

CHILE
POTENCIA ALIMENTARIA Y FORESTAL

Chileriego

NOVIEMBRE 2009 - N° 39



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

“VI Simposio Internacional de Riego
de Frutales y Hortalizas”
**Exitosa cumbre del riego
mundial en Chile**

Aprobada Nueva Ley de Fomento
a la Inversión Privada en
Riego y Drenaje

Seminario
Internacional CNR
sobre calidad del agua

Estudio Fuentes de Agua
No Convencionales

Experiencia
mundial en el agua
desalada para riego



Insumos de Riego Técnico



- Emisores
- Filtros
- Válvulas
- Piping
- Accesorios
- Jardín

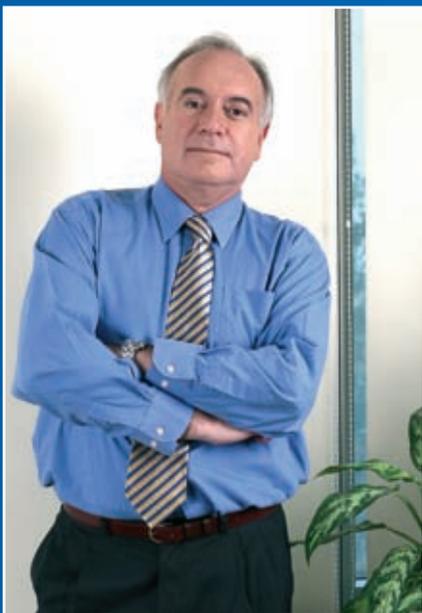
Joint Venture



Representaciones



Noviembre: dos buenas noticias para la CNR, el riego y la agricultura



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Dos hechos distintos pero relevantes se han entrecruzado en el mes de Noviembre, ambos muy importantes para el futuro del riego. El primero dice relación con las modificaciones y la prórroga de la Ley N° 18.450, de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje. El segundo con el Simposio Internacional en Riego de Frutales y Hortalizas, organizado por la International Society for Horticultural Science (ISHS), que cada tres años reúne a los principales especialistas en sistemas de riego aplicado a la hortofruticultura.

El primero de estos hechos viene a culminar un proceso, en el cual se analizó la actual Ley N° 18.450, el que ha sido tal vez, el proceso más participativo para la modificación de una ley, partiendo por el análisis de su funcionamiento, de sus fortalezas y de aquellos aspectos en los cuales esta ley debía mejorarse y actualizarse.

Este proceso -incluida la discusión legislativa-, duró poco más de dos años. Participaron masivamente todos los estamentos interesados y conocedores del tema. Dirigentes de regantes, consultores de riego, especialistas e investigadores, agentes públicos de los servicios ligados al riego, y un número significativo de parlamentarios representantes de zonas rurales y de todo el espectro político nacional.

Entre las principales modificaciones tenemos aquellas que permiten asignar las bonificaciones por estratos de tamaño, es decir, mejorar los porcentajes de éstas para los pequeños agricultores, lo que se traduce en una mayor participación de éstos. A su vez, mejora también las bonificaciones y acceso para los estratos más pequeños de la mediana agricultura, permitiendo una mayor focalización de los recursos de esta ley hacia esos sectores.

Se aumenta los montos de la bonificación para los proyectos asociativos extraprediales, evitando tener que fraccionarlos para presentarlos a la ley. Simplifica los procedimientos para la elaboración de pequeños proyectos de riego, hasta 400 UF, facilitando su postulación y bajando los costos de ésta.

Se exigirá control de calidad para los equipos de riego. La CNR tendrá su propio registro de consultores. Se incorpora la micro-generación de energía asociada a proyectos de riego. Finalmente se agregan consideraciones medioambientales en los proyectos que busca proteger los recursos, en particular el suelo.

El segundo hecho relevante dentro del mes de Noviembre, fue la realización del VI Simposio Internacional en Riego de Frutales y Hortalizas, teniendo como sede a Viña del Mar, evento que por primera vez se realiza en un país en vías de desarrollo.

Durante una semana, los mejores especialistas en temas de riego asociados a las producciones horto-frutícolas más intensivas, presentaron experiencias y resultados de investigación que ilustraron a los participantes y permitieron intercambio de ideas y discusiones, que contribuyeron a enriquecer los resultados de este encuentro.

Particularmente interesantes resultaron las visitas a terreno que permitieron mostrar el nivel tecnológico del riego y de los cultivos horto-frutícolas desarrollados en el país. Gran experiencia, gran aporte al saber y un reconocimiento al nivel que posee Chile en el ámbito del riego y el desarrollo de producciones intensivas.

■ Noticias	4
■ Las principales modificaciones de la Ley de Fomento al Riego	10
■ VI Simposio Internacional de Riego de Frutales y Hortalizas	12
■ El Simposio de Riego según Nelson Pereira	13
■ Avances en el estudio de la evapotranspiración de los cultivos.....	15
■ Modelo AquaCrop de FAO	18
■ Reciclaje de aguas residuales para uso agrícola.....	20
■ El impacto del Cambio climático en la agricultura bajo riego.....	22
■ Entrevista a Richard Stirzaker	24
■ Fuentes de Agua No Convencionales	28
■ Potencial exportador de la agricultura familiar campesina.....	32
■ Comunidad de Aguas Canal Rinconada de Cato ...	36
■ Fortalecimiento de organizaciones de regantes en la RM	38
■ Experiencia mundial en desalación de agua para riego	42
■ Seminario sobre calidad del agua para regantes	50
■ Noticias	54
■ Vinilit fortalece estrategia en mercado del riego	55
■ Historia del Riego: La transformación del riego en Santiago.....	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 39 - Noviembre 2009

Comité Editorial de la CNR: César González, Jorge Pardo y Gustavo Roa **Editor General:** Patricio Trebilcock K.

Periodistas: Juan Pablo Figueroa F., Alejandro Pardo C.

Colaboradores: Jorge Velasco C., Rodrigo Pizarro Y. **Diseño:** Ezio Mosciatti

Diseño y Arquitectura, Marcos Alonso Q. **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

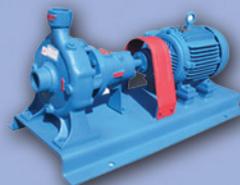


...Vogt les desea
Feliz Navidad
y un Próspero
2010...

VOGT[®]

LÍDERES EN LA IMPULSIÓN DE FLUIDOS

Más de 50 Años Desarrollando Soluciones para el Mercado Agrícola



Serie H



Serie AL



Serie NL



Pozo
Profundo



Motor a
Combustión



Serie HM



Serie N-NE



Serie NF

Vogt entrega a sus clientes:

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

Casa Matriz, Santiago

Álvarez de Toledo N° 669

San Miguel - Santiago

Fono: (56-2) 829 12 00

Fax: (56-2) 829 12 30

vogt@vogt.cl

www.vogt.cl

Proyecto eólico-solar de pequeña empresaria:

CNR apoya innovación en riego en la comuna de Combarbalá

“El cambio fue del cielo a la tierra, antes necesitábamos 10 mil pesos diarios de bencina para regar, mientras que ahora la fuente de energía que utilizamos es gratuita y lo mejor, no daña el medio ambiente”. Con estas palabras, Claudia Tapia Julio, pequeña empresaria agrícola de la comuna de Combarbalá, expresa lo que significa este proyecto financiado por

la CNR (iniciativa seleccionada en el concurso 17-2006 “especial sequía” de la Ley N° 18.450). La bonificación aportó el 74% del costo total del proyecto (19 millones de un total de 24 millones de pesos), gracias al cual se implementó un mix energético que fusiona energía eólica y solar, la que se destina a la alimentación del sistema de riego tecnificado de una hectárea de nogales. En un futuro no muy lejano al proyecto se sumarán 3 ha de olivos para la producción de aceite y una de hortalizas bajo plástico.

“El proyecto consistió en la construcción de un estanque, recubierto con geomembrana, la profundización y emboquillamiento de una noria con tubos de concreto y, lo más importante, la puesta en marcha de una bomba solar sumergible de 12 Volt. Además, se construyó una sala de riego, donde se encuentran instalados los tableros que son alimentados por el aerogenerador y los paneles solares (electrificación) y las baterías donde se acumula la energía que permite regar de noche”, explica Claudia Tapia, impulsora y dueña del proyecto.

Esta joven se distingue en el territorio por su personalidad innovadora: “como es un sistema automatizado se puede dejar programado el sistema, por ejemplo, los días de riego y las horas de cada sector (frecuencia). La bomba solar llena el estanque y como



el riego es por gravedad no es necesario que la persona esté en el terreno, ya que la bomba estará subiendo el agua al estanque sin problemas, puesto que cuenta con peras de nivel para detener el flujo si se llena el estanque o por el contrario, si se vacía la noria, para que no se produzcan daños en la bomba. Lo mejor es que se puede regar de noche, ya que el sistema cuenta con baterías que guardan la energía extra producida durante el día”, puntualiza Tapia.

“El sistema de riego me permite habilitar el resto del terreno por lo que en el futuro queremos agregar 3 ha de olivos para producción de aceite, y una hectárea de hortalizas bajo plástico, todo con manejo orgánico para marcar diferencia. Es un proyecto amigable con el medio ambiente ya que no usa energía convencional y será libre de agroquímicos”, proyecta.

“Es un ejemplo del interés de

la CNR por apoyar el desarrollo de iniciativas que incorporen la utilización de energía limpia en sus procesos, para lo cual existen recursos específicos de fomento a esta área. Además, en el caso particular, este proyecto es un ejemplo del tesón y empuje la mujer para sacar adelante sus iniciativas”, enfatiza la Coordinadora (s) de la Oficina Zonal Norte de la CNR, Marcela del Solar.

El proyecto forma parte del trabajo de la CNR de apoyo a la utilización de energías alternativas para el riego y es una de las pocas iniciativas de este tipo presentadas en la Región de Coquimbo por pequeños agricultores. “Además se debe agradecer a la empresa Conafe que creyó en nosotros para colocar los recursos, previa firma endosada del bono e instaló todo lo referido a la electrificación del sistema con energía alternativa”, concluye.

La iniciativa, que fue bonificada por la Ley de Fomento al Riego, se ubica en la comuna de Combarbalá, donde una pequeña empresaria agrícola dedicada a la producción de hortalizas ahora sueña con extender su negocio al cultivo de nogales y olivos para la producción de aceite.

Por Karina Damke Alvarez
Oficina Zonal Norte Comisión
Nacional de Riego

**CON NETAFIM
PRODUCES MAS
CON MENOS**

17,000 Km.

- Ahorro de energía, presión de trabajo 0.4 BAR a 2.5 BAR
- Distribución exacta de agua y nutrientes.
- Mejor resistencia a la obstrucción.
- Desempeño óptimo bajo condiciones rigurosas de agua.
- Sistema Anti-sifón previene el reflujo de polvo y partículas de suelo.
- Sistema Auto-Limpiado

DripNet PC™



UTILIZANDO LOS SISTEMAS DE RIEGO DE NETAFIM USTED AHORRA AGUA, NUTRIENTES, MANO DE OBRA Y ENERGIA ELECTRICA, AUMENTA SU PRODUCCION MEJORANDO LA CALIDAD.

**RIEGOSISTEMAS
ES NETAFIM EN CHILE**

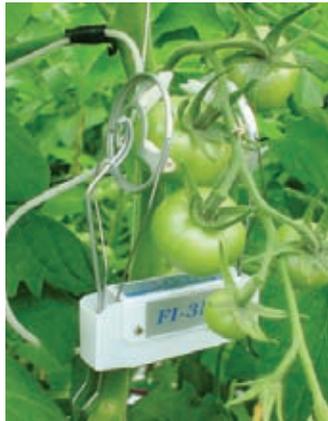
RIEGOSISTEMAS NETAFIM LTDA
EL JUNCAL 300-A LOTE0 BUENAVENTURA - DUILICURA
TEL 56 2 5906100 FAX 56 2 5906101
WWW.RIEGOSISTEMAS.CL
WWW.NETAFIM-LATINAMERICA.COM
SANTIAGO, CHILE

NETAFIM™
GROW MORE WITH LESS

Laboratorio de Riego UC se asocia con la empresa Agrosuccess

Gracias a este acuerdo de colaboración el Laboratorio de Riego UC, a cargo del Profesor Dr. Luis Gurovich, fue dotado de los más modernos equipos de monitoreo y programación de riego, junto con la plataforma Hidrasuccess, programa con el que es posible el control y operación del riego en forma remota.

“El Convenio firmado con la empresa Agrosuccess nos permite contar con un sistema de fitomonitorio de última generación, acoplado con nuestro sistema de detección de señales eléctricas en plantas, complementando nuestra línea de investigación en Neurofi-



siología de Plantas con determinaciones de crecimiento continuo de los árboles, control del diferencial térmico aire – hoja, el control ten-

siométrico de la humedad del suelo y próximamente con medición continua de flujo de savia. Con esta información estamos dando un salto significativo en nuestra capacidad de investigación, para continuar con publicaciones en las revistas ISI: Journal of Plant Physiology and Plant Signaling & Behavior”, señala Gurovich.

“Lo más importante para los empresarios agrícolas, especialmente del área frutícola, es rentabilizar sus inversiones y eso en gran parte se logra regando y fertilizando en forma precisa. El Sistema Inalámbrico de Planificación y Control de Riego Tecnificado que

hemos desarrollado y que comercializamos, es una herramienta orientada a apoyar las labores de los agrónomos a tal efecto...en conjunto con la Facultad de Agronomía de la UC, queremos usar el sistema y la información que éste captura, para realizar investigaciones que generen nuevo conocimiento. Con esta herramienta se pueden realizar experimentos complejos, con datos reales y gran precisión. También esperamos que de este trabajo conjunto, surjan nuevos procedimientos y modelos que perfeccionen nuestro Sistema”, explica Luis Elgueta, gerente general de Agrosuccess.

11, 12 y 13 de enero en Chillán

Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola

La comisión organizadora del VI Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola - CIACH 2010 invita a participar de este evento a realizarse los días 11, 12 y 13 de enero, en el Campus Chillán de la Universidad de Concepción y en el Centro Regional de Investigación Quilmapu, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán, Chile.

Los temas que se desarrollarán en el Congreso son variados. Aquí destacamos algunos que son interesantes desde la óptica de los contenidos de Chileriego: Agricultura de precisión, Hidrología agrícola, Manejo de recursos hídricos en la cuenca (organizaciones, gestión), Gestión del agua en la agricultura, Tecnologías y automatización del riego, Tratamiento de agua con fines de riego, Ingeniería ambiental, Bioremediación, Desarrollo de tecnologías limpias, Contaminación de aguas superficiales y subterráneas, Gestión de riesgo climático, Energías renovables aplicadas a la agricultura, Biocombustibles, Agrometeorología, etc.

Valores de inscripción:

Expositores - investigadores en general.

\$120.000 (pesos). US\$ 210 (referencia).

Estudiantes de posgrado (Nacionales y extranjeros).

20% de descuento, con derecho a material y actividades.

Estudiantes de pregrado (Nacionales y extranjeros).

50% de descuento. (Con derecho a carpetas y documentos oficiales, se excluye actividades).

Informaciones e inscripciones:

“VI Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola”

Avenida Vicente Méndez 595, Chillán.

Casilla 537 - Fono: 56-42-208804

ciach@udec.cl / <http://www2.udec.cl/ciach/esp/index.php>

Por conservación ambiental

Decretan primeras reservas de agua del país

MOP protegerá la cuenca de los ríos Cochamó y Petrohué no otorgando nuevos derechos con el fin de mantener cursos ecológicos.

El MOP firmó los decretos que protegen la cuenca de los **ríos Cochamó y Petrohué**, en la región de Los Lagos, de modo de no otorgar nuevos derechos de aprovechamiento de agua y

mantener los cursos ecológicos.

Estas cuencas forman parte de la Reserva de la Biósfera propuesta por el Gobierno y ratificada por la Unesco denominada **Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes**, con la cual se busca tender a una relación racional y sustentable de los recursos naturales con las actividades humanas.





CONDUCCIMOS AGUA, LLEVAMOS VIDA

Panamericana Norte 16500 - Lampa - Santiago - Chile

Tel. (56 2) 979 59 50, Fax (56 2) 898 49 18

www.amanco.cl



Crean centro demostrativo "Bombeo de agua sin gastar un peso"

¿Cómo bombear agua sin gastar un peso? Esa pregunta se hicieron hace seis años los agricultores de la Junta de Vecinos de Polcura, en la VI Región. Y con el apoyo de la Municipalidad de Navidad instalaron una Turbo-bomba que eleva 12.000 l/día a 200 m de altura sin consumir combustible ni electricidad. Los agricultores sólo deben invertir al año \$ 56.000 para la mantención del equipo (algo más de \$2.000 por agricultor).

En los años siguientes se instalaron dos Rio-bombas más en el sector para uso particular, y desde septiembre de este año están trabajando en un proyecto financiado por el FPA 2009 de CONAMA para la instalación del primer Centro demostrativo "Bombeo de agua sin gastar un peso". El centro se está construyendo en Polcura, en un área 20 hectáreas e incluirá diseños de Eco-bombas

que funcionen en base a energía hidráulica, eólica y fotovoltaica, aplicados al bombeo de agua para riego y consumo humano en utilización permanente, con senderos señalizados y paneles explicativos en ruta.

"Esta experiencia se puede aplicar a cualquier otra zona del país", explica Gerardo Arancibia, gerente de Elemental Renovables. "El proyecto financiará mejoras a estas micro-centrales de bombeo, la instalación de un sistema de bombeo solar fotovoltaico (600 m⁴*/día) en base a convertidor de frecuencia", añade. El Centro estará terminado en Marzo de 2010 y realizarán tres charlas técnicas inaugurales dirigidas a entes públicos y privados relacionados con el riego. Más informaciones en: www.ecobombaslapolcura.cl / info@elemental-ltda.cl



Reino Unido

Producirán energía 'verde' con las olas oceánicas

Científicos británicos están desarrollando, en el fondo marino próximo a la costa atlántica de las Islas Órcadas (Reino Unido), la instalación de una nueva y gran máquina llamada Oyster, diseñada para aprovechar la energía de las olas oceánicas y convertirla en electricidad "verde". Esta tecnología podría ser una fuente comercial de energía renovable con potencial para ser usada en zonas costeras de todo el mundo.

A diferencia de otros muchos mecanismos de aprovechamiento de la energía de las olas, el Oyster utiliza tecnología hidráulica para transferir la energía del oleaje a la costa, donde se transforma en electricidad. Según Ronan Doherty, director técnico del equipo que ha desarrollado el prototipo de Oyster, un aspecto clave de su diseño es un oscilador de 18 m de



ancho, que utiliza tanques de olas y basado en investigaciones realizadas en la Universidad Queen's de Belfast (Reino Unido) bajo la dirección de Trevor Whittaker.

Este oscilador está unido a unos pistones y, cuando se activa por la acción del oleaje, bombea agua a alta presión hasta la costa

a través de una tubería submarina. Ya en tierra, unos generadores hidroeléctricos convencionales convierten esta agua a alta presión en energía eléctrica.

"Todo el campo de la generación de electricidad a partir de la energía undimotriz es pionero", explica Doherty. Sin embargo, "la

tecnología del Oyster es realmente innovadora, porque se basa en la simplicidad. El componente que está situado en el mar (un alerón de alta fiabilidad con una mínima parte de piezas móviles sumergidas) es la clave de su éxito cuando funciona en zonas marinas con condiciones climatológicas adversas, en las que el mantenimiento puede resultar muy difícil. No tiene generador, electrónica de potencia o cajas de engranajes submarinos que puedan estropearse. Todo el complejo equipo de generación de energía eléctrica es perfectamente accesible en tierra", añade el investigador. El Oyster está diseñado para instalarse en aguas cercanas a la costa, a una profundidad de entre 12 y 16 metros, para aprovechar la zona marina más consistente y una propagación direccional más estrecha del oleaje.

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

12 años de vigencia para una ley mejorada:

Las principales modificaciones de la Ley de Fomento al Riego

El miércoles 04 de noviembre y luego de sólo ocho meses de tramitación en el Congreso, la Sala de la Cámara de Diputados aprobó, en último trámite y por unanimidad, el proyecto de Ley que modifica y proroga, la actual Ley N° 18.450, de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, la que vence el día 1° de enero de 2010.



“La prórroga de la Ley 18.450 es una meta que nos propusimos al inicio de esta administración. Empezamos a trabajar el año 2007 convocando a las organizaciones de regantes en diálogos ciudadanos a través de los encuentros zonales que realizamos en la macro zona norte, centro y sur, así como con otras acciones específicas tales como varios seminarios en el

Congreso, entre ellos ante la Comisión de Agricultura del Senado. Por esto, las modificaciones y adecuaciones que se propusieron para la Ley de Fomento llevaban el consenso de los agricultores y de los parlamentarios, lo que se tradujo en un trámite expedito en ambas cámaras del Congreso. Ocho meses es un plazo bastante breve para una ley de esta natura-

leza”, explica el Secretario ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira.

Las obras de riego bonificadas por la “Ley de Riego” permiten, entre otras cosas, evitar pérdidas por infiltración en la infraestructura de conducción de agua de riego posibilitando la eficiencia del uso del agua mediante el incremento de las superficies de riego tecnificado, por lo que ha sido un factor clave para aumentar la superficie regada en las distintas regiones del país. Ha demostrado ser uno de los instrumentos más efectivos para hacer de Chile una “Potencia Alimentaria”.

Hasta hoy este instrumento ha sido aprovechado principalmente por agricultores medianos y grandes, y en menor medida por pequeños agricultores o campesinos. Las modificaciones aprobadas buscan mantener las características reconocidas de esta Ley, pero también una mayor focalización de su acción, principalmente, entre los pequeños y medianos agricultores.

Principales modificaciones

Aumento de porcentaje de bonificación para pequeñas y pequeños agricultores: tramos de bonificación

a) Los pequeños productores agrícolas a quienes la ley

orgánica del INDAP defina como tales tendrán derecho a una bonificación máxima del 90%.

- b) Los postulantes de una superficie de riego hasta 40 hectáreas ponderadas podrán postular a una bonificación máxima de 80%.
- c) Los postulantes de una superficie de riego ponderada de más de 40 hectáreas se les aplicará una bonificación máxima de 70%.

Hasta un dos por ciento de los recursos anuales disponibles para bonificaciones será destinado a concursos de agricultores que superen las doscientas hectáreas ponderadas de superficie, debiendo la CNR llamar a concursos especiales para este efecto.

Aumento de porcentaje de bonificación para organizaciones

En el caso de las organizaciones, aquellas que estén integradas a lo menos por un 70% de pequeños agricultores podrán optar a un máximo de 90% de bonificación. Las que estén integradas por un porcentaje menor podrán optar hasta un máximo de 80%.

Aumento de monto de los proyectos presentados por organizaciones

En el caso de las organizaciones se podrán presentar proyectos extraprediales de un valor de hasta 30.000 UF.

Financiamiento para proyectos de pequeña escala

La Comisión Nacional de Riego podrá definir programas especiales y de bases simplificadas para bonificar los proyectos de riego de agricultores pequeños cuyo costo total no sea superior a 400 UF.

Se explicita la creación del fondo de prefinanciamiento de obras para pequeña agricultura y refuerza su aplicación (Fondo Rotatorio INDAP)

Nelson Pereira explica algunos alcances de la nueva Ley de Fomento:

- ¿Qué se busca al aumentar el monto máximo para obras asociativas, de 24.000 UF a 30.000 UF?

- Esos proyectos se orientan a la reparación y mejoramiento de canales de organizaciones de regantes. Como en general, los costos de reparación o revestimiento son muy superiores (a 24.000 UF), los usuarios se ven obligados a mejorarlos por etapas. Este nuevo máximo busca avanzar más rápido en la reparación de esas importantes estructuras, al disminuir el número de etapas (y la necesidad de concursar tantos proyectos) en que se reviste o mejora un canal.

- ¿Por qué se dejará de utilizar el registro de consultores del MOP y se generará un registro propio de la CNR?

- El objetivo del registro continúa siendo el mismo, señalar a los profesionales que son idóneos para presentar proyectos a la Ley de Fomen-

to. Pero la Ley contempla una serie de sanciones hacia los consultores cuando –por ejemplo– presentan documentos falsos o adulterados, o los proyectos que presentan son deficientes. Si nosotros no tenemos tuición sobre el registro, lo que ocurre hoy, las sanciones son muy difíciles de aplicar, ya que dependemos de otra institución.

Con nuestro propio registro, podremos mantener una vigilancia más estrecha sobre la calidad y comportamiento de los consultores, y sobre los proyectos que presentan.

El nuevo registro tiene un plazo de ejecución de 18 meses, en tanto continúa siendo válido el registro de MOP. Ese es el plazo que se da a los consultores para presentar sus antecedentes a la CNR.

- La Ley que está por ser promulgada autoriza el uso de equipos móviles –bonificados por la Ley– en

predios distintos del predio original del proyecto, ¿a qué apunta ese cambio?

