



Junto a la celebración del Bicentenario de la Independencia de Chile, la Comisión Nacional de Riego festejó sus 35 años al servicio de la agricultura y el desarrollo del país. En este tiempo hemos recibido la colaboración de numerosas instituciones, tanto públicas como privadas, a quienes queremos agradecer por su constante apoyo, especialmente por el compromiso demostrado durante el periodo de emergencia provocado por el megasismo.

Recuperar la operatividad de la infraestructura de riego se convirtió en una tarea prioritaria para el Gobierno. Éste cumplió con los agricultores asegurándoles una parte mayoritaria del financiamiento de la reparación de las obras dañadas por el terremoto, a través de la Ley N° 18.450. Es así como el concurso especial de reparación de canales bonificó 91 proyectos por un monto de \$8 mil 150 millones, beneficiando a más de 18 mil agricultores y abarcando una superficie de más de 400 mil hectáreas. En tanto el concurso de reparación de embalses bonificó 39 proyectos por un monto de \$1.000 millones, favoreciendo a más de 295 agricultores y una superficie de más de 6 mil hectáreas. Tenemos la seguridad de que la gran mayoría de estas obras estarán operativas con el objetivo de asegurar el riego de esta temporada.

Una vez restablecida la normalidad en los sistemas de riego, debemos enfocarnos en avanzar en la concreción de los lineamientos ministeriales: aumentar la superficie regada, mejorar la seguridad en la disponibilidad de las aguas de riego y fortalecer el mercado del agua. Hemos avanzado en definir políticas de riego de largo plazo para el país y en un reordenamiento de nuestro instrumento de fomento.

Trabajaremos en aumentar la seguridad de riego, incrementando nuestras reservas de agua tanto superficiales como subterráneas. Las superficiales mediante la construcción de embalses y para el caso de las subterráneas, estudiaremos los sistemas de infiltración que permitan la recarga de los acuíferos.

Un aspecto fundamental es la regularización y perfeccionamiento de los títulos de derechos de aprovechamiento de aguas de nuestros agricultores y agricultoras pequeños/as y medianos/as, como un aspecto básico para dinamizar el mercado del agua. También promoveremos la constitución de Juntas de Vigilancia que nos ayuden en esta tarea, pues sabemos que esta meta país sólo se alcanzará con la mancomunidad del esfuerzo público privado. Con ese propósito estamos trabajando coordinadamente la DGA, DOH, INDAP, SAG, CNR y el Ministerio de Energía.

Actualmente el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego, ha definido un vasto plan de construcción de obras mayores de riego, el cual está siendo sometido a la consideración de S.E. el Presidente de la República. La construcción de estas obras materializará nuestro desafío.

Paralelamente se trabaja en una nueva metodología de priorización de las grandes obras, la cual se concretará en un manual de obras que coordine e implemente la nueva Política de Riego y un banco de proyectos de riego con aplicación de criterios de priorización basados en la eficiencia, eficacia y rentabilidad y una selección de proyectos de riego claros y ordenados.

A handwritten signature in white ink, consisting of a stylized 'A' followed by a long horizontal line that curves downwards at the end.



■ Noticias CNR	4
■ Noticias	8
■ Testimonios sobre los 35 años de la CNR	10
■ Entrevista a Ministro de Agricultura, José Antonio Galilea	12
■ Noticias Empresas	15
■ Especial Bicentenario: Dos siglos de riego en Chile	16
■ Los desafíos de la gestión del agua en el mundo ...	26
■ Factores de riego que inciden en la producción	28
■ Riego con efluentes biológicos	30
■ Agrometeorología y riego en viñedos	38
■ El mercado del agua en Chile	42
■ La gestión del agua por cuencas	50
■ Riego y consumo eléctrico en el cultivo del palto ...	54
■ Encuentro "Agua y Energía: uso eficiente y rentable"	56

Oficinas de Información, Reclamos y Sugerencias:

Informaciones: 4257908 / cnr@cnr.gob.cl

DIRECCIÓN: Alameda 1449, piso 4, Santiago (Metro Moneda)

Horarios de atención

Lunes a jueves de 9:00 a 18:00 horas y viernes de 9:00 a 17:00 horas

Chileriego 43 - Septiembre 2010

Comité Editorial de la CNR: Francisco Bastidas, César González, Patricia Mellado y Gustavo Roa **Editor General:** Patricio Trebilcock K. **Periodistas:** Juan Pablo Figueroa F., Alejandro Pardo C. **Colaboradores:** Jorge Velasco C., Rodrigo Pizarro Y., Francisco Fabres, Karina Damke **Diseño:** Ezio Mosciatti Diseño y Arquitectura, Marcos Alonso O. **Fotografía:** Juan Pablo Figueroa F., Patricio Trebilcock K., archivo RedAgrícola, autores de los artículos. **Impresión:** Litografía Valente.

Ventas de Publicidad: Cecilia Ponce, marketing@redagricola.com **Oficina:** Latadía 4602, Las Condes, Santiago. **Teléfono:** (2) 263 5713 - 228 9328. **Fax:** (2) 263 1423.

Suscripciones: cecilia.ponce@redagricola.com.

Chileriego es una publicación trimestral de la Comisión Nacional de Riego. Se autoriza la reproducción del material escrito de la revista, citando la fuente. La publicidad de productos no implica recomendación de la Comisión Nacional de Riego.

Visítenos en www.cnr.cl

VOGT

Expertos en soluciones para impulsión de fluidos

Llevamos 56 años de experiencia en la impulsión de fluidos, para el Mercado Agrícola



Vogt entrega a sus clientes:

- Amplio stock de equipos y repuestos.
- Menor plazo de entrega.
- Mejor calidad de productos en fundición nodular.

Gestión 2010

CNR invertirá \$311 millones en apoyo a la gestión hídrica en la Región de Coquimbo

En primer lugar los recursos estarán destinados a transferir, a través de un Programa de Fortalecimiento, capacidades a los usuarios del río Illapel para mejorar la gestión del agua de riego en ese sector; y en segundo término, se financiará un estudio de ingeniería básica, que permita analizar el posible emplazamiento de un embalse en el sector del Estero Derecho.

En la Región de Coquimbo, donde trabajar por la eficiente gestión del recurso hídrico es prioritario, la Comisión Nacional de Riego (CNR), a fin de año invertirá \$311 millones para la puesta en marcha de dos nuevas iniciativas destinadas a apoyar la gestión de los regantes del río Illapel, Provincia de Choapa, y del río Derecho, Provincia de Elqui.

La primera iniciativa, destinada a poner en ejecución el "Programa Capacitación y Fortalecimiento Organizacional en Río Illapel", tendrá como objetivo general transferir capacidades a los usuarios de aguas del Valle del río Illapel, con la finalidad de mejorar la gestión del agua de riego y los recursos hídricos exis-

tentes en el territorio; contribuyendo de esta forma a mejorar el nivel de desarrollo económico del sector agrícola de la cuenca.

"Este programa busca fortalecer a las organizaciones de usuarios del río Illapel, apoyando a las organizaciones de regantes en aspectos técnicos, organizativos y legales, para desarrollar o mejorar sus capacidades de administración, operación y mantenimiento del sistema de riego", señaló el coordinador de la Oficina Zonal Norte de la CNR, Alberto Manzanares.

El coordinador agregó que, "a través de esta iniciativa se busca además, trabajar fuertemente en la puesta en marcha de un programa destinado a fortalecer a los regantes en el perfeccionamiento y regularización de los derechos de aprovechamiento de aguas, con el fin de apoyarlos para cuando les corresponda asumir la administración del Embalse El Bato", dijo.

A través de este Programa, que se ejecutará entre el 2010 y 2012, se invertirán \$257 millones, de los cuales la CNR aportará \$87 millones 826 mil y el Fondo Nacional de



Construcción embalse El Bato en Illapel.

Desarrollo Regional (FNDR) \$169 millones 200 mil.

La segunda iniciativa, se trata de la puesta en marcha del "Estudio Embalse Estero Derecho, en río Derecho", cuyo objetivo es la realización de un estudio de ingeniería básica que permita analizar nuevas soluciones para la regulación del recurso hídrico en la parte alta del Valle de Elqui, a través de la identificación y anteproyecto de un nuevo embalse u otras alternativas de

obras, que permitan el desarrollo de cultivos interanuales.

La ejecución de este estudio que tendrá un costo de \$53 millones 894 mil aportados por el FNDR, beneficiará directamente a unos 1.200 pequeños agricultores, permitiendo contar con los antecedentes de ingeniería básica sobre el Estero Derecho, de la comuna de Paihuano, para determinar si existen posibilidades de emplazamiento de un embalse en el área.

Talca

Comisión Nacional de Riego presente en FITAL 2010

Con gran compromiso, los profesionales de la Comisión Nacional de Riego, participaron en la cuadragésima sexta edición de la Feria Internacional de Talca (FITAL), en la cual la institución contó con un stand ubicado dentro del pabellón del Ministerio de Agricultura, junto a otros organismos relacionados con el agro.

Como cada año, la Comisión Nacional de Riego (CNR), participó

de manera destacada en la ya tradicional Feria Internacional de Talca (FITAL), desarrollada en la capital de la Región del Maule, entre los días 30 de septiembre y 10 de octubre pasado.

En el marco de las charlas informativas que se realizan en la FITAL, la CNR expuso la presentación "Política de riego para la agricultura chilena al 2014", dictada por el jefe de la Divi-

sión de Estudios y Desarrollo, Felipe Martín.

En este importante evento, se dieron cita todos los servicios del Ministerio de Agricultura, los cuales representados por un equipo de funcionarios, montaron sus exposiciones dirigidas a difundir entre los 130 mil visitantes que llegaron hasta el recinto, los instrumentos, servicios y programas, implementados para apoyar

el desarrollo agrícola de la Región.

Fital 2010 organizada en el contexto de la celebración del Bicentenario, congregó este año a 450 expositores, y su diseño fue concebido en tres grandes áreas de negocios dirigidos a cumplir con las exigencias, intereses y necesidades de quienes demandan y de quienes ofrecen sus productos, servicios y oportunidades comerciales.

¿SABE USTED QUIEN INVENTO EL RIEGO POR GOTEO?

GROW MORE WITH LESS

NETAFIM SOLUCIONES EN RIEGO

"Ahora lo sabe.....
Netafim lider mundial
en riego de bajo caudal"

RIEGOSISTEMAS
ES NETAFIM EN CHILE



RIEGOSISTEMAS NETAFIM LTDA
EL JUNCAL 500-A LOTE BUENAVENTURA -QUILICURA
TEL 56 2 5980100 FAX 56 2 5980101
WWW.NETAFIM-LATINAMERICA.COM
SANTIAGO, CHILE

NETAFIM™
GROW MORE WITH LESS

Vía concursos normales CNR entregó más de \$4 mil millones para aumentar y mejorar el riego en las regiones del Maule, Bío Bío y La Araucanía.

El Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira, señaló que estas entregas de certificados demuestran que el calendario normal de concursos no se vio afectado por los concursos de emergencia creados tras el terremoto.

Maule

La CNR organizó una entrega masiva de certificados para 112 proyectos que resultaron ganadores en los concursos 16, 18, 19 de 2009 y 01 y 03 de 2010 de la Ley N° 18.450 de Fomento a la Inversión de Obras de Riego y Drenaje, los que sumaron en total un aporte estatal de \$2.810 millones para proyectos de riego tecnificado y de reparación de embalses en la región. Las iniciativas benefician a 2.053 productores y mejorarán la condición productiva de 20.563 hectáreas, ubicadas en 22 comunas de las cuatro provincias de la zona maulina.



Bío Bío

En total fueron 52 proyectos de riego que participaron en nueve concursos de la Ley N° 18.450. Dentro de los concursos destacó el número 18-2009, destinado a la tecnificación del riego en zonas de secano y el 13-2009 orientado a pequeños productores que velan por una agricultura limpia. Además, en la ceremonia se entregó

el bono del concurso n° 19-2010 especial de emergencia para la rehabilitación de embalses, afectados por el megasismo.

La Araucanía

Los recursos entregados en la comuna de Padre Las Casas son el resultado de los concursos 18-2009 y 03-2010. En el primero de ellos, los proyectos favorecidos en

la región fueron 18 y pertenecen a las comunas de; Carahue, Freire y Padre Las Casas. La bonificación para estos proyectos alcanza los \$91 millones y la superficie física beneficiada alcanza las 33 hectáreas. Por su parte el concurso 3-2010 benefició a 3 proyectos de las comunas de Renaico y Vilcún. La bonificación para estos proyectos alcanzó los \$63 millones y la superficie física beneficiada llega a las 140 hectáreas.

El secretario ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira señaló que "estas entregas de certificados de bonificación demuestran que el calendario normal de concursos de la CNR no se ha visto afectado por la creación de los concursos especiales de emergencia tras el terremoto. Por lo tanto, la invitación queda cursada para que los agricultores pueden seguir participando tranquilamente de los diversos concursos que año a año desarrolla la CNR", señaló Pereira.

Región del Maule: \$660 millones para reparar embalses dañados por terremoto

Más de \$660 millones entregó la CNR para reparar 25 embalses dañados por el terremoto del 27 de febrero en la Región del Maule. Las reparaciones beneficiarán a 266 productores e impactarán positivamente en una superficie de 2.853 ha, distribuidas en 10 comunas de la región: Molina, Sagrada Familia, Romeral, Teno, Péncahue, Pelarco, Río Claro, Curepto, San Javier y Cauquenes. La Seremi de Agricultura, Anita Prizant, presidenta de la Comisión Regional de Riego, des-

tacó que con la entrega de estos resultados se cierra la etapa de colocación de recursos y se entra de lleno a la fase de reparaciones.

"Ya en el mes de julio entregamos en Curicó más de \$4 mil millones para reparar 42 canales en distintos puntos de la región, hoy con esta entrega especial para embalses completamos el aporte que hizo CNR para enfrentar la tarea de recuperar la capacidad de conducción de agua en nuestros sistemas", afirmó Prizant.



El Líder Mundial De Motores Sumergibles

Franklin Electric tiene la línea de Productos Sumergibles perfecta para sus APLICACIONES de RIEGO.

Estamos comprometidos con la Calidad, Disponibilidad, Servicio, Innovación y Valor que usted espera del Líder Mundial en la fabricación de Motores Sumergibles.

- Motores Sumergibles Encapsulados de 4, 6 y 8 Pulgadas
Rangos: 1/3 a 200 hp
- Motores Rebobinables de 6, 8, 10 y 12 Pulgadas
Rangos: 5 a 535 hp
- SubMonitor: Protección Trifásica para Motores
de 3 a 200 hp (5 a 350 Amps.)



Bombas • Motores • Controles • Sistemas de Presión Constante
Entrenamiento • Soporte Técnico • Programas para Distribuidores

*La Compañía en la que
Usted Confía Plenamente*



Franklin Electric

www.franklin-electric.com
LatinAmerica@fele.com

Fundación Chile, Corma y SNA: Crean piloto para certificar uso eficiente del agua

El uso eficiente del agua en actividades productivas será uno de los tópicos que crecerá con más fuerza en la agenda de desarrollo sustentable. Es factible pensar que esta materia alcance un impacto mayor que la "huella de carbono" si se considera que el mal uso y la contaminación de los recursos hídricos tienen un efecto visible en las comunidades.

Fundación Chile realizará el primer piloto en América Latina para crear un "Sistema de certificación de gestión responsable y sostenible de recursos hídricos", mecanismo que está siendo probado a través de certificaciones piloto y se desarrolla de manera conjunta con la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA) y la Corporación Chilena de

la Madera (Corma).

Aunque mucho de los estándares mundiales para medir el consumo eficiente de agua aún están en desarrollo, Verónica Lizana, directora del Programa de Sustentabilidad y Diversificación de Fundación Chile, explica que han optado por anticiparse puesto que la escasez de agua a nivel mundial, y su indispensable uso en las actividades humanas, es vital para el desarrollo productivo de los países.

Lizana detalla que lo que busca la certificación es demostrar un uso sostenible de los recursos, pensando en el resguardo de las generaciones futuras. Explica que para certificar la buena gestión de sus recursos hídricos, una empresa primero debe medir cuánta agua gas-



ta (huella del agua) en sus procesos productivos para luego, analizar en qué etapas puede realizar ahorros o reutilizarla. "Obtener la certificación pasa necesariamente por op-

timizar el uso del agua, reutilizarla y dentro de lo posible, devolverla al sistema purificada", sostiene la experta.

Provincia de Petorca: Nuevo centro de documentación sobre recursos hídricos



El primer Centro de Documentación en Recursos Hídricos para la Provincia de Petorca (CEDOC-GHPP) se ubica en la Ciudad de La Ligua.

Esta iniciativa ejecutada por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, busca disminuir la brecha de acceso a la información para la población de la provincia, entregando diversos servicios de búsqueda y acceso a

agricultores y autoridades analizan la manera en que se han gestionado los recursos hídricos a través de la ejecución del programa de "Gestión Hídrica Provincia de Petorca", dentro del cual se contempló la implementación de este centro de documentación (CEDOC) que pone a disposición de los usuarios una colección de más de 1.000 títulos a los que se les suman 480 otras publicaciones en formato digital.

material bibliográfico, estudios, mapas, revistas especializadas, así como material audiovisual para complementar el desarrollo de proyectos y acciones de asesoría y capacitación a los regantes y estudiantes.

Ante la escasez de agua que enfrenta la Provincia de Petorca,

Canal Cumpeo estará reparado en octubre

La conducción, seriamente dañada por el terremoto, permite el riego a más de 200 agricultores de la comuna de Río Claro.

El sistema de riego emplazado en la comuna de Río Claro es una de las seis obras mayores que fueron gravemente dañadas por el terremoto del 27 de febrero y que están siendo reparadas a través de la DOH. El proyecto fue adjudicado a la empresa Comsa Chile S.A., y consiste en restituir la capacidad total del canal (5 m³/s), al intervenir mil 600 metros lineales en los túneles Lo Gálvez y Remolino. La inversión será superior a los dos mil millones de pesos y requerirá 135 días de trabajo.

"El compromiso es tener esta obra de aquí al 20 de octubre, estamos haciendo esfuerzos importantes para ver si hay alguna posibilidad de adelantar la entrega de un poco de agua. Estamos contentos con el esfuerzo que se está haciendo y creemos que se va a poder asegurar la temporada agrícola y frutal para toda la comuna de Río Claro", aseguró el intendente del Maule Rodrigo Galilea.

Según las autoridades, de todos los sistemas de regadío que se están reparando en la VII Región, ésta era la que tenía las mayores dificultades técnicas.

Producción de espárragos pondría en riesgo ecosistema de Perú

La cantidad de agua que requiere su cultivo ha provocado una disminución en el nivel de aguas subterráneas y está amenazando al ecosistema de Perú según indicó un reciente estudio británico. De acuerdo al informe de Progressio, citado por The Guardian, el riego continuo que exige el cultivo de espárragos en el valle de Ica—zona desértica de Los Andes y uno de los lugares más secos de la Tierra— está provocando una disminución en el nivel de las aguas subterráneas, cercana a ocho metros anuales desde 2002.

En el informe se detalla además que algunos pequeños y medianos agricultores se han encontrado con sus reservas tradicionales de agua

gravemente disminuidas.

Según el estudio, la Huella de Agua derivada de la producción de espárragos es una de las mayores a nivel mundial, por lo que su producción no resulta sustentable para Perú ni para los agricultores de la zona.

La exportación de espárragos frescos apenas existía antes de finales de los noventa. En tan sólo 10 años el cultivo de la especie se disparó para cubrir casi 100 km² de desierto regenerado, mientras que Perú se convirtió en el mayor exportador mundial del producto, con una cifra superior a los US\$450 millones anuales. Cerca del 95 por ciento de los espárragos procede del valle de Ica.

Valle del Huasco aumenta valor en sistemas agrícolas



Aumentos en su productividad y valor agregado y reducciones significativas en sus costos de producción registran los más de 64 agricultores que participan en el Programa de Innovación Territorial (PIT) "Mejoramiento de la competitividad de los sistemas agrícolas del Valle del Huasco", iniciativa cofinanciada por el Ministerio de Agricultura, a través de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

El objetivo del proyecto, cuyo costo total asciende a \$1.195 millones, de los cuales FIA aporta cerca del 50%, es contribuir en la agregación de valor de las cadenas agroindustriales del Valle del Huasco, a través de un sistema de transferencia tecnológica e innovación para mejorar la competitividad territorial de las micro y pequeñas empresas.

"Los resultados luego de 24

meses, muestran un avance significativo de los indicadores planteados inicialmente. Por ello, esperamos que para un número creciente de agricultores se convierta en beneficiario indirecto, aumentando el alcance de las nuevas tecnologías introducidas a través del programa", indica Loreto Burgos, ejecutiva de innovación de FIA.

El PIT se focaliza en los rubros aceite de oliva, aceitunas, pajarite y hortalizas. Este último anota los mejores resultados en términos de productividad en el campo, registrando un aumento de 21,8% por hectárea acumulado a agosto de 2010. Este rubro además presenta avances en la eficiencia del uso del agua, la que ha aumentado en cerca de 67%, sobrepasando la meta del 10% que se había establecido en el programa.



Dirección General de Aguas convoca a concurso científico juvenil 2011

La DGA y el Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (CONAPHI), invitan a participar a estudiantes de educación media y profesores de todo el país a una nueva versión del Concurso Junior de Agua. Los ganadores viajarán a representar a Chile en el Stockholm Junior Water Prize que se realiza anualmente en

el marco de la Semana Mundial en Estocolmo, Suecia. La recepción de trabajos es hasta el 22 de noviembre de 2010. El Stockholm Junior Water Prize se llevará a cabo en Suecia durante septiembre de 2011.

La competencia tiene como propósito incentivar en los y las jóvenes chilenas la realización de

investigaciones científicas y/o tecnológicas que tengan como norte apoyar la investigación y el desarrollo de los recursos hídricos del mundo y promover esfuerzos para mejorar la conservación del agua. En el concurso podrán participar equipos de trabajo de hasta dos estudiantes que en septiembre del 2011 tengan entre 15 y 19 años,

más un profesor guía. Además, el grupo puede contar con un asesor científico externo declarando en el formulario de presentación la naturaleza de su colaboración.

Más informaciones en:
www.juniordelagua.cl
www.dga.cl
www.ineh.cl

Más de tres décadas en el

Al conmemorarse 35 años de la creación de la Comisión Nacional de Riego; en su mes aniversario; usuarios, académicos y colaboradores de la gestión institucional, analizan desde una perspectiva profesional y técnica, el trabajo desarrollado, instancia propicia también para esbozar de manera concreta su visión respecto de los principales desafíos que enfrentará la organización en los próximos años.

*Luis Mayol Bouchon
Presidente de la Sociedad
Nacional de Agricultura (SNA)*

“El sector agrícola ha crecido fuertemente; el año 97 se exportaron alrededor de 4 mil millones de dólares, cifra que se duplicó en 10 años. Para hacer esto posible, se ha requerido una fuerte inversión en riego, prueba de ello, es el aumento de la superficie tecnificada que ha crecido un 230%. Nada de esto hubiera sido posible, sin el fuerte apoyo técnico y financiero de la Comisión Nacional de Riego”.

“El principal desafío es continuar con la implementación de riego tecnificado en las distintas zonas productivas del país. Este tipo de tecnología permite un uso eficiente del agua, recurso cada vez más escaso. Si nosotros queremos ser una potencia agroalimentaria, tendremos que al menos duplicar nuestra superficie de riego. Hoy, una buena parte de estos recursos hídricos, se van al mar sin ser aprovechados por ningún sector económico. Con una mayor inversión, tanto en obras mayores como menores, y un fuerte impulso de la CNR sería factible alcanzar esta meta”.

Gustavo Rivera Rivera
Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Maule y Presidente del Consejo de la Sociedad Civil de la CNR

“La CNR ha realizado un trabajo muy valioso para la agricultura a lo largo de su historia; en su calidad de órgano del Estado responsable de la ejecución de la Ley N° 18.450, en el desarrollo y la tecnificación del riego. Desde mi punto de vista, su mayor aporte está dado por el alto grado de profesionalismo con el cual han desarrollado su



trabajo, focalizando adecuadamente los recursos de la Ley y aplicando una normativa muy transparente, que ha logrado una gran eficiencia de los recursos; transformándola en uno de los instrumentos de fomento más efectivos del Estado”.

“El gran desafío de la CNR es continuar consolidándose como organismo técnico de apoyo al Ministerio de Agricultura, y liderar el trabajo con las organizaciones de regantes para canalizar las iniciativas y propuestas que presenten; de tal forma que el Estado tenga cada vez más interés en invertir recursos en infraestructura para el desarrollo del riego”.

Dr. Eduardo Holzapfel Hoces

Decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción

“La Comisión Nacional de Riego ha cumplido un rol relevante en el desarrollo de la agricultura nacional, a través del sustantivo apoyo al mejoramiento del uso del recurso hídrico en este sector de la economía (...). Es indudable que esto ha

permitido hacer de la agricultura una actividad de mayor competitividad, reconociendo el rol que cumple el riego en la producción agrícola del país, quedando claramente expresado por el hecho de que la superficie bajo riego genera entre el 60 y el 65% del Producto Interno Bruto del sector, y que la agricultura de riego origina más del 80% del valor de las exportaciones de origen agrícola no agroindustriales de Chile”.

“Entre los elementos que considero que es necesario apoyar, y a los cuales se debe poner una importante cuota de atención, destaco: sistemas de distribución a presión, modelar uso conjunto: agua para riego, generar energía y recreación, investigar en relaciones agua producción-calidad, desarrollar tecnologías de riego limpias, diseño óptimo de sistemas que consideren la variabilidad espacial, la eficiencia en el uso del agua, la energía y la contaminación del suelo y el agua, y por último; establecer sistemas de apoyo para el manejo y operación de los sistemas de riego en diferentes niveles territoriales”.



desarrollo hídrico de Chile

José Miguel Morán Messen

Gerente General de la Asociación Gremial de Riego y Drenaje (AGRYD)



“La CNR creada en septiembre, al igual que la AGRYD, pero con una diferencia de prácticamente 33 años, ha contribuido desde su inicio al mejoramiento e incremento de la superficie regada del país (...), permitiéndole al sector privado desde sus orígenes, crear y mejorar infraestructuras de embalses y conducción de las aguas, como también permitir el acceso a sistemas de riego tecnificado, modernizando la agricultura, desarrollando la industria de los servicios y proveedores ligados al sector, siendo en definitiva un importante contribución al progreso de Chile”.

“Según mi opinión, una manera efectiva de seguir incrementando la superficie de riego en el país, es incorporando el concepto de eficiencia, es decir, optimizar la relación costo de los proyectos versus el beneficio de sus aplicaciones, para fomentar de esta manera el uso eficiente del recurso hídrico”.

Juan Antonio Arrese Luco

Director Nacional de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas

“La CNR ha contribuido de manera relevante al quehacer y al desarrollo del riego en el país. En primer lugar, a través de su participación en el impulso de las grandes obras de riego y, a través de su gestión de la Ley de Fomento, lo que ha permitido la tecnificación de cerca de 300 mil hectáreas a lo largo del país. Esta acción no sólo es importante para el riego, sino que también para conseguir un mejor aprovechamiento de un elemento tan vital como es el agua”.

