

REVISTA

FRUTICOLA

DICIEMBRE 2013 › Nº 3

COPEFRUT S.A.

FERNANDO
CISTERNAS,
Gerente General:

"Sólido
compromiso
con nuestros
Productores"

Origen,
dinámica,
daño y
control de
las heladas

MANEJO DE AGUA
Y RIEGO DE
ARÁNDANOS

Un huracán de nuevas tolerancias



 **HURRICANE**[®]

- Nuevas tolerancias en carozos y uva de mesa, se suman a las ya conocidas en pomáceas.
- Cortas carencias.
- Control simultáneo de plagas: Escamas, polillas, trips y chanchitos blancos.

El insecticida de baja toxicidad para las abejas.

Nuevos riesgos en el proceso exportador

Revista Frutícola y sus colaboradores se han referido durante mucho tiempo al clima y sus efectos en la fruticultura.

La disminución del recurso hídrico ha sido progresivo en el tiempo, situación que esta temporada está llegando a su nivel más crítico en los últimos quince años.

Es debido a esto que en esta edición se destaca un tópico del cual no se tiene conocimiento generalizado como son los derechos de agua y la visión de éste desde el punto de vista legal.

Por otro lado, es necesario insistir en invertir tiempo y conocimiento para rediseñar de manera eficaz y urgente toda la dinámica relacionada con el agua y su uso en la agricultura comentada en la editorial anterior.

Por otra parte, estos últimos días nos hemos ido enfrentando a una serie de situaciones, que ponen en evidencia lo riesgoso de este rubro y que nos debiera motivar a unir fuerzas para defender en forma eficaz nuestra actividad y fuente de trabajo.

Resulta impensable, en un país que se quiere definir como potencia alimentaria, lo que ha sucedido con el paro portuario.

Los problemas o reivindicaciones laborales, por muy justas que sean, no justifican bajo ningún aspecto el poner en riesgo el trabajo no solo de un año, como se ha dicho en los medios de comunicación, sino que la viabilidad de un negocio, el cual, requiere mucho esfuerzo coordinado para poder enfrentarlo con éxito día a día.



El hecho de estar como productores frutícolas atomizados, con Federaciones de Productores de mediana a poca representatividad, debido principalmente a la apatía de los propios productores a participar en ellas, representan en la actualidad una debilidad muy grande cuando se ven enfrentados a este tipo de problemas.

Es necesario, mejorar el nivel de participación en este tipo de organizaciones y a través de ellos cautelar y defender de mejor forma nuestros intereses y actividad ya que, los daños a los cuales este tipo de manifestaciones pueden hacer, podrían ser irreparables.

FRUTICOLA

DIRECTOR

Luis Espíndola Plaza

COMITÉ EDITORIAL

Claudio Baeza Bustos
Francisca Barros Bisquertt
Fernando Cisternas Lira
Andoni Elorriaga De Bonis
Cristián Heinsohn Salvo
Luis Valenzuela Medina

GERENCIA DE PRODUCTORES

Cristián Heinsohn Salvo
Claudio Baeza Bustos
Andoni Elorriaga De Bonis
Luis Valenzuela Medina
Luis Espíndola Plaza
Fabián Mesa Latorre
Ramón Galdames Henríquez
Hugo Fuentes Villavicencio

Patricio Seguel Grenco

Mauricio Navarro Olea
Pabla Nuñez Atenas
Julia Díaz Ponce
Francisca Barros Bisquertt
Andrés Cabalín Correa
Alejandro Bontá Brevis
Erick Fariás Opazo
Jorge Albornoz Hurtado
Juan Ramírez Ibarra

CONSULTORES

Roberto González R. | Ing. Agr. M.Sc., PhD.
Eduardo Alonso S. | Ing. Agr., M.Sc. PhD
Mario Alvarez A. | Ing. Agr., PhD.
Blanca Luz Pinilla C. | Ing. Agr., M.Sc.
Juan Pablo Zofolli | Ing. Agr., M.Sc.
Antonio Lobato S. | Ing. Agr.

PERIODISTA

Carolina Marcet Mir

REPRESENTANTE LEGAL

Fernando Cisternas Lira
Gerente General Copefrut SA

COPEFRUT S.A.

Casa Central: Longitudinal Sur Km. 185,
Romeral. Fono: (075) 209100,
revistafruticola@copefrut.cl, www.copefrut.cl

SECRETARIA

Katty Castillo A. | Fono: (075) 209157

DISEÑO Y PRODUCCIÓN

acuadrado diseño gráfico
grafica.a2@gmail.com

PORTADA

Riego por Microaspersión.
Gentileza Luis Valenzuela.

• El contenido publicitario es de exclusiva responsabilidad de los avisadores.

• La referencia de nombres de productos químicos y similares, no constituyen necesariamente una recomendación.

• Se prohíbe la reproducción total o parcial de los artículos, sin la autorización expresa de la Dirección de la Revista.

ISSN0716-534X



6



22



43



50

3

ENTREVISTA FERNANDO CISTERNAS, GERENTE GENERAL COPEFRUT S.A.
Carolina Marcet

6

MANEJOS EN HUERTOS DE CAROZOS AFECTADOS POR HELADAS
Luis Valenzuela, Hugo Fuentes

14

ORIGEN, DINÁMICA, DAÑO Y CONTROL DE LAS HELADAS
Fernando Santibáñez

22

GIRA TÉCNICA CON

PRODUCTORES A ESPAÑA
Patricio Seguel, Jorge Albornoz

27

ANTECEDENTES PARA OPTIMIZAR EL MANEJO DE POSCOSECHA DE ARÁNDANOS
Juan Pablo Zoffoli, Bernardo Latorre, Sebastian Rivera, Jessica Rodriguez

36

RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS Y SUELOS DEBIDO AL USO DE PLAGUICIDAS EN LA PRODUCCIÓN FRUTAL EN LA REGIÓN DEL MAULE: UNA MIRADA A LA SUSTENTABILIDAD

Marcelo Kogan, Manuel Araya, Claudio Alister.

43

MANEJO DE AGUA Y RIEGO DE ARÁNDANOS
Dr. Eduardo A Holzapfel, Dr. David R. Bryla, Jorge E Holzapfel, Dr. Ruperto Hepp.

50

DERECHOS DE AGUAS
Cristián Schmitt

54

AGROCLIMATOLOGÍA

55

NOTICIAS

COPEFRUT RECIBE IMPORTANTE DISTINCIÓN

Copefrut S.A. fue reconocida por segunda vez, entre las "Mejores Empresas para Madres y Padres que trabajan", distinción que entrega Fundación Chile Unido y Revista Ya de El Mercurio, con la idea de destacar el trabajo de las organizaciones que promueven prácticas laborales que faciliten la integración de la vida laboral con la vida familiar.

La ceremonia de premiación se realizó en dependencias del Diario El Mercurio y contó con la presencia de ministros, parlamentarios y representantes empresariales.

Fernando Cisternas, Gerente General, afirma que este premio refuerza, profundiza y destaca el trabajo que se efectúa diariamente en la organización. "Para Copefrut, las personas son el pilar fundamental en el desarrollo y crecimiento de nuestra empresa. Por ello, nuestros esfuerzos se focalizan en contar con personas motivadas, comprometidas y con las competencias necesarias en un ambiente de trabajo seguro, con objetivos claros y definidos, manteniendo un clima de armonía, colaboración y óptimas relaciones laborales."



FERNANDO CISTERNAS, GERENTE GENERAL: SÓLIDO COMPROMISO CON NUESTROS PRODUCTORES

Fortalecer y desarrollar la gestión exportadora es uno de los pilares del Plan Estratégico que se encuentra actualmente en marcha en Copefrut. Innovadoras estrategias de apoyo y colaboración dirigidas a nuestros productores, que se traducen en detallados planes de trabajo, manteniendo, como ha sido una tradición, un fuerte compromiso y una sólida ética de trabajo, son parte de los aspectos más destacados del Plan que aborda en profundidad nuestro Gerente General en las siguientes líneas, junto con las perspectivas, experiencias y oportunidades que presenta la industria.



— ¿Cuáles son los principales lineamientos que plantea el Plan Estratégico?

— Copefrut cuenta con un Plan Estratégico que focaliza y centra sus esfuerzos en tres áreas fundamentales para nuestro negocio, el trabajo con productores, el desarrollo tecnológico de nuestras áreas de proceso y logística, así como el fortalecimiento de la gestión comercializadora que abarca a más de cincuenta países.

En cuanto a los productores, y debido al rol preponderante que desempeñan, en forma permanente se trabaja en la consolidación de relaciones de cooperación, cercanía y confianza. En el desarrollo de esta alianza estratégica, se han implementado una serie de medidas, entre las que se destacan el proyecto de segregación y diferenciación de liquidaciones, que garantiza una mejor rentabilidad en los

huertos y recompensa el esfuerzo a través de este instrumento que busca mejorar la calidad y condición de la fruta.

Nuestro compromiso apunta a entregarles excelentes servicios, transferencia tecnológica, capacitación en áreas de la gestión agrícola, incentivos por la participación en proyectos de investigación y desarrollo, así como también consideramos la implementación de una innovadora estrategia de apoyo y colaboración para que cuenten con las herramientas y el respaldo financiero necesarios en el logro de un mejor desempeño, considerando las exigencias de calidad que se presentan en los distintos ámbitos actualmente.

En cuanto al desarrollo de nuestra áreas de procesos, mantenernos a la vanguardia en tecnología, infraestructura e innovación es uno de los principales objetivos por

“COPEFRUT S.A. HA DISEÑADO UN MODELO DE CRECIMIENTO PARA LOS PRODUCTORES A TRAVÉS DE UNA ALIANZA EN EL LARGO PLAZO DONDE SE ESTABLECEN HUERTOS MODERNOS INTENSIVOS DE ESPECIES Y VARIEDADES QUE EL MERCADO DEMANDA.”

ello se lleva a cabo un programa de inversiones que permite desarrollar eficientes procesos productivos que maximizan la cantidad de fruta exportable, cumpliendo de esta manera con los requerimientos de nuestros clientes en todo el mundo.

Específicamente, durante el año 2013, la compañía trabajó en un aumento de la capacidad de frío en cámaras de atmósfera controlada en Planta Linares, que se utilizan para la guarda de manzanas, como parte de nuestra estrategia comercial en el abastecimiento anual de los distintos mercados mundiales, así como también se trabajó fuertemente en la renovación de los sistemas de refrigeración en Planta Cenfrut.

Con el fin de responder al impulso y crecimiento con el cual se proyecta la empresa en los próximos años, se está aumentando la capacidad de proceso en Planta Linares con nuevos equipamientos para todas las especies. Contamos en esta temporada con ocho nuevas cámaras de atmósfera controlada con una capacidad total de 11.520 bins. La Planta Buin cuenta con un nuevo calibrador con selector de defectos para carozos, kiwis y ciruelas, siendo el más moderno que existe en Chile. En la Planta Cenkiwi, en su línea principal, se efectuó una importante mejora para procesar kiwis y carozos.

En relación al desarrollo de la gestión comercializadora, hemos centrado los esfuerzos en afianzar la relación con nuestros clientes, también en buscar nuevas alianzas y contactos en todos los mercados a los cuales abastecemos como también en nuevos destinos, privilegiando siempre la oferta de una fruta de excelente

“MANTENERSE A LA VANGUARDIA EN TECNOLOGÍA, INFRAESTRUCTURA E INNOVACIÓN SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DE NUESTRA COMPAÑÍA ESTABLECIDOS EN EL PLAN ESTRATÉGICO.”

condición y calidad. Buscamos cumplir y satisfacer plenamente los requerimientos de los clientes, aumentando los retornos de nuestros productores.

— **¿De qué manera se trabaja en alianza con los productores?**

— Trabajar de la mano con nuestros productores a través de diversas estrategias e iniciativas, es parte de nuestros desafíos diarios. Y en este sentido, se plantea el trabajo de todas las áreas de nuestra compañía que buscan entregar el más completo servicio y orientación de acuerdo a sus requerimientos.

Brindamos una completa asesoría técnica que se traduce en detallados planes de trabajo con nuestros productores, en el caso del servicio de financiamiento operacional, entregamos apoyo por medio de anticipos para la operación de huertos,

junto con asesorías en gestión financiera con la idea de generar un modelo de producción rentable.

El servicio de Agroinsumos tiene a disposición de nuestros productores las ventajas de la capacidad negociadora y la logística de la empresa, facilitando la obtención de pesticidas, fertilizantes e insumos agrícolas, asegurando con ello el uso y aplicación de los productos recomendados por nuestra empresa y el cumplimiento del programa fitosanitario, de esta manera trabajamos alineados para obtener fruta de excelente calidad y condición con la idea de mejorar los retornos económicos. Actualmente se ofrece el servicio de despacho gratuito a los huertos de agroquímicos y fertilizantes, lo cual ha permitido aumentar de 65 a 90 por ciento el número de productores que utilizan este servicio.

También se ofrece la venta de algún tipo de maquinaria agrícola cuyo principal objetivo apunta a entregar la venta de un paquete tecnológico, es decir, no solo la idea es ofrecer a nuestros productores la opción de comprar a un precio más bajo productos de altos estándares de calidad, sino también que cuenten con productos validados por la Gerencia de Productores, de esta forma existe una consecuencia entre el modelo de manejo de los huertos recomendados y la maquinaria utilizada para ello.

Con el fin de contribuir con el cuidado al medio ambiente, desde esta temporada se implementó el Servicio de Chipeo de Envases Plásticos correspondientes a productos químicos de aquellos proveedores pertenecientes a la AFIPA (Asociación de Importadores de Productos Fitosanitarios), de esta manera se busca el cumplimiento de normas relativas a las Buenas Prácticas Agrícolas y la generación de servicios que permitan a nuestros productores destinar su tiempo a labores productivas.

El Club de Productores es otra de las iniciativas que se han puesto en marcha y que tiene como objetivo poner a disposición del productor la capacidad negociadora de Copefrut S.A. brindando beneficios y servicios a través de alianzas con empresas asociadas.

— **¿Cómo se aborda la actualización y modernización de los sistemas productivos?**

— Copefrut ha diseñado un modelo de crecimiento para los productores a

PROGRAMAS DE APOYO A PRODUCTORES

En forma permanente y como parte del trabajo desarrollado con productores, se llevan a cabo diversas iniciativas, entre las que se destacan:

- FINANCIAMIENTO OPERATIVO.
- FINANCIAMIENTO Y ORIENTACIÓN EN MODERNIZACIÓN DE HUERTOS.
- INVESTIGACIÓN APLICADA.
- CERTIFICACIONES.
- ALIANZAS PARA ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS MODERNOS
- ABASTECIMIENTO DE INSUMOS AGRÍCOLAS ORIENTADOS A LA PRODUCCIÓN.
- ASESORÍA AGRONÓMICA.

través de una alianza en el largo plazo donde se establecen huertos modernos intensivos de especies y variedades que el mercado demanda.

Este sistema que comenzó hace cuatro años, ha permitido plantar 500 hectáreas de manzano en alta densidad, han participado cerca de 50 productores hasta la fecha, donde la empresa financia a través de créditos blandos y a largo plazo un porcentaje importante de la inversión y el productor se compromete a pagar anualmente sólo un porcentaje de su flujo de caja.

Los huertos plantados el 2011 ya tuvieron su primera producción esta temporada con buenos resultados productivos y de embalaje. El resultado de este modelo permitirá tener un ritmo sostenido y ordenado de crecimiento y renovación de los huertos que comercializan con nuestra empresa y de esta manera asegurar un negocio sustentable para la cadena completa.

— ¿Cuáles son los principales desafíos que se presentan en los próximos años?

— Copefrut ha desarrollado un sólido y continuo proceso de crecimiento, posicionándose como una empresa destacada en el comercio mundial. Nuestra estrategia apunta al crecimiento y la consolidación de nuestra presencia en los mercados mundiales en un escenario cada vez más complejo y competitivo. Actualmente contamos con 140 clientes en todo el mundo y exportamos a 55 países.

TRABAJOS DE DESARROLLO E INVESTIGACIÓN APLICADA, ORIENTADOS AL NEGOCIO

Programa de Desarrollo a Proveedores en conjunto con Corfo, orientado a resolver temas que afectan los productores

Programas de Investigación Aplicada, de acuerdo a las necesidades productivas, tales como:

- Desarrollo de sistemas productivos eficientes que permitan disminuir el uso de energía y mano de obra.
- Desórdenes en postcosecha.
- Efectividad y eficiencia de agroquímicos.
- Evaluación permanente de los sistemas productivos.
- Evaluación y seguimiento de plagas y enfermedades con importancia para la exportación y desarrollo de estrategias de control.
- Mecanización de labores (ajustes de carga, poda, cosecha).
- Diagnóstico de sistemas de riego para obtener fruta de óptima calidad.

Gracias al trabajo constante, poseemos una excelente evaluación como proveedores, destacando por contar con productos de buena condición y calidad, ser una empresa seria en el abastecimiento continuo con una adecuada capacidad por tamaño y estructura. Hemos logrado mantener un prestigio y una marca reconocida en todos los mercados donde participamos, gracias al importante trabajo de nuestros productores y trabajadores y la capacidad de adaptación y flexibilidad ante las condiciones económicas mundiales.

Nuestros productores son actores

relevantes en el modelo de negocio, son nuestros socios estratégicos, por ello un desafío constante que se trabaja en todas las áreas de la compañía es buscar constantemente la implementación de estrategias que nos acerquen para trabajar unidos.

En definitiva, nuestros desafíos apuntan a continuar con el sólido trabajo que hemos desarrollado a lo largo de los años, en conjunto con nuestros productores, explorando nuevas oportunidades, estrategias y mercados, en búsqueda siempre de las mejores posibilidades y retornos. **RF**

Con Wenco
tu fruta
recorre el mundo



confianza

tradicción

innovación

calidad



Manejos en huertos de carozos afectados por heladas

LUIS VALENZUELA M.
HUGO FUENTES V.
 Copefrut S.A.

FIGURA 1.- Características de las heladas del 17 y 28 de septiembre de 2013, ocurridas en diferentes localidades productoras de carozo en Chile, coincidentes con los momentos de floración y cuaja.

Varias heladas ocurrieron en la zona central de Chile entre el 16 y 30 de Septiembre del 2013, afectando la mayor parte del área productora de carozos entre las Regiones V y VII. Las más intensas tuvieron lugar las madrugadas del 17 y 28 de septiembre, provocando graves daños a flores y frutos recién cuajados de duraznos, nectarinos y ciruelos (figura 1).

Como consecuencia de estos eventos, la gran mayoría de los huertos redujeron sus cargas potenciales y un número importante de ellos perdieron sus cosechas completas, generando posteriormente efectos negativos sobre el equilibrio de los árboles.

Manifestaciones climáticas tan adversas como la señalada, constituyen una experiencia nueva para la fruticultura en nuestro país, donde en la mayoría de los huertos no ha sido necesario contar con sistemas de protección contra heladas. Por

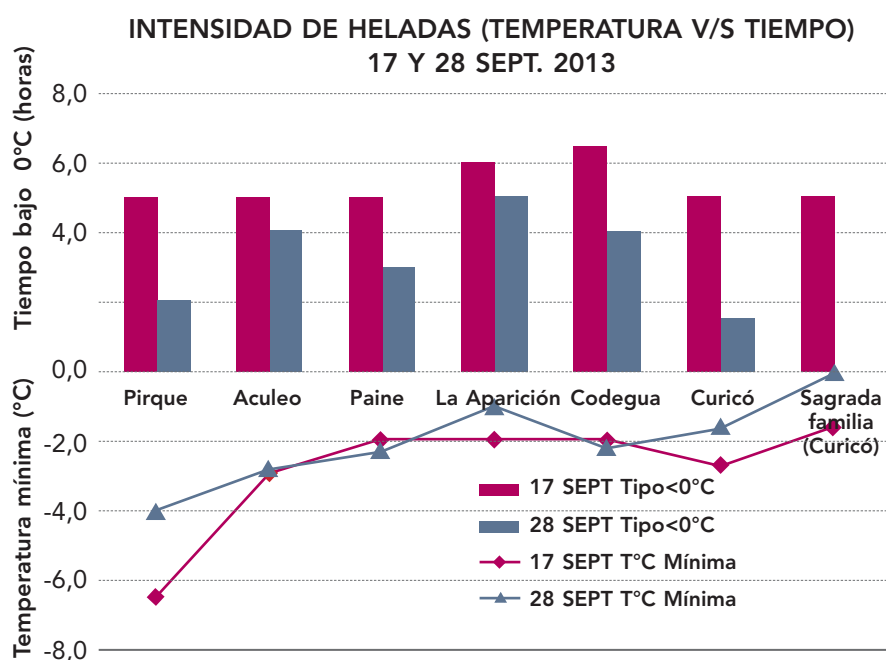


FIGURA 2.- Flores de duraznero en estado de caída de pétalos, con ovarios sano y dañado (A). Ovarios negros después ocurrida la helada (B).

otro lado, no existen antecedentes ni se dispone de experiencia sobre situaciones previas similares, que permitan orientarnos sobre cómo actuar frente a los diferentes niveles de daños manifiestos en las plantaciones. Tomando en cuenta lo anterior, hemos considerado necesario, describir las diferentes alteraciones observadas en huertos de carozo, así como establecer un plan de acciones sobre los árboles afectados, evitando que estos pierdan su potencial productivo para la temporada siguiente y posteriores, dejando además un registro de esta experiencia para eventos climáticos semejantes que pudiesen ocurrir en el futuro.

ALTERACIONES OBSERVADAS. Al momento de la helada, los diferentes carozos se encontraban entre plena flor, caída de pétalos o frutitos recién cuajados, todos estados muy sensibles a los efectos de las bajas temperaturas. Por lo que, la mayoría de los daños, se manifestaron inmediatamente después de ocurridas las heladas, siendo los tejidos del ovario los más sensibles y afectados, los que pasaron en pocas horas de un color verde oscuro translucido y negro (figura 2 y 3).

En ciruelo, muchos de los ovarios correspondientes a frutos potenciales, murieron inmediatamente, mientras que otros abortaron algunos días más tarde debido a daños internos. Frutitos de nectarino con daño por heladas cayeron pronto y en cantidades importantes, demostrando su alta sensibilidad.

En duraznos también ocurrieron situaciones donde frutitos con apariencia sana, luego de las heladas, presentaban sus embriones con distintos niveles de daño al revisarlos internamente, y muchos murieron después de algún tiempo (figura 4 y 5).

Frutitos de durazno, afectados en un estado más avanzado que caída de pétalos, permanecieron adheridos a las ramas por un periodo prolongado, aun cuando estos dejaron de crecer desde



FIGURA 3.- Ramillete de ciruelo Larry ann en plena flor, después de la helada del 17 de septiembre del 2013, con pétalos quemados (A) y ovarios afectados bajo los pétalos, de color verde oscuro (B).



FIGURA 4.- Duraznos cuajados con apariencia externa sana, pero con daños internos y embriones comprometidos o muertos.



FIGURA 5.- Duraznos con embrión muerto, después algunos días de ocurridas las heladas (A) y durante su maduración (B).



FIGURA 6.- Duraznos sin daño (fruta grande), con daño parcial (tamaño medio) y con daño severo (frutitos arrugados) debido a heladas, todos permanecen adheridos a las ramas.







fin de octubre en adelante, debido a embriones dañados o muertos, mientras otros continuaban su desarrollo normal, mostrándose las diferencias entre frutos de una misma rama (figura 6).

PERDIDAS PRODUCTIVAS Y EFECTOS SOBRE LA CALIDAD

Las pérdidas productivas variaron entre un 30 y 100 % en diferentes huertos y localidades. La magnitud de los daños dependió de la variedad, estado fenológico o grado de avances en que se encontraban los tejidos reproductivos (flores y frutos) cuando las heladas ocurrieron durante la primavera y también de su intensidad (temperatura mínima y duración). La tabla 1 muestra como temperaturas bajo 0°C por media hora, provocan más daño con el avance de los estados fenológicos en Duraznero. Aquí se comprueba como la sensibilidad se incrementa desde yema hinchada hacia la plena flor, alcanzando su nivel crítico máximo durante la caída de pétalos. En este estado, una temperatura de -2,2 °C por media hora es capaz de dañar un 10 % de las flores solamente, mientras que una temperatura de -3,9°C durante el

TABLA 1.- Temperas críticas para los diferentes estados fenológicos en duraznero.

TEMPERATURAS CRÍTICAS PARA CADA ESTADO FENOLÓGICO

Estado fenológico						
	Yema hinchada	Yema algononosa	Botón rosado	Inicio de flor	Plena flor	Caída de pétalos
Nivel de daño y temperaturas críticas (°C) durante media hora						
10% yemas muertas	-8	-6	-3,8	-3,3	-2,7	-2,2
90% yemas muertas	-17,2	-15	-9,4	-6,1	-4,4	-3,9

Adaptado de K. Taylor, Dept. de Horticultura, Universidad de Georgia

mismo tiempo, destruye el 90 % de los frutitos recién cuajados. Por otro lado, debemos tener presente que las heladas provocan mayores daños, cuando una misma temperatura bajo 0°C se mantiene durante más tiempo. Esto ocurrió durante las heladas del 17 y 28 de septiembre del 2013, donde las mínimas cayeron a

-2°C y en muchos casos bajo -3°C, y se mantuvieron por debajo de 0°C durante 3 horas y más, provocando un nivel de daño distinto, cuya severidad vario de acuerdo del estado en que se encontraban las yemas florales (figura 1).

Relacionado con lo anterior, heladas tempranas, entre yema hinchada y botón,

de intensidad moderada (-2°C) y breves en tiempo, produjeron daños suaves. Sin embargo, cuando éstas fueron intensas y prolongadas (-3 a -4°C durante varias horas) en algunas localidades, la cosecha fue comprometida severamente.

Luego, durante la floración y cuaja, los tejidos reproductivos incrementaron su sensibilidad y heladas relativamente suaves provocaron daños severos. En estos estados temperaturas de -2,0 °C por algunas horas destruyeron frutitos y redujeron la producción violentamente (figura 2 y 3).

Heladas posteriores, cuando los frutitos habían cuajado e iniciado su crecimiento, necesitaron ser más intensas y prolongadas, para generar muerte de semillas y bajas productivas importantes en comparación con estados fenológicos previos. En esta etapa, temperaturas entre -3 o -4 °C por 3 o 4 horas provocaron daños en los tejidos del fruto, que se expresaron durante su crecimiento y maduración, afectando su apariencia y calidad final. Frutitos de durazno y ciruela en desarrollo, afectados por a la helada del 28 de septiembre expresaron daños diversos como; rugosidades y protuberancias en piel y pulpa, suturas abiertas y cicatrizadas, carozos partidos y fruta pequeña con sus semillas muertas (figura 7). En nectarinos la sutura abierta se destacó como daño importante dentro de los frutos que llegaron a cosecha.

RECOMENDACIONES Y MANEJOS POS-HELADAS

Frente a realidades extremas, donde el 80 % o más de la cosecha se perdió y es imposible cubrir los costos de la presente temporada, se justifica suspender los trabajos específicos destinados a la producción de fruta. Sin embargo, y aun en estas circunstancias difíciles, es fundamental no abandonar los cuidados básicos de los árboles. Definir y aplicar manejos técnicos con eficiencia económica, que permitan mantener el potencial productivo para la próxima temporada y garantizar sustentabilidad de los huertos en el futuro.

