperla asoralis</i>	<i>Aphis gossypii</i>		12 oct 22	600 ind/ha
<i>Chrysoperla asoralis</i> / <i>Eriopis connexa</i>	<i>Aphis gossypii</i>	Bajo esquema	18 oct 22	600/300 ind/ha
<i>Eriopis connexa</i>	<i>Aphis gossypii</i>	MIP	21 oct 22	300 ind/ha
Jabón K	<i>Aphis gossypii</i>		2 nov 22	1 l/hL
<i>Eriopis connexa</i>	<i>Aphis gossypii</i>		7 nov 22	300 ind/ha
Buprofezin SC	<i>Icerya purchasi</i>	Testigo comercial	24 sep 22	75 cc/hL
Sulfoxaflor	<i>Aphis gossypii</i>		27 oct 22	25 cc/hL

*ACB: agente de control biológico



Figura 2. Huerto comercial de clementinos var. clemenules.

mediante un modelo lineal generalizado, usando los valores longitudinales, con datos sucesivos para buscar el efecto del tratamiento en el tiempo. El análisis fue realizado separando el set de datos en siete meses cada uno. Se utilizó el software estadístico Infostat (2020) y la comparación de medias fue realizada mediante DGC ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Respuesta funcional en laboratorio

En la Figura 3 se muestra la curva de respuesta funcional de *C. asoralis* sobre *A. gossypii*, la que corresponde a una curva

Tabla 2.

VARIABLES DE RESPUESTA FUNCIONAL Y CAPACIDAD DEPREDADORA DE *C. asoralis* EN EL CONSUMO DE NINFAS DE *A. gossypii*.

Tiempo de contacto presa /depredador T(h)	Densidad de ninfas (No)	Promedio de ninfas consumidas (Na)	Capacidad de búsqueda (Eb)*	Tiempo de manipuleo (th) por h	Th (min)	Tasa de ataque (%)
6	2	1,73	0,86	0,45	27,00	4,00
6	4	2,3	0,58	0,67	40,10	7,40
6	12	5,40	0,45	0,87	51,90	21,00
6	32	13,30	0,41	0,94	56,10	54,80

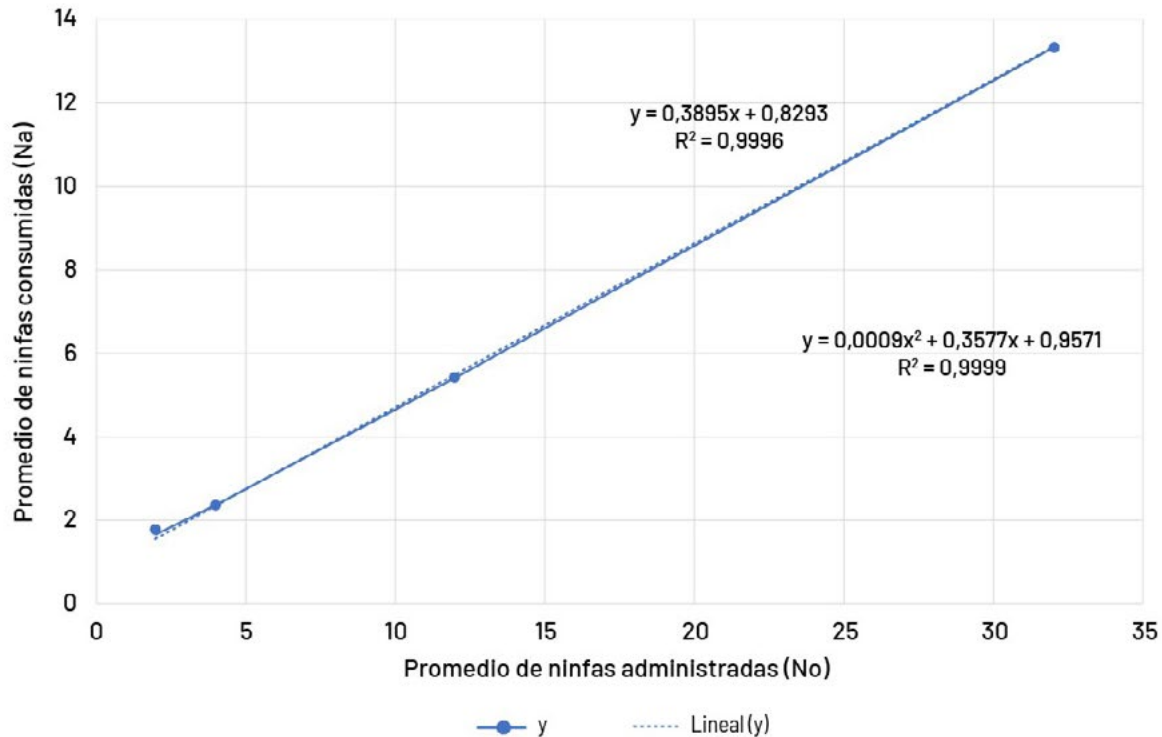


Figura 3. Respuesta funcional Tipo II de larvas III de *C. asoralis* en el consumo de ninfas de *A. gossypii*.

tipo II. En relación a las variables de respuesta funcional obtenidas para *C. asoralis*, se obtuvo un promedio de depredación igual a 13,3 presas a las seis horas de evaluación y un tiempo de manipuleo de 56 minutos. Asimismo, la tasa de ataque de esta especie depredadora sobre *A. gossypii*, fue de un 54,8 %, durante este tiempo de observación (Tabla 2).

