



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ABRIL, 2008 - Nº 33

# Chileriego

## Cómo usar mejor el agua en sequía

Especial Pivotes

Biofiltros para depurar  
agua de riego

Cultivos resistentes a  
estrés hídrico





# Joint Venture con Eurodrip

## para la producción de tuberías con gotero integrado

*La máquina más moderna y eficiente del mundo para producir:*



Tubería Driplite

driplite



New GR



Gotero regular New GR

PC<sup>2</sup>



Gotero autocompensado PC<sup>2</sup>



*Distribución de:*

**EOLOS**

Tubería de pared delgada "Eolos" (Espesor desde 10Mil a 40Mil)

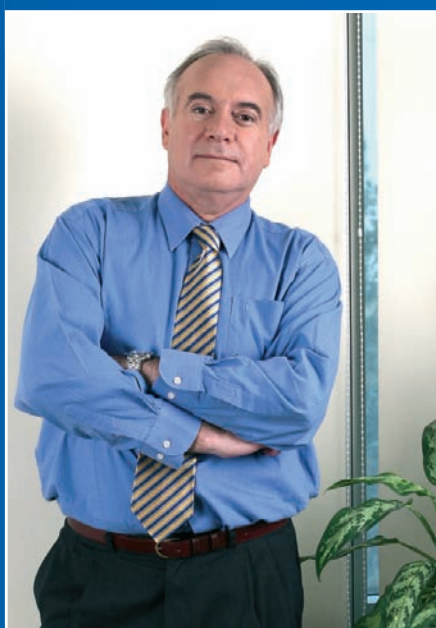


Gotero botón "Corona" en PC (2, 3, 4 y 8 litros) y en PC antidrenante (2, 3, 4 y 8 litros)

**corona**



## CNR 2008: Recursos complementarios para apoyar situación de escasez hídrica



COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO  
regando futuro



Hoy comienza un nuevo ciclo de nuestra publicación, que cumplirá 9 años, lo que refleja, desde nuestro punto de vista, que hemos hecho un buen trabajo con este programa de difusión.

Esperamos que las publicaciones que llegarán a ustedes durante 2008 nuevamente cumplan sus expectativas, así como para nosotros es satisfactorio poder entregar a ustedes nuestros artículos.

El presente año aparece como el primero, después de algún tiempo, con serias dificultades en materia de disponibilidad de recurso hídrico, debido a condiciones climáticas producto del fenómeno de La Niña.

El Ministerio de Agricultura, con todos sus Servicios vinculados y sus equipos de profesionales, ha procurado atender y acudir en apoyo de los agricultores más afectados por esta situación de déficit hídrico. La autoridad ministerial ya ha decretado Emergencia Agrícola en 209 comunas a nivel nacional y asignado unos 21 mil millones de pesos ya que, como ha señalado la Ministra Marigen Hornkohl, "la idea es trabajar y responder con eficacia y contundencia a las necesidades de quienes han experimentado problemas en esta contingencia climática".

Como CNR hemos ido en atención del sector a través de, en principio, el diseño del Concurso Especial de Emergencia y Zonas Vulnerables a Sequía, destinado a pequeños productores, pequeños empresarios agrícolas, organizaciones de usuarios de pequeños y medianos empresarios; con un monto asignado de mil 300 millones de pesos; y para obras como pozos, restitución de eficiencia de captación y/o conducción de aguas subterráneas para riego, incluyendo captaciones ya existentes y nuevas.

Pero además de esa medida, tomada a mediados de enero, hoy la CNR cuenta con un presupuesto complementario de 11 mil millones de pesos para la operatoria de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje que hemos destinado al concurso antes mencionado y a otros 2 concursos especiales: Concurso 21-2008 No Seleccionados Intrapredial, para pequeños productores y empresarios medianos, con un monto disponible de \$5 mil 500 millones; y Concurso 22-2008 No Seleccionados Extrapredial, para organizaciones de pequeños productores y organizaciones de usuarios, con 4 mil 200 millones de pesos, y Obras Civiles. Ambos concursos son de carácter nacional.

Con estos concursos podremos satisfacer la demanda de unos 500 proyectos de riego adicionales y se podrá contar con 7 mil hectáreas adicionales de superficie de riego tecnificado, es decir, subiremos de 13 mil a 20 mil las hectáreas dotadas de riego tecnificado.

Cabe destacar que los recursos adicionales gestionados por la CNR también irán a complementar los recursos destinados al Programa de Obras Medianas de Riego (PROM), que recibió \$5 mil millones que se destinarán a la reparación de componentes dañados de muchos sistemas de riego que, en su estado actual, impiden a los regantes asegurar el riego de sus cultivos, desperdiciando muchas veces un recurso cada vez más escaso.

Destacamos que estos fondos corresponden a una inversión de largo plazo ya que los sistemas de riego han aportado mejoras en las condiciones productivas desde el punto de vista tecnológico.

Así ha comenzado nuestro nuevo año de trabajo, a través de este medio nos mantendremos en permanente diálogo para que el sector riego y las producciones agropecuarias sigan creciendo y consolidándose.

A large, stylized handwritten signature in white ink, located at the bottom right of the page. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke extending to the right.



|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| ■ Noticias nacionales .....                             | 4  |
| ■ Noticias internacionales .....                        | 8  |
| ■ Cómo enfrentar la sequía .....                        | 10 |
| ■ Organizaciones de regantes destacadas .....           | 18 |
| ■ Entubamiento y tarjeta de prepago en Lliu Lliu .....  | 22 |
| ■ Junta de Vigilancia del Maule y rol de regantes ..... | 24 |
| ■ Clorosis férrica en paltos .....                      | 25 |
| ■ Especial de riego con pivotes .....                   | 28 |
| ■ Biofiltros .....                                      | 38 |
| ■ Cultivos resistentes a estrés hídrico .....           | 44 |
| ■ Convenio CNR-INDAP .....                              | 50 |
| ■ Gira de regantes a Europa .....                       | 52 |
| ■ Concursos Ley de Riego 2008 .....                     | 54 |
| ■ Tribunal de Aguas de Valencia .....                   | 55 |

#### Oficinas de Información, Reclamos y Sugerencias:

**Informaciones:** 4257908 / [cnr@cnr.gob.cl](mailto: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

#### Chile Riego 33 - abril 2008

**Directora:** Daniela Pradenas F. **Comité Editorial:** Daniela Pradenas F. (CNR), Carlos Avilés (CNR), Enrique Díaz M. (DOH), Luis Salgado S. (Universidad de Concepción), Raúl Ferreyra (INIA), y Patricio Trebilcock K. (RedAgrícola). **Editor General:** Patricio Trebilcock K. **Periodistas:** Juan Pablo Figueroa F., Jorge Velasco C., **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:** Rodrigo Cabrera (2) 665 03 90, [ventasredagricola@gmail.com](mailto:ventasredagricola@gmail.com). **Oficina:** José Arrieta 85, Providencia, Santiago. Teléfono: (2) 665 03 90. Fax: (2) 665 03 89. **Suscripciones:** Teléfonos: (2) 665 03 90, [ventasredagricola@gmail.com](mailto:ventasredagricola@gmail.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.

Visitenos en [www.cnr.cl](http://www.cnr.cl)



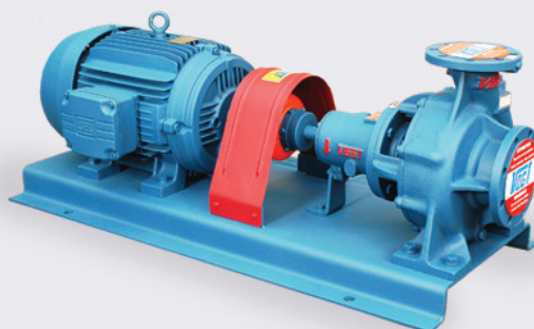


## ESTAMOS CRECIENDO E INNOVANDO PARA USTED

Vogt empresa líder en la impulsión de fluido moderniza su fábrica con tecnología de punta.

Otorgando a sus clientes:

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





Para Ley de Riego y PROM

## CNR cuenta con \$16 mil millones complementarios



«La nueva asignación de recursos responde a una gestión bien argumentada por parte de esta Secretaría Ejecutiva en el sentido de contar con

más fondos para hacer una inversión de largo plazo y ampliar la superficie beneficiada con sistemas de riego tecnificado -a través de la Ley de Riego-, junto con la reparación de algunos sistemas de riego y/o la construcción de obras medianas de acumulación, por medio del PROM», destacó Nelson Pereira, Secretario Ejecutivo de la CNR.

Los recursos destinados a la instalación de sistemas de riego tecnificado corresponden a \$11 mil millones -que se sumarán a los 29 mil millones de pesos asignados en el presupuesto 2008-, mientras que en el caso del PROM se suman 5 mil millones de pesos a los \$5 mil 300 millones iniciales.

Pereira explicó que los recursos complementarios para la operatoria de la Ley de Riego permitirán satisfacer la demanda de unos 500 proyectos de riego adicionales "lo que posibilitará contar con 7 mil hectáreas adicionales de superficie de riego tecnificado, es decir, subiremos de 13 mil a 20 mil las hectáreas dotadas de riego tecnificado", indicó.

En el caso del Programa de Obras Medianas de Riego (PROM), el Secretario Ejecutivo de la CNR dijo que los \$5 mil millones asignados complementariamente se destinarán a la reparación de componentes dañados de muchos sistemas de riego que, en su estado actual, impiden a los regantes asegurar de manera óptima el riego de sus cultivos, desperdiciando muchas veces un recurso cada vez más escaso.

Investigadores en Estados Unidos y México para crear sistema chileno

## Visita a certificadoras de equipos de riego



Raúl Ferreyra, Leoncio Martínez, Isaac Maldonado y Alfonso Osorio, investigadores del INIA, en uno de los departamentos de la Universidad estatal de California en Fresno.

En el marco de un proyecto que busca desarrollar un sistema chileno de certificación de equipos de riego, investigadores del INIA viajaron a EEUU y México para conocer la experiencia de esos países en la materia. Chile-riego conversó con Alfonso Osorio, jefe del proyecto de certificación y Raúl Ferreira, investigador del INIA, quienes explicaron las principales conclusiones que sacaron de la experiencia, las que podrían dar la pauta del sistema que se aplicará en nuestro país. "Nuestra misión fue conocer la situación de la certificación de

equipos de riego tanto en México como en EEUU y visitar las entidades que están encargadas del asunto para apoyar el nuevo sistema de certificación que la CNR y la industria del riego buscan establecer en Chile. En México visitamos el IMTA (Instituto mexicano de tecnología del agua) que es la institución más relacionada con el manejo del agua, el EMA (Entidad mexicana de acreditación), y dos empresas certificadoras en Ciudad de México. En EEUU estuvimos en el Centro Tecnológico de Irrigación (CIT, en Fresno), en donde conversamos con los espe-

cialistas de ese centro", explican los investigadores.

Señalaron que el CIT tiene las capacidades profesionales y la infraestructura para realizar pruebas y ensayos para la certificación. Que están acreditados por la ANSI (American National Standards Institute) y que por sus laboratorios pasa un altísimo porcentaje de los equipos fabricados en EEUU.

"Creemos que en Chile, para la gran mayoría de los equipos, podríamos aplicar una norma ISO. Todas las normas y ensayos que vimos se pueden aplicar en Chile, pero hay que analizar el grado de rigurosidad con que conviene aplicar las normas. Si estamos preparados o si hay que flexibilizar y dar un espacio de tiempo para que el sistema se acomode hacia algo más exigente... debemos definir si a los equipos que vienen del extranjero les vamos a pedir pruebas de evaluación o sólo que vengan con alguna certificación (ej. ISO) y ésta sólo tendría que ser homologada de acuerdo a alguna norma chilena. Lo más probable es que en nuestro caso tengamos que aplicar una solución intermedia", precisan los representantes de INIA.

## En marcha Asociación Chilena de Riego

Desde hace más de un año un grupo de profesionales y empresarios del riego viene trabajando en la creación de la Asociación Chilena de Riego y Drenaje A.G. (AGRID).

Esta asociación ya tiene directiva y está conformada (de izq a der) por los señores Jorge Orellana de Tecnar, Ricardo Ariztía de Agroriego, Roberto Munita de Civilagro y Gustavo Harfagar de Vinilit.







# Todo lo que necesita para sus proyectos de riego





Universidad de Talca

## Programa de Diplomado en Riego Tecnificado

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Talca informó que se encuentran abiertas las postulaciones a la 4a versión (año 2008) del programa de Diplomado en Riego Tecnificado, el que se realizará entre el 13 de Junio y el 12 de septiembre próximo. Los interesados deben comunicarse con la secretaria del programa al teléfono 71-200426, Talca.

### Más informaciones:

[http://www.citrautalca.cl/htm/trans\\_tecnologica/diplomado\\_riego.htm](http://www.citrautalca.cl/htm/trans_tecnologica/diplomado_riego.htm)

## De la CNR a Nuevo Director de CIREN



El abogado Rodrigo Álvarez, quien hasta el año pasado se desempeñara como asesor jurídico y legislativo de la CNR, fue nombrado por la Ministra de Agricultura, Marigen Hornkohl, como el nuevo Director de CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales). Institución que proporciona información sobre recursos naturales renovables y principalmente de clima, recursos hídricos, suelos, frutícolas, forestales y división de la propiedad rural, con especial énfasis en el aporte al desarrollo territorial sustentable del país.

28 de mayo en Viña del Mar

## Seminario "Manejo del ambiente y plagas en paltos y cítricos"



Algunos de los problemas más relevantes asociados al cultivo de paltos y cítricos son los manejos del riesgo fitosanitario. Expertos internacionales y regionales contarán las experiencias obtenidas a partir de rigurosas investigaciones sobre este campo en un gran seminario programado para el 28 de mayo en

el Hotel del Mar en Viña del Mar.

Por el número y la calidad de los expositores se espera reunir a gran cantidad de productores, académicos y profesionales, los que conocerán estudios y avances tecnológicos de punta en el manejo del medioambiente y plagas de los mencionados frutales. Dos aspectos

de vital importancia que impactan en la rentabilidad y productividad de paltos y cítricos.

En los últimos años han aumentado las plantaciones de paltos y cítricos en laderas y pendientes, lo que dificulta el manejo fitosanitario de esos cultivos. A ello se suma la situación de monocultivo y la eliminación de flora nativa, aspectos relevantes para cumplir con los protocolos de BPA.

Algunos expositores del seminario: Dra. Elizabet Núñez, investigadora del Servicio Nacional de Sanidad Agraria de Perú; Joseph Morse, experto de la Universidad de California; Francisco Gardiazabal, docente de la Universidad Católica de Valparaíso y asesor Gama; Víctor Smothers, investigador del Dep. de Agricultura de EEUU; además de los expertos de INIA La Cruz.

### Más antecedentes:

esanmartin@inia.cl  
33-470390

### Sobre efectos en el sector silvoagropecuario

## U. de Chile gana licitación de FIA para estudio de adaptación al cambio climático

Su trabajo se extenderá por seis meses y se orientará a identificar, analizar y sintetizar la información existente acerca de políticas, estrategias e iniciativas de adaptación al cambio climático en el sector silvoagropecuario, los recursos hídricos y edáficos, tanto en Chile como el extranjero.

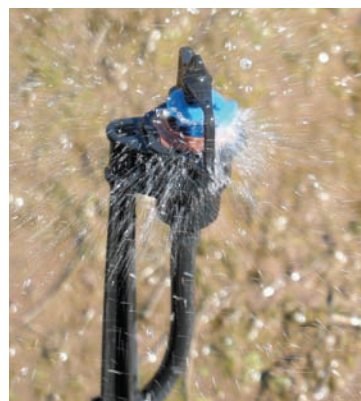
La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) dio a conocer el resultado de la licitación para el estudio "Sistematización de las políticas y estrategias de adaptación nacional e internacional al cambio climático del sector silvoagropecuario y de los recursos hídricos y edáficos".

### CD desarrollado por la U. Católica

## Enciclopedia del Riego en Frutales

Esta enciclopedia digital fue desarrollada por profesionales del Dep. de Fruticultura y Enología (Fac. de Agronomía) de la PUC, como material de estudio para alumnos y para profesionales del riego y de la producción de frutas. El CD es interactivo y contiene información técnica sobre riego en frutales, actualizada a diciembre de 2007.

Se puede solicitar una copia del CD, a un costo nominal, en el sitio web: [www.irrifrut.puc.cl](http://www.irrifrut.puc.cl)





# PLASTRO

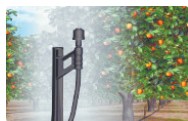
Líder mundial en materiales con  
tecnología aprobada para su riego

NUESTRO COMPROMISO CON NUESTRO CLIENTES:

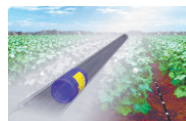
- CALIDAD
- SERVICIO
- INNOVACIÓN CONTINUA

La constante innovación tecnológica en la fabricación de productos, unido a un acabado conocimiento de las necesidades del área, hacen de PLASTRO la mejor alternativa altamente confiable en productos para el riego tecnificado de una variedad de cultivos, en diversos ambientes, climas y suelos, asegurando siempre óptimos resultados.

PRODUCTOS:



DIFUSORES Y ASPERSORES



EMISORES DE GOTEO



VALVULAS Y ACCESORIOS



NEBULIZADORES

- APLICACIONES:
- SISTEMAS DE RIEGO CON BAJO CONSUMO ENERGÉTICO - PLES.
  - CONTROL DE HELADA.
  - RIEGO CON GOTEROS SUBTERRENO - SDI.
  - RIEGO POR GOTEO DE ULTRA BAJO VOLUMEN.
  - SOLUCIONES PARA LA MINERÍA.

Ventas a través de red de distribuidores a nivel nacional.



Cerro Santa Lucia 9990, Quilicura, Santiago  
Teléfono: 562 - 446 4444/15 • Fax: 562 - 446 4448  
info@plastro.cl • www.plastro.com



## España: Boom de plantas desaladoras



El programa AGUA del Gobierno español prevé la puesta en servicio, ampliación y construcción de 34 desaladoras, como medida para satisfacer las necesidades de agua de las cuencas mediterráneas. Tras varios retoques al programa AGUA, se han puesto en servicio cuatro grandes desaladoras ya construidas, se programó la ampliación de otras cinco y la construcción de diecisiete nuevas plantas. Además de estas 26 desaladoras en el litoral mediterráneo, se incluyen ocho plantas más en Ceuta, Melilla, Canarias y Baleares. El Ministerio de Medio Ambiente calcula que estas 34 desaladoras sumarán una capacidad de 713 hectómetros cúbicos.

### Plantas desaladoras en España

(Datos hasta enero de 2008 (En Hm³ al año).