Luego de ocurridas las heladas, es conveniente darle a los árboles algún tiempo



FIGURA 7.- Frutos de durazno y ciruelo con daños previos a la cosecha. **(A)** suturas abiertas y cicatrizadas y **(B)** deformaciones o con grietas, debido a heladas en estado de frutito recién cuajado.

para que superen el estrés severo al que fueron sometidos, en lugar de forzarlos a salir de su estado. Una vez que los árboles muestren reacción y se activen, se pueden hacer algunas intervenciones, orientadas a su recuperación. Para lo cual son recomendadas aplicaciones de algún producto con acción bio-estimulante como es el Fosfito de Potasio, que activa el sistema de defensa natural de las plantas, favoreciendo la recuperación del sistema vascular y bajando los riesgos de ataque de patógenos.

RETENCIÓN DE FRUTA. Frente a los daños producidos por las heladas y como una posibilidad de aumentar algo la carga de fruta en los árboles, se realizaron algunos ensayos de anillado y aplicaciones de fitohormonas.

Luego de ocurrida la helada y durante la cuaja, se probó en duraznero el **anillado de corteza en el tronco**, con cuchillos de hoja doble o simple, con el fin de estabilizar la cuaja y controlar el vigor vegetativo de los árboles afectados, ya que esta técnica modifica el balance hormonal y concentra carbohidratos dentro de la copa, ramas y frutitos. El efecto mayor sobre retención de fruta y su calibre se obtuvo cuándo se anilló

con hoja doble, especialmente variedades tempranas como Spring Lady y Big Jhon.

Adicionalmente se hicieron pruebas pos-helada tanto en durazneros y nectarinos con aplicaciones foliares de **reguladores de crecimiento** (fitohormonas) que favorecen la división celular, como citoquininas (CPPU o TDZ) y la elongación de las células como giberelinas (GA 3), comprobándose una acción sobre la retención y desarrollo de la fruta, siendo un requisito fundamental en este tipo de frutos contar los embriones vivos durante algún tiempo. Aplicaciones reiteradas de ácido giberelico lograron mantener creciendo algunos frutos con sus embriones dañados hasta cosecha.

RIEGO. Frente a limitaciones productivas provocadas por heladas, hay que adoptar medidas que ayuden a reducir o evitar la expresión de sobre-vigor en los árboles. En ciruelos, que son vigorosos por naturaleza, es esperable una expresión vegetativa exagerada en respuesta a una carga frutal baja o ausente. Dada la gran influencia que el riego tiene sobre la expresión del vigor, éste constituye una herramienta de manejo importante y nos ayudará a controlar el crecimiento vegetativo.

Debido a que el riego abundante favorece la competencia vegetativa, aumenta el aborto de frutos, sumado al ya provocado por las heladas en forma directa. Durante la primavera y especialmente después de ocurridas las heladas es importante aplicar riegos restringidos y de baja frecuencia, contribuyendo al control de la vegetación, la retención de la fruta y la oxigenación de las raíces.

Al principio de cada temporada, los riegos se pueden limitar bastante, debido a que los requerimientos de agua son bajos, al darse una combinación favorable; un clima poco demandante y un volumen de follaje limitado en los árboles. De cualquier manera, se debe revisar periódicamente la humedad en la zona de raíces especialmente antes de regar, para no caer en errores de humedades excesivas especialmente.

Debido a que una parte importante del total del agua entregada durante la temporada de riego está destinada a conseguir una producción de fruta con calidad y de condición óptima. Cuando las plantaciones presentan una carga frutal limitada, las necesidades de agua disminuyen considerablemente, siendo posible bajar hasta en un tercio la necesidad de riego, dependiendo del nivel de carga y tipo de suelo. Estos riegos ajustados, requieren de un monitoreo de la humedad del suelo más frecuente mediante sensores y/o calicatas durante toda la temporada, desde que el evento ha ocurrido hasta el otoño.

Con los carozos podemos ser bastante restrictivos con los aportes de agua durante los meses de octubre y noviembre, especialmente cuando el endurecimiento del carozo está ocurriendo y los brotes tienden a crecer con mayor intensidad (figura 8). En aquellos huertos que no traen fruta, la restricción hídrica puede mantenerse durante diciembre y hasta mitad de enero. Sin embargo, un estrés hídrico debe ser evitado entre mitad de enero y febrero, ya que en este periodo se inicia la diferenciación de las partes florales dentro de las yemas que producirán la cosecha de la siguiente temporada. Por lo tanto, una restricción de riego en este periodo, provoca alteraciones que se expresará en la temporada siguiente, apareciendo frutos dobles o con suturas, carozos partidos y

FIGURA 8.- Relaciones entre crecimientos de brotes, frutos y raíces durante la temporada.

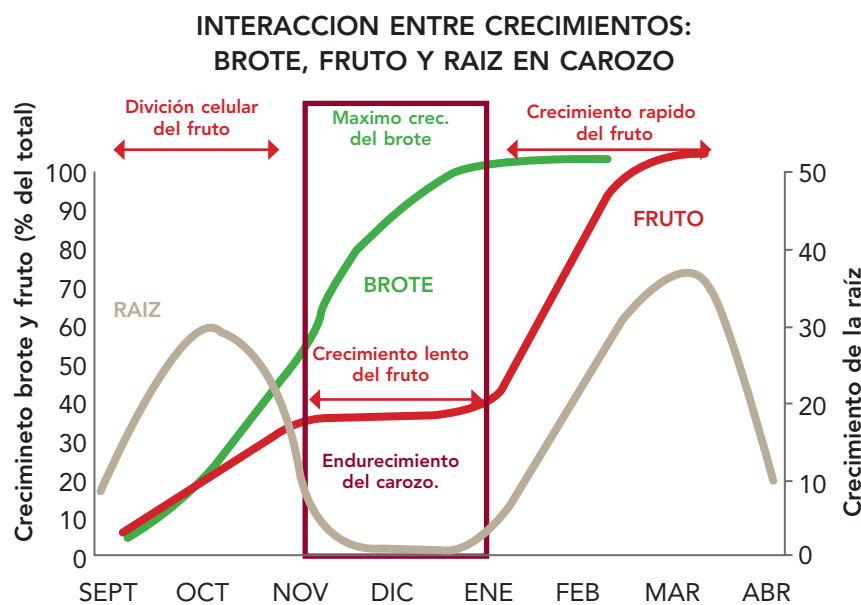


FIGURA 9.- Frutos dobles en durazno, provocados por estrés hídrico durante la diferenciación floral en las yemas, entre mitad de enero y fines de febrero.

calibres pequeños (figura 9).

Las restricciones hídricas aplicadas correctamente, junto con ayudar a controlar el vigor, permiten disminuir los volúmenes de agua aportados y reducir los costos en energía, los cuales son especialmente altos cuando se trata de sistemas de riego tecnificado.

NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN. Huertos

que presentaron daños mínimos y las cosechas proyectadas se mantuvieron normales, deben continuar con su programa de fertilización establecido de acuerdo a las características del huerto y su potencial de carga. Contrariamente, huertos donde solo una porción de los frutos ha quedado en los árboles, la fertilización debe ajustarse inmediatamente después de la helada, especialmente en lo



FIGURA 10.- Copa densa y sombría de ciruelo de variedad Angeleno, en respuesta a la ausencia de carga (mitad de noviembre).

referente al nitrógeno, pudiendo incluso suspenderlo en aquellos huertos que han quedado sin fruta o con cargas muy bajas. Aportes de nitrógeno destinados a producciones normales, mantenidos en estas situaciones se transforman en sobre-ofertas y sus efectos pueden tornarse detrimentales para los árboles y su fruta por más de una temporada. Debido al crecimiento exagerado de los brotes en un plazo corto, el follaje se hace denso y sombrío, afectando el retorno floral para la temporada siguiente (figura 10). La madera se torna sensible al ataque de enfermedades bacterianas como *Pseudomona* y la fruta producida se pudre con facilidad. Adicionalmente los requerimientos y costos de poda se incrementan.

Los aporte de otros elementos como el Fosforo, Potasio, Calcio, y Magnesio pueden ser restringidos o suspendidos de acuerdo a la realidad de cada huerto, respetando siempre las características de

**UNA CORRECTA
INTEGRACIÓN DEL RIEGO,
LA FERTILIZACIÓN
Y PODAS EN
VERDE SON
FUNDAMENTALES,
PARA MANTENER ÁRBOLES
EQUILIBRADOS DESPUÉS
DE HELADAS SEVERAS.**

su suelo y condiciones de los árboles en cuanto a follaje y carga frutal.

El Potasio deberá ser revisado y ajustado según la producción esperada, debido a que la mayor parte de sus aportes están destinados a la fruta. Sin embargo, también es importante mantener niveles de potasio adecuados en el suelo y follaje, ya

que este junto al Calcio, son reguladores osmóticos que permiten que las reservas azucaradas se acumulen en la madera, órganos florales y frutos. En relación con las heladas, se ha comprobado que los tejidos de árboles con niveles adecuados de Potasio resisten mejor las bajas temperaturas y el ataque de *Pseudomonas*.

Como una manera de chequear si en aquellos huertos helados es o no necesario fertilizar en verano y otoño, para recuperar reservas para la temporada siguiente, se recomienda adelantar los análisis foliares a comienzos de enero. Si los resultados indican bajos niveles en nitrógeno, es posible considerar aplicaciones foliares de urea durante el verano y otoño.

AJUSTES DE CARGA. Frente a compromisos productivos importantes, debido a heladas, una medida correcta será suspender o postergar cualquier ajuste de carga o raleo hasta cuando se tenga suficiente claridad respecto de la cuaja definitiva, consiguiendo con ello que las intervenciones realizadas sean más acertivas.

Debido a que la parte alta de los árboles escapa normalmente a los efectos negativos de las heladas y la cuaja es más intensa en esta zona, los ajustes de fruta realizados aquí cuando se justifiquen, deben realizarse correctamente de acuerdo a la capacidad de cada rama. El dejar más fruta de lo adecuado no logra en absoluto compensar lo perdido en el resto del árbol, comprometiendo además el calibre y la calidad de la fruta producida.

Al definir el momento para realizar el raleo, considerar siempre las características particulares de las diferentes variedades, como su nivel normal de cuaja y época de cosecha.

MANTENCIÓN DE LUZ Y PODA. Huertos de durazno, nectarino y especialmente ciruelo tienden a expresar crecimientos vegetativos vigorosos que producen abundante sombra, luego que su producción ha sido comprometida por heladas. Como no habrán ingresos bajo estas realidades, un desafío importante será aplicar desbrotes y/o podas en verde adecuadas, cuyos costos sean razonables.

Manejos sobre el follaje realizados correctamente reducen la competencia vegetativa, equilibran y reparten el vigor,



FIGURA 11.- Huertos de ciruela Angeleno en noviembre antes de ser desbrozado (A) y después de la desbrota realizada a mediados de noviembre (B).

aportando una buena iluminación al interior de los árboles durante el verano. Esto favorece la inducción y potencia la calidad de las yemas florales de la próxima temporada y mantiene los huertos productivos en el tiempo.

Podas demasiado temprano (octubre) deben ser evitadas en plantaciones que no tendrán cosecha, ya que provocan un recrecimiento vigoroso, que no servirá como material frutal para la próxima temporada y obliga a nuevas intervenciones.

En los ciruelos que tienden a generar

bastantes brotes y chupones a partir de los puntos donde se removió madera durante la poda invernal previa. Una desbrota oportuna y correcta (despatillado) permite ahorrar tiempo y evitar que los árboles se desequilibren y sombreen (figura 11). El momento más adecuado para esta intervención es entre mediados y fines de noviembre, lo que permite hacer una labor en forma manual, fácil y rápida, justo antes que los brotes se lignifiquen y se requiera usar tijeras (diciembre), consiguiendo además un

efecto prolongado. Para mantener una copa equilibrada con yemas de calidad para la próxima temporada, entre 1 y 2 desbrotas deberán ser suficientes.

En variedades de ciruela como Fortune y Blue gusto, cuya madera frutal se envejece rápido. Un despunte de los brotes de la temporada, entre noviembre y diciembre, permite mantener la madera productiva joven y con calidad homogénea.

En durazneros y nectarinos se recomienda realizar "amasado de brotes" de la parte baja de los árboles durante los meses de Octubre y Noviembre y una poda durante Diciembre para eliminar chupones completos.

En aquellos huertos sin fruta a consecuencia de las heladas, se da la oportunidad para reestructurar árboles envejecidos, eliminando brazos o simplemente recorriendo ramas para generar renovación. Además está la posibilidad de rebajar los árboles en altura con maquina durante el verano, dejándolos cómodos de manejar. Esta poda mecánica (Topping) es una alternativa interesante, gracias a su rapidez y oportunidad, ayudando de manera muy eficiente a redistribuir el vigor e iluminar el interior y parte baja de los árboles cuando las yemas frutales están en desarrollo y necesitan luz, lo cual es imposible de realizar en forma manual (figura 12). Sin embargo, por carecer de selectividad, deberá ser complementada con una poda manual, durante el invierno, que corrige y elimina cualquier error cometido.

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Mantener la sanidad de los huertos, es una prioridad fundamental, incluso bajo realidades de huertos con muy poca de fruta. En estos casos se debe centrar la atención hacia aquellas plagas agresivas para los árboles y la fruta y cuyo control es complejo. Es el caso de escama de san José, chanchito blanco y eventualmente pulgones y arañas. El cubrimiento correcto de las distintas estructuras de los árboles, con los productos adecuados y durante los periodos más críticos de propagación de la plaga, impedirá que la ésta se establezca, evitando incurrir en costos demasiados altos.

CONCLUSIONES

Una correcta integración de manejos básicos; en especial el riego, la fertilización y podas en verde es fundamental para lograr mantener los árboles bajo un equilibrio de su vegetación después que estos han sufrido daño por heladas severas, sin incurrir en costos excesivos.

Restricciones en el riego, durante la primavera y verano (hasta mitad de enero), apoyadas con monitoreo permanente de humedad en la zona de raíces, ayudan a controlar la vegetación de árboles vigorosos que han perdido su cosecha debido a heladas.

Restricciones en la fertilización nitrogenada, la que puede llegar a ser suspendida en huertos vigorosos, sin fruta y sobre suelos fértiles, contribuye a la mantención del equilibrio de los árboles.

Desbrotas y podas oportunas con vegetación presente (entre noviembre y diciembre) permiten mantener la copa



FIGURA 12 .- Poda mecánica para control de altura o Topping en carozo.

iluminada durante el verano, reforzando la fertilidad de las yemas productivas para la siguiente temporada.

Para reducir los riegos de heladas en los nuevos proyectos de huertos, es

fundamental hacer estudios agroclimáticos del lugar previamente, elegir la especie y variedad adecuada y considerar un método de protección contra heladas eficiente si corresponde. **RF**

EXCELENTE CONTROL DE POLILLA DE LA MANZANA

Delegate[®]
Intrepid[®] SC

Delegate[®] es un insecticida de origen natural, muy activo para el control de polilla. Sin residuos a cosecha, a los 21 días con una aplicación y 30 días con dos aplicaciones consecutivas.

Intrepid[®] SC es un insecticida acelerador de muda de larvas que actúa imitando a la hormona natural de la muda. Muy efectivo para el control de huevos y larvas de polilla.

www.dowagro.cl

Soluciones para un Mundo en Crecimiento

* Marca registrada de The Dow Chemical Company ("Dow") o una compañía afiliada de Dow



Lea cuidadosamente la etiqueta antes de usar



Dow AgroSciences

Origen, dinámica, daño y control de las heladas



FERNANDO SANTIBÁÑEZ QUEZADA

Ing. Agrónomo Dr. en Bioclimatología
Profesor de Agroclimatología
Universidad de Chile

Considerando que modificar el clima resulta económicamente inviable, y la necesidad de avanzar hacia una producción cada vez más eficiente, el análisis de las ventajas y riesgos climáticos ha pasado a ser en la actualidad, esencial en la definición de las estrategias de producción. En un ámbito de fuerte competitividad se ha hecho cada vez más necesaria la búsqueda de las ventajas comparativas en términos de aprovechar al máximo

las potencialidades que ofrece el clima y minimizando los riesgos que provienen de este. Esto requiere de una acabada comprensión las relaciones entre el clima y los procesos que determinan la productividad de las especies frutales.

Al caer las hojas en otoño, las yemas vegetativas y florales entran en reposo como consecuencia del fuerte efecto inhibitorio ejercido por el ácido abscísico. Los primeros fríos otoñales inducen la producción de ácido abscísico, lo que a su vez provoca la caída de hojas y la entrada en letargo fisiológico de las yemas axilares, periodo en el que adquieren una elevada resistencia al frío ("hardening"). En las especies caducas

esto ocurre aproximadamente a fines de abril, principios de mayo. A partir de ese momento se inicia el reposo invernal, cuya ruptura en primavera requiere de un proceso de frío, el que es percibido por el sistema hormonal del árbol a partir de los 12 grados. A pesar de esto, las horas reales de frío se cuentan por debajo de 7 grados, por cuanto es bajo este umbral que el frío alcanza su máxima eficiencia. El conteo de las horas de frío es hecho por el árbol mediante una gradual transformación bioquímica de los bloqueadores de la actividad fisiológica que indujeron el reposo hacia sustancias inertes o precursoras del crecimiento. El número total de horas de frío que son necesarias para

salir del reposo alcanza unas 300 a 600 en el caso del almendro. El árbol no está preparado para recomenzar su actividad, mientras este total no se haya completado, lo que es un mecanismo de seguridad que le impide brotar anticipadamente luego de un periodo ocasional de calor en medio del invierno. De no ser así el árbol quedara accidentalmente expuesto al rigor de las heladas invernales.

Una vez completado el registro de frío por parte de las yemas, el reloj interno indica que el invierno ha pasado quedando fisiológicamente aptas (vernalizadas) para brotar en cuanto las temperaturas primaverales se alcen por sobre el umbral de crecimiento de la especie. Dado sus bajos requerimientos de frío, las yemas quedan vernalizadas en los primeros días de julio, quedando a la espera de los primeros calores primaverales para iniciar la brotación. En el caso de que el invierno no sea lo suficientemente frío y no se lleguen a completar las horas requeridas, la elevación de las temperaturas en primavera producirá igualmente la brotación. Si el déficit de frío en este momento aún es importante la brotación y la floración se producirán bajo condiciones forzadas por la temperatura primaveral, provocando un estrés fisiológico que repercutirá en la fructificación, provocando caída de yemas, floración irregular y anormalmente extendida, aborto de flores y frutos, cuaja reducida, aborto de estilos, alteraciones del polen, baja producción de polen, flores pequeñas y deformadas.

Por décadas, la investigación ha buscado reproducir los mecanismos naturales que le permiten a las plantas resistir sin daño, temperaturas invernales tan bajas como -20°C. Esto no parece fácil por cuanto la resistencia lograda por los mecanismos naturales está asociada a la ralentización del metabolismo, lo que no es compatible con los requerimientos de la planta en periodos de activo crecimiento. Para enfrentar el problema de las heladas, numerosos intentos se han hecho por subir el contenido de sales o sustancias orgánicas que le den al protoplasma una mayor resistencia a la congelación. Estos intentos se han encontrado con la enorme dificultad de que las células vegetales están programadas genéticamente para mantener los equilibrios salinos originales,

lo que hace que en pocas horas, ellas anulan el efecto de sustancias en concentraciones que no son las normales para el protoplasma, haciendo con ello, perder toda eficacia a estos tratamientos. Igualmente se ha buscado eliminar las bacterias que actúan como nucleantes del agua, acelerando la formación de cristales de hielo (*Pseudomonas syringae* y *Erwinia herbicola*) precipitando con ello el daño. Las plantas normalmente tienen la capacidad de enfriarse por debajo de 0°C sin congelarse ("supercooling") debido a la presencia de solutos minerales u orgánicos en su protoplasma. Esta capacidad se ve disminuida por la presencia de estas bacterias que favorecen la formación de cristales de hielo (Steven *et al*, 1982). Esta propiedad estaría asociada a la presencia de proteínas INA (Ice Nucleation Active) en el protoplasma de estas bacterias. Estas bacterias pueden diseminarse a través de los aerodoles atmosféricos que son arrastrados por la lluvia y precipitados sobre las hojas de las plantas (Mohler, *et al*. 2008, Morris *et al*, 2008). Una vez sobre la epidermis de las hojas, tiene gran capacidad para tolerar diversos estreses, en espera de ingresar a los tejidos cuando se presente algún accidente en su superficie (Kurz *et al*, 2010). Para evitar el efecto nucleante de estas bacterias se han ensayado productos antibactericidas, tratamientos con cobre, bacterias antagonistas (Skivin *et al*, 2000). Los resultados han sido más bien mediocres, especialmente en lugares con lluvias frecuentes, donde la fuente de inóculo es permanente.

POR DÉCADAS, LA INVESTIGACIÓN HA BUSCADO REPRODUCIR LOS MECANISMOS NATURALES QUE LE PERMITEN A LAS PLANTAS RESISTIR SIN DAÑO, TEMPERATURAS INVERNALES.

ORIGEN DEL DAÑO PROVOCADO POR LAS HELADAS

Cuando la temperatura desciende por debajo del punto de congelación del tejido (-1 a -3°C) congela primero el agua extracelular (Levitt. 1980), esto provoca un rápido aumento de la concentración salina del agua que está en los espacios intercelulares, provocando una intensa salida del agua desde el interior de la célula. Si esto se prolonga por varias horas, la célula termina completamente deshidratada, al punto que pueden resultar dañadas las membranas celulares, haciendo irreversible el proceso. Considerando que la nucleación de cristales de hielo ocurre primeramente en los vasos xilemáticos, mientras mayor sea el volumen de agua en estos vasos, mayor posibilidad de retardar el daño irreversible (Sakai and Larcher, 1987), de allí la importancia de que las plantas estén en un buen estado de hidratación para soportar en mejor forma las heladas.

Los tejidos vegetales no son dañados por el frío propiamente tal sino más bien en forma indirecta por la descompensación de presiones osmóticas que produce la aparición de cristales de hielo en los espacios intercelulares. Al bajar la temperatura por debajo de 0°C se congela el agua que ocupa los espacios intercelulares por cuanto es la que tiene menos solutos. Esto provoca que aumente considerablemente la concentración de la solución extracelular creando con ello una presión osmótica superior a la que exhibe la solución interna de la célula. Como consecuencia de esto el agua interna de la célula comienza a salir produciéndose un desecamiento de la célula que, de ser muy severo puede conducir a una plasmólisis irreversible de esta una vez que se rompe la membrana celular. A partir de este momento las células comienzan a morir apareciendo las características necrosis de los tejidos (marchitez y colores oscuros).

EL ORIGEN DE LAS HELADAS

Las temperaturas congelantes ocurren por un sobreenfriamiento del aire superficial, proceso que tiene dos orígenes: enfriamiento radiativo y advectivo.

Durante este período nocturno el aire frío comienza a acumularse sobre la superficie del suelo, provocando el fenómeno de **inversión térmica**, es decir, el aire está más frío mientras más cerca de la superficie del suelo el esté.

La inversión térmica corresponde a una verdadera "laguna" de aire frío acumulado en superficie, cuya altura va creciendo a medida que transcurre la noche y nuevo aire frío se va agregando. Si la topografía es plana, la altura de la inversión es constante. En el caso de pendientes inclinadas, el aire frío que desciende escurre lateralmente hacia los sectores más bajos, lo que impide la acumulación en el mismo sitio donde el aire frío se está generando. En contrapartida, los sectores bajos se transforman en receptores del aire frío, por lo que las inversiones alcanzan una mayor altura a la vez que el enfriamiento es más intenso.

Las heladas radiativas se deben al simple enfriamiento gradual de la baja atmosfera en noches despejadas, como consecuencia de la fuga de radiación infrarroja desde la superficie, la cual representa una pérdida neta de energía de 10 W/m² al ponerse el sol y puede llegar a algo más de 100 W/m² después de la media noche. Esta pérdida de energía equivale 30, 60 y 90 Kg de petróleo por hectárea y hora. Este mecanismo genera heladas radiativas o blancas.

El segundo mecanismo generador de heladas corresponde a la llegada forzada de aire frío, acarreado por el anticiclón, el cual proviene de zonas polares y desciende bruscamente a la superficie desde la alta atmósfera, generando lo que llamamos heladas polares, negras o advectivas. Ocurren cuando el anticiclón se desplaza anormalmente al sur y se acerca al continente, haciendo de puente para la llegada del aire polar hasta la superficie misma. Este aire descendente además de ser potencial más frío, es más seco, lo que aumenta su potencial de daño. En los últimos años hemos visto aumentar su frecuencia. Al originarse en una corriente más bien descendente de aire frío, pueden tener un patrón espacial que no siempre se ajusta a la topografía como es el caso de las heladas radiativas. En heladas polares suelo ocurrir que se hielan laderas más que los bajos, o las partes altas de

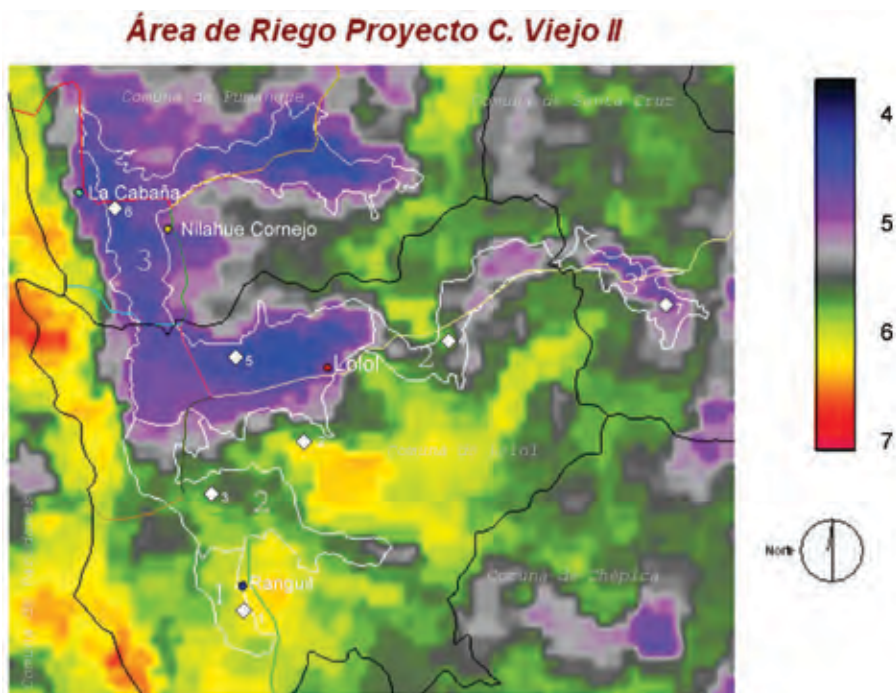


FIGURA 1. Termografía de una helada en la zona de Convento Viejo. Puede apreciarse con detalle los puntos de acumulación del aire frío y que están más amenazados. Igualmente se aprecian los terrenos que quedan libre de las heladas.

los arboles más que las ramas bajas. Estas heladas tienden a formar "corredores" de aire frío que queman todo a su paso. A diferencia de las heladas radiativas, que forman una inversión térmica de 5 a 25 m, estas se caracterizan por una inversión muy alta que no es perceptible en superficie.