- La ley vigente indica que los equipos móviles tienen que estar localizados en el predio para el cual se presentó el proyecto, por lo que sólo allí puede ser usado para regar. En tanto, con la modificación la ley permite, por ejemplo, participar a los arrendatarios. Es decir, quien arrienda un predio y luego lo deja y arrienda otro, la ley permitirá que los equipos sean transportados al nuevo terreno. Lo mismo puede ser aplicado a quien posea dos predios distintos o arriende simultáneamente dos predios, siempre y cuando se pueda demostrar que existe un vínculo entre el postulante al subsidio y los predios. Otras figuras legales donde se puede aplicar este aspecto, son a predios heredados, *leasing*, comodatos, etc.

La Comisión Nacional de Riego deberá asignar al INDAP, de acuerdo a las disponibilidades presupuestarias para este objeto, los recursos para prefinanciar el monto de la bonificación aprobado, los costos de estudios de los proyectos y la construcción y rehabilitación de las obras de riego o drenaje, presentados por los pequeños productores agrícolas.

Equipos móviles

En el caso de equipos móviles, la Comisión podrá autorizar su uso en predios distintos al original del proyecto siempre y cuando este predio pertenezca al titular del proyecto o sea explotado por él o sus sucesores legales.

Objetivos ambientales y de generación de energía

Se considerarán los objetivos ambientales y de generación de energías en los proyectos de riego bonificados por la Ley.



Registro de consultores

Se crea en virtud de esta ley el Registro Público Nacional de Consultores de la Comisión Nacional de Riego.

Pero el trabajo de la CNR en lo que respecta a la Ley de Fomento aún no termina, como nos explica el Secretario Ejecutivo: "En la actualidad estamos trabajando en el reglamento que requiere la ley N° 18450. Esto es, al reglamento existente debemos hacerle todas

las indicaciones para adecuarlo a esta nueva normativa que estará vigente por doce años, la que incorpora nuevos elementos que la actual ley no contempla. Para confeccionar el nuevo reglamento solicitamos la ayuda del Consejo de la Sociedad Civil, de modo de contar con la participación y aportes de los regantes. Este reglamento deberá estar terminado en enero, para el primer llamado a concurso de 2010". **CR**

Más de 160 científicos de todo el mundo del riego se dieron cita en el VI Simposio Internacional de Riego de Frutales y Hortalizas de la ISHS (International Society for Horticultural Science), el primero que se realiza en un país en desarrollo. En Viña estuvieron los máximos expertos mundiales en los diferentes ámbitos de la investigación relacionada con riego, en un contexto general en que se asumió el cambio climático, las restricciones hídricas de importantes áreas agrícolas del planeta, las amenazas a la calidad del agua de riego y la necesidad de acceder a nuevas fuentes 'no convencionales' de agua para la agricultura. Es decir, la información compartida apuntó a la necesidad de sacar el máximo provecho de cada gota de agua, considerando calidad y rendimiento de la fruta, con un menor impacto en el medioambiente. En esta Chileriego repasamos las interesantes charlas plenarias de los doctores Allen, Hsiao, Quiroga y Stockle, entrevistamos al investigador australiano Dr. Richard Stirzaker, un personaje del mundo del riego, y recogimos las impresiones sobre el Simposio de uno de los oradores principales del evento, el Secretario Ejecutivo de la CNR Nelson Pereira. En nuestras próximas revistas continuaremos publicando el valioso material que dejó en nuestro país este magnífico evento.



“VI Simposio Internacional de Riego de Frutales y Hortalizas”

Exitosa cumbre del riego mundial se efectuó en Chile

El “VI Simposio Internacional de Riego de Frutales y Hortalizas” se efectuó del 2 al 6 de noviembre en el Centro de Convenciones del Hotel Sheraton Miramar de Viña del Mar. Fue organizado por la Sección Hortalizas de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS), la Comisión Nacional de Riego (CNR), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Universidad de Talca. El Simposio fue un gran éxito y contó con la participación de los máximos expertos nacionales y extranjeros a nivel mundial.

Conjuntamente con las actividades del Simposio, al que asistieron alrededor de 160 personas, se realizaron giras técnicas con tres salidas a terreno. Estas giras incluyeron hortalizas en Quillota, huertos de cítricos y paltos en el Valle de Aconcagua y de Viñas en el Valle de Casablanca (ver recuadro). En ellas los asistentes apreciaron el manejo del riego en las particulares condiciones agronómicas de nuestro país.

Nelson Pereira:

“Hicimos posible la realización de este simposio en Chile”

“La CNR es un organismo que genera políticas y coordina en el ámbito del riego en Chile. En ese sentido hicimos posible la realización de este simposio en nuestro país con la finalidad de que los profesionales e investigadores chilenos, que se des-



El Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira, durante la exposición plenaria que dio inicio al Simposio.

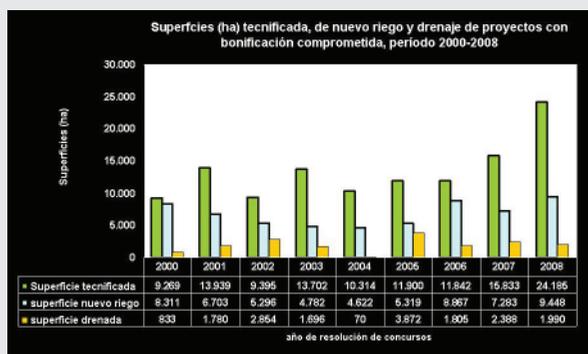
Muy satisfechos se mostraron organizadores y asistentes del simposio de riego que se realizó en noviembre en Viña del Mar. Tanto al considerar el nivel de organización como de las conferencias presentadas por los científicos, muchos de ellos máximas autoridades mundiales en sus respectivos campos de investigación. Pero uno de los más satisfechos fue sin duda el Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira, ya que –en perfecta sincronía con el buen desarrollo del evento– se aprobó en la Cámara de Diputados, y por unanimidad, el proyecto de ley que modifica y prorroga la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Riego y Drenaje.

Extractado de la conferencia plenaria ofrecida en el simposio por Nelson Pereira:

Total superficies regadas, con riego gravitacional y riego tecnificado según Censos Agrícolas años 1997 y 2007

	año 1997			año 2007			% Aumento Superficie Tecnificada
	Total Superficie Regada	Superficie Gravitacional	Superficie Tecnificada	Total Superficie Regada	Superficie Gravitacional	Superficie Tecnificada	
Total	1.058.356	973.459	93.411	1.093.993	789.840	303.970	228,1%

Durante este período intercensal aumenta la superficie tecnificada en 210.559 has en el país, de este total el aporte de la Ley de Fomento al Riego corresponde a una superficie de 89.645 has., lo que representa un 42,6% de la superficie tecnificada entre 1997 y el 2007.



Comentarios de visitantes extranjeros que participaron del simposio y de las giras:

Los destacados investigadores participantes del simposio, la mayoría de ellos extranjeros, tuvieron la oportunidad de conocer la realidad agrícola bajo riego de la Región de Valparaíso. El día miércoles se realizó una gira técnica en que los científicos optaron por conocer las viñas del valle de Casablanca, los frutales del valle de Aconcagua o la actividad hortalicera en Limalche, Quillota y Llay Llay. Durante las giras rescatamos algunas impresiones de organizadores y visitantes.

“Queremos mostrarles cuál es nuestra realidad agrícola, desde el punto de vista agroecológico y productivo, para que vean cuál es el nivel productivo y tecnológico que tiene el país. Se realizaron tres giras; una destinada a la producción de tomate bajo plástico, producción de plantines y cultivo de cebolla. Otra dedicada a la viticultura en un recorrido por cuatro viñas del valle de Casablanca. Finalmente la otra gira apuntó a la fruticultura, por lo que visitamos huertos de frutales de hoja persistente como paltos y cítricos cultivados en cerro”,

explicó Gabriel Sellés, organizador del Simposio por parte del INIA. Diego Intrigliolo, Investigador en riego y relaciones hídricas de cultivos leñosos del Instituto de Investigaciones Agrarias de Valencia España afirmó: “La jornada en terreno me pareció fenomenal, me gustó que vimos distintos cultivos como los paltos, cítricos, uvas de vino y de mesa y nogales. Me impresionó bastante el escenario de los paltos plantados sobre el valle. Desde el punto de vista científico el Simposio estuvo muy bueno, los conferencistas que han invitado son excelentes al igual que la organización. Hemos tenido la oportunidad de conocer el trabajo en riego que se realiza en Sudamérica, el cual es muy interesante”.

“La gira técnica me impactó ya que en mi país no existe la agricultura en las montañas, lugares donde uno pensaría que no se puede producir. Hemos visto impresionantes cultivos de paltos (en los cerros de Quillota). Me impresionó también la última empresa visitada dedicada a la exportación de uva de mesa, fundamentalmente por

el manejo en conjunto de la parte agrícola, el empaque y la parte comercial con una visión muy clara del negocio en su totalidad. Esto muchas veces en Uruguay es un problema, porque el productor produce uvas y después no sabe quién se la va a comprar, acá podemos ver que la cadena está armada. Por lo tanto, partes sabiendo qué producir, con qué calidad, para qué mercado y cómo debe empacarse. El Simposio me ha gustado bastante sobre todo por la calidad de las charlas magistrales y el alto nivel técnico de las presentaciones” afirmó Mario García, Profesor de Riego de la Facultad de Agronomía en Montevideo. “He tenido la suerte de asistir a simposios anteriores y este me ha parecido muy bien, sobre todo la visita técnica. Me llamó la atención las diferentes formas de cultivar de unos terrenos a otros, ya que en España se cultiva de manera muy diferente”. Amelia Montoro de la Mancha de España dedicada a la experimentación en el tema del agua y al servicio de asesorías sobre riego para agricultores.

empeñan en materias de riego, estén al día en lo último que se está investigando”, señaló Pereira.

El Secretario Ejecutivo de la CNR formó parte del comité organizador y fue quien dictó la primera de las conferencias plenarias que se ofrecieron en el Simposio, la que dedicó a exponer la situación del riego en Chile y el contexto en que se desarrolla. Sobre el evento resaltó: “la calidad de los trabajos y la presencia de conferencistas tan destacados a nivel mundial como los doctores Rick Allen y Theodore Hsiao. Este último incluso ha sido profesor de muchos de los expositores presentes y varios de los investigadores chilenos se han doctorado con el profesor Hsiao. Así mismo los aspectos organizativos han sido todo un éxito y hemos dejado una muy buena imagen de Chile, dando muestra de que cuando nos lo proponemos hacemos las cosas muy bien. Así me lo manifestó la Dra. Isabel Ferreira, quien es la representante en este Simposio de la ISHS”.

Señaló además que la ISHS, (organización dedica al estudio de frutales y hortalizas), “es la sociedad más importante en ese ámbito en el mundo y –entre otros– desarrolla el capítulo del riego. Ésta tiene el mérito de concitar la membresía y asistencia de los más destacados investigadores en riego del planeta. La realización del Simposio en Chile es un hito ya que es la primera vez que se realiza en un país en vías de desarrollo y en Latinoamérica”.

Estos simposios internacionales se realizan cada cuatro años. El pasado simposio de riego de la ISHS se realizó en Australia y el anterior en California (EEUU), en tanto que el próximo se realizará en Alemania. Sin duda que ésta fue una oportunidad ganada para los que se desempeñan en el ámbito del riego en Chile (y Latinoamérica), los que pudieron presentar sus propios trabajos y conocer –en primera persona– a los principales investigadores mundiales en riego y gestión del agua. **CR**

Dr. Richard Allen

Avances en el estudio de la evapotranspiración de los cultivos

Los procedimientos para estimar la evapotranspiración (ET) de los cultivos están en continua evolución, incorporando refinamientos en la forma en que los coeficientes de cultivo (K_c) son desarrollados en base a los datos de campo y en el grado de sofisticación con que se presentan. Los métodos para la estimación del K_c contemplan –entre otras herramientas– usar tablas y curvas estandarizadas o derivadas de la información local, se estima el K_c de la fracción de suelo cubierto por la vegetación (f_c) o se deriva de mediciones de campo del balance de energía de la superficie mediante aparatos de promediación espacial tales como los sistemas Eddy Covariance (covarianza de turbulencias, correlación de turbulencias, flujos turbulentos) y scintillometers (cintilómetros o contadores de centelleos).

Al establecer coeficientes de cultivos duales o dobles ('dual crop coefficients') en que se incluye un coeficiente base (que expresa principalmente la transpiración del cultivo) y un componente de evaporación del suelo desnudo, permite estimar los efectos del tipo de sistema de aplicación de agua y la frecuencia de riego



usando la ET total. El sistema dual incluso permite realizar estimaciones durante el invierno en climas fríos, lo que incide en el balance hídrico anual.

Nuevos métodos 'híbridos' han sido empleados para estimar los requerimientos de agua de los cultivos y gracias a esa información programar el riego, combinando algunas características 'conservadoras' útiles del coeficiente de cultivo y la ET de referencia, con modelos fisiológicos directos. Estos métodos incluyen el modelo Aquacrop de FAO, el que combina (a) la facilidad para desarrollar el coeficiente de cultivo



La presentación del Dr. Allen profundizó en los avances en la metodología para medir la evapotranspiración en cultivos frutícolas y hortícolas, en los que el espacio del huerto está parcialmente cubierto por el follaje de la especie cultivada, pero en que también el suelo está parcialmente descubierto, a diferencia de los cultivos extensivos. Estas mediciones hoy pueden ser realizadas en grandes áreas gracias a redes de estaciones agroclimáticas, satélites o aparatos como los cintilómetros.

Richard Allen

Kimberly Research and Extension Center, University of Idaho, USA
rallen@uidaho.edu

¿Quién es el Dr. Rick Allen?

El Dr. Rick Allen es una referencia mundial en la investigación sobre evapotranspiración. Así mismo Allen es autor del libro FAO y uno de los creadores de METRIC (Mapping EvapoTranspiration at high Resolution with Internalized Calibration: Mapeo de Evapotranspiración de alta Resolución con Calibración Interna).

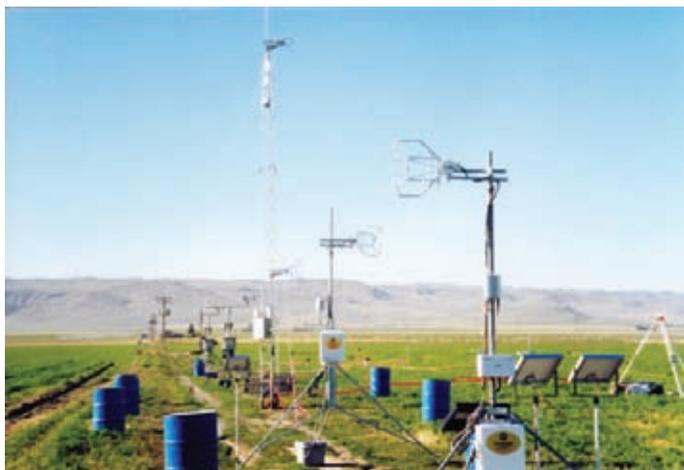
METRIC es un modelo procesador de imágenes para información de ET computarizada que utiliza imágenes satelitales de grandes áreas. METRIC incorpora como variables toda la radiación y el balance energético de la superficie de la tierra expresado en flujos de calor sensible y latente, ET y también incorpora información climática USBR AgriMet en el proceso de modelamiento (U. S. Bureau of Reclamation [USBR] comprende la cuenca del río Columbia y abarca los estados de Washington e Idaho).

El USBR, en los ochenta, inició una red de estaciones climatológicas de apoyo a la agricultura. Esta red llamada Agrimet se ha dedicado al análisis regional del uso del agua para los cultivos y ha sido un gran apoyo en la obtención de datos para la programación y manejo del riego intrapredial.

Gracias a un financiamiento de la NASA, el Departamento de Recursos Hídricos de Idaho utiliza METRIC como herramienta operacional para administrar el agua estadual. Utilizando lecturas de la temperatura superficial que provienen de satélites del gobierno federal, la temperatura del aire y varios algoritmos, este nuevo método permite a los responsables medir cuánta agua es consumida, como evapotranspiración, en determinada superficie de tierra.

Las agencias que administran los recursos hídricos de Idaho y otros esta-

dos consideran a este sistema como la mejor herramienta para cuantificar el consumo de agua ya que aporta una mayor definición de cuánta agua es extraída del sistema por una organización o usuario individual. En la actualidad esta información está siendo utilizada para ayudar a resolver una disputa centenaria por las aguas del río Arkansas entre los estados de Colorado y Kansas, y disputas entre distritos de riego de Idaho. En este último caso la condición previa es que los encargados deben conocer los registros de bombeo y de gasto eléctrico para estimar el consumo de agua de cada distrito de riego. De acuerdo con algunos expertos, si este sistema continúa mejorando la exactitud de sus cálculos, la dificultad para estimar correctamente la evapotranspiración local será superada de forma permanente en el futuro.



Una estación eddy covariance mide CO_2 , vapor de agua y los flujos de calor usando la Técnica Eddy Covariance. Un sistema estándar incluye un anemómetro sónico, un datalogger y un conjunto de sensores a escoger.

de modo de encapsular la mayoría de las características que impactan la ET relativa de cultivo, las que cambian con el tiempo, con (b) las características fisiológicas y de feedback de estrés del cultivo, lo que afecta su desarrollo, la producción de biomasa y el rendimiento final a cosecha.

Continúa el desarrollo del modelamiento directo de la ET

de cultivo, aún con el polinomio de Penman-Monteith como modelo físico primario. Los avances continúan en el modelamiento de la conductancia superficial, que combina la evaporación del suelo con la transpiración, y ajusta la presión de vapor y la temperatura de la 'capa límite estable' (equilibrium boundary layer) para dar cuenta de los efectos de retroalimentación de la ET en esos parámetros. Esta retroalimentación es importante para eliminar la sobreestimación y muchas veces involucra el uso combinado de altura y perfil teórico del cultivo.

El uso de ET de referencia (ET_o) requiere de la estimación de ET_o, la que representa la ET en un ambiente bien regado para que la 'capa límite estable' (presión de vapor, temperatura y velocidad del viento) esté en equilibrio con el flujo superficial estimado. Los procedimientos siguen su evolución hacia datos climáticos en condiciones de 'no-referencia', medidos en diferentes ambientes de modo



de representar mejor las condiciones de referencia. La aplicación de estos modelos llamados 'huella' ('footprint') puede proporcionar una indicación de cómo la vegetación y disponibilidad de agua por sobre la una estación climática puede impactar las mediciones climáticas.

Durante la pasada década se han desarrollado los procedimientos de evaluación de calidad – control de calidad (QA/QC) de los datos climáticos, como por ejemplo aquellos de FAO y de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE en inglés), en los que la evaluación visual y la corrección de los datos es posible.

Las mediciones Eddy Covariance –de intercambio de calor sensible y latente– continúan sufriendo del error de cierre del balance de energía, en donde se suma la radiación neta y el flujo de calor del suelo, la energía disponible, excediendo la suma de los flujos escalares de los flujos de calor sensible y calor latente.



Los cintilómetros (scintillometers) proporcionan mediciones del índice de refracción, el cual es usado para obtener el parámetro de estructura de la temperatura y el flujo de calor sensible. Las estadísticas de turbulencia utiliza la desviación estándar de la temperatura del aire para calcular el flujo de calor sensible.

Pese a que hay varias correcciones que se deben hacer, es frecuente que permanezca algún grado de error de cierre, el que en algunos casos supera el 30%. Algunas veces los parámetros que la causan pueden ser determinados mediante la aplicación de una regresión multilinear, en donde la radiación neta es la variable dependiente y

las variables independientes son el flujo de calor del suelo, el flujo de calor sensible y el flujo de calor latente. Los coeficientes de las tres variables independientes pueden proporcionar alguna indicación sobre qué parámetro impacta más en el error de cierre del balance de energía. **CR**

Algunos conceptos:

Calor sensible se denomina a la energía calorífica que aplicada a una sustancia aumenta su temperatura.

Calor latente se refiere al calor "escondido", es decir que se suministra pero no "se nota" el efecto de aumento de temperatura.

Capa límite estable es el nexo de unión (o separación) entre la superficie y la atmósfera. Es necesaria la inclusión de los procesos de intercambio que en ella tienen lugar, tanto en los modelos de predicción meteorológica como en los modelos climáticos.

**Certificación
ISO 9001-2000**

PGIC

INGENIERÍA

- Bombas de superficie monoblock y eje libre
- Bombas de pozo profundo
- Bombas para aguas servidas
- Equipos de dosificación
- Estanques hidroneumáticos y accesorios
- Servicio Técnico

Representantes exclusivos en Chile de:

Modelo AquaCrop de FAO:

Su potencial para manejar riego y productividad de cultivos hortícolas

AquaCrop es un modelo matemático capaz de anticipar la 'productividad del agua' en los cultivos extensivos, el que fue desarrollado por la División de Tierra y Agua de FAO. Es útil para simular las respuestas productivas (rendimiento) de los cultivos herbáceos, en particular para determinar condiciones en las que el agua es el factor clave o limitante del cultivo. En su presentación el Dr. Hsiao describió las características del modelo y analizó su potencial aplicación en el manejo del riego y la productividad de cultivos hortícolas y frutícolas.

Theodore C. Hsiao¹, Gabriella Izz², Elias Fereres³, and Pasquale Steduto²

1 Dept. of Land, Air and Water Resources, University of California, Davis, USA

2 Land and Water Division, FAO, United Nation, Rome, Italy

3 IAS-CSIC and University of Cordoba, Spain

tchsiao@ucdavis.edu



AquaCrop es un modelo que permite estudiar y anticipar la productividad de un cultivo en relación al agua aplicada, considerando los momentos fenológicos en

que se aplica. AquaCrop permite simular los rendimientos que se obtendrían en cultivos herbáceos tales como maíz, trigo, avena, etc., bajo diferentes regímenes de riego o de lluvia.

En este modelo la transpiración se calcula diariamente y luego se transforma en producción de biomasa y rendimiento potencial, aplicando criterios de Eficiencia de Uso del Agua e Índice de Cosecha.

La Eficiencia de Uso del Agua —en términos de producción— se normaliza incorporando la demanda evaporativa atmosférica y concentración de CO₂. La normalización climática permite que los

mismos parámetros de Eficiencia de Uso del Agua sean utilizados en diferentes localidades y climas, dotando a AquaCrop con la capacidad para predecir las posibles respuestas del cultivo ante distintos escenarios futuros de clima.

El modelo utiliza el grado de cubrimiento del suelo por el follaje del cultivo (canopy ground cover: CC) como índice en vez del índice de área foliar para separar transpiración de evaporación directa del suelo. El índice de CC representa la radiación interceptada y es más fácilmente medible que el índice de área foliar.

El desarrollo del CC es una función simple del coeficiente de crecimiento del dosel y del CC inicial por planta —dos parámetros conservadores— y la densidad de plantas.

Las respuestas del cultivo a los déficit de agua en el suelo —a lo largo del ciclo de cultivo— son simuladas con relaciones que determinan el desarrollo del dosel, el control de la transpiración por los estomas, la senescencia del follaje y los cambios en los índices de cosecha.

En comparación con otros modelos aplicados a cultivos, AquaCrop utiliza un número relativamente pequeño de parámetros explícitos, la mayoría de ellos intuitivos, y la determinación de las variables que deben ser suministradas requiere de métodos simples. Aportándole un mejor

Los avances de AquaCrop desde el enfoque Ky (relación agua-rendimiento):

AquaCrop resulta de la revisión del Documento N° 33 de la FAO de Riego y Drenaje "Respuesta Productiva al Agua" [FAO Irrigation and Drainage Paper N° 33 "Yield Response to Water" (Doorenbos and Kassam, 1979)] y es una referencia clave para estimar el rendimiento de los cultivos en respuesta al agua. Este modelo se desarrolla a partir de la ecuación fundamental del Documento N° 33, en la que la pérdida relativa de rendimiento (Y) es proporcional a la declinación de la evapotranspiración relativa (ET), con K_y como factor proporcional de respuesta en el rendimiento. (i) al dividir ET en evaporación del

suelo (E) y transpiración del cultivo (Tr) se evita el efecto distorsionador del consumo no productivo del agua utilizada (E), (ii) obteniendo así la biomasa (B) desde el producto de la productividad del agua (WP) y la transpiración acumulada del cultivo, (iii) expresa el rendimiento final (Y) como producto de B y el Índice de Cosecha (HI), (iv) normalizando Tr con la evapotranspiración de referencia (ET_0), para hacer aplicable la relación $B-Tr$ a los diferentes regímenes climáticos, y (v) al correr el programa en etapas de períodos diarios (ya sea calendario o grados día), da cuenta de forma más realista de la

naturaleza dinámica de los efectos del estrés hídrico y de las respuestas del cultivo.