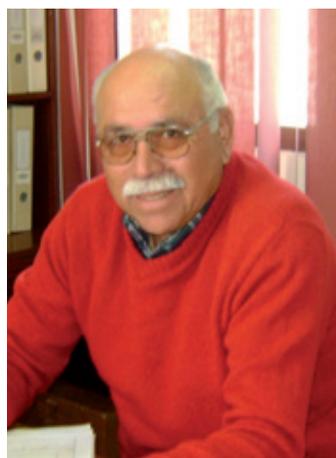
“Un primer aspecto es mantener e incrementar el desarrollo de la Ley de Fomento, ya que ésta ha demostrado ser una herramienta de gran significancia, como se advirtió durante el trámite legislativo para la extensión de la misma y la modificación de los niveles de subsidio, donde contó con un amplio y transversal apoyo (...). Asimismo,



debe mantener su papel en el impulso a las grandes obras que luego desarrolla el Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas”.

Amable Barraza

Presidente de la Asociación de Canalistas Canal Camarico de la Región de Coquimbo



“En primer lugar quiero destacar el contacto directo y la relación cercana que ha mantenido esta institución con los regantes, desde sus funcionarios hasta el Secretario Ejecutivo, demostrando además su alto nivel de competencia y profesionalismo. Considero que a lo largo de estos años han entregado un servicio de gran calidad a los agricultores. También quiero valorar el aporte que realiza la Ley de Fomento, desde el año 2004 hemos recibido alrededor de \$4 mil millones en bonificación, lo cual ha contribuido a revestir 18 kilómetros del canal matriz y derivados, impermeabilizar tranques, entre otros proyectos.

Como organización creemos que es de gran necesidad continuar

trabajando de manera estratégica, aunando recursos públicos y privados, para modernizar la infraestructura hídrica existente en la Región. Especialmente en las circunstancias de escasez hídrica en la que nos encontramos, situación que podría agravarse aun más el próximo año si no llueve durante esta temporada.

Marcelo Mourges Schurter

Consultor de la Ley N° 18.450



La CNR en su tarea más conocida, la administración de la Ley de Fomento al Riego ha hecho un trabajo reconocido a nivel nacional por agricultores, empresas consultoras, de diseño e instaladores de sistemas de riego tecnificado, todos los cuales no escatimamos elogios para su desempeño. Al cumplir 35 años de esta fructífera labor, esperamos que la CNR siga cada día fortaleciendo su gestión la que ha sido, es y será pilar del desarrollo de una agricultura moderna, eficiente en el uso de los recursos y amigable con el medio ambiente. **CR**

Ministro de Agricultura José Antonio Galilea:

“El riego es clave para convertir a Chile

El Ministro de Agricultura explica que a través del riego se buscará mejorar el acceso al recurso hídrico de la pequeña agricultura y que la seguridad de riego permite viabilizar las inversiones en cultivos permanentes. Por otra parte considera imprescindible difundir y transferir capacidades en la utilización de modernos sistemas de aplicación del agua de riego que permitan mejorar la eficiencia intrapredial. Adelanta que ya está definido el plan de construcción de obras mayores de riego y que se priorizaron seis embalses a nivel nacional. Además se enfatizará el fortalecimiento de organizaciones de regantes y la regularización de derechos de agua.



– ¿Cuáles son las metas y desafíos que guiarán el actuar del Ministerio de Agricultura?

– En primer lugar, quisiera destacar que la agricultura nacional ha sido revalorizada por el Gobierno del Presidente Sebastián Piñera. Es el propio Presidente de la República quien ha dado un rol relevante a este sector, así como también nos ha puesto metas claras, desafiantes y cuantificables en beneficio de los agricultores y del país.

Uno de nuestros principales objetivos es promover las condiciones para que Chile se transforme definitivamente en una potencia agroalimentaria y forestal.

Estamos en un proceso de consolidar al Ministerio de Agricultura como una fuente oportuna y accesible de información y apoyo a la gestión pública y privada del sector, modernizando la institucionalidad y el estilo de gestión, buscando eficacia y eficiencia ministerial, lo que incluye a todos nuestros servicios. No obstante lo anterior, los 25 compromisos, y sus principales objetivos estratégicos, que asumió el Presidente durante su campaña, son nuestra agenda y carta de navegación y en ellos estamos avanzando y simultáneamente estamos impulsando las acciones para superar los índices de pobreza rural.

Esto ha significado realizar acciones de la más diversa índole. De hecho, el desafío de transformarnos en potencia alimentaria tiene que ver con el objetivo de abrir nuevos mercados y perfeccionar los ya logrados, generando de manera automática un incentivo para el sector, lo que se traduce en un aumento de la superficie de plantación y se convierte en una especie de círculo virtuoso.

Queremos escucharlos, que ellos participen de las iniciativas que llevemos adelante. Probablemente, en algunas podamos tener discrepancias en su momento, pero confío en que seremos capaces de

canalizarlas correctamente, siempre teniendo en consideración que nuestro principal objetivo es levantar la agricultura chilena, hacerla competitiva en el mundo y lograr con eso un desarrollo rural y una mejor calidad de vida para toda la gente que vive en el campo.

En materia de competitividad estamos realizando variadas acciones que involucran, recursos, gestión, desburocratización y normativa.

– ¿Cuáles serán las líneas de acción en riego y drenaje?

– El riego es clave para convertir a Chile en una potencia agroa-

en una potencia agroalimentaria"



limentaria y forestal y mejorar el acceso al recurso de la pequeña agricultura.

Más aún, la seguridad de riego, permite viabilizar las inversiones en cultivos permanentes. La gran importancia del riego, como un insumo de la producción agrícola de exportación, queda de manifiesto si consideramos que más del 80% de nuestras exportaciones provienen de suelos regados.

Para convertirnos en potencia alimentaria, requerimos un aumento del volumen de las exportaciones, lo que implica, entre otras acciones, contar con mayor disponibilidad del recurso hídrico,

lograr aumentar la seguridad en la disposición de las aguas de riego y su consiguiente aumento en la cantidad de superficie regada.

De nada serviría incorporar nuevos recursos si los actuales los usamos ineficientemente. Además, es imprescindible difundir y transferir capacidades en la utilización de modernos sistemas de aplicación del agua de riego que permitan mejorar la eficiencia intrapredial, especialmente a nivel de la pequeña agricultura.

A nivel intrapredial la disponibilidad es variable según la zona del país, por lo que nuestro trabajo se orienta a que en todas las regiones mejoremos la eficiencia en la utilización de las aguas de riego, masificando la tecnificación. En cuanto a la habilitación de suelos con mal drenaje para su explotación agrícola, tendremos en consideración especialmente el impacto ambiental que esta práctica puede generar.

El aumento del recurso hídrico lo lograremos mediante la construcción de grandes y medianas obras de riego, tales como embalses superficiales y subterráneos, y en mejorar la eficiencia de conducción del agua de riego.

En cuanto al aumento de eficiencia en los sistemas de conducción y en la aplicación del agua de riego, es vital el compromiso de los agricultores, tanto a nivel individual como organizacional, por ello estamos adecuando los requisitos de participación de los concursos de la Ley de Fomento y reorientando los programas de transferencia tecnológica, que se ejecutan a través de la Comisión Nacional de Riego.

– ¿Está definido el programa de grandes obras de riego que se construirán o proyectarán durante este gobierno? de lo contrario ¿cuándo se espera tener el programa?

– Como lo señalé al comienzo, estamos enfocados en lograr nuestro desafío, en aumentar la superficie regada y mejorar la seguridad en la disponibilidad de las aguas de riego. Hemos avanzado en estos primeros meses en definir políticas de riego de largo plazo para el país y en un reordenamiento de los instrumentos de fomento.

Actualmente, el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego, que presido, ha definido un plan de construcción de obras mayores de riego, logrando priorizar seis embalses a nivel nacional, los cuales se presentaron ante S.E. el Presidente de la República para su consideración.

Sin embargo, esta priorización no ha sido fácil, ya que no existía una metodología común entre instituciones, por lo cual, estamos trabajando en conjunto con el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y de la Dirección General de Aguas (DGA), el Ministerio de Planificación y Cooperación (Mideplan) y la Comisión Nacional de Riego para elaborar un manual de desarrollo y priorización de obras hidráulicas a nivel país, que incluye criterios de eficiencia, eficacia y rentabilidad de las grandes inversiones requeridas y tiene por objetivo generar un banco único de proyectos. Este documento será presentado al Presidente Sebastián Piñera a la brevedad.

Todo lo anterior se complementa con un cambio en la forma de trabajar, porque además estamos diseñando un manual de procedimientos en el ámbito del riego para las instituciones vinculadas, con la finalidad de no duplicar esfuerzos y entregar un mejor servicio en todo el país.

– ¿Qué rol asumirán las organizaciones de usuarios de aguas durante esta gestión?

– Las Organizaciones de Usuarios de Agua tendrán un rol central. Por ello, priorizaremos el fortalecimiento de éstas, a través de programas para la constitución de nuevas Juntas de Vigilancia y el saneamiento de sus derechos de agua.

Al tener instituciones sólidas, legalizadas y autoadministradas con eficiencia, muchas de ellas podrán solucionar sus problemas de escasez del recurso y su alto costo, incluso optar a iniciativas de autofinanciamiento, como la generación de energía eléctrica. Esta mayor conciencia y mejor gestión permitirá que los agricultores cuiden mejor el recurso en cantidad y calidad.

– ¿Cuál es el diagnóstico respecto al mercado del agua en Chile?

– Creemos prioritario regularizar y perfeccionar los derechos de aprovechamiento de agua de nuestros agricultores pequeños y medianos, garantizando de esta manera la transparencia del mercado del agua. Hoy en día nos hemos encontrado con superposiciones y un gran desorden en esta materia.

Estamos trabajando en estrecha coordinación con la DGA y con



otras instituciones como el Ministerio de Energía, SAG e INDAP para lograr fomentar la inscripción de derechos de agua, lo cual nos va a permitir entregar una información clara y transparente a los agricultores, respecto a la cantidad del recurso que poseen y su valor. Además podremos construir un inventario y saber qué cuencas están sobreexplotadas.

– **¿Cuáles serán las temáticas, en las que colocará énfasis el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Riego para los próximos años?**

– Hemos definido cuatro aspectos claves, en los cuales estamos concentrados. El primero tiene relación con empoderar a las instituciones que conforman el Consejo, de acuerdo a las responsabilidades que por ley debieran ejercer, además de ordenar las facultades tanto de sus miembros como del propio Consejo.

El siguiente énfasis está puesto en perfeccionar la actual metodología de evaluación de las inversiones en riego, de manera que nos permita valorar de mejor forma, tanto los beneficios directos como

indirectos de éstas, con el objeto de priorizar las futuras obras a construir, evaluar el eventual subsidio que implicarían y dar énfasis a la gestión de las instituciones con la finalidad de dar un traspaso rápido a los privados.

El tercer enfoque será reformular y actualizar la Política Nacional de Riego que permita definir un programa de inversiones en riego a mediano plazo, que apunte a aumentar la superficie de riego y mejorar la eficiencia de uso del agua.

Por último, hemos definido establecer un Banco Único de Proyectos de Riego en el cual se reúna y sistematice toda la información relacionada con los proyectos, con el fin de que dicha información esté disponible para instituciones públicas, privadas, académicas, ONGs y público en general.

– **El terremoto condicionó la gestión del gobierno y la agricultura fue un sector productivo bastante golpeado. ¿En qué situación se encuentra hoy el sector?**

– Ciertamente las prioridades cambiaron, porque el desafío más inmediato era enfrentar la emer-

gencia y luego la reconstrucción. Y así hemos estado, desde el día en que asumimos, literalmente de cabeza tratando de resolver la emergencia en el mundo agrícola y el rural.

Una de las consecuencias más graves del terremoto fue precisamente los daños que produjo en el sector del riego. El balance recopilado por la Comisión Nacional de Riego y la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas confirman daños, entre las regiones de Valparaíso y de La Araucanía, por más de 35 mil millones de pesos en la infraestructura de riego, de los cuales 28.000 millones corresponden a daños en la infraestructura de conducción, canales y sus obras de arte, y 7.000 millones a obras de regulación, es decir tranques y embalses.

Es importante destacar que la obtención en el breve plazo de un diagnóstico acertado de los daños generados a la infraestructura de riego se debe al trabajo conjunto que se realizó con las organizaciones de usuarios de aguas, con los servicios de distintas reparticiones públicas y con profesionales del sector privado.

Lo anterior permitió que cada institución abordara la reparación y rehabilitación de las obras de riego dañadas en el ámbito de sus competencias. Es así como INDAP asistió a la pequeña agricultura en los daños menores a sus obras, la DOH redireccionó su presupuesto para reparar las obras mayores y la CNR configuró inmediatamente dos concursos de emergencia.

Recuperar la operatividad de la infraestructura de riego se convirtió en una tarea prioritaria para nuestro sector. De allí que el gobierno a través de la Comisión Nacional de Riego colocó 9.150 millones de pesos para los concursos de emergencia y se han solicitado la asignación de 5.000 millones adicionales para los concursos del año 2011.

Podemos afirmar que nuestra responsabilidad ministerial fue cumplida en los plazos y los montos requeridos. El concurso de reparación de canales bonificó 91 proyectos por un monto de 8 mil 150 millones de pesos, beneficiando a más de 18 mil agricultores y abarcando una superficie de más de 400 mil hectáreas. En tanto, el concurso de reparación de embalses bonificó 39 proyectos por un monto de mil millones de pesos, beneficiando a más de 295 agricultores y abarcando una superficie de más de 6.000 mil hectáreas.

En esta misma línea, realizamos una alianza estratégica entre el Banco Estado y la CNR, con el fin de mejorar el acceso al prefinanciamiento de las obras de riego y drenaje, a través de un crédito de enlace para estos efectos.

El gobierno cumplió con los agricultores, asegurándoles una parte mayoritaria del financiamiento de la reparación de las obras dañadas por el terremoto, a través de la Ley de Fomento al Riego. Muchas de las obras dañadas están ya operativas y otras lo estarán prontamente, asegurando de esta forma el riego para la temporada que se inicia de gran parte de la superficie comprometida. **CR**

Reciclaje de cintas de riego

Buenas prácticas medioambientales en el agro

Este tipo de reciclaje -único en Latinoamérica- provee una solución sustentable e innovadora para el manejo responsable de subproductos y residuos industriales.

Conscientes del impacto ambiental que genera el uso de las cintas de riego en los campos agrícolas luego de ser desechados, Grupo Tecnoagro, especialista en soluciones de riego tecnificado, es pionero en ofrecer en Chile un completo sistema de reciclaje de éstos insumos, tras suscribir un acuerdo con la internacional Greendot.

El uso masivo de cintas para el cultivo de hortalizas y otros productos, significa no sólo la acumulación de desechos en los campos, sino que un gran problema para los agricultores por los grandes volúmenes que se acumulan luego de tres meses de vida útil. Por eso, este tipo de reciclaje provee una solución sustentable e innovadora para el manejo responsable de subproductos y residuos industriales.

"Este es un acuerdo estratégico que refleja nuestro compromiso con el medio ambien-



te y con los clientes, dándoles una opción real a un serio problema que hasta el momento no tenía solución y brindando así un sistema integral de servicios a la agricultura" afirma José Luis Aguera, Gerente General de Tecnoagro.

A través de la empresa Greendot, se reciben, procesan y reciclan las toneladas de cintas acumuladas por el productor, lo que se traduce en la eliminación de basurales generados por el acopio del insumo en los campos. Tras ser procesados, la materia es usada en el continente asiático para la elaboración de otros productos.

Producto destacado:

Adhesivo Profesional OATEY Humedad para PVC

Es formulado para trabajar en condiciones de humedad, presencia de agua o lluvia, y es ideal para las condiciones de riego agrícola.

Los adhesivos funden la superficie del tubo de PVC y el interior de la conexión convirtiéndolas en una sola pieza y el punto de la unión es la parte más resistente de toda la línea hidráulica porque nunca se despega. Los solventes ablandan la superficie y controlan el tiempo de secado, en este caso su característica es ser de presurización inmediata.



Los milagros de la ciencia

fungicidas

CURZATE®
MANZATE® 75 WG
NUSTAR® 40 EC
PUNCH® C
KOCIDE® 2000 WG

insecticidas

AVAUNT® 30 WG
CORAGEN® 20 SC
LANNATE® 90 PS
VYDATE® L
VYDATE® 10 G

herbicidas

ACCENT® ALLY®
ASSURE® PLUS
ATRAZINA FINESSE®
GLIFOSATO DuPont Pro
GRANSTAR® KARMEX® WG
LOROX® MATRIX REFINE®
VENZAR® VELPAR® SAFARI®



Asistencia Técnica de Ventas: La Serena (09) 437-2093 / Santiago (09) 335-1663 / Rancagua (09) 535-0268 / Chillán (09) 335-1678 / Temuco (09) 655-9979

• Logística y Despachos: Teléfono 02/3622460 Fax pedidos: 3622212 / Anexo: 2460



Teléfonos de emergencia: CITUC Convenio Cituc/AFIPA (2) 6353800
 DuPont Chile S.A. (2) 3622200



Dos siglos en riego en Chile



Caspana. La tecnología altiplánica introdujo las terrazas al norte de Chile, surtiéndolas de agua mediante pequeños canales.

Como nada parte de la nada, no se puede pensar en una historia de 200 años sin considerar lo que hubo antes. Y de hecho previamente a la llegada de los españoles, ya existían avances en el manejo del agua.

El primer “impulso modernizador” vino del altiplano. Su influencia cultural se hizo sentir cuando los primeros habitantes del extremo norte de Chile comenzaron a asentarse definitivamente. Algunas obras de riego artificial se remontan a 2.200 y 2.800 años atrás.

La tecnología altiplánica amplió las pequeñas superficies regadas que se encontraban en terrenos de pendientes abruptas, ampliándolas mediante la construcción de terrazas escalonadas o “eras”, las que surtían de agua mediante pequeños canales desde su fuente en vertientes y esteros. Además de la eficiencia en el uso del recurso hídrico, el sistema permitía evitar la contaminación de los suelos si se

regaba con aguas salobres y utilizar un excedente de agua para el lavado. Se trata de una práctica todavía utilizada en valles como Calama, Quillagua o San Pedro de Atacama, entre otros.

La influencia de la “cultura atacameña” se extendió hasta el río Cachapoal, en la Región de O’Higgins. Más al sur y en el área mapuche se siguió aprovechando solamente las lluvias y la humedad natural de los terrenos.

Los principales cultivos eran maíz, poroto, papa, zapallo, quínoa, mango y ají. Algunos especialistas estiman que esta primera fase de desarrollo agrario se completó aproximadamente hacia el año 500 antes de Cristo.

En el norte semiárido de Copiapó al Limarí, a lo menos durante los primeros 600 años de la era cristiana, se desarrolló en el período “agroalfarero temprano”. En los sitios de la cuenca alta del río Copiapó, se advierten algunos restos de acequias derivadas de quebradas laterales e indicios de cultivos en los conos de deyección de dichas quebradas (El Torin y Carrizalillo Chico).

Más tarde, nuevas culturas, como la Diaguita, intensifican el riego artificial y construyen numerosos canales. Unos 50 a 80 años antes que los españoles, se instaló el dominio de los incas, quienes aprovecharon y ensancharon las obras; varias de ellas prestan servicio hasta el día de hoy, como es el caso, en el valle de Elqui, del Tambo, Quilacán, Culcatán y Cutún. Probablemente a esa época correspondía el sistema de riego “de caracol”, una modalidad por surco practicada hasta hoy en el valle de

Las páginas que siguen nos aproximan a la historia del uso del agua con fines agrícolas en nuestro país. No pretende ser un enfoque original: las fuentes se encuentran indicadas en un recuadro y en muchos casos el artículo reproduce extractos de los textos utilizados. No se incluyeron las citas, para facilitar la lectura, pero el mérito de la autoría ciertamente corresponde a los escritores de quienes se tomó la información. Algunos aspectos y numerosos antecedentes no pudieron ser incluidos por falta de espacio, pero esperamos al menos, dar una idea del inmenso esfuerzo realizado en 200 años por este colectivo al que llamamos Chile.

Compilador: Francisco Fabres

Azapa. El imperio del Cuzco también desarrolló pequeños regadíos en el valle de Copiapó. En el Chile central construyó acequias para captar aguas del Mapocho, con las que se regaron los sectores de Apoquindo, Tobaraba, Ñuñoa, Conchalí, El Salto y Huechuraba. Desde el río Maipo construyeron ductos para abastecer de agua a cultivos en Calera de Tango, Malloco, Peñaflores y Talagante.

A este período corresponde la construcción de la mayor parte de los pequeños y medianos canales de riego ya existentes a la llegada de los hispanos en los valles del Norte Grande, del Norte Chico, de Aconcagua (como el canal Pochayay) y del valle central hasta el río Cachapoal.

El área total cubierta no debe haber sido superior a las 1.000 ha en la zona norte y unas 2.000 a 3.000 ha en la zona central.

El período de la colonia

Durante la colonia preferentemente se ensancharon los canales primitivos y se construyeron otros de trazado sencillo y económico.

Al igual que en diversas áreas de desarrollo técnico-productivo, los jesuitas impulsaron obras de regadío para la agricultura. En 1666 construyeron el canal La Punta, el de la hacienda San Pedro, a mediados del siglo 18, y luego los correspondientes a los predios Calera, Compañía, Ñuñoa, Las Viñas de La Cruz y Viña del Mar, entre otros, hasta su expulsión de Chile y los territorios de España, en 1767.

Más o menos en la misma época esfuerzos privados sumaron el Canal Viejo de la Compañía, derivado del Cachapoal, además de los canales San Vicente, Espejo y Huidobro, derivados del Maipo.

Como una excepción en una época de pocas iniciativas en grandes obras de ingeniería hidráulica, destaca el comienzo de la construcción del canal San Carlos del Maipo, todo un hito en la historia del regadío en Chile por ser la primera



Desborde del primitivo Canal San Carlos en 1776. Dibujo de Rodolfo Hoffmann M. Gentileza de la Sociedad del Canal de Maipo.

y por bastante tiempo la única intervención estatal en la extensión del sistema de riego. Sin embargo, pasarían muchos años y una revolución independentista antes de que la obra estuviera terminada.

El primer canal de riego de los 200 años

Los albores del Canal San Carlos se remontan a 1709, cuando el Gobernador Juan Andrés de Ustáriz informó al Rey de España sobre la necesidad de construir un canal que uniera el río Maipo y el Mapocho, aduciendo razones económicas y sanitarias. Pero recién en 1743 el Gobernador Juan Antonio Manso de Velasco ordenó un estudio para la construcción de la obra.

El proyecto sufrió numerosas vicisitudes, incluidos errores en nivelación, algunos escándalos financieros y promesas incumplidas. Los trabajos se reanudaron en 1802, pero la guerra de la Independencia los interrumpió. Los reimpulsó O'Higgins a partir de 1818, luego del triunfo sobre los realistas. La viajera inglesa María Graham testimonia la obra en funcionamiento.

Poco después, sin embargo, sufrió los efectos del terremoto de 1822 y resultó destruido parcialmente por aluviones en 1823.

Así en 1825 debieron reiniciarse las labores. Paralelamente, se constituyó lo que hoy se conoce como la Sociedad Canal del Maipo (decreto de mayo y junio de 1827), que tuvo que encontrar fórmulas y sistemas originales para su administración. Los trabajos se dieron por "terminados" en 1829, pero los canalistas que se hicieron cargo invirtieron 900.000 pesos hasta 1841. Su costo total fue de \$3 millones. En términos nominales, menos que un auto de nuestros días, pero una gigantesca suma al valor de la época.

La nueva Sociedad presentó en 1832 un proyecto para construir obras destinadas principalmente a mejorar la captación, las que llevarían el nombre de Bocatoma Eyzaguirre. En 1843 la Sociedad Canal del Maipo inició la construcción del llamado "Canal Nuevo" y otros, de tal modo que en 1873 se encontraban concluidos los canales San Carlos, Nuevo Eyzaguirre, San Francisco, San José, San Pedro, Pinto, San

El realizador de los albores de Chile: Domingo De Eyzaguirre



Fue el alma de la terminación del canal San Carlos. En 1811 lo nombraron intendente de la obra y poco después asumió también su dirección. Luego de la victoria patriota retomó el largo proceso que llevó a la construcción definitiva. En 1835 dio inicio a un nuevo canal en el Maipo, que llevaría su nombre, y que terminó en nueve años. Fue también presidente de la Sociedad del Canal de Maipo, primer presidente de la "Sociedad Chilena de Agricultura", diputado y contribuyó a la fundación de San Bernardo.

Bernardo, Ramal de San Francisco, Valledor, Cisternas, San Joaquín, San Miguel, Pólvora, Punta, Yungay y Zapata.

El siglo XIX: el auge de los canales

Si algo caracteriza al siglo XIX en materia de riego, es la construcción de numerosos canales en la zona central, lo que permitió ampliar en forma considerable la producción agrícola al norte del Bío Bío.

El fenómeno se desató luego de la Independencia, pero se activó particularmente al aproximarse la mitad del siglo, ya que a raíz del crecimiento en la producción del sector rural, la capacidad de riego de todos los ríos del Norte Chico y de la Zona Central, con excepción del Maule, se vio sobrepasada.

Durante el lapso 1830-1880 los valles se vieron surcados por unos

400 canales hasta la "frontera" del Bío Bío. A simple vista la zona parece fácil de cubrir, pero en realidad presenta grandes dificultades técnicas y los trazados requieren, debido a su longitud, numerosas obras de arte, como túneles, sifones, refuerzos en terrenos blandos, excavaciones en roca viva, cortes, impermeabilizaciones, etc., lo que implica una fuerte inversión de capital.

Así, una proporción significativa de los canales importantes que hoy existen en el país corresponde a la segunda mitad del siglo XIX. Los agricultores del valle de Huasco iniciaron entre 1827 y 1833 la construcción de los canales Marañón, Buena Esperanza, Quebrada Honda y otros. En Coquimbo, por Decreto Supremo fue autorizada en 1838 la construcción del canal Bellavista, que riega los terrenos situados al sur de la bahía, con la

única condición de que surtiera también de agua potable a la localidad vecina de La Serena. Sus 80 km riegan 7.500 ha. Los jesuitas -importantes precursores en la ampliación del regadío durante la colonia- luego de su regreso ya habían construido entre 1835 y 1840 en el valle del Aconcagua los canales Romeral, Purutún, Curimón, Quilpué y Panquehue. En la misma zona se establecieron también los canales Urmeneta (1860) y Puca-lán (1855), que riega la mitad del valle del Purutún. El Waddington (1843), con sus 60 km, cubre la zona de Calera, Quillota y Limache. En el área de Melipilla, en tanto, el primer canal construido fue el de Puangue (1830), que se dirige a Curacaví; para seguir con los de San José, Paico, Chiñigüe, Huacalemu, San Diego y Huechún.