TÉCNICAS SATELITALES PARA EL ANÁLISIS DE LOS RIESGOS Y LA DINÁMICA DE LAS HELADAS EN UN PREDIO

En la actualidad disponemos de instrumentos poderosos para mapear el riesgo de heladas en los alrededores y al interior de un predio. Estos consisten en el uso de imágenes termales obtenidas desde satélites, correspondientes a la hora de la mínima temperatura. Estas imágenes, son sometidas a un proceso de refinamiento espacial, que permite establecer con detalle los puntos de acumulación de aire frío, los corredores de aire, las posibles alturas de las inversiones y como son modificadas por la topografía. Este análisis es muy útil realizarlo antes de plantar un huerto o bien cuando ya está plantado,

de modo establecer la mejor estrategia de control de las heladas.

EL POTENCIAL DE DAÑO

El daño provocado por una helada depende de la intensidad de esta, pero puede ser atenuado o intensificado por factores asociados como la velocidad y duración del congelamiento y descongelamiento, humedad relativa, presencia de escarcha, viento, estado nutricional y altura de los árboles. Por lo general un enfriamiento mayor a 1,5 °C/hora es más peligroso que enfriamientos más graduales.

La sensibilidad de los tejidos a las heladas va en aumento entre el estado de yema hinchada (-5°C) y la cuaja (-1°C), siendo este último el estado menos tolerante al frío. A menudo una helada en plena flor no produce daños aparentes, pero el pistilo, que es muy sensible al congelamiento puede necrosarse impidiendo la fecundación de los óvulos. Los frutos pequeños tienen su punto más sensible en el pedúnculo el cual se necrosa y estrangula provocando la caída de ellos. Las yemas dormantes resisten

sin daño las temperaturas de -15°C.

El potencial de daño de una helada disminuye con la formación de rocío y escarcha. Igualmente el aire en movimiento tiende a ser menos dañino que el aire completamente detenido. Este explica por qué las cercanías a las cajas de rio tienden a atenuar el efecto de las heladas, pues el aire por sobre el rio se está desplazando a mayor velocidad creando turbulencias apenas perceptibles. La existencia de una pequeña turbulencia ayuda a que las hojas mantengan una temperatura cercana a la del aire, mientras que en atmosfera quieta, las hojas pueden enfriarse mucho más que el aire.

En las hojas estos daños comienzan a aparecer por debajo de los -3 °C mientras que en las flores y frutos pequeños ellos aparecen más tempranamente a los -1 °C.

En el caso de las flores los efectos de las heladas son menos visibles que en las hojas. Por lo general ellos están asociados a una pequeña estrangulación del pistilo o de las anteras, o a la muerte de los óvulos, lo que deja a las flores estériles. En el caso de los frutos pequeños el elemento sensible es el pedicelo, el cual igualmente se estrangula haciendo abortar los frutitos recién cuajados. La exposición a temperaturas congelantes por 1 o 2 horas puede ser suficiente para dañar una parte considerable de los frutos cuando ellos tienen hasta el tamaño de una arveja.

Las yemas florales pueden tolerar temperaturas de hasta -7 °C, pero esta tolerancia se pierde rápidamente cuando se produce la ruptura del receso en primavera y ellas comienzan a hinchar.

El siguiente cuadro resume la sensibilidad del almendro frente a las heladas, en el caso de las pomáceas hay que restarle alrededor de un grado a esta mismas sensibilidades:

MÉTODOS DE CONTROL DE LAS HELADAS

El método más efectivo para el control de las heladas consiste en elegir sitios de plantación libres de heladas. En la actualidad existen los recursos tecnológicos para esto. A partir de imágenes satelitales en el país se ha desarrollado una técnica para evaluar los riesgos de heladas a que está

TABLA 1. Pérdidas provocadas por las heladas (%) Luego de 30 minutos de exposición a diferentes temperaturas

Variedades	Estados	Temperatura °C							
		-1.7	-2.2	-2.8	-3.3	-3.9	-4.4	-5.0	-5.5
Peerless	Plena flor		25	45	75	100			
	Botón rosado				25	50	75	100	
Ne Plus Ultra	Plena flor			25	50	75	100		
I.X.L., Mission	Botón rosado						60	80	100
Drake	Plena flor				25	50	75	100	
	Botón rosado						25	50	75
Nonpareil	Plena flor					20	40	60	75
	Botón rosado							10	20

TABLA 2. Densidad de calefactores calculada para tres intensidades de heladas y diferentes consumos de combustible por calefactor (litros/hora)

Consumo	Heladas fuertes (<-4°C)	Heladas medias (-2 a -4°C)	Heladas leves (0 a -2°C)
5 l/hora	160	120	80
4 l/hora	200	150	100
3 l/hora	270	200	135
2 l/hora	350	260	175

expuesto un predio. Para ello es necesario conocer con exactitud la ubicación del predio, lo que se puede hacer a partir de las ortofotos o de las imágenes satelitales (Google Earth) disponibles y de imágenes satelitales de temperatura de superficie. El análisis permite conocer el real riesgo a que está sometido un predio o parte de un predio, el mecanismo que está generando las heladas en el sector y el mejor sistema de control de las heladas que resulta más recomendable a partir de los antecedentes anteriores.

En el caso de huertos establecidos, es necesario pensar en métodos activos de lucha contra las heladas. Dentro de los métodos activos existen tres principios: la difusión de calor al interior del predio, el riego por aspersión para evitar el enfriamiento de los tejidos y la ventilación mecánica. Existen numerosas otras recetas para el control de heladas, pero ninguna, aparte de los principios enunciados ha demostrado científicamente su efectividad.

USO DE GENERADORES DE CALOR (CALEFACTORES FIJOS Y MÓVILES)

El uso de calefactores o quemadores es el método más antiguo en uso para el control de heladas. Este método ha demostrado ser efectivo para el control de heladas leves a medianas, pero la eficiencia del calentamiento es muy baja debido a la gran pérdida de calor que se produce por la columna de aire caliente (convección) que se eleva por sobre cada uno de los calefactores, más allá de la capa de inversión. Mientras más caliente es el aire aplicado, más rápida es la pérdida de este por convección. Esto representa calor perdido pues no es retenido dentro del cubo de aire que interesa calentar (entre el suelo y la altura de los árboles). Esto obliga a utilizar un gran número de calefactores por hectárea (100 a 350) siendo por ello un sistema de alto costo de operación

tanto en combustible como en mano de obra si se considera que encender y apagar más de 100 calefactores ocupa gran cantidad de mano de obra.

Existen calefactores de diversos tipos, desde los muy simples consistentes en un recipiente con combustible con una combustión incompleta y bajo consumo (0.5 a 1.0 l/hora), hasta los más modernos con chimenea y combustión regulada, de consumo medio a alto (3 a 5 l/hora). Los más evolucionados tienen un conducto de reflujo de gases lo que permite mejorar la combustión y reducir las emisiones contaminantes.

Los quemadores sin chimenea son de muy baja eficiencia pues el 90% del calor producido se pierde a través de la corriente convectiva vertical. Los quemadores provistos de chimenea son los más eficientes por cuanto el tubo vertical se calienta a altas temperaturas y actúa como una pantalla radiante, emitiendo parte del calor de la combustión como radiación infrarroja que se proyecta horizontalmente hasta ser interceptada por los vegetales, que la absorben previniendo así su propio enfriamiento.

En términos ideales el mejor control se consigue con un mayor número de calefactores regulados a bajo consumo. Esto garantiza una mejor distribución del calor dentro del huerto. Con el fin de economizar energía es recomendable ir aumentando el consumo (abriendo el tiraje de aire) a medida que la helada se hace más intensa hacia la madrugada. El reservorio de combustible debe garantizar una autonomía de 6 a 8 horas de encendido por lo que se requieren estanques de 12 a 15 litros para los quemadores de bajo consumo y de 30 a 50 para los de alto consumo. Por lo anterior, en caso de heladas de larga duración, se hace necesario el relleno de combustible, lo que es una operación bastante peligrosa.

Los calefactores móviles son de muy baja efectividad (lanzallamas y ventiladores centrífugos) pues generan aire a más de 100°C el cual es extremadamente liviano por lo que en segundos se eleva, sin tener la capacidad de desplazar al aire frío en superficie, varias veces más denso que el mismo. Pruebas de terreno que hemos hecho, muestran que el aire a esa temperatura no se desplaza más

TABLA 3. Temperatura del punto de rocío a partir de la temperatura del aire y la humedad relativa.

Humedad Relativa	Temperatura del aire (°C)					
	0	2	4	6	8	10
100	0	2	4	6	8	10
90	-1,4	0,5	2,5	4,5	6,5	8,4
80	-3	-1,1	0,9	2,8	4,8	6,7
70	-4,8	-2,9	-1	0,9	2,9	4,8
60	-6,8	-4,9	-3,1	-1,2	0,7	2,6
50	-9,2	-7,3	-5,5	-3,6	-1,8	0,1
40	-12	-10,2	-8,4	-6,6	-4,8	-3
30	-15,5	-13,7	-12	-10,2	-8,5	-6,8

Fuente: adaptado de Snyder, 2000

de 7 metros y se eleva rápidamente. Igualmente hay que tener en cuenta que, entre los 0 y 7 metros, la persistencia del aire caliente no va más allá de unos pocos minutos (2 a 3 minutos) y también se pierde verticalmente.

RIEGO POR ASPERSIÓN

La base de este sistema consiste en la capacidad que tiene el agua de entregar energía calórica en la medida que esta se enfría. El agua sacada de canales o reservorios superficiales mantiene una temperatura de 8 a 10 grados. Si esta es sacada de pozos profundos ella puede estar a 14 o 16 grados, incluso más dependiendo de la profundidad del pozo. Una vez aplicada sobre las plantas esta agua se enfría rápidamente entregando su calor directamente a los tejidos o al ambiente circundante atenuando el enfriamiento. Por otra parte el agua libera una cantidad adicional de calor cuando se congela (80 cal/g), previniendo el enfriamiento de los tejidos. En el caso de especies de hoja persistente la formación de hielo puede constituir un problema por cuanto el peso puede producir quebrazón de ramas provocando un daño igual o mayor que el de la helada que se desea prevenir. El mayor problema de este sistema es el ambiente húmedo que se crea lo que aumenta los riesgos de enfermedades, especialmente en floración, por lo que es poco recomendable especialmente en carozos. Esto se

puede evitar con microaspersores bajos que previenen el mojamiento de flores y frutos. En este caso el sistema es menos efectivo en el control de heladas pero ayuda igualmente. Como criterio general el sistema se debe poner en funcionamiento cuando la temperatura del bulbo húmedo (medida con un psicrómetro) sea igual o superior a la temperatura crítica de helada para la especie y estado de desarrollo. Las **tablas 3 y 4** permiten establecer la temperatura de puesta en marcha del sistema, de modo de ahorrar agua y energía. El sistema debe ser detenido entre media y una hora luego de la salida del sol, de modo de garantizar que la temperatura esté en ascenso. Una detención muy precoz puede ser letal debido al descongelamiento producido por los primeros rayos solares. La rotación de los aspersores debe ser de 360 grados en 50 a 60 segundos, máximo 75 segundos, con esto se consigue mantener permanentemente agua líquida sobre el hielo que se va formando. Para disminuir el consumo de agua pueden usarse aspersores con ángulo regulable, de modo de mojar solo las hileras.

Para el control de una helada media, se requiere una aplicación de 11 a 12 m³/ha/hora. Si el aire está seco (helada polar) y existe algo de brisa, existe el peligro de que la evaporación del agua que cae sobre la yemas enfríe el tejido en vez de calentarlo. En este caso es necesario aumentar el aporte de agua para compensar el enfriamiento evaporativo. Si esto no es posible por escasez

TABLA 4. Temperatura de partida del riego. El sistema se debe poner a funcionar a la temperatura indicada en el cruce entre la temperatura del bulbo húmedo (columnas) y la del punto de rocío (filas).

Punto de rocío °C	Temperatura del bulbo húmedo (°C)					
	-5	-4	-3	-2	-1	0
0						0
-1					-1	0,7
-2				-2	-0,4	1,3
-3			-3	-1,4	0,2	1,9
-4		-4	-2,5	-0,9	0,8	2,4
-5	-5	-3,5	-1,9	-0,4	1,3	2,9
-6	-4,5	-3	-1,5	0,1	1,8	3,4
-7	-4,1	-2,6	-1	0,6	2,2	3,9
-8	-3,6	-2,1	-0,6	1	2,6	4,3
-9	-3,3	-1,7	-0,2	1,4	3	4,7

Fuente: adaptado de Snyder, 2000

TABLA 4. Aportes de agua suplementarios a los 11 m³ /ha/hora necesarios para controlar las heladas en condiciones de aire seco y viento (m³ /ha/hora)

Humedad relativa	Velocidad del viento (m/s)			
	0	1	2	3
90 %	0.1	3.6	7.3	10.9
80	0.2	7.3	14.6	21.9
70	0.3	10.9	21.9	32.8
60	0.4	14.6	29.2	43.7

de agua, es mejor no aplicar agua si el viento supera los 5 Km/h, lo que es una condición muy rara en Chile.

Según la tabla las cantidades de agua a aplicar se elevan considerablemente en condiciones de viento lo que en suelos pesados puede crear problemas de anegamiento. Para controlar una helada media con una humedad relativa de 80% y viento de 1 m/s se requeriría regular el equipo para entregar: $11 + 7.3 = 18.3$ m³ /ha/hora. Por lo general en Chile las heladas ocurren en condición de completa calma y con humedades relativas por sobre el 80% por lo que no es necesario prever cantidades de agua muy superiores a los 11 a 12 m³ /ha/hora. De todas formas una aplicación de esta cantidad, durante 5 a 6 horas representa entre 55 a 72 m³ /ha (5.5 a 7.2 mm) lo que requiere de suelos bien drenados.

VENTILACIÓN MECÁNICA

El sistema está basado en la diferencia de temperatura existente entre el aire superficial, frío, y aquel aire menos frío que se ubica entre los 10 y 20 m, cerca o por sobre el techo de la inversión térmica. Normalmente durante la inversión térmica nocturna el aire que se ubica por sobre los 10 m de altura está 1 a 4 grados más caliente que el aire en superficie. Los ventiladores succionan este aire mezclándolo con el aire inferior lo que aumenta la temperatura de los primeros metros en aproximadamente de un tercio a la mitad del gradiente producido entre la superficie y los 10 a 15 metros. Esto es, si el gradiente entre la superficie (1.5 m) y los 15 m. fuera de 3°C, al poner en funcionamiento los ventiladores podemos esperar un aumento de la temperatura

a nivel de los árboles del orden de 1.5 grados en promedio. Esto puede ser suficiente como para pasar de una helada letal a una situación de ningún daño o daño leve.

La hélice se ubica a 10 o 12 m de altura y tiene una inclinación de 10° con respecto a la vertical, de este modo lanza el flujo de aire en forma oblicua sobre el huerto. El cabezal completo va girando de modo de describir 360° en unos 4.5 minutos. Esto garantiza que el tiempo máximo entre dos pasadas del flujo de aire por un mismo punto del huerto es de 4.5 minutos, tiempo suficiente para garantizar una mezcla efectiva, evitando que la inversión se restituya. Como fuente de potencia se utilizan motores industriales de 125 a 154 CV los que, por razones prácticas se alimentan con gas licuado o diesel, dependiendo de la accesibilidad del terreno y los costos de los combustibles.

Las hélices de unos 5 m de diámetro giran a unas 550 a 600 revoluciones por minuto, provocando una corriente de aire de unos 150 a 200 metros de alcance lateral. Este radio se ve disminuido durante las horas en que las temperaturas se sitúa por debajo de -2°C, debido a la elevada viscosidad del aire a bajas temperaturas.

Para el buen funcionamiento del sistema se requiere de la existencia de una inversión térmica bien marcada. Esto es normal durante las heladas radiativas que ocurren en Chile, sin embargo, durante heladas advectivas el gradiente térmico es mucho menos marcado por lo que la ventilación es menos efectiva. A pesar de esto existen experiencias en Europa que muestran que aún en estas condiciones la ventilación atenúa ligeramente el daño. La sola precaución consiste en que los tejidos no deben estar mojados por cuanto el enfriamiento evaporativo provocado por el viento puede en este caso aumentar los daños. De haber humedad sobre las plantas, se recomienda "secar" los tejidos poniendo en funcionamiento las máquinas varias horas antes de que la temperatura llegue al nivel crítico.

El encendido de los ventiladores debe hacerse temprano cuando una helada está prevista. Dependiendo del terreno el criterio de encendido puede fijarse cuando la temperatura esté entre 1 y 2°C

sobre cero. Esta anticipación se debe a que el sistema no produce calor, sino que previene el enfriamiento de la superficie. El apagado normalmente se hace después de la salida del sol cuando la temperatura comienza a subir por sobre 0°C. En casos extremos de heladas advectivas se recomienda apoyar la ventilación con calefactores puestos en círculos radiales en torno al eje de los ventiladores. En la actualidad los fabricantes de torres están ofreciendo quemadores a gas adosados al eje o puesto lateralmente, de modo de aportar un calor equivalente a poco más de 100 litros de petróleo por hora. Con estos generadores de calor, las torres ofrecen una aceptable protección durante eventos polares. Recientemente se han obtenido buenos resultados haciendo funcionar simultáneamente microaspersores cercanos al suelo y las torres de viento. Esto es especialmente recomendable en sectores bajos y sin drenaje de aire nocturno.

En la actualidad existen diversas versiones y diseños de torres de ventilación en USA, Europa y Nueva Zelanda. Algunas de ellas son móviles, de modo de permitir movilizar la protección hacia donde se requiera. Estas últimas aun no han sido probadas en Chile. Igualmente hay ventiladores que mueven verticalmente el aire, succionándolo del nivel del piso y lanzándolo hacia arriba. Estos sistemas no mostraron una capacidad de protección significativa en evaluaciones de terreno que efectuamos hace algún tiempo.

Los helicópteros son igualmente un recurso válido, especialmente durante heladas radiativas. Son algo menos eficaces que las torres si se considera que no pueden volver con una frecuencia de 5 minutos sobre el mismo punto. Tienen a su favor el que toman aire desde mayor altura, lo que se transforma en una ventaja cuando la inversión térmica es débil.

GENERADORES DE NEBLINA

Generadores de neblina, asperjando agua a elevadas presiones, han dado buenos resultados en huertos frutales. Tienen el problema de la viabilidad técnica económica, razón por la que no se han generalizado.

HELADAS 18 DE SEPTIEMBRE 2013

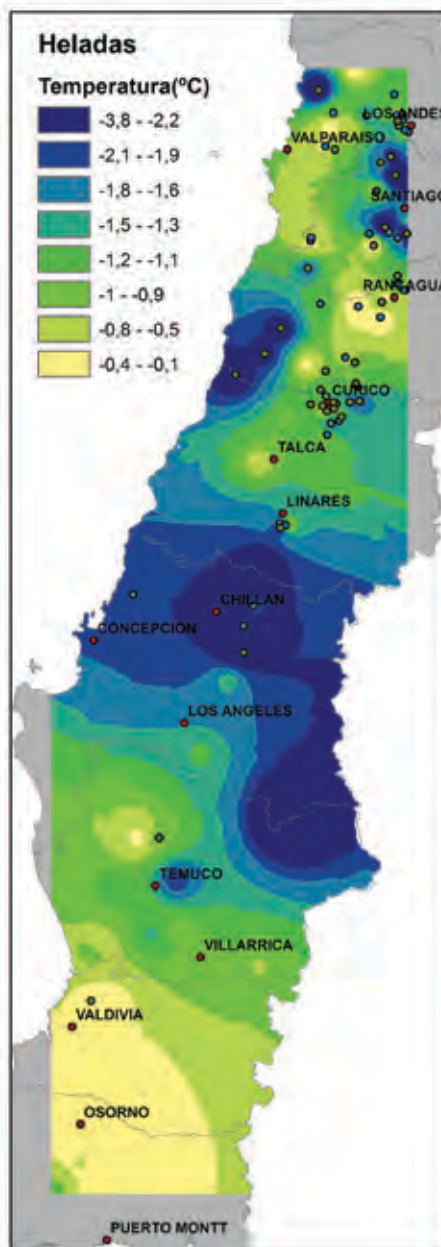


FIGURA 2. Distribución espacial de la helada polar del 18 de septiembre de 2013. Obsérvese la formación de un núcleo principal y varios núcleos secundarios donde la helada golpea con particular intensidad.

PRACTICAS DE PROTECCIÓN PASIVA

La práctica más a mano, en caso de no disponer de ningún sistema activo, es el manejo del suelo y la humedad de este. Un suelo compactado y libre de toda cubierta vegetal viva o inerte

siempre ayudará a atenuar el impacto de las heladas. La compactación y la humedad ayudan grandemente a mejorar la conducción del calor de las capas profundas del suelo hacia la superficie, lo que contiene parcialmente el enfriamiento, especialmente de los tejidos vegetales que están recibiendo directamente la radiación infrarroja desde el suelo. El ideal es que en noches con pronóstico de heladas, pueda mantenerse el suelo saturado en superficie, es decir, con agua apozada visible. Lo anterior tiene la ventaja adicional de mantener la humedad relativa algo más alta durante la noche, favoreciendo la formación de rocío protector. Se debe tener en cuenta que cada gramo de agua que condensa sobre las hojas, libera 580 cal. Por esta razón, mientras haya condensación y posterior congelación del rocío convirtiéndose en escarcha, la temperatura de la hoja permanecerá próxima a 0°C, aunque la temperatura del aire haya bajado más que eso.

El humo no tiene ningún efecto protector de las heladas, más bien puede retardar el calentamiento en la mañana al obstruir el sol, alargando el periodo de congelamiento.

TENDENCIAS ACTUALES DE LAS HELADAS EN CHILE

El régimen de heladas pareciera estar sufriendo algunos cambios recientes, los que podrían estar asociados a los cambios de la conducta del anticiclón del Pacífico, como una posible consecuencia de los cambios climáticos. En años recientes, el anticiclón ha realizado frecuentes incursiones invernales hacia latitudes muy altas, lo que se asocia con su capacidad de acarrear aire frío polar. La frecuencia de heladas polares pareciera ir en aumento en zonas bajas (Valle Central y costa). Estas heladas se caracterizan por enorme extensión y por alcanzar gran intensidad en núcleos discontinuos en el espacio, lo que hace más azaroso su impacto. La reciente helada del 18 de septiembre es un ejemplo de ello. Formó un núcleo mayor en la región del Bío Bío y varios núcleos menores, pero de similar intensidad en el Maule, O'Higgins, Región metropolitana

y Valparaíso. Estos núcleos se forman en los sectores por donde el aire baja con mayor fuerza haciendo descender las isotermas (Figura 2)

CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE HELADAS

El mejor sistema para el control de las heladas en un huerto es aquel que previene los riesgos naturales al menor costo posible. Para esto es necesario dimensionar el real riesgo a que está sometido el predio mediante análisis estadístico de las temperaturas y apoyo de técnicas satelitales disponibles, y proyectar las necesidades de protección. En este análisis es necesario establecer el tipo y la frecuencia de las heladas que amenazan al predio, el origen y dinámica

EL MEJOR SISTEMA PARA EL CONTROL DE LAS HELADAS EN UN HUERTO ES AQUEL QUE PREVIENE LOS RIESGOS NATURALES AL MENOR COSTO POSIBLE. PARA ESTO ES NECESARIO DIMENSIONAR EL REAL RIESGO A QUE ESTÁ SOMETIDO EL PREDIO MEDIANTE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS TEMPERATURAS Y APOYO DE TÉCNICAS SATELITALES DISPONIBLES.

de las corrientes locales de aire frío, la altura probable de la inversión térmica en el predio y la estacionalidad de las heladas. Una vez bien conocidas estas variables, se debe analizar cual de los métodos existentes cumplirá la función requerida al menor costo, considerando las características del terreno, de la plantación, las disponibilidades de infraestructura a nivel predial y los costos de operación y amortización del equipamiento. Obviamente es necesario proyectar el beneficio económico de la protección en relación con los costos totales del sistema de control y el pay back del sistema, considerando la rentabilidad de la especie protegida. Lo importante es que el sistema cumplirá su función en la medida que ofrezca una real protección sin ser dimensionado más allá de las reales necesidades del predio y de la especie a proteger. **RF**



Agrospec

— Productos de calidad —

Resultados que dan Confianza



Gira técnica con productores a España 1ª Parte

Sistemas de Producción Eficientes de Huertos Frutales; Baja Altura, Mecanización, Diseño y Gestión como herramientas para mejorar la competitividad.

JORGE ALBORNOZ H.
PATRICIO SEGUEL G.
Copefrut SA

INTRODUCCIÓN

La fruticultura actual demanda mejorar la eficiencia de los huertos, como también la calidad y condición de la fruta que requieren los mercados. Debemos saber identificar las dificultades futuras y adelantarnos en la búsqueda de soluciones antes de que éstas lleguen a nosotros.

Para lograr estos objetivos, se realizó una gira tecnológica para conocer y comprender sistemas productivos y manejos innovadores y eficientes en huertos frutales de España para, mediante su implementación, mejorar la competitividad de los huertos chilenos.

Esta gira fue realizada desde el 14 al 24 de Junio del 2013 y en ella participaron los productores Andrés Frías, Mario Torrealba, Francisco Marquez, Nicolás Díez, Luis Correa, José Luis Moreno, José Lozano, Vicente Larraín y Cristóbal Ojeda y los Agrónomos Patricio Seguel y Jorge Albornoz de Copefrut S.A.

1. VIVEROS EBRO

Ubicado en Miravet, Lleida, Viveros Ebro es uno de los más importantes de España. Producen principalmente plantas de carozo y también son productores de esas especies. El dueño es José Marsal y su hijo Jacob ayuda a administrar el negocio.

1.1 CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS

Esta zona se caracteriza por poseer suelos pobres, calcáreos, con pH 9 (mejor pH para cerezos 6,5-7,0) y con altos contenidos de arcilla. No manejan el pH en el suelo sino que utilizan portainjertos resistentes a estas condiciones.



Foto 1. Fachada de Viveros Ebro.



Foto 2. Clorosis férrica en hojas de cerezo debido a pH elevados en suelo.

“DEBEMOS SABER IDENTIFICAR LAS DIFICULTADES FUTURAS Y ADELANTARNOS EN LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES ANTES DE QUE ÉSTAS LLEGUEN A NOSOTROS.”

Está ubicado a sólo 30 km de la costa y con 120 m.s.n.m, tienen en promedio 600 HF, lo que los limita para producir variedades de alto requerimiento de horas frío, ya que no pueden utilizar cianamida para romper el receso.

Esta temporada han tenido problemas en sus carozos debido a malas condiciones climáticas y a lluvias en floración y cercano a cosecha.

1.2 VARIEDADES Y PORTAINJERTOS

Históricamente, el portainjerto más



Foto 3. Huerto peatonal de cerezas en plena producción formado en vasito español

utilizado es el Santa Lucía 64 pero tienen problemas de muerte de plantas y por ende desuniformidad y problemas productivos, debido a las condiciones limitantes de suelo.