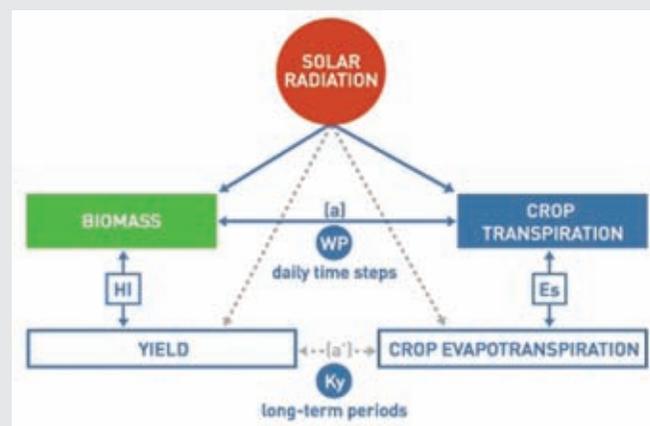
Tal como el enfoque K_y , AquaCrop es movido por el agua, lo que significa que el desarrollo y productividad del cultivo son condicionados por la cantidad de agua transpirada (Tr). AquaCrop se enfoca en la relación fundamental entre B y Tr más que Y y ET (como ocurre en el enfoque K_y), basándose en comportamiento conservador de WP . En la figura de abajo se puede ver una representación esquemática de los pasos evolutivos.

AquaCrop está compuesto por los siguientes submodelos: el suelo y su balance de agua; el cultivo y su desarrollo, crecimiento y rendimiento; la atmósfera y su régimen térmico, plu-

viometría, demanda evaporativa y concentración de CO_2 ; y las principales prácticas agronómicas de manejo como son riego y fertilización.

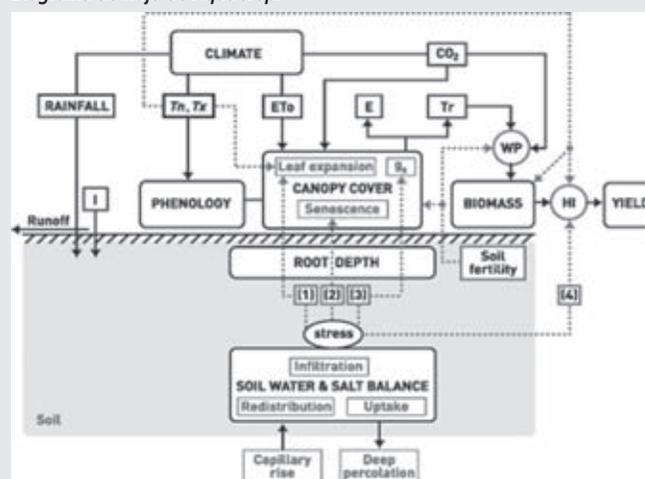
Aspectos tales como salinidad del suelo, movimientos verticales de las capas freáticas y rotación de los cultivos aún no están incluidos en AquaCrop 3.0 (La última versión disponible en el sitio de FAO del modelo). En particular, hoy se está trabajando en afinar los modelos de las senescencia de la canopia y el efecto de la capilaridad, para lo cual se buscan colaboradores que deseen investigar en esta línea y seguir probando y mejorando el modelo, según señale Dr. Hsiao.

http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_aquacrop.html



Evolución de AquaCrop desde Eq (1), en base a la introducción de dos pasos intermedios: la separación de la evaporación del suelo E de la transpiración del cultivo y el rendimiento conseguido en base a la biomasa e Índice de Cosecha (HI). La relación a' , que conecta rendimiento con evapotranspiración de cultivo, es expresada por Eq (1) a través del parámetro K_y y normalmente se aplica a períodos largos. La relación a , que conecta biomasa con transpiración de cultivo, es expresada por Eq (2) a través del parámetro WP y tiene régimen de tiempo diario.

Diagrama de flujo de AquaCrop:



balance entre simplicidad, exactitud y robustez.

El modelo simula el contenido de agua en la zona de raíces y mantiene un registro de entrada y salida de flujos, por lo que es apropiado para establecer las opciones de manejo del riego y la Eficiencia de Uso del Agua. El modelo AquaCrop ha sido probado para varios cultivos de campo y próximamente se publicarán los últimos resultados obtenidos de su aplicación en cultivos hortícolas. En la página web de la FAO se puede comprobar la utilidad de este modelo en el manejo del agua y el desarrollo

de estrategias de riego, cambiando algunos de los diferentes parámetros para simular diferentes escenarios hídricos de cultivo.

AquaCrop persigue fines prácticos y está principalmente destinado a profesionales que se desempeñan en servicios de extensión, instituciones de gobierno, organizaciones no gubernamentales, así como a agricultores y asociaciones de usuarios del agua, entre ellas). Pero además es interesante cuando se persiguen fines científicos y de enseñanza o como herramienta de entrenamiento y educación

en todo lo relativo al rol del agua como factor determinante en la productividad de los cultivos.

El modelo es particularmente útil para quienes se desempeñan en el diseño de políticas de gestión de los recursos hídricos o en estrategias de ahorro y de Eficiencia de Uso del Agua. También para economistas y planificadores que necesiten estimar la producción que se obtendría con una determinada cantidad de agua disponible y para el estudio de diferentes estrategias de riego o potenciales escenarios futuros como consecuencia del cambio climático. **CR**

Dr. José María Quiroga Alonso:

Uso sustentable del agua en la agricultura: reciclaje de aguas residuales



En cada vez más áreas del planeta se sufre de escasez de agua y en varios casos, de sequías de largo plazo. El experto español postula la necesidad de pasar de un modelo de gestión basado en la oferta de agua a un modelo de uso sostenible, para lo que propone utilizar recursos no convencionales, tales como las aguas resultantes de la desalación y de la regeneración.

Según Quiroga, la reutilización de aguas residuales en riego agrícola es ya una realidad que ha probado sus ventajas y que es capaz de aportar recursos hídricos de manera segura, eficaz y regular.

José María Quiroga Alonso
 Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
 Universidad de Cádiz, España
 josemaria.quiroga@uca.es

Varios son los factores que disminuyen la disponibilidad de los recursos hídricos a nivel planetario. Entre los más importantes, el Dr. Quiroga mencionó el incremento de la demanda de agua para la población (crecimiento demográfico y de nivel de vida), acompañado del incremento de la demanda de las otras actividades económicas (agricultura, ganadería, industria...); la distribución desigual de los recursos hídricos; el impacto de sequías de largo plazo (plurianuales) en diferentes áreas alrededor del mundo; y la contaminación, tanto de los recursos subterráneos como superficiales por los vertidos de aguas residuales. Todos esos factores, que afectan la disponibilidad de agua ya sea en cantidad o calidad, determinan el desarrollo socioeconómico regional e instalan los asuntos relativos al agua como una prioridad.

Los modelos de gestión del agua pueden ser de diversos tipos. Está el modelo 'antiguo' basado en la oferta, obsoleto según Quiroga, en que el agua no se considera un bien escaso y se puede utilizar toda la que se quiera. Los modelos basados en la demanda, en que el agua es considerada un bien escaso y es necesario ahorrar el recurso: "algunos aspectos de estos modelos siguen siendo válidos pero ya comienzan a quedarse obsoletos", afirmó. Y finalmente mencionó los modelos de uso sostenible del agua, en la que ésta es considerada un bien social.

En el modelo de uso sosteni-

ble del agua se debe ser capaz de satisfacer las necesidades de agua dulce, en cantidad y calidad, tanto a las generaciones y ecosistemas presentes, sin impedir que las futuras generaciones satisfagan sus propias necesidades. Es decir, debe ser sostenible tanto desde el punto de vista social, como económico y medioambiental. Según Quiroga, la implementación de un desarrollo sostenible se basa en, entre otros factores, el uso racional del agua, la reducción de las pérdidas del líquido al mínimo, la distribución del recurso de forma adecuada (entre los demandantes), desarrollar las actividades que utilizan agua de acuerdo a la capacidad de los ecosistemas y, a lo que apuntó la presentación de experto, el incremento de la cantidad de recursos disponibles utilizando diferentes métodos, pero sin poner en peligro su calidad.

Regeneración y reutilización Uso de recursos No convencionales

Entre las medidas que aportan a aumentar las reservas de agua está la utilización de recursos no convencionales. Entre los más importantes están la desalinización y la reutilización de las aguas servidas o desechadas por la industria. "No tiene sentido verter a un cauce agua de excelente calidad si esa agua puede ser utilizada", sostiene.

Quiroga advirtió que la reutilización de agua regenerada no

Esquema general de los tratamientos de regeneración en España:



debe confundirse con la depuración, ya que con la depuración sólo se busca cumplir las condiciones de vertido definidas por la legislación vigente. Regeneración es el tratamiento necesario para que un agua residual depurada pueda ser utilizada nuevamente. Al resultado del proceso de regeneración se le llamará agua regenerada, lo que consistirá en devolverle parcial o totalmente el nivel de calidad que ésta tenía antes de su utilización. El uso beneficioso que se hace con el agua regenerada es a lo que se llama reutilización.

Según el expositor la reutilización de agua regenerada no es una práctica nueva ni es una moda si no que se ha practicado por muchos años en la agricultura debido a sus muchas ventajas. "Lo que ocurre en la actualidad es que se está tendiendo a formas mucho más estructuradas de trabajo gracias a lo que su uso se amplía y mejora. En cuencas con exceso de agua la reutilización no tiene mucho sentido pero juega un papel esencial en la gestión de los recursos en zonas con determinadas condiciones hidroclimáticas, en las que es necesario incorporarla dentro de sus balances de recursos hídricos. Que esta tecnología es una

De 1900 a 1995 el consumo de agua en el mundo se multiplicó por seis. El doble de la tasa de crecimiento de la población. En 2006 se sobrepasaron los 4.300 Km³/año (el 30% de los recursos renovables en el planeta) y esa cifra aumenta un 1,2% al año. Hoy el 40% de la población sufre una escasez relativa de agua.

realidad lo demuestra el número de proyectos en el mundo entero, el que va aumentando continuamente (...) La reutilización de agua conduce al desarrollo sustentable y permite obtenerla en cualquier momento (oferta garantizada)", afirmó.

La reutilización se puede clasificar atendiendo a diferentes

criterios. Uno es el posible contacto del agua con las personas. Se define como reutilización directa al transporte del agua desde el punto donde se regenera hasta donde se reutiliza, sin que medie entre ambos puntos ningún cauce público (la que más interesa a la agricultura según Quiroga). En tanto que reutilización indirecta es cuando se mezcla del agua residual regenerada en algún tipo de reservorio de agua (embalses superficiales, acuíferos, etc.) antes de su reutilización. Esta última es la práctica más común.

El regenerador o 'reutilizador' de aguas debe tener la mentalidad de un abastecedor de agua. Es decir, la de un agente que fabrica un producto –regido por exigencias de calidad– que se va a transar en el mercado. Así se pasa del paradigma 'depurar para verter' al de 'regenerar para suministrar'. "La regeneración no debe enmarcarse en la prestación de un servicio puntual, sino que debe ayudar a aumentar los recursos hídricos disponibles de manera segura, eficaz y regular. Porque si no cumple esas condiciones los usuarios del agua pueden verse defraudados".

Según el expositor, hoy el costo de producción de un agua re-

generada para su utilización –sin ningún tipo de restricciones– en el riego de productos de consumo crudo, es asumible. Incluso el nitrógeno y el fósforo que contiene el agua regenerada aporta ahorros de fertilizantes cuando el agua se utiliza para riego agrícola o de jardines.

Más aún, el nivel de las tecnologías disponibles en la actualidad posibilita obtener cualquier tipo de calidad del agua regenerada, incluso llevarla a nivel de agua potable para el consumo humano. Sin embargo es necesario garantizar la calidad de las aguas regeneradas mediante el control de las instalaciones de regeneración, para lo que se deben implementar buenas normas sanitarias y fiscalizar para obligar a su cumplimiento. José María Quiroga remarcó la necesidad de seguir potenciando el uso de las aguas regeneradas y desaladas en riego ya que, por su seguridad de abastecimiento, permite disponer del recurso en todo momento.

Con respecto a su inocuidad, el investigador afirmó que la experiencia acumulada hasta hoy avala el uso de agua regenerada en agricultura, sin ningún tipo de riesgo, pero advirtió que aún falta que los agricultores y la sociedad lo asuman. "Es clave no criminalizar el origen del recurso por el hecho de ser agua residual, ya que existe una tendencia de la sociedad a rechazar ese recurso por su origen. Los proyectos de demostración de reutilización planificada de agua residual han permitido comprobar su capacidad para aportar recursos hidráulicos, reciclar elementos nutritivos y asegurar la calidad sanitaria y ambiental", explicó.

Quiroga concluyó que es una buena idea utilizar el agua servida regenerada para el riego agrícola, ya que no conlleva riesgos, y que tanto para los usuarios –regantes– como para los 'abastecedores' del agua, es un recurso rentable y sustentable. **CR**

Dr. Claudio Stöckle

El impacto del Cambio climático en la agricultura bajo riego

El Cambio climático no sólo calentará la superficie de la tierra y la atmósfera baja si no que además modificará los regímenes pluviométricos y nivales y con ellos la disponibilidad de agua para riego. Fenómenos que también sufrirá la fruticultura de las distintas regiones productivas en mayor o menor medida, las que deberán adaptar sus manejos a los cambios –no sólo climáticos– si no también en la fisiología de los cultivos. Los cambios impactarán los requerimientos de frío, fechas de floración, riesgos de heladas, extensión del ciclo productivo, madurez y momento de cosecha, etc.

**Claudio O. Stöckle¹, Jordi Marsa²,
and Josep M. Villar³**

1 Biological Systems Engineering Dept., Washington State University, Pullman, Washington, USA

2 Tecnología de Riego, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Lleida 25198, España.

*3 Dept. de Medi Ambient i Ciències del Sol, Universitat de Lleida, Lleida, España
stockle@wsu.edu*



El incremento de la temperatura del planeta ha sido anticipado por todos los modelos de circulación general de atmósfera y océanos del planeta (general circulation models: GCM) y respaldado cada vez más por evidencias científicas. Los modelos matemáticos de referencia del Panel Intergubernamental del Cambio Climático anticipan que las temperaturas globales se podrían incrementar entre 1,1 y 6,4 °C entre 1990 y 2100, dependiendo de los escenarios de emisiones de CO₂ que se definan al ‘correr’ los modelos. Pero también se anticipan cambios en los regímenes pluviométricos, los que disminuirán o aumentarán y cuya intensidad dependerá del lugar del mundo que se analice.

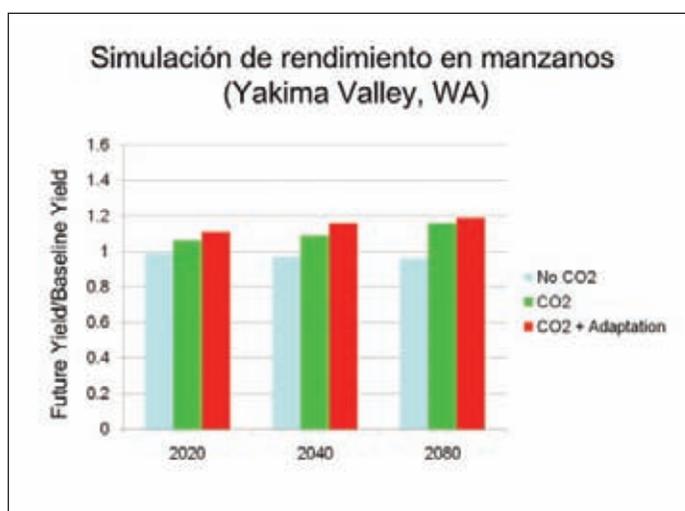
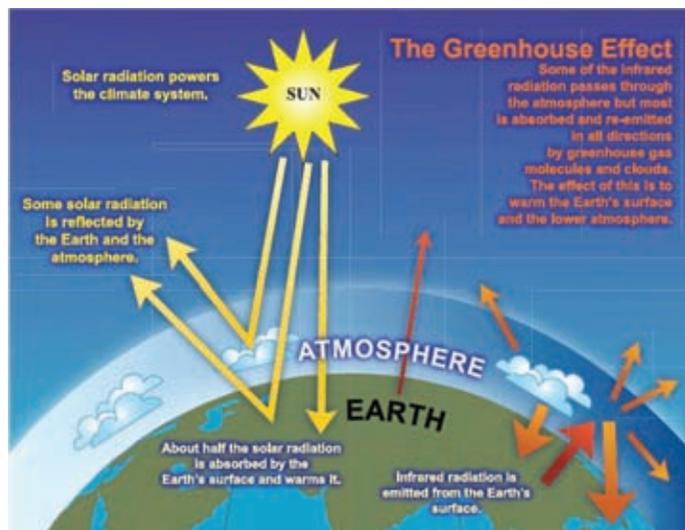
Al mismo tiempo, la cantidad de CO₂ atmosférico podría incrementarse en un rango que va de 550 a 850 ppm, dependiendo del escenario de emisiones que se defina. Como es obvio estos cambios impactarán en la agricultura obligando a diferentes grados de

adaptación, lo que dependerá de la región del planeta en que se cultive.

Los impactos del calentamiento en la producción de fruta

La producción de fruta bajo riego no se mantendrá al margen de los cambios. Las más importantes áreas de producción de frutas del mundo son China, EEUU e Italia, en lo que respecta a carozos y pomáceas; Brasil en cítricos; y España en olivos y almendros. El análisis del Dr. Stöckle se centra en esas áreas y discute los efectos generales del calentamiento global en los requerimientos de frío, fechas de floración, riesgo de helada, extensión del ciclo productivo, madurez y momento de cosecha. Pero, según Stöckle, también se deben esperar distorsiones tales como incrementos en la presión de plagas y enfermedades, la necesidad de modificar las cargas frutales y el tamaño de las copas o incluso de cambiar de cultivo. Anticipa que en algunos casos se deberán buscar tierras más altas para continuar la producción de fruta.

“Aún no se dispone de mucha información sobre el impacto del calentamiento en los árboles frutales”, advierte Stöckle, pero entrega varios datos. En algunas regiones del mundo ya se han



En el gráfico se proyecta el rendimiento de los manzanos en el Valle Yakima, Estado de Washington (EEUU). Los escenarios son: sin considerar el aumento de CO₂, considerando el incremento de CO₂, y considerando el aumento del CO₂ más las medidas de adaptación. El modelo utilizado fue CropSyst.

reportado floraciones más tempranas, por ejemplo en Alsacia (este de Francia), el período entre brotación y cosecha de las parras se ha acortado y la maduración de la fruta se produce bajo condiciones de mayor calor (Duchene and Schneider, 2005). Y al revés, la mayor temperatura podría extender el período de poscosecha de las plantas, lo que ayudaría a la acumulación de carbohidratos para la siguiente temporada.

Para el noreste de EEUU, en el período que va de 1965 a 2001, Wolfe et al. (2005) reportaron adelantos de entre 2 y 8 días tanto de la floración y como de la

etapa de 'primera hoja' en uvas y manzanos. Por otra parte, observaciones realizadas en Francia indican que especies con más altos requerimientos de frío –como los manzanos– podrían verse afectadas, tendiendo a retrasar su fecha de floración (Guèdon and Legave, 2008).

Cuando se analizan los efectos del calentamiento del período que va de 1976 a 2001, estos efectos parecen más evidentes durante los períodos que corresponden a los requerimientos de calor, que durante los períodos de requerimiento de frío, lo que implica que los árboles tenderían a florecer más

temprano (11 días más temprano entre 1976 y 2001).

Otros reportes han relacionado las altas temperaturas de primavera con la disminución del tamaño y rendimiento de duraznos debido al acortamiento de la fase de desarrollo del fruto (López and DeJong, 2007). En tanto que las temperaturas cálidas a principios de los inviernos han sido relacionadas con caídas de botón floral en duraznos (Weinberger 1956) y damasco (Ruiz and Egea, 2008).

En el Estado de Washington, cálculos simples basados en la acumulación de días grado, muestran que el proyectado aumento de las temperaturas afectará a varias áreas vitivinícolas (AVAs) de Washington para 2020 y a la mayoría para 2040.

Cambios en la oferta y demanda de agua

En el caso de agricultura bajo riego los cambios en la demanda de agua (ej. ET) y en la oferta hídrica pueden ser críticos. Por ejemplo, si se aplica el modelo ECHAM5 GCM para analizar el futuro del Valle Yakima, una importante región productora de fruta del Estado de Washington (EEUU), se encuentra que la demanda de agua se podría incrementar en un 17% hacia finales de siglo, sólo como consecuencia del cambio climático. Pero el incremento se reduce al 5% si se considera la elevación de los niveles de CO₂, fenómeno que inducirá un cierto grado de cierre de estomas. Lo dicho implica que el cambio en la demanda de agua no será el gran factor de impacto. Sin embargo, los modelos predicen que los cambios en la disponibilidad de agua serán significativos, con situaciones de escasez hídrica más intensas y más frecuentes en las cuencas hidrográficas dependientes de la acumulación de nieve –y su posterior derretimiento– para

abastecerse. Ese será también el caso de muchas otras regiones productoras de fruta, como Chile.

A lo anterior, se añade el crecimiento poblacional, el aumento del precio de la energía, la baja de los niveles de los acuíferos y el incremento de la demanda debido a la competencia por agua superficial y subterránea entre los diferentes sectores productivos. Esta interacción de factores liderada por el cambio climático podría convertirse en la 'tormenta perfecta' para la agricultura bajo riego.

Stöckle afirma que no es posible revertir el cambio climático, sino que sólo, quizás, reducir la intensidad e impacto de los cambios. Pero el científico confía que la agricultura y, en particular la fruticultura, tiene las herramientas para adaptarse a las nuevas condiciones agroclimáticas.

En todo caso el Dr. Claudio Stöckle advierte que la adaptación al cambio climático se da en un contexto de muchos otros retos de adaptación ya que al mismo tiempo se está produciendo el agotamiento de las reservas de petróleo y de varios metales claves para nuestra forma de vida. En el caso de la agricultura menciona al fósforo ya que, según el experto, "las fuentes de fósforo fertilizante podrían terminarse en menos de 100 años".

Al concluir la ponencia el debate se centró en el desafío que impone el cambio climático a los sistemas productivos agrícolas, para producir bajo escenarios de incertidumbre creciente –tanto climáticas como económicas y políticas– de las cuales la agricultura no puede sustraerse. "El desafío en el corto plazo será producir 50% más de alimento en 50% menos de tierra", comentó el investigador Sigfredo Fuentes. El auditorio coincidió en que se hacen cada vez más pertinentes las políticas públicas que apunten a lograr mayor eficiencia en el uso del agua en la agricultura. **CR**

Dr. Richard Stirzaker

“Lo importante en el riego es el aprendizaje continuo, más que la tecnología”

El Dr. Richard Stirzaker fue uno de los científicos famosos que asistió al Simposio Mundial de Riego en Viña del Mar. Es investigador principal de CSIRO, el prestigioso instituto australiano de investigación, y se dedica a la relación riego, sales y nutrientes. Es conocido porque inventó un ingenioso aparato para controlar el riego, las sales y los nitratos, llamado Detector del Frente de Mojamiento (Wetting Front Detector). Hoy hay más de 65.000 aparatos en los campos de todo el mundo enseñando a los agricultores cómo y cuándo regar.

Por: Patricio Trebilcock Kelly



El Dr. Richard Stirzaker bien acompañado durante la cena de gala del Simposio.

Richard Stirzaker viene saliendo de un año sabático porque recibió una de las dos becas del gobierno australiano para hacer lo que quiera. ¿Qué hizo? Se encerró en un parque nacional en Sudáfrica para aprender ecología y luego en el patio de su casa, en Canberra, desde donde escribió un libro para todo público que explica la importancia del agua en la agricultura. “El tema del libro es el patio de mi casa, donde tengo 1.000 m² con varios cultivos. Si dividiéramos la superficie agrícola de la tierra, cada ser humano tiene derecho a 1,5 canchas de fútbol,

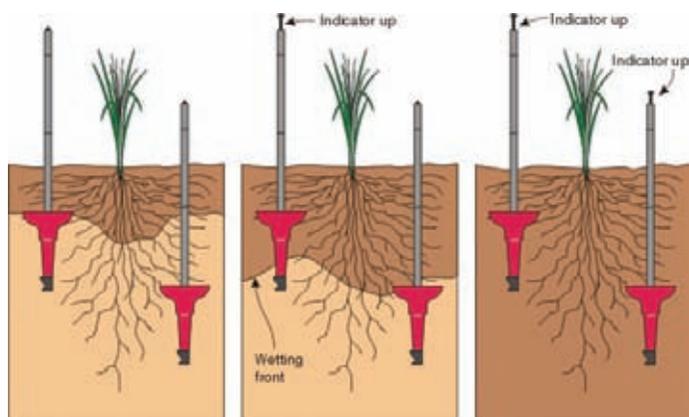
de las cuales la mitad son arables. Mi libro trata de explicar cómo podemos manejar ese espacio en forma sustentable”.