Control biológico de *A. gossypii* en un ambiente de MIP

En la Figura 4 se observa la fluctuación de la población de móviles (ninfas y adultos) de áfidos durante el período de evaluación para los tratamientos MIP y testigo comercial. Desde el 22 de agosto hasta el 5 de diciembre de 2022,

fueron observadas las máximas poblaciones de los áfidos en los dos tratamientos evaluados. La caída abrupta de la población de áfidos en el sector comercial se explica por la aplicación química realizada con Sulfoxaflor. En el sector manejado bajo programa MIP, la disminución de la población fue más lenta, pero al cabo de un mes, los pulgones disminuyeron prácticamente a cero, debido a las herramientas químicas utilizadas en conjunto con la depredación de los enemigos naturales liberados, y otras causas asociadas a la dinámica poblacional propia de *A. gossypii*. Esta condición se extendió por 3 meses, manteniéndose hasta febrero del 2023.

En la Tabla 3 se muestran las diferencias estadísticas para los

Tabla 3.

Promedio de adultos y ninfas de *A. gossypii* en dos periodos según tratamientos en ensayo de campo. Cabildo, Región de Valparaíso. 2022-2023.

Tratamientos	Período 22 agosto al 28 de noviembre 2022		Período 5 dic 2022 al 20 marzo 2023	
	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas
Comercial	2,5 A	28,64 A	1,5 A	11,9 A
MIP	2,4 A	12,9 B	0,7 B	2,3 B

Medias con letras diferentes indican diferencias entre los tratamientos. Test DGC $p \leq 0,05$.

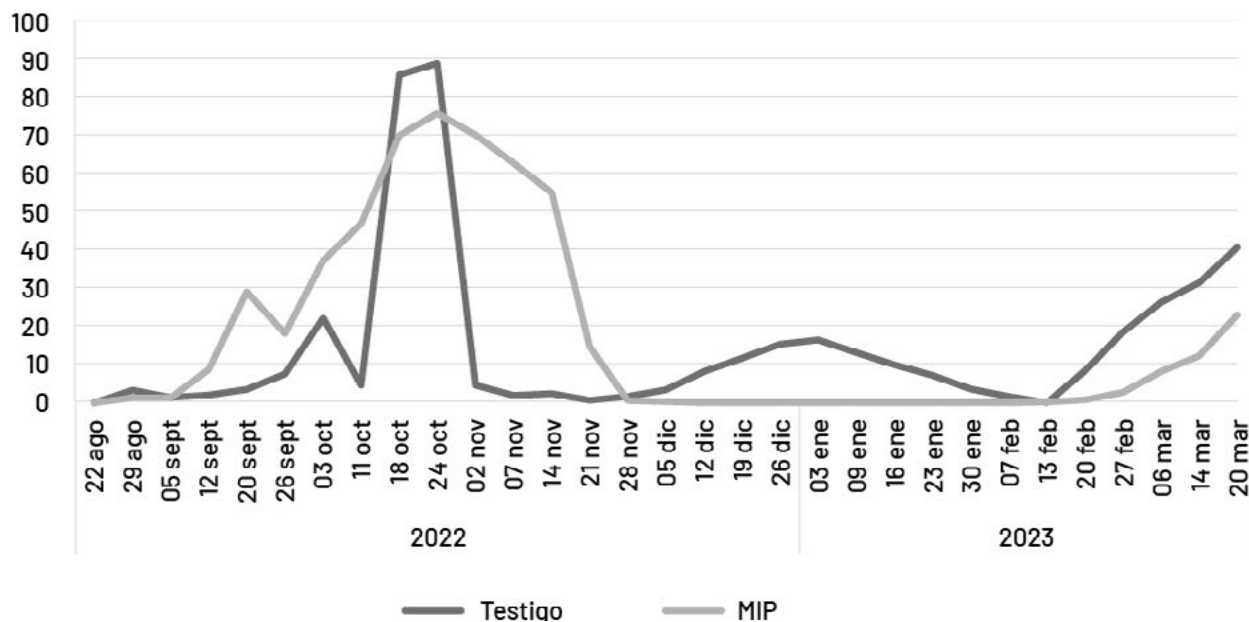


Figura 4. Densidad de áfidos *A. gossypii* en los dos tratamientos evaluados.

dos períodos evaluados desde que se inició el manejo. Se observa que las poblaciones de adultos *A. gossypii*, en los dos tratamientos desde el 22 de agosto al 28 de noviembre 2022, fueron estadísticamente iguales, sin embargo para ninfas fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,0001$). Durante el período del 5 de diciembre de 2022 al 20 de marzo de 2023, las poblaciones de ninfas y adultos fueron significativamente diferentes entre el tratamiento comercial y el MIP, con una menor densidad en el tratamiento MIP.