Actualmente se utiliza el patrón Marilan, que se forma de un pié del ciruelo Mariana con puente de Adara, otro ciruelo. Esta mezcla es así debido a que Mariana es incompatible con cerezos pero resistente a condiciones limitantes de suelo, por lo que se utiliza un puente de Adara que no tiene problemas de compatibilidad. Para que no se manifieste la incompatibilidad de Mariana con cerezos, el puente de Adara debe tener al menos 30 cm.

Las variedades que se producen, y en orden de cosecha son: E. Burlat, Tulare, Rocket, Frisco, 253, Brooks, Santina, 484, Lapins, Sweetheart y Stacatto.

Por fecha de cosecha, después de la var. 484 la fruta pierde calidad y condición debido a las altas temperaturas. La variedades más atractivas de las tempranas son la Santina y Rocket (var. dura y grande con buenas experiencias las últimas 10 temporadas).

1.3 SISTEMAS DE FORMACIÓN

Basado en sistemas fáciles de formar, con mínimo uso de mano de obra. La formación tradicional es el vasito español y copa sucia, donde mediante rebajes y sin utilizar ortopedia, forman plantas bajas y fáciles de manejar.

En la formación de copas, utilizan



Foto 4. Invernadero para producción de cerezas Primor

incisiones mas promalina para estimular crecimiento de muchos laterales y así obtener fruta de buena calidad en base de ramillas anuales.

Para lograr huertos controlados en vigor, utilizan el regulador de crecimiento Paclobutrazol. Se puede aplicar en preflor y/o en poscosecha, dependiendo del objetivo que se requiera. Las dosis son dependientes de muchos factores, donde los más importantes son el tipo de suelo y obviamente el nivel de vigor de las plantas.

Este sistema de producción les permite obtener árboles de 2,2 mts de altura,

realmente bajos, aunque de todas formas se observan problemas de sombreamiento en el interior de las copas, ya que no realizan intervenciones en la temporada de crecimiento.

2. PRODUCCIÓN EN INVERNADEROS. JAVIER DE PABLOS

Ubicado en la zona de Albacete de la Cinca en Lleida, este huerto familiar se caracteriza por tener producción de



Foto 5. Formación de cerezos en UFO.

Cerezos bajo condiciones normales y bajo invernadero forzado.

2.1 SISTEMAS DE FORMACIÓN

Las plantaciones en invernadero y algunos cuarteles fuera de él están en eje central, con marcos de plantación densos a 2,8 x 1,0 mt y máximo de 2,5 metros de altura.

La mayoría de los cuarteles están formados en vasito español y copa modificada. También tienen un par de pruebas en UFO. Debido a que el vasito español y la copa son recurrentes en la gira, analizaremos brevemente sólo el UFO.

UFO (Upright Fruiting Offshoots)

Este sistema se basa en producción sólo en dardos sobre ramas erectas (ver foto 5). Una vez que las plantas lleguen a su madurez este sistema considera el 20% de renovación de ramas anual. La elección de las ramas a renovar es por vigor; aquellas muy vigorosas se renuevan antes que las más equilibradas. En este sistema se eliminan todos los laterales.

Dentro de las ventajas de este sistema es que es totalmente peatonal, de fácil manejo una vez maduro y no compromete los kilos potenciales por hectárea.

Las desventajas de este sistema, es que no siempre se logra un huerto uniforme y

en muchos casos la formación de dardos se retrasa por excesos de vigor. Para controlar el vigor y favorecer el endardecimiento, es que utilizan Paclobutrazol, pero no hay certeza en tener el vigor necesario para la renovación de ramas al utilizar este regulador de crecimiento.

2.2 PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO

Considerando los altos costos de implementación y el alto riesgo que

existe al fallar en alguna etapa, este tipo de producción bajo invernaderos no es masivo.

Sólo por concepto de calefacción, el costo es de 30 euros/m².

La calefacción se utiliza desde 30 días antes de flor hasta la cosecha, o hasta que las condiciones ambientales exteriores permitan no calentar. Utilizan cuescos de olivas como combustible para calefaccionar, ya que en primer lugar es



Foto 6. Cerezos Santina y Brooks/Sta Lucía. Producción bajo invernadero.



Foto 7. Manel Raventós mostrando var. Skeena/Santa Lucía 64 lista para cosechar.



Foto 8. Sistema KGB, ramas colgantes por exceso de vigor y fruta en último tercio.



Foto 9. Sr. Andrés Frías. Forma de cosechar una rama en el sistema KGB.

un insumo abundante y en segundo lugar tiene buen aporte calórico.

Deben tener 2 calderas de 350.000 Kcal cada una para 5000 m² de invernadero. Mantienen una temperatura mínima de 12-13°C durante la noche y máximo de 25-28°C durante el día. Esto es un desafío durante el primer mes de calefacción, ya que las temperaturas al exterior pueden llegar a los -6°C.

Para el control de la temperatura, tienen apertura automática de lucarnas (ventilación), lo que es una ventaja pero también es un riesgo elevado, ya que si este sistema falla, el peligro de elevar demasiado la temperatura puede colocar en riesgo la producción o hasta incluso la vida del huerto.

La variedad que ha resultado un éxito bajo invernadero es la Santina, obteniendo más calibre y buena firmeza, sin problemas de °brix. También producen Brooks bajo este sistema, pero no es buena variedad por presentar mucha partidura.

Los mayores problemas bajo este tipo de producción forzada son en primer lugar el control de la temperatura, en segundo lugar el ataque de arañitas y en tercer lugar las enfermedades fungosas debido al alto nivel de humedad relativa.

El adelanto en cosecha es de alrededor de 1 mes y medio. Con este adelanto, los precios alcanzados por kilo de fruta

pueden alcanzar hasta los 100 euros/kilo (las primeras), pero en promedio alcanzan los 40 euros/kilo. Javier de Pablos indica que sienten que cada vez hay menos interés en pagar tantos euros por fruta primor.

Los mercados más lejanos como Rusia están a 6 días vía terrestre, por lo que la poscosecha de las cerezas no es relevante.

3. MANUEL RAVENTOS

En la zona de Rimat, provincia de Lleida o Lérida, se encuentra Manel Raventós,

productor de cerezos y de viñas. Éste último cultivo es el fuerte de la familia, teniendo cerca de 1700 hectáreas, siendo la extensión de viñas más grande de Europa en manos de un solo propietario.

Lo interesante de analizar en este productor son los 3 sistemas de formación, KGB, eje central y multieje, en que basan su producción de cerezos.

3.1 KGB

KGB se denomina así ya que el creador australiano se llama Kim Green Bush. Este sistema, se basa en la producción sólo en dardos ubicados en 25 a 30 ramas

verticales (según distancia de plantación), que se consiguen a través de rebajes sucesivos. Es un sistema peatonal, donde la formación y mantención es con poco uso de mano de obra y sin estructura.

La primera producción se logra a los 4 años, una vez que se consigan las ramas necesarias y que se logre una buena formación de dardos a lo largo de ellas. La renovación es anual una vez que se tienen todas las ramas endardadas, eliminando el 10 a 20% de las ramas más vigorosas y aquellas que impidan una buena iluminación.

Este huerto en KGB de 5 años de Skeena sobre portainjerto Santa Lucía 64, presentaba fruta sólo en ramas más débiles y en el último crecimiento, por lo que muchas ramas caían por el peso en las puntas. Esto es así, debido a que en primer lugar no se lograron el número de ramas necesarias y no se observó el exceso de vigor del último crecimiento post rebaje de verano (que no debe superar 1 metro). Al tener menos ramas, fertilizar y regar en exceso, los crecimientos son muy fuertes, perdiendo la capacidad de formar dardos a lo largo de toda la rama.

De todas maneras, Manel Raventós y su administrador, concuerdan que son problemas de formación y que se pudiese haber hecho mejor.

El rendimiento de cosecha en KGB es de 30 Kg/hr, donde la comodidad radica en no andar con escaleras y en que las ramas se pueden doblar con facilidad para la cosecha. De hecho otro de los criterios al momento de renovar ramas es cortar aquellas que no se pueden doblar.

3.2 EJE CENTRAL

En este sistema se preocupan mucho del vigor, y lo controlan manejando el riego y con Paclobutrazol.

El riego es poco hasta endurecimiento del carozo y aumenta en color pajizo a un máximo de 0,8 Kc. Luego de la cosecha se vuelve a disminuir el riego, llegando a 0,5-0,6 Kc.

El Paclobutrazol lo aplican preflor para aumentar cuaja y en poscosecha para controlar el vigor. Dosis de hasta 1200 cc/há donde se aplica 1/3 en preflor y 2/3 en poscosecha. Hay que mencionar que esta dosis de 1200 cc fue excesiva y las plantas se observaban con nulo crecimiento y hojas muy chicas.



Foto 10. Eje central de 2,8 mt de altura manejado con podas y cultar.



Foto 11. Sulinda (administrador de Manel Raventós) mostrando cerezos en Multieje con abundante ramificación.

Para mejorar calidad de fruta, 21 días antes de cosecha se podan los brotes verticales dejando yemas basales.

Como conclusión, el eje central es una real alternativa para ellos ya que es de fácil manejo y mantención, logrando buena calidad de fruta. Anexo a eso, el MaxMa 14 es un portainjerto que están probando en eje y presenta buena adaptabilidad a distintos suelos y es interesante desde el punto de vista de la precocidad.

3.3 MULTIEJE

Huerto plantado el 2010 sobre portainjerto Marilan.

La idea de este sistema es lograr

plantas de 2,5 mt de altura con 5-6 ramas madre con abundantes laterales que se consiguen con insisiones mas promalina en yema hinchada.

No realizan ortopedia, los laterales que crecen con ángulos cerrados se podan temprano en Diciembre en yema apuntando hacia abajo a hacia el lado, logrando el resto de la temporada de crecimiento una rama equilibrada y horizontal.

Una vez que logran la estructura del árbol (ramas y laterales) aplican Cultar para frenar vigor y estimular fertilidad.

La altura se mantiene con corte con maquinaria (topping) durante detención de crecimiento en verano. **RF**

Antecedentes para optimizar el manejo de poscosecha de arándanos



LA EXPORTACIÓN DE ESTA ESPECIE SE HA CENTRADO EN EL MERCADO DE EEUU, SIN EMBARGO EN EL ÚLTIMO TIEMPO LOS VOLÚMENES HACIA EUROPA Y ASIA HAN MOSTRADO UN INCREMENTO IMPORTANTE.

**JUAN PABLO ZOFFOLI,
BERNARDO LATORRE,
SEBASTIAN RIVERA,
JESSICA RODRIGUEZ**

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile

INTRODUCCIÓN

La producción de arándanos se ha extendido en Chile abarcando una amplia zona geográfica, desde la IV a la XIV región (Tabla 1), incluyendo una diversidad de variedades que se cosechan desde Octubre hasta Abril. Las principales variedades de arándanos producidas en Chile se resumen en la Tabla 2, destacándose las de arbusto alto "Duke", "Brigitta" y "Legacy". La exportación de esta especie se ha centrado en el mercado de EEUU, sin embargo en el último tiempo los volúmenes hacia Europa y Asia han mostrado

TABLA 1. Superficie arándanos en producción por Región de Chile.

Región	Superficie (Ha)
IV Coquimbo	331,7
V Valparaíso	341,4
RM Metropolitana	335,0
VI O'Higgins	875,2
VII Maule	2.018,5
VIII Bio Bio	4.280,2
IX Araucanía	1.561,0
X Los Lagos	1.141,3
XIV Los Ríos	1.519,1
Total	12.403,4

Fuente: CIREN 2012.

un incremento importante. Es así como en la temporada 2012-2013, el volumen total exportado alcanzó las 85.830 ton., con una distribución del 76,6%; 16,7% y 5,2% destinados a los mercados de

TABLA 2. Superficie y volumen de exportación de las principales variedades de arándanos cultivadas en Chile.

Variedad	Superficie Total (Ha.)	Vol. Exportado (Ton.)
Duke	2.550,4	10.817,3
Brigitta	2.418,6	9.956,1
Legacy	1.971,5	8.120,3
O'neal	1.501,2	12.991,4
Elliot	1.150,4	2.147,7

Fuente: CIREN 2012.

FIGURA 1. Evolución de la exportación de arándanos desde Chile por mercado, temporada 2012-2013.

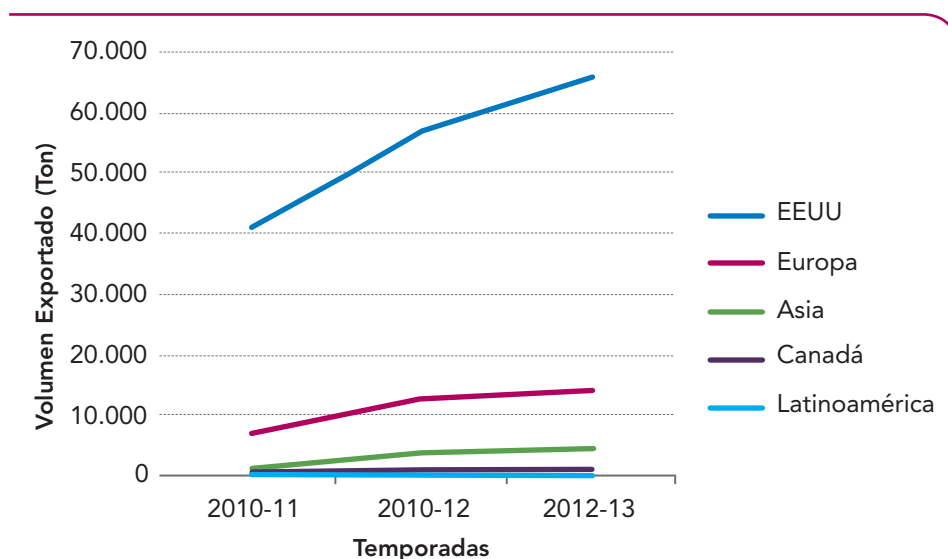


TABLA 3. Días desde plena flor a cosecha de diferentes variedades de arándanos cultivados en diferentes localidades de Chile. (Temporada 2011-12).

Localidad	Cultivar	Días desde plena flor a cosecha
Talca	Liberty	96
Linares	Brigitta	84
	Duke	55
Los ángeles centro (Virquenco)	Brigitta	87
	Duke	61
Los Angeles cordillera (Antuco)	Brigitta	91
	Duke	65
	Liberty	104

TABLA 4. Frecuencia de cosecha (días) referencial de diferentes variedades de arándanos en la zona centro Sur del país.

3 a 5 días	5 a 7 días	7 a 10 días
Berkeley	Blue Crop	Brigitta
Duke	Blue Gold	Misty
O'Neal (Zona norte)	Elliot	Biloxy (ojo conejo)
	Jersey	
	Legacy	
	O'neal	
	Ozark Blue	
	Star	
	Brightwell (ojo conejo)	
	Centurion (ojo de conejo)	

EEUU, Europa y Asia respectivamente. (Figura 1).

El aumento de la producción de arándanos en el país ha generado una concentración del volumen exportado hacia EEUU en semanas bien definidas lo que ha obligado a buscar una diversificación de mercados. La firma de protocolos sanitarios con países como China y Corea ayudará a ampliar la demanda al incorporar nuevos mercados y un mayor número de consumidores.

El tiempo requerido para llegar con los arándanos al mercado de EEUU es de aproximado de 25 días; donde se incluye el transporte marítimo refrigerado, con un tiempo no inferior de 15 días, más el periodo de acopio en Chile y comercialización en destino que suman cerca de 10 días adicionales. En el caso de Europa, solo el tiempo de viaje a destino varía entre 20 y 30 días, totalizando entre 30 y 40 días de requerimiento de poscosecha. El transporte a Asia requiere entre 25 y 35 días lo que significa en definitiva contar con tiempos de poscosecha superior a 45 días.

El objetivo de este artículo es entregar los principales antecedentes asociados al deterioro de arándanos y las tecnologías necesarias para enfrentar la exportación por barco de esta especie. La información aquí divulgada corresponde a trabajos de investigación efectuados por el laboratorio de poscosecha de la Pontificia Universidad Católica de Chile a través de los proyectos Innova Códigos 09IEI-6942 y 08IEI6650 ejecutados con las empresas Hortifrut y San Jorge Packaging respectivamente.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADURACIÓN DEL ARÁNDANO

El arándano es una especie que se cosecha en la etapa final de su desarrollo, entre 55 a 104 días después plena flor, dependiendo de la variedad y zona climática (Tabla 3). Debido a su floración escalonada obliga a cosechar en pasadas múltiples, cuya frecuencia está determinada por la velocidad de maduración de las variedades y la acumulación térmica. En la tabla 4 se presenta una clasificación referencial donde se propone el ritmo de cosecha de éstas.

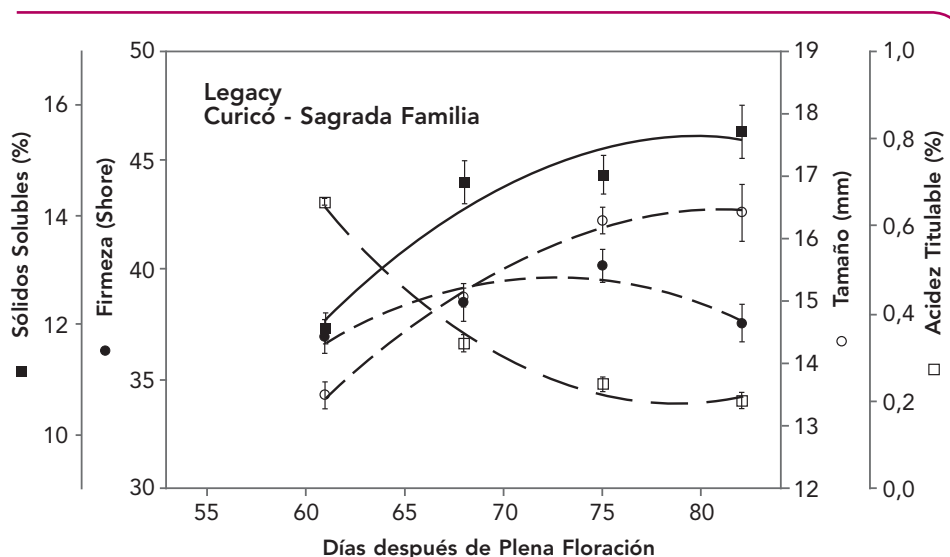
Los arándanos presentan una tasa de respiración climactérica, donde el etileno es producido en el momento de la cosecha, por lo tanto la fruta se cosecha en madurez de consumo, con una calidad organoléptica definida por la concentración de sólidos solubles (SS) y acidez, entre otros aspectos; con valores que fluctúan entre 12-17 % y 0,4-1,2 % respectivamente. Información sobre la evolución de la tasa respiratoria de arándanos a 5°C, permitió agrupar las variedades en tres tipos. El primer grupo con alta tasa de respiración (4 a 4,5 ml CO₂/ kg h) (Duke y O'Neal). El segundo grupo con respiración intermedia entre 3 a 3,5 ml CO₂/ kg h (Legacy y Elliott) y la variedad de respiración baja 2,7 ml CO₂/ kg h (Brigitta). Esta separación sin embargo, no logró establecerse claramente cuando las variedades se almacenaron a 0°C, variando la respiración entre 1,6 y 2 ml CO₂/ kg h.

El alto contenido de antioxidante en la fruta la hacen una especie de alto valor nutracéutico. Los cambios que ocurren a partir de los 20 días antes de cosecha incluyen el incremento de sólidos solubles, disminución de la firmeza y acidez; siendo este último parámetro en conjunto con el incremento en color los cambios más relevantes asociados a la sobremadurez de la fruta (Figura 2 y 3).

Valores de acidez titulable (expresada en ácido cítrico) medidos durante la cosecha hacen posible identificar y separar variedades de alta acidez (1,2%-1,4% Elliott), de acidez media (0,8-0,6% Legacy) y de baja acidez, (0,4% Blue Crop).

La consistencia del tejido al tacto evoluciona de firme a blando acompañado por

FIGURA 2. Evolución de los parámetros de sólidos solubles, firmeza, acidez titulable en arándanos cv., Legacy durante la maduración, Curicó.



Madurez de cosecha

Sobremadurez



FIGURA 3. Cambios en el color asociados a la maduración de arándanos.

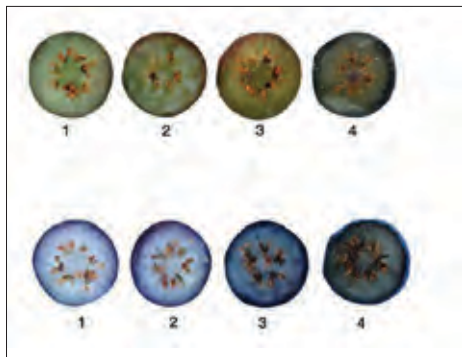


FIGURA 4. Cambio en el color de pulpa según incremento de madurez en variedades de pulpa verde y blanca.

cambio en el color de la pulpa de verde a una consistencia traslúcida en variedades como O'Neal, Berkeley y Duke, en otras (Legacy, Briggitta, Bluecrop, Start) la textura es más firme pero evoluciona a una consistencia harinosa y el color interno se mantiene blanco con la sobremadurez. (Figura 4) Estas diferencias en el proceso de ablandamiento se explican por cambios complejos en la estructura de la pared celular, actividades enzimáticas y el turgor en respuesta a la interacción del agua con los solutos disueltos en ella. El ablandamiento de los frutos en precosecha es predominantemente atribuido a la solubilización de las pectinas de la pared celular, en cambio en poscosecha, son más importantes las fluctuaciones de turgor, por la respuesta en deshidratación e hidratación.

PRINCIPALES CAUSALES DE DETERIORO EN ARÁNDANOS Y CONTROL

Una vez que los arándanos son removidos de la planta y mantenidos en almacenaje refrigerado se deterioran producto de la deshidratación, pudrición y ablandamiento. El daño mecánico que se produce en la cosecha o durante el proceso de embalaje y almacenaje se manifiesta como depresiones que se incluyen bajo la sintomatología de deshidratación.

Los problemas de pudrición en arándanos, manifiestos durante el almacenaje, son producidos principalmente por *Botrytis cinerea* (pudrición gris) y secundariamente atribuidos a patógenos como: *Cladosporium spp.*, *Alternaria spp.*, *Epicoccum spp.*, y *Penicillium spp.*. Esta información ha sido

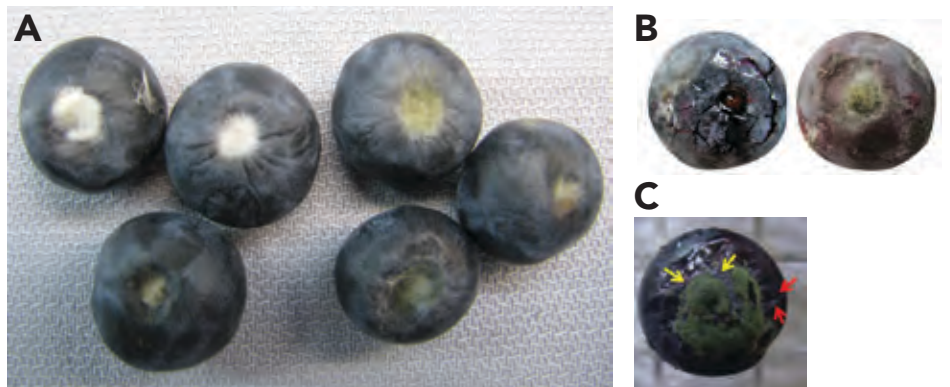
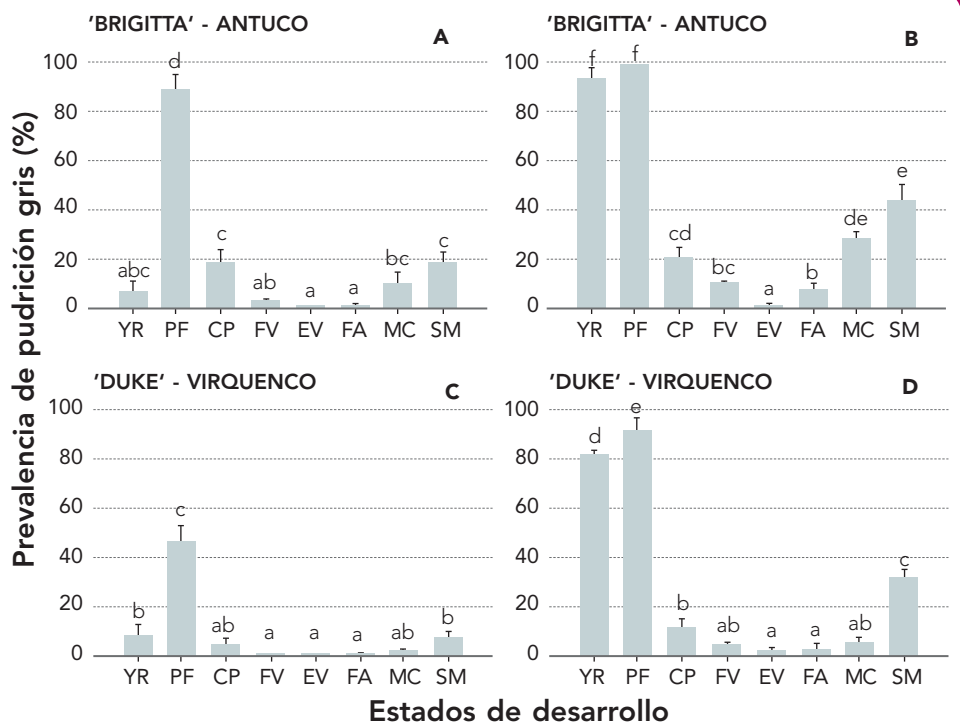


FIGURA 5. A: Síntomas característicos de pudrición en arándano; B: síntomas asociados a *Botrytis cinerea*, B, y a C: *Cladosporium sp.*

FIGURA 6. Detección natural (A y C) y susceptibilidad a la inoculación (B y D) de *Botrytis cinerea* (%) de flores y frutos de arándanos cvs. Brigitta y Duke muestreados en diferentes estados de desarrollo. Los estados muestreados fueron YR: yema rosada, PF: plena floración, CP: caída de pétalos, FV: frutos verdes, EV: envero, FA: inicio de frutos azules (<25% de frutos azul oscuro), MC: madurez de cosecha, SM: sobremadurez. La evaluación se realizó considerando la prevalencia de pudrición gris de flores y frutos después de 6 d a 20°C y 90% HR.