A los ya mencionados se agregaron otros, como el canal Buzeta en el valle del Choapa; Pirque, Espejo, Ochagavía, Santa Rita, Viluco, Paine, Quinta, Culprán y Puangue, derivados del río Maipo; Lucano, Nuevo Cachapoal, Comunidad Codo, Las Cabras, Almahue y Pichidegua del río Cachapoal; Común, Chimbarongo y Huique del río Tinguiririca; Población y Santa Cruz en el estero Chimbarongo; Cumpeo y Pelarco del río Lontué; Duao Zapata, el Morro y Colbún del río Maule.

En lo que respecta a la construcción de embalses, el más antiguo del que se tiene antecedentes es el llamado "La Rotunda", construido de albañilería de ladrillo en 1838 por el propietario de la hacienda Tapihue, en Casablanca. En 1848 se sumó el embalse "La Vini-lla", en el mismo valle.

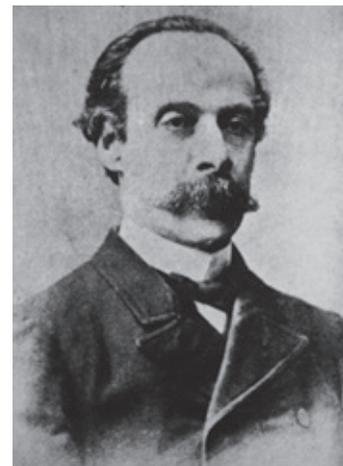
Al no conseguir una merced de agua en el río La Ligua, el agricultor Francisco Javier Ovalle decidió construir el embalse Catapilco, en su hacienda del mismo nombre. Entre 1853 y 1859 llevó a cabo las obras, de las cuales se ha dicho que constituyen un modelo de ubicación. Al igual que el embalse Catapilco, fueron numerosas las

pequeñas represas que se construyeron en diversas localidades. Cabe destacar el embalse Vichiculén, en Llay Llay; el Orozco en Casablanca, y el Marga Marga y el Viña del Mar en los alrededores de la ciudad del mismo nombre, todos ellos destruidos por un gran aluvión registrado en 1877. Como se aprecia, los grandes desastres no solo se repiten en nuestra historia, sino que también desde antiguo han sido un acicate para la ejecución de nuevas iniciativas.

Entre los trabajos de desecación de pantanos, debe mencionarse especialmente el de la Laguna de Tagua-Tagua (1838) que tenía, según las unidades de medida utilizadas en la época, un largo de 3 leguas por 30 cuadras de ancho. El desagüe se hizo hacia el estero Tagua-Tagua a través de un cauce de 4 kilómetros de largo en una operación que duró 10 años.

Los visionarios del riego

Muchas de las obras requirieron un inmenso esfuerzo por su extensión, costo, dificultades técnicas, superficie irrigada y el tiempo que consumieron. El canal de las Mercedes (Santiago) se comenzó en 1854 y demoró treinta años, regó 12 mil hectáreas al norte de Melipilla, se extendió 120 kilómetros



Antes de ser Presidente, José Miguel Balmaceda invirtió casi toda su fortuna en el canal de las Mercedes. Imagen tomada del libro Sociedad del Canal Maipo 170 años.



Canal Waddington a la altura de Olmué (Pelumpén). Debe su nombre al empresario inglés Josué Waddington y data de 1843.

(100 recorriendo faldeos de cerros) y tenía tres túneles y un acueducto. Alimentado fundamentalmente por el Mapocho, puso bajo riego las haciendas de Las Mercedes, Curacaví e Ibacache. Domingo Matte Mesías lo inició y su hijo Domingo Matte Pérez (hermano de Claudio, el autor del "silabario Matte") lo terminó. En él invirtió casi toda su fortuna José Manuel Balmaceda, antes de ser presidente, quien poseía una de las haciendas de secano que cubría el trazado. Patricio Larraín Gandarillas inició el canal Mallarauco, cuyos trabajos se prolongaron veinte años, culminando en 1893, y dieron agua a 7 mil 500 hectáreas. Canales como los dos que acabamos de mencionar presentaron importantes dificultades técnicas que fueron solucionadas gracias al ingenio y preparación de los constructores de la época, después de cruzar sendas cadenas de cerros de la Cordillera de la Costa por túneles, tecnología que en aquellos años nos significó el título de innovadores a escala mundial.

Otro visionario del riego, Vicente Correa, gastó 18 años llevando el canal Cumpeo (Talca) por 40 inverosímiles kilómetros de serranías, atravesando túneles y cauces a tajo abierto (excavados con una profundidad de hasta 25 metros), para abarcar 5 mil hectáreas.

Estas inversiones en riego constituyen un legado gigantesco. Sus beneficios han sido aprovechados por generaciones y seguirán recogiendo indefinidamente. Sin embargo, para el lucro personal de quienes los construyeron, los canales resultaron un negocio muy dudoso. Balmaceda no fue el único que perdió su fortuna en ellos. "Tengo a la mano una estadística que he formado... sobre el resultado económico de las empresas (canalizadoras) -se planteó Francisco Encina en 1912, refiriéndose a los cuatro decenios anteriores-. De ella se desprende que en el 80% de los casos el negocio dejó pérdidas; que en cerca de 45% arruinó a los

iniciadores; y que en el 40%... sólo pudieron salvarse merced a cuantiosos recursos heredados o adquiridos en otra esfera de actividad" (Nuestra inferioridad económica).

El impacto del agua de riego

En 1844 un censo económico entre los ríos Maule y Ñuble-Itata determinó que se regaban en la zona 5.600 ha. En el censo agrícola de 1936 la misma área tenía 182.000 ha regadas. El panorama productivo mostraba que una amplia superficie destinada a ganadería había sido reemplazada por cultivos.

La construcción de canales aumentó el valor de la tierra. Ismael Rengifo publicó en 1875 un estudio en que decía que un regador (cantidad necesaria para regar 10 cuadras, según su definición) costaba en el canal del Maipo \$5.000, de manera que el regadío de una cuadra implicaba invertir \$500 en adquirir los derechos de agua; lo mismo que valía una cuadra de terreno en aquella época.

Estas construcciones cambiaron para siempre las costumbres del campo. Por ejemplo, hasta entonces los animales pasaban los meses de mayor calor en veranadas de la alta cordillera, la época fría en internadas al pie de ésta o en los valles de los ríos, y la primavera en los espinales del valle central y en la Cordillera de la Costa. En parte se utilizaban también pastizales de las provincias limítrofes de Argentina. En cambio, al disponer de agua de regadío fue posible regar praderas artificiales, lo que sedentarizó aquella actividad.

En vez de sembrar esporádicamente pequeñas superficies, como se hacía antes, se generalizó en el valle central el sistema de cultivar primero chacras, al año siguiente cereales con alfalfa o trébol, para utilizar en seguida durante varios años los potreros como empastadas.

Antonio subercasseaux, el canalista a ciegas



Antonio Subercasseaux era un agricultor acaudalado que cultivó cepas francesas en Pirque. Atraído por la Frontera (actual Región de la Araucanía) en 1894 remató un extenso fundo fiscal, que bordeaba la cordillera de Curacautín. Lo bautizó Puerto Seco y lo subastó por mapa, pero aunque jamás lo había visto, decidió inmediata-

mente regarlo. Extrajo aguas del río Blanco y las llevó al predio mediante un canal que recorría 14 kilómetros. El ingeniero belga Gustavo Verniory lo planeó y lo realizó, perforando selvas y montes. El año 1895 se inauguraba con una sensacional fiesta criolla. "De repente llega una primera oleada burbujeante y continúa su curso... (contaba Verniory). El nivel sube rápidamente y pronto el cauce está a pleno caudal. Se elevan gritos de entusiasmo. Muchos espectadores nos consideran algo brujos" (Diez años en Araucanía, 1889-1899). Para regar un pedazo de tierra que no conocía, Antonio Subercasseaux, viñatero de Pirque, había gastado 1.000 libras esterlinas.

La superficie regada en 1875 era de 440 mil ha. Es probable que para fines de siglo se haya duplicado, para aumentar a 1.213.000 ha en 1936, según los cálculos de la época.

Aunque desde el punto de vista técnico, los canales construidos durante los siglos XVIII y XIX tienen algunas deficiencias, tales como pendientes excesivas, secciones irregulares, taludes inestables, falta de revestimiento en zonas permeables, etc., la infraestructura de riego construida por la iniciativa privada representa un aporte importante todavía hoy para la economía nacional.

Siglo XX: "sólo con agua se aumenta la producción"

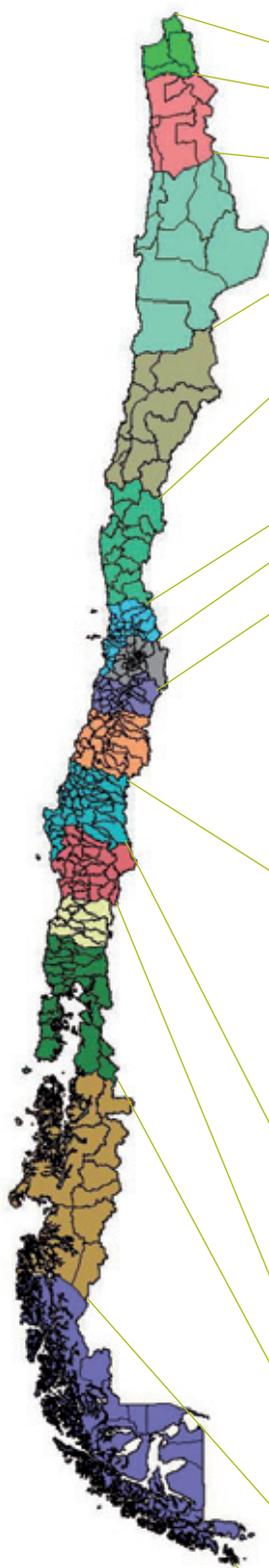
A principios del siglo XX se empezó a derribar el mito de la gran cantidad de tierras con que contaba el país y su fertilidad. El sistema de explotación enfrentaba bajos rendimientos por hectárea. Para poder aumentar aún más la producción sólo quedaba, en opinión de los contemporáneos preocupados del

problema, insistir en el recurso de ampliar la superficie destinada al cultivo a través de nuevas obras de regadío.

En la Memoria de la Sociedad Nacional de Agricultura presentada en la Asamblea de Agricultores de 1919, se sostenía que el esfuerzo privado en obras de riego estaba agotado y que se requeriría urgentemente la colaboración del Estado. Señalaban que, si en el pasado se consideraba al riel como la vía más expedita para conseguir el engrandecimiento de la nación, por la gran producción, pero la falta de caminos y ferrocarriles, "...hoy que las necesidades del país van creciendo, lo que falta es producción y ésta sólo la puede dar el agua" (Luis Correa Vergara, Agricultura Chilena, 1938).

El advenimiento de los embalses

La inversión estatal ya tenía antecedentes. En 1914, con el objetivo de absorber la cesantía provocada por la paralización de las salitreras en el Norte Grande, se promulgó la Ley N° 2953 que auto-



Proyecto	Región	Año término	Hectáreas beneficiadas potencial ¹
Desvío del río Lauca	15	1962	900
Canal Pachica (Quebrada de Tarapacá)	1	1945	200
Embalse Conchi (río Loa)	2	1975	2.150
Embalse Lautaro (Copiapó)	3	1942	6.000
Embalse Santa Juana (Huasco)	3	1995	10.000
Embalse Puclaro (Elqui)	4	2000	20.700
Embalse Paloma (Limarí)	4	1967	53.000 ²
Embalse Recoleta (Limarí)	4	1934	14.381
Embalse Cogotí (Limarí)	4	1939	13.083
Embalse Corrales (Choapa)	4	1998	10.872
Embalse Illapel o "El Bato" (Illapel)	4	2009	4.200
Dren Cabildo (La Ligua)	5	1976	350
Embalse El Yeso (Maipo)	RM	1967	100.000
Embalse Rungue (Til Til)	RM	1964	460
Embalse Los Cristales y pozos profundos (Rapel-Río Claro)	6	1977	8.000
Canal Zamorano (Requehua a Panquehue)	6	1976	9.000
Embalse Convento Viejo 1ª (Colchagua)	6	1992	36.000
Embalse Convento Viejo 2ª (Colchagua)	6	2008	
Embalse Laguna del Maule (Maule)	7	1958	162.750
Embalse Diguá (Linares-Parral)	7	1968	30.000
Canal Melozal y sifón Loncomilla (Linares)	7	1964	7.500
Regadío Valle de Penciahue (Talca)	7	2006	10.000
Embalse Tutuvén (Cauquenes)	7	1951	2.500
Embalse Ancoa	7	En ejecución	36.000
Embalse Tucapel (Ñuble)	8	1957	80
Embalse Coihueco (Chillán)	8	1971	6.500
Canales y sistema de distribución de riego Laja-Diguillín	8	2007	43.400
Canal Perquilauquén-Ñiquén	8	1974	2.800
Canal Quillón (Diguillín-Itata)	8	1959	2.500
Canal Zañartu, ex canal Cochileo (Bíobío)	8	1928	21.000
Canal Laja	8	1925	50.000
Canal Antuco	8	1964	400
Canal Quilailero (Santa Bárbara)	8	1961	2.000
Canal Bíobío Norte	8	1934	7.000
Canal Bíobío Negrete	8	1958	10.000
Canal Duqueco Cuel (Bíobío)	8	1974	5.500
Canal Coreo (Bíobío)	8	1970	3.120
Canal Bíobío Sur	8	1954	45.000
Canal Cayucupil (Cañete)	8-9	1971	6.000
Canal Pillanlelbún e Imperial	9	1975	2.500
Canal Quepe Norte y Quepe Sur (Vilcún)	9	1948	5.000
Canal Perquenco y Popeta (Cautín)	9	1978	3.000
Canal Allipén (Cautín)	9	1975	8.000
Regadío Faja Maisan	9	En ejecución	7.000
Sistema de Riego de Chile Chico	11	1975	
Sistema de Riego Huertos Familiares de Puerto Natales	12	2001	1.400

1 La superficie beneficiada corresponde a aquella que se incorpora al riego, así como aquella a la que se da seguridad de riego o se habilitan con riego permanente.

2 Incluye la superficie beneficiada por los embalses Recoleta y Cogotí.

Nota: se omitieron datos no disponibles a tiempo para la publicación del artículo.

rizó al fisco para invertir fondos en la construcción de cuatro canales: el Mauco, en Valparaíso; el Maule, en Talca; el Melado, en Linares, y el Laja en Bíobío. Con tal motivo se creó en 1915 la Inspección General de Regadío, servicio de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) y primera repartición estatal dedicada sólo al estudio, construcción y explotación de las obras de riego.

Entre 1917 y 1928, con el objeto de regularizar las aguas del río Teno, se dictaron otras leyes que autorizaron la construcción del embalse Laguna del Planchón, del embalse La Laguna en uno de los afluentes del río Elqui, del canal Perquilauquén en Linares, el canal Tipame en O'Higgins, etc. En el periodo anterior al año 1928, en el que las obras eran autorizadas individualmente por leyes especiales, se ejecutaron trabajos que permitieron regar unas 114 mil hectáreas.

En el siglo XIX y a principios del XX, se derivaron canales y se regaron áreas aledañas a ellos en los sectores que presentaban menor dificultad. Con el tiempo la lejanía de las fuentes de agua y la escasez del recurso hicieron necesario recurrir a la construcción de presas de embalse para juntar aguas de invierno o primavera y usarlas en los riegos de verano.

La figura con el mapa muestra las principales obras realizadas hasta el año 2010, con su ubicación geográfica y su año de realización. Respecto de este último dato, en general se indica la fecha de entrada en operación, pero muchas veces la estructura pudo haber funcionado en forma parcial desde antes, o bien haber llegado a su plenitud de servicio en años posteriores. No es inusual, tampoco, que después se hayan realizado construcciones complementarias o arreglos relevantes, por lo que la data en ningún caso es indiscutible.

También la información sobre la superficie beneficiada se entrega como una referencia y no como

Dos nombres destacados de inicios del siglo XX



Arturo Villalón

Obsesionado por la idea de regar Cerrillos, Ovalle, valle del Limarí, el ingeniero agrícola Arturo Villalón hasta pensó traer agua de Argentina. Determinado a cumplir su sueño, construyó el tranque San Antonio y en 1928 vio cómo se llenaba. Para hacer llegar las aguas de los ríos Grande y Hurtado construyó el sifón La Placa, obra sin precedente para su época. También edificó el sifón Luis Barros. Antes ya había horadado un túnel de 1.000 metros en el canal El Manzano, entre otras obras. En 1927, asociado con Don Ernesto Bosso, comenzó la construcción de la monumental obra del canal Villalón. Con 800 hombres, le tomó 8 meses en cubrir los 48 km alrededor del cerro Tamaya.



Gabriel Maurat

Construyó el canal El Palqui-Maurat-Semita para regar el valle de El Palqui, en la ribera norte del río Guatulame, Región de Coquimbo. El canal incluye un túnel de más de 1.000 metros en su trayecto. La historia cuenta que Maurat se fascinó con El Palqui y compró parte del valle con otros cinco socios. Abandonó su trabajo en la construcción del ferrocarril y diseñó el recorrido del canal. Ante la oposición de dueños de los terrenos por donde debía pasar, construyó el túnel Semita. El trayecto total finalmente quedó en 42 km. El ingeniero falleció inesperadamente en Ovalle, en 1929, luego de 40 años de residencia en Chile.

permitted the execution of an important number of works throughout the country. Thanks to this norm, for example, the first steps in the regulation of rivers and the construction of large dams, such as those of Recoleta and Cogotí in Limarí. In 1929, with the objective of concentrating the planning and execution of this set of tasks, the General Inspection of Irrigation passed to be called the Department of Irrigation, another time depending on the DGOP, both in the Ministry of Development. The mentioned law, whose vigency was extended until 1950, established the norms for the studies, the construction and exploitation of the works, determining the form in which the projects had to be offered

to the future beneficiaries and the procedures for reimbursing the debts contracted.

In 1942 the Ministry of Development passed to be called the Department of Public Works and Communications, conserving the DGOP all its departments. In 1953 the Department of Irrigation was converted into the Directorate when the DGOP was suppressed, but in 1964 this last one is reborn with the same name, and the Directorates are subordinated to it.

In 1967 the law N°16.640, of Agrarian Reform, generated a new system for the construction of irrigation works with fiscal funds. It created the National Company of Irrigation, a legal institution of public law and administrative

exacto. En algunos casos se trata de terrenos que accedieron al recurso hídrico por primera vez, en otros de áreas que mejoraron la seguridad del riego, o ampliaron su período de disponibilidad de agua. La cifra puede además ser variable en el tiempo, ya sea porque mejoras posteriores la ampliaron o porque daños e imprevistos la redujeron.

Como un indicador del esfuerzo desarrollado, puede señalarse que entre 1970 y 2010 el número de embalses pasó de 26 a 39; la capacidad acumulada de riego creció de 3 mil 571 a 4 mil 222 millones de metros cúbicos y la cobertura de los embalses se amplió de 398 mil hectáreas a 537 mil (Fuente: Avances y Tecnología del Riego en Chile. Nelson Pereira, CNR (presentación ppt).

El desarrollo de las instituciones públicas

Ya hemos pasado revista a las principales obras de riego ejecutadas en la historia del país. A continuación revisaremos lo que ha sido la estructuración de la institucionalidad del Estado.

En la primera ley dictada el 20 de septiembre de 1835 sobre las facultades del Ejecutivo para promover las obras públicas, se establece que una de las prioridades de este cuerpo legal sería la construcción y conservación de las obras de riego. Poco después, el 20 de noviembre de 1838, fecha en la que se crea el cargo de Director General de Obras Públicas, se confía a este funcionario el cuidado, construcción y mantenimiento de los canales.

Por ley del 17 de diciembre de 1842, se dio origen al Cuerpo de Ingenieros Civiles del Estado, corporación que absorbió los cargos de Director de Caminos y de Director General de Obras Públicas. Entre sus atribuciones figuraba la construcción y apertura de canales de regadío.

En 1846 una ley que lleva la

firma del General Bulnes como Presidente de la República y de Manuel Montt como ministro, autorizó al Ejecutivo para abrir canales de unión entre el río Maule y el Perquilauquén y entre el río Claro y el Lontué. Otra ley, dictada en 1848, aprobó y declaró legal la venta de terreno hecha por la Municipalidad de Vallenar a los empresarios que habían construido el canal Marañón y autorizó a celebrar igual contrato con los agricultores del canal Quebrada Honda.

Los primeros pasos hacia un organismo del Estado propiamente tal que se preocupara del riego se dieron en 1887, con la creación del Ministerio de Industrias y Obras Públicas, encargado de la tarea de distribuir las aguas. Al año siguiente se formó la Dirección General de Obras Públicas (DGOP), formada por seis secciones, una de las cuales, la de Hidráulica, Navegación Marítima y Fluvial, tomó a su cargo el aprovechamiento del recurso hídrico. A esta Dirección le correspondió la primera ejecución de una obra de riego con fondos fiscales cuando la ley 1.038 de 1898 autorizó al Presidente de la República para construir las obras del embalse Lagunas del Huasco en la Provincia de Atacama, para establecer los reglamentos de uso del agua embalsada y para determinar la forma de recuperar la inversión.

Casi 20 años después, en 1906 se establece la Inspección General de Hidráulica con el fin de atender el incremento de Obras Públicas.

En 1915 se crea la Inspección General de Regadío, en circunstancias que ya se describieron en el presente artículo, dependiente de la DGOP. Al desaparecer esta última, en 1927, pasa a depender primero del Ministerio de Obras Públicas, luego del Ministerio de Agricultura y, finalmente, en noviembre del mismo año, ingresa como división del Ministerio de Fomento recién creado.

En 1928 se promulgó la Ley General de Regadío N° 4.445 que



Asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país fue el objetivo de la creación de la Comisión Nacional de Riego en 1975.

ción autónoma. También se originó la Dirección General de Aguas (DGA). Sin embargo las nuevas instituciones no se materializaron y la misma ley dispuso que sus atribuciones fuesen ejercidas transitoriamente por la Dirección de Riego.

El DS N°1.037 del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, del 29 de octubre de 1969, designó a Raúl Matus Ugarte como primer Director General de Aguas interino. Por disposición del mismo decreto se indicó que asumiría sus funciones el 12 de noviembre de ese año, fecha en la cual se dio vigencia a la actual Dirección General de Aguas.

En 1975 el DL 1.172 creó la Comisión Nacional de Riego, con el objetivo de asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Aunque relacionada con el Gobierno, a través del Ministerio de Agricultura, la CNR tuvo desde su origen un carácter amplio, ya que su Consejo es presidido por

el Ministro de Agricultura, pero a la vez integrado por los Ministros de Economía, Hacienda, Obras Públicas y Planificación y Cooperación.

El DFL N°1.122, del 29 de octubre de 1981, aprobatorio del actual Código de Aguas, contempla un capítulo especial dedicado a la DGA, donde se dispone que sea un Servicio dependiente del Ministerio de Obras Públicas, cuyo jefe superior se denomina Director General de Aguas y es de la confianza exclusiva del Presidente de la República.

En 1981 se dictó también el DFL N° 1.123, cuyo texto fijó nuevas normas para todas las obras que se ejecutaran con fondos fiscales, derogando las disposiciones anteriores concernientes al riego y dando sepultura final a la idea de la Empresa Nacional de Regadío.

El 10 de noviembre de 1997, por la Ley N° 19.525, la Dirección de Riego toma el nombre de Direc-

ción de Obras Hidráulicas (DOH). Conserva las atribuciones anteriores, aunque se agrega la obligación de velar y resguardar el drenaje y la evacuación de las aguas lluvias

El imperio de la Ley

El riego siempre ha ido de la mano del ámbito legal. Ya en 1768 el gobierno colonial se vio obligado a intervenir y nombrar un Juez de Aguas para evitar "el obstinado tesón y violencia de los dueños". En ese momento, se determinó instalar guardias armados en las bocatomas para conseguir una repartición más justa de las aguas y reprimir así los excesos. Este Juez de Aguas cesó en sus funciones en el año 1823, nombrándose por Decreto Supremo a un Juez de Policía Rural que ejercería funciones similares a las del Juez de Aguas.

Otro antecedente legal relativo al riego se encuentra en una venta de regadores del canal Maipo hecha

por Decreto en 1816 y un Senado Consulto promulgado por el Director Supremo Bernardo O'Higgins el 18 de noviembre de 1819. El documento establecía reglas generales sobre lo que debía ser un regador, el sitio donde tenían que fijarse los marcos y abrirse las bocatomas.

Un decreto del Senado del 18 de diciembre de 1819 fijó la unidad oficial de medida que se tenía para una corriente continua. Una interpretación actual estima que el regador correspondería a unos 26 litros por segundo. Hasta antes de esta disposición, en nuestro país no se acostumbraba a precisar el caudal de agua concedido para una captación. Sólo se declaraba una "toma" que se medía en bateas, aunque a veces se hiciera referencia a un regador. Fueron numerosas las discusiones e informes emitidos por el Senado Consulto relacionados con esta medida, aduciendo una imprecisión en los datos. Es posible que esta unidad legal no se haya usado jamás al no ser claramente establecida ni definida.

De acuerdo a lo establecido en la legislación, a partir del siglo XIX y durante todo el siglo XX el agua es concebida en Chile como "bien de uso público". Según esto, las aguas pertenecen a la nación toda, pero la administra el Estado. Sin embargo en la actualidad el agua tiene un tratamiento distinto al resto de los bienes de uso público, ya que su aprovechamiento es concedido a particulares para su uso exclusivo.

Sobre dicha base, durante nuestra vida republicana toda utilización de las aguas por los privados debe ser concedida por el Estado, el cual otorga a los particulares un derecho a su uso y aprovechamiento, denominado "derechos de aprovechamiento de aguas". Ésta es la regla legal y teórica. Sin embargo no se puede decir que haya existido una vigencia íntegra de un sistema concesional, pues un gran porcentaje de los usos de agua legítimos, constitutivos de derechos y reconocidos como tales, se



Embalse Corrales. A partir del siglo XIX y durante todo el siglo XX el agua es concebida en Chile como "bien de uso público".

han originado, desde el siglo XIX, en prácticas consuetudinarias, de apropiación privada por ribereños o canalistas, o en reconocimientos especiales mediante leyes.

Hasta 1981 rigió en Chile una legislación de aguas sustancialmente distinta a la que contempla hoy el Código de Aguas. Antes se diferenciaba entre merced provisorias y definitiva, requiriéndose construcciones de obras para la asignación definitiva. El otorgamiento de la merced era gratis, aun cuando en el caso de haber más de un interesado, se establecía el remate del derecho. Otra gran diferencia era que se aplicaba el principio agua-tierra, en otras palabras, un predio tenía derecho al agua asociada a éste; el agua constituía un bien accesorio de la tierra.

A partir del Código de 1981 se establece la relación agua-persona, separando el agua de la tierra, lo

que permite incentivar el mercado del agua. Los derechos concedidos son perpetuos y hasta antes de la reforma que introdujo al Código de Aguas, la Ley 20.017 del año 2005, tampoco se requería justificar la destinación del uso de las aguas y por tanto el caudal solicitado. Lo anterior fue modificado y hoy en día para el otorgamiento es necesaria su justificación. Sin embargo no existe obligación posterior de mantener su destinación, por tanto ha resultado letra muerta. Esta misma Ley modificó el hecho de que no existiese obligación de uso, ya que se estableció una "patente por el no uso" de derechos consuntivos y no consuntivos de ejercicio permanente.