- Hola Richard, gusto de verte de nuevo, partamos por una pregunta acorde a tu personalidad ¿Qué te divierte por estos días?

- Me he dado cuenta que entiendo mucho menos de lo que pensaba y disfruto aprendiendo. Antes existía la expectativa de que un agrónomo (doctorado en mi caso) podía entrar al campo de un agricultor y ofrecerle soluciones y

respuestas a sus problemas. Ahora aprendo del conocimiento de los agricultores, quiero entender lo que ellos ven con sus ojos y que nosotros los científicos muchas veces no podemos detectar con nuestros instrumentos. Me interesa conocer cómo opera el sistema de un campo como un todo.

Creo que estamos insertos en un mundo que vende soluciones: usted tiene un problema, no se preocupe, le vendo la solución. El problema es que en los sistemas biológicos no hay tantas soluciones como creemos. Esto es más un camino que una solución.



En el riego, el gran tema es cómo estructuramos la forma cómo aprendemos. Más que una solución, debemos estructurar la forma en cómo aprendemos a manejar el agua, los nutrientes, las sales, la variabilidad, la biología del cultivo y todo esto bajo las condiciones cambiantes del mercado.

Entonces lo que importa no son las soluciones "prefabricadas" sino la forma como aprendemos.

- Me imagino que como funcionario del CSIRO, un organismo de prestigio mundial, debes realizar este proceso de "aprender" con algún objetivo claro.

- Sí, obviamente. Yo soy experto en el manejo de agua, sales y nutrientes. Y me preocupa el impacto ambiental de la agricultura. Para ello, insisto, es muy importante visualizar el manejo del riego como un sistema constante de aprendizaje. Te voy a dar un ejemplo. Hoy en la mañana durante el Simposio, se discutió casi al infinito las diversas alternativas para poder calcular con mayor precisión la evapotranspiración de un cultivo y los coeficientes más precisos para cada cultivo. Interesante. Ahora, analicemos esto desde otra perspectiva. El riego es una práctica de acumulación de sales. Usas agua moderadamente salina, la aplicas al suelo, extraes el agua y dejas sales en el suelo. Entonces sucede que si fuéramos tan precisos como queremos ser,

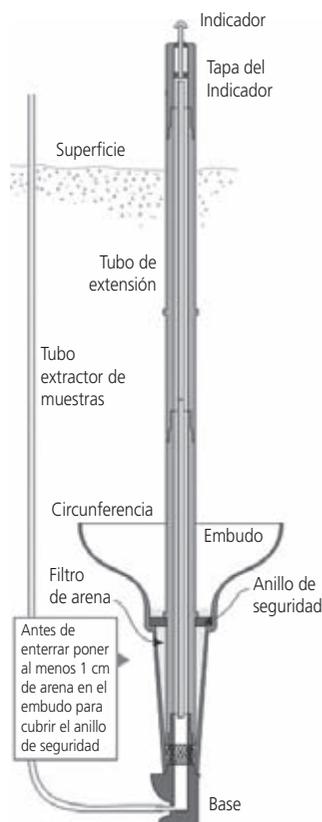
tendríamos las zonas radiculares llenas de sales. Por suerte no somos tan precisos.

- Y entiendo que ese es otro de tus grandes desafíos: hacer conversar el mundo científico con el de los agricultores.

- Es que el arte del científico es determinar un fenómeno con total certeza, mientras que el arte del administrador de un campo es que todo ande lo más correctamente posible. Que el todo ande bien y no que las partes sean 100% correctas. Y eso me interesa mucho porque los administradores de los campos buscan las variables que mueven a todo el sistema. Los umbrales de corto y largo plazo que te indican cómo va el campo. Desde que entendí eso, ahora voy al campo y trabajamos con las herramientas que el agricultor usa y yo me adapto a ellas. El agricultor puede usar sistemas de potencial del suelo (tensiómetros) o de contenido de agua (FDR) o sondas de succión y yo me adapto a ellas para ayudarle a entender cómo manejar agua, sales y nutrientes. Ayudo desde la perspectiva del agricultor.

- No entiendo bien a qué te estás dedicando.

- Estoy en la cruzada de decir: lo más importante en el riego es cómo estructuramos nuestra forma de aprender. Y me interesa el impacto ambiental del riego, la huella ambiental (footprint) de



la agricultura. El tema es que la agricultura tiene una huella enorme y que crece cada día y por otra parte, yo amo la agricultura y siento un profundo respeto por los agricultores. Creo que ellos son el grupo incomprendido en toda esta discusión. Es ridículo lo que ganan los agricultores tomando en cuenta las habilidades que tienen y los riesgos que corren. Es ridículo. Si hoy el precio de los alimentos es un 40% de lo que era, eso se debe a las tecnologías pero principalmente a que los agricultores adoptaron y aprendieron esas tecnologías.

Lo que estoy combatiendo es que la agricultura no sea vista como una extensión de la ingeniería. Es fantástico lo que la ingeniería ha hecho por nosotros pero no debemos perder de vista que nosotros manejamos biología, manejamos sistemas ecológicos.

El gran problema hoy es que todos creen que la eficiencia es lo mejor. Y la idea de eficiencia se basa en que todas las condicio-

nes se mantienen por igual y uno ajusta el sistema para que sea lo más eficiente posible. Pero si las condiciones externas cambian, tu sistema sigue optimizado pero en forma incorrecta al medioambiente. La clave es que hay que mantener algunas cosas aunque no se utilicen hoy. Es un poco como en ecología, nunca sabes cuándo vas a necesitar esa especie que hoy te "sobraba".

Lo interesante es que los agricultores no ven la vida en forma tan corto-placista. Y ello se debe a que ellos sí pueden ver los cambios en el sistema: saben que el río es diferente cada año, que los suelos cambian, que el clima cambia. Entonces aplicar la lógica de la eficiencia en agricultura no funciona, porque la lógica de la eficiencia se basa en que no hay cambios. Debemos pasar de los sistemas de comando y control a sistemas de monitoreo y aprendizaje.

- ¿En todas las áreas de la agricultura?

- Sí. Porque pese a que hay áreas de la agricultura dominadas por la ingeniería, como los invernaderos, creo que seguimos siendo esencialmente biólogos y los biólogos siempre quieren aprender más.

- ¿Conoces ejemplos de agricultores que te hayan sorprendido?

- Sí, muchos. Conozco agricultores en Australia que controlan el riego basado en los niveles de sales en la zona radicular, no basados en los niveles de agua. Y eso es difícil porque los niveles de sales son indicadores "lentos" a diferencia de los indicadores de agua que son "rápidos". Este productor de paltas tiene 1.800 medidas de Conductividad Eléctrica en su campo y ha determinado sus propios umbrales de sales para ese cultivo. Y le ha resultado mucho mejor que lo que decían los libros.



Otro ejemplo interesante es el del mayor productor de zanahorias de Australia. El cosecha 100 t/día y, pese a su éxito, está transformando todo el campo a la producción orgánica, no como una forma de vender a un mejor precio sino como la única posibilidad de producir por más años en los mismos suelos y ocupar menos agua.

“Ahora me entretiene equivocarme”

En medio de la conversación, el Dr. Stirzaker me interrumpe diciendo: “Déjame contarte qué es lo que más me entretiene en estos días”. Adelante.

“Casi me entretiene equivocarme. Y digo casi porque todavía no me acostumbro. Porque cuando diseñamos el Wetting Front Detector (WFD) hicimos una herramienta que podía fallar. Porque cuando el frente de mojamiento llega a la zona del indicador debe tener una fuerza suficiente para activar el sistema y que en la parte

alta se suba la bandera. A veces, si el frente es muy tenue, la bandera no sube y no se indica nada. Todos los otros instrumentos indican algo, aunque no signifique nada o esté equivocado, pero te entregan datos. Entonces, cada vez que alguien que tiene un WFD se queja del instrumento, hemos tenido que conversar, aprender y siempre la persona ha salido fortalecida, aprendiendo más sobre riego. El riego es en tres dimensiones, son metros cúbicos los que bajan hacia el sensor y a la gente le cuesta entender cómo se mueven los sistemas en tres dimensiones. Entonces, al trabajar con el agricultor y cuando se da cuenta que no eres el súper profesor infalible, comienza un diálogo más rico en el que se comparte información que no se daba al “súper profesor infalible”. Al trabajar de igual a igual, ambos vamos aprendiendo.

- O sea, tecnología sin educación no funciona...

- La tecnología no resuelve los problemas del riego. El riego por goteo puede poner la gota en el

so, pero se perdía el concepto de simplicidad del aparato. Se perdía simplicidad y se ganaba precisión. Pero este tema del riego no es de precisión sino que de aprendizaje continuo.

Cómo funciona el Detector del Frente de Mojamiento

El Dr. Richard Stirzaker detectó que el 85% de los regantes en Australia no utilizaba ningún sistema de monitoreo de riego y descubrió que muchos de los aparatos existentes aportaban información muy compleja, la que excedía lo que los agricultores podían comprender. De esta forma y en el patio de su casa nace el “FullStop” Wetting Front Detector (Detector de frente de mojamiento, marca “FullStop”).

Este aparato señala qué tan profundo ha penetrado el agua en el suelo después del riego. Además, guarda una muestra de agua para monitorear los niveles de fertilizantes y sales.

¿Qué es un frente de mojamiento?

Cuando llueve la superficie del suelo se moja. Lo mismo sucede cuando se usan aspersores. Ningún frente de mojamiento es visible en la superficie. Si uno remueve la capa de suelo mojada, abajo encuentra suelo seco. Si la lluvia o el riego fueron breves, es muy probable que la capa mojada no tenga más de 1 cm de profundidad. Lluvias o riego más intensos se moverán más en profundidad.

Muchos suelos son oscuros cuando están mojados, por lo tanto es fácil ver la separación entre el suelo mojado de la superficie y el suelo más claro, seco, en profundidad. La línea de separación marca el frente de mojamiento.

Con riego por goteo, debajo del gotero se forma un “parche” mojado circular. Al remover el sue-



lugar correcto. Pero siempre se va a necesitar alguien que encienda y apague el sistema, alguien que aplique los fertilizantes, alguien que entienda como “defender” el acuífero, alguien que entienda de añerismo, etc...Yo podría haber añadido cables al WFD, haberlo hecho más robusto y más preci-

lo entre dos goteros es más fácil ver cómo se formaron los frentes de mojamiento.

En este caso, el frente de mojamiento no es una línea horizontal. Los frentes de mojamiento generan dos columnas de suelo mojado debajo de los goteros. Más en profundidad estas columnas se unen.

Si el suelo queda húmedo o inundado después del riego, el frente de mojamiento seguirá moviéndose en profundidad, pero no es fácil de observar porque no hay color de contraste. Si la lluvia fue intensa, el frente puede descender 20, 40 hasta 80 cm. En esos casos, no es fácil hacer un hoyo y observar.

Construimos el WFD para observar qué tan profundo se ha movido el frente de mojamiento. Este aparato se entierra en el suelo y cuando el frente de mojamiento llega al embudo, que se instala a la altura de las raíces, un sistema hace que "salte" un indicador en la superficie. De esta manera el agricultor entiende cuando llegó el agua a una determinada profundidad.

Cómo usar el aparato

Se utilizan normalmente en pares. El primero se entierra en una profundidad de un tercio de la zona activa de las raíces. El segundo se entierra en una profundidad de dos tercios de la zona activa de raíces. Por zona activa de raíces entendemos la profundidad de suelo dónde se ubican la mayoría de las raíces.

Muy poca agua: Si el indicador del detector más superficial nunca "salta", entonces el agua no se está moviendo lo suficiente en profundidad. Se debe aplicar más agua.

Casi bien: El indicador del detector más superficial debe "saltar" normalmente después de cada riego. Y el detector más profundo debe "saltar" en los

momentos de mayor demanda de agua.

Demasiada agua: Si ambos indicadores "saltan" regularmente después de cada riego es probable que estemos perdiendo mucha agua. Hay que aplicar menos agua o aumentar los intervalos entre riegos.

El indicador es la parte del WFD que se ubica en la superficie. Si el flotador "salta" quiere decir que un frente de mojamiento pasó por el embudo del sistema que está enterrado a la profundidad deseada.

- ¿Por qué no un solo detector en la zona más profunda de las raíces?

- Lo que pasa es que un frente de mojamiento siempre se mueve más profundo después de que el indicador salta.

Si el indicador ha saltado, hay que volver a hundirlo antes del próximo riego. El suelo alrededor del WFD actuará como un fieltro para extraer el agua desde el embudo, una vez que el riego ha terminado. Hay que empujar el indicador hacia abajo para que vuelva a su posición original. Si el indicador vuelve a saltar inmediatamente quiere decir que todavía hay mucha humedad en el suelo.

Mejorando el riego con este sistema

Saber qué tan profundo se mueve el frente de mojamiento es crítico para el manejo del riego. Si a un cultivo se le dan riegos frecuentes pero suaves, el frente de mojamiento no se moverá muy profundo y el detector más superficial no se activará. Se evaporará mucha agua desde la superficie.

Por el contrario, si se aplica mucha agua una sola vez, el frente de mojamiento se moverá muy profundo en el suelo, quizás más abajo de la zona de raíces. Además de ser una pérdida de agua, el riego excesivo lava nutrientes



desde el suelo y contribuye a la salinización.

El suelo seco puede absorber mucha agua, y puede suceder que el frente de mojamiento quizás no llegue muy abajo aunque se haya regado en abundancia. Pero, si el suelo ya está húmedo, un riego ligero puede penetrar en profundidad ya que el suelo mojado no puede retener mucha agua. Lo importante es que con estos equipos uno se puede hacer una idea de qué tan profundo está penetrando el frente de mojamiento al observar los detectores superficial y profundo.

Este aparato además, captura una pequeña muestra de agua cada vez que pasa un frente de mojamiento. Si uno mide la conductividad eléctrica de esta agua y la concentración de nitratos, se puede mejorar considerablemente el manejo de la nutrición vegetal y de la salinidad. Lograr conocer qué tanto se mueve el agua en profundidad y los nutrientes y las sales que esta agua lleva, a un bajo costo, puede revolucionar el manejo del riego.

Cómo opera Full Stop

Entre un 50 y un 65% del suelo está conformado por partículas sólidas (arena, limo y arcilla) más un adicional de entre un 1 y un 5% de materia orgánica. El resto está formado por los poros del suelo. Estos poros contienen agua y aire y es dónde crecen las raíces. Cuando se riega, el aire es desplazado por el agua en el suelo y si todo el aire es desplazado, entonces se tiene un suelo saturado.

El agua en el suelo es adsorbida por las partículas del suelo y retenida en los poros. Las gotas de agua que caen sobre el suelo se mueven en profundidad como láminas de agua a través de los poros. Si uno excava un hoyo no van a aparecer gotas de agua en el borde del hoyo, a menos que uno esté bajo la capa freática. Esto se debe a que el suelo retiene o atrae el agua. En otras palabras, el agua en el suelo está bajo succión.

En nuestro aparato, el suelo en el embudo se humedece cada vez más en la medida en que el embudo se va angostando. En la base del embudo el suelo está completamente saturado y se comienzan a formar gotas de agua. Estas gotas fluyen sobre un pequeño filtro en la base y caen al reservorio donde se ubica un flotador. El indicador (que se ve en la superficie) está conectado con el flotador, entonces cuando el reservorio se llena de agua, sube el flotador, "salta" el indicador y queda fijo mediante un sistema de imanes.

Si uno está parado sobre agua poco profunda y tiene puestos unos pantalones de algodón, se puede observar cómo el agua sube, contra la fuerza de gravedad, por los pantalones. De la misma forma, el agua subirá y saldrá desde el embudo si el suelo alrededor del equipo está más seco que el suelo dentro del embudo. El reservorio comienza a vaciarse de agua, lo que hace que el indicador en la superficie pueda bajar y así el aparato queda listo para evaluar el próximo riego. **CR**

Estudio de CNR - Universidad de Concepción

El futuro de las Fuentes de Aguas No Convencionales en Chile



Atrapanieblas en el sector de Peña Blanca, IV Región.

Aguas servidas y agroindustriales tratadas, desalinización, atrapanieblas, cosecha de lluvia, estimulación de lluvia, recarga artificial de acuíferos: cuando el recurso se vuelve escaso se debe usar el ingenio. Con financiamiento de la CNR finalizó el más importante estudio hecho hasta ahora sobre la posibilidad de obtener agua de fuentes no tradicionales.

Alejandro Pardo

Conscientes de que los derechos de explotación de agua –en gran parte del país– ya han sido otorgados, la Comisión Nacional de Riego y el Departamento de Recursos Hídricos de la Universidad de Concepción ejecutaron durante los años 2008 y 2009 el estudio “Diagnóstico de Fuentes de Agua No Convencionales en el

Regadío Inter-Regional”.

Con un presupuesto de 80 millones para el estudio, se hizo primero un diagnóstico de cuáles cuencas tendrán problemas de riego de aquí a 10 años en la zona comprendida entre la región de Arica-Parinacota y la cuenca del Ñuble en la región de Bío Bío. Luego se analizaron las posibilidades

de encontrar Fuentes de Aguas No Convencionales (FNC) en dichas cuencas.

A partir de ese diagnóstico se realizaron 33 perfiles de obras (ver tabla 1) que utilizarían esas FNC, considerando su cercanía con la fuente y su viabilidad hidráulica. A continuación se escogieron cuatro de esos perfiles para ser objeto de un prediseño de obras. Estos cuatro prediseños debían incluir análisis de costos y propuestas de solución a los problemas legales que se suscitaban para la concreción del proyecto. El estudio, que indaga la viabilidad hidráulica de las FNC, no contempla la materialización de las obras, por lo que ese paso debieran realizarlo los propios beneficiarios postulando las obras a los instrumentos de financiamiento del Estado.

Los cuatro perfiles escogidos para un prediseño fueron:

- 1) Utilización de Atrapanieblas para el riego de invernadero en la localidad de Peña Blanca, IV Región.
- 2) Utilización de aguas servidas tratadas de la empresa Esva, en la localidad de Catemu, cuenca del río Aconcagua, V Región.
- 3) Utilización de aguas servidas tratadas de la empresa Agrícola Super y Recarga del Acuífero, sector de Longovilo, cuenca del estero Yali, Región Metropolitana.
- 4) Utilización de aguas servidas tratadas de la empresa Aguas Andinas, comuna de Melipilla,

Tercera Sección del río Maipo, Región Metropolitana.

Cuatro casos pioneros

El caso de los atrapanieblas de Peña Blanca es destacado. Peña Blanca, comunidad agrícola de alrededor de 200 habitantes y situada a 60 kilómetros al suroeste de Ovalle, cuenta ya con atrapanieblas destinados a la reforestación con árboles nativos. De materializarse el prediseño del perfil, sería la primera experiencia del uso de estos implementos para agricultura. En este caso sería para el cultivo bajo invernadero de flores y tomates.

Los atrapanieblas son estructuras de madera con mallas raschel que se ubican sobre cerros a 300 metros de altura. Las mallas atrapan la humedad de la neblina, la que gotea hacia un tubo colector que la lleva a un estanque de recolección. De ahí se baja a un estanque de acumulación, que lo descarga por una tubería hasta otro estanque de acumulación que está más abajo. De aquí se distribuirá a los invernaderos proyectados.

“Es un proyecto socialmente atractivo, aun cuando no es rentable económicamente como proyecto agrícola, porque fortalece el asentamiento de la comunidad. Aunque son volúmenes pequeños de agua, es interesante porque son útiles para comunidades ais-

Las otras Fuentes de Aguas No Convencionales

- Aguas de relave minero: los relaves mineros son desechos del proceso que son acumulados en un tranque. Allí los elementos sólidos decantan y el agua resultante podría ser reutilizada. Dentro de las FNC, el agua de relave fue la única desechada en el estudio: “Posee iones tóxicos para los cultivos y falta mucha información sobre su viabilidad”, dijo Tania Fernández.
- Desalinización de agua: “Es un

procedimiento que todavía es muy caro. Para agua potable puede ser, pero aún no para agricultura”, explicó Tania Fernández.

- Cosecha de lluvia: en Almería, España, se concentran cerca de 30 mil hectáreas de invernaderos en cuyas canaletas colectan el agua de lluvia que luego almacenan en tranques.
- Estimulación de lluvias: con yoduro de plata, práctica que se

realiza, por ejemplo, en el valle de Copiapó.

- Mezcla de aguas: no es estrictamente una FNC. Se refiere a la mezcla de, por ejemplo, aguas para riego con aguas provenientes de tratamiento. Esa dilución permitiría no transgredir la norma NCh 1.333.

En el caso del estudio, sólo se desaconsejó el uso de las aguas de relave.

ladas.”, explicó Tania Fernández, ingeniera civil hidráulica a cargo del estudio de la CNR.

Otra ventaja de los atrapanieblas respecto de los otros prediseños es que el agua no presenta problemas de calidad.

En el caso del segundo prediseño, en la comuna de Catemu, se hizo para el predio Agrícola San Antonio, que obtendría su FNC de la Planta de Tratamiento de Esva. Las obras implican el diseño hidráulico, que considera la impulsión del agua y el sistema de riego por goteo para 8 hectáreas de nuevo riego de duraznos y mayor seguridad de riego para el resto del predio, que hoy tiene déficit de abastecimiento.

Su evaluación económica a 30 años indica que es económicamente rentable, lo que aumenta-

ría en caso de que el propietario obtenga un subsidio a la inversión en obras de riego. Habría que estudiar la calidad de las aguas para ver si no transgreden la norma chilena de riego NCh 1.333, considerando que los desechos de las plantas de tratamiento de aguas servidas y los vertidos de la agroin-

dustria se rigen por el decreto 90. Además habría que revisar la situación legal sobre la propiedad de las aguas.

El tercer prediseño contempla la utilización de dos fuentes de agua: la primera, aguas residuales tratadas de la empresa agrícola Agrosuper, y la segunda, agua



Foto correspondiente al predio San Antonio, en el sector de Catemu. Las aguas servidas llegarían allí provenientes de Esva.



ISO 9001:2000 SGS



FIBRA S.A.

Fabricación en FRP y Termoplásticos



Estanques de Polietileno



Fosas Sépticas



Plantas de Tratamiento

Estanques agua potable de superficie

Vinos, alimentos, químicos, alcalinos, fertirrigación, impulsión, redes húmedas, riles, combustibles, 100% fitosanitarios, protección UV, color incorporado. Desde 500 a 30.000 Litros. Uso para Té de Compost.

Plantas de tratamiento desde 6 a 1.000 personas

Casas, campamentos, condominios, colegios. Soluciones sanitarias integrales.

Estanques fabricados en FRP hasta 300.000 litros

Para industria Minera, Alimenticia, Agroindustria, Pesquera, Salmonera, Embotelladoras, Agrícolas, etc.

Santa Margarita 0750, San Bernardo

Fono: (56-2) 411 2500 - Fax: (56-2) 411 2544

E-mail: fibra@fibra.cl

www.fibra.cl

TABLA 1. Catastro de las 33 Fuentes de Agua No Convencional

Región	Cuenca	Tipo de Fuente	Nombre de la Fuente	Caudal (Ls-1)
XV	Río San José	PTAs	Aguas del Altiplano	290
I	Pozo Almonte	PTAs	Aguas del Altiplano	15
II	San Pedro de Atacama	PTAs	Comité Agua Potable Rural San Pedro de Atacama	6-15,7
III	Río Copiapó	PTAs	Águas Chañar	19,28
III	Río Copiapó	PTAs	I. Municipalidad de Tierra Amarilla	4,19
III	Río Huasco	PTAs	Aguas Chañar	208,94
IV	Río Elqui	PTAs	Águas del Valle	1,06
IV	Río Elqui	PTAs	Aguas del Valle	4,08
IV	Río Elqui	PTAs	Aguas del Valle	19,17
IV	Río Limarí	PTAs	Aguas del Valle	9,05
IV	Río Limarí	PTAs	Aguas del Valle	6,54
IV	Río Limarí	PTAs	Aguas del Valle	150,14
IV	Río Limarí	Agroindustria	Compañía Pisquera de Chile S.A.	0,7
IV	Río Limarí	Agroindustria	Compañía Pisquera de Chile S.A.	0,33
IV	Río Limarí	PTAs	Aguas del Valle	1,92
IV	Río Limarí	Atrapaniebla	-----	0,03
V	Río Petorca	PTAs	Esval	3,17
V	Río Petorca	PTAs	Esval	6,00
V	Río La Ligua	PTAs	Esval	17,84
V	Río La Ligua	PTAs	Esval	30,19
V	Río Aconcagua	PTAs	Esval	38,23
V	Río Aconcagua	PTAs	Esval	45,87
V	Río Aconcagua	PTAs	Esval	138,58
V	Río Aconcagua	PTAs	Esval	464,65
V	Río Aconcagua	PTAs	Esval	7,46
V	Río Aconcagua	PTAs	Esval	200,48
V	Río Aconcagua	Industrias Manufactureras	Corn Products Chile	9,38
V	Río Aconcagua	Industrias Manufactureras	Empresa Conservera Pentzke S.A.	104,16
V	Río Aconcagua	Industrias Manufactureras	Sopraval S.A.	1,40
V	Sector Casablanca	PTAs	Esval	31,87
V	Sector Casablanca	Industrias Manufactureras	Corpora Tres Montes	1,5
RM	Sector Maipo Bajo	PTAs	Aguas Andinas	118,29
RM	Sector Maipo Bajo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Agrícola AASA S.A.	0,45
RM	Sector Maipo Bajo	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Agrícola Super Ltda.	30,00

*en negrita los cuatro perfiles escogidos.