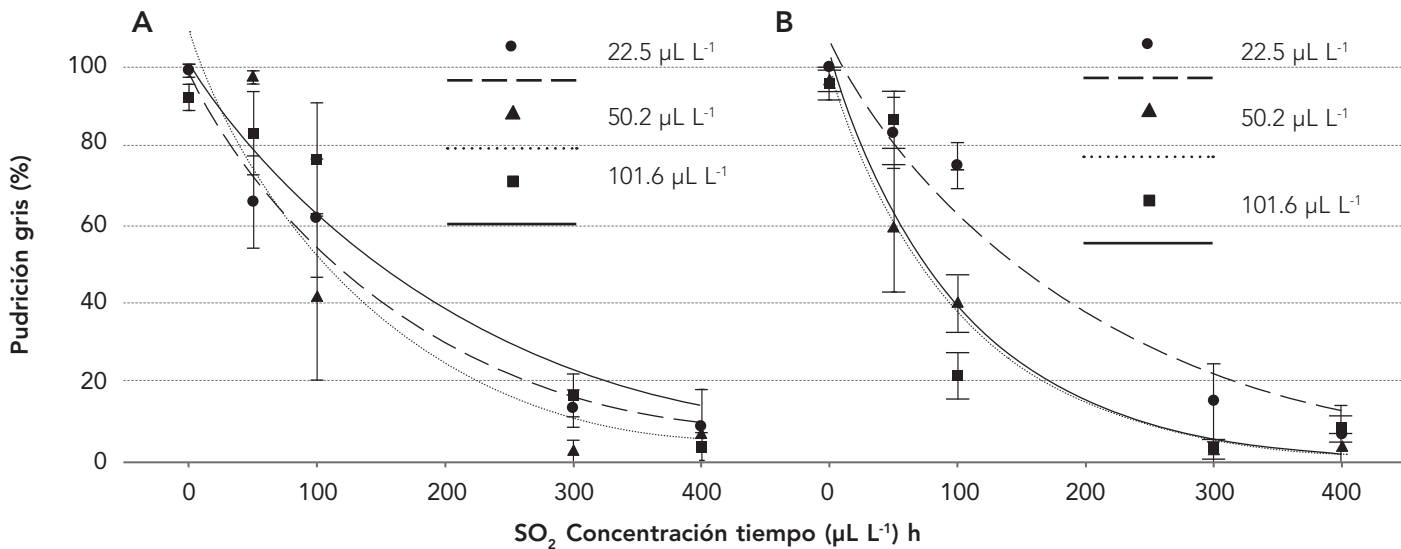


validada en Chile en fruta proveniente de la zona de Curicó, Los Ángeles y Osorno. Los síntomas de pudrición gris se pueden expresar a través de piel suelta en las mejillas del fruto pero predominantemente como infecciones sobre la herida, generada al desprender la fruta desde el pedicelo durante la cosecha. Los síntomas de los

demás patógenos indicados también se ubican en esta zona del fruto (Figura 5).

Botrytis cinerea infecta en forma natural flores y especialmente frutos en los estados de madurez de cosecha y sobremadurez. La alta sensibilidad se demostró por la alta prevalencia de la enfermedad, al inocularse artificialmente con conidias de *Botrytis*

FIGURA 7. Efecto del SO₂, concentración-tiempo, sobre la prevalencia de pudrición gris en arándanos cvs., A: Brigitta y B: Liberty, previamente inoculados con conidias de *Botrytis cinerea* y evaluados después de 15 d a 0°C y 3 d a 20°C y 100% HR. Las diferentes concentraciones-tiempo se consiguieron con flujos de 22,5 ul L⁻¹ (ppm), 50,2 ul L⁻¹ y 101,6 ul L⁻¹ de SO₂. Barras representan el error estándar de cuatro repeticiones.

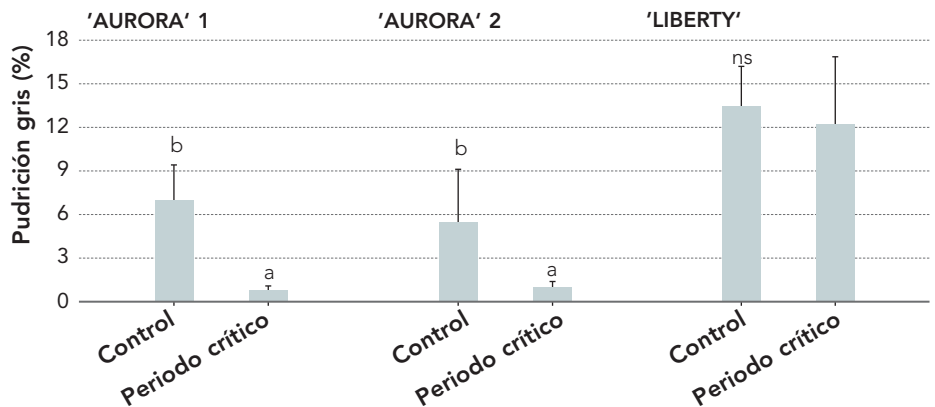


cinerea (Figura 6). Sin embargo, cuando se evaluó el impacto de los diferentes momentos de infección en la expresión de pudrición gris en poscosecha, los estados más sensibles fueron la cosecha y especialmente cuando la fruta presentaba sobremadurez. Esta información ayuda a focalizar las aplicaciones de fungicidas en el momento cercano a cosecha y evitar la cosecha de fruta sobremadura.

ESTRATEGIA DE CONTROL DE PUDRICIONES

La infección de frutos a partir de conidias de *Botrytis cinerea* presentes en forma natural en la fruta, fundamenta la necesidad de emplear técnicas de sanitización que eliminen estas contaminaciones antes del enfriamiento de la fruta, previo a la conservación. El anhídrido sulfuroso es un gas que ha sido utilizado exitosamente para la sanitización superficial de uva de mesa y su efectividad también en el caso de arándanos también se ha demostrado. La prevalencia de pudrición gris en fruta previamente inoculada con conidias de *Botrytis cinerea* fue significativamente reducida, alcanzado una efectividad superior al 90%, cuando se empleó una concentración tiempo de SO₂ entre 300 y 400 ppm h. (Figura 7).

FIGURA 8. Efecto de la aplicación del fungicida fenhexamida (0,5 g/L), 3 días antes de la madurez de cosecha y la gasificación de 300 ppm h anhídrido sulfuroso por 20 min a la cosecha (periodo crítico) sobre la incidencia de *Botrytis cinerea* después de 45 d a 0°C y 3 d a 20°C.



Esta aplicación puede realizarse previo al embalaje o después de embalada la fruta, siempre y cuando se ajuste la dosis inicial para conseguir dosis tiempo en el rango especificado anteriormente. La forma para realizar este ajuste debe incluir el monitoreo de la concentración-tiempo con tubos de cuantificación pasiva de SO₂ (Gastec HB 600 ppm-h).

La gasificación de 300 ppm-h SO₂ por 20 min., en conjunto con las otras medidas sanitarias tradicionales de manejo

de la pudrición, incluida la aplicación del fungicida tres días antes de cosecha, es propuesto como una estrategia para reducir la infección de patógenos producidas en precosecha. Evaluaciones efectuadas bajo condiciones climáticas adversas demostraron como en dos de los tres casos estudiados, se obtuvo un control significativo de la pudrición con la estrategia planteada en comparación con fruta manejada en forma tradicional. (Figura 8).

TABLA 5. Efecto de diferentes concentraciones de CO₂ y O₂ sobre la calidad de arándanos cv. Brigitta luego de 45 días a 0°C.

O ₂ /CO ₂	Deshidratación visual moderada + severa (%) ¹		Blandos al tacto (%)		Podrición gris (%)		Otras (%) pudriciones	
0,9 % / 3,7%	0	b	59,0	c	9,6	b	0,0	b
5,2 % / 16,4 %	0	b	57,0	c	1,8	a	0,0	b
16,0 % / 7 %	0	b	10,6	b	6,4	ab	0,0	b
Control (21 % / 0,03 %)	63,3	a	0,0	a	4,2	a	4,1	a
Valor p	0,001		0,001		0,0366		0,0233	

En otras pudriciones el patógenos predominante fue *Cladosporium* sp.

Las deficiencias producidas con este tipo de estrategia se deben a infecciones ocasionadas por precipitaciones cercanas o durante la cosecha que reducen la efectividad de los fungicidas aplicados y debido al nulo efecto erradicante que tienen aplicaciones de SO₂ posteriores.

Para la contención de la pudrición en poscosecha, en la literatura se propone el uso de concentraciones altas de anhídrido carbónico durante el almacenaje. Siendo recomendadas como efectivas concentraciones de 8 a 15% de CO₂ y 2 a 4% O₂ para reducir el porcentaje de

pudrición. Sin embargo, estos efectos positivos se contraponen con los síntomas de fitotoxicidad, asociados con ablandamiento de la pulpa y enrojecimiento de la piel (reversión del color azul a rojo), observados cuando la concentración de CO₂ es superior a 10%. El efecto de ablandamiento ha sido importante también en condiciones de atmósfera modificada cuando se supera este valor límite en el interior del envase, o la concentración de oxígeno se reduce a valores < 2% (Tabla 5). Sin embargo el uso de concentraciones inferior de 10%

de CO₂ reduce el efecto represor de este gas sobre los patógenos, cuestionando el uso comercial de esta herramienta.

La pudrición en arándanos está fuertemente influenciada por la presencia de agua libre sobre la fruta, es por esto que la condensación debe evitarse en todas las etapas del proceso durante la poscosecha.

La **deshidratación**, expresa síntomas que reducen la calidad visual del fruto y pérdidas de peso que generan problemas en la comercialización (Figura 9). Sin embargo uno de los aspectos que pocas veces se considera es la pérdida de turgencia que afecta la textura del fruto acentuando la presencia de fruta blanda al tacto. Los síntomas visuales de pérdida de agua se manifiestan en la zona cercana a la herida donde se inserta el pedicelo con el fruto, producida en la cosecha. Con valores de pérdida de peso >5% la presencia de estos síntomas visuales son evidentes. Evaluaciones efectuadas siguiendo proceso normal de poscosecha que incluye cosecha en clamshell, enfriamiento después de 12 h desde cosecha demostraron que la pérdida de peso de diferentes variedades evaluadas después de 30 días a 0°C fluctuó entre 4 y 6%, lo que implica que debe asignarse un suplemento de peso de esta magnitud en las cajas.

La pérdida de agua desde el fruto es un proceso físico donde influye la temperatura y humedad relativa del ambiente que rodea al producto. En la figura 10 se describe la pérdida de peso por hora cuando los arándanos fueron expuestos a condiciones controladas de 20°C y 80% HR. Por lo tanto una tasa de pérdida de peso de 0,03% por hora es un valor a



FIGURA 9. A: Síntomas de deshidratación, A; y B: daño mecánico.

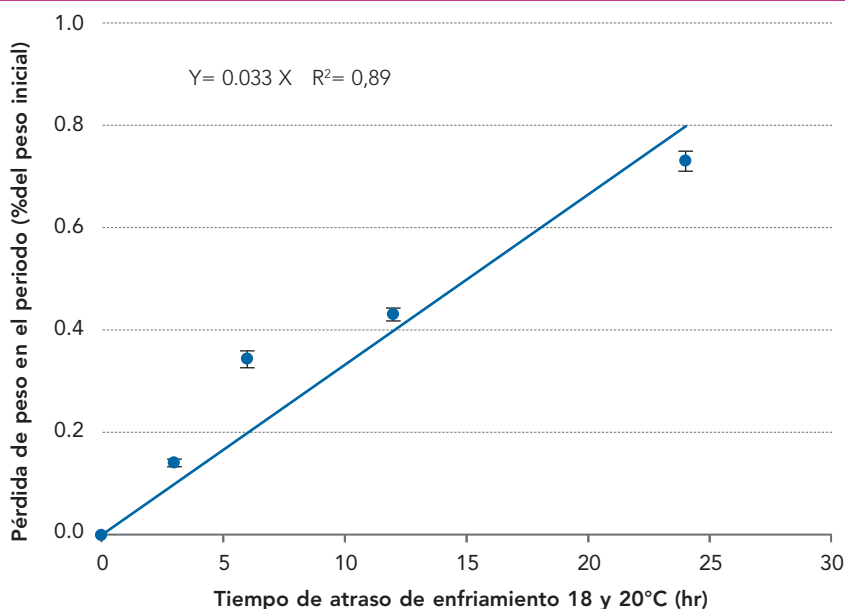
considerar para verificar en que tiempo se produce la pérdida de peso crítica durante la cosecha.

CONTROL DE LA DESHIDRATACIÓN

La deshidratación de la fruta que se detecta en el mercado, se reduce introduciendo una serie de medidas a lo largo de toda la cadena de cosecha y poscosecha. En la cosecha se debe adaptar un lugar sombrío y fresco (idealmente entre 15 y 20°C) para el acopio de la fruta a la espera del transporte a la central de embalaje. El tiempo transcurrido entre la cosecha y enfriamiento no debe ser superior a 6 horas, para reducir además el problema de ablandamiento. El enfriamiento reduce la deshidratación pero no la controla totalmente, siendo el tiempo de conservación, humedad relativa y la velocidad del aire de las cámaras las variables más incidentes cuando se consideran periodos de almacenaje prolongados. Entre las variables señaladas el mantener la humedad relativa a través de técnicas de embalaje con bolsa de polietileno u otro material es la estrategia más útil a considerar porque el impacto se extiende al transporte e incluso durante la comercialización del producto.

Esto no solo mejora la apariencia de

FIGURA 10. Efecto del atraso de enfriamiento entre 18 y 20°C en la pérdida de peso de arándanos cv., Briggitta.



la fruta sino también reduce el ablandamiento, sin embargo el agua libre o condensación que se produce en el interior genera alto riesgo de pudrición que obliga a que este tipo de embalaje deba estar asociado a una muy buena sanitización además de disponer de un enfriamiento rápido eficiente que permita una temperatura uniforme del producto.

Trabajos realizados, donde se combinan la tecnología de aplicación de SO₂ (300 ppm h por 20 min.) a la fruta cosechada seguido por un embalaje de la fruta en bolsas de polietileno, han demostrado reducir la deshidratación y el control de pudriciones logrando mantener la calidad del fruto después de 45 días a 0°C y 3 días a 20°C. (Tabla 6, Figura 11).

TABLA 6. Efecto del sistema de embalaje y de la aplicación de anhídrido sulfuroso en la pudrición de arándanos cv. Briggitta después de 40 días a 0°C y 5 días a 5°C o después de 40 días a 0°C, 5 días a 5°C y 3 días a 20°C.

Embalaje	SO ₂ (ppm -h)	
	0	300
Bolsa cerrada sin modificación de O ₂ -CO ₂	10,5 b B	1,2 a A
Atmósfera modificada	4,1 a B	1,0 a A

40 días a 0°C y 5 días a 5°C y 3 días a 20°C

Envases	SO ₂ (ppm -h)		Efecto embalaje
	0	300	
Bolsa cerrada sin modificación de O ₂ -CO ₂	17,1	4,2	10,7 b
Atmósfera modificada	14,0	2,5	8,3 a
Efecto SO ₂	15,6 A	3,4 B	

Letras minúsculas y mayúsculas diferentes indican diferencias entre los valores de las medias entre filas y columnas de los diferentes tratamientos respectivamente.

La bolsa de atmósfera modificada alcanzó en el equilibrio una concentración de 5% de CO₂ y 16% de O₂.

ABLANDAMIENTO

El ablandamiento del arándano observado en poscosecha, está directamente relacionado con la cantidad de fruta blanda que es embalada, la sobremadurez y el tiempo que transcurre entre la cosecha y enfriamiento. Este se reduce ajustando el momento de cosecha, aumentando la humedad relativa y reduciendo la temperatura (variables asociadas con la deshidratación). La alta humedad relativa que caracteriza el embalaje en bolsa aumenta la saturación de agua y asegura la consistencia turgente de esta fruta durante el almacenaje. El uso de atmósfera controlada donde la concentración de CO₂ es aumentada y la de oxígeno disminuida no reduce el ablandamiento de la fruta, incluso lo incrementa cuando la concentración de CO₂ es mayor que 10%, como fue discutido anteriormente.

En la figura 11 se demuestra cómo este problema se incrementa después de 20 días a 0°C cuando se cosecha y embala fruta sobremadura, caracterizada a través de la disminución de su acidez. La oportunidad de enfriamiento es importante para reducir el ablandamiento poscosecha.

EL USO DE
**ATMÓSFERA
CONTROLADA**
DONDE LA
CONCENTRACIÓN DE
CO₂ ES AUMENTADA
Y LA DE OXÍGENO
DISMINUIDA NO REDUCE
EL ABLANDAMIENTO DE
LA FRUTA.

En aquellos casos donde el embalaje se realiza en el predio, en una central de proceso manual, la fruta debe permanecer en espera para proceso a una temperatura entre 15 y 20°C. Cuando el atraso del embalaje fluctúa entre 24 h y 48 h la fruta debe ser enfriada a 10°C, utilizando aire forzado y la fruta debe esperar en una cámara a esa temperatura y con 90% HR. No se recomiendan esperas más prolongadas porque obligaría al enfriamiento de la fruta a 5°C, y en

este caso la temperatura de la zona de trabajo debería ajustarse entre 7 y 10°C para evitar condensación.

El enfriamiento de la fruta posembalaje debe realizarse por aire forzado a una temperatura de 0°C de pulpa, la temperatura más alta en el pallet, estará en función de la cantidad de fruta a enfriar y de la hermeticidad del envase.

Una vez logrado el enfriamiento de la fruta a 0°C y en forma homogénea, el pallet debe ser embolsado con polietileno para procurar una saturación de la atmósfera y reducir la deshidratación. El embalaje en bolsa en forma individual por caja es solo recomendado cuando se dispone de buena capacidad de enfriamiento. El transporte al mercado se puede realizar en cámaras o en contenedores con temperatura de aire de -0,5°C.

RESUMEN

El manejo poscosecha de arándanos durante 45 a 50 días, para el transporte refrigerado a 0°C por barco a mercados distantes, debe incluir tecnologías de poscosecha orientadas a reducir los problemas de deshidratación, pudrición y ablandamiento. La introducción de una bolsa de polietileno sobre el pallet o en cada caja, reduce la deshidratación de la fruta y mantiene las características de turgencia de la fruta. Para evitar el desarrollo de patógenos, se debe considerar en conjunto; una aplicación de fungicida cercano a la cosecha (periodo más sensible para la infección de *Botrytis cinérea*), mas la fumigación de la fruta luego de cosechada, con 300 ppm h de SO₂ por 20 minutos. Tanto la deshidratación como el ablandamiento se reducen; evitando la sobremadurez de la fruta, enfriando oportunamente y manteniendo la temperatura 0°C. en forma estable.

El transporte al mercado se puede realizar en cámaras o en contenedores con la temperatura del aire a -0,5°C. La introducción de atmósfera controlada o modificada se justifica para contener el desarrollo de pudrición en casos que la fruta no haya sido sanitizada con SO₂, pero la concentración de CO₂ no debe ser superior de 10% (6-8% CO₂) y 4% para el O₂. **RF**

FIGURA 11. Efecto de la madurez de cosecha (evaluada a través de la acidez titulable (%)) sobre el ablandamiento (porcentaje de frutos blandos al tacto) de arándanos después de 20 días a 0°C. La madurez de cosecha comercial de Blue Crop, Legacy y Berkeley es entre 0,6 y 0,8%, y Elliott 1,2% de acidez titulable.

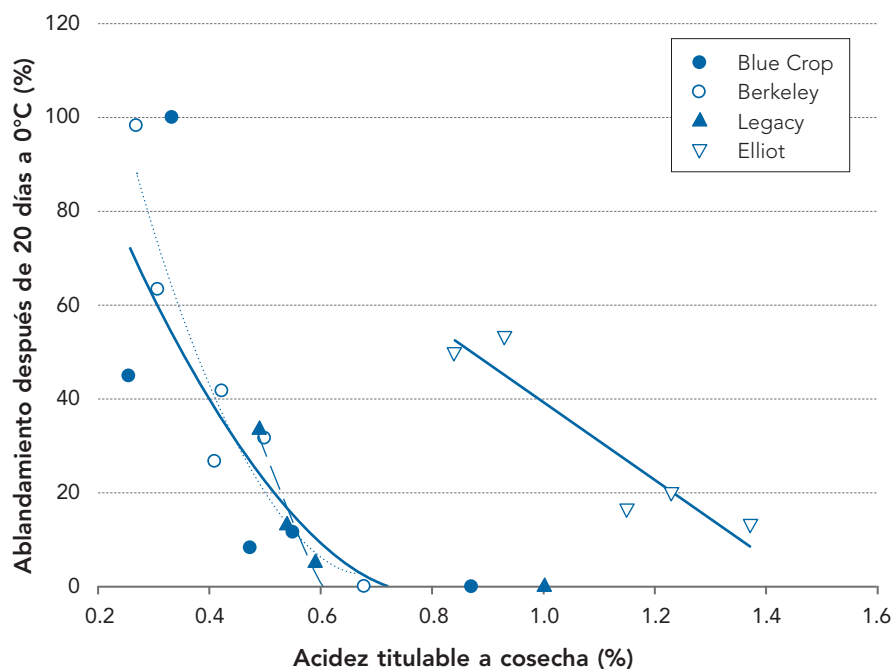




FIGURA 12. Fruta almacenada por 45 días a 0°C, previa aplicación de 300 ppm h SO₂ y empaquetada en bolsa de AM y sin bolsa.

BIBLIOGRAFÍA

ALSMAIRAT, N, CONTRERAS, C., HANCOCK, J., CALLOW, P., AND BEAUDRY, R. 2011. Use of combinations of commercially relevant O₂ and CO₂ partial pressures to evaluate the sensitivity of nine highbush blueberry fruit cultivars to controlled atmospheres. HortScience 46: 74-79.

BEAUDRY, R.M., MOGGIA, C.E., RETAMALES, J.B., HANCOCK, J.F., 1998. Quality of 'Ivanhoe' and 'Bluecrop' blueberry fruit transported by air and sea from Chile to North America. HortScience 33, 313-317.

CEPONIS, M.J. AND R.A. CAPELLINI. 1983. Control of postharvest decays of blueberries by carbon dioxide-enriched atmospheres. Plant Dis. 67: 169-171.

CEPONIS, M.J. AND R.A. CAPELLINI. 1985. Reducing decay in fresh blueberries with controlled atmospheres. HortScience 20: 228-229.

PANIAGUA A.C., A.R. EAST, J.P. HINDMARSH, J.A. HEYES. 2013. Moisture loss is the major cause of firmness change during postharvest storage of blueberry.

Postharvest Biol. and Technol. 79: 13-19.

RIVERA, S., J. P. ZOFFOLI, AND B.A. LATORRE. 2013. Determination of optimal sulfur dioxide time and concentration product for postharvest control of gray mold of blueberry fruit. Postharvest Biol. and Technol. 83: 40-46.

RIVERA, S., J. P. ZOFFOLI, AND B.A. LATORRE. 2013. Infection risk and critical period for the postharvest control of gray mold (*Botrytis cinerea*) on blueberry in Chile. Plant Disease 97: 1069-1074.



Ampligo, óptimo control de Escama de San José y Polillas

- Acción de contacto, el insecto muere antes de dañar la fruta (control rápido y oportuno).
- Dos modos de acción complementarios, excelente poder de volteo y prolongada residualidad.
- Excelente estatus de tolerancia en mercados de destino.
- Moderna e innovadora formulación ZC, un aporte a la seguridad y eficacia.

Ampligo

syngenta.

Lea siempre la etiqueta antes de usar el producto. Entregue los envases vacíos con Triple Lavado en los Centros de Acopio AFIPA **AFIPA**

Cuenta con el respaldo y soporte de nuestros programas:

www.syngenta.cl

MIPNET

agroAMIGO
OPTIMIZA TU ESPERANZA

Para mayor información contacte a nuestros representantes zonales o llámenos al (02) 2941 0100

® Marca registrada de una compañía del grupo Syngenta.

Riesgo de contaminación de aguas y suelos debido al uso de plaguicidas en la producción frutal en la Región del Maule. Una mirada a la sustentabilidad.

MARCELO KOGAN A. 2

MANUEL ARAYA F. 1y2

CLAUDIO ALISTER H. 1y2

1 Escuela de Ciencias Agrícolas,
Universidad Viña del Mar
2 SIDAL Limitada.

INTRODUCCION

Los principales países importadores, y competidores de nuestros productos han desarrollado políticas destinadas a evaluar el estado de sus recursos naturales, y dentro de estos, un punto importante ha sido estudiar y monitorear la dinámica de los insumos productivos agrícolas, para con esto mantener los recursos de agua con los niveles de inocuidad que permitan su uso para la producción y consumo humano. Así, Estados Unidos de América por más de 15 años ha desarrollado el programa NAWQA (National Water Quality Assessment), el cual se encarga de monitorear más de 72 compuestos químicos de uso agrícola a través de los principales cauces y áreas agrícolas en todo el país. De igual forma Australia con el programa NWQMS (National Water Quality Management Strategy), la Comunidad Europea, a través de la European Environmental Agency, y en Sudamérica (Brasil) mediante el Ministerio del Medio Ambiente, están realizando un trabajo similar en cuanto al cuidado de los recursos naturales y fuentes de agua.

Naturalmente, que el monitoreo de los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna) por sí solo no ofrece solución

a los problemas de contaminación de estos, sino que debe ir de la mano con trabajos de investigación específicos, los cuales deben generar la información de "causa-efecto", que permita corregir manejos productivos, y así disminuir el riesgo de contaminación de suelos y aguas. En Chile, lamentablemente la información científica relacionada a este tema se ha ido generando muy lentamente, a una tasa de no más de cuatro publicaciones científicas al año desde la década del 70. En cambio los otros países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) han generado investigación a una tasa aproximada de 5.100 publicaciones/año. Esta situación pone a los productores Chilenos en una difícil situación, de hecho en Europa, EUA, Australia, Nueva Zelanda y Brasil, existen programas gubernamentales destinados a estudiar la dinámica de los plaguicidas en el ambiente y otros insumos dentro de las principales aéreas productivas.

Es por esto que en el año 2008 los investigadores del Centro de Investigación Agrícola y Ambiental (CIAA), existente en ese tiempo, en la Universidad de Viña del Mar, vió la necesidad de estudiar lo que estaba pasando con los recursos hídricos asociados a la producción frutícola y analizar el impacto que esta tendría sobre la calidad de las aguas, respecto a residuos de plaguicidas y otros insumos productivos. Esta idea se concretó en el proyecto INNOVA Chile "Desarrollo de un sistema de monitoreo para la gestión ambiental de la calidad de aguas y suelo destinados a la producción frutícola de exportación", que fue exitosamente apoyado y financiado por la empresa COPEFRUT

PROYECTO
INNOVA CHILE
FINANCIADO POR
CORFO Y COPEFRUT S.A
Y DESARROLLADO
POR LA UNIVERSIDAD DE
VIÑA DEL MAR
DURANTE LOS AÑOS
2008 Y 2013

S.A y el Gobierno de Chile. Durante 48 meses de investigación y 36 meses de monitoreo de suelo y aguas, se generó un cúmulo de información muy valiosa, que permitirá generar y desarrollar planes de manejo sustentables con base científica. En este artículo se presenta un resumen de sus principales resultados, esperando que la información que se entrega sea de utilidad para toda persona con un concepto de Producción Sustentable.

RIESGO DE USO DE PLAGUICIDAS EN LA PRODUCCION FRUTICOLA.

El término *producción sustentable* se le relaciona directamente con el medio ambiente, sin embargo es un término más complejo dado que una producción sustentable significa que debe generar un retorno económico que permita

mantenerse en el tiempo (Sustentabilidad Económica), para con esto mantener fuentes de trabajo (Sustentabilidad Social), pero sin generar deterioro de los recursos naturales como el aire, suelo y agua (Sustentabilidad Ambiental). Por ende no se puede pensar en reducir en forma arbitraria el uso de plaguicidas sin tener en mente el impacto que esto podría tener en la producción agrícola.