Los resultados preliminares en relación a la tasa de respuesta funcional expresada por larvas III de *C. asoralis*, mostraron el potencial de depredación sobre ninfas de *A. gossypii*. La tasa de ataque de *C. asoralis* bajo las condiciones de este estudio oscilaron entre 4,0 y 54,8 % con 2 y 32 ninfas, respectivamente. El conocimiento que existe en nuestro país en relación a aspectos biológicos de *Chrysoperla* es mínimo y la respuesta funcional de esta especie no ha sido estudiada en condiciones locales. Para las larvas III de *C. asoralis* la respuesta funcional correspondió al tipo II sobre ninfas de *A. gossypii*, es decir que el nivel de depredación aumenta con el suministro de presa, alcanzando un nivel donde se mantiene, lo que es conocido como denso dependiente inverso. En condiciones de laboratorio, Jerí (2010) estudió la tasa de respuesta funcional de *Chrysoperla externa* sobre *A. gossypii* y encontró que sólo larvas I expresan una curva del tipo II y tanto larvas II y III de esta especie muestran una curva tipo III donde son reconocidos como denso dependientes, es decir que, al aumentar la densidad de presa, aumenta la depredación. En la zona mediterránea existen muchos antecedentes respecto a la respuesta funcional y aspectos de depredación de *Chrysoperla carnea*. Liu and Chen (2001) mencionan la alta capacidad de depredación que presenta esta especie sobre *A. gossypii*, sin embargo, *C. carnea* no está presente en la región neotropical.

Con relación al desempeño conjunto de *C. asoralis* y *E. connexa chilensis* en campo, los resultados obtenidos en este estudio son muy favorables en la reducción de los áfidos, logrando disminuir sus poblaciones bajo un régimen de malla en túnel. Existen diversas publicaciones indicando el potencial depredador de *Chrysoperla* sp., en

condiciones de laboratorio, pero son escasos los resultados publicados obtenidos en condiciones de campo.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares de respuesta funcional de *C. asoralis* sobre *A. gossypii* demostraron que esta especie presenta un adecuado potencial de depredación para incluirlos en un programa de manejo.

La combinación de *C. asoralis* y *E. connexa chilensis* en un programa de manejo en clementina bajo malla tipo túnel, resultó en una estrategia efectiva para el control de áfidos.

LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1983. A new subspecies of *Chrysoperla externa* (Hagen) from Cocos Island, Costa Rica (Neuroptera: Chrysopidae).**
- Brooks S. J. 1994.** A taxonomic review of the common green lacewing genus *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae). Bull. Br. nat. Hist. (Ent.) 63(2): 137-210.
- Coccinellidae de Chile. 2023. <https://www.coccinellidae.cl> Consultado 25 de julio.
- García, J., E. R. Benítez, y A. López-Ávila. 2007. Efecto de la densidad de población de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) sobre la eficiencia del depredador *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae). Ciencia Tecnológica Agropecuaria 8: 17-21.
- González, E. y C. Reguilón. 2002. Una nueva especie de *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae) para la Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 61 (1-2): 47-50.
- Haramboure, M.; Reguilón, C.; Alzogaray, R. A. & Schneider, M. I. 2014.** Primer registro de *Chrysoperla asoralis* y *C. argentina* (Neuroptera: Chrysopidae) en cultivos hortícolas de La Plata asociado a pimiento (*Capsicum annum* L. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 73 (3-4): 187-190.
- Jerí, J.C. 2010. Respuesta funcional y capacidad predadora de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) en el control de *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). Tesis para optar al título profesional de Biólogo en la especialidad de Ecología y Recursos naturales. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela profesional de Biología.
- Hermoso de Mendoza, A.; Ballester Olmos, J.F.; and Pina Lorca, J.A. 1984.** Transmission of Citrus Tristeza Virus by *Aphis*

(Homoptera: Aphididae) in Spain. International Organization of Citrus Virologist Conference Proceedings 23-27.

InfoStat (2020). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Liu, Tong-Xian and Chen, Tian-Ye. 2001. Effects of three aphid species (Homoptera: Aphididae) on development, survival and predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) Appl. Entomol. Zool. 36 (3): 361–366.

Luna y Y. Gutiérrez. 2021. El Control Biológico en América Latina y el Caribe: Su Rica Historia y Su Brillante Futuro. Editorial Acribia S.A.

Montserrat, V.J. y de Freitas, S. 2005. Contribución al conocimiento de los Crisópidos de Coquimbo, Patagonia y Tierra del Fuego (Argentina, Chile) (Insecta, Neuroptera, Chrysopidae. Graellsia. 61, 2 (dic. 2005), 163–179. DOI:<https://doi.org/10.3989/graellsia.2005.v61.i2.18>.

Mostafiz, M., E. Hassan, J. K. Shim and K. Y. Lee. 2019. Insecticidal efficacy of three benzoate derivatives against *Aphis gossypii* and its predator *Chrysoperla carnea*. Ecotoxicol. Environ. Saf. 2019, 184, 109653.