FUENTE: Superintendencia de Servicios Sanitarios y CONAMA

extraída del acuífero recargado durante el período invernal, con aguas del estero Las Diucas, Valle del Yali.

Según el diseño, las aguas residuales son impulsadas hasta el Fundo Rinconada de Longovilo, donde se sitúa un tranque de almacenamiento revestido para éstas. Para que dichas aguas cumplan con la norma NCh 1.333 para uso en riego, se considera su dilución con aguas de riego superficiales y las aguas extraídas de la recarga del acuífero.

En el cuarto prediseño, el proyecto contempla la impulsión de 100 L s-1 desde la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Melipilla de la empresa Aguas Andinas hasta el predio Fundo Huechún. El objetivo es aumentar la seguridad de riego de 188 hectáreas de maíz y papas, mezclando el agua actualmente disponible del estero Puangue, con las provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, aumentando la disponibilidad de agua y su calidad. Sería una inversión rentable según el estudio, aunque faltaría aún hacer una revisión legal sobre la propiedad de las aguas.

El atractivo de las aguas tratadas

“Las aguas servidas y de la agroindustria tratadas son muy atractivas porque el caudal es significativo y además dan solución a lugares donde es difícil llegar con agua de fuentes convencionales. De hecho, la mayoría de los perfiles que hicimos (26 de aguas servidas y seis de la agroindustria) tenían como fuente este tipo de aguas. Y los atrapanieblas, pese a que el caudal es bajo, son atractivos desde un punto de vista social, porque se puede generar agua potable y algo de agua para producir”, comentó Tania Fernández. Agregó que el SAG había hecho algunos



Tania Fernández, encargada del estudio de las FNC.

estudios sobre FNC pero relacionado sobre todo con la calidad de las aguas. El de ahora es el más completo estudio que se haya hecho sobre estos recursos.

Lo útil de los 29 perfiles, de los que no se hicieron prediseños, es que quedó la información disponible. Por ejemplo, ubicación, caudal y calidad del agua de la fuente, y características del sistema de riego a proyectar. “Una de las conclusiones de este estudio es que se requiere más análisis de este tipo de fuentes. Hay muy poca información, hay aspectos legales que analizar, y también hay normas de calidad del agua que revisar. En este sentido es necesario revisar la norma NCh 1.333, ya que esta es aplicable a todas las aguas continentales del territorio chileno, en contraste con la variada calidad natural del recurso hídrico en las distintas cuencas a lo largo del país. Esta es parte de las conclusiones del estudio”, agregó.

Según la profesional, entre los regantes y usuarios del agua en general, “hay mucho interés, también de parte de los abastecedores de las aguas, en este caso las empresas que administran las plantas de tratamiento. Se conversó con ellos y por eso se los eligió. Las comunidades saben que en algunos casos no hay posibilidades de obtener más derechos de agua, entonces hay interés en buscar otro tipo de tecnología”. **CR**

Obsesión por el tiempo, pasión de campo.



Al despertar y antes de acostarse, revisamos el pronóstico del tiempo. Vibramos con los días soleados que son crecimiento y madurez o las lluvias que son sinónimo de prosperidad y fortuna. También nos apasionan las noches frías que traen color a la fruta y calidad al vino. Nuestro noble trabajo ligado a la tierra es apasionante, por eso trabajamos por entregar soluciones tan oportunas como una lluvia en la sequía.



anasac
Especialistas en su campo

Capacitación en riego y comercio para agricultores pequeños con potencial exportador

Agricultura Familiar Campesina: la CNR ejecuta un innovador programa

Productores de la IV, V y VI regiones fueron el foco del programa “Transferencia de Técnicas Innovadoras en Riego para pequeños Productores con Potencial Exportador”. Ahora, en su segunda etapa, se prepara para charlas demostrativas sobre riego, días de campo, incluso giras internacionales. Otra novedad del programa es la capacitación a los consultores.

Alejandro Pardo

La Agricultura Familiar Campesina fue el marco del Programa “Transferencia de Técnicas Innovadoras en Riego para pequeños Productores con Potencial Exportador”, ejecutado por la consultora Crearis y financiado por la Comisión Nacional de Riego. Según Leonardo Machuca, de la CNR y supervisor de este programa, en Chile hay 176 mil explotaciones de este tipo que son “empresarizables”. Y del total de explotaciones, hay 700 empresas asociativas a lo largo del país.

Entre otros problemas, la agricultura familiar campesina debe encarar sus escasos conocimientos del mercado y especialmente de las variables del comercio exterior,

y su falta de eficiencia en el tema del riego la mayoría de las veces por desconocimiento. Estos son los dos flancos que la CNR quiso atacar con este programa a través de una coordinación con INDAP, la empresa Crearis y los consultores, considerados, estos últimos, ejes clave de la transferencia tecnológica hacia las bases de la agricultura. Por eso cumplieron un rol singular durante ese programa.

Originalmente este programa de la CNR apuntó a 498 regantes de las regiones IV, V y VI. Se hicieron diagnósticos de sus realidades y se procedió a seleccionar 78 regantes, 25 por cada una de las tres regiones más o menos. Y para ayudar a decantar esa selección



fueron claves los consultores por su proximidad a las comunidades.

Las comunas beneficiadas en las tres regiones: en la IV, Illapel (sectores Santa Virginia y Colonia) y Salamanca (Chillepín y Salaman-

ca Bajo); en la V, La Ligua (Valle Hermoso, Longotoma y La Ligua), Cabildo, Petorca (sectores de Petorca y Pedegua); y en la VI, San Vicente (San Vicente y Millahue) y Rengo (sectores de Rengo y Quin-

ta de Tilcoco).

El programa contempló en su primera etapa el desarrollo de talleres sobre comercio y eficiencia hídrica, en los que participaron 452 agricultores: 121 de la IV, 213 de la V y 118 de la VI. Ahora viene la segunda etapa del programa, que implica un intenso trabajo con esos 78 regantes seleccionados: van a participar de días de campo en unidades demostrativas, que son predios escogidos entre los mismos 78 regantes, para aplicar en terreno lo aprendido en teoría sobre el riego.

Para ser seleccionados se consideraron varios factores: primero, la asistencia a los talleres sobre eficiencia hídrica y comercialización; segundo, morosidad con INDAP; tercero, tipo de derechos de aprovechamiento de agua; y cuarto, tipo de tenencia de la tierra.

Cabe señalar que para otros programas de transferencia tec-

Luis Soto e Iván Aguilera

Experiencias de un consultor y un agricultor modelo

El consultor Luis Soto asesora a 55 agricultores de la zona de La Ligua. “Yo diría que el 80% de los productores de palta tienen riego tecnificado en una zona donde el 95% es productor de palta y donde la mayoría tiene más de una hectárea. Pero es un riego tecnificado un poco artesanal, en el sentido de que la gente a veces no sabe sobre la mantención del sistema de riego. Por eso esta capacitación es tan útil. Paralelamente los estamos instando a desarrollar, en el marco de una producción orgánica, la lombricultura para fertilizar”.

Soto menciona el caso de Iván Aguilera, quien gastó en su predio de una hectárea 38 mil pesos en insumos para fertilizar en toda la temporada. Lo único que compró fue un poco de zinc y algo de boro. El resto es humus de lombrices. Gracias a un financiamiento accedió además a un biorreactor. Con él hidroliza el humus de la lombriz en 24 horas. Además para polinizar tiene abejas.

El resto de los gastos de Iván Aguilera es energía. “En eso estamos trabajando ahora, viendo cómo disminuir los costos, y pensamos en energía

eólica y solar. Sobre todo en un contexto en el que la palta ha bajado su valor”, dice el consultor Luis Soto.

El predio de Aguilera, situado en el sector de Valle Hermoso, fue escogido como una de las Unidades Demostrativas del programa de la CNR. Hasta allí llegarán regantes a partir de enero para realizar días de campo y una práctica de su aprendizaje teórico en riego.

Aguilera estima que este año cosechará 20 mil kilos en su hectárea. Su próximo desafío es conseguir la certificación orgánica.

nológica se han creado unidades demostrativas que por su nivel tecnológico se alejaban mucho de la realidad de los regantes. Entonces éstos llegaban a sus propios predios y no sabían cómo aplicar lo aprendido en los talleres porque

tecnológicamente estaban a años luz.

Por eso en este programa para pequeños productores con potencial exportador se escogieron predios adecuados a la realidad de todos, salvo para la región de

O'Higgins, cuya unidad demostrativa se levanta en las dependencias de una empresa. En total son tres unidades en la IV región, cuatro en la V y una para la VI.

En las unidades demostrativas se realizarán días de campo don-

Juan Carlos Ibacache

“Lo he hecho y me ha resultado”

Juan Carlos Ibacache tiene 8 hectáreas de palta Hass regadas por microaspersores en su predio situado en el sector de la Ligua. El suyo es además una de las unidades demostrativas que comenzarán a recibir regantes en enero.

Ibacache proyecta este año rendimientos de alrededor de 20 mil kilos por hectárea. “Antes, lo que más habíamos sacado en las 8 hectáreas eran 100 mil kilos. El 2007 sacamos 5 mil, el año pasado 25 mil. Y este año serán unos 150 mil kilos”, cuenta.

Ejerce en sus hectáreas un manejo cultural integrado: fertiliza con urea, boro, zinc y nitrato de potasio, pero no fumiga, sino que aplica control biológico de plagas, por ejemplo para combatir el chanchito blanco, contra el cual libera chinillas.

“Nos han supervisado en cuanto a riego, la caseta, los filtros, la medición de los aspersores, su limpieza. Hay muchas cosas que uno no sabe y por eso uno riega al ojmetro. Yo



riego día por medio, entre 18 y 20 horas diarias. No podemos regar la cantidad de agua que nosotros queremos. Pero según las estadísticas vistas en los talleres y con los asesores, es muy poco lo que me falta”. “Los beneficios de las capacitaciones han sido que me dejaron el ácido fosfórico para limpiar las tuberías, y las medidas. Eso lo he hecho y me ha resultado. Si se te tapan mucho con lama o con sarro blanco por ejemplo, con esos líquidos lo soluciono”, cuenta.



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) 225 8087 • Email: laboratorio@agrolab.cl
www.agrolab.cl

Betty Zamora "Con asociatividad podemos lograrlo"

Betty Zamora es una de las seleccionadas por el programa. Tiene 3,5 hectáreas de palta Hass en el sector de Valle Hermoso, comuna de La Ligua, y ha exportado, pero siempre a través de intermediarios.

Dice que con el riego tecnificado que implementó tras las heladas del 2007 (cuando salvó sólo el 30% de la producción) y la sequía del 2008 la vida le cambió. Hoy toda su plantación la tiene habilitada con riego por microaspersión. Y el otro cambio clave que ha experimentado, según cuenta, es fruto de las enseñanzas impartidas en los talleres.

Antes de los traspies climáticos, su producción ni siquiera llegaba a los 10 mil kilos en las 3,5 hectáreas. Para



este año en cambio espera un rendimiento de 10 mil kilos por hectárea. "El año pasado fui a pérdida también, pero había que arriesgarse con riego tecnificado. El árbol cambia mucho. Repuntaron todos. En Valle

Hermoso se riega por tendido y regábamos cada 20 días un palto. He aprendido que un árbol se tiene que regar 120 litros por día. No me explico cómo sobrevivieron los árboles en el pasado. Ahora con la ayuda de las asesorías quiero pasar a lo orgánico", cuenta Betty Zamora.

"Estoy muy contenta con el programa porque se han realizado distintos talleres, todos excelentes. En ellos además se ofrece la posibilidad de la asociatividad, lo que dejó la sensación de que podemos lograrlo teniendo una identidad propia. Con denominación de origen por ejemplo, porque la palta petorquina o liguana tiene distinto sabor. El gran problema ahora es el precio de la palta".



de los productores se empaparán de las operaciones del sistema de riego: captación, caseta de riego, fertirrigación, programación de riego, válvulas y descarga de emisores al cultivo.

"Luego y paralelo a la aplicación en sus propios predios de lo aprendido, los productores van a recibir una asistencia permanente, al menos una vez al mes: este es uno de los factores más importantes del programa, el seguimiento a

los progresos del regante", destacó Cristián Rojas, ingeniero agrónomo de la consultora Crearis.

Destinos: Ecuador y Colombia

Otro de los objetivos novedosos de este programa tiene que ver con los consultores, cuya importancia se destacó al principio de este texto. Esa meta consiste

en capacitarlos porque son ellos quienes asisten con mayor periodicidad a los regantes: "Este programa tiene dos públicos objetivos: regantes y consultores. Porque los extensionistas son quienes trabajan haciendo transferencia a los agricultores. Se hicieron capacitaciones al menos a 60 consultores (20 por región más o menos) para que se mantengan actualizados en eficiencia hídrica y comercialización. En este sentido ha sido muy bueno el trabajo que se ha hecho con los consultores del SAT (Servicio de Asistencia Técnica) de INDAP, entre otros extensionistas. Han colaborado mucho con la Crearis y la CNR en el levantamiento de información, en la selección de agricultores y en la organización de las reuniones".

Víctor González, ingeniero civil agrícola de Crearis y quien visita los predios para las asesorías directas, identificó uno de los déficits de los consultores: "Por ejemplo en la IV y V regiones los consultores saben de la fisiología de la planta pero no tanto de riego. Por eso los capacitamos en esta materia también y nos agradecieron mucho. Fue un aporte".

El programa contempla además giras nacionales e internacionales para los productores escogidos de las tres regiones. En el caso de los beneficiarios de la VI región, que son principalmente productores de frutas y hortalizas, el objetivo es visitar producciones de esos cultivos en Ecuador y Colombia, que son los mayores exportadores de flores del mundo y por ello han desarrollado métodos de comercialización muy interesantes.

En el caso de los regantes de la IV y V regiones, productores principalmente de paltas y nogales, una alternativa serían los destinos tradicionales: México, como principal productor de paltas del mundo, y California, principal importador de paltas a nivel mundial. En cualquier caso, el programa debe aún gestionar el financiamiento para esos viajes.

Cristián Rojas, de Crearis, estructuró en pocas palabras la idea del programa: "En resumen, en este programa lo primero ha sido identificar cuáles son los sistemas de riego disponibles y cuáles se adecuan mejor a los cultivos de los beneficiarios. Luego entramos a trabajar la infraestructura del riego y luego la medición de la eficiencia del riego y su programación a través de talleres teóricos y prácticos. El siguiente paso es un salto hacia mejores posibilidades de comercialización. Esto último se avanzará mediante la instalación de mesas de trabajo público-privadas, con participación de los regantes obviamente, para hablar de cluster, redes de producción, asociatividad, etcétera".

Ahora bien, como producto final del estudio deben ser presentados 60 perfiles de proyectos de riego, de los cuales un mínimo de 30 deben ser seleccionados para su diseño, tanto extra como intraprediales, y siempre orientados a la innovación tecnológica. Esos 60 perfiles están listos. Ahora la consultora está trabajando en el diseño de los proyectos. **CR**

Bombas para Pozos Profundos

¡Ley de riego prorrogada!



STAIRS



SUBLINE

impo



Franklin Electric

Con el respaldo de:

PGIC
INGENIERÍA

www.pgic.cl
Fono: 2 - 4969700
ventas@pgic.cl

¡El rango más extenso y eficiente!

- Las marcas más prestigiosas a nivel mundial
- Alta eficiencia que reduce costos de operación
- Precios extraordinariamente competitivos
- Fábricas certificadas ISO9001-2000
- Servicio y repuestos

Parceleros han ganado dos grandes proyectos de riego gracias a su excelente organización

Comunidad de Aguas Canal Rinconada de Cato



Secretario Ejecutivo de la CNR Nelson Pereira junto a Segundo Matus de la Parra, presidente de la Comunidad de Aguas Canal Rinconada.

A pocos kilómetros al nororiente de Chillán se ubican 34 parcelas donde viven más de 600 habitantes, quienes llevan casi treinta años unidos y convencidos que esa es la mejor manera de sacarle provecho a las 200 acciones del recurso hídrico que reciben del río Ñuble.

Alejandro Fuentes

Don Segundo no aguantó las lágrimas. Era la ceremonia de entrega de bonos de riego realizada en Chillán en enero de este año y el presidente de la Comunidad de Aguas Canal Rinconada de Cato, Segundo Matus de la Parra, presenciaba con calma como varios agricultores recibían sus respectivos certificados. Esperaba expectante su turno cuando el locutor de la actividad nombró a su querida comunidad y le invitó al frente. De manos del Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego Nelson Pereira, el agricultor recibió el bono que le acreditaba la entrega de \$190 millones que sumados al aporte de la comunidad de aguas, enterarían más de \$254 millones, destinados a obras que servirán para que el agua del río Ñuble llegue en las mejores

condiciones al predio de estos pequeños agricultores. El orgullo que sintió al representar a las más de 600 personas que serán beneficiadas con la construcción de las obras y los montos obtenidos, lo emocionó con justa razón.

Segundo, como todos en la comunidad, sabe muy bien el arduo trabajo que ha significado durante muchos años para los miembros de esta agrupación estar atento a las novedades que presenta el canal matriz, sobre todo en la zona de la bocatoma del río Ñuble. En incontables oportunidades debieron construir y derrumbar los tacos artesanales armados con ramas y piedras en un trabajo incansable, pero que siempre contó con el apoyo de todos sus habitantes. Desde hace cuatro años y gracias a un proyecto ganado en uno de los concursos que la Comisión Nacional de Riego desarrolla en el marco de la Ley 18.450 de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje, lograron el gran anhelo de la construcción de la bocatoma del río Ñuble y el revestimiento de más de un kilómetro del canal matriz. La obra significó para la comunidad un enorme aumento de la llegada del agua a las parcelas y a su vez un manejo adecuado del volumen y la distribución de ésta.

Actualmente la comunidad de aguas se acaba de adjudicar un nuevo proyecto que involucra la reparación del canal Rinconada

de Cato, la construcción de embalses de regulación corta y obras de distribución. La inversión significará para este sector rural de Chillán la seguridad de contar con los elementos necesarios para lograr capturar el agua del Ñuble de manera eficiente y repartirla con justicia a todos los miembros de la comunidad, a través de los nueve canales de distribución con los que cuentan.

Jorge Vera y la importancia de un folleto

Jorge Vera es ex presidente de la Comunidad de Aguas Canal Rinconada de Cato y actualmente reemplaza en la presidencia a Segundo Matus cuando a éste su enfermedad no le permite estar presente. Hace 12 años vive en el sector y fue un actor clave en el acercamiento de la comunidad a los concursos de la Ley 18.450. "Como uno es usuario de Indap, una vez fui a la oficina a participar en un proyecto de suelo degradado y dentro de los folletos que tienen a la vista, había uno que hablaba sobre el fomento al riego. Lo leí y me interesé ya que siempre habíamos tenido problemas con los canales, sobre todo con el canal matriz. Llevé entonces el folleto para presentárselo a la directiva de la comunidad. Posteriormente recabando más información nos enteramos que

había empresas que se dedican a desarrollar los proyectos. Y así fue como en la consultora de la señora Roxana Figueroa realizaron un estudio donde les debimos plantear los problemas que nos aquejaban. Concluido esta etapa y enterados de los costos, debíamos ver si era viable o no para la comunidad reunir ese dinero, por lo tanto realizamos una reunión masiva para tomar la decisión. Les dijimos a los parceleros que existían posibilidades de participar en un proyecto para mejorar el sistema de riego que viene del río Ñuble. La gran mayoría estuvo de acuerdo y los que no lo estuvieron era porque en ese momento no se sabía que había que colocar una parte, pero finalmente se convencieron que era la única manera de mejorar nuestro riego. Participar en el concurso era la mejor opción porque en forma independiente como comunidad éramos incapaces



de desarrollar una obra de tal envergadura, donde se necesitaban muchos millones de pesos." De este modo Vera relata como gracias a un folleto y una adecuada

organización, lograron estos grandes proyectos que favorecen el riego de la tierra de todos los parceleros. Agrega que el gran sueño de la comunidad es lograr

el revestimiento del cien por cien del canal matriz, pero que esa tarea deberán asumirla los nuevos dirigentes con el apoyo de todos.

La experiencia del trabajo mancomunado de la gente del Canal Rinconada de Cato ha sido exitosa. En el primer proyecto presentado hace 4 años lograron construir la bocatoma del río Ñuble y revestir el canal matriz en todas las áreas conflictivas. Con este segundo proyecto mejorarán los 9 canales secundarios que reparten el agua a cada una de las 34 parcelas y contarán con acumuladores de agua para administrar mejor el recurso hídrico en tiempo de escasez. Felices están con estas obras, no obstante seguirán postulando a nuevos concursos, porque gracias a estas experiencias comprendieron que para progresar necesitan invertir y no quieren desaprovechar los beneficios que les otorga la Ley de Riego. **CR**

anwo.cl

Equipos Hidráulicos

conozca nuestra amplia gama en bombas


DAB

SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

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

Venta a través de Instaladores - Distribuidores



EMPRESA CERTIFICADA



Fortalecimiento de las OUA

Las especiales dificultades de los regantes de la RM



Desde hace un año la CNR trabaja en un diagnóstico para los regantes de la RM. El estudio, que ya va en su segunda etapa, ha permitido conocer sus necesidades y enfrentarlas con un importante plan legal, organizacional, de infraestructura y difusión.

Por Jorge Velasco Cruz

Los antecedentes estaban dispersos. Estudios de la Dirección General de Aguas (DGA), de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) recogían algunas informaciones aisladas de la situación de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) de la Re-

gión Metropolitana (RM). Quizás la base de datos más completa la tenía la Confederación de Canalistas de Chile, con un nutrido listado de regantes. Pero aún así, faltaba mucho para tener una noción real de cuál era el estado de las OUA en la cuenca del Río Maipo. Por ello la CNR se decidió y a fines de

polo de desarrollo del país ya que aporta más del 42 % del PIB nacional y aglutina al 40 % de la población. Sin embargo, sólo un 3 % de sus residentes habita las zonas rurales. La agricultura es superada largamente por otros sectores económicos como servicios financieros, industria y el comercio.

En este contexto, se buscaba saber cómo se manejan las OUA de la región. El estudio se le asignó al Dep. de Recursos Hídricos de la Fac. de Ing. Agrícola de la U. de Concepción, se designó como jefe de proyecto al ingeniero civil agrícola Ovidio Melo y se formó un grupo de trabajo multidisciplinario de doce personas. Su ejecución comenzó en diciembre de 2008 y el informe final fue entregado el 12 de agosto de 2009.

Organización e Infraestructura

El objetivo general del trabajo era "contribuir al conocimiento de la situación actual de las organizaciones de usuarios del agua de la RM y la Provincia de San Antonio y al fortalecimiento de las mismas con un enfoque territorial integrado". Para ello, se analizaron sus organizaciones, la cantidad y calidad de las obras de riego, la situación agrícola de la cuenca, su infraestructura, y la posibilidad que se pudieran desarrollar negocios agrícolas, proponiendo lineamientos estratégicos para el fortalecimiento de las OUA en la cuenca y una metodología de trabajo para

2008 lanzó el "Diagnóstico de las Organizaciones de Usuarios del Agua de la Región Metropolitana, Etapa I".

"El interés institucional fue generar conocimiento respecto de las OUA que participan en el ámbito agrícola, y conocer la situación actual de la agricultura en la cuenca y, con ello, plantear estrategias de mejoramiento sustentable para el sector, en función de variables de riego", explica Waldo Bustamante, coordinador del proyecto y miembro de la División de Estudios y Desarrollo de la CNR.

La RM, con más de 136 mil hectáreas de riego, es un área complicada para el desarrollo agrícola. Algunos cálculos estipulan que el 75 % de los derechos de agua de la cuenca no se utilizan en riego. La RM es el principal

clasificar posteriormente a las organizaciones a nivel nacional.

Se dividió la cuenca del río Maipo en cinco subcuencas –Maipo Alto, Maipo Medio, Maipo Bajo, Mapocho Alto y Mapocho Bajo– y se identificaron 109 organizaciones. De ellas, se decidió trabajar con 70: 14 asociaciones de canalistas y 56 comunidades de agua. Se haría un diagnóstico legal, organizacional, de infraestructura, de sistemas productivos, desarrollo de redes y aspectos medioambientales.