Así el nuevo Código significó un cambio enorme no sólo respecto de la situación previa, sino también de las prácticas a nivel mundial.

El "derecho de aprovecha-

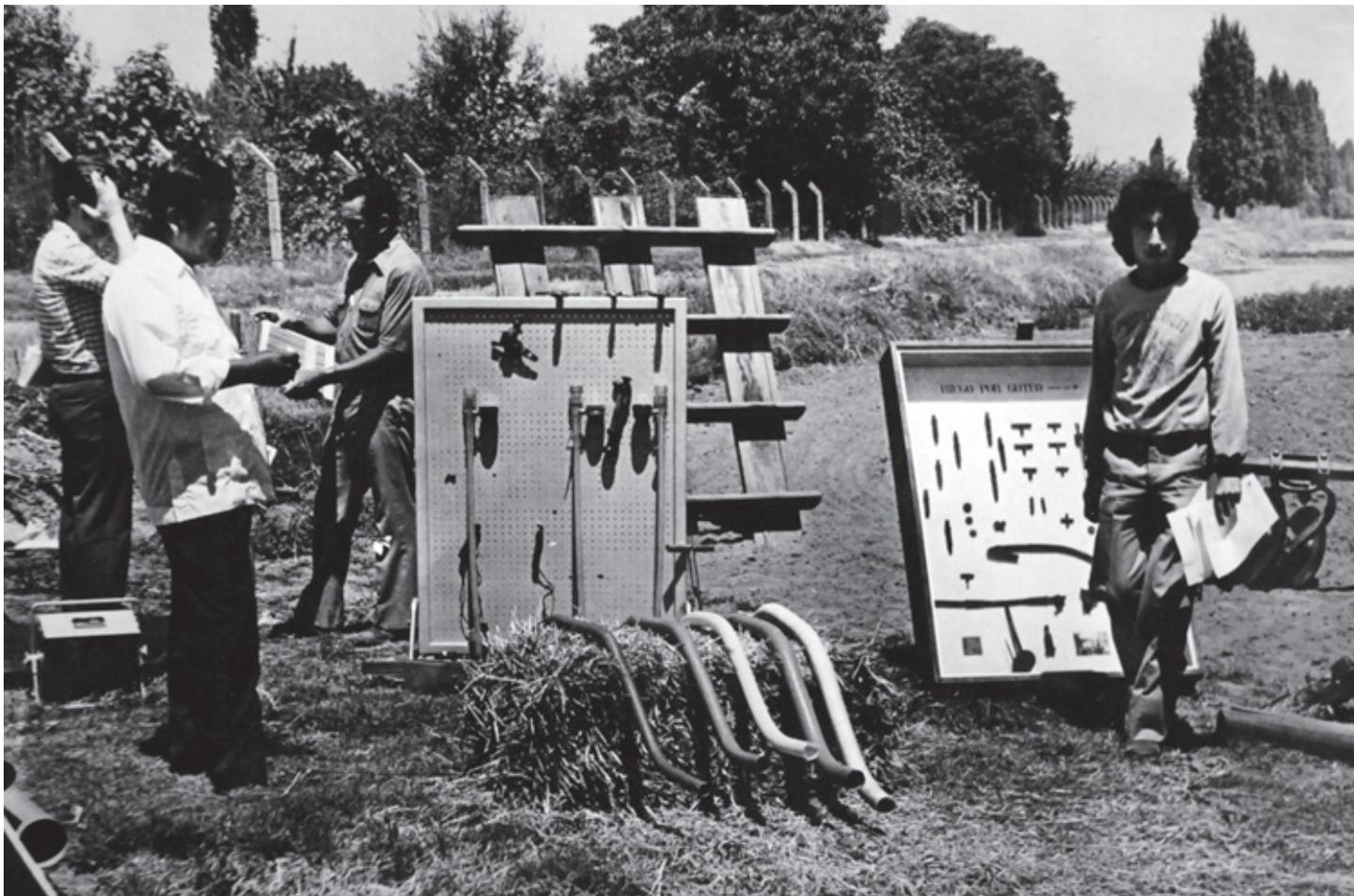
miento", regularizado o no, ha ido siendo dotado cada vez más de un estatuto privado. El mayor paso en ese sentido se dio con el sistema del derecho de aguas establecido en virtud del DL 2.603, de 1979, y del Código de Aguas de 1981. En el sector produjeron un reforzamiento de los derechos privados dirigidos al aprovechamiento de las aguas y han obtenido protección tanto los derechos concedidos por el Estado (constituidos) como los usos consuetudinarios y otros usos especiales (reconocidos por éste).

Si bien las aguas son consideradas bienes del dominio público, el Estado-Administración crea a favor de los particulares un "derecho de aprovechamiento" sobre las aguas, que tiene las mismas garantías constitucionales de la propiedad. Por tanto el titular del derecho de aguas puede separar el agua del terreno en que estaba siendo usa-

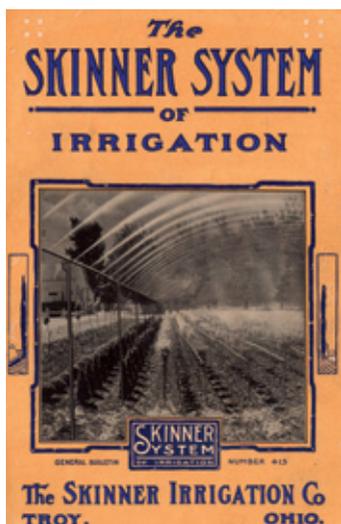
da primitivamente, o sea puede transferir libremente su derecho, en forma separada de la tierra. Adicionalmente, el titular de las aguas puede usarlas para cualquier destino, que puede no ser el primitivamente asignado, posibilitando libres cambios de uso de las aguas (por ejemplo, de agricultura a sanidad, o viceversa).

La revolución tecnológica de los últimos 50 años

Poco dicen los documentos consultados sobre los avances tecnológicos a nivel intrapredial antes de los años 60. Sabemos que el riego por aspersión ya se había difundido en la década de 1920 en Estados Unidos, como testimonian los avisos en revistas especializadas, pero nada parecido se encuentra en las publicaciones chilenas prác-



Día de campo de riego en 1980.



Folleto de riego tecnificado de Skinner Irrigation (Ohio, Estados Unidos) en 1919.

ticamente hasta medio siglo más tarde.

El ingeniero agrónomo Carlos Altmann recuerda haber visto cómo el Plan Chillán -origen de la Escuela de Agronomía de la U. de

Concepción e impulsado mediante un acuerdo entre los gobiernos de Chile y Estados Unidos- instaló riego por aspersión y bandejas de evaporación en el predio de su padre, con fines de investigación y demostración.

En 1967 el ingeniero civil Agustín Hojas relata que derivó a la prospección de aguas subterráneas. En esa época ya existía gran interés de Copiapó al norte, con experiencias en Antofagasta y la Pampa del Tamarugal. Por ejemplo, los primeros estudios sobre aguas subterráneas del valle de Copiapó se efectuaron en 1963 por la firma consultora Italconult y la CORFO, que realizaron un análisis hidrogeológico estudiando los escasos pozos profundos de la zona y los escuálidos antecedentes existentes entonces.

A partir de su trabajo, Hojas se interesó en la eficiencia de aplicación del recurso hídrico. A mediados

de los 70, cuando recién se tecnificaban los primeros huertos (75-76), había gran dificultad para implementar una hectárea de parronales. En San Felipe, recuerda se necesitaban alrededor de US\$3.000/ha, mientras que 1/ha de terreno valía US\$1.000. En otras palabras, con la plata para tecnificar el riego de 1 ha se podía comprar 3. La apertura económica (y al mundo de la exportación) afianzó definitivamente las inversiones en riego al interior de los campos. Desde entonces la tecnología ha abierto nuevas posibilidades, y uno de los orgullos de Agustín Hojas ha sido ganar con el riego terrenos que antes parecían vedados para la agricultura, como son, entre otros, los cerros.

La grave sequía del año 68 probablemente haya sido otro de los factores que impulsaron definitivamente la preocupación por el tema. Félix Valdés recuerda: "al Ministerio

de Agricultura llegaron muchas máquinas para nivelar el suelo y para riego tecnificado. Logramos salir de la crisis habilitando al riego 2.000 ha de hortalizas, especialmente en el sector hortalicero de Chacabuco-Colina-Lampa, que había sido uno de los más afectados. Ese año hicimos 24 pequeños embalses en la zona de Colina, Lampa, Noviciado y cerca de Melipilla".

Otro de los impulsores de la tecnificación fue Sergio Collados, quien junto a Winfried Gleisner, formó un departamento de desarrollo e ingeniería en riego en 1978 en la Ferretería Gleisner. Pero en la IX y X región muchos pensaban que debido a las intensas lluvias no era necesario implementar un sistema de riego y pocos visualizaban el futuro de la tecnología de aspersión en praderas. Lentamente Collados empezó a traer maquinarias de Alemania -apoyado desde allá

por Giro Lombardo- como moto-bombas y enrolladoras y a ganarse la confianza de algunos clientes, lo que marcó el inicio del riego por aspersión en el sur, cuando todavía no existía la ley de riego y la gente tenía que hacer por sí sola grandes inversiones. También fue un gran promotor de la aplicación de purines a través del riego.

La década de los 90 vio la introducción a la mecanización del riego en las zonas más australes, de Aysén y Magallanes.

En lo agronómico, a partir de la década del 70 los investigadores del INIA y de las universidades obtuvieron coeficientes de cultivo y requerimientos hídricos en distintas especies, comenzando a masificarse entre los agricultores el uso de instrumentos como la bandeja de evapotranspiración y, en los últimos años, las estaciones agrometeorológicas en línea.

Sin entrar en detalles, cabe mencionar asimismo los avances en fertirrigación; riego deficitario controlado; aspectos de manejo relacionados con el sistema radicular de las plantas, los desórdenes fisiológicos, enfermedades, aspectos de calidad y postcosecha, entre otros aspectos. Se instala una progresiva tecnologización productiva en el manejo de distintos factores, cuyo ejemplo más representativo es la agricultura de precisión introducida a comienzos del siglo XXI.

La Comisión Nacional de Riego: El impacto del fomento

A nivel de los campos, la Ley N° 18.450 de "Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje" y de su Reglamento, son reconocidas como un excelente instrumento de fomento, que ha permitido, mediante una bonificación estatal, incrementar la superficie regada, mejorar la seguridad y el abastecimiento del riego en áreas deficitarias. Además, a través del fomento a la incorporación de tec-



Riego de alfalfa en la temporada 1995/96 en la Estancia Vega Castillo cerca de Puerto Natales. Por primera vez un establecimiento ganadero de Magallanes incorporaba el riego tecnificado.



La Ley N° 18.450 ha contribuido a la tecnificación del riego en la agricultura familiar campesina.

nologías de punta en la aplicación del agua de riego en los cultivos, ha permitido a muchos agricultores participar activamente del desarrollo de nuestra agricultura de exportación. Desde su promulgación en 1985, ha ampliado su vigencia primitiva de ocho años en tres oportunidades: 1994, 1999 y 2010.

La formulación inicial de este instrumento fue adaptada con posterioridad para su aplicación a la pequeña agricultura y también para posibilitar el mejoramiento de la infraestructura de captación, acumulación, conducción y distribución gravitacional de las aguas de riego, mediante un trabajo conjunto de los Servicios de Estado y las Organizaciones de Usuarios, dando origen así al Programa de

Obras Menores de Riego y Drenaje.

Sin duda el efecto del aporte estatal a la inversión privada en riego y drenaje ha sido considerable. En 1986 se comprometieron 300 mil dólares en bonificaciones. Una década más tarde la cifra bordeaba los US\$20 millones, y en el año 2008 superó los US\$76 millones.

Entre el censo de 1997 y el de 2007 la superficie tecnificada en el país se incrementó en 210 mil 559 hectáreas. De este total el aporte de la Ley de Fomento al Riego corresponde a una superficie de 89 mil 645 hectáreas, lo que representa un 42,6% de la superficie tecnificada en el período.

Los desafíos para el siglo que viene serán en parte los mismos y en parte diferentes. Temas que sin

Fuentes Utilizadas

El Riego en Chile. Julio Sandoval Jeria (2003).

Sociedad del Canal de Maipo. 170 años. (1997).

La agronomía en la agricultura chilena. Patricia Arancibia Clavel y Aldo Yavar Meza, (1994).

Revolución en la Agricultura. Carlos Keller R. (1956).

Historia de Chile. Gonzalo Vial Correa (1981).

Mercado de derechos de agua: reflexiones sobre el proyecto de modificación del código de aguas Andrés Gómez-Lobo y Ricardo Paredes M. Estudios públicos 82 (2001).

Estatuto Jurídico, tipología y problemas actuales de los derechos de aprovechamiento de aguas en especial, de su regularización y catastro. Alejandro Vergara. Estudios Públicos 69 (1998).

Documento Avances y Tecnología del Riego en Chile. Nelson Pereira (2010).

Sitios web de la DGA y de la CNR, y documentos disponibles en ellos.

Revista Tierra Adentro N°11 (1996).

Revista Chile Riego N° 28 (2006), N° 29 (2007), N° 38 (2008) y N° 41 (2010).

duda seguirán en la palestra se relacionan con la creciente escasez del agua, avances en la legislación para compatibilizar los derechos comunes con la iniciativa privada y la necesaria inversión, el respeto a los recursos naturales y la lucha contra la contaminación, el manejo de cuencas, la informatización, el cambio climático... y probablemente otros que todavía ni siquiera imaginamos. Sí, podemos apostar que mañana, como ayer, habrá nuevos visionarios con el empuje para hacer una contribución que será el sustento de las futuras generaciones. **CR**

El Futuro del Agua:

Gestionar mejor lo que tenemos

El problema no radica en si existe agua suficiente en el mundo, sino en aprovechar la que hay. Las fórmulas apuntan a no contaminarla, mejorar los sistemas de acumulación y aumentar la eficiencia en su uso. Pero todo ello no se logra por sí solo: la clave está en disponer de herramientas que permitan gobernar adecuadamente el recurso hídrico.

Por Jorge Velasco Cruz



La presión parece insostenible. Desde 1950 hasta la presente década, la población mundial ha crecido desde los 2.300 millones hasta más de 6.000 millones de habitantes, y la economía global se ha multiplicado por siete. El aumento del estándar de vida de las personas ha llevado a que, además, en ese lapso de tiempo el consumo promedio de agua per cápita haya pasado de 400 m³ a 800 m³ por persona al año, y se quintuplicó la demanda general de recursos hídricos. Países como Estados Unidos llevan la delantera, con el uso de

mil litros por persona al día; pero en otros sitios del tercer mundo, la cifra sólo llega a 20 litros diarios y a veces en muy malas condiciones. En 2004, la quinta parte de la población mundial no tenía acceso a agua saneada.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se estima que hay 1.400 millones de kilómetros cúbicos de agua en el planeta, de los cuales sólo el 0,003% —45.000 km³— correspondería a agua fresca; es decir, teóricamente se puede utilizar para bebida, higiene, agricultura e industria. De ellos, sólo unos 15 mil km³ son económicamente viables para el uso humano. Si se analiza su disponibilidad versus la población existente, continentes como Asia (36% contra 60%, respectivamente) tienen una presión extra para abastecerse del recurso, una situación que se vería acentuada por el cambio climático, que impulsaría la escasez de agua en un 20%.



El problema, más allá de lo que sucede ahora, está en lo que ocurrirá en el futuro. “En 2025 habrá más de treinta países, alrededor de 800 millones de personas, que van a tener menos de mil metros cúbicos por habitante al año, límite crítico establecido por la Organización Mundial de la Salud, (OMS); eso es menos de cien litros por día”, dice el agrónomo (Ph.D.) y profesor de la Universidad Católica, Luis Gurovich. En el Reporte de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo del Agua, se establece que, en el mejor de los escenarios, para mediados de este siglo dos mil millones de personas en 48 países tendrán problemas de escasez. En el peor, el número llegaría a siete mil millones de habitantes en 60 países.

Agricultura y Gobernabilidad

Desde la perspectiva de la oferta, los sistemas de almacenaje hoy añaden ocho mil kilómetros cúbicos





cos de agua y su aumento es un factor que ayuda al suministro. Por otra parte, la reducción de la contaminación de las aguas también será importante. En las Naciones Unidas se estima que se producen 1.500 km³ de agua de deshecho al año. A una tasa de contaminación de ocho litros de agua fresca por uno de agua contaminada, podrían producirse doce mil kilómetros cúbicos en 365 días.

Pero todo ello no será suficiente para el futuro. "Existe la necesidad de crear un enfoque que no sólo se centre en el suministro de agua, sino también en cómo gestionar la demanda", apunta Luis Gurovich. La optimización del agua para la producción de alimentos será clave, pues la agricultura es la responsable del consumo del 70% del recurso hídrico a nivel mundial. En 2030, con una población estimada de 8 mil millones, se necesitarán 60% más de alimentos que a comienzos de este siglo y se regará un 34% más de superficie para estos fines, lo que –gracias a



la tecnología– precisará sólo de un 15% más de agua. Y es que, si bien son suficientes tan sólo dos a tres litros para que una persona tenga lo necesario para beber a diario, se requieren 3.000 litros para producir la comida que consume en un día: sólo un kilo de cereal precisa entre uno y tres toneladas de agua.

"El mundo se enfrenta a cam-

bios rápidos y sin precedentes de carácter global, incluyendo el crecimiento de la población, las migraciones, la urbanización, el cambio climático, la desertificación, las sequías, la degradación del suelo y los cambios profundos en las dietas alimentarias. Por lo tanto, el papel de la agricultura tiene hoy una doble vertiente: tiene que cubrir la brecha entre oferta y demanda, tanto a corto como a largo plazo, como también tiene que prevenir futuras crisis, aumentar la capacidad de resistencia de los más vulnerables y al mismo tiempo mitigar el impacto medioambiental", ha dicho el doctor Jacques Diouf, Director General de la FAO.

Hoy el 60% del agua utilizada para riego se desperdicia. "Tan solo si invertimos en agricultura sostenible productiva, basada en una buena gestión del agua, lograremos cubrir nuestras necesidades de alimentos y energía, al mismo tiempo que salvaguardamos nuestros recursos naturales, de los que depende nuestro futuro", afirma Diouf.

Mejorar el 10% en la eficiencia del riego, agrega Luis Gurovich, podría duplicar el abastecimiento de agua para los pobres.

En este contexto optimizar el riego es esencial. En la FAO estiman que implementar sistemas avanzados, que impliquen pasar del riego de superficie a localizado, produce ahorros entre un 30% y 60%. En Chile, el riego por goteo y microaspersión representa del orden del 23% de la superficie plantada, pero el implemento de las últimas tecnologías –que optimizan el agua que efectivamente llega a la planta, la aplicación de fertilizantes, la contaminación, el estado del suelo– todavía es lento: apenas va entre 3% y 5%. A 2020, las autoridades aspiran a utilizar diez mil metros cúbicos por hectárea regada al año, en vez de los catorce mil actuales.

Sin embargo es difícil lograr estas mejoras a nivel global. En opinión de la ONU, la crisis del agua –más allá de la oferta y la demanda– es de gobernabilidad: falta de instituciones adecuadas para gestionar el recurso, estructuras institucionales fragmentadas, conflictos de intereses entre diversas industrias y personas por el acceso al recurso, imprevisibilidad en la aplicación de las leyes, reglamentos y prácticas en materia de permisos, entre otros factores. Muchas veces, el gobierno o manejo del agua ocurre en situaciones complejas e inciertas, que se caracterizan por cambios rápidos que precisan de respuestas ágiles. Al respecto, el Reporte de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo del Agua es claro: "Las debilidades en los sistemas de gobernabilidad han impedido, en buena parte, el progreso hacia un desarrollo sustentable y el balance entre las necesidades socio-económicas y la sustentabilidad ecológica". En Chile basta mirar la situación de algunas zonas, como el valle de Copiapó (Chileriego N° 31 y N° 34), para comprender que en nuestro país este tema tampoco está del todo resuelto. **CR**

Octavio Lagos en seminario de la CNR:

Factores de riego que inciden en la producción

En este artículo se discuten los resultados de varios ensayos del profesor Octavio Lagos, en los que se aprecia cómo el tipo de sistema de riego, ubicación de los emisores y volumen de agua aplicada incide en el éxito productivo. Así mismo recomienda algunas tecnologías y métodos que permiten controlar el riego.



Los atmómetros cilíndricos miden la pérdida de agua de una superficie porosa mojada.

En el seminario "Manejo sostenido del agua de riego: herramientas y criterios operativos", organizado por la CNR, el profesor del Departamento de Recursos Hídricos de la Universidad de Concepción, Octavio Lagos, expuso algunos criterios para el manejo eficiente del agua de riego en cultivos.

"Hay dos los factores que se deben entender sobre la humedad en el suelo: uno es cuánta agua contiene y el otro es la fuerza o tensión con que el suelo retiene esa agua, llamado potencial de agua en el suelo, y que puede variar según las condiciones. Ambos factores están estrechamente relacionados.

"Cuando el suelo está saturado de agua, no ejerce fuerza para retenerla. En cambio, cuando el suelo está seco, ejerce fuerza. Existe una relación directa entre la cantidad de agua en el suelo y la fuerza con que se retiene el agua", explicó Lagos.

El agua se mueve desde un potencial hídrico alto a un potencial

hídrico bajo (suelo, planta y atmósfera), pero cuando el suelo está seco y por tanto tiene un potencial hídrico negativo –no cercano a cero, que es lo óptimo–, se detiene el movimiento hacia la planta. En este caso el suelo está ejerciendo fuerza para retener el agua.

"Es importante conocer la distribución de raíces"

La distribución de las raíces es importante ya que conociendo la profundidad de las raíces se tendrá más información para ubicar de mejor manera los instrumentos tecnológicos (sensores) que midan la humedad del suelo o la fuerza con que retiene el agua.

Lagos ejemplificó con algunos ensayos sobre distribución radicular efectuados en tres variedades de arándanos: Duke, Bluecrop y Elliot. La mayor cantidad de raíces en las tres variedades se encontró en los primeros 35 cm de profundidad.

En cítricos, para establecer cuántos goteros se requieren, con qué caudales y a qué distancia de la planta, hicieron ensayos ubicando los goteros a 40, 60, 80 y 120 cm del tronco, en tres temporadas. El análisis arrojó que los mejores resultados se obtuvieron a 60 y 80 cm del tronco.

En uva de mesa se colocaron a 0 (en la hilera), 40, 60 y 150 cm. Y la mayor producción se obtuvo con el gotero ubicado junto al tronco.

En paltos se situaron a 40, 60 y 100 cm del tronco. La productividad mayor se obtuvo a 60 cm.

En relación al número y caudal de los goteros, citó un ensayo en cítricos de dos temporadas plantados en un suelo de 50 cm de profundidad. Un sector del ensayo tenía plantas con 4 emisores de 8 l/h cada una, mientras que en otro sector se instalaron 10 emisores de 2 l/h por cada planta. Con este último tratamiento la producción aumentó de 35-40 t/ha a 70-90 t/ha, respectivamente. Estos datos no sólo grafican cómo incide una adecuada humedad del suelo en la productividad, sino que también destacan lo importante que es conocer los requerimientos específicos de cada suelo y especie vegetal.

Imágenes satelitales y atmómetros cilíndricos

Se puede medir demanda hídrica con el uso de imágenes satelitales. Una de las experiencias más interesantes es la que realiza Lagos y su equipo en uva de mesa en la zona de San Felipe. "Hemos logrado generar mapas donde aparece cada uno de los predios con la cantidad de agua que están evapotranspirando cada día. La idea es informarle al productor cuánto debe regar en cada cuartel. Esta aplicación de las imágenes satelitales está en investigación y hasta el minuto hemos obtenido resultados auspiciosos. Este año presentamos

TABLA 1. Comparación de métodos de medición de humedad

Criterio	Bloques de yeso	Tensiómetro	Sonda de capacitancia	Neutrómetro (FDR)	TDR
Costo (US\$)	400	400	500	5.000	50-5.000+
Flexibilidad	Regular	Regular	Rango	Regular	Bueno
Facilidad	Fácil	Regular	Fácil	Mal	Fácil
Precisión	Mal	Regular	Rango	Bueno	Bueno
Seguridad	Mal	Regular	Bueno	Excelente	Excelente

Fuente: John Selker, University of Oregon

un proyecto para determinar ET en varios cultivos y frutales. Si obtenemos el financiamiento podremos desarrollar y aplicar esta tecnología en los principales frutales y cultivos del país" (ver imagen).

Esta información satelital es muy útil, además, cuando se dispone de sensores de humedad de suelo, pues permite determinar si el lugar donde está ubicado el instrumento es representativo del sector.

Otra alternativa es utilizar atmómetros cilíndricos (ver foto), los que miden la pérdida de agua de una superficie porosa mojada. Este equipo es mucho más barato que una estación agroclimatológica, pero es menos preciso.

Volumen de agua aplicado

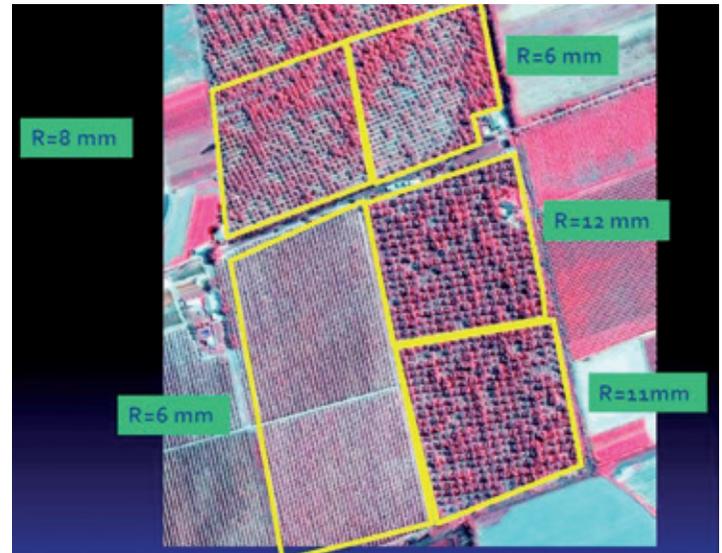
Afirmó que un aumento o una disminución no favorecen o perjudican, necesariamente, la productividad. "En un huerto de arándanos de 7 años, si aplico 4 mil m³/ha tengo una producción de 4 mil kg/ha. Si aplico 6 mil m³/ha tengo una producción de 7 mil kg/ha. Más cantidad de agua, mejor producción, pero si aplico sobre los 6 mil m³/ha, no es seguro que la producción será mayor". Pero al regar el mismo cultivo con microjet se alcanzaron rendimientos de alrededor de 10 mil t/ha con 6 mil m³/ha. Al comparar los rendimientos de ambos sistemas de riego –goteo y microjet– para el cultivo de 7 años, el resultado indicó que el microjet es más efectivo.