Olazo G., J. Heredia, L. Cichon, D. Fernandez y S. Garrido. 2011. Crisópidos (Insecta: Neuroptera) asociados a frutales de pepita en el Alto Valle de Rio Negro y Neuquén (Región Patagonia Argentina). Horticultura Argentina 30 (73):5-8.

Pervez O. 2005. Functional responses of coccinellid predators: An illustration of a logistic approach. J. Insec Science.;

5: p. 1-6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1283886/pdf/i1536-2442-005-05-0001.pdf>

Reguilón C., N. Olivares y Y. Pérez. 2023. Primer reporte de dos especies de *Chrysoperla Steinmann*, 1964 (Neuroptera: Chrysopidae) asociados a cítricos en Chile. Revista Chilena de Entomología N° 49 (4): 735-739.

Ripa R. y P. Larral. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA N°23. INIA La Cruz La Cruz, Chile. 399 pp.

Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). 2007. Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.

Rojas. S. 2005. Control biológico de plagas en Chile historia y avances. Santiago, Chile. Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 12.

Saeed R, and M. Razaq. 2015. Effect of Prey Resource on the Fitness of the Predator, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Pakistan J. Zool., vol. 47(1), pp. 103-109, 2015.

Salas F., Claudio y Horta G., Marcelo (2020). Insectos y acaros de importancia economica asociados al cultivo de ajo [en línea]. Rengo: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no.424. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6931> (Consultado: 18 agosto 2023).

Tauber, M.J.; Tauber, C.A.; Daane, K.M. & Hagen, K.S. 2000b. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). American Entomologist 46: 26–38.

sistema vertido cero[®]

Siempre máxima eficacia en el control del podrido

El SISTEMA VERTIDO CERO[®] es una revolucionaria tecnología que mantiene los caldos fungicidas inalterados. Por eso logramos mantener palet tras palet y partida tras partida la eficacia inicial del caldo, y los niveles de residuos homogéneos.

El SISTEMA VERTIDO CERO[®], primer desarrollo de Economía Circular en postcosecha, es un ejemplo de como sostenibilidad medioambiental y resultados económicos son sinérgicos.



stay fresh with
innovation

www.citrosol.com



Empresa distribuidora de CITROSOL en Chile:





Pudrición radicular en cítricos (*Fusarium* spp.)

María Alejandra Garzón N.*, Héctor Valdés G. y Johanna Mártiz M.

Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

*Correspondencia: magarzon@uc.cl

En los últimos años en huertos comerciales de naranjos (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y mandarinos (*Citrus reticulata* Blanco) en Chile, se ha evidenciado muerte progresiva de plantas, provocando una disminución significativa de la producción y un aumento en el porcentaje de replante de los huertos.

La muerte progresiva de plantas es antecedida por síntomas como clorosis generalizada del follaje,

epinastia de las hojas jóvenes, marchitamiento, muerte regresiva de las ramas y defoliación (Figura 1, A y D). A nivel de cuello de la planta se observa pudrición seca de la raíz principal y laterales (Figura 1, B, C y E). Lo anterior se acompaña de disminución del crecimiento, reducción de la producción y muerte de la planta (Figura 1, A). Esta sintomatología se ha asociado a la llamada “**pudrición seca**” o “**dry root rot**”, causada por especies del género *Fusarium*.