#### Girona

10 Hm³ Ampliación La Tordera (en redacción)

#### Barcelona

60 Hm³ (en construcción)

#### Castellón

15 Hm³ Moncófar (adjudicada)

18 Hm³ Oropesa (adjudicada)

#### Valencia

8 Hm³ Sagunto (adjudicada)

#### Murcia y Alicante

10 Hm³ Javea (en redacción)

20 Hm³ Vega Baja (en redacción)

18 Hm³ Campello/Mutxamiel (adjudicada)

9 Hm³ Denia (adjudicada)

4 Hm³ Ampliación Mojón (adjudicadas)

80 Hm³ Torrevieja (en construcción)

60 Hm³ Águilas/Guadalestín (en construcción)

5 Hm³ Ampliación de Águilas (en construcción)

24 Hm³ Alicante II (pronta inauguración)

50 Hm³ Valdelentisco (pronta inauguración)

24 Hm³ Pedro del Pintar II (funcionando desde 2004)

6 Hm³ Ampliación Alicante I (funcionando desde 2004)

24 Hm³ San Pedro de Pinatar I (funcionando desde 2004)

#### Almería

30 Hm³ Campo de Dalias (adjudicada)

5 Hm³ Adra (información pública)

20 Hm³ Bajo Almanzora (en construcción)

20 Hm³ Níjar (en construcción)

42 Hm³ Carboneras (funciona al 15%)

#### Málaga

20 Hm³ Costa del Sol Occidental (en licitación)

60 Hm³ El Atabal (funciona desde 2004)

20 Hm³ Marbella (construida en 1995)

#### Canarias

10 Hm³ (adjudicada)

9 Hm³ (en construcción)

#### Baleares

17 Hm³ (cuatro plantas en construcción)

#### Ceuta

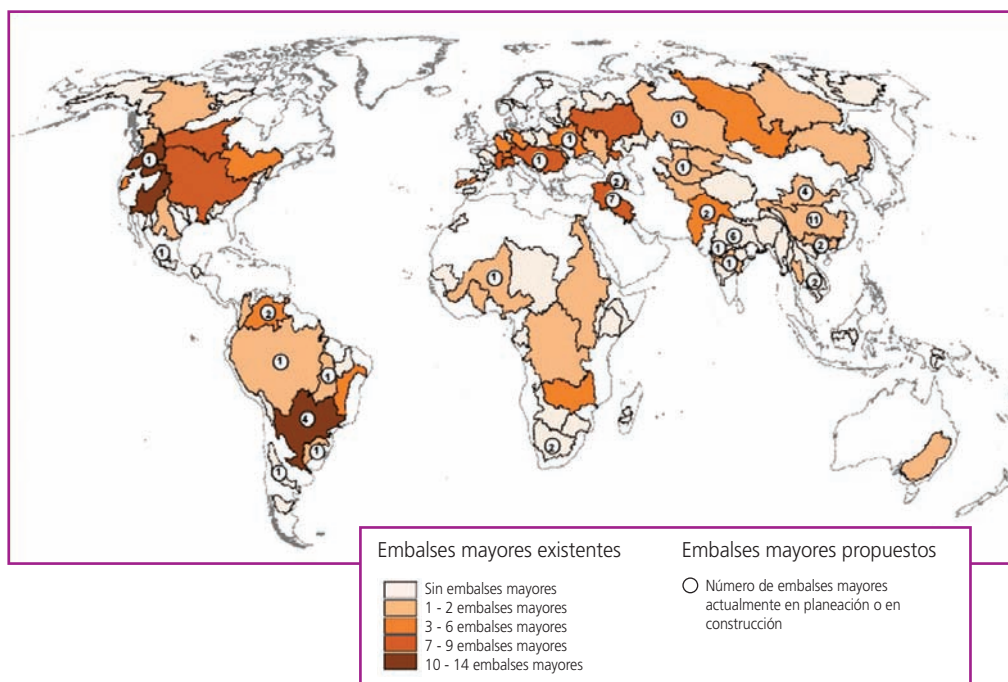
7,5 Hm³ (funciona desde 2004)

#### Melilla

7,5 Hm³ (funciona desde 2004)

Fuente: Elaboración propia, con datos del Ministerio de Medio Ambiente

## 1.500 embalses en construcción en el mundo



Los embalses son una herramienta más en la gestión del agua. Hoy, las estimaciones indican que entre un 30 y 40 por ciento de las tierras de regadío de todo el mundo depende de los embalses, y el mayor porcentaje de embalses mayores de quince metros de altura que existen en el mundo se han construido en los últimos cincuenta años. Si bien su construcción ha disminuido en los países desarrollados, se calcula que en el planeta existen en fase de proyecto o construcción unos 1.500 embalses de más de sesenta metros de altura, y la mayoría de ellos se encuentran en las cuencas del Yangze, del Tigris, del Eufrates y del Río de La Plata. España, por ejemplo, cuenta hoy con más de 1.100 embalses de más de 45 metros, el doble que en cualquier otro país del Viejo Continente.



**Tecnificación de riego:****Empresa chilena Tecnar instala un proyecto en el norte de brasil**

Chilenos exportan servicios de ingeniería en riego tecnificado: La empresa de ingeniería Tecnar, especialista en diseño de sistemas de riego tecnificado, está instalando 105 ha en Natal, Nordeste de Brasil. Los materiales

fueron llevados desde Chile y el diseño incluye sistemas de telemetría para el control remoto de los equipos. Esta instalación es parte de un proyecto más grande que llegará a las 1.000 ha de frutales.

**Jain Irrigation adquiere empresa de máquinas para riego por goteo**

Jain Irrigation ha adquirido la empresa suiza Thomas Machines S.A, fabricante de máquinas para la fabricación de tuberías de pared gruesa, tuberías de pared delgada y cinta de riego. "Esta adquisición va a apoyar el desarrollo de Jain Irrigation y nos permitirá llegar con nuevos productos más rápido al mercado para crear una nueva generación de líneas de goteo, incluyendo nuevos productos de riego de precisión. Thomas

Machines tiene una gran tecnología y conocimientos tanto en el mercado del riego como de las tuberías. No sólo hemos adquirido gran tecnología sino que estamos ahora un paso adelante que nuestros competidores en términos de calidad de productos. Esto va a consolidar nuestra posición de liderazgo mundial en esta industria", señaló Ajit Jain, Joint Managing Director de Jain Irrigation Systems.

**AFRE celebra 10 años y organiza congreso internacional**

La Asociación de Fabricantes de Riego Españoles celebra este año 10 años de vida, y los celebrará organizando el I Congreso Internacional de Riego, que se realizará entre el 18 y el 20 de junio en Zaragoza, en el marco de Expo Zaragoza 2008. En Congreso es organizado por AFRE, la Federación Nacional de Comunidades de Regantes, Tribuna del Agua de Expo Zaragoza 2008 y el Ministerio del Medio Ambiente.

Teléfono +34 91 7819522  
Fax +34 91 5761866  
congresoriego@congresoriego.org  
www.congresoriego.org

# ENTRE AL MUNDO DEL RIEGO TECNIFICADO



**CONAFE SEA, Soluciones para el Emprendimiento Agrícola,** somos una división experta en la ejecución integral de proyectos que requieran riego tecnificado con suministro eléctrico.

**Nuestros Servicios:**

- Ejecución de Proyectos
- Asesoría y Elaboración de Proyectos
- Materiales de Riego
- Mantenimiento de Instalaciones.



Consultas al Fono Cliente 600 500 50 50  
**www.conafe.cl**

SERVICIO DISPONIBLE PARA NUESTROS  
CLIENTES DE LA CUARTA Y QUINTA REGIÓN



En 2007, el déficit de lluvias en Chile llegó al 48,6 %. El agua de los embalses se está agotando y ya hay más de 200 comunas que han sido declaradas zona de emergencia. El gobierno ha destinado \$ 21 mil millones para paliar los efectos de la sequía. Los agricultores, por su parte, pueden realizar acciones para estar preparados y enfrentar mejor la escasez de agua.

**Por ejemplo, aprovechar las bonificaciones de la Ley de Fomento al Riego que entrega la CNR.**

*Por Jorge Velasco Cruz*



## Sequía en Chile Cómo usar mejor el agua

Aliro Honores se agacha y deja caer un cable con una ampolleta hacia el fondo de la noria. Abajo, gracias al reflejo de la luz, se divisa el agua. Está a unos nueve metros de profundidad. El año pasado estaba en seis y, dos años atrás, a sólo cuatro metros. Aliro tiene dos hectáreas de cítricos. En un año normal cosecha 2.500 mallas de limones. En éste, cosechó sólo 800. Antes regaba su predio en poco más de tres horas cada día y medio. Ahora sólo le destina 45 minutos diarios y ha tenido que dejar sectores a nivel de supervivencia. Los riega sólo un cuarto de hora. El alto precio

del limón, señala, ha compensado en parte las pérdidas. Pero lo que no compensa es la recuperación de los árboles. "Van a necesitar un año más para recobrase, por lo que también tenemos perdida la producción del próximo año", exclama.

La ubicación es la comunidad agrícola Los Trigos, en el secano de la Región de Coquimbo, a pocos kilómetros de Ovalle. El calor parece aplastar todo lo que encuentra y la tierra se debate, hecha polvo, bajo los rayos inclementes del sol. El 2007 fue un año especialmente

duro para los agricultores. Apenas llovieron 41 milímetros, casi un 60 % menos de lo que debiera ser un año normal. El problema, indica Aliro, es que la última gran lluvia fue el 97. "Yo tengo claro que cada ciertos años han venido estas sequías, pero no tan intensas como ahora. Además que ha aumentado la superficie de frutales. Antes los huertos eran más chicos y se necesitaba menos agua", sentencia.

A pocos kilómetros de ahí, en la comunidad agrícola Las Damas, Héctor Cortés R. vive una situación similar. Tiene una plantación de cí-



*El embalse Cogotí ya se encuentra a sólo un 20 % de su capacidad.*



*El agricultor Héctor Cortés y su estanque de 25 mil litros que lo ha ayudado a sobrellevar la sequía.*



*El pequeño citricultor Aliro Honores y su pozo noria para riego hoy semivacio.*

tricos y paltos que antes regaba 3 horas por día y a la que ahora le dedica sólo una hora y media. Él tiene más agua que Aliro Honores: cuatro pozos alimentan un estanque de 25 mil litros. Su producción fue afectada por las heladas del año pasado. "Tuvimos un 40 % de pérdida", dice.

Tanto Héctor Cortés como Aliro Honores, a pesar de la sequía,

pueden mantener cierta tranquilidad: gracias a créditos y aportes de INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario) han podido instalar riego por goteo. Si no lo hubieran hecho hoy tendrían su cosecha perdida.

La tecnificación va más allá de lo intrapredial. Así, al menos, lo testifica Ramón Rojas, uno de los 25 agricultores que es parte del pro-

yecto "Elevación Potrerillo Alto", ubicada en la zona de riego a pocos minutos de viaje desde Ovalle. Luego de una inversión de 15 millones de pesos –con aporte de INDAP de \$12 millones–, pudieron instalar una bomba para llevar agua desde un canal que viene del embalse La Paloma hasta otro que proviene del embalse Cogotí. "La única manera de poder hoy en día ocupar el agua y aprovecharla de mejor manera es tratar de usar el riego tecnificado. Ya no hay agua de la que se pueda disponer en cantidad suficiente. Por lo tanto, hay que gastar lo menos posible para tratar de aprovecharla al máximo", comenta. Gracias a esta pequeña gran obra, todavía él y otros 24 agricultores tienen agua. Pero si antes el metro cúbico les costaba \$10, ahora vale \$50.

Las autoridades están preocupadas de la situación. Jorge Rivera, agrónomo y coordinador de riego de INDAP Región de Coquimbo, visita permanentemente a los agricul-

tores de la zona y trata de ayudarlos a resolver sus problemas, sea a través de créditos, subsidios directos o concursos. Mientras conversa con Aliro, Héctor y Ramón, les anuncia que ya está listo un Bono Especial para Obras Menores de Riego, el cual está destinado a recuperar de manera total o parcial, o a implementar obras menores de riego prediales. El bono cubre costos de trabajos de profundización de norias y pozos-sanja, obras de captación de vertientes, ampliación y construcción de pequeños tranques, conducción entubada, adquisición de geomembranas, construcción y habilitación de punteras. Cubre un 100 % del financiamiento de las obras con un tope de \$1.300.000.

"Nosotros sabemos que tenemos ciclos de sequía y otros de mayor precipitación", afirma Rivera. "El problema –sostiene– es que ya debería venir el año lluvioso y todavía no aparece". La situación, que quizás se siente con mayor fuerza en las regiones de Atacama y Coquimbo, también castiga duro al resto del país. El déficit pluviométrico promedio del año 2007 fue de 48,6 %. Zonas como Copiapó y Vallenar tuvieron 90 % menos de precipitaciones. Mientras tanto, en las regiones de O'Higgins la falta osciló entre un 40 % y un 50 %, y en las regiones Séptima y Octava cayó entre un 30 y un 50 % menos de agua.

"No cabe ninguna duda de que hay un problema de sequía y que es importante", dice el Dr. Gabriel Selles, ingeniero agrónomo experto en riego del INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) La Platina. "Esto puede ser el inicio de un proceso. Los últimos fenómenos de sequía han durado dos o tres



## Los instrumentos del Gobierno

Bono de Emergencia Agropecuaria de \$ 150.000 por cada beneficiario para la adquisición de forraje, insumos agrícolas y profundización de norias.

■ **Un concurso Especial de la Comisión Nacional de Riego:** en distintas modalidades, destinados a mejorar obras de riego intra y extra predial. (CNR – INDAP – INIA)

■ **Programa Especial de Inversión en Riego INDAP:** para mejoramiento de obras de conducción de agua, almacenamiento y micro riego.

■ **Concursos especiales de Recuperación de Suelos Degradados:** para aumentar disponibilidad de forraje (INDAP-SAG).

Programas de empleo de emergencia para reparación, limpieza de canales, apoyo a la distribución de aguas para riego en la Región de Valparaíso (CONAF).

■ **Reforestación Campesina en la Región de O'Higgins (CONAF – INDAP).**

■ **Subsidio de Siniestralidad de Créditos:** rebajas de hasta 80% en las deudas con INDAP, vinculadas a la producción y cosecha.

■ **Programa Sanitario Ganadero diferentes sectores (Comenzó a operar en marzo. A cargo del SAG e INDAP).**

■ **Programa de Formulación de Proyectos para agilizar el acceso a los concursos de riego de INDAP y CNR (INDAP-INIA).**

■ **Distribución de Boletines Informativos:** con sugerencias de acciones ante efectos climáticos de sequía en procesos productivos, (SEREMI-INIA- FUCOA).

Aumento de recursos de la Ley de Fomento al Riego.

años. No sabemos si estamos en la mitad de un proceso o en el inicio", concluye.

## Gobierno en Acción

El viernes 1 de febrero, la Presidenta Michelle Bachelet constituyó un comité de ministros para el diseño y operación de medidas para combatir la sequía. Junto con él, se formó un comité técnico integrado por diversas reparticiones públicas. El Director General de Aguas, Rodrigo Weisner, fue nombrado como secretario ejecutivo del comité. Y no tardó en dar la alerta. Declaró la sequía como "la peor en los últimos cien años" y se habló de alarmantes bajas en los embalses, como el Laja y el Maule, que perdieron un 21 % y un 12%, respectivamente, entre el 1 de enero y el 25 de febrero. Actualmente, de los 797 millones de metros cúbicos que tiene la Laguna del Maule, sólo el 5 % puede ser utilizado para electricidad.

En tanto, el gobierno sigue declarando más comunas del país en emergencia, destinando recursos y anunciando planes. "Estamos trabajando para garantizar ayuda directa y oportuna a todos los agricultores afectados por el déficit de agua. Con más de 20 mil millones de pesos de inversión, hemos beneficiado a poco más de cien mil familias de las 209 comunas de todo el país que han sido declaradas 'zona de emergencia agrícola', debido a la falta de agua", dijo a Chileriego la Ministra de Agricultura, Marigen Hornkohl. Según detalló la secretaria de estado, han estado trabajando más de 400 funcionarios en terreno, entregado más de 2.500 toneladas de forraje y otras 300 de alimentos para el ganado, además de otorgar protección sanitaria.

Las medidas (a las cuales recientemente se sumó un paquete extra de US\$ 93 millones), señala el Director Nacional de INDAP, Hernán Rojas, apuntan fundamentalmente al apoyo en la alimentación



25 agricultores fueron beneficiados por el proyecto "Elevación Potrerillo Alto" en Ovalle, que pese a la sequía les permite seguir regando.

de los animales, proporcionar agua para que los agricultores puedan mantener el sistema productivo, el cultivo de praderas suplementarias en invierno y un subsidio de siniestralidad que reduce la deuda hasta en un 80 % para quienes hayan asumido compromisos económicos con INDAP. Los beneficiarios, aclara Rojas, son todos aquellos que tengan una superficie menor a 12 hectáreas de riego básico, un patrimonio bajo las UF 3.500 y cuya actividad principal sea la agricultura. Y que, además, estén en una zona

declarada de emergencia. Sin embargo, se apresura en aclarar que "ningún grupo de agricultores se va a quedar fuera de la ayuda si la necesita. Si hubiese algún grupo de agricultores en problemas, en una zona no declarada, INDAP puede ir en ayuda de todas maneras, con la misma batería de instrumentos".

Rojas precisa que hoy día INDAP está beneficiando a unos 70.000 agricultores, a través de programas de asesoría técnica, subsidio a la inversión y riego campesino, junto





La Ministra de Agricultura, Mari Gen Hornkohl, en terreno.

con instrumentos específicos para combatir la sequía (ver recuadro "Los instrumentos del Gobierno"). Además, precisa la ministra Mari Gen Hornkohl, se están construyendo los embalses El Bato (Región de Coquimbo), Convento Viejo (Región de O'Higgins), Ancoa (Región del Maule) y los canales matrices Laja-Diguillín (Bío Bío) y Faja-Maisan (Región de la Araucanía). Junto con ellos, afirma, desde 1990 se han construido tres embalses

(Santa Juana, en Huasco; Puclaro, en Elqui; Corrales, en Choapa) y un canal matriz en Pencahue. Todo por una inversión de US\$ 855 millones.

El director nacional de INDAP no descarta la colocación de nuevos instrumentos. Pero, aclara, hay que compartir la responsabilidad de la sequía entre el gobierno y los agricultores. "Éste no es un problema del gobierno, sino de la agricultura en general. Aquí también hay

decisiones que tienen que tomar los agricultores. Por ejemplo, si un campo resiste sólo diez animales y se tiene quince, hay que tomar la decisión de vender y así pasar mejor el invierno", explica.

Los otros organismos del gobierno, en tanto, también están trabajando. La Comisión Nacional de Riego (CNR), por medio de la Ley de Riego (18.450), se preocupa permanentemente de mejorar los predios agrícolas. "Lo que nosotros hacemos es adelantarnos a las sequías de mañana, mediante una progresiva mejora de la red de infraestructura de riego. Además, la superación de una sequía como la actual lleva años. En tal contexto, la Ley de Riego está encaminada a aportar una visión estratégica para enfrentar episodios futuros de sequía", explica el ingeniero Manuel Silva, Jefe Operativo del Departamento de Fomento al Riego. De to-

das formas, para este año se anunciaron recursos adicionales por \$ 16 mil millones para la operatoria de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, y para el Programa de Obras Medianas de Riego (PROM). Con lo que se llegará a los \$40.000 millones concursables.

El gobierno también está realizando otro tipo de labores por medio de organismos más técnicos. FIA (Fundación para la Innovación Agraria) está trabajando junto con ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) y CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), en generar una política de adaptación de la agricultura al cambio climático, asunto que tiene directa relación con la sequía. El INIA, en tanto, se ha dedicado a la asesoría en la implementación de obras y, especialmente, en difundir información que permita paliar los

**WELLFORD**



## Cartilla INIA Rayentué Medias de Prevención y Mitigación para Frutales y Forestales

### FRUTALES

Mantener un estricto control de malezas en el huerto.

Implementar sistemas de riego mecanizado en reemplazo del riego superficial.

**Desarrollar técnicas de monitoreo de los requerimientos de riego:** tensiómetros, calicatas, uso de barreno.

Regular la carga frutal en función de la disponibilidad de agua de la temporada.

**Mantener control de vegetación superflua:** chupones y sierpes.

Reducir la fertilización nitrogenada en función de los ajustes de producción y control de crecimiento vegetativo.

### FORESTALES

Las acciones en plantaciones forestales, van encaminadas en dos sentidos:

**Reducir la evapotranspiración (la pérdida natural del agua de cada planta):**

Podar un tercio de la altura de la copa verde de los árboles, en plantaciones con edad superior a los tres años.

Disminuir la densidad del rodal (bosque), eliminando árboles deprimidos y enfermos.

Seleccionar brotes en rodales de Eucalyptus reproducidos vegetativamente, dejando un máximo de 6 retoños por tocón.

Eliminar competencia, aplicando desmalezado alrededor de los árboles, en plantaciones forestales de 1 y 2 años de edad.

**Aumentar la resistencia a la sequía:**

Evitar la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

## Vides: Cómo enfrentar la sequía

El Dr. Gabriel Selles, experto en riego de uva de mesa de INIA La Plátina, comenta que la sequía es un asunto complejo para frutales leñosos (permanentes). “En el caso de la uva, no solamente basta con producir, sino que hay que producir con una cierta calidad. En uva de mesa, lo que nosotros debemos tener para lograr buenos precios es calibre. Y el calibre se ve afectado por la falta de agua”, sentencia. Para evitar problemas mayores, plantea las siguientes medidas:

- Partir la temporada con los suelos llenos de agua y con la capacidad de estanque completa. De esta forma, podrán desarrollarse bien los primeros estados de crecimiento de las vides, que son los más acelerados. “Prácticamente, el 75 % u 80 %

del tamaño final (de la uva) se adquiere en el periodo de pinta. Después de la pinta la ganancia es un poco menor. El periodo entre cuaja y pinta es muy importante”. Si después de pinta se reduce el riego en un 20 % ó 30 %, no se ve afectado en gran medida el tamaño de la fruta.

- Control de malezas que competirán por agua y nutrientes con el cultivo.
- Evitar las evaporaciones excesivas de agua en el suelo. Utilizar mulch de paja para evitar evaporación directa. Monitorear humedad y controlar tiempos de riego.
- Mantener equipos de riego localizados en óptimas condiciones, para asegurar descarga uniforme dentro de los campos.
- Identificar parrones más pro-



ductivos y rentables, para darles prioridad. Destinar los menos productivos a pasas u otros fines.