Esos mejores resultados con microjet también se lograron en la distribución de la cosecha: "Si se cosecha antes o tardíamente, el arándano tiene un mejor precio. En el gráfico se aprecia cómo la cosecha del cultivo regado con microjet se distribuye en más semanas, es decir no tan concentradamente como con el goteo" (gráfico 5 y 6). Lagos explicó que el microjet no es necesariamente superior al goteo, sino que dependerá de los requerimientos de las plantas.

Recomendaciones sobre métodos de medición de humedad

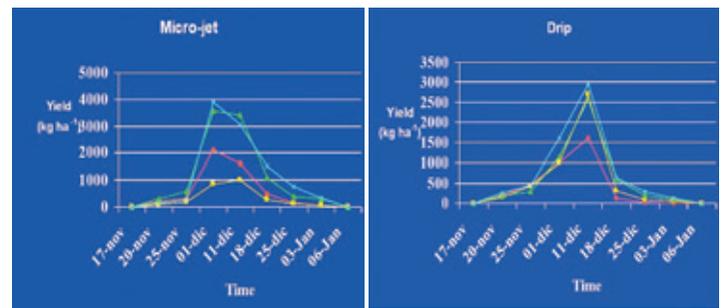
Para medir humedad existen métodos directos e indirectos. En el directo se toma una muestra de suelo, se pesa, se introduce en un horno, se espera alrededor de dos días, y luego se vuelve a pesar. La diferencia de peso indicará la humedad que contenía el suelo. Pero es un método muy lento por lo que se recomiendan las mediciones indirectas tales como:

Bloque de yeso: Mide la resistencia que hay entre dos electrodos, que pueden ser dos cilindros o dos cables dentro de un bloque de yeso. El bloque de yeso, cuando se moja, cambia su resistencia. Cambia con el contenido de humedad. Entonces, cada uno de estos sensores tiene una curva de resistencia-tensión, donde tenemos la resistencia eléctrica que se mide entre esos dos cables, y con eso se puede inferir la tensión que hay en



Mapa satelital de la evapotranspiración en San Felipe

Gráficos 1 a y b: Distribución de la cosecha de arándanos con goteo y microjet



el agua. Un bloque de yeso puede costar alrededor de 10 mil pesos.

Watermark: son parecidos, aunque más tecnológicos porque tienen un medidor digital que entrega el valor de la tensión. Puede, además, almacenar valores de humedad.

Sonda de capacitancia o FDR: trabajan con las propiedades dieléctricas del suelo. Un suelo seco tiene una constante dieléctrica del orden de 10. Y el agua tiene un valor de 100. Si se riega el suelo se acerca a 100 y a 10 si se riega menos. La sonda es una barra que se introduce en un tubo enterrado en el suelo. Existen de medición discreta, como el Diviner 2000, con el que se pueden tener varios puntos de medición en el predio, ya que es portátil. También existen modelos de medición continua como Enviscan y Agrilink

TDR: miden la constante dieléctrica que indica el tiempo que demora en transportarse una señal dentro del suelo. Lo hacen a través de dos varillas. También es portátil, se puede conectar al computador, y es inalámbrico.

Neutrómetro: es el equipo estándar y cuesta entre 4 y 5 millones de pesos. Uno de sus problemas es su fuente de energía radiactiva, por lo que hay que estar capacitado para manipularlo. Por estas razones se ocupa, fundamentalmente, para investigaciones. Es el más preciso de todos.

Para pequeños y medianos agricultores el investigador recomendó el Watermark. Su costo es de alrededor de 20 a 30 mil pesos por sensor y permiten saber cuándo regar, no obstante hay que considerar que cada suelo y cada caso son diferentes. **CR**

Ventajas e inconvenientes

Uso de efluentes biológicos en goteo o aspersión

En algunas zonas en que el agua fresca es escasa se pueden utilizar los efluentes biológicos para regar. Pueden ser aguas servidas tratadas, agua residual de operaciones de producción animal o agua que provenga de procesos agroindustriales.

Los efluentes biológicos, en general llamados aguas residuales o de desecho, pueden transformarse en un recurso útil y no algo para deshacerse al menor costo. Tanto en riego por aspersión como en riego por goteo, se han usado con éxito para regar con efluentes y hay claras ventajas en riego con estos recursos, pero se debe evitar la degradación del medioambiente y las potenciales pérdidas económicas. El siguiente artículo fue escrito por Todd P. Trooien, ingeniero en recursos naturales y profesor de la Universidad Estatal de Dakota del Sur (EEUU).



En algunos casos los nutrientes que contiene el efluente pueden ser más valiosos incluso que el agua misma (N, P, K).

La composición de cada efluente particular dependerá de la fuente pero por lo general contienen nutrientes tales como nitrógeno (N), fósforo (P) y en ocasiones potasio (K), todos ellos importantes para satisfacer los requerimientos nutricionales de los cultivos. Las concentraciones de nitrógeno total van desde un mínimo de 400 mg/L o más y las de fósforo van desde 50 mg/L hacia arriba; además, la mayoría de los efluentes contienen algunas sales. Dependiendo de la fuente de agua se debe monitorear la concentración total de sales, la concentración de iones específicos o —en algunos casos— ambas variables. Los efluentes también pueden contener patógenos tales como bacterias, virus y protozoos y también es probable encontrar materia orgánica y sólidos suspendidos.

Las aguas municipales tratadas

o efluentes domésticos, tienden a tener bajas concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST). Algunos estudios reportan valores de entre 5 y 30 mg/L, pero existen efluentes que presentan concentraciones de SST de hasta 300 mg/L.

Los efluentes provenientes de la industria pecuaria presentan concentraciones aún más altas de sólidos en suspensión, con valores de TSS que, por lo general, rondan los 500 mg/L y que pueden ser tan altos como 1.500 mg/L o más.

Muchas ventajas pero con peligros potenciales

El riego con efluentes biológicos presenta varias ventajas y una de ellas es que permite que las fuentes de agua potable o agua dulce fresca se reserven para otros

usos, ya que los cultivos no requieren de agua de tan alta calidad. Otra ventaja es que los nutrientes en el efluente pueden ser de utilidad al cultivo. De hecho, en algunos casos, esos nutrientes pueden ser más valiosos incluso que el agua misma. En particular los macronutrientes tales como N, P y K son valiosos porque la mayoría de los cultivos bajo riego los requiere en cantidades relativamente grandes. Es así que en algunos casos la relación costo beneficio del riego con efluentes resulta favorable. Cada sistema de riego específico (goteo o aspersión) puede además aportar beneficios específicos, los que serán detallados más adelante.

También existen potenciales amenazas cuando se riega con aguas residuales ya que en ocasiones los componentes de los efluentes conllevan peligros. Si bien los nutrientes que contienen los efluentes pueden ser valiosos,



El riego con efluentes se utiliza en cultivos forrajeros tales como maíz para alimentación animal, en los cuales la normativa no es tan estricta.

cuando su concentración en el efluente o en el suelo regado es excesiva, en ciertos casos puede haber problemas. Así mismo, la salinidad del efluente también requerirá de un cuidadoso manejo. En muchos lugares del mundo se ha estudiado exhaustivamente el manejo de la salinidad en el riego

y es aconsejable considerar esos estudios antes de regar con efluentes.

Los sólidos en suspensión también deben ser manejados para evitar el taponamiento de los emisores u otros importantes componentes del sistema de riego. Por último, se deberá tener mucho cuidado en prevenir que los patógenos del

efluente provoquen infecciones en los seres humanos. Diferentes países, estados, y la Organización Mundial de la Salud (OMS), han desarrollado directrices para regular la exposición de los seres humanos a esos patógenos y otros han desarrollado directrices para evitar la exposición de humanos a los efluentes utilizados. Los microorganismos pueden estar presentes en distintas concentraciones dependiendo del efluente y la mejor forma de conocer las concentraciones de sólidos totales en suspensión, sales y organismos patógenos de un efluente, es analizar una muestra de agua en un laboratorio certificado.

Algunos prerequisites para implementar la técnica

Sin importar el tipo de sistema de riego que se utilice, el objetivo del riego será maximizar el rendi-

Hidráulica

Bombas Domésticas / Bombas Autoaspirantes / Bombas Sumergibles / Bombas Industriales y de Presurización

anwo.cl



DAB



SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

- Equipos Hidroneumáticos y de velocidad variable (Ahorro 30% de energía)
- Bombas Centrífugas horizontales y verticales multietapa.
- Bombas Pozo profundo 4", 5" y 6".
- Bombas Sumergibles Aguas Servidas y Drenaje.

Venta a través de Instaladores - Distribuidores





Con los sistemas de goteo subterráneo se reducen las posibilidades de contacto del efluente con las personas ya que el agua es aplicada bajo la superficie del suelo.



miento del cultivo y el retorno del agricultor. Para cumplir con este requisito es importante que el agua de riego se aplique de manera uniforme, incluso cuando se riega con agua de buena calidad, pero cuando se aplica un efluente, una buena uniformidad es aún más importante. Así, una buena planificación, diseño y prácticas de manejo, será lo apropiado para un sistema que aplique efluentes. Una de las primeras consideraciones in situ es la disponibilidad, en tiempo y espacio,

de aguas residuales y de agua fresca. Idealmente la fuente del efluente estará cerca de la zona de riego y el recurso se generará durante el peak de la temporada de riego.

El suelo deberá ser suficientemente permeable para permitir un adecuado movimiento del agua y su drenaje, pero también deberá tener una adecuada capacidad de retención y de intercambio para retener momentáneamente los componentes del efluente. El perfil de suelo debe ser lo bastante grueso como para proveer una adecuada zona de raíces y de volumen suficiente para almacenar e intercambiar los componentes del efluente. Por otro lado, el clima debe ser adecuado para el desarrollo y la degradación de la materia orgánica aportada por la fuente de agua. La superficie de tierra requerida para un sistema de riego con agua residual dependerá del cultivo a regar, del clima y de las características del efluente. Además, cualquiera de los componentes del agua residual puede ser un factor limitante para el cultivo, por lo general el volumen de agua, el nitrógeno o el fósforo, ya que es difícil que los requerimientos del cultivo se ajusten exactamente a esos tres parámetros del efluente.

Un ejemplo. En cierto lugar el maíz bajo riego requiere 450 mm de agua por sobre lo que le aporta la lluvia, 340 kg por hectárea de nitrógeno y 45 kg de P/ha durante

Kobi Shilo, Agrónomo Jeje de NaanDanJain (Israel) Goteros adecuados para aguas residuales:

Adaptación de los sistemas de riego al uso de agua residual

Los fabricantes de sistemas de riego por goteo están desarrollando productos para los requerimientos de uso de aguas residuales basadas en el conocimiento profundo de las características especiales y del comportamiento de ese tipo de agua. Según Kobi Shilo, se deben considerar tres aspectos principales: (1) los efectos químicos en los componentes de los goteros y el efecto prolongado en el suelo y en el cultivo o huerto frutal; (2) los efectos físicos de altos niveles de materia orgánica, la que puede incrementar la obturación de los delgados pasajes de agua en los goteros y en algunas texturas de suelo puede provocar diferencias en

el movimiento del agua; (3) Efectos en la salud y el medioambiente. El agua residual contiene una cantidad de sustancias que pueden afectar los equipos de riego y sus características por sus diferencias de calidad con el agua dulce. Esto debido al mayor número de partículas de diferentes tipos y tamaños, así como a sustancias químicas que ya existían en el agua o que son añadidas en el proceso de tratamiento. Por ejemplo, el cloro es normalmente usado para evitar el desarrollo de microorganismos tales como algas y bacterias. Shilo señala que se han realizado una serie de modificaciones en los sistemas de riego por goteo, en especial en los goteros autocompensados, para adaptarlos a las aguas residuales y para hacerlos adecuados en

el largo plazo. Entre otros aspectos los goteros fueron rediseñados para que no se obturen.

“Las aguas residuales presentan un patrón de distribución en el suelo diferente al del agua dulce, mostrando una menor distribución horizontal. Por esto la configuración del sistema de riego requiere de una mayor densidad de goteros (menor distancia entre goteros) y de un mayor caudal por gotero, de modo de cubrir totalmente el área de cultivo. Se debe contar con agrónomos experimentados en las especiales características del agua residual y esos expertos deben además asegurarse de que todo el equipo periférico, por ejemplo filtros y bombas, sean resistentes a la corrosión química”, afirma el experto.



la temporada de cultivo y la fuente es agua municipal tratada con una concentración de 50 mg/L de nitrógeno total y 7 mg/L de fósforo. Si asumimos que todos los nutrientes del efluente quedan disponibles para el cultivo, se necesitan 640 mm de efluente para alcanzar los requerimientos de nitrógeno del mismo y 680 mm para alcanzar los requerimientos de fósforo. Entonces las necesidades de agua del cultivo se satisfacen antes que los requerimientos de nitrógeno o fósforo.

Se deberá agregar nitrógeno y fósforo adicional para alcanzar los requerimientos del cultivo en esa área de riego y se deberá decidir la superficie a regar en base al volumen esperado de agua anual disponible. Se pueden dar ejemplos similares usando otras fuentes efluentes en las que las necesidades de nitrógeno se alcanzan primero (requiriendo riego y fósforo adicional) o donde los requerimientos de fósforo se alcanzan primero.

Varias ventajas particulares del riego por goteo

Existen muchas ventajas específicas en el uso de sistemas de goteo para regar con aguas residuales. Una es que se reduce la exposición humana al efluente, producto de la deriva por viento. Esto es especial-

mente importante en áreas pobladas. Otra ventaja es que se reducen los daños en las plantas regadas, ya que el efluente no es aplicado directamente en los tejidos vegetales. Además, se utilizan bajas tasas de aplicación y los requerimientos de presión son menos exigentes, lo que hace más flexible al sistema de riego. El sistema se puede adaptar a formas y tamaños desuniformes de campo. La posibilidad de aplicar, de manera precisa, pequeñas cantidades de agua permite regar perfiles superficiales de suelo o suelos erosionables y, además, el efluente y sus componentes son aplicados de forma homogénea. Por último, las bajas tasas de aplicación reducen la potencial corrosión –y problemas asociados de las diferentes piezas plásticas de los sistemas de riego.

Las ventajas se incrementan si se utiliza sistemas de goteo subterráneo para aplicar efluentes. Con estos sistemas se reducen aún más las posibilidades de contacto con las personas ya que el agua es aplicada directamente en la zona de raíces y no en la superficie del suelo. En algunos casos disminuyen las distancias dentro del cultivo y la escorrentía se minimiza, pues el agua residual es aplicada bajo la superficie del suelo. Además, cuando los sistemas de goteo subterráneo son diseñados y operados para mantener seca la superficie de la tierra, la germinación de malezas y la sobre-

vivencia de bacterias disminuye. Así mismo se reducen o eliminan los daños por “vandalismo” y los olores causados por la aplicación de aguas residuales.

Así como también se reduce la contribución del agua de riego a la humedad del aire (evaporación) por lo que se puede regar una mayor superficie. En algunas situaciones incluso se pueden aplicar efluentes de fosas sépticas cuando fallan los sistemas convencionales.

Sin embargo, hay potenciales desventajas de aplicar efluentes a través de riego por goteo. Por ejemplo, posibles obstrucciones del sistema, en especial de los emisores, lo que puede originar desuniformidad de aplicación o fallas del sistema. Los costos de instalación pueden ser superiores a los de otros sistemas, y el mantenimiento, y en especial los requerimientos de monitoreo, pueden incrementarse para lograr que el sistema funcione

tal como fue diseñado.

El manejo de los sistemas de riego por goteo requiere de un mayor nivel de experiencia y conocimiento. En algunos lugares la experiencia en uso de riego por goteo es limitada lo que podría resultar en diseños de sistemas o manejos inadecuados. Además, hay áreas y cultivos en que los sistemas de goteo subterráneo pueden sufrir de intrusión de raíces causando taponamientos de emisores.

Por último, las tasas de acumulación de nutrientes podrían ser excesivas –en especial cuando se utilizan sistemas de goteo subterráneo– debido a la reducción de la pérdida de nutrientes por volatilización.

La principal causa de pérdida de eficiencia o falla de los sistemas de goteo es la obturación de emisores. El riego con efluentes presenta mayores desafíos en la prevención de obturación de emisores debido a la

- Más de 16.700 hectáreas en Chile desde Copiapó a Osorno y en Argentina.
- Ingenieros Civiles, Agrónomos y Técnicos conforman nuestro equipo de profesionales.
- Eficiencia y Calidad.

HIDROtop
SISTEMAS HIDRAULICOS



Servicios:

- Diseño y ejecución de proyectos de riego.
- Pozos profundos y estudios de tranques.
- Automatismo, fertirrigación y control inalámbrico.
- Mantenimiento de bombas, filtros y accesorios.
- Soporte post-venta.
- Control de heladas.
- Capacitación.

mayor concentración de nutrientes, sales, sólidos y organismos vivos. Se puede reducir el peligro de obturación de emisores implementando medidas de diseño y manejo en las siguientes 5 áreas: (1) seleccionar los componentes apropiados, en especial los emisores; (2) filtrar adecuadamente el efluente; (3) suprimir el desarrollo de organismos y la precipitación química con el tratamiento adecuado (inyectando químicos); (4) eliminar materiales del sistema (lavar y retrolavar) cada vez que sea necesario; y (5) monitorear el sistema de modo que pequeños problemas no se transformen en grandes problemas.

Uno de los principales compromisos de diseño en el riego por goteo consiste en mantenerse en el rango de bajo caudal para minimizar los requerimientos de hardware de control en tanto se mantienen altas tasas de flujo de los emisores para disminuir la susceptibilidad



La aspersión es utilizada rutinariamente para aplicar efluentes biológicos en áreas donde el principal sistema de riego es el pivote central.

a la obturación. Esto es especialmente verdad cuando se riega con efluentes debido a la mayor concentración de sólidos en la mayoría de las fuentes disponibles. El exceso

de sólidos deberá ser filtrado y por lo general los fabricantes de emisores y líneas de goteo entregan recomendaciones de filtrado para sus productos. Se deben seguir esas recomendaciones considerando que existen pocas tecnologías de filtrado que logren alcanzar el nivel de filtrado recomendado.

En múltiples estudios se ha demostrado que los filtros de arena son efectivos y los filtros de disco han sido exitosos en algunos proyectos. A su vez, los filtros de malla también pueden funcionar, pero generalmente la filtración adicional

que se obtiene al combinar filtros de malla con filtros de arena resulta en una mejor protección de los emisores.

Cuando el diferencial de presión a través del filtro es mayor a 35 kPa se debe retrolavar el filtro y se deberán inyectar productos químicos que eviten la obturación biológica de los emisores.

La cloración es el método más común para suprimir el desarrollo de organismos. Ésta puede ser continua, con concentraciones bajas, o intermitente pero con altas concentraciones de cloro. La inyección de



SUELO • FOLIAR • AGUA • FITOPATOLOGÍA



- Laboratorio especializado en análisis para diagnóstico nutricional y fitopatológico.
- Interpretación de análisis por especialista y asesorías.
- Identificación de patógenos en vegetales y sustratos.
- Servicio de toma de muestras en terreno.

José Domingo Cañas 2914 – Ñuñoa – Santiago
Teléfono: (56 – 2) 2258087 – Email: laboratorio@agrolab.cl
www.agrolab.cl



ácido puede ser un complemento para reducir el pH y de esa forma incrementar la efectividad de la cloración. Como alternativa existen productos diseñados especialmente para el riego con efluentes, los que impregnan la tubería con materiales antimicrobianos para prevenir el "taponamiento biológico" de los emisores. En algunos casos se deberá inyectar producto, además, para prevenir las obturaciones por precipitación química. El producto para prevenir la precipitación química dependerá del riesgo específico y deberá ser seleccionado en base a análisis de laboratorio de muestras del efluente.

Un método de control biológico que se ha mostrado promisorio a nivel de pruebas de laboratorio, es la inyección de bacterias antagonistas para eliminar los organismos obturadores (bacterias y hongos). Se debe lavar (flushing) las líneas de goteo para remover las partícu-

las más pequeñas que no alcanzan a ser removidas por el sistema de filtrado y cualquier forma de desarrollo biológico dentro de las líneas. La velocidad de lavado deberá ser de 0,3 m/s o mayor para mover adecuadamente los sólidos de las líneas, incluso se recomienda velocidades iguales o superiores a 0,5 m/s.

En casos severos la frecuencia de lavado debe ser incluso diaria, pero es más frecuente encontrar regímenes de lavado semanales, dos veces por semana o mensuales. Si los requerimientos de lavado son exagerados, una mejor filtración puede reducirlos. Se debe considerar que la obturación de emisores es un evento continuo y acumulativo y que es más fácil revertir una obturación tempranamente que hacerlo luego de que se ha vuelto severa. Por este motivo, el monitoreo exhaustivo del sistema de riego puede prevenir que un pequeño

problema se transforme en severo. Como mínimo se deberá monitorear presión y caudal. Los puntos adecuados de monitoreo de la presión incluirán el punto de entrada y sobre y bajo los filtros. Medir presión antes y después de cada filtro es útil para automatizar el retrolavado de los mismos. Monitorear el caudal de todo el sistema es básico y en muchos casos será necesario monitorear el caudal en cada sección. Los avances de la tecnología de sensores y de comunicación de datos hacen que los sistemas de monitoreo sean más fáciles de implementar y usar, y mejores para el manejo de información.

Riego por aspersión: una tecnología masificada

La aspersión es rutinariamente utilizada para aplicar efluentes biológicos en áreas donde el prin-

cipal sistema de riego es el pivote central, como las grandes llanuras de EEUU, ya que son muchas los beneficios de aplicar efluentes mediante aspersión. En primer lugar, porque en muchas regiones es una tecnología conocida, los regantes tienen mucha experiencia y les acomoda el sistema. Las boquillas de los aspersores son más grandes que los emisores de los goteros y más difíciles de obturar. Aunque los taponamientos aún son posibles, éstos son más fáciles de remediar ya que el acceso a los lugares con problemas es más expedito que en los sistemas de goteo. Además, en muchos casos el costo de instalación por hectárea es menor que con sistemas de riego por goteo.

Existen sistemas móviles (transportables) por lo que agua y nutrientes pueden ser aplicados sobre diferentes campos, reduciendo la excesiva acumulación potencial de nutrientes y la degradación medio-



ITT

Water & Wastewater

Avanzados sistemas de riego

Piense en ITT

Nuestras bombas LOWARA están presentes en el área agrícola, contribuyendo en la impulsión y distribución de las aguas con mayor eficiencia, calidad y ahorro de energía.



WEDECO



Alcalde Guzmán 1480, Quilicura
Teléfono: (56-2) 562 8600 - Fax : (56-2) 562 8602
Mail: central.chile@itt.cl
www.ittwww.cl



Líder a nivel mundial
en transporte y
tratamiento de fluidos

Jonathan Paetz, Valmont Water Management Group Reutilizar agua servida mediante pivotes:

A través de una serie de cañones secuenciales, el Valley Slurry Manager aplica estiércol, residuos industriales líquidos, y aguas municipales que contienen sobre un 4% de sólidos, con menor compactación de suelo y reducidos requerimientos energéticos, en comparación con aplicadores de tractor. El Valley BaseStation2-SM, un sistema centralizado de manejo de riego, permite monitorear y controlar remotamente las aplicaciones de agua residual o fresca en pivotes centrales o lineares. El Water Sentinel, una herramienta Web de administración de bases de datos para sistemas de aplicación de agua residual, puede ser integrado con datos provenientes del BaseStation2-SM. Esta herramienta de administración de datos personalizada provee al usuario final de información en tiempo real, sobre el riego del cultivo y la carga de nutrientes, con el fin de cumplir las normativas y los reportes exigidos. La aplicación al campo de aguas residuales provenientes de la agricultura, industria, municipios, industria alimenticia, minería o generación de energía puede reducir la necesidad de fertilizantes comerciales, de explotar aguas subterráneas y ahorrar energía. Así mismo elimina las descargas de aguas residuales a ríos y arroyos. Este tipo de aplicación incrementará su utilidad en el futuro y en Valmont estamos preparados para ese incremento.



Existen sistemas móviles (transportables), ej. pivotes, por lo que los efluentes pueden ser aplicados sobre diferentes campos, reduciendo la potencial excesiva acumulación de nutrientes y la degradación medioambiental.

ambiental. Un sistema diseñado y manejado correctamente puede aplicar el efluente de forma muy uniforme y, por otro lado, muchos sistemas de aspersión pueden ser controlados visualmente ya que los regantes pueden ver el agua mientras es aplicada.

También existen potenciales desventajas. Cuando se riega en condiciones ventosas puede resultar en deriva y en la aplicación del efluente en áreas no deseadas. Los nutrientes y otros componentes se pueden volatilizar afectando la calidad del aire y pueden causar daños por el contacto del efluente con las partes sensibles de las plantas, en especial las hojas. Así mismo el contacto con el efluente puede contaminar las partes de las plantas destinadas al consumo humano. Por último, algunos efluentes pueden corroer las piezas metálicas con las que entran en contacto.

Los problemas de aplicación o de deriva por viento pueden ser corregidos mediante la instalación de aspersores colgantes de modo que

el efluente sea aplicado a un metro o menos de la superficie del suelo. Si la altura de los aspersores es suficientemente baja, se logra minimizar el contacto entre el efluente y las hojas, reduciendo el daño potencial. Pero si no se reduce el tamaño de la boquilla (y de las gotas) se incrementará la tasa de aplicación instantánea por lo que la tasa de infiltración del suelo deberá ser suficiente como para permitir una adecuada infiltración, de modo de evitar una escorrentía excesiva. Los aspersores colgantes podrían no ser apropiados para suelos poco permeables, con pendientes fuertes u otras condiciones que incrementen la probabilidad de escurrimiento, a menos que se utilicen prácticas especiales de labranza. Por último, el espaciamiento de los aspersores debe ser apropiado para que el patrón de traslape sea adecuado y maximice la uniformidad de aplicación. Cuando los aspersores estén instalados cerca del suelo el espaciamiento entre ellos debe disminuir para mantener una buena

uniformidad. Existen diferentes tipos de boquillas que son utilizadas con éxito en el riego con efluentes.

La regulación (normativa) es más rigurosa cuando el efluente es aplicado con aspersores en cultivos para consumo humano, por el posible contacto directo, en especial cuando son alimentos para consumo fresco. Por lo general el riego con efluentes se utiliza en cultivos forrajeros como el maíz para alimentación animal, en los cuales la normativa no es tan estricta.

Algunos fabricantes de equipos de riego han enfrentado la corrosión desarrollando tuberías revestidas. El revestimiento evita el contacto del efluente con el metal y extiende la vida útil de la tubería y del sistema de riego.

En algunos lugares la aplicación de aguas residuales está limitada por la concentración de fósforo en los primeros centímetros del perfil de suelo, debido al peligro de contaminar las aguas superficiales en las que el fósforo puede provocar un explosivo crecimiento de algas.

Cuando se aplica un efluente rico en fósforo, por ejemplo residuos de engorda de vacunos (feedlot), el fósforo puede acumularse muy rápido en el perfil de suelo. La posibilidad de transportar los sistemas de aspersión es clave ya que permite regar con el efluente en otro campo en tanto el cultivo del campo anterior consume el fósforo aplicado.