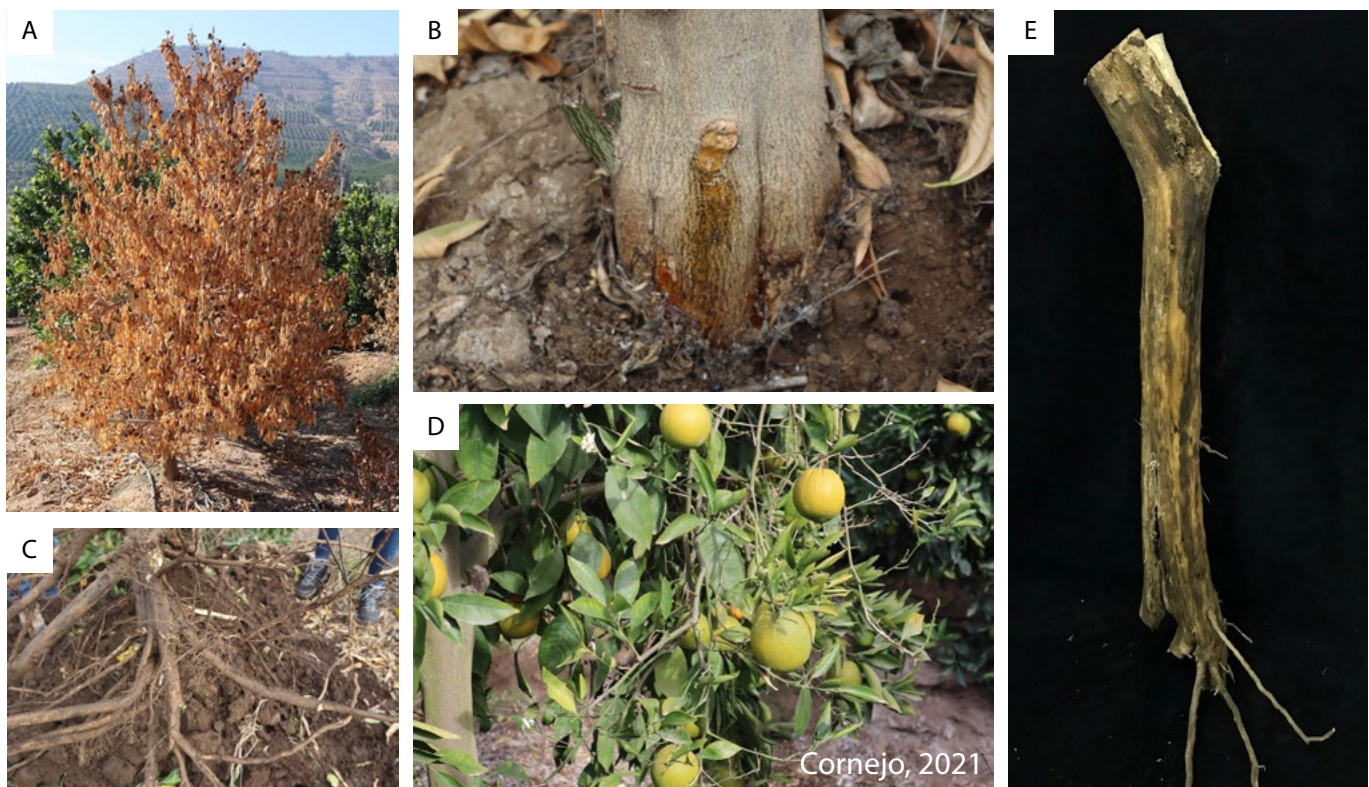


Figura 1. Sintomatología de “pudrición seca” causada por *Fusarium* spp. en cítricos (imágenes tomadas por Cornejo y Garzón, 2021). **A.** Árbol de cítrico completamente seco. **B.** Daño causado por *Fusarium* spp. en el cuello del árbol. **C.** Raíces principales y laterales con sintomatología característica de pudrición seca causada por *Fusarium* spp. **D.** Síntomas de clorosis y epinastia en hojas de cítricos. **E.** Muestra de raíz con pudrición seca.

Se ha evidenciado que las especies del género *Fusarium*, además de afectar plantas a nivel de huerto, también se encuentran en vivero, convirtiéndose hoy en día en una de las principales enfermedades que afecta la citricultura nacional.

El avance de colonización de *Fusarium* spp. está relacionado con factores bióticos y abióticos que vuelven susceptible a la planta. Entre estos factores se encuentran: la invasión de otros patógenos como, *Phytophthora* spp., el virus de la tristeza de los cítricos (CTV) y *Tylenchulus semipenetrans* (nematodo de los cítricos), heridas provocadas por algunos roedores, insectos u operaciones de control de malezas o anillado, daño de las raíces por la aplicación de fertilizantes, alteración del pH del suelo e incompatibilidad del portainjerto (Sandoval-Denis et al., 2018; Adesemoye et al., 2011).

Otro factor predisponente para su desarrollo es la asfixia radicular provocada en invierno debido al aumento de la humedad en el suelo (Ezrari et al., 2022) y la saturación del suelo debido al exceso de riego (Adesemoye et al., 2011), siendo esta última una de las causas más probables para el desarrollo de la enfermedad en Chile. Por otro lado, el aumento del crecimiento radicular entre octubre a diciembre puede proporcionar un ambiente adecuado en la rizosfera para el desarrollo del patógeno, al igual que el aumento de la temperatura y la evapotranspiración en verano.

DISEMINACIÓN

En ausencia del hospedero, especies de *Fusarium* spp. entran en un estadio saprófito utilizando como fuente de energía materia orgánica en descomposición y sobreviviendo en el suelo por medio de estructuras de resistencia como clamidosporas y conidios. Una vez que las condiciones ambientales se vuelven favorables, las formas de resistencia germinan y colonizan las raíces de la planta. Las hifas del hongo penetran al huésped a través de aberturas y lesiones naturales y colonizan el tejido vascular, degradando estructuras primarias de la pared celular (floema y endoderma), seguido de los vasos del xilema y vasos secundarios. De esta manera se genera una interrupción en

el transporte de nutrientes y agua y un taponamiento de los vasos radiculares y partes aéreas de la planta. Finalmente, causa una disminución significativa en el rendimiento de la planta, acelerando su marchitez y posteriormente su muerte (Ezrari et al., 2022; Peña et al., 2010).

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PATÓGENO

El laboratorio de Patología Frutal de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, trabajó en la identificación de la especie de *Fusarium* que provoca la enfermedad y posibles medidas de control. Para esto, durante el año 2022, se recolectaron muestras de raíces de naranjos sintomáticos, a mano con ayuda de una pala y serrucho, de tres huertos de la comuna de Melipilla para el aislamiento del patógeno, seguidamente las muestras fueron guardadas y transportadas bajo condiciones de refrigeración hacia el laboratorio. Posteriormente, se realizó la caracterización macro y microscópica e identificación molecular por medio de primers específicos, las cuales establecieron que *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum*, serían los agentes causales de la pudrición y marchitamiento radicular de cítricos. Así mismo, se confirmó la colonización de la raíz por medio de los postulados de Koch en plántulas de naranjo.