- Si son parrones viejos, confirmar decisiones respecto de si serán o no arrancados.
- No suprimir el riego después de la cosecha. Tras este periodo hay crecimiento de raíces, el que hay que asegurar. Las raíces acumulan carbohidratos y preparan a la planta para la próxima temporada.

efectos de la sequía; lo ha hecho a través de informativos y de la “Cartilla Técnica Nacional de la Sequía” ([www.inia.cl/remehue/otros/cartilla\\_sequia.pdf](http://www.inia.cl/remehue/otros/cartilla_sequia.pdf)), un completo documento publicado en febrero, que provee valiosas informaciones para contrarrestar los efectos de la falta de agua.

## Tomando Conciencia

Los expertos coinciden en que, a nivel general, la temporada pasada terminó con un saldo positivo, considerando las heladas del año pasado y la falta de agua. Lo que hay que hacer ahora es mirar hacia delante. Y, para ello, lo primero es tomar conciencia. La escasez, comenta Jorge Rivera (INDAP Región de Coquimbo), está internalizada en el norte de Chile pero todavía no ha sido incorporada a la idiosincrasia del centro y sur del país.

“Siempre se ha dicho que los recursos hídricos son limitantes, pero nunca se ha dicho con la suficiente fuerza que debemos ser cuidadosos. Hay acciones para mejorar



*Los pequeños campesinos que han tecnificado su riego han logrado resistir mejor la sequía.*

la eficiencia, un buen ejemplo es la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Riego, pero desde el punto de vista de la gestión estamos muy atrasados”, comenta María del Carmen Icaza, ingeniera agrónoma de la Unidad de Desarrollo Estratégico de FIA. En su opinión, todavía falta mucho por hacer: reestudiar la capacidad de los embalses, revestir canales y ver formas eficientes de redistribuir el agua.

Algo que, de alguna manera, está sucediendo en la zona de Ovalle. “Lo que está faltando en esta zona es el revestimiento de canales. Son todos de tierra, por lo tanto, la pérdida por conducción es enorme. Si lográramos aminorar la pérdida tenemos en conducción un 50 % de ahorro... Yo creo que el Estado debería preocuparse de gastar más en revestimientos... Este año, si no llueve, se van a perder miles de





Hernán Rojas, Director Nacional de INDAP.

hectáreas, miles de hectáreas en las que el Estado también va a perder recursos, como el IVA", explica Alfonso Cortés G., presidente de la Asociación de Canalistas Embalse Cogotí.

El problema es el costo. Según sus cálculos, entubar un canal matriz de ocho metros cúbicos vale aproximadamente \$550 millones



María del Carmen Icaza, ingeniera agrónoma de la Unidad de Desarrollo Estratégico de FIA.

por kilómetro. Pero entre el año 2000 y el 2007 la CNR ha bonificado obras civiles (principalmente revestimiento de canales) por \$85.372 millones de pesos, lo que representa el 48% de los recursos de ese período de la Ley 18.450. Pero los canalistas del embalse Cogotí tienen 107 kilómetros de canal matriz, lo que de acuerdo a las ci-



Experto del INIA Raúl Ferreyra: "En 1997 había 62.000 ha con riego por goteo en el país. Hoy, en cambio, hay 247.500 ha con sistemas de goteo".

fras del presidente de la asociación correspondería \$58.850 millones de pesos. Por esto, según Manuel Silva, dado el alto costo del entubamiento, éste correspondería a una obra mediana de riego (PROM) y no a la Ley de Fomento al Riego.

En otros aspectos, sin embargo,

se ha mejorado mucho. En 1997, señala el ingeniero agrónomo (M. Sc.) del INIA Raúl Ferreyra, había 62 mil hectáreas con riego por goteo en el país. En 2007, en cambio, esta cifra había subido a 247.500 hectáreas, lo que significa un aumento del 298 % de la superficie tecnificada para un área de riego total muy similar entre un año y otro (1.053.516 hectáreas en 1997 y 1.093.993 en 2007). "Se puede pensar que el país está con buena seguridad de riego. Los campos tecnificados van a poder reaccionar bien. El país está bien preparado gracias a políticas de tecnificación", comenta Ferreyra.

### Medidas Extremas

Alejandro Antúnez es ingeniero agrónomo del INIA Rayentué (Región de O'Higgins), con un doctorado en ingeniería. Durante el presente año preparó, junto a otros profesionales, un informativo don-

# Trabajamos por entregar lo más puro del Agua



**JAVI**  
Equipos de Filtraje



**Filtros de Arena**

**Filtros de Malla**

**Filtros de Anillas**

**Hidrociclones**

Capitán Avalos 025 • La Granja • Santiago • Teléfonos: (56-2) 546 3227 - 546 3868 - 546 3842  
Fax: (56-2) 546 9272 • Email: [informaciones@filtrosjavi.cl](mailto:informaciones@filtrosjavi.cl) • [www.filtrosjavi.cl](http://www.filtrosjavi.cl)





El Dr. Alejandro Antúnez es ingeniero agrónomo del INIA Rayentué (Región de O'Higgins).

de se planteaban algunas medidas de prevención y mitigación para la agricultura. El sector más comprometido, asegura, es el del secano. "He recorrido zonas que ya tuvieron trigo y las pérdidas alcanzaron entre el 50 % y el 80%. Ahora, en la zona de riego el problema está más mitigado. No obstante, los caudales tienden a disminuir con el tiempo. De persistir esta situación, la próxima temporada sería muy mala", comenta.

De no tomarse algunas medidas, podría ser incluso peor. Lo primero, recomienda, es —en lo posible— poner riego por goteo o por aspersión, construir tranques de acumulación o limpiarlos, de manera de reestablecer su capacidad a nivel original. "De esta manera —explica su colega Gabriel Selles— si los canales entran a turno, el agua proveniente de los turnos se puede almacenar en tranques y se puede disponer de ella durante todo el tiempo que se utilizan los equipos de riego localizado".

A su vez, si se tiene riego por surco, se debiera nivelar el suelo para realizar un riego más uniforme y de mayor eficiencia. Y si el sistema de riego tecnificado ya está instalado, Antúnez recomienda revisarlo para no tener fallas de presión o una bomba que no esté operando de manera adecuada. Un aspecto en el que María del Carmen Icaza, de FIA, coincide plenamente: "Un mal manejo del riego tecnificado significa un mal uso del recurso

hídrico. Su eficiencia no va a ser la misma de si se lo maneja bien".

Antúnez aconseja también re-vestir acequias y canales, mejorar las obras de bocatomas y, especialmente, estar atentos a los subsidios que entregan las autoridades. En el área del secano, propone profundizar norias y analizar bien la situación antes de tomar decisiones. "Los agricultores que tienen cultivos tradicionales de secano como trigo y lentejas, debieran esperar a ver cómo evoluciona la situación climática para decidir el momento de siembra y, por último, para decidir si van a cultivar o no. Comprar o no comprar semillas, debiera estar supeditado a la situación climática", explica.

En caso de adquirir semillas, agrega, hay que hacerse de variedades más resistentes a la sequía y a enfermedades. En hortalizas, en tanto, se debe tener aún mayor precaución, dada su sensibilidad a la falta de agua y hay que conside-

rar seriamente si conviene cultivar los vegetales o no.

Para frutales, en tanto, Antúnez recomienda ahorrar un poco de agua en el periodo de poscosecha. "Es posible hacerlo sin causar un detrimento significativo en la producción del próximo año", afirma. A lo que agrega: "Debemos esperar a ver lo que ocurra en invierno. Si no ha llovido nada y tenemos un pozo profundo, debemos efectuar un riego al menos un mes antes de floración o brotación de los frutales, de manera de asegurar un adecuado crecimiento fisiológico".

Junto con lo anterior, sugiere también manejar el área foliar de los frutales: tener árboles más pequeños, que transpiren menos y que consuman menos agua. Para el caso de los paltos, Raúl Ferreyra —experto en riego en paltos— estima que se puede disminuir la cantidad de agua para, de esta manera, reducir el coeficiente de cultivo desde el rango de 0,7 % - 0,72 % a 0,38

## Nueva Solución para Optimizar el Riego Sistema de Riego Campesino Familiar

La empresa israelita Netafim, a través de Riego Sistemas, su representante en Chile, tiene un novedoso sistema para ayudar a los pequeños agricultores en su gestión de riego. "Family Drip System es un kit que viene con todo lo que se necesita para producir en una chacra de 500 metros cuadrados", apunta Emilio Navarro, gerente de productos de riego de la empresa.

El kit trae mangueras de goteo MicroDrip de 8 mm de diámetro y 0,90 mm de espesor, con gotero Typhoon (no autocompensado), válvula manual de plástico, filtro, la línea principal de polietileno (de 25 ó 32 mm de diámetro), los conectores, el perforador para los conectores, el teflón y las líneas de goteo. En la superficie de cultivo, especifica Navarro, la distancia entre las mangueras laterales

tiene que ser de un 1 y 1,2 metros, y el largo puede ser hasta de 15 metros. Los goteros están integrados y ubicados cada 30 cm. El caudal es de entre 0,65 a 0,75 litros por hora.

Junto al sistema debe, a su vez, haber un estanque (no incluido en el kit) a un metro del suelo.

"No necesita energía. Su funcionamiento es gravitacional. Lo único importante es que el tanque se vaya llenando. Para que el agua no derrame del estanque se instala un flotador", explica el representante Riego Sistemas. Con un estanque de 200 litros es suficiente.

"El sistema es conveniente en el aspecto económico, técnico, agronómico y permite producir en una huerta familiar. Es modular y aparte permite una implementación a mayor es-



Riego de habas en el sector Arrayán de Lambert.

cala", explica Navarro. Family Drip System ha sido implementado en el secano de la Región de Coquimbo con gran éxito, gracias a un convenio con INDAP. Hasta el momento se han repartido más de 40 kits en esa zona y se espera ampliar la cobertura hacia el valle del Choapa. Además, en la actualidad se vende también en Sodimac de la Región de Coquimbo a un precio que va entre los \$140.000 y los \$180.000 con IVA incluido.

"Gracias al convenio con INDAP

—entidad que financia la compra e instalación del equipo— sus asesores y supervisores hacen el seguimiento para que los agricultores tengan los mejores resultados", afirma Navarro. Si se utiliza correctamente, el ahorro de agua puede llegar a un 90 %. Basándose en una necesidad de riego de 5,5 litros por metro cuadrado, una parcela de 600 metros cuadrados puede ser regada en 3 horas y 20 minutos, utilizando 3.300 litros de agua.



## La Angustiante Situación de los Canalistas del Embalse Cogotí

El paisaje que rodea al embalse Cogotí es montañoso, agreste y desértico. Cogotí, una majestuosa obra de ingeniería, deja ver sus paredes que alguna vez estuvieron cubiertas por el agua. Al centro del lago artificial se levantan unas pequeñas colinas que denotan que se encuentra a sólo un 20 % de su capacidad, con poco menos de 18 millones de metros cúbicos. Y es que, como muestran las cifras, en los últimos años poco ha llovido. La última gran temporada fue 1997 con 538 milímetros. En 2002 hubo otro punto alto con 364 milímetros, pero de ahí en más las precipitaciones han sido escasas.

El embalse riega 4.500 hectáreas. Aunque, gracias a un convenio de la Asociación de Canalistas del Em-



balse Cogotí con La Paloma, el área se extiende a un total de 12.500. La asociación tiene 107 kilómetros de canal matriz y un total de 315 kilómetros, considerando canales secundarios. Para la próxima temporada, el embalse quedará con 10 millones de metros cúbicos y si

no llueve la posibilidad de que se pierdan entre 3.000 y 4.000 ha de frutales está latente. La situación, a diferencia de sequías anteriores, es cada vez más grave, debido a la gran cantidad de plantaciones (cítricos, paltos, olivos, almendros) que han surgido sobre y bajo el embalse en la última década.

"Aquí se necesita, en las zonas altas, de 12 mil a 15 mil metros cúbicos por hectárea para cualquier plantación. La dotación máxima actual son 5 mil y se necesitan 3 acciones por hectárea con una dotación máxima. Este año nosotros dimos el 30 %. Este otro año, si no llueve, no vamos a poder entregar nada de agua", cuenta Alfonso Cortés G., presidente de la asociación de canalistas.

% - 0,4 %. Así, se baja la productividad pero se evita el daño. En uno o dos años los paltos se pueden recuperar, algo que no sucede necesariamente con otras especies.

"Nosotros entendemos que la agricultura depende del clima y eso va a ser siempre igual. Entonces, una mejor agricultura es la que se prepara para situaciones cambiantes de clima... La enseñanza para el futuro es que hay que profundizar mucho más: riego más eficiente, mejores prácticas de manejos agro-nómicos y pecuarios, mejorar la capacidad para predecir una situación de sequía y adaptar los sistemas a esta situación que viene y utilizar nuevos instrumentos de gestión de riego" sentencia Hernán Rojas, Director Nacional de INDAP. Todo indica que éste será un año duro por lo que es mejor poner manos a la obra. **CR**

# Eurodrip®

## CHILE



La máquina más moderna y eficiente para producir en Chile las tuberías con gotero integrado: New GR, Driplite y PC<sup>2</sup>



Tubería de pared delgada "Eolos" (Espesor desde 10Mil a 40Mil)

**EOLOS**



**corona**

Gotero botón "Corona" en PC (2, 3, 4 y 8 litros) y en PC antidrenante (2, 3, 4 y 8 litros)



**Eurodrip Chile**  
Cordillera 362 • Parque Industrial Vespucio Oeste • Quilicura  
ventas@eurodrip.cl



Mejoramientos en la conducción y distribución de recursos hídricos

# Entregar hasta la última gota de agua

**En esta época en que la sequía se ha convertido en la pesadilla de la mayoría de las organizaciones de usuarios de agua, se hace urgente la puesta en marcha de políticas de eficiencia para el buen uso de ésta. Sin embargo, estas iniciativas no sólo deben centrarse en ahorrar el recurso, sino también en cómo se debe entregar a cada agricultor, para que éste pueda utilizarla de la mejor forma posible. Es así como algunas organizaciones han buscado mecanismos para cumplir con estos objetivos. Sistemas de marcos regulables y distribución volumétrica son algunas de las fórmulas que se han implementado para lograr que la entrega no se transforme en una lucha por el agua.**

Hoy estamos viviendo una de las peores sequías en años y ya son 195 comunas decretadas como zonas de emergencia agrícola entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. El Ministerio de Agricultura ha tenido que enfrentar la situación a través de la asignación de cerca de 20 mil millones de pesos, además de realizar programas de inversión en riego, entregar bonos de emergencia agropecuaria, otorgar subsidios a los pequeños agricultores

que han visto afectados sus cultivos, entre otras medidas, todo debido a la falta de recursos hídricos. Esta crisis que afecta a gran parte del país debido al fenómeno de "La Niña", ha sido implacable con miles de familias que incluso se han visto desprovistas de agua para su consumo.

Es por esto que los problemas que el actual escenario trae a los agricultores son enormes, sobre todo a los más pequeños. En este contexto es cuando las Organizaciones de Usuarios del Agua (OUA), encargadas de administrar este recurso, no sólo deben pensar y crear formas para asegurar mayor eficiencia, sino también para que todos queden conformes con la cantidad de agua que reciben. Esto, pues muchos agricultores se quejan de recibir menos agua por acción, principalmente cuando las distancias entre las bocatomas y los últimos regantes del canal son tan grandes que no facilita su repartición. A ello se suman las alteraciones en los aforadores y en las compuertas, los traspasos y las ventas, que son algunas de las dificultades con las que han tenido que convivir muchas OUA.

Organizaciones como la del Embalse Recoleta, el Embalse Digua o la Junta de Vigilancia del Río Lon-

gaví encontraron sistemas transparentes y óptimos que bajaron considerablemente sus problemas de distribución y mejoraron su servicio. No obstante, la tecnologización de los embalses, canales o ríos no son la única vía para solucionar este problema. Por lo menos así lo pensó la Asociación de Canalistas del Canal Palqui Maurat Semita que vio en el desarrollo intrapredial el medio para reducir la desigualdad en la división del recurso hídrico. Con ello, beneficios como la disminución de las pérdidas de recurso por filtración, el incentivo en el desarrollo del mercado de aguas, el compromiso no sólo a nivel de Comunidades de Aguas y una mayor eficiencia en la aplicación de las aguas de riego, se han transformado en factores importantes para que estas Organizaciones sigan funcionando en cualquier escenario que se les presente.

## Cuando la transparencia no sólo está en el agua

La Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta (ACER) es la encargada de manejar y distribuir el embalse que estanca las aguas del Río Hurtado y que se encuentra a 18 kilómetros al noreste de Ovalle, Región de Coquimbo. Recoleta,





Con recursos como la implementación de un Sistema Volumétrico, la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta, asentada en Ovalle, Región de Coquimbo, se destaca por su eficiencia en la distribución del agua. En la foto, la compuerta y aforador intrapredial.

que tiene una capacidad máxima para albergar 100 millones de metros cúbicos de aguas disponibles para el riego de la zona, se encuentra inmersa en uno de los sectores con mayor escasez en el país, por lo que los mecanismos que utilizan para realizar su labor deben ser lo más exactos posible, con el fin de no desperdiciar ni una sola gota. Por esto, se debe controlar diariamente el agua que se reparte, que queda y los traspasos que se realizan, todo para optimizar la distribución del recurso.

En ese sentido, uno de los mayores logros de esta OUA es tener un procedimiento definido de entrega de agua a través de un sistema volumétrico, el cual se rige mediante un reglamento y se supervisa a diario. Esta medición se hace en los aforadores, donde el celador mide la cantidad de agua según el volumen de ésta. Con la información que se registra manualmente todos los días, se comunica a la

administración, quienes sacan las cuentas con el fin de no dar más ni menos. Es decir, se constituye un proceso transparente, entregando los volúmenes de agua de acuerdo al derecho.

A este sistema se le suma el mejoramiento de la infraestructura que ha desarrollado la Organización. En 1994 constituyeron una empresa consultora y constructora llamada "Construcciones y Riego S.A.", la cual es la gran aliada de la ACER, con la que tienen como objetivo principal generar proyectos para presentar a los concursos de la Ley de Riego. Es responsable del revestimiento de 100 kilómetros de canal y, por tanto, una menor pérdida y una mejor entrega en cantidad y calidad de sus aguas. Para el Sub-administrador del Embalse Recoleta, Marco Tirado, es "gracias a todo esto que conducimos el agua a más de 48 kilómetros de distancia y disponemos de una red de 300 km de canales. Así, desde el pri-

mer al último regante entregamos la cantidad de agua que necesitan para su riego, de acuerdo a su derecho. Eso es un gran logro".

La ACER diagnosticó que existían múltiples quejas de los regantes con la entrega del agua a nivel de Comunidades de Aguas, por lo cual, desde hace cinco años el recurso se entrega a nivel intrapredial

y no comunitario, lo que disminuyó en forma notoria los reclamos de los regantes. Es así como cada Comunidad de Aguas pasó a ser parte de la Asociación de Canalistas y la ACER logró que sus 760 regantes tengan sus propias compuertas y aforadores. Esta situación hace que la Organización pueda saber exactamente la cantidad de recursos que están entregando. Por esta razón, para Marco Tirado todo lo que se haga a favor de un buen uso del agua será provechoso para los regantes y dice que "a medida que se pueda generar más gestión de riego, más eficiencia, vamos a poder sacar adelante toda esta agua en época crítica y poder entregar un recurso con más calidad a nuestros regantes".

## Más allá de las fronteras del predio

En la comuna de Monte Patria, Región de Coquimbo, se ubica el sector agrícola de El Palqui, una



Gran sifón La Placa que conduce las aguas del canal Villalón, administrado por ACER.



ciudad de un poco más de ocho mil habitantes en la actualidad. Ahí se encuentra la Asociación de Canalistas del Canal Palqui Maurat Semita (ACCPMS), conduciendo y distribuyendo las aguas del sector.

Uno de los principales objetivos que tiene esta Organización es el manejo eficiente del recurso, debido principalmente a la poca pluviometría que afecta a la región. Es por esto que el mejoramiento de la infraestructura es una necesidad constante. La ACCPMS se ha encargado de revestir el canal, que consta de 45 kilómetros, con diversos materiales, tales como el hormigón y la geomembrana de polietileno, con el fin de lograr un mayor ahorro del agua.

Por otro lado, la ACCPMS trabaja en conjunto con los regantes, apoyando la tecnificación a nivel intrapredial y actuando como aval de los proyectos de regadío de los agricultores. Esto les permite tener un cierto control del recurso dentro de las parcelas, dándole

más seriedad y transparencia a la distribución y buen uso del agua. En palabras del administrador de la Asociación, Juan Salinas "la organización de regantes es de los propios regantes. El que hoy día seamos aval de ellos para un crédito determinado está cumpliendo su objetivo de prestar el mejor servicio a los asociados."

Gracias al mejoramiento en la infraestructura dentro y fuera de los predios, hoy en día la oferta de agua que entregan está casi equiparada con la demanda de sus regantes, lo que para Salinas, sin duda los deja muy satisfechos.