“En general, las asociaciones de canalistas son organizaciones grandes, con una red de canales e infraestructura de gran envergadura. Cuentan con presupuestos adecuados para financiar la administración y para realizar funciones administrativas... Por su parte, las comunidades de aguas manifiestan las mismas carencias que en otras cuencas del país: no existe participación efectiva de los usuarios, no se observa una renovación de cargos directivos, no cuentan con presupuestos para una buena gestión y, evidentemente, no han profesionalizado la administración de las comunidades”, explica Ovidio Melo.

En resumen, de las OUA encuestadas 24 se encuentran organizadas, dos están en vías de hacerlo y las otras 44 son sólo comunidades de hecho. Éstas últimas, según el informe, no manifiestan interés por constituirse, argumentando que la organización a nivel superior a la que pertenecen (Junta de Vigilancia o Asociación de Canalistas) es la que debe estar constituida y enfrentar los eventuales conflictos.

La participación es baja: en 30 de las 34 comunidades y asociaciones que cuentan con Directorio y realizan Junta General de Comuneros la asistencia a las reuniones no supera el 50%. En muchos casos, las mesas directivas se juntan tres o cuatro veces en el año y la Junta General de Comuneros



se realiza de forma anual. En la mayoría el directorio tiene poca rotación y son las mismas personas quienes se van cambiando en los cargos. Muchos no quieren asumir responsabilidades e incluso costos, puesto que a veces son los propios dirigentes quienes deben pagar los gastos que implica el cargo. Así pues, mientras en las organizaciones que tienen directorio el presupuesto anual puede superar los cien millones de pesos, en otras más pequeñas éste puede llegar sólo al millón o no disponer de recursos. En muchas oportunidades, el dinero –recaudado en cuotas anuales– sólo alcanza para limpiar los canales una vez al año.

Todas las OUA consultadas llevan un registro de usuarios, pero sólo algunas tienen actualizados los cambios de dominio de los derechos de aguas, puesto que un gran número de comuneros no los ha regularizado. “Los costos asociados a la regularización de los derechos de agua y las dificultades en los trámites hacen aún más difícil avanzar”, sostiene el estudio. En este sentido, comenta Waldo Bustamante, uno de los hallazgos fue constatar “el grado de desarrollo deficitario (con las debidas excepciones)” de las OUA de la RM.



Pero, por otro lado, la infraestructura mantiene un nivel de regular a bueno con respecto a su funcionamiento hidráulico. Después del análisis de 1.103 obras, se realizaron un total de 1.182 observaciones: 258 en la subcuenca Mapocho Bajo; 434 en la subcuenca Maipo Medio y 490 en la subcuenca Maipo Bajo. Éstas fueron evaluadas desde un punto de vista de la gestión (facilidad de operación y factores de riesgo) y desde un punto de vista técnico (funcionamiento hidráulico y estado estructural).

Así, en las cuencas Mapocho Bajo, Maipo Medio y Maipo Bajo, las estructuras son catalogadas como buenas en un 64,37%; 67,09% y 45,18% respectiva-

mente. Pero los porcentajes son menores cuando se considera la facilidad de operación y los factores de riesgo (evaluación de gestión). Mientras para Mapocho Bajo y Maipo Bajo la operación es catalogada de regular en un 54,65% y 73,01% de los casos, respectivamente, sólo en el Maipo Medio el índice llega a ser “bueno” en el 64,52%.

“En general, en la cuenca del río Maipo la distribución de agua se realiza mediante marcos partidores de aguja fija, generando derivados que a su vez presentan otros marcos, cajas de distribución y tacos. En varios de los canales existen bocatomas fijas de alta complejidad estructural y así como también bocatomas artesanales



que deben ser reconstruidas luego de cada temporada de riego. Los marcos partidores y obras de distribución de mayor magnitud son antiguos, sin embargo en su generalidad se encuentran en buen estado", explica Carlos Flores, ingeniero de proyecto.

Problemas del entorno

Los mayores inconvenientes para las OUA, sin embargo, parecen venir del entorno. El cambio de uso del suelo agrícola disminuye sus posibilidades de desarrollo. "Existe una variedad de usos del agua como la industria, minería, agua potable y riego no agrícola, situación que no se da en otras regiones", explica Ovidio Melo. Según un catastro realizado por la DGA, en 1999 había 125 organizaciones y hoy quedan 109. "Una de los problemas más complejos –argumenta Waldo Bustamante– es que en algunos sectores estu-

diados el desarrollo urbano en terrenos agrícolas dificulta las posibilidades de generar un adecuado funcionamiento organizacional".

La progresión de parcelas de agrado y de condominios ha inhibido el desarrollo de las comunidades de aguas. Los nuevos dueños –sea que habiten las propiedades de manera permanente o los fines de semana– desconocen el funcionamiento de las organizaciones y muestran poco interés por relacionarse con los vecinos. No se dan cuenta que el agua es un bien comunitario que hay que optimizar ya que, en general, lo utilizan con fines recreativos. Por ello, se preocupan poco de su administración y se hace difícil el adecuado mantenimiento de los canales, puesto que en ocasiones éstos circulan por propiedades privadas en las que no es posible ingresar.

El paso de canales por centros poblados ha ido proliferando con la consecuente contaminación del recurso hídrico. La recolección de

aguas lluvias, los desechos industriales y la basura están mermando la calidad del agua. Así, el agua presenta contaminantes tales como sulfatos, coliformes fecales, valores elevados de DBO5 (materia orgánica biodegradable), metales esenciales y no esenciales, etc. En sectores como el de Rinconada de Maipú, por ejemplo, los coliformes alcanzan valores superiores a los dos millones de NMP/100 ml (la norma de riego define un máximo de 1.000 por 100 ml.). A esto hay que sumarle problemas tales como la extracción de áridos en los cauces, que causan problemas en las bocatomas de los canales.

En este contexto, se ha hecho difícil para las OUA, ya no sólo hacerse respetar por sus vecinos, sino que ser considerados por ellos. Muchos ni siquiera saben que existen. Sólo algunas organizaciones –las más grandes– mantienen efectivas relaciones con municipalidades y otras instituciones privadas y públicas. Pero buena parte de ellas, en especial las comunidades de aguas, no tienen un contacto directo con su entorno y sólo se relacionan con él a través de las juntas de vigilancia o de las asociaciones de canalistas.

La Etapa II

El plan, según explica Carlos Flores, debe considerar las necesidades identificadas por los propios usuarios, las características de cada subcuenca o territorio que conforma la cuenca hidrográfica, y el entorno medioambiental, productivo e institucional.

Así, en líneas generales, se propone realizar un programa de capacitación, otro de apoyo legal y uno de desarrollo de infraestructura. El de capacitación se estructurará en los niveles básico, intermedio y avanzado. Comprenderá materias que van desde el origen y funcionamiento de las OUA, funciones de los dirigentes, pagos de cuotas, profesionalización de la gestión hasta la solución de

conflictos y el desarrollo de redes de cooperación con la institucionalidad.

Por otra parte, el apoyo legal busca entregar herramientas a las comunidades para imponer acuerdos a sus miembros y así iniciar el desarrollo organizacional. El plan de infraestructura, en tanto, apuntará al mejoramiento de canales y marcos partidores, conducción de agua en centros poblados, desarenadores, rejillas para limpieza de canales y soluciones a problemas puntuales de cada organización.

A su vez, se plantea un plan de fortalecimiento del entorno institucional, que considera acciones de difusión y homogenización de conceptos, orientados a la institucionalidad pública y privada que interviene en cauces y en las OUA. "Vamos a desarrollar conocimiento y a homogenizar criterios en funcionarios de los juzgados, conservadores de bienes raíces y otros actores clave, de modo de reducir conflictos, tiempo de tramitación y facilitar acciones por parte de las OUA".

Basándose en estos elementos se estructuró la Etapa II. Ésta comenzó el 16 de noviembre y tendrá una duración de cuatro meses. Carlos Flores, el Jefe de Proyecto, explica que busca contribuir al fortalecimiento y desarrollo de las OUA de la cuenca del río Maipo. Hará hincapié en la primera sección del Maipo y en la segunda sección del Estero Puangue, a través de un programa de fortalecimiento de la organización interna de las OUA y de la institucionalidad vinculada del recurso hídrico.

Los objetivos de la Etapa II son la capacitación, el diseño de una propuesta de difusión a nivel institucional público-privado y un plan de uniformidad de conceptos, el diseño de un programa de infraestructura para canalizar las demandas hacia la CNR y los concursos de la Ley 18.450 y el diseño de un programa de apoyo legal a las OUA. **CR**

CURZATE[®]M-8

Efectivo Control de
Tizón Tardío en papa.

(R) Marca registrada de E.I DuPont de Nemours & Co.

Lea la etiqueta antes de usar el producto



Los milagros de la ciencia

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/ 362 2460 Fax pedidos: 362 2212 Anexo: 2460

Av. El Bosque Norte 500, Of. 1102, Piso 11, Las Condes - Santiago -Chile, Teléfono 362 2200



Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores
de Productos Fitosanitarios Agrícolas, A.G.



© Marca Registrada de E.I. DuPont de Nemours & Co.

Captar agua desde el mar, filtrarla, desinfectarla, quitarle la sal para posteriormente remineralizarla y dejarla apta para el consumo humano, industrial o agrícola.

En eso consiste el proceso de desalación.

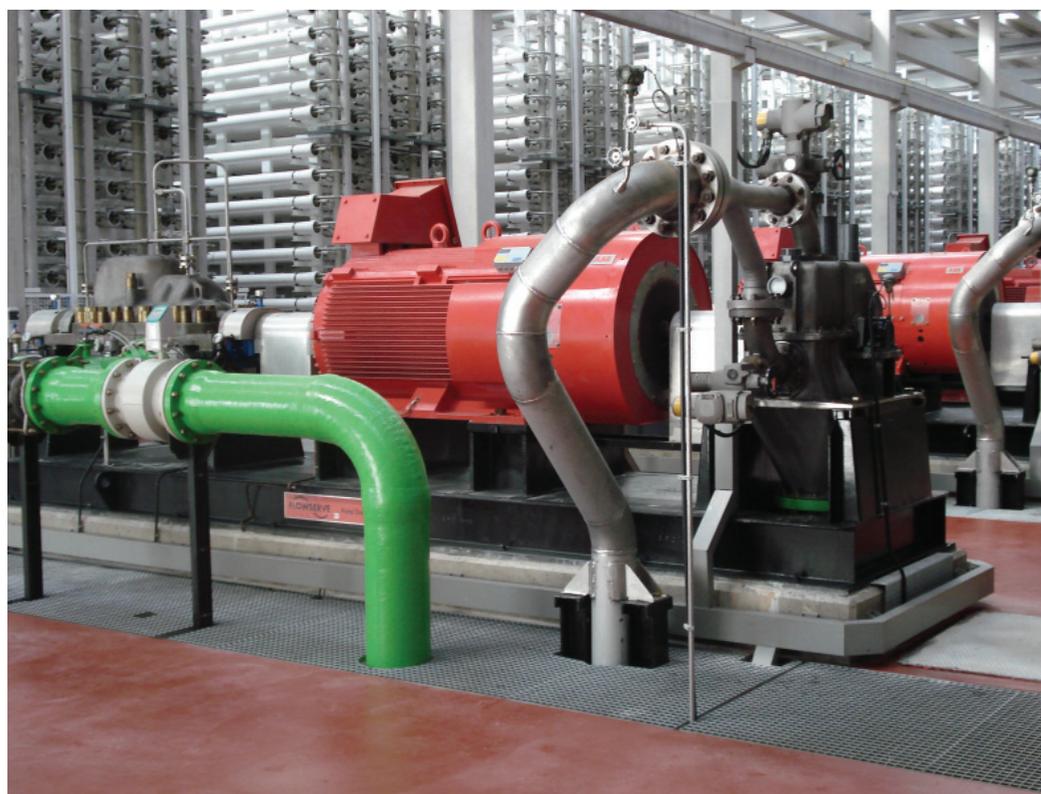
Un proceso que tarda menos de una hora y, que ha demostrado ser eficaz para combatir la escasez de agua en muchas zonas del planeta.

A pesar de que aún son de alto costo, su aplicación en Chile no es descabellada y de hecho ya hay algunas experiencias. En el futuro podría ser una solución contra la escasez de agua del norte del país. Por lo menos así lo cree el gobierno, aunque antes se deben aclarar algunas situaciones.

Por Rodrigo Pizarro Yáñez

Desaladoras en Chile y el mundo

Fábricas de agua dulce con potencial para riego



En países de Oriente Medio, las desaladoras son la única forma de obtener agua.

Charles Wilson, sin quererlo, se convirtió en pionero cuando en 1872 construyó la primera planta desaladora solar del mundo. Y lo hizo en Chile, más concretamente en Las Salinas, una localidad que está de camino entre Antofagasta y Calama. Aquí, este ingeniero sueco proyectó una planta que funcionaba con un proceso de destilación Hot-box o 'destilación solar simple', capaz de producir más de 22.000 litros de agua al día.

El nuevo "invento" funcionó durante 40 años en una zona que necesitaba con urgencia recursos hídricos, situación que no es excepcional en el norte del país ni tampoco en muchas zonas del planeta. Sin el ánimo de ser alarmistas, hay estudios que indican que en 2050 unos 7.000 millones de personas padecerán escasez de recursos hídricos, situación que se agrava aún más en periodos de sequía, donde la ausencia de precipitaciones en invierno y otoños

mezquinos en agua ponen los nervios de punta a más de alguno.

Pero a falta de agua, buenas son las ideas. Y aquella que tuvo el ingeniero Wilson en el siglo XIX fue bien recibida en su tiempo. Desde entonces, y como verdaderas fábricas de agua, las desaladoras se han convertido en instalaciones fundamentales en diversas regiones del mundo, "donde ríos o pozos no cubren las necesidades. Pero ahí está el mar, un recurso que no es convencional, ni

tampoco alternativo porque no sustituye a otro sistema, sino que es un complemento", explica Manuel Rubio, presidente de la Asociación Española de Desalación y Reutilización.

La desalación no es otra cosa que el proceso de eliminar la sal del agua de mar o salobre, obteniendo así agua dulce. Para conseguirlo se emplean básicamente dos sistemas: ósmosis inversa y destilación por efecto múltiple (ver recuadro).

Semejantes por fuera a cualquier industria, las plantas desaladoras son grandes fábricas de agua, que en su interior albergan un complejo sistema de filtros de arenas, filtros de cartucho, membranas de ósmosis inversa y turbo bombas. Las más grandes son capaces de desalar más de 125 hm³/año, y necesariamente tienen que estar cerca de la costa, a una distancia máxima de 3 km, "de lo contrario se necesitará más presión para captar el agua y el consumo de energía será mayor", apunta Gerardo Arancibia, gerente de Elemental Renovables.

Desde que se capta el agua del mar hasta que está lista para el consumo humano, industrial o agrícola no ha pasado una hora. Y de cada 100 litros que ingresan a una planta, se obtienen 40 litros de agua desalada. En caso de que la fuente de extracción fuesen pozos subterráneos es mayor, unos 60 litros por cada 100 que entran al sistema. El resto es la llamada salmuera, que posee una alta concentración de sal y es vertida nuevamente al mar a través de una serie de tuberías.

Este es uno de los "pero" del sistema, criticado desde diversas ONG medioambientalistas. La solución pasaría por "encontrar la forma más adecuada de vertido que evite cualquier efecto medioambiental negativo, como: la disolución de la salmuera antes del vertido con más agua de mar, vertido en las desembocaduras de

¿Cómo funciona la desalación?

- 1 Se capta agua desde el mar
- 2 **Tratamiento químico del agua**
A través de sistemas de filtro de arena y de cartucho se eliminan las partículas sólidas en suspensión.
- 3 Tras ser enviadas por turbo-bombas a las membranas de ósmosis inversa, aquí el agua es separada en dos: agua desalada y salmuera.
- 4 El agua desalada se almacena en depósitos y se remineraliza para su distribución.



En todo el planeta
En todo el mundo unas 13.800 plantas desaladoras, dos tercios de las cuales están instaladas en Oriente Medio.

Gigantescas fábricas de agua
Las plantas de mayor tamaño se encuentran en Israel:

Sorek (en construcción)	150 hm ³ /año
Ashod (en proyecto)	140 hm ³ /año
Hadera (funcionando)	127 hm ³ /año
Ashkelon (funcionando)	120 hm ³ /año

Costo promedio del agua desalada en el mundo US\$ 0,7/m³

cauces y vertido en zonas de fuertes rompientes", explica Arancibia. Si el vertido se realiza de forma conveniente, el medio receptor es capaz de asumirlo sin que la flora y la fauna del borde costero sean perjudicadas. "Ahora bien, son múltiples los factores que influyen en cómo se diluye la salmuera en el mar, que van desde las propias características de la misma, hasta las condiciones físicas, químicas y biológicas de la zona de vertido", añade.

En Israel aprovechan hasta la última gota

En Oriente Medio, si se quiere tener agua, no hay otra alternativa. Aquí están instaladas dos tercios de las plantas desaladoras del mundo, y el número sigue cre-

ciendo. En países como Israel, que sufre de gran escasez del recurso, no les queda otra que romperse la cabeza para buscar alternativas que suplan esa insuficiencia.

Ashkelon es quizás una de las ciudades más blindadas del mundo. Ubicada a tan sólo 20 km de la Franja de Gaza, es objetivo de los misiles que se lanzan desde el otro lado de la frontera. Una de sus construcciones emblemáticas, la desaladora de Ashkelon, está constantemente en la mira del bando contrario, tal vez porque se trata de una de las más grandes del mundo, capaz de producir 330.000 m³/día.

En Israel saben perfectamente que con el agua no se juega. "Las desaladoras han venido a contribuir en superar el déficit de agua que tiene el país", comentaba hace un par de años a Chileriego

el asesor Guideon Spieler. Esta tecnología aporta al país el 10% del agua que consume, aunque según los cálculos de los expertos esa cifra bordeará el 30% en 2012. La apuesta israelí es grande y los datos para el futuro impresionantes: La desaladora de Hadera –recientemente en funcionamiento– desalará 127 hm³/año, pero la de Sorek –cuya construcción comenzó hace poco tiempo– llegará a los 150 hm³/año.

¿Una idea descabellada?

A la tradición de los países de Oriente Medio se suman plantas en el Norte de África, EE UU e incluso en China. Si está demostrado que la tecnología funciona en muchos sitios, no parece descabe-

llado introducirla en Chile.

“Existen varias tecnologías de desalación, la mayoría son viables para el norte del país”, opina Pablo Pastene, director de energía solar de la Fundación Chile. El experto sostiene que no importa el tipo de energía que se emplee, “sea convencional, calores residuales de las plantas generadoras de energía y energías renovables. En algunos casos falta sólo adaptaciones tecnológicas a las condiciones locales del norte del país”.

Tras la experiencia de Wilson en la Región de Antofagasta, vinieron las de la Universidad Técnica Federico Santa María en los años 60 y 70, llegando a montar una planta experimental de desalación en Quillagua. Pero después de eso, sólo ha habido un desarrollo incipiente destinado principalmente al consumo humano y minero.

La planta de Aguas del Altiplano alimenta a un porcentaje de la ciudad de Arica y el agua viene de la desalación del sondaje ubicado en la cuenca del río Lluta. Aguas Chañar abastece a un porcentaje de la comuna de Diego de Almagro con agua salobre entregada por Codelco, mientras que Aguas de Antofagasta toma el recurso del mar y abastece a buena parte de la ciudad. A ellas hay que sumar la que Minera Escondida construyó en Puerto Coloso.

Algunas ventajas de las desaladoras son su rápida construcción y la escasa mano de obra que se necesita por estar completamente automatizadas. Además, podrían emplearse energías renovables para su funcionamiento, sobre todo en aquellas regiones donde abundan el sol y el viento.

Otra virtud es la calidad del líquido resultante. El agua de mar, una vez que pasa por el sistema es mejor no tomarla. No porque esté contaminada, sino todo lo contrario: es demasiado pura para el cuerpo humano, “igual que el agua destilada o la nieve derreti-



De las 34 plantas previstas por el gobierno español, 11 ya están en servicio, con una inversión de 795 millones de euros y una producción de 325 hm³ de agua. Gentileza: Acuamed.

da”, apunta Arancibia. Por ello, antes de devolverla para el consumo humano, industrial o agrícola hay que “ensuciarla”, es decir, remineralizarla. En una planta como la de la Carboneras, en Almería, España, la calidad final del agua oscila entre los 230 ml de sólidos disueltos por litro en invierno y los 400 en verano.

Solución a la escasez de agua en España

En España, las desaladoras se han convertido en instalaciones prioritarias para el litoral mediterráneo, y en el puntal de la política de agua del gobierno de Rodríguez Zapatero, sobre todo tras los últimos y prolongados periodos de sequía que tuvieron al límite muchos de los sistemas hídricos y en jaque a miles de agricultores.

Empleadas para el consumo humano, industrial o turístico, en varias zonas agrícolas, la desalación ha sido un “milagro”. Una alternativa que hoy abastece de agua a una agricultura sedienta,

TABLA N°1. Comparación de la calidad media del agua obtenida por los procesos de ósmosis inversa (uno y dos pasos) y por procesos de evaporación.

	OI (1 paso)	OI (2 pasos)	Evaporación
Ca (mg/l)	2	0,1	0,5
Mg (mg/l)	6	0,3	1,5
Na (mg/l)	128	15	12
K (mg/l)	4	0,8	0,5
HCO ₃ (mg/l)	8	0,4	0,1
SO ₄ (mg/l)	11	0,6	3
Cl (mg/l)	208	23	22
TDS (mg/l)	367	40	40
SiO ₂ (mg/l)	0,1	0	0
CO ₂ (mg/l)	23	12	----
pH	5,8	5,2	7,2

que por años veía cómo se secan sus pozos. De lo contrario, el sector se habría derrumbado, produciendo un desplome económico en zonas que viven del agro. Pero la desalación los salvó, aunque el agua sea más cara y quienes corren con ese gasto son los propios productores.

Hoy ya forma parte de la vida diaria de los agricultores, “incluso algunas plantas son gestionadas

por las propias comunidades de regantes”, afirma Eduardo Yagilán, profesor de la Universidad de Sevilla. Sin ir más lejos, en Mazarrón, Murcia, gracias al agua desalada, los productores siguen regando sus tomates. Algo que hasta hace poco parecía impensado, porque temporada tras temporada comprobaban que había menos agua en sus pozos. Cansados de ver sus tierras secas y cultivos que daban

pena, dirigieron su vista al mar y se pusieron manos a la obra. No fue fácil, pero construyeron su propia planta a 1 km de la costa, que hoy abastece del recurso a los mil socios que forman la comunidad de regantes.

Si bien a algunos les ha cambiado la vida, otros tienen recelos con una tecnología que consideran demasiado cara y poco accesible. "Pagar el precio del agua desalada nos obliga a encarecer todo el proceso", cuenta un agricultor murciano. Y por el momento actual que vive, el agro español no está para gastos.

Algunos especialistas destacan el aporte de la desalación, apta sobre todo para cultivos de alta rentabilidad, asociados a la agricultura intensiva. Aunque surgen voces más críticas: "Las inversiones en esta implementación tecnológica se han visto frenadas por la pérdida de rentabilidad que actualmente tienen los diversos proyectos agrícolas", advierte el asesor y profesor de la Universidad Politécnica de Cartagena, Antonio Alarcón. "Con la panorámica actual, la utilización de agua desalada de manera generalizada en la agricultura, supondría un costo para el agricultor, que haría inviable la rentabilidad, ya de por sí escasa o nula en muchos casos, de la producción agrícola globalmente considerada", agrega.

Rubio insiste en que la desalación "se ha desarrollado para el consumo humano. Para el riego tiene un costo que aún la hace inviable, salvo en una hortofruticultura que genere altos retornos". Rubros rentables como los pimientos, los tomates o melones bajo invernadero –cultivados para el mercado europeo– pueden darse el "lujo" de regar con agua desalada. "La solución es otra –afirma el presidente de la asociación española–, y pasa por la reutilización y depuración de aguas para riego, a un costo menor para el agricultor".

Cronología de la desalación

Convertir el agua de mar en agua dulce no es algo nuevo. Desde Tales de Mileto, pasando por Demócrito, Aristóteles y Plinio, todos han hablado de las posibilidades de desalación, incluso este último describe varios métodos para desalar agua en su Enciclopedia sobre Historia Natural. Además, en la Edad Media se describieron los métodos de desalación de la época. Más recientemente, la historia de la desalación es la que sigue:

- 1872 Primera instalación de una desaladora en el mundo. Se trató de una planta de destilación solar, ubicada en la mina Las Salinas, ubicada entre Antofagasta y Calama.
- 1884 Se fabrica por primera vez un evaporador para un barco aprovechando la energía residual del vapor de salida de su caldera. Tenía el objetivo de reducir el efecto dañino del agua salada en los tubos de los intercambiadores de calor.
- 1933 Aparecen las tecnologías de evaporación térmica, orientadas al desarrollo de nuevos tipos de intercambiadores de calor, más eficientes y compactos, que producían más agua dulce con menor consumo.
- 1936 Primeras investigaciones con

membranas. Ese año, Ferry las recopila y las clasifica por los materiales empleados (malla porosa, celofán, cobre, entre otros).