MEDIDAS DE CONTROL

Dentro de las medidas de control que se han propuesto para la enfermedad se incluyen diversas técnicas culturales como rotación de cultivos, control de malezas, sistema de riego presurizado y drenaje efectivo (Sáenz et al., 2019). Sin embargo, han demostrado ser poco efectivas bajo las condiciones de huertos de cítricos en Chile. El uso de plaguicidas convencionales y control biológico también se han reportado como medidas de control, pero el uso de fungicidas del grupo químico de los benzimidazoles, uno de los más utilizados, ha generado aislamientos resistentes del patógeno; asimismo, causan toxicidad en las plantas, son persistentes, poco biodegradables y generan contaminación ambiental (Martínez et al., 2015; Xu et al., 2015). Debido a

la situación anterior se ha propuesto como alternativa de control el uso de productos a base de microorganismos benéficos. Entre estos, los más utilizados son las especies del género *Trichoderma* spp., debido a su capacidad de generar mecanismos de acción directa e indirecta como micoparasitismo, secreción de enzimas líticas, inducción de resistencia sistémica, entre otros, que inhiben y restringen el desarrollo de hongos fitopatógenos (Deng et al., 2018; Aceves et al., 2005; Cruzat y Lonannidis, 2008).

Como parte de la investigación del Laboratorio de Patología Frutal, se está evaluando el control biológico de *Fusarium* utilizando productos a base de *Trichoderma* spp. Hasta el momento se han obtenido resultados promisorios a nivel *in vitro*, valores superiores al 50 % de inhibición del crecimiento micelial del patógeno y además se está a la espera de obtener resultados *in vivo* que disminuyan la severidad de la enfermedad a nivel de campo.

LITERATURA CITADA

Aceves, M.C. Sánchez, M.A. Domínguez, O. Gutiérrez, R. Moreno, M.E. (2005). Producción y efecto antagónico de quitinasas y glucanasas por *Trichoderma* spp., en la inhibición de *Fusarium*

subglutinans y *Fusarium oxysporum* *in vitro*. Revista Chapingo Serie Horticultura. 9(2):273–278. doi: 10.5154/r.rchsh.2003.12.085.

Adesemoye, A. Eskalen, A. Faber, B. Bender, G. Connell, N. Kallsen, C. Shea, T. (2011). Current knowledge on *Fusarium* dry rot of citrus. Research Project Progress Report. 30–33.

Cruzat G., R., and D. Ionannidis N. (2008). Resultados y lecciones en biocontrol de enfermedades fungosas con *Trichoderma* (G.G. Enei, editor). Región de O`higgins y Maule

Deng, J.J., W.Q. Huang, Z.W. Li, D.L. Lu, Y. Zhang, et al. (2018). Biocontrol activity of recombinant aspartic protease from *Trichoderma harzianum* against pathogenic fungi. Enzyme Microb. Technol. 112(December 2017): 35–42. doi: 10.1016/j.enzmictec.2018.02.002.

Ezrari, S., N. Radouane, A. Tahiri, Z. El Housni, F. Mokrini, et al. (2022). Dry root rot disease, an emerging threat to citrus industry worldwide under climate change: A review. Physiol. Mol. Plant Pathol. 117(March 2021). doi: 10.1016/j.pmpp.2021.101753.

Peña, M., C. Collazo, P. Ramos, R. Llauger, and M. Luis. (2010). Enfermedades comunes en viveros de cítricos, caracterización y control: 1–42.

Sandoval-Denis, M., Guarnaccia, V., Polizzi, G., and Crous, P. W. (2018). Symptomatic citrus trees reveal a new pathogenic lineage in *Fusarium* and two new *Neocosmospora* species. Persoonia Mol. Phylogeny Evol. Fungi. 40:1–25.



Recomendaciones a tener en cuenta
al momento de cosechar

INSTRUCTIVO PARA COSECHEROS

Objetivo: Cosechar fruta madura, libre de heridas y pudriciones, dando en todo momento un trato suave a la fruta para evitar machucones y daños.

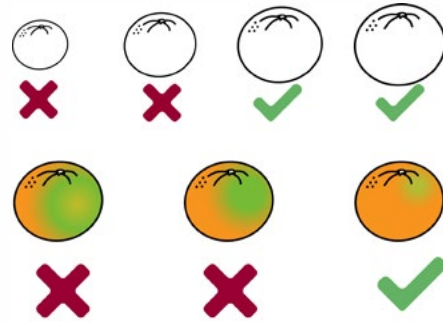
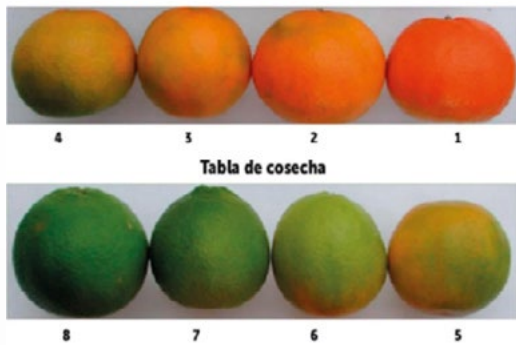


DESCARGA EL
INSTRUCTIVO



1. Pauta de cosecha

Infórmese diariamente sobre las pautas de cosecha en cuanto a color de la fruta a cosechar, tamaño, prácticas de cosecha, etc.