### Una distribución competente es una distribución eficiente

Otra de las OUA que se han destacado por mejorar los mecanismos de entrega del agua es la Organización Provisional de Usuarios del Embalse Digua, que se encuentra en Parral, Región del Maule.



Jorge Quezada, Gerente Técnico de la Organización Provisional de Usuarios del Embalse Digua.

Esta OUA trabaja con un sistema de distribución del recurso eficiente y transparente, llamado "Sistema de Marcos Partidores Regulables". Este mecanismo consta de un marco que se regula y que reemplaza la compuerta fija. Gracias a ello, se puede modificar fácilmente la entrega del recurso a cada predio, facilitando el mercado de aguas, que en el caso del embalse Digua, consiste en aproximadamente 3

mil acciones anuales fluctuantes. Tal como explica Jorge Quezada, Gerente Técnico de la Organización, "este sistema de distribución permite una mayor flexibilidad en la transferencia de los derechos y en la compra-venta de las aguas. Salvo en limitaciones puntuales en algunos canales, para la mayoría de la red de riego no hay mayores problemas para que la gente compre acciones a otros y las traslade a sus campos".

En la red de distribución de aguas de esta organización abundan los reguladores llamados "Pico de Pato", que consisten en estructuras que por su forma, similar a la de un pico de pato, permiten variar los caudales en forma rápida y económica, lo que sin duda ha sido una alternativa para la compra y venta de las aguas en esta Asociación.

Aunque este sistema de distribución no es algo nuevo, en Chile son pocas las Organizaciones que lo utilizan. Con ello, además de poder modificar constantemente los flujos de agua, es posible también disminuir a cero la morosidad de los agricultores, pues es un sistema difícil de alterar. De esta manera, si el regante no paga se queda sin su



La Asociación de Canalistas del Canal Palqui Maurat Semita se ha encargado de revestir el canal con materiales como el hormigón y la geomembrana de polietileno, para así lograr un mayor ahorro de agua.





La ACCPMS trabaja en conjunto con los regantes apoyando la tecnificación intrapredial en el valle de El Palqui.

parte del recurso. Junto a esto se suma la eficiencia de la repartición, debido a que cada regante no recibe ni más ni menos. Es por eso que la acción de agua para cada uno de ellos es igual en cantidad y costo, independiente de su ubicación en la red de riego y de la escasez o abundancia del recurso.

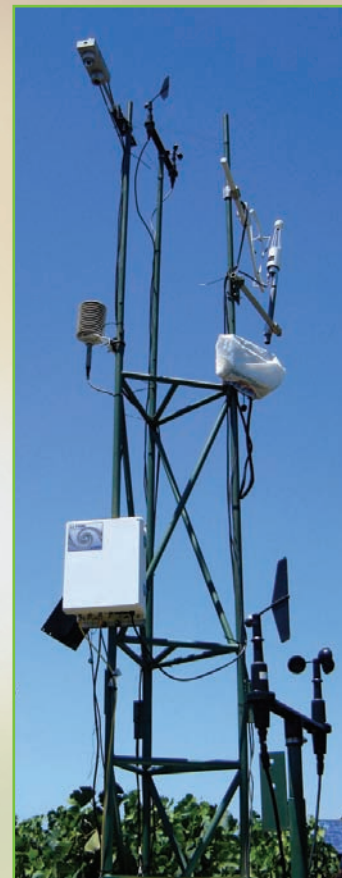
La Junta de Vigilancia del Río Longaví tampoco se queda atrás en sus avances en las redes de distribución que la componen. Esta OUA, que también se ubica en Parral, buscó nuevas tecnologías para optimizar el uso del agua de riego y el servicio a sus regantes.

Gracias a un convenio con la Universidad de Talca y su Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) y el financiamiento de la Comisión Nacional de Riego, desde agosto del año pasado se realiza un "Servicio de Programación y Optimización del Uso del Agua de Riego" (SE-

POR), proyecto destinado a crear una red de estaciones meteorológicas automáticas para la programación y la distribución del recurso. Su objetivo principal es mejorar la eficiencia en la aplicación y gestión del agua de riego, lo que conllevaría a una mayor productividad de los cultivos.

Este proyecto permite entregar información climática en forma rápida al regante, tales como la radiación solar, la humedad relativa, dirección del viento, coeficiente de cultivos calibrados, horas de frío, entre otras, lo que posibilita determinar los tiempos y frecuencias de riego en cultivos, frutales y viñedos. Según Edison Araya, Gerente de la Organización, este método proporciona un servicio de orientación, facilitando información agroclimática en forma oportuna a los agricultores. De esta manera, se puede saber cuándo usar el recurso, y cuándo no, para evitar pérdidas innecesarias.

Todas estas Organizaciones de Usuarios del Agua son ejemplos actuales del desarrollo que se debe incentivar para la optimización de este recurso para el riego. Si bien, en muchos casos, el financiamiento que se necesita para realizarlos no se acerca a la realidad de muchas de ellas, una inversión en el mejoramiento y la tecnologización de las redes de distribución de las aguas se transforma en una necesidad para muchas OUA, que dependen de la eficiencia de un recurso que no sobra. **CR**



El SEPOR es una red de estaciones meteorológicas automáticas que ayuda a la programación y la distribución de agua.

**RIEGO LUZ**  
Soluciones Agrícolas

- Construcción de pozos profundos
- Riego Tecnificado
- Pivotes Centrales y Frontales
- Movimiento de Tierra
- Proyectos Eléctricos
- Financiamiento

LUZLINARES LUZPARRAL  
Sembrando energía...



☎ (73) 634 002 - 222 444 [www.riegoluz.cl](http://www.riegoluz.cl)



**La Comunidad de Regantes del Embalse Lliu-Lliu tiene el agua asegurada para esta temporada gracias a un entubamiento que les permite una máxima eficiencia de conducción. El embalse que con el método de conducción anterior no alcanzaba a durar un año, en la actualidad logra mantener reservas bianuales.**



José Morales, Administrador y Patricio Cornejo, presidente de la Asociación de Canalistas del Embalse Lliu-Lliu

El año 2002 la Comunidad de Regantes del Embalse Lliu Lliu cambió el método de conducción y distribución de sus aguas e incorporó un sistema único en Chile y Sudamérica, que le permite a los regantes retirar agua con un chip que funciona como tarjeta de prepago. El proyecto fue presentado a concurso de la Ley de Fomento de Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, y tuvo por finalidad mejorar la infraestructura del canal que conduce las aguas del

Comunidad de Regantes del Embalse Lliu-Lliu, Región de Valparaíso:

# "Ahorramos un 30% de

Por Claudia Guzmán M.

embalse. Para esto se realizaron una serie de obras en la red existente, las que culminaron en el entubamiento del canal de riego. La superficie total del Proyecto abarca 507 ha de las cuales 337 se consideraban arables o de riego.

El cambio fue contundente. La principal dificultad que debían enfrentar los regantes era la pérdida de agua por infiltración durante la conducción –estimada en un 30%– dejándolos sin agua suficiente para el riego. Juan Pablo Thomsen agricultor de la zona, es un buen ejemplo: "Con el sistema anterior no me llegaba una gota pero ahora se me entrega lo que me corresponde. Es importante considerar que este método nos obligó a mejorar el riego. Al llegar el agua entubada pasamos de un riego por tendido a uno tecnificado. El año pasado se utilizó cerca de la mitad del tranque, nos quedamos con el 69% de capacidad por lo que de anual pasó a ser bianual, ahí se prueba el ahorro. Antes no si teníamos agua en febrero la gente simplemente no regaba".

La comunidad de Regantes del Embalse Lliu Lliu está conformada por 93 usuarios y 40 predios, con una superficie total de riego de 337 hectáreas. En vista del éxito del proyecto se han experimentado variaciones en la superficie original de riego. "Hay parcelas que tenían áreas de secano –entre 2 y 3 ha– que actualmente, con el nuevo sistema, están bajo riego. Eso demuestra que el agua asignada a cada regante es capaz de irrigar tierras que antes no podían ser regadas", asegura el Presidente de la Comunidad, Patricio Cornejo.



Juan Pablo Thomsen, regante de la Comunidad.

## Las válvulas y el sistema de "prepago"

A pesar que los regantes son dueños de derechos de agua legalmente reconocidos, no había manera de llevar un control exacto de los volúmenes de agua que a cada uno le correspondían. Se diseñó un sistema de medidor predial –una válvula de entrega para cada predio– que registra el consumo de agua, el que es controlado y calculado según el recurso almacenado en el embalse y

las acciones de cada predio en particular.

A la licitación se presentaron tres empresas, de ellas fue aceptada la propuesta de Spargo, además de por ser económicamente más conveniente, por presentar un sistema de entrega de agua novedoso a nivel nacional y sudamericano. Las válvulas son controladas por un chip en una tarjeta donde se carga la cantidad que proporcionalmente le corresponde a cada regante y que controla el con-



Cada parcela tiene su válvula desde la cual se administra proporcionalmente el uso de agua que le corresponde a cada regante.



# agua gracias al entubamiento"

sumo acorde a derecho. Cuando el volumen de agua que ingresa a un predio se agota, la válvula se cierra y ya no abre hasta que es nuevamente recargada. Eso es lo que le ocurre a los morosos ya que si un regante se retrasa en sus cuotas, sencillamente no se le recargará la tarjeta hasta que regularice su situación.

Para Patricio Cornejo, Presidente de la Asociación de Canalistas del Embalse Lliu-Lliu, el sistema los ha beneficiado a todos. A la administración, ya que la hace más eficiente, y a los regantes puesto que tienen el recurso asegurado. "La tarjeta entrega agua cuando nosotros autorizamos. Este sistema nos permite sistematizar la información de la 'cuenta corriente' del regante de modo que sabemos cuánta agua ha utilizado y cuánto le queda según sus derechos".

José Morales, administrador de la Asociación, debía enfrentar el malestar de los regantes por la mala distribución de las aguas y los reclamos por un sistema ineficiente que los pasaba a llevar en sus derechos. "Era difícil lograr un método de riego ordenado, se hacía por turnos, los que no eran respetados. A los del extremo inferior, los de la "cola", no les llegaba el agua y la gente venía a pelear. Había problemas legales, de organización y de cultura. Ahora cada uno saca lo que le corresponde y se evita completamente los robos de agua".

## El embalse Lliu Lliu y las ventajas del entubamiento

La zona del proyecto se localiza a 16 kilómetros de la ciudad de Li-

mache, en la Región de Valparaíso, provincia de Quillota. Los recursos hídricos provienen del estero Lliu-Lliu, los que son embalsados junto al escurrimiento de quebradas para proporcionar agua de riego a los agricultores del área, los que en conjunto forman la Asociación de Canalistas del Embalse Lliu-Lliu. El estero tiene una hoya hidrográfica cercana a los 50 km<sup>2</sup> y es de régimen pluvial, motivo por el cual el volumen de agua depende de las condiciones climáticas (lluvias). En invierno las lluvias son ocasionales pero intensas, especialmente en la parte alta de la hoya, y debido a la gran pendiente se experimentan violentas crecidas de corta duración. El embalse tiene una capacidad de 2.282.041 m<sup>3</sup> y está constituido por un muro de tierra de 18 m de altura y 525 m de longitud que cierra el estero.

En el contexto de la sequía los regantes valoran doblemente la ejecución del proyecto. En junio de 2007 el embalse llegó a almacenar un mínimo de 1.526.834 m<sup>3</sup>, lo que corresponde al 66,9 % de su capacidad máxima. Durante la misma temporada e iniciado el invierno, el embalse a fines de septiembre alcanzó un volumen máximo de 2.046.595 m<sup>3</sup>, equivalente al 89,81% de su capacidad.

A febrero de 2008 el agua embalsada llegaba a 1.201.845 m<sup>3</sup>, lo que equivale al 52,66 % de la capacidad total. El embalse ya les ha permitido regar por dos temporadas. "No es exagerado pensar que si terminamos con una reserva de agua del 30%, aunque la pluviometría sea escasa, nos podría permitir aumentar a un 50% la disponibilidad del recur-



Embalse Lliu-Lliu.

## Proyecto de entubamiento de los canales del Embalse de Lliu-Lliu

Costo total del proyecto \$ 245.206.432

Bonificación por Ley de Riego \$185.612.386

Porcentaje de bonificación 73%

Aporte de la Asociación del Embalse de Lliu-Lliu \$ 59.594.046

so almacenado, lo que nos aseguraría una nueva temporada de riego", afirma José Morales, Administrador de la Asociación.

La conducción entubada permite que el 100 % del agua disponible sea aprovechable. No se pierde ni una sola gota. El sistema está calculado para que todos rieguen a la vez cuando ajustan sus válvulas y conducen el caudal que le corresponde. "La experiencia nos ha demostrado que el 25 % de infiltración que se calculaba antes del proyecto era irreal. La nueva estimación es que las pérdidas eran cercanas al 45%. Lo que antes

era una pérdida, hoy se puede considerar como una economía", explica Patricio Cornejo.

## Además se ahorra energía

Si con el sistema de conducción por canal abierto los regantes de la 'cola' eran los más perjudicados por las pérdidas de agua en el trayecto, ahora son los más favorecidos ya que por diferencia de cota reciben el recurso con mayor presión. Este es el caso de Juan Pablo Thomsen, para quien hoy el ahorro energético es una enorme ventaja. "En la época que no se ocupa tanto el agua, como en primavera, otoño e invierno, no tengo que gastar en energía eléctrica porque el agua me llega con la suficiente presión como para regar por gravedad", dice Thomsen.

"El ahorro de energía es una de las principales ventajas del entubamiento. Por la diferencia de cota la presión permite que las válvulas se abran y entreguen el agua a los sistemas de goteo y aspersión de los regantes", concluye José Morales. **CR**



# La Junta de Vigilancia del Río Maule ya tiene Rol de Regantes



**El hito fundamental que le permite a la Junta de Vigilancia del Río Maule consolidarse como una de las organizaciones más grandes y fuertes del país, es haber concluido el registro del rol de regantes, lo que les permite tener información certera y actualizada sobre los poseedores de derechos de agua y sobre cómo se distribuyen los caudales entre los regantes.**

*Por Claudia Guzmán.*

Por muchos años no existió claridad sobre los registros de derechos de agua en el Río Maule, el registro se mantenía en el ámbito de lo difuso y estaba lleno de interpretaciones. Sin embargo después de un proceso desarrollado en conjunto con los organismos competentes del Estado, Dirección General de Aguas (DGA) y Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), además de las asociaciones de regantes que conforman la Junta de Vigilancia (JV) del río, el Rol de Regantes se registró en septiembre de 2007. Durante cinco años trabajaron en la recopilación de datos y de antecedentes técnicos y legales para llegar a establecer que la cuenca del Río Maule tenía que ajustarse a una dotación máxima de 200 m<sup>3</sup>/s.

“Entre tanta regularización, inscripción y distribución de derechos que se hicieron durante 50 años, no se respetaron los 200 m<sup>3</sup>/s y se excedió el volumen utilizado. Con este rol, si alguien tenía más agua tuvo que ajustarse proporcionalmente y sacrificar parte de sus registros. Pero existía la convicción de que si esto

no lo ordenábamos iba a ser cada día peor. Por eso se logró un consenso mayoritario, sobre el 85% de los asociados, para aprobar esta nueva distribución de las aguas”, explica el Presidente de la JV, Gustavo Rivera.

Después de una resolución que aprobó e integró la información a los registros de la DGA, y de abordar los aspectos técnicos, para identificar dónde estaban los puntos de captación de cada uno los derechos, la información fue finalmente inscrita en el Conservador de Bienes Raíces para hacer las modificaciones al estatuto de la JV sobre la nueva distribución del agua.

## La convivencia en el río Maule

La Dirección de Obras Hidráulicas históricamente ha sido la entidad responsable de administrar los caudales del río y la Laguna del Maule, la que se embalsó con el único propósito de suplementar y darle seguridad al riego. Esta obra permitió pasar de 140 mil hectáreas a las actuales 200 mil hectáreas de superficie regada en la zona. “Hoy día tenemos una vinculación muy estrecha con la DOH, porque estamos en un proceso de validación del rol de regante por parte de las autoridades con el fin que se regule el río de acuerdo a la dotación que establece nuestro registro”, afirma Gustavo Rivera.

La cuenca del Maule tiene como particularidad que el recurso hídrico debe ser compartido entre el riego

y la generación de electricidad. “A nosotros nos pasó una cosa tremendamente negativa cuando se construyeron las centrales hidroeléctricas y se le dio paso a la generación bajo una normativa de soluciones administrativas reguladas con los derechos de agua de los regantes (consuntivos). Se creó la resolución 105 la que define una curva de riego donde después de ser 100% dueños de los derechos de agua pasamos a ser sólo parcialmente dueños, ya que tenemos que estar sometidos a esa curva para tener acceso al agua”, señala el Presidente de la JV.

La normativa establece que cada época del año se accede a distintos porcentajes de uso del agua, los que van desde el 100% en la temporada peak de riego -en los meses de diciembre y enero- hasta un 20% en la época de invierno, entre mayo y agosto. Para Gustavo Rivera “cuando se creó la norma la visión que existía era que los derecho no consuntivos solamente podían ser utilizados para generación de energía por Endesa, que en ese momento era la compañía eléctrica del Estado. Hoy sabemos que todos los canales de riego, los recursos y los derechos de los regantes tienen un potencial enorme para desarrollar mini centrales de generación, iniciativas que vemos limitadas por esa resolución que nos privó del ejercicio de nuestros derechos en forma permanente, ese es un tema que obviamente nos ocupa y nos preocupa aquí en la Cuenca del Maule”, concluye Gustavo Rivera. **CR**



# Clorosis férrica en palto y el manejo del riego

Raúl Ferreyra E.; Rafael Ruiz S.;  
Cristian Barrera; Gabriel Selles V.  
Instituto de Investigaciones  
Agropecuarias (INIA)

El ión bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) es el causante directo de la clorosis férrica (CF) en suelos calcáreos. La presencia de abundante  $\text{HCO}_3^-$  en el medio radicular al parecer produce inmovilización del Fe dentro de la planta al pasar del estado  $\text{Fe}^{+2}$  al estado  $\text{Fe}^{+3}$ .

En el suelo hay un complejo equilibrio químico que define la cantidad de  $\text{HCO}_3^-$ , en el que interviene la respiración radicular, el drenaje y la macroporosidad, es decir el grado de aireación que tiene el suelo. Este equilibrio se refleja en la siguiente ecuación:



El carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en respuesta a la presencia de anhídrido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), se mantiene en equilibrio inestable (reacción en ambos sentidos) con la liberación de Ca y la formación de bicarbonato.

Además las aguas de riego pueden traer excesos del ión  $\text{HCO}_3^-$  y si el nivel es mayor a 5 meq/l, puede aparecer clorosis férrica. La "cal activa" se refiere a la fracción fina del  $\text{CaCO}_3$  (más activa) y también tendría relación directa en la deficiencia de Fe.

El hierro se absorbe por las raíces como ión  $\text{Fe}^{+2}$  sino esta quelatado (ya sea quelato natural o artificial). No se sabe si el hierro se absorbe en forma pasiva o activa, pero las plantas difieren en cuanto a su habilidad para tomar este ión, existiendo plantas más eficientes que otras para absorber el Fe. Las plantas eficien-



Árbol con clorosis férrica.

tes son capaces de bajar el pH del medio rizosférico, con lo cual se produce más  $[\text{Fe}^{+2}]$ , que es el que absorbe y metaboliza la planta. Las plantas eficientes muestran incluso cambios anatómicos en las raíces y además excretan al medio ácidos orgánicos: cítrico, cafeico, avénico, mugineico, etc., los cuales logran complejar al Fe de manera que puede ser absorbido. Al interior de la planta el Fe metabólicamente activo es el  $\text{Fe}^{+2}$ .

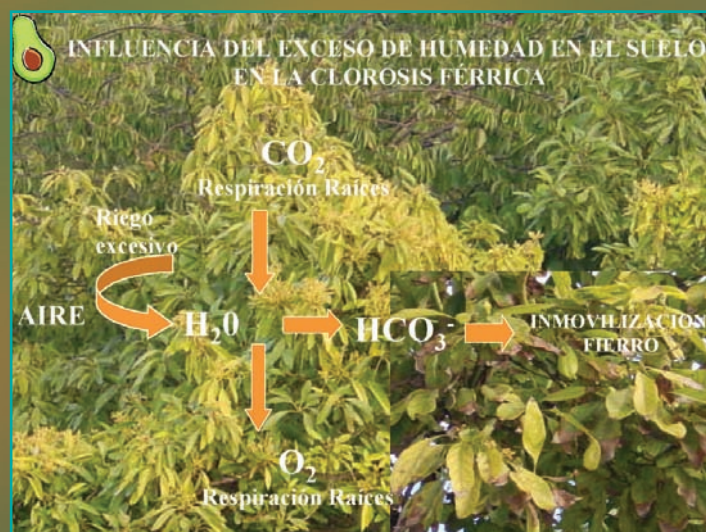
## Deficiencia de hierro en palto

La deficiencia de hierro en árboles de palto se presenta en los nuevos crecimientos, cuando se restringe la absorción de hierro a nivel del radicular. Se ha demostrado que la absorción de hierro ocurre sólo por la punta en crecimiento de las raíces, de forma que la falta de oxígeno por exceso de humedad en el suelo, no sólo afecta el crecimiento radicular sino

también la absorción de hierro. Por otra parte, también se ha demostrado que los carbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) en el suelo afectan la absorción de hierro y que altos niveles de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) favorecen la formación de  $\text{HCO}_3^-$ . Entonces, bajo condiciones de mala aireación, como en los



Síntomas de clorosis férrica en hojas.





terrenos con alta humedad, el  $\text{CO}_2$  se acumula y disminuye el  $\text{O}_2$ , lo que se traduce en aumentos del  $\text{HCO}_3^-$  y en una restricción de la absorción de hierro.