- 1953 En la Universidad de Florida, Reis y Breton, realizan la primera experiencia con membranas con rechazo de sales, obteniendo un rechazo de un 98% con membranas planas de acetato de celulosa.
- 1960 Loeb y Sourirajan en 1960 mejoraron el flujo de este tipo de membranas.
- 1970 La poliamida aromática sustituye el material de las membranas. Este nuevo material aumentaba el rechazo hasta el 99%. Ese mismo año aparecen las primeras membranas de este tipo para aguas salobres.
- 1970 La capacidad instalada en el mundo era de 1,7 hm³/día, correspondientes a plantas evaporadoras muy económicas en la instalación, pero de alto consumo energético. Eran usadas en los barcos para reducir espacio.
- 1972 Se utiliza por primera vez una membrana de poliamida aromática para tratar el agua de mar.
- 1973 La crisis del petróleo fue razón para que los países ex-

portadores de petróleo, que además tenían gran escasez de agua, instalaran un importante número de plantas de evaporación acopladas con plantas de producción eléctrica. Ello permitió el asentamiento definitivo de la población en zonas áridas.

- 1980 La nueva crisis del petróleo y la aparición de las membranas de ósmosis inversa para agua de mar, hizo que el incremento de las plantas de evaporación no fuese más grande.
- 1985 La desalación por otros métodos se extendió más allá del Golfo Pérsico de forma notoria, especialmente en el tratamiento de aguas salobres.
- 1990 La capacidad instalada en el mundo era de 15 hm³/día.
- 2000 La capacidad instalada en el mundo era de 27 hm³/día.
- 2008 Existen más de 7.500 plantas desaladoras en todo el mundo, dos tercios de ellas en Oriente Medio. La mayoría de ellas usan la evaporación térmica u ósmosis inversa.
- 2009 La capacidad instalada en el mundo llega a los 30 hm³/día. 16 hm³/día corresponden a agua de mar y 14 hm³/día a aguas salobres.

España es el cuarto país en capacidad de desalación de agua de mar, por detrás de Arabia Saudita, EE UU y Emiratos Árabes Unidos. Y la elección de esta tecnología responde a una realidad técnico-económica. "Técnica, porque se ha conseguido un grado de fiabilidad a través de años de desarrollo de la ósmosis inversa, sobre todo en lo que hace a las membranas con presiones de trabajo a la baja y el consiguiente ahorro energético. Económica, porque el montaje y explotación de una planta desaladora de ósmosis inversa resulta

más ventajoso que otro sistema alternativo", explica Yagilán.

La Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas Mediterránea (Acuamed), es el principal instrumento del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino para desarrollar las infraestructuras hidráulicas necesarias para asegurar el suministro suficiente de agua en las cuencas hidrográficas del sur, Segura, Júcar y Ebro, desde Tarragona hasta Málaga. Acuamed dedica casi un tercio de su presupuesto –más de 1.000 millones de euros hasta 2011– al desarrollo de



Automatizadas al 100%, las plantas desaladoras precisan de escasa mano de obra. Gentileza: Acuamed.

18 proyectos de desalación, que alcanzarán una producción total de 479 hm³ anuales.

La capacidad instalada en España llega hoy a los 2,85 hm³/día y tiene a Canarias como la principal comunidad autónoma en términos de capacidad instalada, pero que además se ha tomado el litoral Mediterráneo y Andalucía. El Centro de Estudios y Experi-

mentación de Obras Públicas (CEDEX) prevé que la producción de agua desalada en España se sitúe en los 3,4 hm³/día en 2009, un 78,9% respecto al año anterior. La producción ya había aumentado un 11% en 2008 cuando llegó a los 1,9 hm³/día, lo que se debió a la inauguración de un alto número de desaladoras, entre las que destaca la de Valdelentisco,

en Murcia, la mayor de Europa y la tercera a nivel mundial, una de las "joyas" del gobierno.

Nuevas plantas

El gobierno español continuará con la política de desalaciones, teniendo en cuenta el aumento de población en algunos núcleos, especialmente en zonas del Mediterráneo. De las 34 plantas desaladoras incluidas en el programa AGUA, nueve tienen a la agricultura como usuario, totalizando una producción de 239 hm³/año, destinados al riego, que podrían ser utilizados en hasta 300.000 ha. Fermín López, subdirector de ingeniería de la Dirección de Ingeniería y Explotación, Aguas de las Cuencas Mediterráneas S.A., afirmaba en el pasado Congreso Internacional de Riego que "el interés de los agricultores ha quedado reflejado en la firma de siete convenios con comunidades de regantes, que garantizan el sumi-

nistro de agua a más de 98.000 ha".

Alto costo energético

El excesivo costo energético de la desalación es una crítica habitual al sistema. "Se necesita mucha energía para que funcione una planta, porque para llegar al agua dulce es necesario que ésta atraviese a una muy alta presión unos cilindros gigantes, que alojan los filtros que separan la sal del agua", explica Arancibia.

Actualmente, en el mundo el costo estándar de 1 m³ de agua desalada es de 0,70 centavos de dólar, dependiendo del tamaño de la planta. Es decir, a mayor producción, mayor abaratamiento por los costos de energía. La distribución porcentual de los costos de la vida útil de una desaladora es 5% del costo inicial (equipos e instalación), 85% de costos de funcionamiento y consumo de energía y un 10% de costos de mantenimiento.

Resulta obvio que el ahorro más importante se puede lograr en el consumo energético. Si bien el gasto en electricidad por m³ desalado ha disminuido bastante, aún hay margen para recortes adicionales. "Como la producción de agua está ligada directamente al desarrollo y crecimiento humano y conociendo las problemáticas del cambio climático por las emisiones de gases contaminantes, serán estas emisiones de CO₂ las que limiten la producción de agua, la desalación y el crecimiento nacional", explica el gerente de Elemental Renovables. Teniendo claro que tanto el crecimiento económico y de la población, exigen un mayor consumo de agua, "resulta obvio aplicar el uso de las energías renovables, especialmente la energía solar y la eólica en el sistema de producción de aguas para mantener el crecimiento económico y reducir las emisiones de CO₂", continúa.

8.300 hectáreas regadas con agua desalada



Levantada a escasos metros de la costa, la desaladora de Carboneras abastece del recurso hídrico a más de 8.000 ha del campo de Níjar. Gentileza: Acuamed.

Los números hablan por sí solos. 42 hm³/año, 40.000 m² de superficie y un costo de 122 millones de euros la encumbraron en 2005 como la mayor desaladora de España. Si bien hoy ha sido desbancada por otras, Carboneras es la primera que abastece de agua desalada a la agricultura. Hasta 2008 el 52% del agua se destinaba al riego, el 47% al consumo humano y el 5% al industrial. Pero los números serán distintos en

2009: Los 9 hm³ de agua desalada previstos (un porcentaje de la capacidad de la planta) se destinarán principalmente al consumo humano (49%) y al riego (47%), principalmente a los invernaderos ubicados en el campo de Níjar, en Almería. La situación en el agro almeriense era crítica. La sobreexplotación del acuífero y el progresivo deterioro de la calidad del agua tenían a los agricultores al borde del abismo. Ya

no había agua para regar los cultivos. Debido a ello en 2002 se inició la construcción de esta "fábrica de agua" a pocos metros del Mar Mediterráneo.

Aquí se produce agua desalada remineralizada, estable y apta para el abastecimiento humano y riego agrícola. Actualmente se benefician unos 1.200 agricultores que representan 8.300 ha, aunque en el futuro esa cifra se ampliará a 11.000 ha. "Supone garantizar el mantenimiento de la actividad agrícola, y aunque pueda parecer fatalista esta conclusión, la realidad de la evolución del acuífero sobre el que descansa toda nuestra agricultura permite afirmar que sin el aporte de estos recursos hídricos el colapso de esta actividad podría consumarse en un plazo muy próximo", afirmaba hace poco tiempo Antonio López Úbeda, presidente de la Comunidad de Usuarios de Agua de la Comarca de Níjar.



El agua desalada para riego tiene un costo que aún la hace inviable, salvo en una horticultura como la de Almería, que genera altos retornos. GENTILEZA: Hortyfruta.

En Israel parecen tener la receta al problema del elevado costo de la energía. Sus plantas están equipadas con un sistema de recuperación de la energía a partir de la salmuera, que permite reciclar el 40% de la energía utilizada. El resultado de todo ello es el precio más bajo del mundo: 0,38 euros el m³, unos \$304 aproximadamente.

Viabilidad para Chile

La desalación tiene potencial en el norte de Chile. Mientras las mineras sufren con la escasez del agua en la III Región, el gobierno está promoviendo la construcción de una planta desaladora. Pero, ¿La desalación es viable para el país? "Es una tecnología probada y que ha sido efectiva en Antofagasta", afirma Pedro Sarmiento, de la Universidad Técnica Federico Santa María. Eso también lo cree el gobierno, porque la idea es replicar el modelo que existe hoy en

Antofagasta, donde el agua desalada sirve tanto para la minería como para el consumo humano.

Aunque es complicado. La elevada inversión que implica la construcción es el principal escollo para que el sueño del agua se haga realidad. Por la cabeza de los impulsores de la iniciativa toma fuerza la idea de un consorcio integrado por las mineras, para instalar una desaladora de gran tamaño, que produzca 1.000 l/s.

Así, la desalación podría convertirse en el gran negocio de la próxima década en el norte del país. Aguas de Barcelona presentará a fines de año una Declaración de Impacto Ambiental de una planta desaladora que involucraría una inversión de US\$285 millones. A este se suma el proyecto de BHP Billiton que abastecería a Minera Escondida y costaría US\$3.500 millones. Pero no son los únicos, porque el empresario brasileño Eike Batista planea el megaproyecto eléctrico Castilla que además ten-



dría una planta desaladora.

Mientras tanto, en el Valle de Copiapó los agricultores también están preocupados. Más que nunca, tras conocer un lapidario pronóstico de disponibilidad de agua: sólo podrán regar hasta el 15 de enero, según la DGA de Atacama.

La CAP lo tiene claro. Invertirá US\$140 millones para el proyecto Cerro Negro, que además incluye la construcción de una planta de-

Ósmosis vs evaporación térmica

El 52% de las plantas de desalación funcionan por ósmosis inversa y el 38% por destilación por efecto múltiple, mientras que el 12% restante emplean otros sistemas, ¿en qué se diferencian las dos principales?

Destilación por efecto múltiple (DEM): La evaporación se produce de forma natural en una cara de los tubos de un intercambiador de calor, aprovechando la energía latente desprendida por la condensación del vapor en la otra cara del mismo. Estas plantas tienen varias etapas conectadas en serie a diferentes presiones de operación. Dichos efectos sucesivos tienen cada vez un punto de ebullición más bajo debido a dicha presión. Esto permite que el agua de alimentación experimente múltiples ebulliciones, en los sucesivos efectos, sin necesidad de recurrir a calor adicional a partir del primer efecto. El agua salada se transfiere luego

al efecto siguiente para sufrir una evaporación y el ciclo se repite, utilizando el vapor generado en cada efecto. Normalmente también existen cámaras flash para evaporar una porción del agua salada que pasa al siguiente efecto, gracias a su menor presión de operación.

Ósmosis inversa: ósmosis es el proceso natural por el que cualquier vegetal absorbe sales del suelo. Desalar el agua consiste precisamente en lo contrario: eliminar la sal del agua. Al aplicar una presión externa que sea mayor a la presión osmótica de una disolución respecto de otra, se puede invertir el proceso (ósmosis inversa), haciendo circular agua de la disolución más concentrada y purificando la zona con menor concentración, obteniendo finalmente un agua de pureza admisible, aunque no comparable a la de procesos de destilación.



Interior de una desaladora. En segundo plano, los bastidores de ósmosis inversa.

saladora en la III Región. "Como Grupo hemos estado siempre en los temas relevantes para el desarrollo del país y en ese sentido, la construcción de la planta desaladora de agua de mar constituirá un puente para el desarrollo y crecimiento minero de la región", contaba a inicios de octubre a los medios de comunicación, Jaime Charles, gerente general de la CAP. La posibilidad de instalar una plan-

ta desaladora también adquiere fuerza en la Región de Arica y Parinacota, tras el anuncio del Gobierno Regional en marzo de 2009, de una planta como parte fundamental del Plan Hídrico para la Región, que vendría a mitigar la sobreexplotación de Azapa y para 2014 cubrir la demanda de agua del 100% de la población.

En cualquier caso, la incorporación definitiva de la desalación en



¿Agricultura con agua desalada en Chile? Sí, pero sólo en zonas muy cercanas al litoral.

el país, es un asunto largo. Cualquier tecnología que se introduzca en Chile necesita un conjunto de herramientas coherentes entre sí. "No basta con un subsidio, ni con una normativa", dice Pastene, "el camino a seguir es identificar a los interesados e involucrados, y definir mecanismos de incentivos para cada uno de ellos, de manera que todos puedan contribuir a la inserción de esta tecnología". Aunque antes hay que probar el sistema, y la instalación de plantas demostrativas parece ser el camino más lógico.

El presidente de la Asociación Española de Desalación y Reutilización es consciente de que es "una tecnología cara y si el gobierno no corre con la inversión, ese gasto repercutirá en los usuarios. En Chile es "fácil" desarrollar la desalación porque las poblaciones están muy concentradas, incluso se puede pensar perfectamente

en instalaciones de menor tamaño cuando las poblaciones son pequeñas. Aunque el agua más cara es la que no se tiene, se debe pensar muy bien en el costo y el financiamiento".

¿Desalación para el sector agrícola? Es posible. "Sí, pero empleando energías renovables, porque si se emplean energías convencionales, resultaría demasiado cara. Pero ojo, tampoco tendría sentido regar con agua desalada a cultivos que estuvieran muy alejados de la costa, porque el costo sería muy elevado", advierte Arancibia.

La primera desaladora 100% para agricultura de Chile

De momento, la primera experiencia 100% agrícola se desarrollará en Antofagasta, donde un



Ya se levantan los primeros invernaderos en Antofagasta. Las hortalizas hidropónicas se regarán con agua desalada.

grupo de 137 agricultores podrá regar sus hortalizas hidropónicas con agua desalada. Todo gracias a un convenio suscrito entre la Asociación de Agricultores Altos La Portada y la empresa japonesa Komatsu.

El agua siempre ha sido un problema para estos agricultores antofagastinos, sobre todo porque en Antofagasta está el agua más cara del país, llegando a \$1.300/m³. "No podíamos comprar más agua ni ser productivos con esos precios", afirma René Sierralta, presidente de la Asociación de Agricultores Altos La Portada. Así, estudiaron las diferentes tecnologías que hay en el mercado y tras la asesoría de unos expertos israelíes llegaron a la conclusión que la mejor alternativa es la instalación de una planta desaladora.

De esta forma, tendrán agua dulce en perfectas condiciones para regar 83 ha de hortalizas hidropónicas ubicadas a 2,5 km de la costa. "La hidroponía es nuestra

solución, porque debido a la escasez de agua en la zona sólo nos quedaban pocos meses para plantar de forma tradicional", cuenta el timonel de la asociación.

Pero previo a la construcción de la planta es necesario un estudio de factibilidad, proceso para el cual no existían fondos. Gracias a las gestiones de la Seremía de Antofagasta, los recursos fueron obtenidos del Fondo de Innovación para Competitividad (FIC - R). Según indicó el Seremi de Agricultura de la II Región, Ramón Aréstegui, ya iniciaron el proceso de licitación del estudio de factibilidad y hay varias entidades interesadas en participar.

La multinacional financiará el diseño, la puesta en marcha y la capacitación a los beneficiados. Pero, ¿qué pasa con el costo del agua? "Aún no hemos decidido quién administrará la planta, pero si lo hace nuestra asociación, el m³ costará US\$1, y si la administración corre por cuenta de Ko-

matu nos costará US\$1,3/m³. En cualquier caso, más barato de lo que hemos pagado por el recurso", precisa Sierralta.

Y si de salmuera se trata, también tienen cuenta con una solución. Tienen en proyecto la construcción de una central hidroeléctrica de 0,3 a 0,4 MW, que se empleará para activar los equipos de bombeo desde la desaladora hasta los invernaderos.

Los agricultores de esta zona de Antofagasta confían y le tienen fe a la desalación, "más que fe, es la única alternativa que nos permite hacer agricultura en la región, incluso ocupar técnicas de fertirrigación en nuestros cultivos", dice Sierralta. Y por proyectos no se quedan atrás. Ya evalúan la posibilidad de colocar parronales y olivos, "como estamos cerca del aeropuerto, cuando la gente venga a Antofagasta y mire por la ventana del avión verá más de 20 ha de uva de mesa. Ese es nuestro sueño", finaliza. **CR**

Geografía de la desalación

La desalación es un negocio global. Hoy las miles de plantas desaladoras en el planeta producen cada día 63 hm³, abasteciendo a más de 150 millones de personas. Dos tercios de ellas en Oriente Medio. En Norteamérica y el Caribe se produce el 12% del volumen mundial de agua desalada.

China y Corea han desarrollado una tecnología que, además de abastecer a esos países, compete a nivel mundial. Australia y China también cuentan con tecnología propia, pero no la exportan. En tanto, India ha instalado cientos de pequeñas plantas de ósmosis inversa y electrodiálisis de 10 a 30 m³/día, esencialmente para consumo local, y sólo existen 2 plantas de destilación por MED de más de 10.000 m³/día para suplir procesos industriales. La electrodiálisis es una tecnología que permite, bajo la influencia de un campo eléctrico continuo, extraer sustancias ionizadas disueltas en una disolución acuosa a través de membranas selectivas de intercambio iónico. En Europa, además de España, la desalación se emplea en Chipre y Malta, islas que sufren de constantes periodos de sequía. Además, Grecia y Turquía abastecen las islas del Mar Egeo con plantas de ósmosis inversa.

Dos programas monitorearon las cuencas pensando en el manejo integral del recurso

Huasco, Choapa, Limarí, Longaví y Bío Bío-Negrete: así está la calidad de sus aguas



Asistentes al seminario de Parral.

La CNR organizó un seminario en Parral con expositores extranjeros que relataron cómo se está mejorando la gestión del recurso en otras latitudes.

Chile está dando sus primeros pasos y ya hay resultados de los análisis.

En los territorios analizados del sur predomina la contaminación biológica pecuaria, y en el norte la mineral. También se percibe un incipiente interés de las comunidades por participar en la sustentabilidad de sus ecosistemas.

Alejandro Pardo

Muy ilustrativo resultó el seminario "Las Organizaciones de Usuarios del Agua y la Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos" convocado por la Comisión Nacional de Riego el 23 de septiembre en Parral. Porque por un lado se analizaron casos de gestión del agua en valles de Chile, y por otro lado especialistas extranjeros relataron cómo ha sido el mismo proceso en la Unión Europea, Colombia, Ecuador, la provincia argentina de Mendoza y el estado de Sao Paulo, Brasil.

Esto permitió enterarse, por ejemplo, de que en la Unión Europea ya no ven el agua exclusivamente como un recurso, sino como el elemento básico de un ecosistema hídrico. La tesis de la Unión Europea es que los ecosistemas seguros y saludables son la garantía del futuro suministro de agua. Otra curiosidad es que están erradicando la idea de que las aguas "se pierden" en el mar. El nuevo enfoque incorpora los deltas, los estuarios y las costas a la sustentabilidad del ecosistema hídrico. Esta amplificación de su significado tiene varias consecuencias (ver recuadro).

Longaví y Bío Bío-Negrete

En Parral, Lisandro Farías y Miguel Sanhueza, de Sociedad Río Longaví, disertaron sobre el programa piloto de monitoreo de calidad de las aguas de riego que ejecutaron en dos zonas: en el río Longaví, de la mano de su Junta de Vigilancia, afectando a las comunas de Parral, Retiro y Longaví, VII región del Maule; y en el Canal Bío Bío-Negrete junto a su Asociación de Canalistas, interviniendo las comunas de Negrete y Mulchén, VIII Región.

En ambas superficies se instalaron equipos integrados por ingenieros, sociólogos, abogados y otros profesionales que trabajaron codo a codo con los equipos técnicos y directivos de ambas organizaciones de regantes para diagnosticar la calidad del agua de riego y planificar cómo mejorarla. El presupuesto para ambas zonas fue de 80 millones, financiados íntegramente por la Comisión Nacional de Riego. El programa duró 15 meses, terminó este noviembre, y contó con el apoyo del SAG, la DGA, la CONAMA, las organizaciones civiles y el centro EULA de la Universidad de Concepción.

La investigación comenzó definiendo las condiciones del agua imperantes en ambas zonas, lo que se conoce como presiones de uso. En estas regiones del centro-sur las presiones más importantes derivan de los usos para agua potable, agricultura, turismo, sanitarias, descarga de riles y celulosas.

Luego acotaron las características de los territorios. La Junta de Vigilancia del río Longaví está compuesta por 32 comunidades de agua, con 19 bocatomas y más de 1.000 kilómetros de redes de canales. Tiene 3.800 regantes, 30 mil hectáreas de riego y un caudal medio de entre 31 y 40 m³/seg.

La Asociación de Canalistas del Canal Bío Bío-Negrete, por su parte, tiene 11 kilómetros de canal

María Luisa Suárez, experta española "Ya no se habla de que el agua se pierde en el mar"

María Luisa Suárez, profesora de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia, expuso sobre la experiencia española en calidad de aguas, caso que es aplicable a todos los países de la Unión Europea de acuerdo con la Directiva Marco del Agua (DMA), que es un profundo plan que deberá haber alcanzado sus metas el año 2015. Es interesante lo que se propone la DMA porque, de partida, enfoca el agua con otros ojos: no es sólo un recurso, es la base de un ecosistema hídrico. La meta se resume en lograr "el buen estado ecológico" de todas las masas de agua, incluidos ríos, lagos, lagunas y humedales.

La señora Suárez se centró en tres aspectos durante su disertación: descripción de los objetivos de la DMA, las dificultades y las tareas pendientes. En cuanto a los objetivos, la conservación de las aguas se mide con parámetros físicos, químicos y especialmente biológicos. Su gestión se superpone a las divisiones político-administrativas respetando la geografía natural de una cuenca. Incluso se superpone a las fronteras de los países. Reconoce la indivisibilidad de las aguas superficiales y subterráneas. E involucra en la gestión a las aguas costeras y las aguas de transición como estuarios y deltas. "Ya no se habla de que el agua se pierde en el mar", manifestó María Luisa Suárez.

matriz y más de 200 kilómetros en derivados de la red de riego. Son 800 regantes para una superficie de 14 mil hectáreas y un caudal medio de 18 a 28 m³/seg.

Monitoreo y resultados

La investigación contempló tres etapas: monitoreo de las aguas; talleres con los regantes para transferencia de conocimientos; y planes de gestión de la ca-



El coste del uso del agua y del espacio fluvial, de manera sostenible, debe repercutir sobre el beneficiario o titular de la actividad que genera dicho coste.

Entre los objetivos económicos figura el principio de recuperación de costes de los servicios relacionados con el agua (la amortización de infraestructura, los costes ambientales y el valor del agua en sí misma). La idea es evitar el despilfarro y mejorar el uso de un bien que es público y del que la gente debe ser responsable también. Otro principio involucrado es el de que quien contamina, paga. Y un tercero es el principio de precio incentivador por el buen uso del agua.

Hay paralelamente una serie de normas técnicas muy rigurosas y largas de explicar, cuyo fin es el buen estado ecológico de todas las masas de agua. Ahora bien, las dificultades son que los países no tienen muy claros los objetivos y les ha costado

adaptar sus legislaciones. También falta participación social quedando reducido el manejo a los técnicos. Hay incumplimiento de plazos, que deriva de lo complejo que es delimitar cuencas hidrográficas autónomas de los límites políticos. La DMA establece que se deben detener de inmediato –salvo excepciones– todas las actividades que deterioren el agua, pero ha costado que se respete.

Específicamente en el sector rural, los retos pendientes son inyectar competitividad al sector, hacer la transferencia tecnológica de nuevas técnicas de riego y tratamiento de residuos.

Pese a las dificultades la DMA está caminando y el 2015 se deberían lograr los objetivos. Luego, cada 6 años se revisarán y actualizarán las normas y las metas.

lidad del agua que debieron ser aprobados en asamblea anual en los dos territorios con compromiso financiero por parte de los regantes.

El monitoreo usó la metodología Impress, la misma que usa la Directiva Marco de la Unión Europea sobre gestión del agua, y contrastó las muestras con la normas chilenas NCh 411 de toma de muestras, y la 1.333 referida a las aguas para riego.