En el proyecto INNOVA, para evaluar el efecto real de los manejos productivos sobre la calidad de las aguas se seleccionaron cinco predios, los cuales fueron caracterizados respecto a sus suelos, áreas de manejo agronómico (especie frutal) (Figuras 1 a 3), y principalmente respecto al contenido de plaguicidas, nitratos, amonio de las aguas al ingreso y salida de los predios (Figuras 4 a 6).

Durante cada una de las temporadas frutícolas se colectó la información respecto a las aplicaciones de plaguicidas realizadas en cada uno de los cuarteles o sectores productivos, y con esto se fue determinando la carga química aplicada, así como el número de ingredientes activos utilizados. Durante los cuatro años de trabajo y en los cinco predios estudiados, el promedio anual de ingredientes activos, de los diversos plaguicidas utilizados por año, fue de 14, fluctuando de 10 a 17 de acuerdo a las condiciones climáticas del año, la especie frutal existente en el predio y el ingreso de nuevas plantaciones o reconversión de algunas de ellas.

Otro parámetro importante fue la carga química anual utilizada en cada especie frutal, dado que el riesgo de contaminación está directamente relacionado con la cantidad del plaguicida utilizado en el campo. Manzano fue la especie en la que se utilizó la mayor cantidad de plaguicidas, muy por sobre los otros rubros como cerezo, kiwi, ciruelo y viñas. Es interesante destacar que de acuerdo a antiguos reportes, relacionado con los kilos de plaguicida utilizados por hectarea al año, en estos huertos estaría ocurriendo una reducción en la cantidad utilizada, pasando del 4,7 kg en el año 1998 (MINSAL, 1998) a la cantidad actual de 3,8 kg, lo que se podría explicar debido a la incorporación de compuesto



FIGURA 1. Predio ubicado en la comuna de Molina. Los estudios se realizaron durante los años 2009-2012. M: Manzanos; K: Kiwis; C: Cerezos; V: Viña.



FIGURA 2. Predios ubicados en la comuna de Sagrada Familia. Los estudios se realizaron durante los años 2009-2012. M: Manzanos; K: Kiwis; C: Cerezos; Ci: Ciruelos.



FIGURA 3. Predio ubicado en la comuna de Teno. Los estudios se realizaron durante los años 2009-2012. M: Manzanos; K: Kiwis; C: Cerezos; V: Viña.



FIGURA 4. Entradas y salidas de agua del predio estudiado en la comuna de Molina, durante los años 2009-2012.



FIGURA 5. Entradas y salidas de agua de los predios estudiados en la comuna de Sagrada Familia, durante los años 2009-2012.



FIGURA 6. Entradas y salidas de agua del predio estudiado en la comuna de Teno, durante los años 2009-2012.

más activos y que por ello se aplica una menor cantidad de ingrediente activo por hectarea, además del uso de sistema de Manejo Integrado de Plagas.

Durante los 36 meses de monitoreo de las aguas y suelos, se colectaron aproximadamente 1.584 muestras de agua y 875 de suelo, realizando en ellas aproximadamente 46.200 análisis inorgánicos en agua, 61.600 análisis de residuos de plaguicidas en aguas y 35.000 análisis de residuos de plaguicidas en suelo. Esta alta intensidad de muestreo permitió evaluar el riesgo del uso de plaguicidas como contaminantes del agua y principalmente medir el impacto de la actividad frutícola sobre las aguas, como resultado de las prácticas agronómicas actualmente en uso en esos huertos, las cuales están certificadas bajo procedimientos BPA (Buenas Prácticas Agrícolas).

A continuación se presenta un resumen de los principales logros del proyecto:

Nitrogeno y otros elementos inorgánicos:

En general los resultados mostraron que la calidad de las aguas (superficiales y profundas), respecto al contenido de analitos inorgánicos, no presentaron problemas de importancia. Sin embargo el contenido de nitrógeno, en algunos momentos se encontró en exceso, siendo el amonio en aguas superficiales y pozos-norias el que mostró una mayor frecuencia de detección, siendo de 37 y 19%, respectivamente, por sobre la norma más estricta (Europea). En el caso de los nitratos, y como era de esperar, la mayor frecuencia de detección fue en las aguas de pozos-norias, con un porcentaje de muestras que superaron la norma nacional cercano a 4%. Es relevante destacar que en Chile sólo existe una norma oficial para nitratos en agua, pero no para el contenido de amonio, lo cual deja al país expuesto a que se nos fiscalice en base a la norma europea o americana, dependiendo del mercado en el cual estemos siendo evaluados, y al no tener una norma propia nos deja muy vulnerables.

Lo interesante es que un 65% de las muestras que presentaron nitrato y un 51% de las muestras que presentaron

CUADRO 1. Aporte de nitrógeno de las aguas que ingresaron a los predios en estudio, durante los 36 meses de monitoreo.

SITIO	TEMPORADA DE RIEGO*				PROMEDIO ANUAL
	2009	2010	2011	2012*	
	Kg N ha ⁻¹				
Molina	20,9	19,7	15,1	8,8	16,1
Sagrada Familia	15,9	19,2	17,3	7,4	14,9
Teno	12,5	29,4	13,1	8,9	15,9
Promedio por sitio	16,4	22,8	15,1	8,4	15,7

*Desde Septiembre hasta Abril de cada año, con excepción del 2012 que fue hasta noviembre.

amonio fueron detectados en las aguas de salida de cada predio, observándose que la variación anual de las concentraciones en las aguas fue muy similar en las entradas y en las salidas, lo que indica que prácticamente el manejo de los predios estudiados no hizo variar mayormente el estado "natural" de las fuentes de agua.

Desde un punto de vista agrícola, lo más interesante es el aporte de nitrógeno que se estaría realizando a través del agua de riego. Así, considerando un riego equivalente a 100 mm al mes se estaría realizando aportes de nitrógeno, considerando nitratos y amonios, de 13 a 22 kg N ha⁻¹ (Cuadro 1). Estos resultados, que fueron muy similares durante los 36 meses de monitoreo, abre la posibilidad de: a) Producir un ahorro importante a los productores, en cuanto a fertilización, dado que en algunos casos sólo con el nitrógeno que aportaría el riego se estaría entregando todo lo necesario para la planta, y b) al reducir la fertilización nitrogenada, y aprovechando la que traen las aguas, se generaría un efecto de remoción del nitrógeno de las aguas, ya que las aguas que saldrían de los predios a través de los drenajes tendrían un contenido muy inferior al presente en el ingreso, además de disminuir las concentraciones en los lixiviados que estarían llegando a las aguas subsuperficiales. Todo esto tiene un importante efecto en término de disminuir la contaminación (Sostenibilidad Ambiental).

Residuos de plaguicidas en las aguas:

Con relación a los residuos de plaguicidas en las aguas de los predios en estudio, se encontraron resultados muy interesantes respecto a lo que se esperaba. Los plaguicidas que fueron monitoreados se seleccionaron en base al uso histórico (revisión de las aplicaciones realizadas en las últimas cuatro temporadas antes de iniciar el proyecto), uso actual y otros plaguicidas utilizados en otros rubros (cultivos), que podrían estar presentes en las aguas. Además, la lista se definió en base a la capacidad analítica de nuestro laboratorio, la cual pudiera asegurar recuperaciones

CUADRO 2. Frecuencia y detección de los 40 plaguicidas seleccionados, que fueron monitoreados en los cauces de aguas superficiales en los cinco predios en estudio.

PLAGUICIDA	FRECUENCIA (%)	CONCENTRACIÓN (µg L ⁻¹)	PLAGUICIDA	FRECUENCIA (%)	CONCENTRACIÓN (µg L ⁻¹)
Diazinon	29,231	3,370	Clofentezine	2,470	0,074
Metolaclor	25,403	3,475	Fluquinconazole	2,087	0,010
Penconazole	18,261	1,067	Trifloxystrobin	1,722	0,176
Iprodione	16,630	0,520	Oxyfluorfen	1,208	0,044
Flusilazol	16,470	0,338	Azoxistrobin	0,899	0,070
Kresoxim-metil	13,003	0,178	Indoxacarb	0,851	0,327
Methidation	12,686	0,169	Dimetoato	0,725	0,005
Atrazina	12,468	0,297	Azinfos-metil	0,690	0,032
Terbutilazina	10,763	3,408	Cletodim	0,406	0,005
Carbaril	10,384	0,175	Piridaben	0,216	0,002
Tebuconazole	9,637	1,066	Fenbuconazole	0,203	0,004
Bifentrin	9,043	0,470	DPA	0,216	0,039
Trifluralina*	8,731	1,415	Folpet	0,000	0,000
Simazina	6,698	0,292	Pendimetalina	0,000	0,000
Clorpirifos	5,433	0,920	Esfenvalerato	0,000	0,000
Difeconazole	5,262	0,911	Cyalotrina	0,000	0,000
Phosmet	5,190	0,103	L-Cyalotrina	0,000	0,000
Triflumizole	4,713	0,390	Tebufenozide	0,000	0,000
Pirimetanil	4,400	0,440	Acetamiprid	0,000	0,000
Buprofezin	2,784	0,139	Pyraclostrobin	0,000	0,000

*Producto determinado en las muestras pero no confirmado.

mayores al 80% y límites de detección inferiores a 0,1 µg L⁻¹, dado que esta es la Norma de Referencia en la Comunidad Europea, que es la más estricta del mundo.

En los Cuadros 2 y 3 se presenta la frecuencia de detección y concentración máxima detectada en las muestras de aguas superficiales y de pozos-norias, respectivamente.

De acuerdo a los resultados se puede indicar que:

1. Sólo un 28 % de las muestras de pozos-norias y un 48 % de las aguas superficiales sobrepasaron la Norma Europea.

2. Ninguna muestra sobrepasó los límites o concentraciones de alerta actualmente existentes en Estados Unidos.

3. De las diez más altas frecuencias de detección en aguas superficiales, siete de los plaguicidas fueron utilizados en algunos de los predios durante los 36 meses de monitoreo, pero en el caso de

CUADRO 3. Frecuencia y detección de los 40 plaguicidas seleccionados, que fueron monitoreados en los pozos-norias de los cinco predios en estudio.

PLAGUICIDA	FRECUENCIA (%)	CONCENTRACIÓN ($\mu\text{g L}^{-1}$)	PLAGUICIDA	FRECUENCIA (%)	CONCENTRACIÓN ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Metolaclor	29,008	7,558	Buprofezin	0,789	0,479
Diazinon	21,666	3,821	Triflumizole	0,751	0,094
Bifentrin	13,048	1,117	Clofentezine	0,751	0,003
Terbutilazina	12,937	4,691	Indoxacarb	0,592	0,008
Penconazole	9,526	1,025	DPA	0,549	0,004
Trifluralina*	8,667	1,897	Oxyfluorfen	0,385	0,014
Clorpirifos	7,882	1,078	Azoxistrobin	0,385	0,176
Iprodione	6,790	0,319	Tebufenozide	0,385	0,007
Flusilazol	6,755	0,733	Folpet	0,366	0,009
Atrazina	6,510	0,683	Esfenvalerato	0,366	0,078
Tebuconazole	6,123	4,811	Cletodim	0,000	0,000
Carbaril	4,780	0,076	Dimetoato	0,000	0,000
Kresoxim-metil	4,629	0,059	Pyraclostrobin	0,000	0,000
Methidation	3,988	0,084	Piridaben	0,000	0,000
Pirimetanil	2,841	0,363	Fluquinconazole	0,000	0,000
Phosmet	2,802	0,065	Fenbuconazole	0,000	0,000
Simazina	2,368	0,108	Acetamiprid	0,000	0,000
Trifloxystrobin	1,378	0,753	Azinfos-metil	0,000	0,000
Difeconazole	1,136	0,086	Cyaloctrina	0,000	0,000
Pendimetalina	0,918	0,443	L-Cyaloctrina	0,000	0,000

*Producto determinado en las muestras pero no confirmado.

las muestras provenientes de los pozos-norias sólo cinco fueron utilizados en los predios, estando los restantes productos asociados principalmente a cultivos hortícolas y extensivos.

4. Tanto las mayores concentraciones determinadas, así como las frecuencias de detección más altas fueron en un 85% de los casos determinadas en las aguas de entrada a los predios, y solo un 15% en las aguas de salida.

5. Ninguna de las concentraciones máximas de los residuos de plaguicidas determinadas en las muestras de aguas superficiales y pozos-norias se encontraban en forma sistemáticas a través del tiempo, y todas correspondieron a eventos aislados.

Basados en los resultados, obtenidos en los 36 meses de monitoreo, es posible indicar que el impacto que se está produciendo en las aguas por el uso de los plaguicidas en la producción frutícola de estos huertos, manejados por COPEFRUT S.A., considerando como referenciales respecto a otros huertos que

se manejan también efectivamente bajo certificaciones BPA y otras, sería mínimo y por ende se habría logrado el efecto deseado. Sin embargo hay ciertas **"luces de alerta"** que nos deben preocupar, y radican principalmente en la inexistencia actual, a nivel nacional, de una norma oficial de calidad de aguas con relación a residuos de plaguicidas. Más aún en la Norma Chilena Oficial (NCh 1333. Of 78 modificada en 1987) se indica en el punto para insecticidas (Punto 6.1.5.2), *"No se considera que tengan efectos perniciosos en agua para riego"* y en el caso de herbicidas *"La Autoridad Competente se debe pronunciar en cada caso específico"*. Esta falencia deja al país expuesto frente a nuestros recibidores, dado que al no tener una norma propia, y en el caso de una auditoría ambiental, se nos evaluaría bajo la norma imperante en el país receptor, y por ende fácilmente podríamos quedar catalogados como país productor de bajo compromiso ambiental, y más aún considerar a alguna de nuestras fuentes de agua como "contaminadas", en el caso

de que se nos aplicara la Norma Europea.

Otro punto relevante a considerar se refiere al efecto de otras actividades agrícolas que podrían estar aumentando el riesgo de contaminación de aguas, como es el caso de los cultivos anuales. Por ejemplo, dentro de los residuos con mayor frecuencia de detección en aguas superficiales y de pozos-norias se encontraron s-metolacloro y atrazina, herbicidas ampliamente utilizados en la producción de maíz. Aunque las concentraciones determinadas fueron muy bajas, si es preocupante y nos dan una luz de advertencia.

Como se indicó anteriormente, solamente un 15% de los casos de muestras de agua que presentaron una concentración por sobre $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ en algún momento, correspondieron a un plaguicida utilizado en alguno de los predios en estudio, y los casos de contaminación identificados correspondieron a tres tipos:

1. Deriva sobre aguas superficiales.

Como se observa en el Cuadro 4, en el predio de la comuna de Molina se detectaron los plaguicidas methidation, flusilazol, kresoxim-metil e iprodione, en las muestras de aguas de entrada y salida de los predios. Sólo la concentración de methidation aumentó en las aguas de salida.

Es interesante destacar que durante los días 7 y 8 de Enero del 2010 el insecticida methidation ($1,8 \text{ kg ha}^{-1}$ en 1.800 L ha^{-1}) fue aplicado en los dos cuarteles de manzano en este predio, los que son atravesados por uno de los canales que llevan el agua de riego que se utiliza en el predio. Este fenómeno atribuido a la deriva de este insecticida se podría evitar en el futuro modificando la eficiencia en la aplicación del producto, ya sea disminuyendo mojamiento, o mejorando la tecnología de boquillas, o considerando, al momento del establecimiento de los huertos, zonas de seguridad al borde de los canales.

2. Desorción y Escorrentía superficial ("run-off").

Escorrentía superficial o "run-off", corresponde al fenómeno por el cual un exceso de agua (derivado de lluvias o

CUADRO 4. Plaguicidas y concentraciones detectadas en aguas superficiales de entrada y salida en el predio de la comuna de Molina el día 7 de Enero del 2010.

PUNTOS MUESTREO	PLAGUICIDAS			
	METHIDATION	FLUSILAZOL	KRESOXIM-METIL	IPRODIONE
	$\mu\text{g L}^{-1}$			
Entrada	0,035	0,840	0,501	0,190
Salidas	0,430	0,164	0,140	0,203
Balance	0,395	-0,676	-0,361	0,013

riegos) produce la saturación del suelo lo que trae como consecuencia que por un lado los plaguicidas adsorbidos pasen a la solución suelo (desorción), la cual posteriormente los acarrea hasta alcanzar los drenajes superficiales y causas de agua, y por otro lado el exceso de agua produce erosión arrastrando el suelo, el cual tiene adsorbido los plaguicidas, llevándolos a los canales de agua superficiales.

Durante Octubre del 2010 se aplicó en unos de los predios el fungicida Penconazol (240 g ha^{-1} con un mojamiento de 2.000 L ha^{-1}) en los huertos de manzano ($5,1 \text{ ha}$ regadas a través de un sistema de microaspersión), no detectándose ninguna traza de este fungicida en las aguas de salida hasta el monitoreo del 7 de Enero del 2010, aproximadamente 78 días después de su aplicación.

Al analizar la información, considerando fechas de aplicación versus momento de detección de los residuos en el agua, no se encontró una explicación lógica, salvo que se tratase de un falso-positivo en la determinación. Sin embargo, al determinar los residuos en el suelo, desde la aplicación del producto hasta su disipación total (Figura 7), se pudo apreciar que a los 70 días después de la aplicación, aún existía aproximadamente $9,92 \mu\text{g kg}^{-1}$ de penconazol en el suelo (estrato 0-5 cm), lo que correspondió aproximadamente a un 34% de lo detectado inmediatamente después de su aplicación. Además de lo antes indicado, es interesante destacar que de acuerdo a la masa del plaguicida aplicado en el huerto, aproximadamente $48.000 \text{ mg ha}^{-1}$, y la masa determinada en el suelo después de su aplicación ($18.120 \text{ mg ha}^{-1}$), aproximadamente un 37% del fungicida aplicado al follaje de los manzanos llegó al suelo, lo que ratifica la idea de mejorar todo lo concerniente a eficiencia de aplicación, específicamente el volumen de mojamiento (acorde al

volumen de masa vegetal a tratar), presión de aplicación y general prolijidad técnica de las aplicaciones. Además, esto muestra que no solo los herbicidas llegan al suelo, y que cualquier compuesto aplicado en un huerto puede significar un riesgo para la contaminación de aguas.

3. Contaminación difusa.

La contaminación difusa es uno de los puntos más complejos relacionado con el tema de contaminación de aguas con plaguicidas, principalmente debido a que: a) se trata de monitoreos aislados o muestras tomadas en forma puntual, y b) no se sabe si el evento fue momentáneo o podría ser periódico durante el año, o si se enmarca con una cierta estacionalidad anual. Esto hace muy difícil saber por qué se produjo la contaminación o cuales son las implicancias que podría tener. Así, durante el año 2010, específicamente entre los meses Enero y Febrero, se determinó en un predio residuos de dimetoato, en

dos puntos de monitoreo de las aguas de salida del predio, insecticida que no se aplicó, así como tampoco se determinaron residuos de ese plaguicida en las aguas de ingreso ni en los suelos muestreados.

La aparición de este residuo se debería a que en los sectores colindantes al canal en donde se evacuan las aguas del predio, se desarrolló una rotación de cultivos durante los 36 meses de estudio que incluyó tomate, haba, coliflor, arveja y cebolla, todos cultivos en los cuales se encuentra registrado el insecticida dimetoato. Obviamente, en el caso de los análisis ambientales, y más aún al nivel de detección que se utilizó en este estudio ($0,1 \mu\text{g L}^{-1}$), existiría el riesgo de estar enfrentado a "incertidumbres analíticas". Sin embargo, en este caso en particular habría fundadas sospechas que existió un origen muy probable del residuo detectado, explicado como una contaminación difusa.

Todos los casos antes indicados, que son sólo algunos ejemplos de las principales situaciones encontradas, indican que el riesgo de contaminar las fuentes de agua con plaguicidas es una realidad, la que puede ser modificada en base a una actitud que busque minimizar ese riesgo. Dentro de las herramientas que ya se pueden comenzar a utilizar, en base a la información generada durante el desarrollado en este proyecto, es el uso de índices de riesgo ambiental que



FIGURA 7. Concentración de los residuos de penconazol en el suelo (estrato 0-5 cm) durante los monitoreos realizados en un huerto de manzano en la comuna de Sagrada Familia, después de su aplicación el 10/21/2009.

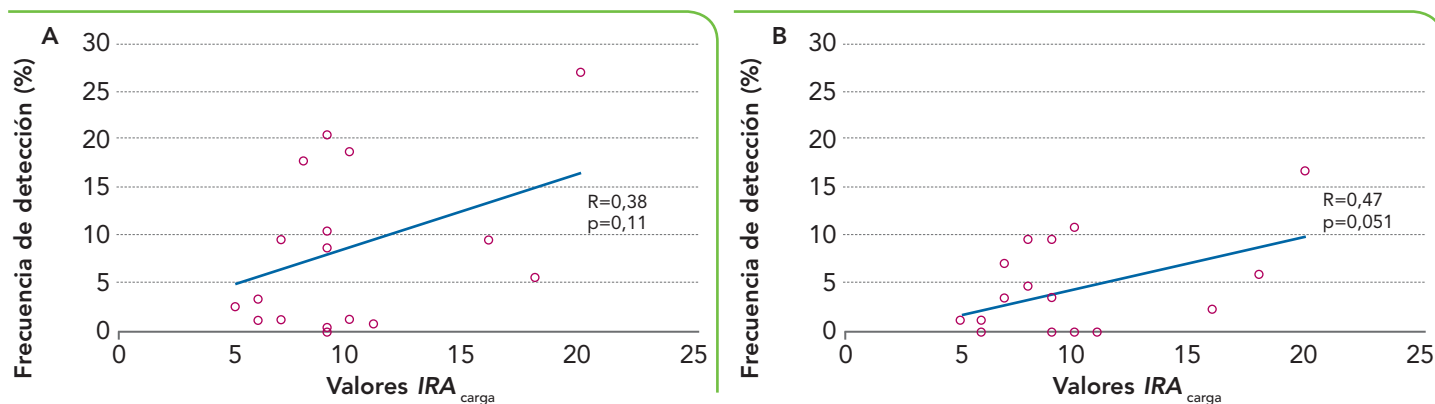


FIGURA 8. Correlaciones entre el riesgo relativo determinado en base al IRA_{carga} y la frecuencia de detección en: A) Aguas Superficiales y B) Aguas en pozos-norias, calculados en base a los coeficientes ambientales obtenidos en el proyecto y los resultados de los monitoreos realizados entre Septiembre 2009 y Marzo 2011, en cada uno de los 44 puntos en los cinco predios en estudio.

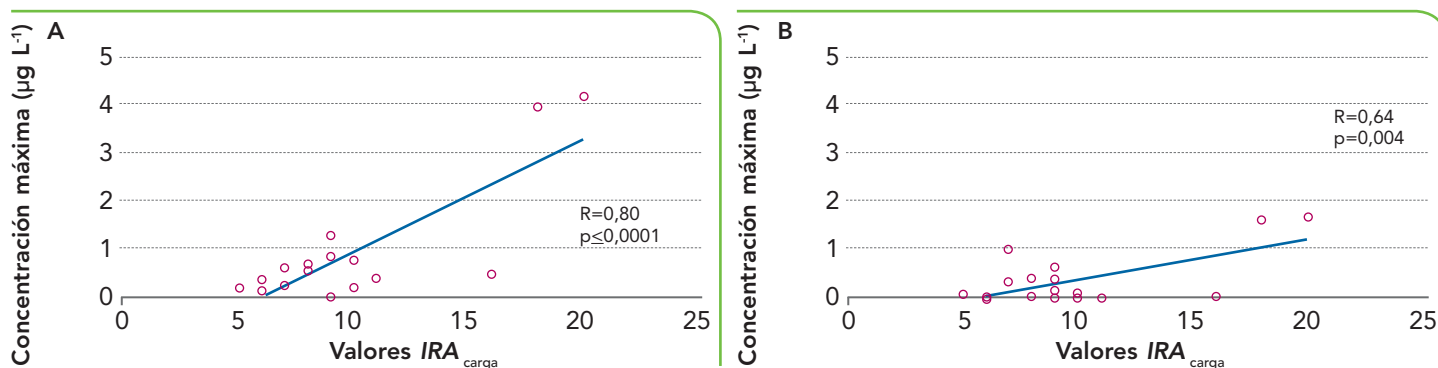


FIGURA 9. Correlaciones entre el riesgo relativo determinado en base al IRA_{carga} y la concentración máxima determinada en: A) Aguas Superficiales y B) Aguas en pozos-norias, calculados en base a los coeficientes ambientales obtenidos en el proyecto y los resultados de los monitoreos realizados entre Septiembre 2009 y Marzo 2011, en cada uno de los 44 puntos en los cinco predios en estudio.

permitan seleccionar los plaguicidas en base al "riesgo de contaminar". O sea que de todas las opciones existentes para controlar una plaga u enfermedad, utilizar la opción que presente el menor riesgo potencial.

Dentro de los índices evaluados, fue el IRA o Índice de Riesgo Ambiental o ERI (Environmental Risk Index), el que mostró una buena correlación entre el riesgo relativo entregado por el modelo y los resultados obtenidos en los monitoreos de suelo y agua (Alister y Kogan 2006a y b). Este índice se compone de dos términos, el primero que estima el Riesgo Relativo de que el plaguicida se transforme en un contaminante de aguas (IRA-carga), y el segundo mide el Impacto Potencial del Plaguicida (Perfil toxicológico). En base a los resultados del monitoreo de agua superficiales y pozos-norias durante las temporadas 2009 y 2010 se buscó validar este índice, respecto a la relación existente entre el "ranking" de riesgo relativo que entrega el modelo, versus la frecuencia

de detección y concentraciones máximas detectadas en el agua para los plaguicidas utilizados en los predios estudiados, durante dos temporadas.

Los resultados mostraron que no existió una correlación significativa entre los valores del IRA_{carga} y la frecuencia de detección de los plaguicidas, lo cual se podría explicar debido a que el modelo no incorpora en su cálculo el número de aplicaciones por temporadas (Figura 8). Sin embargo, la correlación entre los valores de IRA_{carga} con la concentración máxima determinada fue altamente significativa, $r=0,64$ y $r=0,8$ ($p \leq 0,003$) para aguas de pozos-norias y superficiales, respectivamente (Figura 9).

La información generada en estos cuatro años de investigación del proyecto INNOVA Chile "Desarrollo de un sistema de monitoreo para la gestión ambiental de la calidad de aguas y suelo destinados a la producción frutícola de exportación", que se ha presentado muy resumidamente, permitirá a toda

persona que este interiorizada con el concepto real de Sustentabilidad Ambiental, desarrollar estrategias de manejo, adaptar y validar modelos predictivos, y de esta manera avanzar a una agricultura de futuro. **RF**

BIBLIOGRAFIA

- ALISTER C y KOGAN, M, 2006a,** ERI: Environmental Risk Index. A simple proposal to select agrochemicals for agriculture use. *Crop Protection* 25: 202-211
- ALISTER C y KOGAN, M, 2006b,** Riesgo Ambiental de los Plaguicidas: Propuesta para un modelo simple de evaluación. *Revista Frutícola*, 27 (1): 6-11.
- MINSAL.** Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas, Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (REVEP). Situación Epidemiológica 1998. <http://epi.minsal.cl/epi/html/public/public1.htm>. Revisado el 5 de Noviembre del 2013.