Altas precipitaciones en invierno o excesos de riego a comienzos de temporada, al inicio del crecimiento activo del sistema radicular en muchos casos provocan síntomas de deficiencia de hierro al principio de verano.

En resumen. La CF ocurre en suelos alcalinos (pH entre 7,5 y 8,4) o alcalino calcáreos, ya que el palto se desarrolla adecuadamente en suelo de pH de 6,0 a 6,5 y puede ser agravado por un deficiente manejo del riego que resulte en una reducción de la aireación.

Los síntomas del déficit de Fe son fáciles de reconocer en las hojas. Al inicio se observa clorosis (coloración amarillenta) intervenal y luego clorosis pareja laminar, debido a que el hierro es necesario para la producción de clorofila. Esta deficiencia no afecta el tamaño de las hojas y es más intensa en crecimientos nuevos ya que una vez que el Fe entra en las hojas vía corriente transpiratoria, su movilidad es muy baja. Si el déficit de hierro es severo además de la clorosis aparece necrosis marginal que abarca tanto hojas nuevas como viejas. Producto de este problema se produce caída de hojas en noviembre. La deficiencia severa de Fe conduce a la

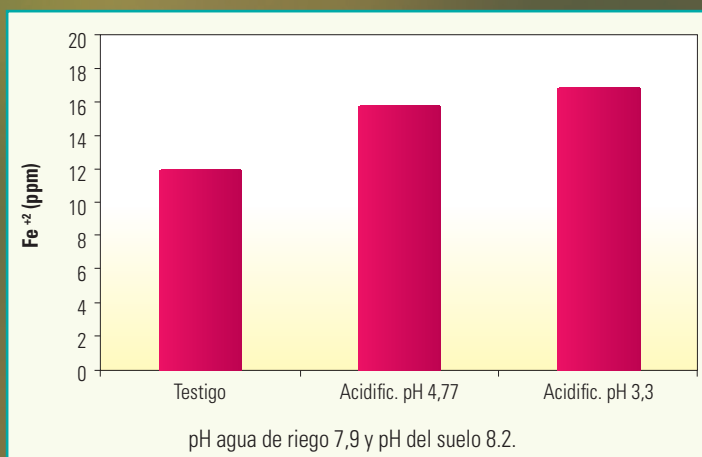
muerte de la planta. La deficiencia leve y moderada afecta producción y calidad.

## Medición con SPAD

El nivel de clorofila puede ser estimado en terreno a través de un medidor portátil SPAD (mide el contenido de clorofila). Las plantas sin síntomas presentan valores de SPAD sobre 45 y en las con deficiencia los valores varían entre 15 y 40. Pero valores bajo de SPAD también pueden ser ocasionados por otras deficiencias nutricionales, como Nitrógeno y Zinc entre otras. Además, la deficiencia de hierro puede ser determinada con medición en laboratorio de  $\text{Fe}^{+2}$ . En plantas normales el  $\text{Fe}^{+2}$  de las hojas recolectadas en febrero presentan valores cercanos a 20 ppm.

Todo se reduce a tres puntos principales:

- La CF ocurre en suelos alcalinos (pH entre 7,5 y 8,4) o alcalino calcáreos.
- Condiciones de alto contenido de agua en el suelo pueden agravar la deficiencia de Fe ya que el aire es desplazado de los espacios porosos del suelo y la respiración de la raíz disminuye el oxígeno y se incrementa la concentración de  $\text{CO}_2$  tanto en el suelo como en las raíces. Esto resulta en un incremento del  $\text{HCO}_3^-$  que produce una inmovilización de Fe y clorosis férrica (Zude-Sasse y Schaffer, 2000).
- El exceso de agua produce muerte de



las raíces nuevas en crecimiento lo que limita la absorción de hierro disponible en el suelo.

La mejor manera de solucionar la deficiencia de hierro es a través del manejo del riego y el pH del suelo.

En suelos con mala aireación (baja macroporosidad), a menudo los problemas de CF se pueden solucionar al distanciar la frecuencia entre riegos lo que permite aumentar el aire en el suelo. Esto no significa disminuir la cantidad de agua a reponer, sino solamente cambiar los momentos de aplicación. Es decir variar la frecuencia y tiempo de riego. Según Witney (2006) riegos excesivos en primavera provocan crónicas deficiencias de hierro que afectan la producción del palto.

En suelos alcalinos o alcalinos calcáreos, con objeto de superar la CF es necesario aplicar Fe en forma de quelatos o intentar disminuir el pH del suelo a través de la acidulación del agua de riego y bajar el pH a un nivel cercano a 5.

Cuando el pH del suelo es alto el uso de los fertilizantes que acidulen el suelo puede bajar el pH, mejorar la disponibilidad de hierro y deprimir síntomas de deficiencia. Pero hay que tener en cuenta que la absorción de otros nutrientes puede limitarse si el pH se vuelve demasiado bajo y la aplicación de ácido implica un aumento de la salinidad del suelo.

Al tratar de corregir los problemas de CF es necesario tener presente también los siguientes antecedentes:

- El efecto es regular a bajo al aplicar azufre como acidificante.
- Las aplicaciones foliares de hierro rara vez reducen la gravedad de los síntomas y se consideran sólo medidas temporales.
- La aplicación de sulfato de hierro ( $\text{FeSO}_4$ ) al suelo son ineficaces porque el hierro se oxida rápidamente y se convierte en insoluble.
- La aplicación de quelatos de Fe EDDHA (ácido etilendiamino dihidroxifenil acético) es estable entre pH 4 -10 y funciona bien en todos los suelos, pero en general es de alto costo.
- La aplicación de quelatos de Fe EDTA no es eficaz. Debido a su mala estabilidad, esta forma de hierro se oxida y puede rápidamente convertirse en no disponible para la planta.
- Las aplicaciones de ácido sulfúrico al agua de riego pueden ayudar a solucionar la deficiencia de hierro, pero hay que tener presente que con esto se aumenta la conductividad eléctrica (salinidad de la solución suelo).

En la figura 1 se observa el efecto de la aplicación de ácido sulfúrico al agua de riego sobre el nivel de  $\text{Fe}^{+2}$  en las hojas del palto, al bajar el pH del agua de riego de 7,9 a 4,8 y 3,3 respectivamente. Al bajar el pH se aumentó la CE del agua. El agua de riego del huerto donde se realizó esta experiencia (Cabildo) tenía un pH de 7,9 y una CE de 0,5 dS/m. Al bajar el pH del agua de riego a 4,8 la CE aumento a 0,81 dS/m y cuando se bajo a pH 3,3 la CE llegó a 1,91 dS/m. En ninguno de los casos se detectaron daños a nivel foliar por sales. **CR**



Medición con SPAD.







# Planeta Pivote: La revolución circular

A fines de los años 40', en Colorado (EEUU) un agricultor de 55 años llamado Frank Zybach—inventó una manera de dormir tranquilo por las noches. El granjero Zybach patentó su invento, hoy conocido como pivote central, y en la actualidad estos sistemas riegan millones de hectáreas de cultivos agrícolas en todo el mundo. Enormes economías de mano de obra, mayor rendimiento de los cultivos y seguridad de cosecha, mayor eficiencia en el uso del agua y ahorros en energía y agroquímicos, además de irrigar terrenos que difícilmente podrían ser regados por otros métodos, son algunos de los argumentos que han llevado a los pivotes al estrellato. Comenzaron desplazando al riego tradicional (gravitatorio) pero ahora, en algunas circunstancias, se sobreponen incluso al riego localizado (goteo, goteo subterráneo, microaspersión). Hoy, en todo el mundo, son decenas de miles los agricultores que duermen tranquilos, arrullados durante la noche por el zumbido de sus pivotes al regar o que a miles de kilómetros de distancia controlan sus equipos en un PC o teléfono móvil.

*Por Juan Pablo Figueroa*



De estructura rígida y durable pero versátiles, se los adapta a casi cualquier topografía—con hasta un 30 % de inclinación—sin necesidad de nivelar el terreno y si bien su sello distintivo son las enormes marcas redondas, visibles desde aviones e incluso del espacio, su ingeniería permite adaptarlos a regar—sin pérdida de superficie cultivable—áreas cuadradas o rectangulares.

Pivotes centrales fijos y móviles, con brazo extensible o con cañón de aspersión en la punta, avances frontales ('lineales') con sistema de giro o transportables. Van desde los de una torre—una sección—para regar 20 ha o menos, hasta los de cerca de 20 torres y más de 800 m de largo, capaces de regar 200 ha o más. Se movilizan sobre conjuntos de dos o tres ruedas por torre o hasta cuatro ruedas articuladas, las que incluso pueden usar orugas, de modo de adaptarse a casi cualquier condición de suelo.

Tienen sistemas de control que van desde los que se accionan manualmente en el mismo pivote hasta los que permiten el control remoto centralizado de varios pivotes desde un PC o un teléfono móvil.

Usan sistemas de aspersores de alta presión o baja presión con rangos que van de los 6 psi a los 60 psi (4,22 – 42,19 m.c.a.) y con gran variedad de caudales de trabajo: Fixed Pad, Rotators, Spinners, Accelerator, I-Wob; unos desarrollados por Nelson Irrigation otros por Senninger Irrigation, ambas compañías norteamericanas. Los aspersores para pivotes pueden ser con y sin sistema de regulación de presión (autocompensados), los hay de huella seca, los que mojan sólo una fracción de circunferencia, los de aplicación de precisión de baja energía (LEPA en inglés), los spray y todo tipo de aspersores de alto im-



# del riego



*Pivote de avance frontal o 'lineal'.*

pacto que se ubican en el extremo para regar más terreno.

Estos sistemas pueden regar eficientemente en casi todo tipo de suelos y en la actualidad se utilizan para irrigar una impresionante gama de cultivos. Comenzaron en los más tradicionales: maíz —el cultivo más asociado a los pivotes—, trigo, soja, remolacha, algodón, patatas... luego pasaron con éxito a cultivos como caña azucarera, arroz, espárragos, alcachofa, piña, café, diferentes frutales menores (incluso arándanos) y muchas hortalizas... para finalmente entrar de lleno en el riego de árboles frutales, entre los que destacan los cítricos, ya que los pivotes pueden tener

despejes de hasta 5 m.

Además desde hace un tiempo los pivotes están siendo adaptados para realizar aplicaciones cada vez más exactas de fertilizantes y agroquímicos, mantienen el campo disponible para las distintas labores y el paso de maquinaria —o ésta pasa bajo sus arcos— y luego de, por ejemplo 20 años de servicio, pueden ser vendidos, desarmados y luego llevados a regar en otro campo o heredado a la siguiente generación de agricultores.

En Chile, en parte por el boom de los granos, el año 2007 se vendieron cerca de 80 pivotes y según las estadísticas que maneja la indus-

tria, ya son más de 150 los sistemas que están regando entre la Región de Coquimbo y la de la Araucanía. Juan Enrique Solar de Valmont Chile (pivotes Valley) explica: "La Ley de Riego es fundamental. Sin la Ley habría muchos menos sistemas regando. Nuestras ventas en un 80-90 % son agricultores grandes, medianos e incluso pequeños que han postulado sus equipos a los concursos de la Ley".

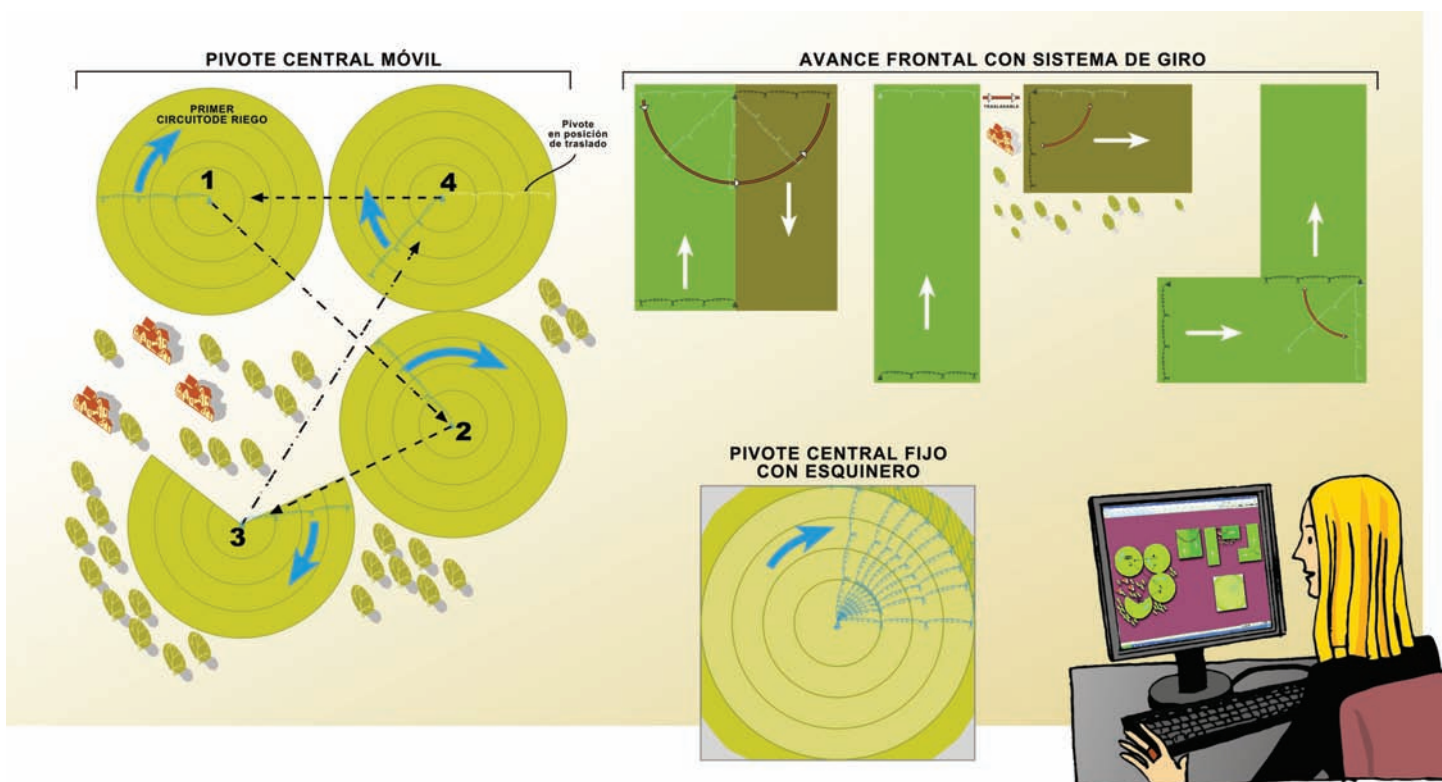
## ¿Cómo funcionan los pivotes?

El concepto básico del pivote central consiste en llevar el agua de riego hasta los cultivos mediante una tubería metálica, generalmen-

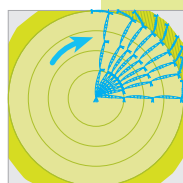
te de acero galvanizado o aluminio, la que es montada sobre torres de metal que se mueven sobre conjuntos de ruedas, de modo que el pivote gira en círculos manteniendo uno de sus extremos fijos en el centro del campo. A todo lo largo de la tubería cuelgan aspersores, distribuidos de acuerdo a los requerimientos, cuyas cabezas de riego pueden ser ubicadas a distancias variables del suelo.

Algo importante de notar es que las últimas secciones de los pivotes centrales riegan mucha más superficie que las primeras por lo que el costo por hectárea del equipo va disminuyendo dramáticamente en tanto mayor el largo. Por

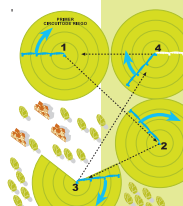




### Tipos básicos de pivotes:

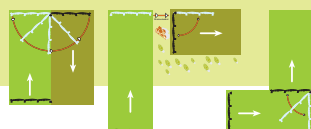


**Pivote central fijo:** Un pivote central es un sistema de riego móvil, con un lateral que rota alrededor de un punto fijo o pivote. En este punto fijo se ubica la toma de agua, la que generalmente es bombeada desde una estructura de acumulación ubicada fuera del perímetro de riego.



**Pivote central móvil:** Es generalmente de menor tamaño que los fijos. Cuando termina un circuito de riego se modifica manualmente la dirección de las ruedas y luego son tirados por un tractor, desde uno de sus extremos, hasta el siguiente circuito de riego. Se requiere de un alimentador de agua (hidrante) en el centro de cada uno de los circuitos de riego (mucha más tubería enterrada). Estos sistemas son mucho más demandantes de mano de obra que los fijos.

**Avance frontal o lineal:** Se mueven frontalmente cuando riegan y son utilizados para superficies rectangulares. Pueden incluir un sistema de giro que le permite a una misma máquina regar en L (ele) o regar en franjas paralelas. También pueden ser trasladables. Su operatividad es más compleja ya que se complica la alimentación de agua y energía. Algunas soluciones son alimentarlo de agua por un canal lateral (acequia) o mediante una manguera arrastrada. Para esta última solución se requerirá instalar hidrantes, por ejemplo, cada 200 m para una manguera de 100 m, lo que significará cambiar la manguera de hidrante —con la ayuda de un tractor— cada 200 m. La energía eléctrica deberá ser proporcionada por un cable de arrastre o por un generador diesel montado en el pivote. Los lineales soportan inclinaciones mucho menores que los pivotes centrales (más o menos 6%).



ejemplo, un pivote central estándar que mide cerca de 400 m riega un círculo de aproximadamente 50 ha, en cambio un sistema de 800 m es capaz de regar un círculo de cerca de 200 ha.

La gran mayoría de los sistemas actuales son accionados por motores eléctricos conectados a cajas de cambios en las ruedas de las torres (Valmont, Reinke, Lindsay, Pierce). Otros, T-L por ejemplo, son hidráulicos. Además, en la actualidad, casi todas estas máquinas se mueven sobre ruedas de goma de diversos diámetros y anchos de neumático, las que por lo general se seleccionan procurando minimizar la profundidad de las huellas en el campo. La profundidad de las huellas dependerá del tipo de suelo, de cuánta agua se le aplique —entre otras condiciones de campo y del peso del pivote.

La tecnología actual permite a los operadores mover los pivotes en cualquier dirección, en el sentido de las agujas del reloj o al contrario, con o sin aplicación de agua en tanto se mueven. Esto permite operar

los pivotes con patrones como los del limpia parabrisas de un automóvil, de modo de alternar dentro del círculo entre dos diferentes cultivos con distintos requerimientos de agua y tiempos de riego.

### Una firme estructura de arco

Tanto los pivotes centrales como los de avance frontal son fabricados principalmente de acero galvanizado o aluminio con la característica estructura de cuerda de arco diseñada en 1968 por Richard Reinke. Este sistema permite un despeje de hasta 5 m bajo los arcos del pivote que se extienden de torre a torre y confiere resistencias a la tubería que forma los arcos. Esto último es importante ya que la tubería de un pivote largo puede pesar por sobre las tres toneladas cuando está lleno de agua.

En general las secciones de los pivotes están conformadas por tubería de 6 5/8, 8 5/8 y 10 pulgadas y se ofrecen varias alturas de despeje, por ejemplo: perfil bajo: 1,85 – 1,95 m, perfil alto: 3,9 – 4 m, perfil





# CIVILTEC

SISTEMAS PARA RIEGO



# Reinke

MORE RIGHT THAN RAIN



## Nuestros Sistemas trabajan por Años y Años

Santiago: Av. Las Torres 1304 / 56-2-7400727  
[www.civiltec.cl](http://www.civiltec.cl)

# Civil Agro

S.A.