Menos volatilización de amonio con goteo subterráneo

En las grandes llanuras de EEUU se comparó de manera directa el goteo subterráneo con un sistema de aplicación de precisión de baja altura (low elevation precision application: LEPA) de pivote central. El rendimiento del maíz fue semejante bajo ambos sistemas cuando se aplicó suficiente efluente como para alcanzar los requerimientos de



nitrógeno del cultivo. Sin embargo, después de dos años de estudio los sistemas se diferenciaron en la cantidad de nitrógeno perdido. Se consideró perdido a todo el nitrógeno aplicado con el efluente que no fue cosechado o almacenado en el perfil de suelo (2,4 m de profundidad). Cuando la cantidad de efluente aplicado fue adecuado a los requerimientos de nitrógeno del cultivo (490 kg/ha para dos años) no hubo nitrógeno perdido con el goteo subterráneo (de hecho además se mineralizó nitrógeno extra

del suelo), pero se perdieron 156 kg/ha con el LEPA. Al final del estudio había más nitrógeno remanente en el perfil de suelo con el goteo subterráneo.

Las alternativas de pérdida incluyen volatilización y lixiviación, aunque la lixiviación fue minimizada mediante un manejo cuidadoso del riego. Estos resultados son consistentes con los de otros estudios que han mostrado el potencial de volatilización del N-amoniaco cuando es aplicado mediante aspersión. En resumen, el riego con



efluentes puede ser exitoso tanto con riego por goteo como por aspersión. Hay muchas ventajas en regar con efluentes pero la aplicación debe ser cuidadosa para evitar degradar el medioambiente y las pérdidas económicas. Del mismo modo que cuando se riega con agua de cauces naturales no contaminados, el goteo y la aspersión muestran sus particulares ventajas y desventajas al regar con efluentes biológicos. **CR**

Artículo publicado con autorización de New Ag International.

IRRIMON

Agrometeorología en viñedos:

Los secretos de un buen riego

El uso de estaciones agrometeorológicas para la programación del riego en viñas se está consolidando. Incrementos de calidad de hasta un 30%, reducción de consumo de agua de hasta 60% y ahorros de energía de hasta 70 mil pesos por hectárea son los resultados que se pueden obtener, si es que se utiliza bien esta tecnología.

¿Cómo aumentar la calidad del vino? Ése es el dilema. Y hace años que en Chile han optado por encontrar la respuesta nada menos que en el monitoreo agroclimático, tecnología que permite obtener datos que pueden ayudar a la toma de decisiones, como la de cuándo,

cómo y cuánto regar.

Una estación agrometeorológica registra de manera regular distintas variables climáticas que son utilizadas con diferentes fines, ya sea obtener datos meteorológicos básicos (como temperatura, radiación solar, velocidad de viento, etc.), o procesados (como horas frío). Además, estos datos pueden incorporarse a modelos matemáticos para prevenir enfermedades (hongos y plagas), o para calcular la evapotranspiración (ET) y el coeficiente de cultivo, factores vitales para regar de manera eficiente (ver recuadro).

Un paso importante hacia el uso de las estaciones agrometeorológicas para riego en nuestro país se dio en el 2007, con la creación del "Servicio de Programación y Optimización del Uso del Agua

de Riego" (SEPOR). La zona de influencia de la 2da sección del Río Cachapoal en la VI Región, Maule Norte y Longaví en la VII fueron las áreas seleccionadas para implementar este proyecto pionero de la Comisión Nacional de Riego (CNR), ejecutado por el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) de la Universidad de Talca.

Los reconocimientos no se hicieron esperar. El proyecto fue seleccionado en junio de este año por Chile Verde, como una de las 80 iniciativas medioambientales pioneras en nuestro país. La inversión inicial de \$395 millones permitió instalar 13 estaciones automáticas ADCON y crear un sistema informático que tiene como objetivo utilizar eficientemente el agua.

Los agricultores no sólo pueden obtener on line la información sino que también acceder a recomendaciones de tiempos y frecuencias de riego para cultivos como manzanos, tomate industrial, maíz semillero, olivos, arándanos, uva de mesa y vid vinífera. Todo basado en los datos entregados por la estación agrometeorológica, sumado al monitoreo de humedad del suelo. Los datos llegan a través de la tecnología GPRS, lo que permite instalar las estaciones en cualquier lugar que tenga buena cobertura de telefonía celular.

La experiencia en viñas

En vid vinífera, la viña experimental del proyecto SEPOR fue La Calina, ubicada en fundo El Maitén, en la comuna de Talca. Allí se comenzó a evaluar los diferentes niveles de reposición hídrica desde





La ciencia del riego

Las estaciones meteorológicas miden datos capturados por los sensores, los que son almacenados en dispositivos llamados data loggers para luego ser transmitidos a un sistema central que los procesa y analiza. Uno de estos procesos consiste en el cálculo de la evapotranspiración (ET), una compleja ecuación matemática que intenta obtener el valor de pérdida de agua hacia la atmósfera, que es el proceso combinado de evaporación del suelo y la superficie de la planta, y la transpiración desde los tejidos de los cultivos.

Conocer la ET es de vital importancia para entregar a las especies vegetales los requerimientos de agua en el momento en el cual efectivamente lo necesitan en términos del estado fenológico, que es diferente para cada una de las especies, incluso para cada una de las variedades.

La ecuación más usada para el cálculo de ET es la de Penman-Monteith, la que propone utilizar una ET de referencia (E_{Tr}) y un coeficiente de cultivo (Kc). Para la E_{Tr} , la FAO propuso utilizar una cubierta de pasto o alfalfa en condiciones nutricionales y humedad de suelo óptimas. Así la cubierta de pasto se comporta como una sola gran hoja y se emplea un valor constante de resistencia de la cubierta vegetal (R_{cv}). Sin embargo, esta fórmula posee, en algunos casos, un margen de error de un 30%, según la calidad del proceso de calibración de la ecuación. Después de tres años de intenso trabajo de la CNR, desarrollado por Samuel Ortega y su equipo, se logró ajustar el modelo para la zona de Talca, gracias a la utilización de equipos de última generación para medir la ET real y una completa red de estaciones agroclimáticas que fueron instala-

das en terreno al alero y cuidado de las propias organizaciones de usuarios de agua de los territorios beneficiados con el proyecto, las Juntas de Vigilancia de la Segunda Sección del Río Cachapoal, la Asociación Canal Maule y la Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes. La participación de las organizaciones fue un aspecto clave en el éxito del proyecto, explica César González, uno de los profesionales de la CNR a cargo del proyecto.

Pero las investigaciones fueron más allá. Colocaron distintas especies en unidades de validación y establecieron ensayos de riego para calibrar los Kc en tomate industrial, uva vinífera, de mesa, frutales y maíz, entre otros cultivos de la zona. Esta variable es conocida como "el santo grial del riego", debido a lo difícil que es encontrar su valor. Un ejemplo: en tan sólo 100 ha se han encontrado más de cuatro valores de Kc.

El Kc expresa la variación de la capacidad de un cultivo para extraer agua del suelo durante las distintas etapas del ciclo vegetativo y varía principalmente dependiendo de la especie y el tamaño de la planta (volumen foliar y radical). Las investigaciones de la CNR desarrolladas por Ortega han logrado, además, modelos para estimar la ET en viñas sin necesidad del Kc. "Lo que tenemos que hacer ahora es implementar esta fórmula en el software y comenzar a probarla", explica el científico del CITRA.

Todo este complejo juego de modelos matemáticos es el que llega "traducido" a los agricultores y es fruto de arduos trabajos de investigación teórica y aplicada. Es nada menos que la inteligencia detrás de las estaciones meteorológicas.

de producción", explica Ortega. Estas investigaciones se realizaron tras un proyecto apoyado por el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) de viticultura de precisión, donde

además se incorporaron nuevas tecnologías como el uso de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica.

El gran desafío sigue siendo la transferencia tecnológica. Para ello

cuaja hasta cosecha para ver cómo éstos influían en la calidad y la producción de la viña de 11 años, cepa Carmenère. Para ello se aplicaron diferentes tratamientos de riego: 40, 70 y 100% de la ET real, y se evaluaron distintas variables del desarrollo vegetativo, como potencial hídrico del xilema al mediodía, humedad de suelo, crecimiento de brotes y planta, etc.

Después de años de estudio, la CNR junto al CITRA han logrado demostrar que la aplicación de cierto nivel de estrés hídrico en períodos específicos (cuaja/pinta) permitiría aumentar en un 30% la calidad de la uva cosechada. El ciclo, entonces comienza: al estresar controladamente la vid, también se producen ahorros de agua que van de un 30 a un 60%. Además, los que riegan con goteo reducen el consumo de energía eléctrica. El único aspecto negativo se relaciona con la disminución del rendimiento, lo que quedaría compensado con el precio final del vino.

"Los pequeños agricultores han ahorrado entre 500 mil y 2 millones de pesos en la cuenta de electricidad. Y para los grandes hemos logrado ahorros de hasta 70 mil pesos por hectárea/temporada. Optimizas el uso del agua, reduces el uso de energía eléctrica para bombear agua, y puedes mejorar calidad. Es un ciclo perfecto si es que haces las cosas bien, si es que tienes gente capacitada, si es que le aplicas inteligencia a esta tecnolo-



gía", explica Samuel Ortega, director del proyecto SEPOR y del CITRA.

Los buenos resultados son frutos de años de investigación aplicada, tras los cuales se ha logrado calibrar la ecuación de Penman-Monteith y modelar los requerimientos hídricos de los cultivos de referencia. "Lo que estamos haciendo es sustituir el coeficiente de riego por el coeficiente de cultivo para cada nivel de producción y de cuartel. Esto se puede lograr más menos a partir de un par de años de datos", explica. Además, Samuel Ortega y su equipo han logrado desarrollar modelos para estimar la ET en viñas sin necesidad del coeficiente de cultivo (ver recuadro).

"Desde el 2003 que hemos comenzado a desarrollar el concepto de riego sitio específico. Ya no hablamos del riego que se aplica a un viñedo entero, sino que depende del tipo de suelo, del tipo de cuartel, de la calidad y de los objetivos



el SEPOR ha innovado en varios aspectos. Mejoraron el software entregado por ADCON, donde no sólo integraron las ecuaciones calibradas, sino que también lo amenzaron para hacerlo más didáctico y rápido. Capacitaciones a asesores de INDAP, a agricultores líderes y asesorías de riego en terreno fueron otras de las armas escogidas para romper la barrera cultural que separa a esta tecnología de los más pequeños.

“Es todo un reto llevar esta tecnología a una administración de campo, la interpretación de los datos es crucial”, explica César Letelier, administrador general de Agrícola La Concordia y usuario de redes agrometeorológicas hace ya cuatro años en la zona de Cauquenes. La experiencia en estas 200 ha también ha sido exitosa. A través del uso de estaciones meteorológicas y diferentes sensores de suelo monitorean continuamente y en línea el uso del agua y la fertilización aplicada, lo que los ha llevado a ahorrar tres jornadas hombre por hectárea de riego. “Estas son herramientas que vienen a ayudar y complementar otras que ya estábamos usando, como las calicatas. Lo que hemos hecho ha sido crear puntos críticos de control y adoptando esta tecnología a nuestras



necesidades”, afirma César Letelier.

Otro gran detalle es seguir los estándares para ubicar las estaciones agrometeorológicas para riego, de modo de asegurar la calidad de la información. “Hemos enfatizado que las estaciones para riego tienen que estar sobre un pasto en condiciones de referencia, al contrario de lo que sucede cuando tú las quieres usar para el pronóstico de enfermedades, donde ésta debe estar en el cultivo. Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) recomienda que los sensores estén a unos 2 m de altura”, explica el director del proyecto SEPOR. Otro detalle: los expertos advierten que al menos un 10% del presupuesto inicial debiera ser reinvertido cada

año para el mantenimiento de los equipos, los cuales además tienen una vida útil de entre 10 y 12 años.

En busca del terroir

En junio de este año los Consorcios del Vino y Vinos Chile, anunciaba la instalación de 33 estaciones agrometeorológicas entre Elqui y Bío Bío con el fin de desarrollar índices bioclimáticos que permitan la caracterización de los distintos terroirs vitivinícolas. El siguiente paso sería establecer una plataforma para el riego y además poder pronosticar enfermedades y aplicar modelos de pronóstico de cosechas.

Varios estudios interesantes se han hecho además en la zona de Casablanca, donde se trabaja hace cinco años con una red privada que abarca cinco mil hectáreas de viñedos, 100% de las cuales corresponden a variedades mejorantes (S. Blanc, Pinot Noir, Chardonnay). Esta red ya existente se incorporará a la inaugurada por los Consorcios del Vino, ya que todas las estaciones usadas serían compatibles.

El trabajo ha sido intenso: después de cuatro temporadas de datos, esta información interna se ha utilizado para establecer diferentes zonificaciones climáticas al interior del valle. También se han podido

establecer distintos tipos de suelo, estados fenológicos y de baya. “Ya contamos con suficiente información para predecir el comportamiento de viñedos en la temporada en la que están. Sólo basta comparar las actuales sumas térmicas mensuales con las anteriores y sumar más información, como estados fenológicos”, afirma Gonzalo Arellano, gerente general de Agry, empresa representante de Adcon en Chile y encargada de ejecutar el proyecto de Casablanca.

Sin embargo, la tarea no es fácil. Debido al Cambio Climático, los índices cada vez se estarían tornando más dinámicos, lo que haría aún más patente la necesidad de monitorear constantemente el clima. “En algún momento ésta va a dejar de ser una buena zona para producir vinos tintos, porque las temperaturas van a aumentar y hemos observado que para producir un buen Cabernet Sauvignon necesitas bajas temperaturas. Ya está sucediendo: acá las mínimas eran de 5 a 10 grados Celsius y hemos visto que en algunos períodos han aumentado a 15 grados. Las lluvias también se han ido atrasando, antes teníamos las primeras lluvias fuertes en marzo y este año comenzó a llover recién en junio”, explica Samuel Ortega, refiriéndose a la zona de Talca.

Es por eso que las investigaciones no se detienen. Estudios exploratorios están utilizando la aplicación de redes neuronales artificiales para simular la radiación neta y la ET de las viñas. El futuro se ve promisorio: “Tenemos los estudios preliminares, los resultados han salido espectacularmente buenos, sería lo primero en Chile. Cuando hay muchas estaciones agrometeorológicas, ya no es posible observarlas de forma directa, entonces hay que aplicar otras herramientas. En la práctica, para riego, esto se va a traducir en que el procesamiento de datos va a ser mucho más rápido. Ese es el sueño”, afirma Ortega. **CR**

Tuberías Corrugadas de HDPE



para Aplicaciones Agrícolas



- RIEGO POR GRAVEDAD • DRENES AGRÍCOLAS • SUB IRRIGACIÓN
- ENTUBAMIENTO DE CANALES • RECUPERACIÓN DE SUELOS

**Despachamos
a todo Chile**

Atención al Cliente: (56-2) 413 0019 Fax: (56-2) 413 0040

Contacto: proyectos@tigre-ads.com www.tigre-ads.com

Planta Santiago: Panamericana Norte 20.500 - Lampa Planta Antofagasta: Camino La Minería 265 - Sector La Negra

Sobre el 'mercado del agua' en Chile están aquellos que opinan que funciona pésimo y los que afirman que no hay pruebas empíricas de que no funciona. Se refieren a que nadie ha cuantificado, por ejemplo, a cuánto se transa el agua en las diferentes cuencas, si operan los remates de la DGA para el agua aún disponible o si es efectiva la aplicación de patente por no uso del agua. Óscar Cristi pertenece a la segunda corriente y manifiesta que "la única manera de saber si el mercado de aguas funciona es cuantificando el mercado".

Alejandro Pardo

¿Cuánto vale el agua de los regantes?



Cuenta Óscar Cristi que el año 1997, cuando tenía que definir el tema de la tesis de su doctorado, conversó con un personero del Banco Mundial que le dijo: "Dedícate al agua. Haz tu tesis sobre eso y el Banco Mundial te la financia".

Cristi le hizo caso doctorándose en Economía de Recursos Naturales en la Universidad de Maryland, Estados Unidos.

Con el agua como prioridad, desde su sitial en la Universidad del Desarrollo, se ha embarcado en varios estudios sobre el recurso hídrico en Chile. En base a esos conocimientos contesta a quienes afirman que el mercado del agua no funciona en Chile: "Mi respuesta es que éste es un problema empírico y que la única manera de saber si el mercado de aguas funciona es cuantificando el mercado".

Cita a quienes opinan que en Chile no opera el mercado del agua. Uno de ellos es Clemente Pérez, ex subsecretario de Obras Públicas del

gobierno de Ricardo Lagos, quien afirmó: "Las disposiciones que permiten asignar derechos mediante la competencia no han operado en la práctica".

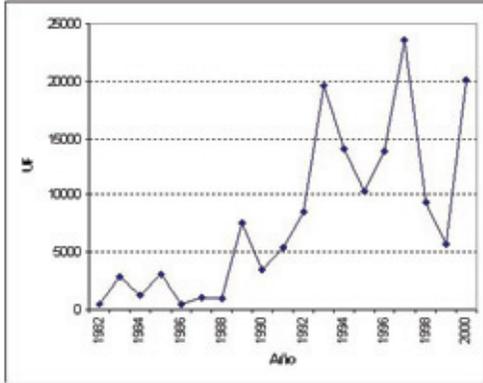
También dirige sus críticas a Carl Bauer, geólogo estadounidense que critica duramente el modelo de aguas chileno (ver Chileriego nº38). Bauer ha escrito varios libros sobre la gestión del agua en Chile y dice que el modelo chileno es un desastre, aunque defiende la posibilidad de que un mercado regulado del agua pueda ser muy beneficioso. "Mi crítica a Bauer es que él descalifica al mercado por su inexistencia y yo le pregunto dónde están los números que respaldan esa afirmación. Los números indican



Limarí es el valle con el mercado de agua más activo de Chile.

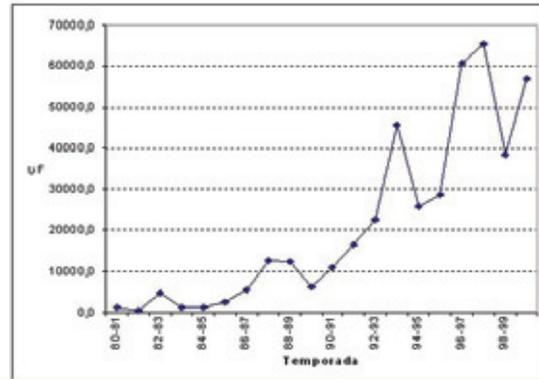
Mercado del agua en la cuenca del Elqui

Valor total de las transacciones permanentes de derechos, expresadas en UF, para el periodo comprendido entre los años 82-00, en la Cuenca del Elqui.



Mercado del agua en la cuenca del Limarí (Sistema Paloma)

Valor total de las transacciones permanentes de derechos, expresadas en UF (1 UF=US\$ 39.7) para el periodo comprendido entre las temporadas 80-81 y 99-00, en la Cuenca del Limarí



que el mercado sí está funcionando y en algunas partes muy bien como en la cuenca del Limarí. Reconozco y los números así lo muestran, que hay muchas imperfecciones. La dispersión de precios lo refleja. La ta-

rea es cómo hacer que el mercado funcione mejor".

Con lo de dispersión de precios Cristi se refiere a que es posible encontrar diferencias abultadas e irracionales en el valor del agua en

las distintas cuencas. Por ejemplo, dentro de los muchos estudios y experimentos que ha realizado junto a su equipo, relata el que efectuaron en la cuenca del Limarí, el

valle con el mercado de agua más activo de Chile. En el marco de un proyecto pionero para esa cuenca, decidieron comprar agua, luego invitaron a los agricultores e hicieron

Bombas • Válvulas • Sistemas



Servicio KSB: Rápido y Eficiente

KSB cuenta con Servicio en Terreno eficiente, de calidad y oportuno, para emergencias y asistencias técnicas, prestando nuestros servicios en las instalaciones del cliente. Junto a su personal entrenado en Chile y en fábricas KSB, consolida su servicio a través de su recurso humano de excelencia.

Visite nuestra amplia gama de productos en: www.ksb.cl.

KSB Chile S.A. • Av. Las Esteras Sur 2851 • Quilicura • Santiago

KSB Concepción • Marco Polo N° 9038 Flex Center Bio- Bio, Local 1, Hualpén



Poquísimos postores en los remates de agua

Cristi también ha analizado qué sucede con los remates de derechos de agua: “Nos interesaban los remates cuando más de una persona hacía una solicitud de agua sobre una misma fuente, pero no había disponibilidad para todos. Analizamos los remates y nos dimos cuenta que son muy pocos los que se han hecho, entonces la información que sale ahí no nos puede aportar mucho respecto a lo que está pasando en el mercado”. Las siguientes fueron algunas de sus conclusiones:

TABLA 7. Datos sobre los remates

- Entre agosto del año 2006 y enero del 2010 la DGA convocó 56 remates, de los cuales sólo se realizaron 38.
- En ese periodo se registraron remates con un promedio anual rematado de 229.000 lt/s.
- Los derechos a rematar se dividen en cuotas.
- En muchos casos las cuotas se conforman con un mix de derechos de uso permanente con derechos de uso eventual, o derechos consuntivos con no consuntivos.
- El 29% de los remates se efectuó con sólo un postor.
- El 50% de los remates se efectuó con dos o menos postores.

“Una de las críticas que se ha hecho al sistema es que se ha traspasado en forma gratuita el agua. Cuando alguien la solicita, si ha habido disponibilidad, se le otorga el derecho sin costo alguno. Desde el punto de vista de la eficiencia no ha sido tan relevante, pero sí desde el punto de vista de la equidad. Respecto de los derechos que quedan por entregar, sería interesante que la DGA tome la iniciativa, sin esperar solicitudes de derechos de agua, y llame a remate. Así se asegura que todos paguen y se transparenta el mercado”, sintetiza Cristi.

una subasta: “Cada concurrente debía escribir en un papel, en secreto, cuánto estaba dispuesto a pagar por esa agua. Y la dispersión de precios fue enorme. La gente estaba dispuesta a pagar, por ejemplo, desde 30 a 100 pesos, y nosotros la habíamos comprado a 35 en la asociación. Entonces incluso en ese mercado, que es muy activo, vemos una enorme falta de información y de transparencia”. Y eso sucede en una cuenca y con gente de una asociación de usuarios, es decir, en un ambiente donde la información debiera estar acotada.

Desenredando los datos

Para cuantificar el mercado del agua en Chile, Cristi y su equipo –que integran entre otros Oscar Melo, doctor en Economía Agrícola y de Recursos Naturales de la

Universidad de Maryland, y que hoy trabaja en la Universidad Católica– se basaron en la modificación del Código de Aguas del 2005 que establece la obligatoriedad



La cuenca del río Elqui, gracias al embalse Puclaro, reúne también todas las condiciones para el desarrollo de un mercado volumétrico.

TABLA 1. Número de transacciones de derechos de agua

Región	2005	2006	2007	2008	TOTAL
I	92	179	197	96	564
II	13	7	63	48	131
III	4	10	1	-	15
IV	775	1.231	1.155	287	3.448
V	513	732	926	668	2.839
VI	465	568	513	464	2.010
VII	968	1.471	1.678	2.042	6.159
VIII	300	643	934	285	2.162
IX	145	200	29	113	487
X	28	131	39	25	223
XI	-	11	47	10	68
XII	-	4	2	-	6
RM	585	1.261	1.210	1.170	4.226
TOTAL	3.888	6.448	6.794	5.208	22.338

*Tabla basada en la selección, según determinados criterios metodológicos, del 60% de la información enviada por los Conservadores de Bienes Raíces a la DGA.

de que los conservadores de bienes raíces informen a la Dirección General de Aguas (DGA) de todos los registros de derechos de aguas: compraventas, herencias, fusiones, etc., información que figura en la página web de la DGA. De esa información, Cristi seleccionó sólo la relativa a los registros de compraventa, como una forma de acotar su investigación, considerando que el mercado es incipiente y los datos no siempre son rigurosos. Además, dejaron fuera el agua que es transada junto a otros bienes, por ejemplo tierra, para concentrarse

sólo en las transacciones de “agua pura”. Aunque es obligación registrar en forma separada la tierra y el agua adjudicándoles sus respectivos valores.

En esos registros de compraventa figura el RUT del comprador, el RUT del vendedor, el tipo de derecho (consuntivo, no consuntivo, superficial, subterráneo, permanente, eventual, continuo, discontinuo), los litros por segundo transados y el valor de la transacción.

“Con eso generamos un informe que dice, primero, que no todos los conservadores de bienes raíces

TABLA 2. Monto de las transacciones de agua (UF)

Región	2005	2006	2007	2008	TOTAL
I	16.707	35.719	185.613	225.058	463.097
II	1.379	3.430	86.740	4.828.271	4.919.821
III	179.803	1.172	152	-	181.127
IV	820.178	5.495.597	6.104.067	88.087	12.507.929
V	196.424	328.366	2.127.320	9.092.805	11.744.915
VI	78.876	334.174	8.642.108	2.519.425	11.574.582
VII	752.958	4.201.487	852.109	8.339.212	14.145.766
VIII	52.800	241.880	281.109	83.870	659.659
IX	58.461	44.906	11.263	71.171	185.801
X	5.272	307.685	21.043	189.516	523.515
XI	-	2.690	693	156	3.538
XII	-	10.877	11	-	10.888
RM	204.177	1.481.780	37.839.042	13.020.957	52.545.956
TOTAL	2.367.034	12.489.765	56.151.268	38.458.528	109.466.595

*Tabla elaborada sobre la base de los datos publicados por la DGA.

están informando a la DGA”, explicó Cristi. En resumen, entre el 50% y el 72% de los registros posee datos del valor de transacción.

Luego, aplicaron otro filtro a los precios de las transacciones, porque en ocasiones no se registra el valor o se registra un valor que es absurdo, por ejemplo, 1.000 millones el lt/seg, según cuenta Cristi:

“Por eso excluimos las transacciones sin registro de su valor o cuyo valor era dudoso. Y fijamos un límite al valor de una transacción, y ese límite es el precio de la transacción más cara que se ha hecho en Chile, que fue la venta de la minera Zaldívar a la minera Escondida. Así vas eliminando y reduciendo el universo. Entonces la muestra es en rigor

TABLA 3. Precio promedio ponderado de un m3/seg

Derecho no consuntivo: 3,051 UF
Derecho consuntivo: 62,410 UF
Derecho de agua subterránea: 123,378 UF
Derecho de agua superficial: 7,291 UF

Máximo histórico: US\$135.000.000 por 630,9 lt/seg de agua subterránea (Antofagasta, año 2000), lo que da un valor de 7.850 UF lt/seg.

una submuestra. Y en el informe decimos que estos resultados están sujetos a los registros de la DGA. Y así, después de seleccionadas las compraventas y aplicados los filtros, cuantificamos las transacciones de derechos de aguas que hubo en cada región en el período 2005-2008. Con todas esas limitaciones, hemos llegado a unas medidas que son una primera aproximación a lo que puede ser un mercado del agua a lo largo de Chile”.

Estos resultados lo empujaron a advertirle a la DGA que la información contenida en los registros es sumamente valiosa y que sería bueno hacer un doble chequeo de

ella, “porque no se pueden perder cinco años de historia del mercado del agua en Chile”.