2. Equipo de cosecha

Usted debe contar con:

Balde totalmente cubierto con esponja limpia.

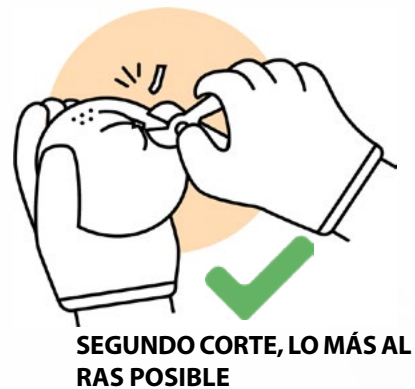


Tijera de punta redonda

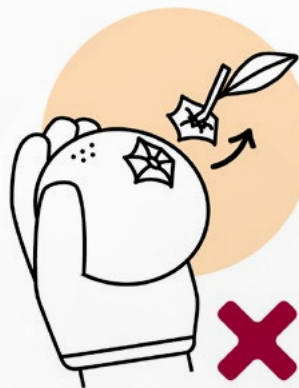


3. Prácticas de cosecha

La fruta debe cosecharse siempre con tijeras, dando un primer corte con pedúnculo largo y luego un segundo corte, limpio y a ras, de manera que quede un corte plano y liso. Evitar dañar la piel de la fruta con la tijera, ya que esto generará pudrición.



Los frutos cosechados girando la fruta (muñequados) o desgarrados no están permitidos.



No cosechar fruta que esté evidentemente dañada, con heridas y/o pudriciones.



La fruta debe ser cosechada de una en una. No se aceptará una cosecha con varios frutos por mano.



Evitar sobrellenar los envases de cosecha.

En los envases de cosecha debe ir solamente la fruta. Descartar restos de ramas y/o de hojas, ya que generan daño a la fruta de exportación.





Recomendaciones a tener en cuenta
al momento de cosechar

INSTRUCTIVO PARA SUPERVISORES

Objetivo: Cuidar la calidad y condición de la fruta que se envía a la planta, esto es, con el pedúnculo corto y liso, sin heridas ni machucones, libre de insectos, pudriciones y otros defectos severos.



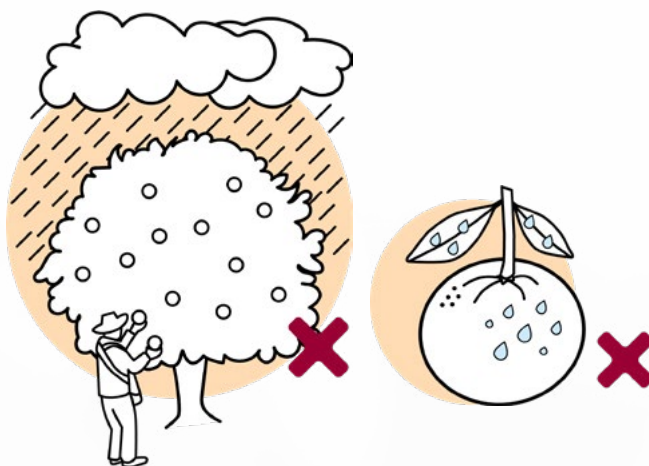
DESCARGA EL
INSTRUCTIVO



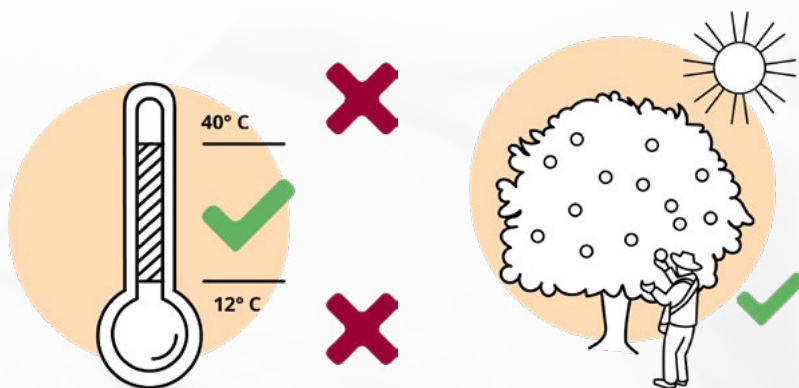
- ▶ Antes de comenzar a cosechar, diariamente se debe revisar que se cumplan los siguientes requisitos:

1. Revisar las condiciones climáticas

Cosechar fruta muy turgente aumenta el riesgo de oleocelosis, que es la ruptura de las glándulas de aceite de la piel de los cítricos, lo que genera un daño cosmético (mancha) y un daño físico (potencial entrada de hongos de pudrición).