INGENIERIA  
Y SISTEMAS DE RIEGO

Diseño e ingeniería de proyectos  
Presentación a subsidio a través  
de consultores

**Especialistas en Riego por:**

- Goteo
- Microaspersión
- Miniaspersión  
(Control de Heladas)

**Equipos de:**

- Fertirrigación
- Fitomonitorio
- Pívotes

## Soluciones integrales de Riego

INGENIERIA & PROYECTOS

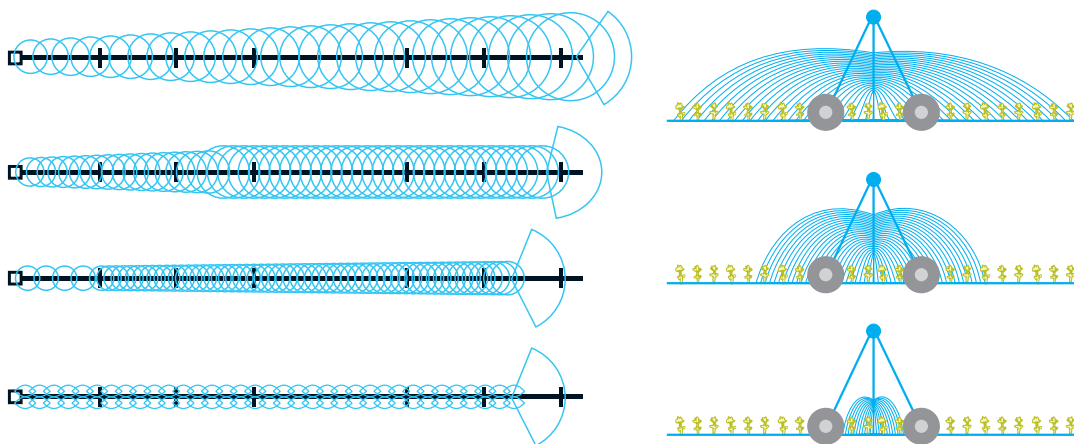


**MAS DE 15 AÑOS DE EXPERIENCIA EN  
RIEGO TECNIFICADO**

Santiago: Av. Las Torres 1304 / 56-2-7400727  
Curico: Panamericana Sur Km. 183 / 56-75-383841

[www.civilagro.cl](http://www.civilagro.cl)





Diferentes patrones de mojado, los que se relacionan con la presión de trabajo de los aspersores.

#### Un excelente argumento de venta:

#### Enormes ahorros en mano de obra

Desde los años 50' que en todo el mundo se viene produciendo una migración del campo a la ciudad, lo que ha disminuido y encarecido la oferta de mano de obra agrícola y estimulando el desarrollo de la industria de los pivotes.

A nivel latinoamericano se calcula que un operario que riega de forma manual, es decir a la manera tradicional por gravedad, usando palas, sifones, etc., puede satisfacer las necesidades hídricas de 10 ha de cultivo (a razón de entre 1 y 1,5 ha al día), en tanto que utilizando pivotes un sólo operario puede controlar muchos pivotes al mismo tiempo y regar varios cientos de hectáreas diariamente. "Un pivote central elimina el 90 % de la labor requerida para regar de forma tradicional por gravedad, lo que resulta un excelente argumento de venta", afirmó el economista agrícola Dr. Leslie Sheffield en los 60', en "The Economic Impact of Irrigated Agriculture".



Juan Enrique Solar de Valmont Chile explica así la situación en el país: "Hoy en día los 'regadores' son personajes en extinción. Ya no hay operarios que rieguen. Hemos vendido pivotes a agricultores a quienes los 'regadores' se les están muriendo de viejos, en tanto que los jóvenes no están dispuestos a estar metidos en el barro y el agua a las tres de la mañana".

ultra alto: 4,9 – 5 m. Al hacerse más alto el pivote se va haciendo más caro ya que todas las piezas deben ser más robustas, la base de las torres más anchas, etc. La altura también incide en la presión de trabajo ya que entre 2 y 5 m hay 3 m.c.a (4,27 psi) de diferencia de presión.

Tal como se arma un mecano los fabricantes pueden construir un pivote combinando diferentes

largos de secciones en rangos que van desde tramos de 33 m a tramos de 60 m o más. La combinación de largos se diseña según la topografía del campo que regará el pivote. Los sistemas de pivote central pueden operar en terrenos con hasta un 30% de inclinación.

#### Los pivotes se adaptan a la forma del terreno

El patrón de riego en círculo de los pivotes centrales muchas veces no coincide con la forma de la mayoría de los predios agrícolas. En un principio esta particularidad no era importante ya que muchos pivotes fueron instalados para regar terrenos de bajo valor, por ejemplo en suelos arenosos, de modo que las esquinas que no recibían agua (improductivas) no preocupaban mayormente a los agricultores. Las áreas entre el círculo de riego y las esquinas de los terrenos generalmente cuadrados o rectangulares donde se instalaban los pivotes eran utilizadas para cultivos de secano, zonas de alimentación animal (feedlots), etc. Pero pasa a ser un verdadero problema cuando se cultiva en terrenos de alto valor.

Los fabricantes de pivotes primero intentaron agregando cañones (aspersores también llamados pitones o pistones) de alto caudal en los extremos de los pivotes, los que se activaban automáticamente

cuando el extremo móvil llegaba a la esquina. Esta fue una solución parcial ya que no se moja toda el área de la esquina y además se sufre la deriva por viento.

En 1974 se introdujo el sistema de 'esquinero', el que consistió en una extensión del pivote central de hasta 80 m, la que cuenta con una torre móvil propia y control. El esquinero se despliega y repliega desde el extremo móvil del pivote activándose automáticamente en las esquinas.

Los sistemas para regar esquinas que utilizan la mayoría de los principales fabricantes se han refinado mucho desde su introducción en los 70'. El primer esquinero era guiado por un alambre enterrado en la ruta que debía seguir la torre del esquinero. Hoy se utilizan sistemas de guía programada y GPS (Sistema de Posicionamiento Global) que abren los esquineros al acercarse a una esquina y lo guía en las irregularidades perimetrales de un terreno. Este no es un sistema barato por lo que sólo se justificará en cultivos de alto valor.

#### Gran desarrollo de sistemas de aspersión

En el riego localizado la tasa de aplicación de agua estará determinada por el volumen de agua que el sistema aplica por unidad de tiempo. En el caso de los pivotes centrales la tasa de aplicación de agua dependerá del caudal de agua que es bombeada a través del sistema por unidad de tiempo y de la velocidad a que se mueve el pivote. Por ejemplo, si se bombea 100 l/min se aplica menos agua que si se bombea 200 l/min pero además, en un sistema móvil, mientras más rápido gira el equipo en el campo menor es la cantidad de agua que aplica. Se llama 'tiempo de aplicación' al tiempo que toma asperjar cada lugar del campo y este depende del radio a que los aspersores tiran el



Juan Enrique Solar, representante en Chile de Valmont





Los pivotes son diseñados con perfiles de hasta 5 m de alto lo que les permite incluso regar frutales leñosos.

agua. A una velocidad determinada de giro, en tanto mayor sea el radio de aspersión por más tiempo cada punto del campo recibirá agua.

Otra consideración es que en los pivotes la tasa de aplicación varía lateralmente, del centro a la periferia, ya que el pivote va regando un área cada vez mayor en la medida que los aspersores se van ubicando más alejados del centro del sistema. Esto porque las primeras secciones del pivote se mueven proporcionalmente mucho más lento que las más externas. Por ejemplo, la torre más externa de un pivote de 400 m debe recorrer cerca de 2.413,5 m en el tiempo en que la más interior recorre sólo 402,25 m (una proporción de 1 a 6). En tanto que

la primera extensión de 60 m apenas riega 1,2 ha, los últimos 60 m deben regar cerca de 16 ha. Pero con un diseño adecuado del sistema de aspersores, un pivote podrá alcanzar la tasa de absorción de agua del suelo con una excelente uniformidad de riego. En términos simples mientras más externo es un aspersor más agua debe aplicar.

Cuando aparecieron los pivotes se usaban aspersores de impacto de alta presión, por lo que el tiempo de aplicación era más largo y la tasa de aplicación era más baja dado el mayor radio de los aspersores. Según el especialista en riego de Colorado State University, I. Broner, los aspersores de impacto de alta presión y ángulo alto tienen una uniformidad



de riego más baja, en especial en condiciones ventosas. Además, con el correr del tiempo la energía se ha hecho más cara y escasa, por lo que la industria comenzó a buscar aspersores de baja presión e

impacto y boquillas pulverizadoras que funcionaran a presiones de 20 o 30 psi (14,06 – 21,09 mca) para lograr ahorrar hasta un 40 % de la energía que requerían los sistemas de alta presión. Hoy se han dejado

www.ecol.cl

**ECOL**  
ELEMENTOS DE RIEGO

**20 años**  
suministrando las mejores  
marcas a nivel mundial

...para diferentes cultivos hay una **SOLUCIÓN**  
que optimizará sus recursos

**PLASTRO**

**T-Tape**

**dual<sup>®</sup>  
drip**

**ODIS**

**Hunter<sup>®</sup>**

**VOGT<sup>®</sup>**

**vinilit<sup>®</sup>**

## Historia del riego por pivote:

El primer intento conocido data de 1878 cuando el ingeniero francés John Winebrenner patentó una tubería que transportaba agua que



era tirada por caballos y giraba como las agujas de un reloj.

A mediados del siglo XX el concepto reapareció gracias a la visión e inteligencia de Frank Zybach, un granjero de Strasburg, Colorado, quien diseñó y ensambló un "aparato autopropulsado de riego por aspersores" que puso en práctica el concepto y constituyó una alternativa práctica al tremendo esfuerzo de regar con palas y tubos (sifones) cargados a mano.

En julio de 1952 la patente obtenida por el invento de Zybach marcó el comienzo de una revolución en la tecnología de riego. A este invento se le dio el nombre de pivote central. Un año después de que Zybach recibiera su patente se asoció con el comerciante de Columbus, Nebraska, A. E. Trowbridge. Este último se comprometió a financiar la fabricación de las máquinas en

Columbus por el 49 % del derecho de patente. Comenzaron a construir en 1953 pero un año después le vendieron los derechos de fabricación a Robert Daugherty, presidente de Valley Manufacturing Company, una pequeña fábrica de maquinaria que comenzó comercializarlos.

Para finales de los 60' la popularidad de los pivotes centrales se disparó y cuando la patente original estaba por expirar en 1969 otros fabricantes entraron al negocio. En 1968 Richard Reinke, un personaje



clave en el desarrollo temprano de los pivotes, inventó un pivote central llamado el Electrogator, pivote eléctrico reversible que excedía los 30 m de envergadura, el que ya usaba llantas de goma. Además Reinke desarrolló el primer pivote central de aluminio, el Alumigator, que gracias a su bajo peso redujo la ocurrencia de huellas profundas en el campo.

de usar los aspersores de impacto que se instalaban sobre los arcos del pivote ya que demandan mucha energía.

Se da una proporción inversa entre la tasa de aplicación y el radio de tiro del aspersor utilizado. Mientras más pequeño el radio, más alta debe ser la tasa de aplicación instantánea, ya que es más corto el tiempo de aplicación que recibe cada punto del campo, lo que representa un problema para el radio pequeño de los emisores de baja presión.

## Pivotes y Ley de Fomento al Riego

Juan Enrique Solar de Valmont Chile, con base en la ciudad de Chillán explica: "La Ley de Riego es fundamental para la industria de los pivotes en Chile. Sin la Ley de Riego habría mucho menos equipos regando. Nuestras ventas en un 80-90 % son agricultores grandes, medianos o incluso pequeños que han postulado a la Ley", explica Solar. El representante de Valmont dice que estos sistemas son absolutamente preferibles para la CNR puesto que "su vida útil sobrepasa por mucho los diez años que exige la Ley". Según Solar se dan varias modalidades de financiamiento con los pivotes: "Algunos postulan por Artículo 4° (obra ya construida) ya que cuentan recursos propios, otros consiguen un crédito de enlace con la banca privada y algunos casos las empresas otorgan 90 días de gracia, luego de instalado el pivote, antes de cobrar.

Por su parte, Ignacio del Campo de

Agroriego, empresa con oficinas en Santiago y Los Ángeles, señala que en el sur casi todos los proyectos de pivote se presentan a la Ley de Riego pero dice que no sucede así en la Región Metropolitana: "Los concursos a los que pueden postular los agricultores de la RM son sólo dos en el año y son de carácter nacional (para empresarios medianos). Ésta es una zona donde el riego está más desarrollado (que en el sur), básicamente el goteo en frutales de altos retornos". Según del Campo, en la zona de Pan de Azúcar en la Región de Coquimbo hay algo de 10 pivotes, pero dice que "en el área del seco costero de la zona central: Casa Blanca, Melipilla, Marchigüe, Halcones y en el resto de la zona costera hay muchos equipos regando". Por ejemplo, en el predio de la familia Ariztía que visitamos (alrededores de Melipilla) había 13 pivotes, ninguno concursado a la Ley de riego.

La aplicación de agua a baja presión y bajo volumen implica que la misma cantidad de agua debe ser aplicada en un área más pequeña y al aplicar agua al suelo demasiado rápido resulta en escorrentía y erosión, y por tanto se pierde uniformidad de riego. Por esta razón se han diseñado muchas diferentes clases de aspersores y diversas formas de ubicarlos en el pivote, con el fin de incrementar el área de cobertura de cada emisor. Algunas soluciones se han encontrado en el diseño especial de aspersores que lanzan agua sobre platos deflectores para aumentar el radio y en boquillas giratorias (spinner) que arrojan agua más lejos.

Dada la diversidad de cultivos, suelos y climas, un solo tipo de aspersor no puede cumplir con todos los requerimientos por lo que la industria en la actualidad ofrece

más de 40 opciones diferentes de paquetes de aspersores. En los últimos tiempos los ingenieros han desarrollado aspersores que no sólo controlan la producción de gotitas pequeñas o grandes, sino que además controlan adónde van las distintas gotas. Además han logrado perfiles de distribución para situaciones específicas tales como alta demanda de uniformidad, resistencia al viento, penetración en la vegetación y riego en suelos sensibles.

Otros de los problemas que ya se han superado son, por ejemplo, que la presión del agua en la tubería cambia con la elevación. La solución fue colocar reguladores de presión y caudal en los aspersores, tecnología que compensa los cambios de presión que se producen a lo largo del pivote cuando éste recorre terrenos ondulados.



Ignacio del Campo de Agroriego, representantes en Chile de Lindsay



## El futuro: Telemetría, GPS, elementos de control

Ignacio del Campo de Agrioriego, empresa comercializadora de los pivotes Zimmatic de Lindsay, señala que los avances en la tecnología de control son lo más destacable de los últimos tiempos. Es así que hoy en día un operador sólo debe realizar una rápida programación en el panel de control para seleccionar la dirección y la velocidad deseada de varios pivotes. Es decir que el operador puede regular al detalle cuándo, cuánta y cómo aplica el agua en cualquier fracción del círculo regado por el pivote. Programará el accionar de un esquinero o que el cañón de punta tire agua (a por ejemplo 25 m) en ciertos lugares y en otros no.

A finales de los 70' se comenzaron a integrar controles remotos y

sistemas de monitoreo a los pivotes centrales. Estos sistemas permiten, a través de señales de radio o tonos de teléfono, encender o apagar los sistemas de riego desde cualquier lugar, monitorear si están funcionando y determinar su posición en el campo.

Los sistemas de control se han hecho cada vez más sofisticados y en la actualidad el operador puede pre-programar el riego con varias semanas de antelación. Las instrucciones pueden incluir diferentes tasas de aplicación de agua, programadas dependiendo del sector del círculo, según los requerimientos del cultivo. En los controles de última generación también pueden programarse operaciones tales como aplicaciones de fertilizantes y pesticidas. Todas esas operaciones pueden así mismo realizarse desde un teléfono móvil o un PC desde cualquier parte del mundo donde



se cuente con servicios de Internet o teléfono. Los sistemas de control además cuentan con varios sistemas de alarmas que alertan al operador en caso de malfuncionamiento.

Casi todas las marcas de pivo-

tes que se comercializan en Chile disponen de tres versiones o niveles de tableros de control. Los que van desde lo más básico, un tablero electromecánico, a lo más sofisticado, que incluso cuentan con telemetría. "Los últimos tableros



**Certificación ISO 9001-2000**

Certified by **ELQi**



- 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:











Rodrigo Barros de Linares

**Fertirrigación de maíz con pivote**

El predio de 180 ha se ubica a 5 km al norte de Linares (Región del Maule). En 22 ha cultiva arándanos que riega por goteo, en tanto que riega otras 57 ha mediante un pivote central Reinke (el resto son 40 ha de pradera para ganado y forestales). El riego por goteo y el pivote se alimentan de agua proveniente de pozo profundo (bonificado por Ley de Riego), con el que no ha tenido problema. Diferente le fue con las praderas las que se secaron en un 50% porque el agua de canal que utilizaba para riego superficial se acabó en diciembre.

Esta temporada en la zona de riego del pivote decidió cultivar maíz grano el que es fertirrigado a través del pivote. Utiliza el mismo sistema de fertirriego del goteo, con otro inyector, para fertirrigar el maíz con el pivote. Aplica ácido bórico, urea y fosfato de acuerdo a una pauta de fertilización definida según estado fenológico del cultivo. "De acuerdo a lo que vimos en

otros campos de maíz fertilizados mediante pivote se puede ahorrar hasta un 40% de fertilizante y al mismo tiempo aumentar el rendimiento en un 20%. Además de evitarse labores culturales como la aporca y de llegar a un 90% de eficiencia en el uso del agua", afirma Barros.

Otros aspectos particulares del sistema de riego por pivote de Rodrigo Barros es que a su predio lo atraviesan dos canales de riego por lo que para adaptar el terreno al pivote debió construir e instalar 4 puentes metálicos por donde las ruedas del pivote atraviesan los canales. Además Barros controla su pivote desde un computador central ubicado en las oficinas del predio.



vienen preparados para conectarles un modem GSM por lo que no se necesita contratar una línea. A través de Internet uno entra a una página web de Lindsay. Además, cuando ocurre cualquier problema se reciben alarmas o un mensaje de texto en el celular que informa en qué posición está el pivote y avisa cada vez que hace un cambio en su esquema de operación", explica Ignacio del Campo. Sobre qué nivel de tecnología que adquieren los agricultores en Chile afirma: "Hay diferencia por cómo operan las distintas empresas. Nuestra tendencia

es a orientar a los agricultores a que no partan con el tablero más avanzado, sino con el intermedio y que luego pasen a controles más sofisticados".

**Una industria en fuerte crecimiento**

Las enormes marcas circulares de los pivotes pueden ser vistas desde los aviones e incluso –según dicen– desde las naves espaciales. Las conspicuas marcas circulares son fáciles de encontrar en sistemas informáticos de imágenes satelita-

les (ej. Google Earth), en particular cuando están ubicadas en medio de las arenas de un gran desierto, como es el caso de –por ejemplo– Egipto y Arabia Saudita. Es así que por medio del análisis de fotos satelitales se ha podido comprobar el explosivo crecimiento del número de pivotes y de la superficie regada por los mismos.

A principios de los 70' estos círculos fueron mapeados gracias a imágenes captadas por el sistema de satélites Landsat. En las fotos de 1972 se contaron 2.725 máquinas pero en las fotos de 2002 se encontraron con las huellas de 170.000 pivotes que regaban más de 8 millones de hectáreas en EEUU. Además, se observó que otros 88.000 pivotes (y sistemas lineales) operaban en más de una docena de países en todo el mundo. Esta estimación incluyó cerca de 21.000 sistemas en Arabia Saudita, 15.000 en Sudáfrica, 10.000 en España y 8.500 en Brasil. Además se estima que hay otros 2.500 pivotes regando en Argentina, 1.500 en México, 150 en Chile y unos 200 en el resto de Latinoamérica. En general se calcula que la industria a nivel mundial crece a tasas de entre 7 y 11%.

Entre finales de los 60' y principios de los 80' existían más de 80 marcas comerciales de pivotes, las que principalmente fabricaban y vendían en EEUU. De todas esas compañías sólo un puñado permanece hoy día en el negocio. A pesar de la concentración en el número de actores a nivel mundial la industria de los pivotes se ha mantenido competitiva, lo que se ha traducido en rápidas mejoras en las prestaciones y capacidades de los equipos.

Como los pivotes han evolucionado hasta poder regar en casi cualquier topografía, gran cantidad de agricultores que regaban por gravedad se han cambiado al riego por pivote, lo que ha modificado radicalmente la proporción de



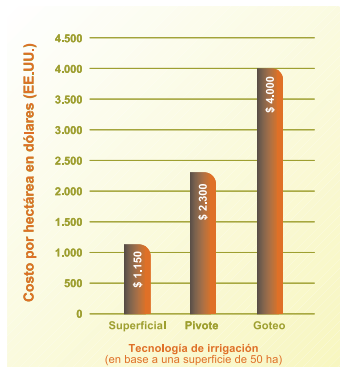
superficie regada mediante ambos sistemas, al menos en EEUU.