Manejo de Agua y Riego de Arandanos



DR. EDUARDO A HOLZAPFEL

Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería Agrícola Universidad de Concepción, Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CHRIAM)

DR. DAVID R. BRYLA

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Servicio de Investigación Agrícola Unidad de Investigación de cultivos hortícolas Corvallis, Oregon E.E.U.U,

JORGE E HOLZAPFEL

HOIngenieros,

DR. RUPERTO HEPP. Facultad de Agronomía Universidad de Concepción.

INTRODUCCIÓN

El adecuado manejo del riego es fundamental para la producción rentable de arándanos en la mayoría de las regiones de cultivo comercial, incluyendo EE.UU. y Chile, la que representa casi el 85% de las 36.000 hectáreas plantada en todo el mundo (Strik y Yarborough, 2007). Incluso después de unos días sin lluvia o de riego, la falta de agua afecta consistentemente al arándano, reduciendo la fotosíntesis, disminuye su crecimiento y producción de frutos. El riego excesivo, sin embargo, reduce la función de la raíz, aumenta la

erosión del suelo y la lixiviación de nutrientes, y aumenta la probabilidad de infección en la corona y la pudrición de las raíces. El desarrollo de regímenes de riego requiere del conocimiento exacto sobre la sincronización y cantidad de agua necesaria para reponer las pérdidas por la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN RELACIÓN CON RIEGO

De acuerdo con Abbott y Gough (1987),

POR LO GENERAL EL BROTE Y LA FLORACIÓN EN EL ARÁNDANO OCURREN DURANTE PERÍODOS DE BAJA DEMANDA EVAPORATIVA Y LA TRANSPIRACIÓN DE LA HOJA ESTÁ AÚN EN NIVELES MUY BAJOS.

la producción de raíces nuevas en arándanos comienza a principios de primavera cuando el suelo alcanza un umbral de temperatura de aproximadamente 8° C. Esto es seguido por el hinchado de las yemas foliares.

El crecimiento de la raíz llega al máximo peak dos veces durante la temporada. El primer peak ocurre a finales de la primavera y el segundo, el mayor, se produce después de la cosecha. El crecimiento de los brotes, en cambio, parece menos controlado por la temperatura y más controlado por la disponibilidad de recursos. El crecimiento se dispara por primera vez después del peak inicial en el crecimiento de las raíces, pero luego disminuye cuando comienza la maduración del fruto.

Durante la maduración del fruto a mediados de verano, la fruta reduce considerablemente la disponibilidad de recursos a otras partes de la planta. Debido a la disminución del crecimiento vegetativo durante este período, se recomienda la eliminación de frutas durante los dos primeros años de desarrollo de huertos con el fin de aumentar el crecimiento de las plantas y mejorar así el rendimiento durante los años siguientes (Strik y Buller, 2005). Además, el desarrollo de los brotes y raíces es más bajo antes de la cosecha de la fruta. Una vez que la cosecha se ha completado, se produce un nuevo crecimiento de nuevos brotes y raíces.

Por lo general el brote y la floración en el arándano ocurren durante períodos de baja demanda evaporativa y la transpiración de la hoja está aún en niveles muy bajos. Así, además de toda

el agua necesaria para la aplicación de fertilizantes, las necesidades de riego antes de la producción de frutos suelen ser mínimos y a menudo innecesarias dependiendo de la precipitación de primavera. Sin embargo, una vez que la fruta se establece y desarrolla el dosel, el riego es fundamental.

La división celular es muy sensible al estrés hídrico, y si disminuye, se reduce el tamaño de las bayas en la cosecha. Después de esta etapa, los granos entran en un período de crecimiento lento durante varias semanas, seguido de una fase final de expansión rápida de las células y la maduración del fruto.

Muchos estudios sobre berries y cultivos de frutales, que muestran patrones de crecimiento del fruto de doble sigmoideal, indican que los efectos del estrés hídrico moderado durante este período de la fase de latencia media tienen poco efecto sobre el tamaño de la fruta. En teoría, la escasez de agua en esta etapa también debe tener efectos mínimos sobre el tamaño del fruto en el arándano. Abbott y Gough (1987), sin embargo, indican que es precisamente en esta etapa que el crecimiento vegetativo se encuentra en su nivel máximo. El arándano es dependiente de la madera nueva para la producción de fruta al año siguiente. Posiblemente, cualquier falta de agua que ocurra en esta etapa podría limitar la producción de cañas nuevas para la cosecha del próximo año. La tercera etapa también es fundamental, la restricción de agua en este período reduce la expansión celular y el tamaño de las bayas. Mingeau et al.

(2001) examinaron los efectos del déficit hídrico en diferentes etapas fenológicas en el arándano 'Bluecrop' y encontraron que el estrés hídrico, incluso moderado (es decir, lo suficiente para reducir la transpiración a un 35%) durante el crecimiento del fruto y maduración influenciaba significativamente la reducción del rendimiento tanto en el peso medio del fruto como en su tamaño. También encontraron que el estrés hídrico después de la cosecha reducía la inducción floral. La inducción de la floración se produce normalmente a mediados o finales del verano en la mayoría de los cultivares, lo que a menudo se superpone con el período de riego, fundamental para el desarrollo del fruto tardío. Por lo tanto, la falta de agua durante este período no sólo puede reducir el rendimiento de la cosecha del año en curso, sino también reducir el número de flores y frutos producidos al año siguiente.

Las necesidades de nutrientes también varían con la temporada de crecimiento, pero no se correlaciona necesariamente a la demanda de agua. Esta diferencia es una consideración importante cuando se utiliza el riego para fertirrigar (Bryla et al., 2009). A diferencia del agua, la mayor demanda de nutrientes por lo general ocurre durante el desarrollo del follaje y la producción de fruta a principios de temporada (Throop y Hanson, 1997).

RELACIÓN PLANTA - AGUA Y LA RESPUESTA DEL ARÁNDANO ANTE LA SEQUÍA

El crecimiento, la productividad, y el uso de agua de una planta están en íntima relación con sus condiciones hídricas. Distintos parámetros se utilizan como indicadores del estado hídrico en la planta, el más común es el potencial de agua en la hoja o tejido. En las plantas, los componentes principales que afectan el potencial de agua es la concentración de solutos en la célula y la presión de turgencia causada por la rigidez de la pared celular. Para efectos

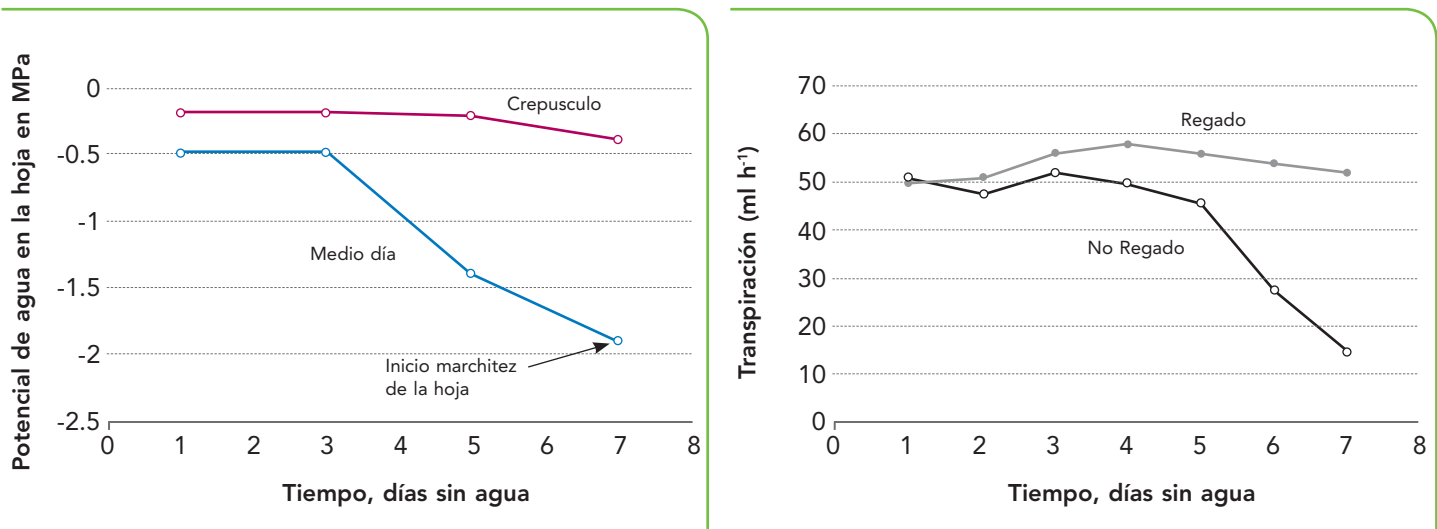


FIGURA 1. Cambios diarios antes del amanecer (0500 h) y al mediodía (1400 h) en el potencial hídrico foliar y Transpiración de plantas de arándano 'Elliott' que crecieron en un suelo inicialmente húmedo y que se fue secando durante una semana. Cada símbolo representa la media de seis planta y las barras de error representa un 1 ES. (Bryla, 2008)

prácticos, el potencial hídrico del agua libre se considera cero. Por lo tanto, cualquier movimiento de agua desde el suelo húmedo de la planta requiere un potencial negativo. El potencial hídrico medido en cualquier punto en el suelo, plantas y la atmósfera, conocida como el continuo suelo-planta-atmósfera, es una medida de la tendencia del agua a alejarse de ese punto. El agua tiende a moverse de los lugares donde su potencial es alto (suelo húmedo) a los lugares donde su potencial es más bajo (aire ambiental con baja humedad relativa). La diferencia entre el potencial hídrico de las hojas y el potencial hídrico del suelo es una estimación de la fuerza motriz para el movimiento del agua desde el suelo hacia el follaje. El agua se mueve rápidamente desde el follaje a la atmósfera debido al relativamente alto déficit de presión de vapor en la atmósfera.

Hemos examinado la relación entre el potencial de agua de la planta y el inicio de la sequía en varios cultivares de arándanos creciendo en ambiente controlado. Un ejemplo de los resultados se muestra en la **figura 1**.

Aunque las tasas de cambio en el potencial de agua difiere un poco entre la

transpiración de las plantas de arándanos 'Elliott' cultivado en un suelo inicialmente húmedo que se fue secando durante el período de una semana. La relación entre la transpiración y el potencial hídrico se ilustra claramente examinando la respuesta de la conducta estomática a los cambios en el potencial hídrico de las hojas.

En verano, la escasez de agua a menudo se evidencia en huertos de arándanos dentro de 3 a 7 días sin lluvia o riego.

Los síntomas del estrés incluyen la reducción del crecimiento, un mayor crecimiento radicular, menor consumo de agua, y menos fotosíntesis. Los brotes jóvenes, suculentos y hojas se marchitan fácilmente bajo condiciones secas, y si persiste la sequía, los márgenes de las hojas y puntas pueden volverse necróticas y quemadas. Este ribete café es similar en apariencia a una lesión a menudo asociados a la sobre fertilización. También se observan entrenudos más cortos por la falta de agua, así como la duración del crecimiento de los brotes cuando estos déficits ocurren temprano en la temporada de crecimiento (Strik, comunicación personal). La susceptibilidad a la falta de agua puede aumentar después del inicio de la maduración del fruto.

PROGRAMACIÓN DE RIEGO Y ESTIMACIÓN DE LAS NECESIDADES DE AGUA PARA LOS CULTIVOS

El objetivo de la programación del riego es aplicar la cantidad correcta de agua en el momento adecuado para minimizar los costos de riego y maximizar la producción de cultivos y la rentabilidad económica. Muchas de las técnicas y tecnologías pueden predecir la frecuencia y la cantidad de agua de riego a aplicar.

La técnica apropiada o tecnología es función de la fuente de agua para riego, las habilidades técnicas de los regadores, sistema de riego, el valor de los cultivos, la respuesta del cultivo al riego, costos de implementación de las tecnologías y preferencias personales.

El riego es necesario, por supuesto, cuando la precipitación es insuficiente para satisfacer las demandas de agua de los cultivos, entre principios de octubre y fines de febrero para la zona Centro y Centro Sur de Chile. El promedio de las necesidades hídricas de los cultivos a lo largo de la temporada de crecimiento se estima que oscilan entre 15 y 49 mm por semana en el Valle de Willamette de Oregon. Las más altas exigencias de

riego suelen producirse en pleno verano, aunque el actual peak de demanda de riego varía considerablemente en todo el verano, dependiendo del clima, ubicación y etapa de desarrollo del fruto. En Georgia, USA., las necesidades de agua oscilan entre 25,5 y 44,5 mm por semana, o de 3,6 y 6,4 mm por día (16 a 28 litros por planta por día). Lyrene y Crocker (1991) determinaron que en el norte de Florida, USA., la demanda de agua total en la temporada, incluyendo el riego y la precipitación, fue de aproximadamente 1000 mm cuando el riego se aplicó a una frecuencia media y con una pequeña cantidad de agua en cada aplicación.

Casi toda el agua absorbida por las plantas se transfiere a la atmósfera por transpiración, un proceso que consiste en la vaporización del agua líquida contenida en la planta a la atmósfera, sólo una pequeña fracción se utiliza dentro de la planta. El agua, junto con algunos nutrientes, es absorbida por las raíces y transportada a través de la planta. El agua también se pierde desde la superficie del suelo por evaporación, especialmente en los primeros días después de la lluvia o un riego. La transpiración del cultivo y la evaporación del suelo ocurren simultáneamente y no hay manera fácil de distinguir entre los dos procesos. Por lo tanto, las necesidades de agua de los cultivos suelen ser estimadas como la combinación de los dos procesos, los denominados colectivamente evapotranspiración de los cultivos (ET).

Las estimaciones semanales de la ET del cultivo de arándano se puede determinar desde antecedentes meteorológicos obtenidos desde estaciones cercanas a los huertos y que se podrá en el futuro cercano obtener desde Aqua-sat un sistema de soporte desarrollado por un proyecto Fondef en el cual está participando COPEFRUT.

Estos sitios obtienen datos de una red de estaciones meteorológicas automáticas agrícolas ubicadas en la región de interés. Los datos meteorológicos se utilizan para estimar ET de una superficie de referencia, que luego se convierte en

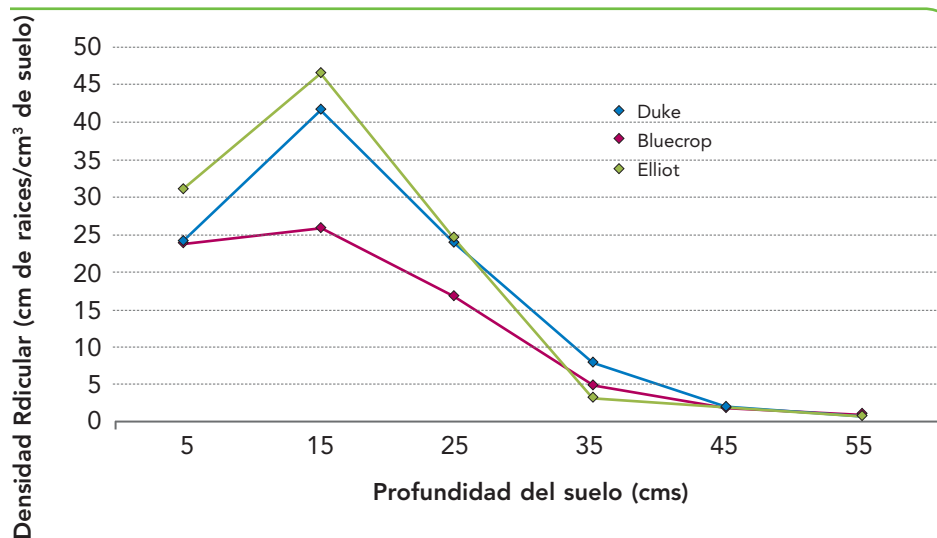


FIGURA 2 Densidad del largo de la raíz en arándanos 'Duke', 'Bluecrop', y 'Elliott'. Las raíces fueron recolectadas en incrementos de profundidad de 10 cm. Adaptado de Bryla y Strik (2007).

ET de cultivo utilizando el coeficiente apropiado para huertos de arándano (Allen et al., 1998).

Fereres et al. (1982) desarrollaron una relación entre el porcentaje de sombreado producido por el cultivo al medio día y la demanda de agua del huerto para establecer un factor, que fue para arándanos desarrollada posteriormente por Holzapfel (2002). Para la estimación real (E_a):

$$ET_a = E_b \cdot K_b \cdot F_c$$

donde $F_c = \frac{K_1 \cdot P_c + K_2}{K_1 \cdot P_c + K_2}$

$$y \quad P_c = \frac{A_s}{H \cdot L}$$

P_c es el porcentaje de sombra (20 ≤ P_c ≤ 70), F_c es el factor de cultivo con valores entre 0,2 y 1,0; K₁ y K₂ son constantes del factor de sombreado, A_s es el área de la sombra al mediodía, H es la distancia entre las hileras, y L es la distancia entre las plantas dentro de la hilera. El factor F_c es una función de las prácticas culturales y el sistema de riego utilizado, el tipo y el tamaño de la plantas, la densidad de plantación, el régimen de humedad del suelo y las condiciones climáticas de la zona (Holzapfel et al., 2000). Cuando los huertos tienen

70% de cobertura o más, que están bajo condiciones adultas, la ET ya no es una función del tamaño de la planta. Bajo los sistemas de micro riego, los valores de K₁ y K₂, fueron de 0,0127 y 0,1125 para micro-jets y de 0,0118 y 0,25 para el goteo, respectivamente (Holzapfel, 2002)

Es necesario, tener en cuenta que estas son estimaciones de ET en plantas de arándano adultas, sanas, y bien regadas. La adaptación de dichos valores son necesarios cuando las plantas son jóvenes o bajo estrés (por ejemplo, deficiencia de nutrientes). En estas circunstancias, se debe reducir la cantidad de agua de riego aplicada, pero es necesario prestar mucha atención a las condiciones de humedad del suelo para evitar la falta o exceso de riego de sus cultivos. Existen varios dispositivos para controlar la humedad del suelo, los que deben ser calibrados para un sitio en particular y así correlacionar sus datos con las condiciones reales de humedad del suelo. Estos deben ser instalados dentro de la zona de la raíz extractante (usualmente 0,15-0,30 m de profundidad) de una planta representativa, y no deben ser ubicados directamente debajo de un emisor de riego.

El arándano es un cultivo de raíces poco profundas en comparación con

muchos cultivos frutales perennes. Las raíces se encuentran normalmente en la parte superior del suelo (0.5 m). y muy concentradas cerca de la superficie (Fig. 2).

Patten et al. (1988) observaron que el 90% de las raíces en el arándano "rabbiteye" (ojo de conejo) variedad que tiende a producir raíces más profundas que otras de arándanos altos, estaban a una profundidad inferiores a 45 cms, incluso cuando las plantas estaban sin mulch y eran regadas por goteo. En consecuencia, cuando la demanda de agua por la planta es alta, el arándano agota rápidamente el agua en la zona radicular extractante y requiere la aplicación frecuente de agua con el fin de evitar un estrés hídrico.

Las aplicaciones frecuentes de agua son especialmente importantes cuando se utilizan sistemas de goteo, que tienden a restringir el humedecimiento del suelo y por tanto inducen a un sistema radicular más confinado. Cuando se hace correctamente, los riegos frecuentes son beneficiosos ya que a menudo aumentan el crecimiento y rendimiento de muchos cultivos hortícolas. También es importante aplicar el agua a ambos lados de la planta. Es importante poner de relieve especialmente los que utilizan goteo, que se debe tener cuidado con los tiempos de riego para evitar la tentación de sobre irrigar. El exceso de agua aplicada reduce la zona de la raíz activa en extraer agua ya que necesita oxígeno para su funcionamiento, lo que produce una disminución tanto del crecimiento radicular como la absorción de nutrientes y que a su vez conduce a una serie de potenciales problemas de enfermedad en la raíz. Davies y Flore (1986) observaron en los arándanos altos y el arándano ojo de conejo que la conductancia estomática se redujo en un plazo de cinco días y la fotosíntesis se redujo en un plazo de nueve días cuando las plantas se cultivaron en suelo saturado, y fue necesario usar 18 o más días en cada proceso para recuperar las condiciones antes de las saturación.

TABLA 1. Eficiencia de aplicación para diferentes métodos de riego en arándano.

METODOS DE RIEGO	EFICIENCIA DE APLICACIÓN %
Riego Tradicional o Tendido	10 – 30
Riego por Surcos	40 – 85
Riego por Micro-jet	60 – 95
Riego por Goteo	65 – 95

MÉTODOS DE RIEGO EN ARÁNDANO

En general los métodos de riego que pueden utilizarse para riego de arándanos son entre los superficiales el método de riego por surcos, y entre los presurizados se considera microjet y goteo. El método de riego utilizado varía con el tipo de suelo, disponibilidad de agua, calidad del agua, topografía del área, manejo del frutal y capacidad financiera de la empresa.

En Chile los sistemas de riego más comunes incluyen micro-jet y goteo (Freeman, 1983; Holzapfel et al. 1993; Holzapfel et al., 1994). Riego por aspersión también se puede usar, sin embargo, no es recomendable aplicaciones sobre la canopia excepto para control de heladas, porque puede producir una mayor incidencia de enfermedades en el follaje, flores y frutos. El riego por aspersión requiere una mayor volumen de agua aplicada (Bryla, 2008) y mayores costos de operación que otros tipos de riego presurizado. Los métodos de riego tienen eficiencia que varían de acuerdo a su diseño y operación. En la **tabla 1** se muestran valores encontrados en diversos estudios a escala nacional.

En suelos arenosos livianos se prefiere los microjet, en cambio en suelos pesados lo mejor es goteo. Freeman (1983) considera que el riego por microjet y por goteo son los métodos más eficientes para proveer las cantidades de agua requerida. Lyrene y Crocker (1991) enfatizan que la decisión sobre el método de riego a instalar debe ser hecha antes

de la plantación.

Los aspersores sobre la canopia son generalmente usados porque proveen la mejor protección contra heladas a flores y frutos de aquellas variedades de floración temprana. Para protección de heladas, el sistema debe ser capaz de aplicar al menos 3.5 a 4.5 mm. de agua por hora simultáneamente a toda el área a proteger, su cantidad dependerá del nivel de grados de temperatura que es necesario reducir. Esta cantidad de agua requiere una fuente de abastecimiento importante y una alta capacidad de bombeo.

Esto permite finalmente inferir que métodos de riego de alta tecnología y con niveles de eficiencia mayores a 80 % requieren de un adecuado manejo, diseño y operación para utilizar toda su potencialidad y obtener los retornos esperados.

CONSIDERACIONES DE MANEJO DE AGUA EN ARÁNDANOS.

La relación agua producción en arándanos tiene una serie de factores que es necesario considerar como son el manejo del agua, su forma de aplicación y las etapas de desarrollo de este. Es indudable que la aplicación de agua es función de la demanda hídrica y su desarrollo foliar (Holzapfel et al. 2000). En general el requerimiento hídrico aumenta en la medida que el frutal tiene un mayor desarrollo. Es posible determinar además que en la medida que aumentan el volumen anual de agua aplicado en cada periodo se incrementa la producción,

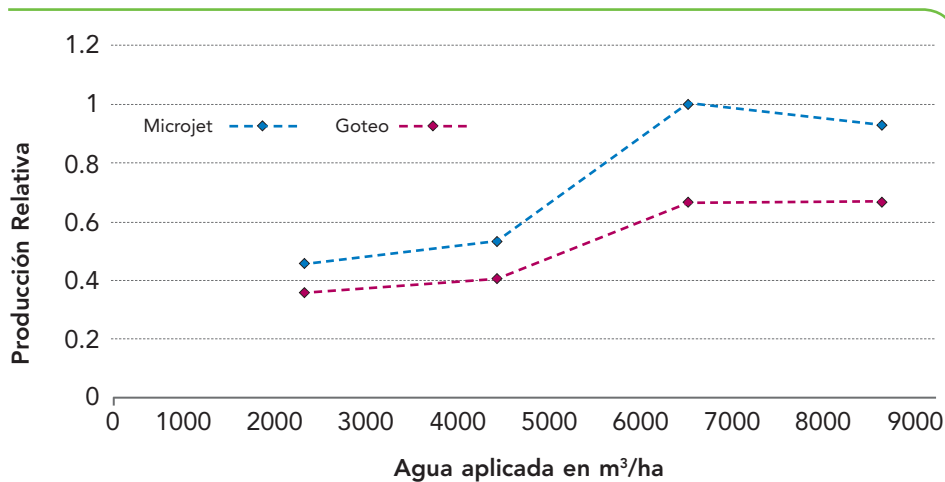


FIGURA 3 Relación agua producción relativa-agua aplicada en arándanos de 7 años bajo riego por goteo y microjet.

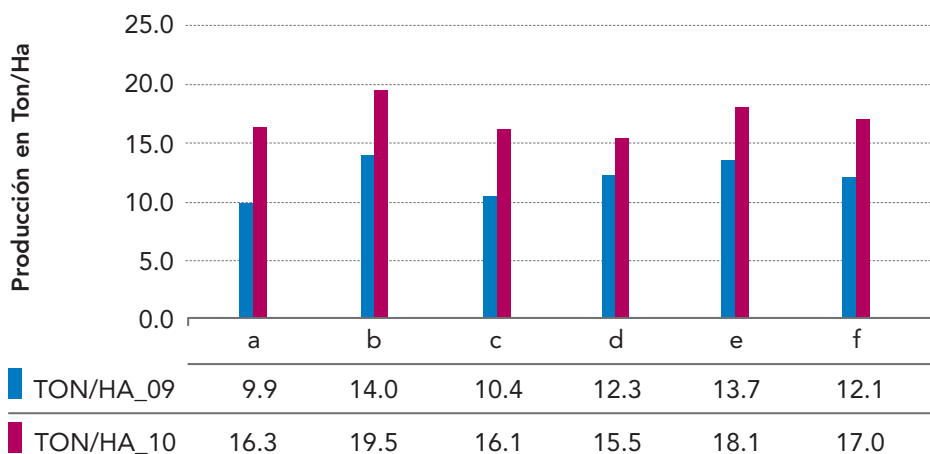


FIGURA 4. Producción de arándanos con diferente número de laterales por hilera y frecuencia de riego para las temporadas 2009 (azul) y 2010 (rojo). Los tratamientos son: a) 6 laterales con riego cada dos días; b) 4 laterales con riego diario; c) 2 laterales con riego cada dos días; d) 2 laterales con riego diario; e) 6 laterales con riego diario; y f) 4 laterales con riego cada dos días.

hasta un máximo potencial y que a mayor crecimiento existe una mayor demanda.

En general se puede establecer que cada zona debe tener un máximo potencial y que el factor de reducción de rendimiento es característico de la variedad. Este factor relaciona la variación del volumen aplicado en la temporada y la variación en la producción, etapa que en general se produce para arándanos adultos entre aplicaciones de 3000 a 7000 metros cúbicos por hectárea temporada.