Respecto de los parámetros

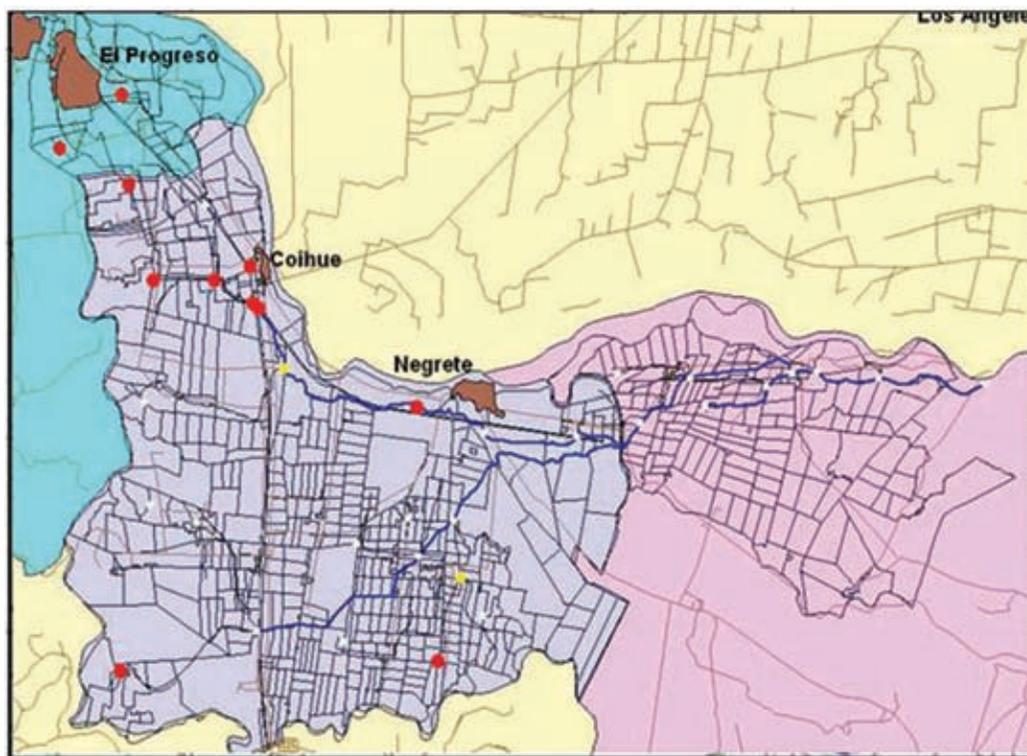
físico-químicos, incluidos pesticidas, el 100% de los resultados cumplieron con la normativa 1.333. El investigador Lisandro Farías comentó: "Eso significa que las organizaciones de Longaví y Bío Bío-Negrete deben estar orgullosas del agua que reciben".

En cambio en el análisis bacteriológico, los resultados fueron menos auspiciosos. En la primera ronda de muestras en diciembre de 2008, 25 de 65 estaciones de monitoreo transgredieron la nor-

Mediciones en Canal Bío Bío-Negrete

Los puntos rojos indican transgresión de la norma de riego 1.333. Los amarillos indican que están cerca del cumplimiento.

*mediciones hechas en diciembre y enero pasados.



FUENTE: Sociedad Río Longaví.

Los expositores extranjeros

Aparte de la española María Luisa Suárez, los otros expositores del seminario de Parral fueron Rafael Pereira, ingeniero agrónomo del Departamento de Irrigación de Argentina y que detalló el manejo hídrico en la provincia de Mendoza; Paola Avilan, que trabaja en el manejo de las cuencas en Colombia y Ecuador; y Óscar Quilodrán, del Instituto de Economía de la Universidad Estatal de Campinas, que se refirió a la situación en el estado de Sao Paulo, Brasil.

ma de aguas para riego en el caso de Longaví. Y 12 de 35 en Bío Bío-Negrete. En la segunda ronda, en enero y febrero pasados, 36 de 65 superaron la norma en Longaví y 14 de 35 en Bío Bío-Negrete.

En la segunda ronda de análisis la situación empeora por las

mayores presiones a que se ve sometida el agua en los meses de enero y febrero. Porque hay que tener claro que estas mediciones son fotografías de un momento, lo importante es que perdure el seguimiento.

La cantidad de coliformes fecales por 100 mililitros se comparó con la presencia de enterococos, un género de bacterias del ácido láctico. Si la relación entre ambos factores se ubica entre 0 y 1, significa que la contaminación es principalmente animal; si es entre 1 y 4, la contaminación sería mixta: humana y animal; y mayor que 4 significa que es principalmente humana.

En el caso de Bío Bío-Negrete la contaminación bacteriológica es básicamente animal. En el caso de Longaví, la contaminación es principalmente animal, salvo en la estación de monitoreo número 12, situada en la salida de Parral,

donde por la presión urbana la contaminación bacteriológica es principalmente humana.

Talleres

Paralelamente se trabajó en la realización de talleres de sensibilización y transferencia con ambas organizaciones y otros grupos sociales. Este es un punto clave. En la Unión Europea y en Colombia, por ejemplo, la falta de participación ha sido uno de los problemas, quedando la gestión del agua reducida al manejo de los técnicos.

Los talleres se dividieron en tres módulos: en el primero, de sensibilización, se expusieron los datos del monitoreo a los regantes, se les explicó la relevancia de las organizaciones de usuarios del agua y se les entregaron conceptos básicos sobre contaminación. En el segundo, se orientó a los asistentes sobre sus deberes y derechos legales, y se alentó a que

hicieran las denuncias por contaminación, las que fueron recogidas por un abogado presente. Y en el tercer módulo se profundizó en las tecnologías disponibles para la gestión del agua y en las posibilidades que ofrece la Ley de Riego. Los talleres fueron acompañados de manuales, videos y otros materiales de apoyo.

En Longaví se realizaron 46 talleres –para regantes, funcionarios y otros dirigentes civiles– con participación de 427 personas, y en Bío Bío-Negrete 69 talleres con 1.017 asistentes. En este último territorio fueron incluidos 12 talleres para escuelas.

Problemas y planes

El principal problema analizado en los talleres fue el uso de los canales como abrevaderos. “Solucionando este problema se puede reducir en más de un 50% la contaminación bacteriológica de los canales. El segundo problema es el vertido de basuras doméstica a los canales, considerando la poca recolección municipal de basuras en sectores rurales. Un tercer problema se relaciona con las descargas líquidas de las industrias. Un cuarto problema deriva del lavado de maquinaria agrícola. Y un quinto lo constituyen las descargas de letrinas, con la salvedad de que ya no se hace directamente al canal, sino cerca de él, lo que es un avance y un logro de las propias comunidades de agua”, explicó Lisandro Farías.

Su colega, Miguel Sanhueza, sintetizó: “La conclusión del programa en ambos territorios es que el principal problema es la contaminación microbiológica de origen animal, de acuerdo a la presión de origen agropecuario y principalmente pecuario. Porque las buenas prácticas ganaderas no se aplican como debe ser”.

Sin embargo, agregó, “el principal resultado del programa es que hoy contamos en ambos territorios con un plan de gestión

de calidad del agua que está listo a corto, mediano y largo plazo, y que contempla una amplia participación de la gente”.

Choapa

Francisco Meza, ingeniero agrónomo, integró el proyecto denominado “Desarrollo de un Modelo de Gestión Integral para el Resguardo de la Calidad de las Aguas en los Valles de Huasco, Limarí y Choapa”, proyecto financiado por InnovaCorfo y coejecutado por el INIA y el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). Meza, que trabaja en el INIA y el CEAZA, detalló los alcances del proyecto durante el seminario de Parral. En cada una de las tres cuencas estudiaron dos sectores pilotos para verificar el impacto sobre los cauces de agua. El estudio comenzó a fines del 2006 y finalizó en octubre pasado.

En Choapa, donde la Junta de Vigilancia participa activamente con recursos frescos, de un total de 172 muestras en toda la cuenca –ríos, esteros y canales– y contemplando 53 parámetros de medición, encontraron que el manganeso es el elemento que más faltas comete contra la norma de riego 1.333, seguido por el aluminio y la conductividad eléctrica (ver tabla). El cobre, en cambio, pese a las operaciones mineras allí, no es muy relevante.

Sin embargo, el cobre sí es un factor muy preocupante en un punto, el río Cuncumén, afluente del Choapa y que está aguas abajo de la minera Los Pelambres, que produce al día más de 280 toneladas métricas de concentrado de cobre. Allí se hicieron mediciones cada 90 días en un plazo de dos años y medio, y en dos de las 10 mediciones la concentración de cobre superó los 0,2 mg/l, que es el límite de la normativa de riego. “El cobre está presente en otros puntos de la cuenca, pero en niveles que cumplen con la norma. Pero como la minera lleva ocho

años operando allí, lo único que nos queda para saber si esto empeorará o mejorará es hacer un seguimiento más prolongado”, dijo Francisco Meza.

Porque por ejemplo algunas muestras de las concentraciones de molibdeno en el Cuncumén también han violado la norma, en aguas que vienen de la minera, pero también en la zona aguas arriba. Pero molibdeno no se ha detectado más abajo en la cuenca. Por eso es necesario hacer seguimientos.

“Hay afluentes del Choapa de buena calidad, hay otros que no podemos decir que estén mal, pero hay otros que definitivamente están complicados”, añadió Meza.

Limarí

10 ríos conforman este valle de intensa actividad agrícola. “En la parte media de la cuenca hay hartos puntos en rojo por presencia de metales como manganeso, también hay coliformes fecales, aceites grasos, nitritos, fenoles, DBO 5. En la parte baja hay problemas con el pH, sólidos disueltos totales, cloruro, cromo, manganeso, sulfatos, zinc, sodio.

Los parámetros que más transgreden la norma 1.333 en la cuenca son, primero, el sodio, luego el cloruro y después los sulfatos. De hecho el 40% de los análisis mostraron que el sodio viola la norma de riego. “Pero estas concentraciones están ligadas a la parte baja porque allí hay terrazas salinas propias de la geología de la cuenca. Hay que ver si se puede manejar eso”, dijo Meza.

De los 10 cursos de agua analizados, 3 evidencian mala calidad, tanto por causas naturales como humanas. Estos son el estero El Ingenio (donde hay una planta minera de tratamiento de minerales), el estero Punitaqui (que tiene muy poca agua y cuando está seco se concentran los elementos) y el río Limarí (que registra alta salinidad

Calidad de las aguas de la cuenca del río Limarí



Calidad de las aguas de la cuenca del Huasco



con presencia de cloruros, sodios y sulfatos, gran parte de origen natural).

Huasco

Las transgresiones a la norma de riego se hallan en la parte más alta de la cuenca y sobre todo en la parte baja, y los parámetros con problemas son el pH (en el sector de río Estrecho y río Potrerillo), la conductividad eléctrica (que es un gran problema en estos dos mismos ríos y en la parte baja de la cuenca), manganeso (muy problemático en los dos mismos ríos), sulfatos (de nuevo el Estrecho y el Potrerillo además de la parte baja), aluminio, cobre, cadmio y zinc.

Se midieron además los niveles de plaguicidas, con muestras que se enviaron a Francia. De 27.180 análisis, 2.278 transgredieron al

gún tipo de norma (principalmente coliformes fecales) y del total 1.123 violaron la norma de riego.

En la cuenca del Huasco están muy interesados en que esto continúe con los monitoreos, considerando la presencia de la polémica Pascua Lama y la empresa de cerdos instalada en la parte baja del valle. De hecho, las estaciones de monitoreo pasaron de 6 a 36 con el desarrollo del proyecto. Y monitorear es caro.

Meza estima que hay que seguir con esta investigación y por eso postularon a la Corfo. La idea es sumar ahora parámetros biológicos a los análisis.

Como se ve, se están dando en Chile los primeros pasos para el manejo sustentable de las cuencas, con monitoreos y una incipiente participación social. **CR**

En Putaendo

Firman acuerdo protocolar para la construcción del embalse Chacrillas

El convenio entre la CNR, la DOH y la Junta de Vigilancia del Río Putaendo, permitirá continuar con el proceso establecido para la construcción de esta gran obra de riego.

El acuerdo protocolar fue firmado por el Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira; el Director Nacional de Obras Hidráulicas, Juan Antonio Arré; y el Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Putaendo (JVRP), Miguel Vega. En el documento se establecen los compromisos, por parte de los regantes y el Estado, para la futura construcción del embalse Chacrillas, que dará seguridad de riego al Valle de Putaendo.

El Presidente de la JVRP Miguel Vega, manifestó estar "muy satisfecho por este momento que es histórico y que hemos logrado los regantes, junto a la CNR y la DOH (...)". "Estamos contentos con el subsidio y la tasas de interés acordadas". Vega añadió que "esto es un sueño de muchos años, que viene a solucionar hasta pérdidas de cosechas, gente que se sacrifica regando en las noches, afectando la calidad de los frutos, siendo que hoy el mercado nos exige mayor calidad", concluyó.

"Con esta firma, la JVRP acepta el subsidio global y costo reembolsable de la obra establecido por el Consejo de Ministros para la construcción del embalse Chacrillas, fijado en 84,26 % sobre un monto total de 992 mil 657 Unidades de Fomento de inversión. El monto total a reembolsar por los agricultores al Fisco corresponderá a 156 mil 244 UF", explicó el Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira. Asimismo la JVRP acepta la tasa de interés acordada por el Consejo, correspondiente a un 3,5 % de interés anual del monto reembolsable.

Senado aprueba proyecto que impide constitución de ciertos derechos de aguas en zonas críticas

Ahora corresponde que la Cámara de Diputados se pronuncie sobre los cambios que introdujo el Senado a la iniciativa que permite acotar el universo de personas que pueden optar a los beneficios de la Ley que regulariza la inscripción de pozos y norias para pequeños productores y comunidades indígenas.

En forma unánime, la Sala del Senado aprobó en general y en particular el proyecto, en segundo trámite, que impide la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas en virtud de la ley 20.017 de 2005, entre las regiones de Arica y Parinacota y del Libertador Bernardo O'Higgins. Sin embargo, se exceptúa de esa prohibición a las solicitudes de pequeños productores agrícolas y campesinos como las que presenten indígenas o comunidades indígenas.

Con ello, la iniciativa quedó en condiciones de ser remitida a la Cámara de Diputados para que se pronuncie respecto de los cambios que le introdujo el Senado.

Cabe recordar que la citada ley autorizaba a la Dirección General de Aguas a constituir derechos de aprovechamiento permanentes sobre aguas subterráneas por un caudal de hasta 2 l/s, para las Regiones Primera a Metropolitana y hasta 4 l/s en el resto de las regiones, sobre captaciones que hayan sido construidas antes del 16 de junio de 2006.

Pero una vez publicado el cuerpo legal se presentaron más de 51 mil solicitudes dentro de los cuáles hubo casos de personas que trataron de inscribir determinados pozos y



norias que no correspondían al espíritu de la iniciativa.

Este nuevo marco legal apunta a acotar quiénes son las personas que se pueden acoger al beneficio y descartar así la posibilidad de que otras hagan uso indebido.

En lo fundamental el proyecto establece una serie de definiciones, entre ellas la de "pequeños productores agrícolas", que son aquellos que explotan una superficie no superior a las 12 ha de riego básico, cuyos activos no superen el equivalente a 3.500 UF, que su ingreso provenga prin-

cialmente de la explotación agrícola, y que trabaje directamente la tierra, cualquiera sea su régimen de tenencia.

Asimismo se define como "campesinos" a las personas que habitan y trabajan habitualmente en el campo, cuyos ingresos provengan fundamentalmente de la actividad silvoagropecuaria realizada en forma personal, cualquiera que sea la calidad jurídica en que la realice, siempre que sus condiciones económicas no sean superiores a las de un pequeño productor agrícola, y las personas que integran su familia.

Vinilit fortalece estrategia en mercado del riego

Vinilit es la principal empresa fabricante de productos plásticos en Chile, principalmente de tuberías y accesorios para la conducción de fluidos. Su oferta está orientada a ofrecer soluciones a una amplia gama de sectores como la construcción, urbanización, obras sanitarias, minería, industria y por supuesto el Riego Agrícola.

Hace 30 años que Vinilit está presente en Chile, demostrando en forma permanente su compromiso con la calidad de sus productos, servicios y el respeto por el medio ambiente. Cuando el riego tecnificado nació en nuestro país en la década del 80, Vinilit fue visionaria al creer firmemente en los sueños de los incipientes empresarios del sector.

Desde entonces, Vinilit ha crecido en conjunto con las empresas del rubro enriqueciendo día a día su relación de confianza y apoyo. Un sólo ejemplo de ese estrecho vínculo es que más del 70% de las tuberías de PVC y HDPE instaladas en Chile para el riego tecnificado fueron fabricadas por Vinilit.

Después de casi tres décadas de fabricación de productos de la mayor calidad, durante los cuales la empresa ha invertido permanentemente en desarrollo de productos y estrictos controles de calidad, Vinilit ha logrado un posicionamiento que la distingue como la más importante empresa de productos para la conducción de agua en nuestro país. Siendo



protagonista de cambios tecnológicos en la aplicación de nuevos productos, ha sido parte importante de los proyectos que constituyen las cientos de miles de hectáreas plantadas a lo largo de todo Chile, haciendo de la confianza de los agricultores parte importante de la riqueza de su marca.

Con el objetivo de consolidar su histórico liderazgo en el mercado del riego agrícola, Vinilit ha iniciado un programa de acercamiento a los consumidores finales, con el fin de potenciar el respaldo y garantía que entregan las muchas empresas de riego tecnificado y distribuidores especializados que comercializan sus productos.

En Vinilit nos estamos ocupando en la creación de una estructura de apoyo a nuestra red de clientes para estar siempre al tanto de sus necesidades y así poder ofrecer asesoría constante, tanto a los agricultores como a las empresas de riego tecnificado que utilizan nuestros productos. Gonzalo

Muirhead, Jefe de la División de Riego Agrícola, dice que la idea es que los usuarios de la marca se sientan apoyados en todo momento por la compañía.

Paralelamente, el desafío de capitalizar la confianza de los agricultores pasará por tener una mayor gama de productos, con el objetivo de que las empresas que atienden directamente la industria de riego tecnificado puedan ofrecer soluciones cada vez más integrales en productos de la calidad Vinilit.

Para la compañía, la preocupación por el medio ambiente también es una constante. Por ello, Vinilit está suscrito a acuerdos de producción limpia y sus operaciones se enmarcan en procedimientos estrictos bajo un Sistema de Gestión Medio Ambiental ISO 14.001 y de Calidad ISO 9.001. Programas de capacitación permanente de las más de 300 personas que forman parte de la compañía y procesos lim-

El desafío de Vinilit se centra en respaldar el trabajo de las empresas de diseño, instalación y distribución de equipos de riego. A través de su división especializada, la compañía concentra sus esfuerzos en asegurar la calidad de sus productos, ampliar el apoyo a sus clientes y aumentar su gama de soluciones para la conducción del agua.

pios de fabricación, son algunos de los compromisos en que Vinilit no transa. Son el reflejo de los estándares bajo los que Vinilit lleva a cabo su actividad industrial y comercial, con revisiones periódicas de los estándares de sus proveedores tanto de materias primas, como de productos terminados, y el control en línea de sus procesos productivos propios. **CR**

Principios de siglo XX

La transformación del riego en la cuenca del Maipo

La ley impuso obligaciones a los canalistas del Maipo, tal como la responsabilidad sobre el reparto y el mantenimiento de los acueductos. Además se dio curso a la generación hidroeléctrica y en paralelo se producía la expansión demográfica de Santiago.

A comienzos del siglo XX la ciudad de Santiago la habitaban 256.403 personas sobre una superficie de 2.000 ha, en circunstancias que la superficie agrícola que la rodeaba alcanzaba las 100 mil hectáreas con cientos de predios productivos y pequeñas poblaciones diseminadas. "Entre estos lugarejos con poblaciones", cuenta Enrique Espinoza en su libro Geografía Descriptiva de la República de Chile, de 1897, "se mencionan entre otros: Peñalolén (477 habitantes), Apoquindo (354 hab.), El Guanaco (346 hab.)... que son frecuentados en la época de vacaciones".

Entre los cientos de predios figuraban algunos terratenientes, muchos de los cuales eran accionistas de la Sociedad del Canal de Maipo, que con su red de canales regaba las superficies agrícolas

que rodeaban la ciudad. A fines del siglo XX, sobresalían el fundo Macul, de Isidora Goyenechea de Cousiño, y el fundo Apoquindo, de Eugenio Ossa, ambos en la zona oriente. En tanto en el poniente destacaba el fundo La Punta, de la familia Balmaceda (del presidente José Manuel Balmaceda), y Las Rejas, de Felipe y Carmen Ossa; en el sur, los fundos Chacra Ochagavía, de Silvestre Ochagavía, y Lo Valledor, de Joaquín Valledor; y en el norte, San José de Huechuraba, de Guillermo Mackenna, y Lo Prado Arriba, de Ricardo Vial.

Al iniciarse el siglo XX la Sociedad del Canal de Maipo (SCM) debió enfrentar cambios radicales. El primero tuvo que ver con la dictación, el 9 de noviembre de 1908, de la Ley N° 2.139 de Asociaciones de Canalistas, que por primera vez reglamentó minuciosamente la distribución de las aguas en cauces artificiales. La Ley obligó a la SCM a cambiar sus estatutos, los cuales permanecían prácticamente inalterados desde su fundación en 1827. Los nuevos estatutos señalaban que el nombre de la sociedad sería Sociedad del Canal de Maipo y su forma, "una asociación con el objeto de

extraer el agua del río Maipo, repartirla entre los accionistas del expresado canal, y conservar y mejorar los acueductos".

En lo relativo a las aguas del río Maipo, se señalaba que la Sociedad tenía derecho a la mitad de ellas, o sea, 3.784 partes de las 7.569 en que estaba dividido, conforme a su respectivo rol. Este derecho se encontraba repartido entre los accionistas del canal en 2.233 partes iguales o regadores, de los cuales debía llevarse un registro inscrito en el Conservador de Bienes Raíces. En ese entonces los accionistas de la Sociedad eran 418.

La reforma institucional se completó cuando las diferentes Asociaciones de Canalistas del Río Maipo constituyeron, en 1910, la Junta de Vigilancia del Río Maipo, presidida por el presidente de la SCM, Abraham Ovalle. En medio de esta transformación, el ingeniero Luis Larraguirre propuso al Directorio un proyecto de contrato de arrendamiento de las aguas del Canal San Carlos como fuerza motriz para generación de electricidad, haciendo una desviación de este canal hasta La Puntilla, en La Florida. A cambio, Larraguirre se

Panorámica de la 'cuenca de Santiago' desde los Llanos de Pudahuel. Se aprecian las subcuencas de drenaje fluvial y la red de canales de la Sociedad del Canal de Maipo.

GENTILEZA: Sociedad del Canal de Maipo. Dibujo de Rodolfo Hoffmann.

En riego tecnificado,

preferidos por expertos, elegidos por agricultores



Amplia gama de productos

Exige calidad. Exige Vinilit.


vinilit[®]
www.vinilit.cl



En todo Chile, junto a los principales distribuidores y empresas de riego tecnificado

• **Antofagasta:** Galleguillos Lorca 1275. Fono: (55) 255557 • **La Serena:** Santiago Baltra 295. Fono: (51) 213989 • **Viña del Mar:** 5 Oriente 295. Fono: (32) 2697564 • **Talca:** 1 Norte 801, Of. 307. Fono: (71) 230558
• **Concepción:** Paicavi 1762. Fono: (41) 2250424 • **Temuco:** Callejón Massmann 420. Fono: (45) 224311
• **Casa Matriz:** Avda. Pdte. Jorge Alessandri Rodríguez 10900, San Bernardo. Fono: 5924000 Fax: 5924040 ventasagricolas@vinilit.cl





Soluciones Avanzadas en Riego Tecnificado



Sistemas de Filtración AMIAD:

- Filtros desde 1" a 14"
- Modelos: SAF, Hidrosaf, TAF, EBS, Serie Filtomat.

Los filtros Amiad protegen todo tipo de emisores, desde aspersores hasta goteros para altos y bajos volúmenes de riego.



Válvulas de control de agua BERMAD:

Bermad ofrece soluciones para el riego por goteo, pivotes, aspersión, microaspersión y riego en invernaderos, entre otros.

- Válvulas hidráulicas, válvulas dosificadoras automáticas (AMV), válvulas de aire, controladoras de presión, hidrómetros, solenoides y una amplia variedad de accesorios.



Santiago - Colina

Loteo Ind. Los Libertadores, sitio 31
Fono: (2) 489 5000 / Fax: (2) 489 50 16
E-mail: ventas@agrosystems.cl

Curicó

Longitudinal Sur Km 193.
Fono: (75) 319 470 / Fax: (75) 328 194
E-mail: curico@agrosystems.cl

Temuco

Tacna 01094.
Fono: (45) 231 454 / Fax: (45) 231 915
E-mail: temuco@agrosystems.cl