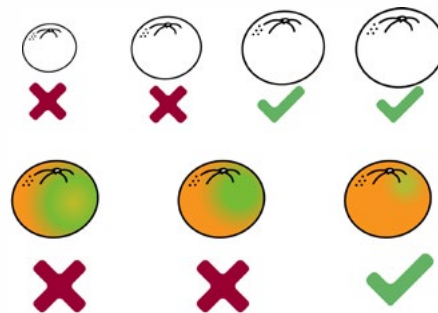
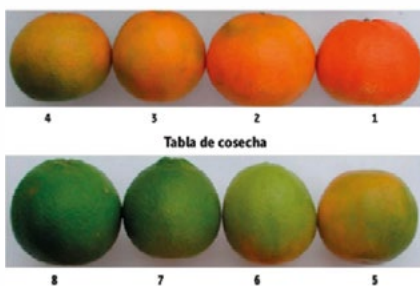


La fruta a cosechar debe estar siempre seca. Idealmente cosechar con 13 °C - 30 °C.



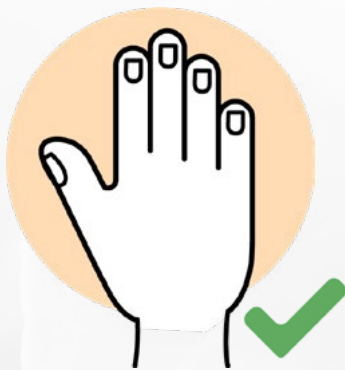
2. Conocer las pautas de cosecha

Ver con su superior las restricciones de cosecha en cuanto a color de la fruta, tamaño, sectores a cosechar, etc.



3. Conocer las medidas de higiene y seguridad de los trabajadores

Deben tener las uñas cortas.



Guantes: revisar si está instruido el uso de guantes de cosecha.



4. Revisar equipamiento de cosecha

Baldes: deben estar completamente cubiertos de esponja, de adecuado grosor y limpias.

Tarros cosecheros como tijeras deben ser sanitizados a diario con hipoclorito de sodio.



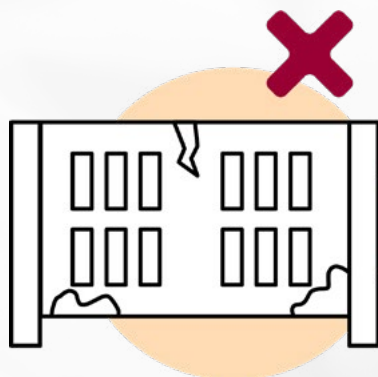
Tijeras: las únicas tijeras permitidas son las de punta redonda.



Capachos: revisar el estado de los capachos o tarros cosecheros.



Bins: revisar el estado de los bins. Avisar a su superior si encuentra bins dañados o rotos. Los bins deben estar limpios, sin restos de materiales ni de tierra o barro.



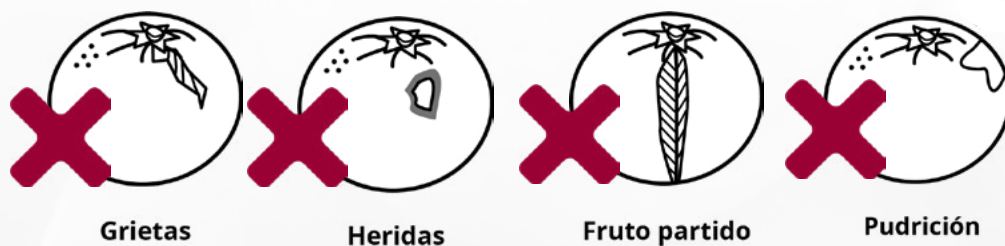
▶ Al cosechar, revisar constantemente las instrucciones de cosecha:

5. Instrucciones de cosecha

Revisar constantemente el corte de los pedúnculos, que debe ser liso y plano, revisar constantemente que no haya heridas producto del corte.



Fruta en el árbol visiblemente dañada, con heridas o podrida debe ser descartada y no ser usada para exportación.





Si cae fruta al piso, ésta debe ser descartada y no ser usada para exportación.

La fruta debe ser descargada suavemente en los bins, siempre sobre esponjas, las que deben estar limpias.

Cosecheros no deben correr con los envases hacia su descarga en los bins.

Revisar distancia entre cosecheros a los bins, de manera que no haya que caminar largos trayectos que pueden dañar la fruta dentro de los envases.

Revisar llenado de bins, ajustar a 300-350 kgs. de fruta.



N° ISSN 2735-6051: versión impresa
N° ISSN 2735-6124: versión en línea

REVISTA DE CITRICULTURA

EUREKA!®

Volumen: 4, Número: 1

NOVIEMBRE 2023

Contacto: citricos@asoex.cl, fono: +56 224724783.



Comité de
**Cítricos
Chile**

10 años

ASOEX
Asociación de Exportadores y Productores de Cítricos de Chile S.A.
"Juntos, nuestra fruta vale más"

85
1938 - 2023