Antecedentes de huertos comerciales permiten establecer que los potenciales de producción pueden estar alrededor de 25000 kg/há.

El método de riego utilizado para aplicar agua a los arándanos y su manejo tiene un marcado efecto en la producción. Resultados de investigaciones de 8 años demuestran que arándanos establecidos en un suelo franco derivado de cenizas volcánicas bajo riego por goteo con frecuencia diaria tiene una producción

mucho menor (34% menos) que bajo microjet, con riego cada dos días (Figura 3). Esto se asocia a tres factores: niveles de la relación agua/aire en el suelo, el volumen radicular de extracción que se ha humedecido y el tamaño del área humedecida. Es importante mencionar que en los primeros años post plantación del frutal (2° y 3er año) goteo presentó una mejor respuesta (Holzapfel et al. 1994) asociado a lo reducido de la zona radicular.

Es posible por lo expuesto que un riego muy frecuente (diario) en un suelo con una buena retención de agua y una aplicación en un área muy reducida como sucede con goteo puede producir problemas de aireación en el sistema radicular y por ende disminuye su capacidad de absorción. Bajo riego por microjet con frecuencias más amplias se produce una mejor condición para el sistema radicular, que finalmente se ve reflejado en una mayor producción, lo que se observa para todos los niveles de aplicación.

Estudios recientes realizados por el Departamento de Recursos Hídricos de la Universidad de Concepción permiten demostrar que al ampliar el área de mojamiento bajo riego por goteo con un mayor número de laterales por hilera se obtienen mayores producciones (Figura 4), hasta un cierto nivel que se asocian bien con lo expuesto anteriormente para la comparación de goteo con una línea de goteros y microjet.

Durante los dos años de estudio la producción fue significativamente afectada por la distribución de agua aplicada y la frecuencia del riego para un suelo franco arenoso (Figura 4). En todos los tratamientos se aplicó el mismo volumen de agua durante la temporada. En la primera temporada (2009) la producción fue mayor en los tratamientos con cuatro y seis laterales por hilera y con riegos diarios mientras que la tendencia a menores producciones se observó en los tratamientos con riego cada dos días. El tratamiento con rendimiento mayor (cuatro laterales con riego diario) superó en un 41,4% al tratamiento de menor producción (6 laterales con riego cada dos días) y en

un 13,8% al tratamiento correspondiente a lo efectuado por el productor (2 laterales con riego diario). En la segunda temporada (2010) el tratamiento con cuatro laterales y riego diario superó en un 25,8% al tratamiento al del productor. Esta situación puede ser consecuencia de la mejor distribución del agua aplicada en la zona radical del arándano que se mostró en la figura 2 y que permite una mayor extracción de agua en esa zona donde hay una excelente relación agua aire y un incremento del área humedecida, situación mencionada por otros autores (Holzapfel et al, 2004; Pannunzio et al, 2011). Es importante mencionar finalmente que el área de mojamiento tiene un efecto relevante en la producción y que humedecer zonas más amplias que la que permite una eficiente extracción por los arándanos es innecesaria, esto se hace notorio en zonas con mayor pluviometría.

RECONOCIMIENTO

Los resultados de las investigaciones que permitieron realizar esta publicación contaron con el importante apoyo del Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción, el Proyecto Fondef D091169 Estimación de Demandas Hídricas Mediante Sensores Remotos: Una Herramienta al Manejo de Agua en la Agricultura y el Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería Fondap/15130015. **RF**

BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, J.D. AND R.E. GOUGH. 1986. Split-root water application to highbush blueberry plants. *HortScience* 21:997-998.
ABBOTT, J.D. AND R.E. GOUGH. 1987. Seasonal development of highbush blueberry roots under sawdust mulch. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:60-62.
ALLEN, R.G., L.S. PEREIRA, D.

RAES, AND M. SMITH. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Food and Agriculture Organization of the United Nations Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.
BRYLA, D.R. 2008. Water requirements of young blueberry plants irrigated by sprinklers, microsprays, and drip. *Acta Hort.* 792:135-139
BRYLA, D.R. AND B.C. STRIK. 2007. Effects of cultivar and plant spacing on the seasonal water requirements of highbush blueberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132:270-277.
BRYLA, D.R., MACHADO, R.M.A., SHIREMAN, A.D. 2009. Effects of method and level of nitrogen fertilizer application on soil pH, electrical conductivity, and availability of ammonium and nitrate in blueberry. *Acta Hort.* (In press).
DAVIES, F.S. AND J.A. FLORE. 1986. Gas exchange and flooding stress of highbush and rabbiteye blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:565-571.
FERERES, E., D. MARTINICH, T. ALDRICH, J. CASTEL, E. HOLZAPFEL, H. SCHULBACH. 1982. Drip irrigation saves money in a young almond orchard. *California Agriculture.* 36:12-13.
FREEMAN, B., 1983. Blueberry Production. Agfact H3. 1.4. Department of Agriculture. New South Wales, Australia.
HICKLENTON, P.R., J.Y. REEKIE, R.J. GORDON, AND D.C. PERCIVAL. 2000. Seasonal patterns of photosynthesis and stomatal conductance in lowbush blueberry plants managed in a two-year production cycle. *HortScience* 35:55-59.
HOLZAPFEL E.A., R. MERINO, M. MARIÑO, AND R. MATTA 2000. Water production function in kiwi. *Irrig. Sci.* 19:73-80.
HOLZAPFEL, E. A. 2002. Riego en Arándano. International Congress on *Vaccinium Corymbosum*. Universidad de Concepción Chillan Chile.
HOLZAPFEL, E. A., R. HEPP; C. RIVEROS, P. VERA, H. SERRI Y R. MATTA. 1994. Efecto del nivel de agua aplicado en la producción de arándano alto al segundo y tercer año de plantación. *Agro-Cienica.* 10:43-49.

HOLZAPFEL, E.A., R.F. HEPP, AND M.A. MARIÑO. 2004. Effect of irrigation on fruit production in blueberry. *Agr. Water Mgt.* 67:173-184.
HOLZAPFEL, R. HEPP, H. SERRI, M. E. JAUREGUIBERRY. 1993. Growth responses of a highbush blueberry under trickle and microjet irrigation: first year after establishment. *Acta Hort.* 346:117-127.
LYRENE, P.M. AND CROCKER, T.E.. 1991. Commercial blueberry production in Florida. Bull.SS-FRC-002. Inst. of Food and Agric. Sci. Univ. of Florida. Gainesville. U.S.A.
MALIK, R.K., AND D.L. CAWTHON. 1998. Effects of irrigation water quality, soil amendment, and surface mulching on soil chemical changes in a rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) planting. Available at: <http://www.tamu-commerce.edu/coas/agscience/res-dlc/blueberr/blue.html>.
MINGEAU, M., C. PERRIER, AND T. AMÉGLIO. 2001. Evidence of drought-sensitive periods from flowering to maturity on highbush blueberry. *Scientia Hort.* 89:23-40.
PANNUNZIO, A., VILELLA, F., TEXEIRA, P. AND PREMUZIK, Z., 2011. Impacto de los sistemas de riego por goteo en arándanos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15(1):3-8.
PATTEN, K.D, E.W., NEUENDORFF, AND S.C. PETERS. 1988. Root distribution of 'Climax' rabbiteye blueberry as affected by mulch and irrigation geometry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:657-661.
STRIK, B. AND D. YARBOROUGH. 2005. Blueberry production trends in North America, 1992 to 2003 and predictions for growth. *HortTechnology* 15:391-398.
STRIK, B. AND G. BULLER. 2005. The impact of early cropping on subsequent growth and yield of highbush blueberry in the establishment years at two planting densities is cultivar dependent. *HortScience* 40:1998-2001.
THROOP, P.A. AND E.J. HANSON. 1997. Effect of application date on absorption of 15nitrogen by highbush blueberry. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 122:422-426.

Derechos de Aguas



CRISTIÁN SCHMITT M.
Abogado

Lo relativo a derechos de agua ha cobrado importancia en los últimos años en nuestro país, dada la creciente demanda de agua para diversos usos

(consumo humano, agricultura, minería, industrias y otros), que deben armonizarse.

En nuestro sistema, el agua, como una cosa física, es un *“bien nacional de uso público”*; esto es, un bien cuyo dominio y uso *“pertenece a la nación toda”*.

Para que una persona o una empresa

puedan, legalmente, hacer uso de las aguas para diversos fines, necesitan contar con un *“derecho de aprovechamiento de aguas”*, o *“derecho de aguas”*, para simplificar la expresión.

Y ¿qué es el derecho de aguas? Para este puro efecto, usemos las palabras de la ley y hagamos luego una explicación:

Según el Código de Aguas, que regula todo lo relativo a las aguas terrestres (ríos, lagos, esteros, lagunas, vertientes, aguas subterráneas, excluyendo las marítimas), “es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas”, sujeto a los requisitos y reglas que fija dicho cuerpo legal.

Y ese derecho “es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley”.

Finalmente, es importante recalcar que el derecho de aguas, de “dominio de su titular”, se encuentra amparado constitucionalmente al mismo nivel que

posee, por ejemplo, la propiedad sobre un bien raíz.

En otros términos y poniendo en palabras corrientes lo anterior, tener o ser propietario de un derecho de aguas implica la facultad legal para hacer uso y goce de una determinada cantidad de aguas (por ejemplo, 10 litros por segundo sobre un pozo), sin que nadie pueda perturbar o impedir dicho uso.

Y ese derecho implica un derecho de propiedad, con todo lo que ello supone; esto es, puede ser enajenado (vendido a otra persona o aportado a una sociedad), o entregado en garantía de un

préstamo bancario, o sin desprenderse del dominio, por ejemplo, arrendarlo a otro usuario que lo necesite.

En fin, es un bien económico, parte de un patrimonio, cuyos valores a veces superan los de la propia tierra.

Por eso, es imprescindible tener un derecho de aguas constituido o reconocido válidamente e inscrito en el Registro de Propiedad de Aguas de los Conservadores de Bienes Raíces, al igual que ocurre con la propiedad inmueble, única forma de poder hacer negocios respecto de ellos en forma independiente y separada de la propiedad raíz, y de



defenderlo cuando dicho derecho se vea afectado por terceros.

¿Cómo se adquiere un derecho de aguas? Hay diversas maneras:

Siendo el agua, como cosa, un bien nacional de uso público, sobre esa agua puede existir un *derecho de aprovechamiento*, ya sea constituido por el Estado (por la entidad correspondiente, que es la Dirección General de Aguas, o DGA) o, en otros casos, reconocido por otra autoridad, lo que se explica

de la siguiente forma:

En el primer caso (*otorgamiento por la DGA*), una persona solicita a esa entidad se le otorgue un derecho sobre una determinada fuente (superficial o subterránea), cumpliendo con los requisitos y formalidades legales y técnicas, y esa autoridad, a partir del hecho que el agua, como tal, es un "bien nacional de uso público", crea en favor de esa persona un derecho de aprovechamiento; esto es, le otorga la facultad legal para, por ejemplo, extraer 10 litros por segundo de un pozo o un

curso de agua superficial.

En el segundo caso, el "reconocer un derecho", se trata de lo siguiente:

La legislación sobre aguas, que es práctica y desarrollada sobre la experiencia de lo que ha sido el uso de las aguas en el país, ampara y considera como válidos y legítimos ciertos usos de las aguas hechos al margen de títulos, documentos o "papeles" que le den sustento (a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, con la propiedad raíz, donde si no existe un título inscrito en el Conservador de Bienes Raíces



EN NUESTRO SISTEMA, EL AGUA, COMO UNA COSA FÍSICA, ES UN “BIEN NACIONAL DE USO PÚBLICO”; ESTO ES, UN BIEN CUYO DOMINIO Y USO “PERTENECE A LA NACIÓN TODA”.

no se tiene dominio sobre un predio, simplemente).

Esos usos, de cierta antigüedad, hechos en forma pacífica y no clandestina, posibilitan pedir la *regularización* de un derecho de aguas, que es un procedimiento especial introducido por el Código vigente (de 1981), con la finalidad de “sanear” y otorgar títulos (“papeles”) sobre esos usos, para ordenar la propiedad sobre dichos derechos, que había sido fuertemente afectada con ocasión del proceso de reforma agraria que vivió el país décadas atrás.

Para esto, se parte solicitando la *regularización* (el “saneamiento”) ante la DGA, presentando los antecedentes y pruebas de antigüedad, uso pacífico y no clandestino, la cual emite un informe técnico sobre la materia y envía la petición al Juzgado de Letras competente (del lugar donde se está pidiendo dicha regularización), ante el que se tramita un “juicio de regularización de derecho de aguas” y concluye por una *sentencia*, la cual podrá ser distinta a lo que opine en su informe el Servicio. En este caso, el fallo del tribunal *reconoce un derecho preexistente*, que carecía de “títulos o documentos”, a partir de esos “usos históricos”, y que se inscribirá en el Registro de Propiedad de Aguas, garantizando así la propiedad sobre ese derecho de aguas.

Para saber cuál vía usar, deberá considerarse lo siguiente:

Si la fuente respectiva (río o estero) no se encuentra declarada como “agotada”, o el acuífero de que se trate, en las aguas subterráneas, no está con declaración de “área de restricción” o “área de prohibición”, podrá acudir a la DGA solicitando la *constitución* de un derecho de aguas.

El “agotamiento” supone que el caudal que trae la corriente de aguas ya está con todos sus derechos constituidos; no se trata de un agotamiento “físico” (que no exista agua), sino que “jurídico”: Explicado en forma simple, veamos el agua que pasa por el río como una serie de cajitas de “tetra pack” que contienen un litro cada una, pero todas ya tienen dueño; son personas que tienen derecho para extraer esas cantidades.

En esos casos, se podrá pedir un derecho como *eventual*, lo que implica que podrá ejercerse o utilizarse cuando estén abastecidos todos los derechos de los otros titulares (los dueños de las “cajitas”) y existe un “sobrante” de agua.

Un acuífero “restringido” o “prohibido” hace imposible otorgar o “crear” nuevos derechos, pues su capacidad de recarga no soporta nuevas demandas o requerimientos; en ese caso, se usa la figura de la “regularización” (aplicable también a ríos o esteros “agotados”), toda vez que, en este caso, se trata de “sanear” y “poner en orden”, con “documentos o títulos”, un uso antiguo o histórico de las aguas, que se

ha hecho desde hace largo tiempo y que no implica una nueva demanda o requerimiento sobre el acuífero o el río de que se trate.

¿Y qué pasa cuando no puede acudir a esas vías, si el río está “agotado” o el acuífero “restringido”, y no se ha estado ejerciendo un “uso histórico” o antiguo del agua, de modo que no puede usarse la regularización?

Ahí entra a jugar plenamente el llamado “mercado de los derechos de aguas”:

Siendo los derechos de agua un bien transable libremente, se puede adquirir derechos de otros dueños; y como será necesario, normalmente, si se los adquiere separados de la tierra, utilizarlos en un lugar distinto, se deberá pedir a la DGA que autorice un *cambio de punto de captación o traslado* de ese derecho (para lo cual el lugar donde se desee extraer deberá estar en el mismo acuífero o pertenecer a la misma corriente superficial).

Lo esencial, en la actividad agrícola – que nos interesa –, es tener los derechos de agua claramente definidos, con “papeles”, inscritos en el Registro de Propiedad de Aguas. De esa forma podrán ser vendidos, aportados a una sociedad, dados en garantía, por ejemplo, y, lo más importante, podrán ser defendidos cuando otros pretendan afectarlos.

Con estas ideas claras, finalmente, es importante recalcar la necesidad que los dueños de derechos sobre aguas superficiales (canales, mayoritariamente) se organicen como comunidades de aguas o asociaciones de canalistas, que son las entidades que reúnen a los usuarios y permiten su auto-regulación, disponiendo ellos cómo ejercen ordenadamente sus derechos, solucionando internamente las dificultades o problemas que se presenten entre ellos y facilitando su relación con otras entidades y con la propia autoridad, que es la DGA. **RF**

LUIS ESPÍNDOLA P.
Ingeniero Agrónomo
Gerencia de Productores
Copefrut S.A.

Demanda Hidrica

La actual temporada 2013-14 se ha caracterizado por un marcado déficit de precipitaciones las que sólo alcanzaron a 344.5 mm, que corresponden a un 51 % del agua acumulada para un año normal.

Respecto de las temperaturas, éstas han llegado en forma frecuente a máximas diarias sobre 30° C desde diciembre de 2013 hasta gran parte de enero de 2014. Esta situación se ha observado también durante las últimas temporadas, lo que ha ido generando problemas en la calidad de la fruta, especialmente en lo referente a la presencia de daños por insolación. Otro parámetro climático que ha presentado un comportamiento negativo respecto de las condiciones para un adecuado crecimiento de la fruta es la evapotranspiración, medida como evaporación de bandeja, la cual nos ha permitido observar que existe un incremento de la demanda hídrica en esta temporada, respecto de las anteriores. Este aumento junto a los problemas de abastecimiento de agua que muchos huertos están sufriendo actualmente, ha hecho que la fruta haya continuado desarrollándose bajo un fuerte estrés en el período de verano, ya que también debemos considerar el efecto negativo de las heladas a inicios de primavera. Esta situación tiene como consecuencia que el crecimiento de la fruta ocurra a tasas más bajas respecto de otras temporadas, lo que se expresará en un menor calibre final. También se

Evaporación de Bandeja Curicó, VII Región promedio semanal

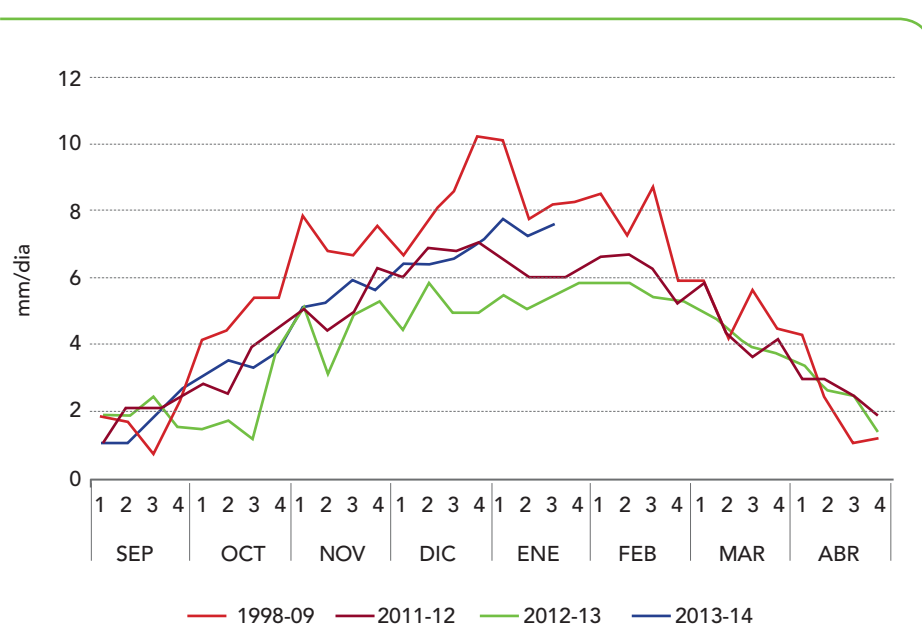


FIGURA 1. Promedios Semanales de Evaporación de Bandeja (mm/día), para la Zona de Curicó (VII región). Fuente: Copefrut SA.

esperaría una mayor incidencia de problemas relacionados con el golpe de sol y desórdenes fisiológicos. En la Figura 1 se muestra el promedio por semana, expresado en mm/día, de la evaporación de bandeja para la zona de Curicó de las 3 últimas temporadas y se agrega para efectos de comparación la temporada 1998-99, que ha sido la más extrema en

términos de sequía y demanda hídrica en 25 años de registros climáticos de Copefrut. Se aprecia que durante el mes de enero en la actual temporada, la evaporación de bandeja se incrementó en un 50%, respecto de las anteriores, llegando a registrar valores diarios de 8.5 mm, situación a considerar al momento de definir las frecuencias y tiempos de riego. **RF**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Los principales resultados del proyecto Innova "Desarrollo de un sistema de monitoreo para la gestión ambiental de calidad de agua y suelos destinados a la producción frutícola de exportación" fueron dados a conocer en una charla de difusión realizada durante el segundo semestre en la Casa Matriz de Copefrut que contó con la presencia de autoridades regionales, representantes de las universidades y ejecutivos de nuestra empresa. El estudio fue realizado en conjunto entre la Corfo, Universidad Viña del Mar y Copefrut, entre los años 2008 y 2013, recopilando información que incluyó desde la selección de predios hasta los análisis posteriores.

Claudio Alister Ingeniero Agrónomo M.Sc, Dr., de la Universidad de Viña del Mar, destacó que dentro de las principales conclusiones, se establece que los manejos que se realizan actualmente en la producción frutícola de exportación no producen efectos negativos significativos sobre la calidad de agua de riego y de aplicación, por lo cual no se estaría contribuyendo a la contaminación de estas por pesticidas de uso agrícola.

Marcus Matallo Dr., Investigador del Instituto de Campinas de Sao Paulo, Brasil, expuso en el encuentro acerca de los registros para el empleo y la evaluación del riesgo ambiental de plaguicidas en Brasil.

Este tipo de estudio se enmarca dentro de los objetivos de la compañía de permanecer a la vanguardia en tecnología, innovación e investigaciones que contribuyan al desarrollo frutícola.



LANZAMIENTO PDP: MANZANAS BROOKFIELD

Mejorar la competitividad de los proveedores de Copefrut S.A.; mejorar la gestión interna y actualización de conocimientos técnicos en materias operativas; disminuir costos de mano de obra, aumentar la calidad del producto final y la generación de indicadores de gestión que la nueva agricultura exige al productor/empresario, son parte de los principales objetivos del Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP) manzanas M9 de Copefrut desarrollado por la Gerencia de Productores, que fue presentado oficialmente en una reunión efectuada el segundo semestre en Casa Matriz y contó con la presencia de autoridades regionales, Ricardo Alcérreca, Seremi de Economía, Guillermo Palma, Director Regional Corfo, Patricio Valdés, Ejecutivo Corfo, y Reynaldo Badilla, Gerente Regional Asoex y Agente Operador de Corfo. El programa es financiado por la Corporación de fomento a la Producción (Corfo) y apoyado por la Asociación de Exportadores (Asoex).

Fernando Cisternas, Gerente General, destacó la importancia de este tipo de iniciativas que reflejan el espíritu de trabajo conjunto entre la empresa y sus productores. "Esta es la forma de enfrentar el futuro y los desafíos que se nos presentan, a través de una estrecha alianza de colaboración que potencia capacidades, trabajo, conocimientos e innovación tecnológica", afirma.



Las autoridades resaltaron el importante papel que ha desempeñado Corfo en el apoyo al emprendimiento y el permanente contacto con Copefrut a través del desarrollo de diversos proyectos de investigación, que se han traducido en importantes e innovadores resultados.

Claudio Baeza, Sub Gerente Productores, aseguró que este tipo de programas son una excelente herramienta y un gran apoyo para enfrentar el trabajo y el largo camino de aprendizaje que implica en este tipo de proyectos, con el permanente objetivo de obtener una excelente fruta en términos de condición y calidad.

En la foto, Día de Campo realizado en el mes de agosto con productores de la zona de Linares, dentro de las actividades planificadas en el PDP, con el objetivo de capacitarlos en la plantación de manzanas en alta densidad, para lo cual se visitaron tres huertos de la zona.

COPEFRUT S.A. CELEBRA 58 AÑOS

Destacando la trayectoria y el aporte de la empresa al desarrollo de la zona y el país, además del importante rol que cumple cada uno de sus trabajadores, Copefrut S.A. celebró el viernes 25 de octubre sus 58 años de vida.

En dependencias de Planta Cenfrut, ubicada en la ciudad de Curicó, y en un ambiente de celebración y camaradería, se reunieron los trabajadores para disfrutar el tradicional día de aniversario.

Durante la ceremonia se premió la trayectoria laboral de los trabajadores. El Presidente del Directorio, José Luis Soler, agradeció la labor y apoyo brindado por todas las personas que trabajan en Copefrut S.A., que ha sido fundamental en su desarrollo y crecimiento. "Con ocasión de este nuevo aniversario queremos refrendar nuestro compromiso de mantener a la gran familia Copefrut unida, mirando el futuro con confianza y tranquilidad. El plan estratégico ha mostrado sus positivos efectos, dándonos certezas, seguridad y tranquilidad. Agradecemos, en esta oportunidad también, la disposición de todo el equipo para enfrentar los desafíos diarios y reiteramos nuestro compromiso de mantenerlos clara y transparentemente informados de los proyectos y sus resultados", señaló.

El presidente del Sindicato de Trabajadores, José Albornoz, felicitó a la Empresa por este aniversario y destacó el camino del diálogo emprendido a lo largo del tiempo, lo que se traduce en una relación de confianza y respeto mutuo.

Fernando Cisternas, Gerente General, agradeció también el papel desempeñado por los trabajadores e hizo un recuento de la labor efectuada durante la última temporada en la que se destacan importantes inversiones en tecnología, reconocimientos por la labor efectuada en capacitación de los trabajadores, avances en temas de administración, comunicaciones, consolidación y trabajo en mercados internacionales. En su intervención, destacó especialmente el desarrollo de proyectos con productores, que refleja el espíritu de trabajo conjunto. "Esta es la forma de enfrentar el futuro y los desafíos que se nos presentan, a través de una estrecha alianza de colaboración con nuestros productores que potencia capacidades, trabajo, conocimientos e innovación tecnológica", afirmó.

Copefrut S.A. exporta actualmente su fruta a más de 50 países y es reconocida como una Empresa líder en el mercado, cumpliendo con los compromisos asumidos con clientes, productores, accionistas, trabajadores, comunidades, proveedores y demás personas y grupos con los cuales se relaciona. Este es el resultado del esfuerzo constante a través del tiempo, priorizando una gestión enfocada en las personas, el desarrollo de nuevas tecnologías y la anticipación a los cambios.



Fertilización en Post Cosecha Eficiente y Productiva



La fertilización en Post Cosecha es fundamental en la vida productiva de muchos frutales, especialmente en cerezos, ya que luego de un ciclo de producción, la planta sufre un desgaste severo de nutrientes y energía, de ahí la importancia de aumentar las reservas para asegurar una buena floración, fecundación y cuaja en la siguiente primavera.

Basfoliar® N-36 Extra

Corrige deficiencias de N en Post Cosecha y aumenta las reservas nitrogenadas aéreas (Argininas y Glutaminas).

Solubor®

Mantiene altas reservas de Boro para la primavera siguiente, mejorando la cuaja de frutos.

Basfoliar® Mg Flo

Mantiene la concentración de Mg en las hojas para prolongar la fotosíntesis y asegurar reservas en la próxima temporada.

Los correctores precisos para mejorar su producción.



**EXPERTS
FOR GROWTH**

FOSFIMAX

Movilidad Total

- Científicamente probado por varias temporadas
- Único con Certificación de Ingrediente Activo
- Importado por más de 20 años
- Eficacia, Seguridad y Confianza



Innovación Vegetal

www.bioamerica.cl