El mercado spot del agua

Este diagnóstico preliminar fue el impulso para intentar transparentar el mercado del agua. Establecieron que existen dos tipos de mercado: un mercado de derechos de agua donde se transa la propiedad del derecho, y otro mercado donde no se transa el derecho sino que el agua asociada a ese derecho. Esto último es más fácil de hacer en cuencas donde el agua está



En Copiapó “la solución pasa por fortalecer las comunidades de aguas subterráneas para transparentar cuánta agua hay y se podrían modificar los derechos”. Río Copiapó a la altura de la ciudad de Copiapó.

FIBRA

S.A.

Fabricación en FRP y Termoplásticos

EcoTank

Polietileno de alta resistencia
de 1.000 a 30.000 Litros

Sta Margarita 0750
San Bernardo - Santiago

4112500

www.fibra.cl

Futuros de Agua y Opciones, en California

En un distrito de California tienen un mercado electrónico funcionando hace años. La Universidad de California Davis junto a grupos ambientalistas crearon el Water Link (www.westlandswater.org), un sitio web donde la gente puede hacer transacciones de agua. Ahora están introduciendo lo que se llama Futuros de Agua, o sea transacciones a futuro. Con Futuros de Agua se compra agua que se va a utilizar más adelante. También ha aparecido otro instrumento, llamado Opciones. "Muchas veces el agricultor no sabe al comienzo de la temporada si le va a faltar agua al final o no. Las opciones son: comprar al final, pero si el año continúa siendo seco, el precio se va a disparar. En cambio, si compra ahora y después llueve, va a estar despilfarrando la plata. Con el instrumento Opciones tiene la posibilidad de celebrar un contrato por el cual el vendedor de agua se compromete a venderle el agua en diciembre por ejemplo, fijando el precio ahora. Llegado diciembre, si el comprador quiere el agua, la compra por el precio acordado, si no, no se la compra, pero paga por ello. "El comprador paga porque el vendedor mantenga su promesa de venderse. Es una opción de compra que elimina muchas incertidumbres", explica Cristi.

embalsada que en, por ejemplo, el agua de un río. En un río se transan litros por segundo, en tanto que en el agua almacenada se transan volúmenes de agua, es decir, metros cúbicos de agua, lo que se conoce como mercado spot. Esto ya que los stocks de agua son más estables o menos aleatorios que los caudales de los ríos.

Entonces tomaron como base de sus investigaciones, para trans-

TABLA 4. Mercado del agua en la cuenca del Limarí (sistema paloma)

Asociación de regantes	PERÍODO 80-00			PERÍODO 80-91		PERÍODO 91-00	
	Total de acciones	Acciones transadas	Profundidad * de mercado	Acciones transadas	Profundidad de mercado	Acciones transadas	Profundidad de mercado
ACCC	5.500	1.122	20,4%	82	1,50%	1.040	18,90%
ACEC	12.000	2.529	21,1%	699	5,8%	1.830	15,3%
ACER	15.000	3.226	21,5%	723	4,8%	2.503	16,7%
JVRL	8.383	4.523	54%	1.453	17,3%	3.070	36,6%
TOTAL	40.883	11.401	27,9%	2.956	7,2%	8.444	20,7%

Fuente: Cristi et al. (2002). *Porcentaje de acciones transadas.

parentar el mercado del agua, lo que sucede en la cuenca del Limarí donde opera el sistema de embalses La Paloma. Allí los poseedores de derechos son informados en mayo de cada año sobre cuál va a ser la dotación de agua de que dispondrán para la temporada. Dotación que la pueden pedir y usar cuando quieran (con ciertas restricciones hidráulicas). Eso les permite eventualmente vender el agua que les sobre, o comprar agua que otro titular de derechos no utilice.

El ideal en la cuenca consiste en desarrollar un mercado electrónico del agua. El proyecto, que terminaba en agosto, ahora se extenderá hasta abril de 2011. A comienzos de julio (2010) se lo presentaron a las principales asociaciones de usuarios: Camarico, Cogotí, Recoleta, etc. La idea implica el desarrollo de una página web a la que los usuarios podrán ingresar para efectuar transacciones de volúmenes de agua. La página está en marcha blanca: www.akresearch.org/watermarketpilot/login.php.

En la cuenca instalarán, además, una zona de acceso de 20 computadores en asociaciones aún no definidas, y todas manifestaron su interés en que sea en sus respectivas oficinas. "La idea es que este mercado opere una vez por semana, durante un cierto número de horas. Allí se hacen las ofertas y demandas, luego el mercado cierra y hay un precio de equilibrio, sabiéndose quién compró y quién vendió. Cualquiera puede meterse a través de Internet y en el caso de los computadores que dispondre-

TABLA 5. Mercado spot del Limarí

Agua embalsada año normal: 1.000 millones m3
Distribución de agua año normal: 362.000.000 m3
Porcentaje que habitualmente se comercia: 16% del agua asignada
Precio año normal: \$40 por m3
Tamaño potencial \$14.480.000.000
Tamaño actual: entre 2000 y 3000 millones de pesos
Año seco: se distribuyen aproximadamente 115.000.000 m3 y se comercia alrededor de un 8% y a un precio de \$80 por m3

TABLA 6. Transacciones de acciones en cuenca del Elqui, período 1982-2000

Sector	Total de acciones	Acciones transadas	Profundidad de mercado *
1	2.091,475	401,6	19%
2	1.037,48	183,9	18%
3	1916,51	159,1	8%
4	901,29	201,5	22%
5	6.147,39	984,7	16%
6	1.727,57	389,5	23%
7	3.425,35	334,8	10%
8	5.046,93	883	17%
9	2.387,6	400,5	17%
10	646,71	333,2	52%
Sectores no identificados	-	149,8	
TOTAL	25.328,305	4.421,6	17%

mos habrá una persona capacitada para ayudar a quienes lo requieran. Si la demanda es mucha, tendremos que arrendar algunos cibercafé por la mañana, en los que habrá una persona que también ayudará. Aunque el software es súper sencillo, sabemos que hay que hacer una capacitación", dice Cristi.

Al acceder a la página una persona puede manifestar su intención de comprar una cantidad de agua, y al hacerlo estará interactuando con otros que estarán dispuestos a vender. "El resultado de eso es

que se reemplaza la negociación uno a uno que implica el manejo de poca información, lo que genera la enorme dispersión de precios, por un sistema donde interactúan muchos. Y se logra que el precio sea uno de equilibrio de mercado, precio que después se hace público. Eso lo estamos haciendo con el mercado de volúmenes y esperamos traspararlo al mercado de derechos. Nuestra experiencia con el mercado de volúmenes es que a la gente le encanta saber que todos van a comprar y vender a un mismo

precio. Si hay algo que les molesta a los agricultores es la dispersión de precios, en especial cuando se enteran después. Lo que ocurre cuando el mercado no está activo. Este mercado electrónico recogerá toda esa información para llegar a un equilibrio de precios”.

El Limarí es la única cuenca donde se ha verificado empíricamente la existencia de este mercado spot del agua. Sin embargo, Cristi advirtió que la cuenca del río Elqui, gracias al embalse Puclaro, reúne también todas las condiciones para el desarrollo de un mercado volumétrico. Hoy en la cuenca del Elqui el mercado es de litros por segundo.

En el resto de Chile se dan básicamente los mercados donde se transan derechos de agua. El Limarí es la cuenca piloto, pero la idea de

Cristi es desarrollar los mercados a lo largo de todo Chile.

Otra experiencia piloto se está desarrollando en la cuenca del Maipo, donde está actuando Óscar Melo, del Departamento de Economía Agraria de la Universidad Católica de Chile. Cristi explica: “Allí no hay transacciones de volúmenes sino transacciones de derechos, entonces es más lento el desarrollo del mercado. Allí estamos elaborando un mercado electrónico por medio de una plataforma web en que se ingresa dónde quiere comprar un derecho de agua o dónde quiere vender: el sistema entregará información sobre las zonas geográficas o los canales o acuíferos relevantes para esa demanda. Y ahí el interesado puede señalar su interés y la bolsa hará el contacto, porque en el caso de aguas subterráneas, si

yo quiero cambiar el punto de captación, tengo que elevar la solicitud a la DGA, que se puede demorar mucho. Entonces puedo comprar sin tener que hacer un traslado del punto de captación”.

Ambos proyectos de mercado electrónico –Limarí y Maipo– cuentan con el auspicio de Innova Corfo. Esto va a ser gratuito para los agricultores y si resulta económicamente factible, lo va a desarrollar la Bolsa de Productos, que es otro de los socios del proyecto.

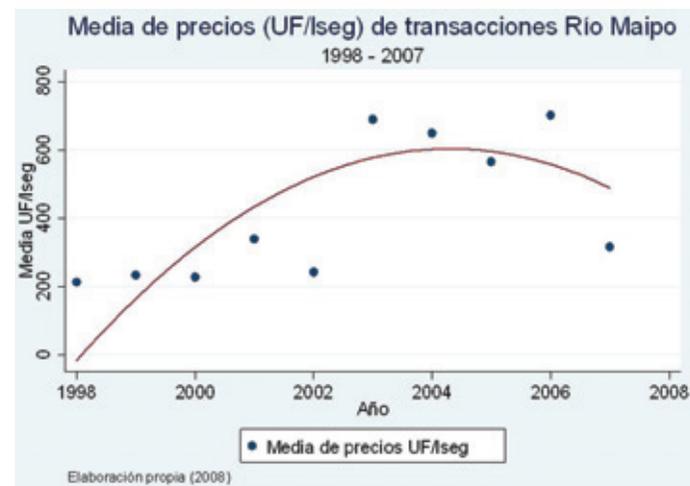
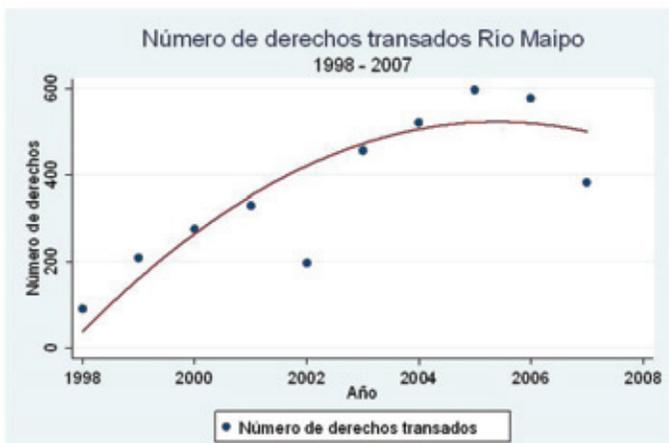
Caudales Ecológicos

Estas son estrategias para transparentar los mercados del agua en Chile y hacer que funcionen bien. En el lado opuesto, según Cristi, está la corriente “que se sale de lo empírico y cae en lo conceptual”. Esa corriente responde a lo que se denomina Manejo Integrado de

Cuencas, entre cuyos exponentes está Carl Bauer: “Ellos dicen que el mercado funciona, pero que hay muchos problemas que el mercado no resuelve. Por eso se requeriría una entidad que tenga una mayor capacidad de coordinación o regulación”. La otra corriente, donde se sitúa Cristi, postula que se tienen que generar incentivos para que los privados corrijan los problemas, más que crear entidades reguladoras. Cristi pone como ejemplo un tema controvertido: los caudales ecológicos.

“El 2005 el Estado chileno optó por una norma que dice que va a respetar caudales ecológicos donde no se haya asignado derechos de uso sobre todo el caudal. Eso tiene varios problemas. Uno, que el Estado es el que define la demanda, y no deja que los particulares la definan. Y no resuelve para nada la

El Mercado de aguas en Chile



Elaboración propia (2008)

CINTAS Y LINEAS DE RIEGO POR GOTEO

SilverDrip

Excepcional Hoop tipo de canal - excelente reducción de presión.
Alta resistencia a la obstrucción con gran filtro interior.
Mismo precio en diferentes espaciamiento (10 - 50cm).
Superior CV & EU con el tipo lineal (no tipo emisor).

GoldenSpray

GoldenSpray A
GoldenSpray B
GoldenSpray C

SISTEMAS DE RIEGO PROTEKTA

- Cintas de Riego 6 mil - 8 mil. Silverdrip
- Líneas de pared delgada 8 mil. (con emisor). Goldendrip
- Manguera de Riego por aspersión. GoldenSpray.
- Manguera Layflat (2"/3"). GoldenLayflat.
- Filtros de anillos (2"/3"). GoldenTree.

GoldenDrip

GoldenLayflat

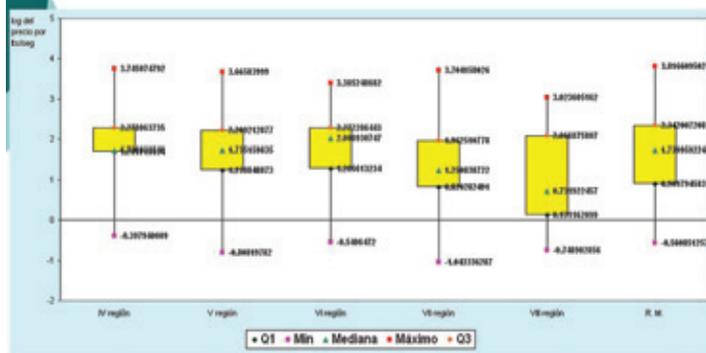
GoldenTree

PROTEKTA

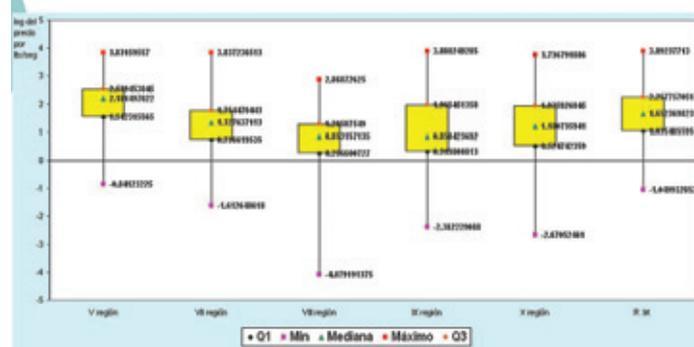
AGRICULTURA INTENSIVA

C. MATRIZ: Los Arraganes S/N, Km. 18 Panamericana Norte - Colina - Santiago - Fono: (2)7387808 ventas@protekta.cl
 SUCURSALES: Norte Chico: C. 9-485 8132 O'VALLE vivianam@protekta.cl V Región: Fono: (33) 3130411 QUILOTA quillota@protekta.cl
 Zona Sur: Fono: (42) 225901 CHILLAN lcaastro@protekta.cl - www.protekta.cl

Dispersión de precios l/s aguas subterráneas (log de precios)



Dispersión de precios l/s aguas superficiales (log de precios)



situación en los otros ríos, donde ya se han asignado los derechos”, dice Cristi.

Cita el caso de Estados Unidos, donde están dejando que los particulares resuelvan este tema, como en Colorado o California: “Allí la ley no permitía que un privado adquiriera un derecho para dejarlo en el río, por una razón típica de EEUU: el agua o la usas o la pierdes. Y tienes que usarla benéficamente. Y no era benéfico dejarla en el río.

Pero eso está cambiando y los estados están empezando a estimar que dejar el agua en los cauces sí tiene un beneficio. Entonces se está permitiendo que los particulares y los estados compren derechos para dejar el agua en los ríos y el mercado está resolviendo eso. ¿Qué pasaría en Chile ante el interés de un privado por mantener un caudal ecológico? Pasaría que probablemente le cobrarían la patente por no uso”.

Crista evoca el caso de una persona que en un río del sur de Chile quiso dejar un caudal ecológico. Pidió 62 l/s. La DGA le dijo que le aplicaría la patente por no uso, “entonces él se acogió a una norma que establece que si solicitas hasta 50 l/s y no la usas, estás exento del cobro de la patente”.

Otro incentivo para los caudales ecológicos, agrega, sería descontar impuestos a empresas o personas que quieran donar el total o

parte de sus derechos de agua para caudales ecológicos. Incluso, si esto no es suficiente, el Estado podría comprar derechos de agua con ese fin, así como compra tierras para los mapuches, sostiene.

Problemas para el mercado

Por la vía de un mercado transparente e informado, asegura Cristi, “se pueden encontrar soluciones

Impacto de la Patente por No Uso es insignificante

Junto al mercado y los remates de agua, Óscar Cristi estudió los efectos de la Patente por No Uso del agua. La patente apuntaba a solucionar el problema de la gente con buenos proyectos, pero que no tienen agua. Aplicando una patente por no uso, tanto por derechos consuntivos como no consuntivos, se pretendía que el agua empezara a utilizarse o se redistribuyera.

“Yo creo que la Patente por No Uso no sirve de nada. Si analizas por qué una persona puede no usar el agua, te das cuenta de que todas las razones son por imperfecciones del mercado. Por ejemplo: tengo un derecho y voy a especular con que esto va a subir de precio en el futuro, pero la especulación funciona cuando hay problemas de información o a lo mejor tengo otro proyecto que es mejor que el tuyo y estoy esperando poder realizarlo. Entonces la idea de que hay un buen proyecto

que no se puede hacer por falta de agua, cuando el agua es transable, resiste poco análisis. Revisamos todos los argumentos que se entregan para el no uso, y nos dimos cuenta de que muchas de las razones para aplicar una patente deberían poder solucionarse por la vía de un mercado mucho más activo”, esgrime. La mayoría de los titulares de derecho a los que se les cobra la patente optan por pagarla: “Y los pocos que no lo hacen, o donde se liberó un poco de agua, fue el sector agrícola, que es probablemente el que menos interesa, porque son los que tienen menos riqueza. En cambio, las grandes empresas como las eléctricas, que tienen derechos no consuntivos, pagan la patente, que se ha convertido en una forma de recaudar dinero para el Estado, que no era la intención original”.

Cristi aclara, sin embargo, que un derecho es una opción. “La opción

de tener un derecho de agua y poder ejercerlo en algún momento. Y hay un momento óptimo en que se ejerce. No tiene sentido que las autoridades empiecen a apurar las inversiones, porque hay proyecciones de demanda que hacen rentable la inversión. Y si esas proyecciones son correctas y tú fueras el Estado, entrarías en el mismo momento en que entra el privado. Entonces, tampoco hay una razón para poner una patente por no uso. Al final en ningún caso la patente es la medida correcta. La medida correcta va

por el lado del mercado. Ahora si no quieres o no puedes mejorar el mercado, OK, segunda alternativa: se conversa y podría ser la patente, que solamente soluciona algunos problemas”.

Ahora, en el caso de las generadoras eléctricas, continúa, “si lo que sucede es que quieren controlar un recurso esencial para adquirir un poder monopólico, la solución es la Comisión Antimonopolios. Hay que demostrar que están controlando un recurso para beneficiarse por la vía de precios más altos”.

TABLA 8

- El 88,39% de los que tuvieron que pagar patentes el año 2008 lo hicieron también el 2009.
- Un total de 177.355 lts/seg, que no se usaban el 2008 sí entraron en uso o se devolvieron el 2009.
- Esa cifra de l/s representa sólo un 2,08% del caudal total afecto a PNU durante el año 2008.
- Esas reducciones en no uso se concentran en la agricultura.



Las generadoras podrían pagar a los agricultores por el daño que les infligen”.

- Y la crisis en Copiapó, ¿cómo la podría solucionar el mercado?

- La primera solución pasa por fortalecer las comunidades de aguas subterráneas de la cuenca. Así se transparentará cuánta agua hay, y se podrían modificar los derechos.

- ¿Modificarlos es más que prorratear?

- Claro, la solución pasa por una modificación de los títulos.

- En ese caso el mercado no podría resolver ese problema y tendría que operar el Estado.

- Ahí hay un problema porque el mercado requiere que los derechos estén bien constituidos.

Más aún, esta situación impide el desarrollo de un mercado, porque lo que se vende es nada más que papel.

Justamente el rol del mercado, desde la perspectiva de Cristi, es reasignar continuamente los derechos de agua hacia aquellos usos de mayor valor. El problema, sostiene, es que históricamente en Chile se otorgaron derechos no atendiendo a la eficiencia económica. Y si no funciona toda la asignación de derechos, no puede haber certeza de que se esté usando el agua de manera eficiente.

-¿Cómo se protege en el mercado a los pequeños agricultores respecto del acaparamiento de las grandes empresas?

- Yo creo que lo que hay que hacer, y que es bien delicado, es más social que económico. Lo que falta ahí es estimar cuánto de eso

ha ocurrido. Cuántos pequeños agricultores han abandonado su actividad porque han vendido sus derechos. Esto es una consecuencia del mercado. Cuando estaba en EE.UU. me tocó trabajar en algo bien curioso. Los condados querían mantener tierra agrícola en algunas zonas de Maryland, pero empiezan las empresas constructoras a comprar la tierra y empieza a desaparecer la agricultura. Qué haces. El Estado trataba de subsidiar o de generar programas para que el pequeño agricultor no se viera tentado por la venta de su tierra. Habría que buscar en Chile alguna fórmula parecida para que esa persona tenga incentivos para no vender toda su agua. Ahí INDAP puede ser clave mostrándole a la gente cómo aumentar la productividad para darle mayor valor a su agua, para que no sea tan fácil que llegue alguien y le compre el derecho. **CR**

creativas a muchos de los problemas que aquejan al sector”. Cita otro ejemplo. Los problemas entre agricultores y generadoras eléctricas cuando comparten un embalse. “Las generadoras quieren acumular agua en verano, que es cuando más la ocupan los agricultores. Las primeras tienen derechos no consuntivos, los otros consuntivos.

INDUSTRIA

MINERIA

AGRICULTURA

JAVI[®]
HIDRAULICA
 INDUSTRIA | MINERIA | AGRICULTURA



Seminario organizado por la Comisión Nacional de Riego:

Desafíos para las Mesas del Agua en Chile



Juan Pablo Rubilar.

Juan Pablo Rubilar, consultor de Fundación Chile, abordó el tema de la gestión de cuencas durante el seminario “Manejo sostenido del agua de riego: herramientas y criterios operativos”, realizado por la Comisión Nacional de Riego el 22 de junio en Rancagua, en el marco del programa “Transferencia de técnicas innovadoras de riego a pequeños agricultores con potencial exportador”. Rubilar tituló su exposición “Desafíos para la gestión del recursos hídricos por cuencas”.

Partió estableciendo una premisa básica, la piedra angular de cualquier tentativa de gestión de una cuenca: “El agua que yo utilizo para regar proviene de un uso anterior, aunque este uso no haya sido antrópico (de origen humano). Eso significa que alguien o algo ya utilizó esa agua. Y por eso es deber de cada usuario devolverla con buena calidad”. Aunque menciona el riego, el trasfondo de esta declaración de principios afecta a todos los usos –recreacionales, turísticos, energéticos, sanitarios, mineros, consuntivos o no consuntivos, etc., ya que es la única manera de hacer una gestión integral de la cuenca. “Si tengo un río frente a mi casa, eso también tiene un beneficio social, lo que también es un uso”, ejemplificó Rubilar.

En Chile la gestión de las cuencas está asociada principalmente al sector privado, que tiene que compatibilizar ese manejo con la asignación de derechos de agua por

parte del Estado. Es decir, instancias como las Juntas de Vigilancia deben garantizar el derecho de agua, pero no administran la creación de los derechos. Eso genera una dualidad en la gestión que tiene consecuencias importantes para el país.

Por ejemplo, las Juntas de Vigilancia y las Asociaciones de Canalistas han demostrado ser muy responsables en la toma de decisiones, asignación de recursos, administración de sus sistemas, distribución del agua entre sus socios, etc., pero se trata de una gestión sectorial y la gestión sectorial –es decir, que los mineros se preocupen de su agua, los agricultores de la propia, las sanitarias de la suya– quedó obsoleta como estrategia.

Esa es la parte negativa dentro de esta dualidad como país. Por este manejo sectorial hay problemas que no se sabe cómo enfrentar, como aludes, sequías, temblo-

res, contaminación de las aguas, derretimiento de los glaciares, disponibilidad del recurso para compatibilizar todos los usos.

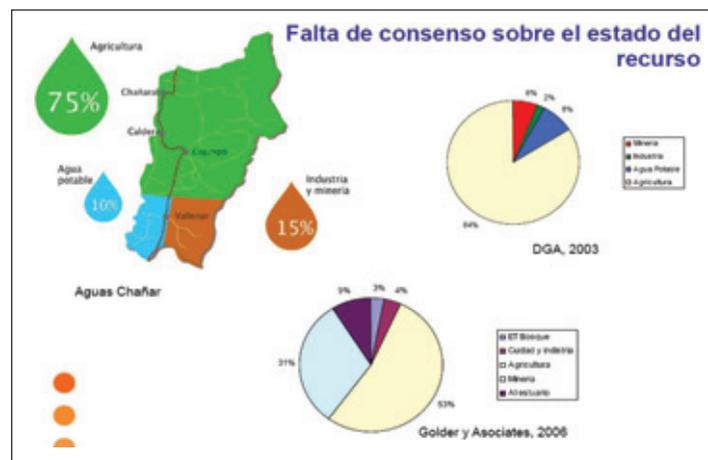
Es ahí donde hay que construir puentes, según la tesis de Rubilar, entre el Estado, los privados y el sector social, de manera de desarrollar un manejo integrado de la cuenca.

“La cuenca hay que imaginarla como un condominio donde hay que pagar los gastos comunes, y si quiero o necesito cambiar algo, hay que basarse en el gasto común”, advirtió Rubilar.

Es aquí donde irrumpe la necesidad de constituir Mesas del Agua para hacer sustentable el recurso. En ella pueden participar todos, pero sólo pertenecen aquellos que tienen capacidad de tomar decisiones, es decir, los sectores organizados: el sector público, el sector privado y las organizaciones socia-

Por un lado se habló de lo eficientes que son las Juntas de Vigilancia en la distribución de agua y, por otra parte, se manifestó que realizan una gestión sólo sectorial del agua, una estrategia atrasada hoy en el mundo. ¿Cómo recuperar el terreno perdido? El papel del Estado como incentivador es clave para que los usuarios se sienten a la misma Mesa. Otro punto importante: que las Mesas se validen mediante estudios del recurso.

Mapa 1.



les, cada uno de los cuales debe, idealmente, conformar un tercio de la Mesa del Agua.

La bandera de la mala gestión

El caso de Copiapó puede ser considerado el emblema de una mala gestión de cuenca, por esta razón se constituyó aquí una de las mesas del Agua pioneras en Chile, asesorada actualmente por Rubilar.

Uno de los hechos que evidencian la necesidad de contar con una Mesa en Copiapó, ha sido la falta de consenso sobre el estado real del recurso hídrico y sobre sus usos. Rubilar indicó que existen entre 150 y 200 estudios sobre la cuenca.

Sin embargo, hay tres fuentes

que son aceptadas (ver mapa 1). El primero corresponde a un estudio realizado por la Dirección General de Aguas (DGA) en el año 2003, donde se afirma que el 84% del agua es utilizada por el sector agrícola. El siguiente estudio, realizado el 2006, pertenece a Golder Associates, quienes tras advertir que se están quedando sin agua, constituyen una mesa del agua privada, la que decide ordenar un estudio sobre el recurso. La investigación de Golder indica que la agricultura es responsable del 53% de su uso. Finalmente, constituye un referente el estudio de Aguas Chañar, que surgió a la luz de la declaración de sequía en la cuenca, durante los años 2008 y 2009, cuando ni siquiera estuvo garantizada el agua

potable para la población. En este caso, el estudio señala a la agricultura como el usuario del 75% del recurso en la cuenca.