Hacia 1979, de los 20 millones de hectáreas bajo riego en EEUU el 62 % correspondía a gravedad, sólo el 17 % era regado mediante sistema de pivote, en tanto que el 21 % restante era regado por otros métodos. Para 2003, con un área bajo riego de 21 millones 600 mil hectáreas, el 51 % correspondía a pivote, el 43 % a riego gravitacional y el resto (6 %) a otros métodos de riego. Esta transformación obedecía principalmente a los ahorros en mano de obra, a una mayor eficiencia de uso del agua y al mayor control del riego, pero también a la posibilidad de regar cultivos en terrenos que no podían ser regados mediante métodos gravitacionales. Los pivotes no requieren nivelar un terreno de topografía irregular, por ejemplo ondulado, y permiten regar suelos que no pueden ser regados mediante métodos tradicionales, como es el caso de suelos muy arenosos.





COMPARACIÓN DE COSTOS DE LA INVERSIÓN INICIAL



Casi todas las principales fábricas de pivotes de EEUU están ubicadas en Nebraska (Valmont Industries, T-L Irrigation Company, Lindsay Manufacturing y Reinke Manufacturing Company), Estado en que 72.000 pivotes riegan cerca de 2 millones de hectáreas de los algo más de 3 millones 200 ha bajo riego.

Los diferentes representantes locales de las principales compañías están de acuerdo en que los pivotes de las marcas que permanecen

en el mercado son en general de buena calidad y que las diferencias sólo comienzan a notarse luego de varios años de uso.

“Cuando se riega con un pivote con un sistema de aspersión apropiadamente diseñado e instalado se pueden obtener uniformidades de riego de entre 90 – 95 %. Este sistema es aplicable en más del 70 % de los campos regados tradicionalmente por goteo o microaspersión y requiere de mucho menos mano de obra e inversión inicial. El gran reto es el tamaño de los campos”, afirma Andrés Rubilar, representante en Chillán de la empresa Civiltec (Civilagro), la que en Chile comercializa los pivotes Reinke.

Argumentos a favor de cada marca hay muchos. Algunas empresas destacan lo liviano de sus pivotes, lo que incidiría en un menor desgaste del sistema en general, en una menor profundidad de huella y en menos atascos; otras destacan la robustez de sus sistemas, su du-

De los hermanos Aruta

## Agrícola La Hiedra en Renaico

“Los pivotes están siendo una herramienta fundamental. Creo que va a ser difícil seguir sembrando maíz sin integrar riego tecnificado. Cada vez debemos ser más eficientes y uno de los factores más limitantes es el agua. Desde el punto de vista de las buenas prácticas agrícolas y ganaderas se mejora la eficiencia de uso del agua y de los fertilizantes, los que se pueden ir aplicando en menores dosis de acuerdo a los requerimientos del cultivo”, señala Carlos Aruta quien junto a su hermano Juan Pablo son dueños de Agrícola La Hiedra, plantel lechero de Renaico (IX Región) destacado hace algunos años como el mejor de Chile. Sobre los parámetros que utilizan para la programación del riego: “Es fundamentalmente la avapotranspiración, en el caso del maíz que consume entre 7 y 8 mm en la época de máxima demanda. Tenemos varios cultivos bajo el pivote (otro es alfalfa) y nos regimos por el factor limitante que es el maíz, ya que es el cultivo que más consume agua. Además lo controlamos empírica-



mente, mediante calicatas”.

Juan Pablo Aruta por su parte explica que para ser eficientes en la elaboración de su producto final, la leche, deben ser eficientes en toda la línea de producción. “Si cosechamos forraje de mejor calidad, finalmente somos más eficientes en nuestro producto final. Tenemos cerca de 850 cabezas de ganado en 330 ha y en esa superficie producimos el 50% del forraje, el resto es comprado”. Producen maíz de silo en 95 ha y maíz de grano húmedo en 45 ha regadas con dos pivotes.

rabilidad y que luego de muchos años pueden desarmarse para luego ser armados en otra parte. Unos afirman que los sistemas eléctricos son más complicados y que los hidráulicos riegan de forma más uniforme. Por su parte los que trabajan con sistemas eléctricos argumentan que los sistemas hidráulicos no permiten un adecuado control a distancia de los equipos. O que los motores eléctricos de 1,5 HP –que mueven las torres– son superiores o que los de 0,75 HP son más económicos.

Independientemente de las particularidades de cada producto, lo que queda absolutamente claro es que los pivotes son un gran invento. Una ‘revolución circular’ del riego agrícola cuya tecnología

ya se ha consolidado en casi todo el mundo y que hoy busca nuevas aplicaciones. Se esperan avances en la fertirrigación por pivote y en la aplicación de agroquímicos (herbicidas, fungicidas, etc.), disminuyendo enormemente el tiempo y la mano de obra que se dedican a estas labores y convirtiendo a los pivotes –más allá del riego– en estructuras que permiten entrar al campo en todo momento para realizar labores, como fumigar, de forma extraordinariamente económica. Como nos dijo el representante de una de las compañías líderes en Latinoamérica: “Nuestros mejores clientes son los agricultores que ya han comprado un pivote. El que compra un pivote nunca más riega por gravedad e intenta colocar otro en donde puede”. **CR**

## BIOFILTROS

# Vegetales que purifican las aguas de riego

El establecimiento de árboles, arbustos o pastos a los pies de un área de cultivo, actúa como una herramienta eficaz para frenar el arrastre de partículas de suelo y para extraer los contaminantes suspendidos en el agua, contribuyendo con la conservación y mejoramiento de la calidad del recurso hídrico.



*Un tipo de biofiltro es el que está compuesto de estrata herbácea o pradera (mezcla de falaris, festuca y ballica).*

La contaminación de las aguas emerge como consecuencia de las actividades rurales, agrícolas y silvícolas. Altera su calidad, principalmente, a través del incremento de partículas en suspensión, restos de fertilizantes y otras sustancias disueltas (sales y compuestos orgánicos como guano), y por la presencia de elementos tóxicos como residuos de plaguicidas.

En la actualidad, Chile está enfrentando una creciente degradación provocada por el uso de tecnologías no amigables con el medio ambiente. Entre las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y del Maule, donde se desarrolla la mayor parte de la agricultura de exportación y de abastecimiento del mercado doméstico, se evidencia una importante polución por acumulación de nitratos, fósforo y residuos de pesticidas, tanto a nivel del

suelo como de las aguas de riego. Por su parte, los mercados de la Unión Europea y Norteamérica, están normando la calidad a partir del nivel de elementos contaminantes, de manera de fortalecer la seguridad alimentaria de su población,

con productos limpios e inocuos para la salud.

Estas condiciones limitan las actuales y futuras exportaciones, con el consiguiente potencial daño económico para







Los biofiltros más eficientes están conformados por hasta tres zonas de vegetación: pradera, arbustos y árboles, los que contribuyen con la retención de contaminantes.

el país. Ante ello existen variadas formas de mitigar la contaminación de los cursos de agua, desde medidas para implementar mejores prácticas culturales hasta la instalación de barreras físicas que disminuyan la velocidad del agua y por lo tanto la erosión.

Una buena alternativa son los denominados biofiltros ecológicos o "buffer", los que corresponden a una superficie,

generalmente paralela al curso de agua de las zonas de cultivo, que considera el uso de praderas, árboles y arbustos que contribuyen con la actividad biológica del suelo. Su importancia está dada no sólo por el evidente interés de conservar el medio ambiente, sino también porque permiten a los productores orientados a la exportación, contar con una herramienta para dar cumplimiento a las normativas en materia ambiental y de buenas

prácticas agrícolas de los mercados de destino.

### ¿Qué es un biofiltro?

Controlar los contaminantes de las aguas del predio es la función principal de un biofiltro, el cual no es más que una asociación vegetal dispuesta en franjas a los pies de un campo de cultivo, en forma perpendicular al avance del recurso hídrico y en forma paralela a un desagüe o cauce. Las franjas sirven como área de retención para las partículas de suelo arrastradas por el riego y las lluvias (partículas que llevan adheridas en su

superficie contaminantes como fósforo), residuos de plaguicidas y material orgánico.

Esta asociación se considera como una zona de transición entre el sector de cultivo y un curso de agua, conformando ecosistemas propicios para el buen desarrollo de microorganismos comunes del suelo, los que participan en la degradación o retención de los contaminantes. Su eficiencia es afectada negativamente por las acciones que provocan una mayor probabilidad de arrastre de sedimentos. Es el caso, por ejemplo, de prácticas inadecuadas de preparación del terreno, aplicación de altos caudales de riego, y el cultivo de especies que dejan baja cantidad de residuos en el campo durante la época invernal, como algunas hortalizas.

Según la experiencia internacional, los biofiltros más eficientes están conformados por hasta tres estratos o zonas de vegetación. Una zona inmediata al campo de cultivo, compuesta por una estrata herbácea o pradera, luego una zona media con arbustos y, finalmente, una zona de árboles adyacente al curso de agua.

Desde el punto de vista de su diseño, los aspectos más importantes a conside-

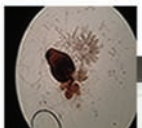
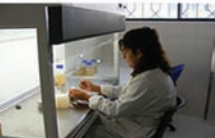


El uso de biofiltros permite a los agricultores orientados a la exportación disponer de una herramienta acorde con las buenas prácticas agrícolas de los mercados de destino.



**AGROLAB**  
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 - Fono (02) 2258087 - Santiago - Email: laboratorio@agrolab.cl



## ADAPTACIÓN DE LAS ESPECIES

Para una buena selección de especies, se detalla el comportamiento de aquellas consideradas en el estudio:

**Avellano europeo.** Se adapta muy bien a un biofiltro. No presentó daños ni ataques importantes de plagas o enfermedades. Resistió periodos de escasez y exceso de agua, mostró una alta emisión de raíces laterales, que es lo que se busca, para absorber agua y nutrientes.

**Álamo.** En los tres años de estudio, logró alturas superiores a los 4 m, lo que posiciona a esta especie como una muy buena alternativa, especialmente en zonas donde el problema de contaminación principal son los nitratos.

**Eucaliptos.** Se probaron diferentes especies, tales como *E. cinerea*, *E. delicatessen*, *E. camaldulensis* y *E. globulus*, entre las que destacaron *E. camaldulensis* y *E. globulus*. En aquellos predios en que se regaba con una mezcla de agua de canal con purines de cerdo, la que origina altos niveles de nitratos y alta salinidad, *E. camaldulensis* demostró ser la especie de mejor comportamiento. Cuando la mezcla de purines y agua de riego presentó un menor contenido salino, ambas especies presentaron una

alta tasa de crecimiento, logrando alturas de 4,5 m al cabo de tres años.

**Sauce mimbre.** Resultó ser muy rústico en su comportamiento, resistiendo prolongados periodos de sequía e inundación, por lo que se perfila como una buena alternativa. Además, es una especie de fácil establecimiento y de bajo costo.

**Pradera.** La estrata herbácea se conformó con una mezcla de tres especies gramíneas: ballica, festuca y falaris, en porcentajes de 25, 30 y 45%. La mezcla en general tuvo un buen comportamiento. Resaltó su característica de resistir el tránsito intenso de maquinaria, lo que la valida para ser usada especialmente en predios orientados a la fruticultura.

**Otras especies.** Se probó otras especies, como arándano, maqui, maitén, chilca, peumo, coigüe, quillay y pimiento, las que mostraron una baja tolerancia a periodos prolongados de humedad en el suelo o muy baja tolerancia a salinidad. Durante la ejecución del proyecto las especies mencionadas no se adaptaron satisfactoriamente al sistema de biofiltros, por lo que no son recomendadas por los investigadores.

rar se relacionan con el tipo de contaminantes que se desea controlar, la selección de especies apropiadas, la estimación del ancho de biofiltro y las labores para la preparación de suelos. El costo de establecimiento y mantenimiento de un biofiltro compuesto sólo de pradera con un ancho de 8 metros es de \$872 por metro lineal; en el caso de un biofiltro compuesto por dos o tres estratas con un ancho total de 15 m, el valor se incrementa a \$2.130 por metro lineal. Los valores y dimensiones indicados pueden variar de acuerdo al ancho y largo del potrero.

### Proyecto de evaluación

Entre el 2003 y el 2007, se realizó un

estudio, ejecutado por INIA y financiado por el SAG, cuyo propósito fue establecer biofiltros en ocho localidades de la zona central de Chile: San Fernando, Chimbarongo, Pichidegua, Requínoa, Sagrada Familia, Molina, Teno y Curicó. ¿Su objetivo? Comprobar la viabilidad y eficacia en el uso de biofiltros que controlen o reduzcan la degradación de las aguas superficiales y subterráneas causadas por la aplicación de elementos contaminantes.

Para determinar el comportamiento de los biofiltros respecto de su efecto en la remoción de residuos, se implementó módulos demostrativos y de prueba en un predio en cada localidad.



Los biofiltros son una buena alternativa para reducir los residuos del agua de riego, especialmente plaguicidas, sedimentos y nitratos.



En todos los lugares se evaluaron dos tratamientos.

Un primer biofiltro (BF1), consistió sólo en una estrata herbácea o pradera de 8 m de ancho, compuesta de una mezcla de falaris (*Phalaris aquatica*), festuca (*Festuca arundinacea*) y ballica (*Lolium perenne*). Se seleccionaron las especies indicadas pues son preferibles los pastos

de tallos erectos y rígidos, que opongan resistencia al flujo de agua, para disminuir su velocidad y facilitar la decantación de sólidos.

El segundo tratamiento (BF2) incluyó la misma pradera ya descrita y junto a ella una franja vegetal de 7 m de ancho con especies como avellano europeo (*Corylus avellana*), álamo (*Populus* sp), eucalipto





(*Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis*) o sauce mimbré (*Salix viminalis*).

Ambas asociaciones vegetales se instalaron al final de los potreros de cultivo en forma paralela a un desagüe o cauce, de manera que entraran en contacto con la escorrentía superficial producida por el riego o por precipitaciones invernales.

Los criterios considerados para la selección de las especies que conformarían el biofiltro, fueron el sistema productivo predominante en cada predio y su principal problema de contaminación, rapidez de crecimiento y rusticidad de las especies vegetales, y que no constituyeran reservorio de plagas y enfermedades para los cultivos que maneja el agricultor.

### Principales resultados

Los resultados del proyecto demostraron que estas asociaciones son capaces de lograr eficiencias de remoción entre 65% y 93% para sólidos sedimentables. Por ejemplo si el agua tiene 25

mg de sedimento por litro, pasarían 25 g cada 1.000 l que atraviesan por el biofiltro, y el biofiltro retendría entre 16 y 23 g de sedimentos. La eficiencia en sólidos suspendidos varió de 41% a 80%; así, por ejemplo, si el agua tiene 25 mg de sólidos suspendidos por litro, pasarían 25 g cada 1.000 l que fluyen a través del biofiltro, y el biofiltro retendría entre 10 y 20 g de sólidos en suspensión (figura 1).

Otros contaminantes estudiados fueron algunos plaguicidas residuales aplicados al suelo, como clorpirifos, metolaclo, acetocloro y atrazina, donde la eficiencia lograda en el BF2 fluctuó entre 23,4 % y 48,6% con un promedio de 35,1%, mientras que en el BF1 la eficiencia fluctuó entre 6,9% y 40,7%, con un promedio de 30,1%. Las mayores eficiencias se lograron en productos que presentan mayor solubilidad y movilidad en el agua de riego, como metolaclo (figura 2).

Plaguicidas no residuales aplicados al follaje de los cultivos, como los fungici-



# GESTIRIEGO

## Gestión y Tecnología en Riego

















**Dirección :** Apostol Santiago 440 - Quinta normal - Santiago de Chile **Fono :** (56 2) 764 2854 - **Fax** (56 2) 764 2506 - **E-mail :** ventas@gestiriego.cl

## BIOFILTROS EN TERRENO

Para el desarrollo del proyecto, INIA efectuó evaluaciones en ocho predios de las regiones VI y VII, que representan distintas situaciones agronómicas, principalmente en maíz y especies frutales.

**Adolfo Galaz, productor frutícola de Teno.**



“Cuando me presentaron la idea de llevar a cabo este proyecto, me pareció interesante y acepté el desafío. Me di cuenta de que uno como agricultor ignora el tema de la contaminación que se genera en el predio, en mi caso producido por los productos químicos.

Este sistema me mostró los caminos para contaminar menos y entregar mis aguas más limpias a los vecinos. En la actualidad los sigo usando, y pienso seguir con ellos mucho tiempo, ya que me permite ejercer mis labores de forma más limpia. Iniciativas como ésta deberían ampliarse a otros agricultores, para contribuir con la descontaminación de nuestras aguas”.

**Claudio Asenjo, Jefe de Producción del Liceo Agrícola El Carmen de San Fernando.**



“Se aplicaron biofiltros para filtrar las aguas de riego de un potrero puntual del Liceo. Aportamos unas

hectáreas y los investigadores de INIA trabajaron durante 4 años la combinación de praderas y arbustos. Se logró disminuir la aparición de contaminantes en el agua, como atrazina, nitrato y sedimentos.

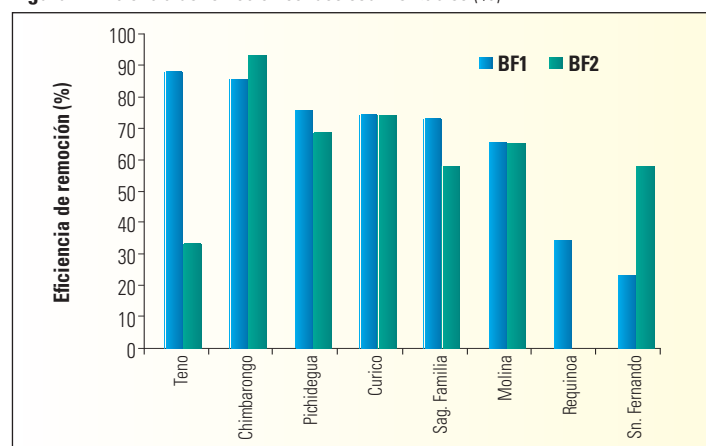
Con este proyecto se entregó a nuestros alumnos un conocimiento importante acerca del cuidado del medio ambiente a través de una agricultura más sustentable. Por ello lo seguimos aplicando en nuestros campos ya que están contribuyendo con su limpieza y le ha enseñando a los niños a desarrollar alternativas para descontaminar las aguas”.

**Fernando Meneses, agricultor del Fundo La Turbina de Chimbarongo**

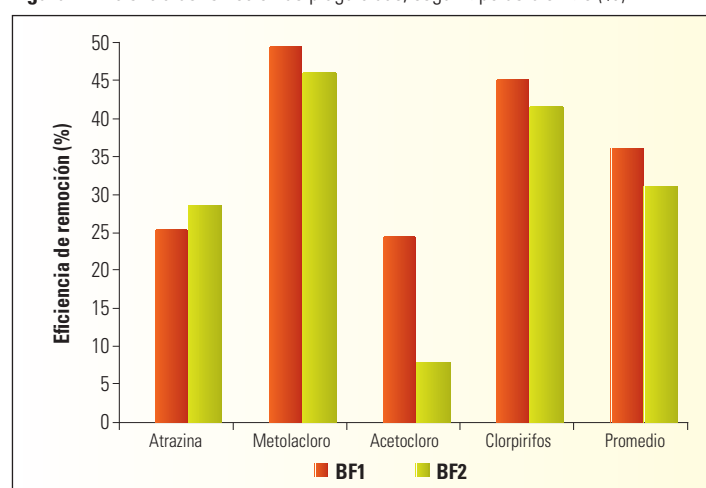


“Para mí la contaminación era un tema desconocido. Cuando aplicaron los biofiltros y se hicieron las primeras evaluaciones, me sorprendí con los niveles de contaminantes existentes: la erosión era intensa, los colifecales eran altos y el arrastre de elementos químicos retenidos en el suelo era importante. Gracias al uso de los biofiltros esta situación cambió y los beneficios se van a ver a largo plazo. Ahora lo saqué para cambiarlos de sector porque me estaba cortando un potrero, además el agua que yo filtraba no llegaba a mis tierras sino que se las entregaba a mis vecinos, lo que no me beneficiaba mucho. Creo que es importante lograr que cada agricultor, mediante un subsidio o ayuda estatal, implemente estos sistemas. Resultaría mucho mejor para todos y me sería indiferente poner un biofiltro al centro o al frente de un campo”.

**Figura 1.** Eficiencia de remoción sólidos sedimentables (%).



**Figura.2.** Eficiencia de remoción de plaguicidas, según tipo de biofiltro (%).



das e insecticidas propiconazol, triadimefon, diazinon, metidathion, kresoxim metil y dimetoato, mostraron una eficiencia menor, con 26,8% en el BF2 y un 29,2% en el BF1. El BF2 fue más eficiente en el abatimiento de la mayoría de estos contaminantes, debido a que está conformado por más de una estrata, con sistemas radiculares de diferente profundidad.