La Mesa del Agua de Copiapó, con carácter público-privada, se constituyó el 2006 (ver cronograma). Al siguiente año se concordó un diagnóstico. En octubre de 2008 estuvo listo el reglamento, posteriormente, en enero de 2009 se estableció la Estrategia Nacional de Cuencas y cinco meses más tarde iniciaron su participación las organizaciones sociales, constituidas en torno a la Coordinadora por la Defensa del Agua de Copiapó.

“El componente social se incorpora al final del proceso, cuando ya existe un modelo de financiamiento, un modelo de reglamento”, explicó Rubilar. Es entonces, cuando se empieza a buscar el equilibrio ideal de los tres tercios: sector público, privado y social.

¿Cómo quieren su cuenca en el futuro?

Para las mesas de agua de Copiapó y Huasco se desarrollaron dos líneas maestras de trabajo. Primero había que hallar un método de gestión y para ello se buscaron modelos internacionales aplicables a Chile. Los europeos y estadounidenses tienen métodos sólidos, pero alejados de nuestra realidad,

dijo Rubilar. Por eso se visitó México y Brasil.

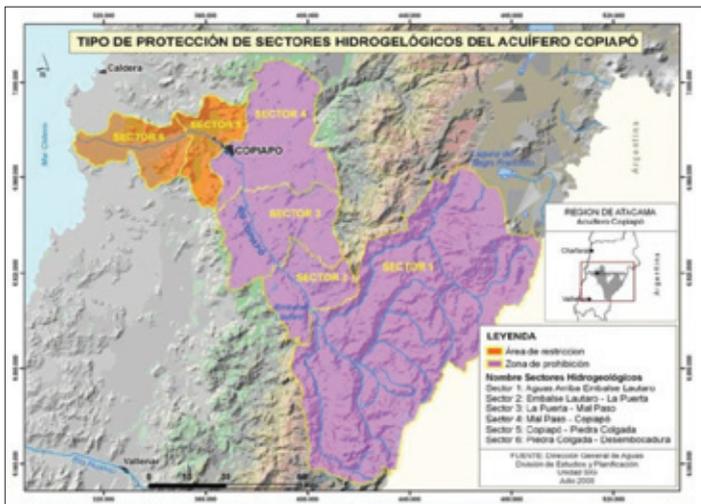
Lo segundo fue el diseño de una estrategia institucional, cuyo primer paso fue reunir a los usuarios del agua de cada cuenca para preguntarles cómo la quieren en el futuro, lo que implicó que se pusieran de acuerdo sobre ítems básicos para generar una visión de conjunto.

Los usuarios de Copiapó, por ejemplo elaboraron su visión sobre la cuenca de aquí al año 2025. Ese año, dijeron, deberá estar garantizado el acceso responsable al uso del agua en calidad y cantidad; los ecosistemas deberán haberse recuperado; y las actividades productivas satisfarán sus requerimientos hídricos de forma eficiente, sujeto esto a la disponibilidad hídrica de la cuenca.

“Puede que sea ambiciosa esta visión, pero lo importante es que hay una, y es una visión de conjunto. La clave es cómo voy a llevar esa imagen a la realidad”, explicó Rubilar.

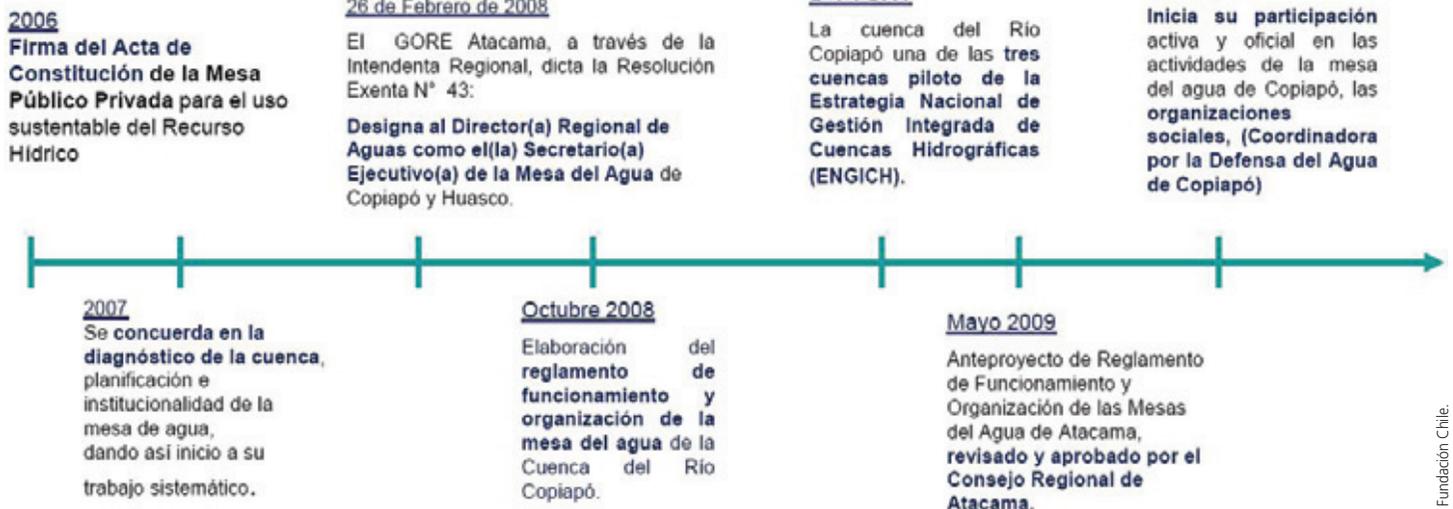
El cumplimiento de esa visión de conjunto implica un cambio de enfoque de los problemas. Y ya hay señales de los usuarios en este sentido: “Antes, por ejemplo, sólo les importaba tener agua, no se fijaban en su calidad. Les importaba sólo que el agua disponible cumpliera con la norma. Después, se dieron cuenta de que tener un

Mapa 2.



Fundación Chile.

Cronograma de la Mesa del Agua de Copiapó



Fundación Chile.

agua de mala calidad tiene un costo, porque entre otras cosas afecta la disponibilidad”.

Para conseguir la meta, además de la visión de conjunto, hubo que definir los obstáculos, la estructura de la Mesa y su reglamento de funcionamiento, pero también hubo que detenerse en asuntos que aparentan ser detalles, pero que no lo son, porque pavimentan un trabajo inteligente. Por ejemplo, fue importante acotar un glosario, es decir, un “idioma” unificador para que todos entiendan lo mismo cuando se habla de acuífero, recarga, tasa de retorno, avenidas, aludes, etc. Si no, dijo Rubilar, esto puede ser motivo de desentendimiento. En este sentido, también fueron claves en la Mesa de Copiapó y Huasco las capacitaciones sobre mediación y negociación de conflictos.

Para el éxito de las mesas, Rubilar contó que consideraron dos tipos de instrumentos: las herramientas tecnológicas y las herramientas económicas.

En el caso de las tecnológicas se trató de conocer qué instituciones en el extranjero realizan la mejor gestión del agua y qué componente tecnológico utilizan. Eso

TABLA 1. ¿Cómo se medirán los avances en Copiapó?

Visión de la cuenca	Indicadores de éxito
Acceso responsable al uso del agua en calidad y cantidad garantizado	<ul style="list-style-type: none"> • Agua potable cumple con la normativa vigente • Distribución prorrateada en función de la disponibilidad y prioridades establecidas (volúmenes diferenciados)
Se han recuperado y conservado los ecosistemas de la cuenca (glaciares, humedales, bordes de río, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de salud de los ecosistemas según indicadores • Zonificación ecológica y económica aplicada
Las actividades productivas satisfacen sus requerimientos hídricos de forma eficiente sujeta a la disponibilidad hídrica de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> • Certificación de la huella del agua

implicó giras a California y Texas, en Estados Unidos, y Valladolid en España, las cuales son zonas productivas similares a la de Copiapó.

Otra herramienta tecnológica imprescindible es el acopio de información. En el caso de Copiapó y Huasco se hizo un sitio en internet donde figura la información de ambas: www.observatoriocuenas.cl. Finalmente, se hizo un diseño de monitoreo de cuencas basado en esa información: caudales, calidad, cantidad, etc.

Una de las actividades que está desarrollando este Observatorio de Cuencas de Huasco y Copiapó –primero en Latinoamérica– es un trabajo en conjunto con el United States Geological Survey (USGS), entidad estadounidense que analiza eventos geológicos como los te-

rremotos. Se trata de una plataforma de comando y control en tiempo real, lo cual significa disponer de una persona las 24 horas del día para responder a una emergencia.

Respecto de las herramientas económicas, se diagnosticó el funcionamiento del mercado del agua, observando cómo operaba el intercambio entre usuarios en actos como arriendos, leasing o compras.

Mesas del Agua eficaces

En Chile se han implementado estas mesas pioneras, pero urge multiplicar los casos. Rubilar detalló qué falta para que estas mesas sean funcionales en el país: “Que esté claro el reglamento. Deter-

minar, por ejemplo si la Mesa del Agua va a ser consultiva o de resolución. Saber si los acuerdos de la Mesa son obligatorios o no. La Mesa no va a reemplazar al sistema de evaluación ambiental de un proyecto de un inversionista, pero en su calidad de ente público-privado puede validar el proyecto. Para hacerlo, debe validarse a sí misma realizando estudios técnicos. Eso es lo que más te valida. Si logro financiar estudios como Mesa, la gente lo reconoce”.

Y para generar estudios hay que tener recursos, razón por la cual las mesas deben tener personalidad jurídica.

Además, esgrimió Rubilar, el Estado debe jugar un rol principal, incentivando las mesas, ya sea a través de una glosa presupuestaria, que es algo que se está analizando con la Intendencia de la Región de Atacama, o a través de los Fondos Nacionales de Desarrollo Regional (FNDR), u otro tipo de aporte: “La mayoría de los intentos de crear organizaciones de cuencas han partido con un incentivo gubernamental. Es una manera de validarlas”.

Sin embargo, aclaró: “La política sobre el recurso hídrico es política, la táctica es crear mesas del agua y gestionarlas. Yo en el corto plazo me conformo con que existan organismos públicos, que fortalezcan este tipo de iniciativas dándoles financiamiento a través de los gobiernos regionales”.

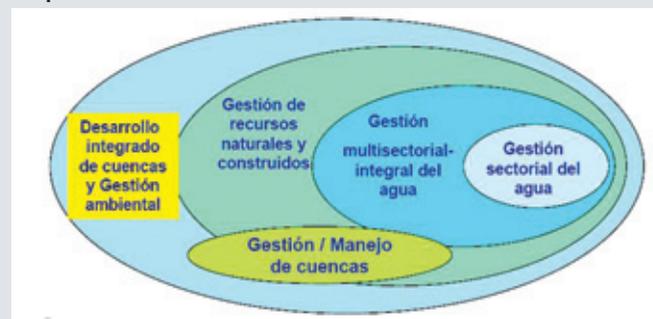
Todo dependerá de lo bien encaminadas de las iniciativas que promueva la mesa, de modo que logre cautivar el interés de las fuentes de financiamiento disponibles. **CR**

Evolución de la gestión del agua en el mundo

Al principio siempre se hacía una gestión sectorial del agua. Los agricultores debían asegurarse de que mañana iba a haber agua para regar. De hecho los españoles todavía tienen los jueces de agua, institución que se remonta a la Edad Media (ver Chileriego n°33).

Luego, vino un período de gestión multi sectorial enfocada al valor económico, a la que le siguió, en la década de los 80 y 90, un cambio de enfoque por la valorización de los recursos naturales y con ello de las obras construidas para ese propósito, como por ejemplo los embalses en Estados Unidos. En esas décadas varios de los grandes embalses llegaron al fin de su vida útil, entonces se apreció su contribución a la sus-

Mapa 3.



tentabilidad del recurso. Ahí nace el concepto de Gestión/Manejo de Cuencas.

Finalmente, se crea un nuevo enfoque: el llamado Desarrollo Integrado de Cuencas, que implica una calificación territorial basada en el agua. Principalmente, los países “nuevos” como Canadá, Nueva Ze-

landa y Australia basaron su gestión en las lecciones aprendidas de lo ocurrido en otros países. Estos países planifican el ordenamiento territorial con el agua como eje de todos los usos. Para ello buscan conjugar tres componentes: beneficio económico, preservación de los recursos y una visión conjunta sobre el futuro.

Un sistema especializado para regar sus praderas



Sistema neocelandés especializado en riego por aspersión para praderas y distribuido exclusivamente por Cooprinsem.



Principales beneficios:

- Sistema de riego económico y de fácil operación.
- Baja mano de obra y costos de operación.
- Baja inversión inicial
- Sistema de riego que se adapta a las formas de cada potrero.

Otras ventajas:

- Permite regar desde media hectárea hasta grandes superficies.
- Máxima absorción de agua gracias al sistema de aplicación.
- Sistema ampliable mediante líneas adicionales de fácil incorporación.
- Se puede utilizar en cultivos de hasta 30 centímetros de alto.
- No interrumpe el pastoreo.
- Amigable con bosques, zanjas y árboles de su predio.



Raúl Ferreyra, del INIA

“Hay lugares donde el negocio del palto será inviable”



El costo energético de la producción de palto llega al 23% del total, pero puede alcanzar el 60%.

El costo energético y la huella hídrica son analizados por el investigador Raúl Ferreyra, quien nos muestra que el gasto de energía en el riego de paltos puede variar entre 100 mil y tres millones de pesos por hectárea. Una de sus investigaciones busca determinar a qué altura resulta anti económico plantar paltos.

El costo de la energía para el riego de paltos puede alcanzar el 23% de los costos totales del cultivo, porcentaje que puede subir en ciertos casos hasta el 60%, dependiendo de la altura sobre la fuente de agua y la ubicación del predio. Hoy existen alrededor de 40 mil hectáreas de paltos en Chile, con un aumento promedio de 3.000 ha anuales, cuya producción se destina principalmente a la exportación. Las plantaciones continúan expandiéndose hacia suelos marginales, tales como laderas de cerros, lo que obliga a analizar la viabilidad económica de los cultivos. El excesivo consumo energético, por la altura a la que se bombea y porque hay lugares donde la evapotranspiración del cultivo es demasiado alta, representa una gran desventaja, tanto desde el punto de vista de los

costos como de la huella hídrica, la que contabiliza el agua consumida por un cultivo.

Durante un seminario sobre eficiencia hídrica ofrecido por la Universidad Católica de Chile, el ingeniero agrónomo (M. Sc.) Raúl Ferreyra, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), expuso en general sobre el rol del agua como recurso productivo en la agricultura, pero se enfocó en particular en los aspectos energéticos y de consumo hídrico en el cultivo del palto.

En su exposición explicó que el principal factor productivo es la fertirrigación, el que pesa un 40% dentro de la torta de los componentes del manejo agronómico: “Pero hay que agregarle a esto factores tales como suelo y raíces, que van de la mano con el manejo del agua, por lo tanto, la incidencia del agua en el éxito de la producción es de alrededor del 60% y en algunas especies llega al 80%”.

Según sus estimaciones, el palto consume entre 7.000 m³/ha y 20.000 m³/ha con producciones promedio de 9 t/ha. Como es un árbol de hoja perenne, necesita agua todo el año, sobre todo en época estival.

Ferreyra señaló que el INIA ha censado a unos 42 productores. De ellos, el 60% aplica mayor cantidad de agua que la que necesita el árbol: 1,3 ó 1,4 veces más, según las estimaciones. Por eso el INIA La Cruz eligió, hace unos 10 años, al



Raúl Ferreyra.

palto como una de sus principales líneas de investigación, considerando que el 25% del volumen total de las exportaciones de este cultivo proviene de la Provincia de Quillota.

Costos con una altísima eficiencia hídrica

Entre enero de 2006 y abril de 2008 el kWh pasó de \$32 a casi \$69. Hoy ronda los \$80 y la mayor parte de la superficie de paltos se



Pilar Gil.

Río	Sector	Eto mm/año	NB m3/ha*
Petorca	Bajo	791	6979
Aconcagua	Medio bajo	836	7376
Maipo	Medio bajo	984	8682
La Ligua	Medio bajo	1029	9079
Petorca	Medio bajo	1191	10509
La Ligua	Medio alto	1231	10862
Aconcagua	Medio alto	1255	11074
Petorca	Medio alto	1332	11753
Aconcagua	Alto	1808	15953
Petorca	Alto	2193	19350

*NB: Necesidades Básicas

riega mediante riego localizado. Ferreyra muestra un análisis de los consumos hídricos del palto en cultivos situados a distintas alturas sobre el nivel del mar y en distintas zonas de la Región de Valparaíso.

Se aprecia que las variaciones de la evapotranspiración en un mismo valle son altísimas, pasando de 800 mm/año en la zona baja de Petorca a 2.200 mm/año en Petorca alto.

La conclusión de Ferreyra es la siguiente: "Hay lugares donde económicamente el cultivo será viable y otras donde sería mejor pensar en otro tipo de cultivo". Uno de los objetivos del INIA es determinar a qué altura el cultivo de paltos deja de ser económicamente viable.

La siguiente tabla muestra una estimación de los costos energéticos de los productores del valle de Petorca según la altura del predio.

"Si el predio a regar es plano el costo de energía va de \$97 mil a \$272 mil por hectárea. Si se requiere levantar a 300 m sobre la fuente de agua el costo oscila entre \$700 mil y un millón 900 mil pesos. Si es sobre 500 m el costo puede llegar a los \$3 millones por hectárea", explicó.

Volumen de agua	Plano	Cerro (100m)	Cerro (300 m)	Cerro (500 m)
7000 m3/ha	\$97.706	\$297.106	\$695.906	\$1.094.706
10000 m3/ha	\$136.122	\$413.922	\$969.522	\$1.525.122
13000 m3/ha	\$176.939	\$538.039	\$1.260.239	\$1.982.439
20000 m3/ha	\$272.244	\$827.844	\$1.939.044	\$3.050.244

*Costo del kWh=\$70

"Y son casos reales en base a microaspersión, calculados con una eficiencia hídrica del 85%, o sea con sólo un 15% de ineficiencia. ¿Pero qué pasa si hay una ineficiencia del 20% en el uso del agua? Los costos se disparan y, además, probablemente en algún momento se tendrá problemas con la huella hídrica", insiste.

Rebajando el follaje

Ferreyra entrega algunas pistas de cómo se puede disminuir el consumo hídrico. Cita como ejemplo la investigación que ha realizado en durazneros tardíos: "Durante el crecimiento del fruto, se ha disminuido el agua en un 35% reduciendo la carga en un 40%, sin afectar rendimiento y sin tener problemas de calibre. En los años en que falta agua se puede bajar la carga y disminuir la evapotranspiración. Esto mismo se puede replicar a otras especies. Creo que tenemos que trabajar como país en desarrollar técnicas que disminuyan la evapotranspiración sin afectar mucho el rendimiento, de manera de contar con técnicas de resguardo para períodos de gran escasez".

Según Pilar Gil, ingeniera agró-

No olvidarse de la huella hídrica

Según Ferreyra las empresas están muy interesadas en este concepto, primero por la 'responsabilidad social empresarial', lo que puede afectar a su imagen corporativa, pero también actúan motivadas porque identifican los riesgos de una escasez hídrica en sus operaciones y su cadena de suministros y, finalmente, como una forma de anticipar las regulaciones venideras. Hay dos maneras de disminuir la huella hídrica de un producto: reducir u optimizar el consumo de agua en el proceso de producción y/o maximizar los rendimientos del cultivo.

Algunos conceptos:

La huella azul: corresponde al agua dulce, superficial o subterránea utilizada por un cultivo, e involucra: agua evapotranspirada y agua incorporada en el producto mismo.

La huella verde: es un indicador

del uso del agua proveniente de las lluvias, que es almacenada en el suelo y evapotranspirada por las plantas, y no considera el agua de lluvia que pasa a recargar las napas o se pierde por escurrimiento superficial.

La huella gris: corresponde a un indicador del grado en que el agua fresca es contaminada en el proceso de producción, ya sea por fertilizantes o pesticidas, por sobre los estándares de calidad del agua de riego. Calculada como el volumen de agua que se requiere para diluir los contaminantes descargados hasta tal punto que se cumpla el estándar ambiental de calidad de agua.

La huella total de agua de un producto: considera entonces la suma de estos tres componentes, y se expresa en términos de volumen de agua por masa de producto obtenido.

nomo (Ph. D.) del INIA La Cruz, un avance notable en la búsqueda de mayores rendimientos en palto se ha concretado con las modernas tecnologías del riego tecnificado, las que han permitido plantar paltos cada tres metros y no cada 12, como era lo tradicional.

Actualmente, agregó, el INIA sigue sus investigaciones para analizar los factores que determinarán la producción de paltos del futuro, como las altas temperaturas, la radiación, las precipitaciones, la salinidad, los carbonatos, etc.

Aconsejó: "Uno debiera regar en la medida en que la planta requiera agua. Por ejemplo, si la planta tiene una alta evapotranspiración a las tres de la tarde, no está mal regar a esa hora". **CR**

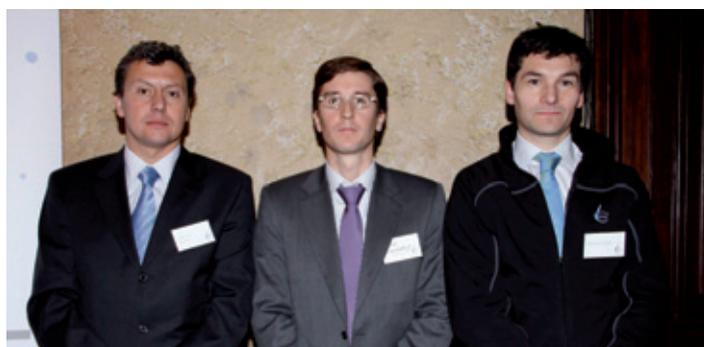
Recomendaciones y desafíos para el manejo del agua de riego

- 1) Capacitación de los operadores de equipos de riego.
- 2) Desarrollo de técnicas relacionadas con el riego deficitario controlado, para enfrentar en mejor forma periodos con restricción hídrica.
- 3) Uso de programas de riego con buena información base (Eto, Kc, Retención de humedad del suelo) puede aproximarse en un 70% u 80% a los requerimientos reales del cultivo.
- 4) Ajuste de los programas de riego y fertilización con utilización de sensores.
- 5) Considerar la variabilidad espacial de los suelos en los diseños de los equipos y en el manejo del agua de riego.

La necesidad de optimizar el uso de los recursos hídricos y disminuir los costos energéticos obliga hoy a modernizar los sistemas agrícolas. Matías Desmadryl, Director de la DGA y expositor del seminario, "la sociedad de oportunidades exige un desarrollo sustentable, donde el crecimiento económico vaya de la mano con la protección del ambiente".

Encuentro Tendencias Agrícolas del Grupo Tecnoagro:

"Agua y Energía: uso eficiente y rentable"



José Luis Agüera, Gerente General Grupo Tecnoagro; Matías Desmadryl, Director General de Aguas; y Arturo Fuentes, Gerente General RITEC

Fomentar el uso eficiente del agua es un desafío país, que requiere la colaboración conjunta del mundo público y privado para garantizar un desarrollo sustentable. Así lo corroboraron expertos, autoridades y empresarios agrícolas en el reciente Encuentro de Tendencias Agrícolas: "Agua y Energía: uso eficiente y rentable", organizado por el Grupo Tecnoagro. Los especialistas coincidieron en que el mal uso del agua en Chile crea graves problemas de ineficiencia en energía,

fertilización, uso potencial del suelo y medio ambiente. Gran parte de la solución está en el desarrollo de técnicas de riego eficiente.

El llamado de urgencia vino desde la propia Dirección General de Aguas (DGA), donde su Director Matías Desmadryl afirmó que la entidad busca el desarrollo sustentable para asegurar las necesidades de futuras generaciones y no poner en riesgo las actuales. Desmadryl comprometió mejoras en la administración del recurso hídrico y una

mayor fiscalización y penalización a la extracción ilegal de agua.

José Luis Agüera, Gerente General del Grupo Tecnoagro, dedicado a ofrecer soluciones integrales para la tecnificación del riego, señaló la importancia que se debe dar a este problema: "Los países desarrollados utilizan en promedio 5.000 m³/ha/año en agricultura; en Chile estamos sobre los 10.000, lo que demuestra la urgencia de promover el uso eficiente del agua". El consenso es modernizar los sistemas agrícolas con tecnologías más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

Según declaró Desmadryl, la falta de estudios y sistematización de información sobre disponibilidad de aguas en las cuencas del país, sumado a la sequía y escasez de precipitaciones en el norte, son deficiencias que aún persisten. Garantizar suministro, calidad y volumen de agua es el mayor desafío que enfrenta el escenario agrícola nacional. **CR**

José Luis Agüera, Gerente General Grupo Tecnoagro.

"Vamos a ser un referente en riego en Chile y Sudamérica"

- ¿Cuáles son los objetivos del Grupo Tecnoagro?

- Grupo Tecnoagro se especializa en ofrecer soluciones integrales para la tecnificación del riego. Implementar un sistema de riego tecnificado ofrece grandes ventajas en términos de eficiencia en ahorro de agua y energía. Alguien que opta por tecnificar su sistema de riego es capaz de regar aproximadamente el doble de superficie con la misma cantidad de agua. Además, logra hacerlo de manera controlada incluso a distancia. En definitiva, tecnificar el riego permite

implementar, medir, controlar y corregir. Parte de nuestro proyecto de corto plazo consiste en convertirnos en referentes en materia de riego tanto para Chile como para Sudamérica. Incrementaremos nuestra presencia en los países de la región, al tiempo que consolidamos las operaciones en Chile y naciones vecinas.

- ¿Cómo se reflejan esos objetivos en el seminario que organizaron?

- Hemos focalizado nuestros esfuerzos en modernizar el sistema agrícola nacional y para contribuir al desarrollo

sustentable de Chile. Este seminario es una muestra más del compromiso de aportar desde nuestra expertise en relación al uso eficiente del agua y la energía, dos aspectos que hoy deben ser abordados con sentido de urgencia.

Por esto convocamos a las máximas autoridades de gobierno en la materia, a expertos internacionales que manejan adelantados sistemas de riego, y los reunimos con los líderes de la agricultura nacional. Debatimos en torno a los desafíos de Chile en esta materia, porque tenemos la con-

vicción que la modernización de los sistemas de regadío y el aprendizaje de exitosas experiencias internacionales, deben ser aplicadas en nuestro país.

Como Grupo Tecnoagro estamos alerta y atentos a cómo avanzan las nuevas tecnologías para estas mejoras. Conocemos las realidades de los países de la región por lo que buscamos continuamente, y como parte de nuestra política institucional, enriquecer el debate a nivel público/privado, es una tarea que sentimos como parte de nuestra responsabilidad.