Respecto al comportamiento del nitrógeno, se detectó que la concentración de nitratos en el agua se incrementa a medida que el riego escurre por el terreno, y que las vegetaciones capturan parte del nitrógeno mineral aplicado como fertilizante. La eficiencia de los biofiltros en la reducción de nitratos en el agua superficial, en promedio, no superó el 25%. En cambio la eficiencia de los biofiltros en la reducción de nitratos del agua que baja a través del suelo logró una eficiencia promedio de 72%, porque la mayor

capacidad de remoción de nitrógeno se produce en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno) que ocurren fundamentalmente bajo el suelo, un proceso conocido como desnitrificación.

## Eficiencia de los biofiltros

A través de este estudio, los biofiltros demostraron ser una herramienta eficaz para disminuir los residuos del agua de riego, especialmente para contaminantes como plaguicidas, sedimentos, nitratos, y salinidad en aguas bajo la superficie. El biofiltro de dos estratas resultó ser más eficiente que el biofiltro conformado solamente por una pradera. Al promediar la eficiencia en los contaminantes estudiados, se obtuvo una reducción de un 33,3% en el BF2 y un 27,4% en el BF1.

Por otra parte, estos sistemas no resulta-



ron ser eficientes para fósforo disuelto y nitratos en agua superficial. Las posibles explicaciones se relacionan, en el caso del fósforo, con el hecho de que éste se moviliza junto con las partículas del suelo y no disuelto en agua. Para el caso de nitratos las justificaciones apuntan a que la reducción se produce principalmente por fenómenos de desnitrificación ocurridos en ambiente anaeróbico bajo la superficie del suelo.

En términos generales, los biofiltros por sí solos no son capaces del control principal de los contaminantes presentes en el agua de riego. Las medidas de mitigación deben estar orientadas, en forma complementaria, a reducir la carga de residuos en el origen. Entre estas medidas, se puede mencionar laboreo del suelo bajo criterios de mínima labranza, manejo del riego con caudales controlados y no erosivos, aplicación racional de plaguicidas, y una fertilización adecuada a las necesidades de las plantas (evitar excesos).

## Recomendaciones

Las evaluaciones realizadas durante el proyecto determinaron ciertas consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de establecer un biofiltro:

- El biofiltro ocupa superficie productiva, lo que puede ser una restricción a su establecimiento en sistemas intensivos. Su establecimiento está condicionado a exigencias comerciales respecto a la calidad del agua de riego, las que no existen en Chile pero sí en los mercados de destino de los productos nacionales. También responde a normativas que restrinjan la contaminación de cauces superficiales con aguas de mala calidad.
- Para la conformación y diseño de un biofiltro, se deben considerar los siguientes aspectos:
  - Tipo de contaminantes que predominan en el predio: residuos de plaguicidas, sedimentos, coliformes fecales, nitratos y fósforo.
  - Selección de especies. Las especies a seleccionar deben ser ávidas por el

contaminante que se desea atacar, de fácil establecimiento, rústicas, que soporten períodos de sequía o inundación, y no ser reservorios de plagas o enfermedades para el cultivo principal. Además tienen que ser compatibles con el cultivo, en términos de no provocar competencia por luz ni que interfieran el manejo agronómico normal, lo que depende del sistema productivo del agricultor.

- Ancho de las estratas. Si bien, en el estudio realizado no se evaluó el ancho de las estratas, los investigadores estiman que para el caso de la pradera no podría ser inferior a 5 m, y que en la estratas arbustivas y arbóreas el ancho no debiera tener menos de 7 m.
- Siguiendo las recomendaciones anteriores es posible determinar los biofiltros de acuerdo al sistema de producción:
  - Sistemas intensivos basados en hortalizas, frutales y cultivos. El agricultor hace un uso intensivo del suelo, tanto

en el tiempo como en el espacio, donde este último tiene un alto valor y se constituye en la mayor limitante para la adopción de la tecnología. Para ello se recomienda un biofiltro conformado solamente por pradera en un ancho no inferior a 5 m, donde los principales contaminantes que serán abatidos son sedimentos de suelo, residuos de plaguicidas y fósforo.

- Sistemas extensivos de cultivos o de producción mixta ganado-cultivos. Se trata, normalmente, de predios de mayor extensión, asociados a la necesidad de disponer de los residuos ganaderos en el campo. En este caso se recomienda el uso de biofiltros conformados por dos a tres estratas, la primera sobre la base de una pradera de un ancho no inferior a 7 m, donde se esperaría el abatimiento de sedimentos, residuos de plaguicidas y nitratos en agua subsuperficial, con una eficiencia superior en al menos un 10% respecto de un biofiltro conformado solamente por pradera. **CR**

# RIEGO LUZ

## Soluciones Agrícolas

- Construcción de pozos profundos
- Riego Tecnificado
- Pivotes Centrales y Frontales
- Movimiento de Tierra
- Proyectos Eléctricos
- Financiamiento

**LUZLINARES**  **LUZPARRAL**  
Sembrando energía...



(73) 634 002 - 222 444 [www.riegoluz.cl](http://www.riegoluz.cl)

Biotecnología vegetal:

# Buscando cultivos tolerantes a

A nivel comercial, el mundo agrícola cuenta con varios cultivos transgénicos dotados con rasgos tales como resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas, maduración retardada, resistencia a virus o vegetales mejorados desde el punto de vista nutricional. Aún no existen cultivos GM (genéticamente modificados) comerciales que sean tolerantes a situaciones que son cada vez más recurrentes y por lo mismo preocupantes: sequía, salinidad, temperaturas extremas, radiación, etc., pero en Latinoamérica y en resto del orbe se realizan esfuerzos biotecnológicos en ese sentido. Es así que en octubre en el VI Encuentro RedBio2007 realizado en la ciudad de Viña del Mar se dedicaron varias conferencias a exponer experiencias biotecnológicas que buscan superar estreses abióticos.

Imagínense que modificando un gen pudiéramos cambiar el color de las plantas de importancia económica, del tradicional verde a tonos de gris, para que así los vegetales absorban menos calor y requieran menos agua para su desarrollo. Aunque no lo crean ese es un ejemplo realista de cómo se puede orientar la investigación biotecnológica agrícola. Pero también se persiguen objetivos que desde el punto de vista agronómico son menos sorprendentes, por ejemplo lograr que las plantas desarrollen sistemas radiculares más grandes y exploradores o que por alguna otra razón las raíces sean más eficientes.

En diferentes partes del mundo se está utilizando los recursos biotecnológicos para lograr que los cultivos más im-

portantes se adecuen a situaciones ambientales extremas. Los estrés abióticos: sequía, salinidad, radiación, frío o calor extremos, carencia de nutrientes, entre otros, causan graves pérdidas a la agricultura y son cada vez más preocupantes cuando toman el aspecto del cambio climático global, de la sostenida salinización de los suelos y del agua de riego agrícola o simplemente de las continuas alzas en el costo de los fertilizantes.

***Arabidopsis thaliana*:**

**Una planta fundamental para la investigación**

En el año 2000 se completó la secuencia genética de la planta *Arabidopsis thaliana*, variedad de mostaza de baja alzada



que se convirtió en la primera planta de alto nivel evolutivo en ser secuenciada. En torno a ese trascendental evento se formaron gran cantidad de empresas y redes de miles de investigadores de todo el mundo, conformando el más avanzado sistema de experimentación en biología vegetal del globo (se puede acceder libremente a la secuencia y a la información que se genera en: [www.arabidopsis.org](http://www.arabidopsis.org)).

*Arabidopsis* es un excelente vegetal para la investigación puesto que es fácil de transformar por medio de la introducción de genes y su ciclo de vida es de tan sólo 7 semanas de semilla a semilla. Pero aún más importante, *Arabidopsis*

ofrece un modelo válido para el estudio de gran cantidad de plantas de valor comercial, ya que sus secuencias genéticas son similares, de modo que los genes de *Arabidopsis* son útiles para encontrar homólogos en las plantas cultivadas que se busca modificar.

Algunas de las compañías y redes mencionadas trabajan con un grupo de genes detectados en *Arabidopsis* llamados Factores de Transcripción (FT) los que controlan el grado de activación de cientos o miles de otros genes que se expresan en cascadas (primarios, secundarios, etc.) y que finalmente controlan la expresión de cada rasgo en particular. En el



# sequía

Por  
Juan Pablo Figueroa



de valor comercial tolerar múltiples formas de estrés y se han detectado genes relacionados con la manifestación de rasgos que ayudan a los cultivos a prosperar en ambientes desérticos, con altas concentraciones de sal y bajas o altas temperaturas. Por ejemplo, las células de las plantas contienen compartimentos llamados vacuolas hacia las que es posible derivar el exceso de sal para que no se afecte el funcionamiento del resto de la célula. La biotecnología puede lograr que las células depositen la sal en estas vacuolas a través de la inserción de genes que codifican una proteína encargada de bombear sal, desde las principales partes de la célula a las vacuolas.

## Estrés abiótico en REDBIO2007

En RedBio Chile 2007 (22-26 de octubre en Viña del Mar) se expusieron varios trabajos que intentan conseguir plantas cultivables tolerantes a estrés abióticos. Entre ellas el Dr. Roberto Gaxiola de Arizona State University expuso su investigación "Ingeniería de raíces: Una estrategia para la agricultura en áreas marginales de cultivo". El Dr. Gaxiola trabaja con el modelo *Arabidopsis* y ya ha determinado que la sobre expresión de un gen, el AVP1, resulta en plantas tolerantes de *Arabidopsis* a estrés hídrico o salino. Gaxiola además ha obtenido plantas de tomate transgénicas (AVP1) que así mismo son tolerantes a estrés hídrico. Además estos cultivos GM desarrollan raíces y ramas más grandes y un mayor número de frutos —más grandes— cuando son cultivadas en condiciones de bajo fósforo. También ha obtenido buenos resultados con plantas de arroz. La hipótesis es que la H<sup>+</sup>-pirofosfatasa (H<sup>+</sup>-PPase) AVP1 facilita el transporte de auxinas y los desarrollos dependientes de auxinas en *Arabidopsis*, así como en otras plantas.

genoma de *Arabidopsis* cerca de 27.000 genes son controlados por aproximadamente 1.800 FT. Por ejemplo la compañía Mendel Biotechnology, fundada en 1997 para trabajar con la secuencia de *Arabidopsis*, analiza sistemáticamente las funciones de todos los FT de *Arabidopsis* y los científicos de Mendel han descubierto que un solo FT puede controlar rasgos complejos tales como la habilidad de una planta para superar heladas, sequía, eficiencia de uso de nitrógeno, resistencia a enfermedades y muchos otros rasgos complejos.

## Los impactos medioambientales en los cultivos

La condición de cultivo que más impacta en la agricultura global es la sequía o estrés hídrico. Afortunadamente ya se han logrado avances en la búsqueda de mecanismos que permitan a las plantas



*Planta de Arabidopsis thaliana, el primer vegetal al que se secuenció su genoma.*

## RedBio y Encuentro RedBio Chile 2007:

RedBio fue creado al alero de la FAO con el fin de acelerar los procesos de adaptación, generación, transferencia y aplicación de la biotecnología vegetal para contribuir a superar las limitaciones en la producción de cultivos y a la conservación de recursos genéticos. Los Encuentros Latinoamericanos y del Caribe sobre Biotecnología Agropecuaria (REDBIO/FAO), organizados desde 1995, son los más relevantes de su tipo en el área de la investigación e innovación, educación y percepción pública de la biotecnología y la bioseguridad en América Latina y el Caribe. Con ocasión del VI Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Agropecuaria, RedBio Chile 2007, se dieron cita en la ciudad de Viña del Mar más de 500 especialistas, los que tuvieron la oportunidad de escuchar y compartir con 80 expositores de reconocido prestigio internacional provenientes de todo el mundo. Entre las conferencias se expusieron tres trabajos sobre tolerancia a estrés medioambientales.

### Organizadores

RedBio Chile 2007 fue organizado por FIA, FAO, RedBio Internacional, RedBio Chile, Ministerio de Agricultura (Chile) e Innova Chile.

## Datos interesantes de considerar:

- Entre 1996 y 2005 el área global de cultivos GM aumentó casi 50 veces, al pasar de 1,7 a 90 millones de hectáreas.
- Más de 8,5 millones de agricultores utilizan GM, con un crecimiento anual del 11 %.
- En 1996 sólo seis países cultivaban GMs y ya eran 21 a 2005
- El crecimiento absoluto del área de cultivos GM entre 2004 y 2005 fue más alto en países en desarrollo que en países industrializados: 6,3 millones y 2,7 millones respectivamente. Con un porcentaje de crecimiento cuatro veces mayor (23%) en los países en vías de desarrollo si se los compara con los países industrializados.
- Durante 2005 cuatro nuevos países cultivaron GM: Francia, Portugal, República Checa e Irán.
- Los países de la UE que cultivan GM son 5: Francia, España, Portugal, Alemania y República Checa.
- En el año 2005 Brasil cultivó 9,4 millones de hectáreas de OGM.
- El comercio global de cultivos GM en 2005 ascendió a US\$ 5,25 mil millones, representando el 15% de los US\$ 34 mil millones del mercado mundial de productos de protección de cultivos y el 18% de los US\$ 30 mil millones del mercado mundial de semillas.

## Rasgos otorgados por la biotecnología a cultivos GM:

- **Ejemplos de cultivos GM con resistencia a insectos:** Maíz, Algodón, Tomate, Patata. Ejemplos de cultivos GM con tolerancia a herbicidas: Remolacha Azucarera, Arroz, Maíz, Algodón, Achicoria, Raps, Colza Argentina, Lino, Tabaco, Soja.
- **Ejemplos de cultivos GM con características de maduración retardada:** Melón, Clavel, Tomate.
- **Ejemplos de cultivos GM con resistencia a virus:** Papaya (Haway), Calabaza, Patata.
- **Ejemplos de cultivos GM con mejoramiento nutricional:** Arroz, Soja Omega III, Soja Bajo Linolífico, Soja Alto Oleico, Maíz Alta Lisina (para alimentación animal).

El Dr. Eduardo Blumwald del Departamento de Plant Science de la Universidad de Davis, California, por su parte tituló su exposición "El retraso en la senescencia de la hoja induce una tolerancia extrema y mejora la eficiencia de uso (de agua) de los cultivos". Blumwald no trabaja con el modelo Arabidopsis pues prefiere estudiar directamente plantas cultivables, de modo que experimenta con tabaco.

El Dr. Blumwald parte de tres principios observables: 1. los estrés por salinidad y sequía aceleran la senescencia de las plantas, 2. los estrés modifican la relación sumidero/fuente y 3. las citoquininas retardan la senescencia de las hojas. Al contrario del dogma que dice que la senescencia es un proceso que ayuda a las plantas a superar estrés, el investigador plantea que es posible mejorar la tolerancia de las plantas a la sequía si la senescencia de las hojas es retrasada durante el episodio de sequía.

La idea del equipo del Dr. Blumwald es que regulando la expresión de maduración y de estrés inducido por un promotor de la IPT (isopentenil transferasa), el fac-

tor limitante para la biosíntesis de citoquinina, se puede mantener niveles óptimos de citoquinina durante el estrés y retardar la senescencia inducida por éste.

Los investigadores de Davis han obtenido plantas de tabaco que pueden crecer con un 70 % menos de agua. Las pruebas mostraron que a diferencia de las plantas de tabaco normales que se desprenden de sus hojas y mueren si no son regadas en dos semanas, las plantas transgénicas no muestran grandes deterioros. Las GM rindieron sólo un 12 % menos cuando se les aplicó un 70 % menos de agua. El descubrimiento podría ser importante también porque existen otras rutas para incrementar los contenidos de citoquinina en los cultivos, como por ejemplo la aplicación de extractos naturales de algas.

(<http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/0709453104v1>)

## Científicos canadienses identificaron gen de resistencia a estrés

Científicos de la universidad canadiense de Saskatchewan identificaron un gen que podría allanar el camino para desarrollar cultivos agrícolas y forestales más tolerantes a estrés ambientales (abióticos), como por ejemplo luz ultravioleta u otros tipos de radiación. El estudio conducido por Wei Xiao y sus colegas es destacado en la edición de enero de la revista The Plant Cell.

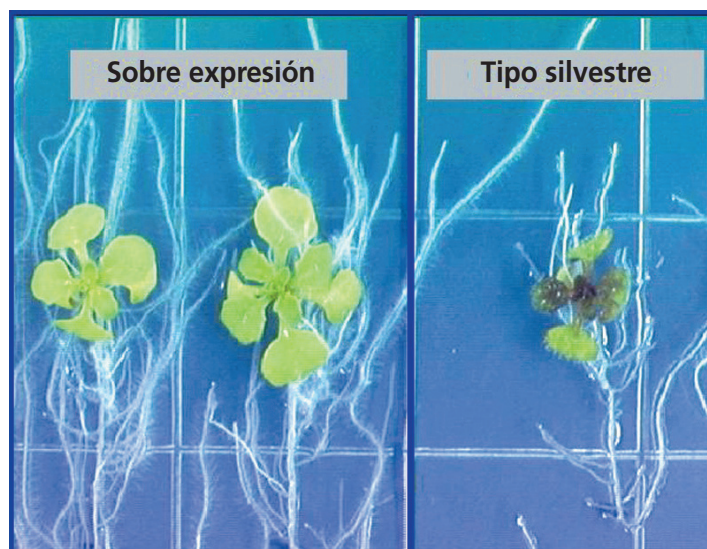
Utilizando el modelo Arabidopsis ellos fueron capaces de clonar y caracterizar cuatro genes que se sospecha cumplen un rol en las respuestas de las plantas al estrés. Cuando las plantas sufren un estrés que perjudica al ADN, las plantas en las que uno de esos genes ha sido desconectado (know out) producen plántulas que crecen más lento y generalmente mueren, comparadas con el grupo control. "Esto nos dice que esos genes probablemente juegan un rol importante en la mantenimiento de la estabilidad genética de las plantas y las protege de los estrés", afirma Dr. Wei Xiao.

El artículo se puede ser solicitado en el e-mail del Dr. Wei Xiao: [wei.xiao@usask.ca](mailto:wei.xiao@usask.ca)

<http://www.usask.ca/research/news/read.php?id=768&newsid=1>

## Compitiendo por cultivos tolerantes a sequía

Una carrera global que coloca a Pioneer, Monsanto Co. y a otras empresas unas contra otras se está llevando a cabo para desarrollar nuevas líneas de maíz -y otros cultivos- que crezcan en situaciones críticas de falta de agua. DuPont espera tener en el mercado su primera semilla de maíz transgénico tolerante a la sequía hacia 2012. Monsanto, compañía que —entre otros lugares— hace pruebas en los alrededores semiáridos de Davis,



Respuesta al estrés pos condición de bajo nitrógeno.



California, planea lanzar al mercado su primer maíz tolerante a sequía poco después de 2010.

Syngenta, compañía que tiene su base norteamericana en Greensboro, North Carolina, está desarrollando lo que llama tecnología de maíz 'optimizadora de uso del agua' la que permitirá al maíz crecer en suelos en que normalmente no prosperaría. Esta empresa apunta a tener algo marqueteable hacia 2011. Todas las esas empresas realizan esfuerzos multienfoque que incluyen tanto mejoramiento convencional como biotecnológico. Este último involucra transferencia de genes desde microbios o desde otras plantas, entre ellas Arabidopsis.

La idea es lograr plantas con sistemas radiculares más largos y fuertes que extraigan más agua desde el suelo, desarrollar plantas que conserven mejor el agua en el tallo y las hojas, y además cambiar la forma en que las plantas se desarrollan, para que el agua se diri-

## Páginas web sobre Biotecnología:

**www.arabidopsis.org:** Sitio de libre acceso a la secuencia genética de Arabidopsis thaliana. También se comparten las experiencias biotecnológicas que se han o que se están realizando con esta planta o sus genes en el mundo.

**www.agbioforum.org:** Publicación gratuita on line de artículos breves sobre biotecnología agrícola.

**www.agrobio.org:** Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola (Colombia).

**www.agrobiomexico.org.mx:** Asociación de organizaciones en México.

**www.argenbio.org:** Biotecnología en Argentina y el mundo.

**www.biotech.uiu.edu/:** Centro de biotecnología de la universidad de Illinois.

**www.icgeb.org/bsafesrv:** Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología.

**www.chilebio.cl:** Comisión Chile Bio de AFIPA A. G. (Asociación

Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas).

**www.ciat.cgiar.org:** Centro Internacional de Agricultura Tropical.

**www.cib.org.br/:** Información actualizada sobre biotecnología en Brasil.

**www.cimmyt.org/:** Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (México).

**www.colciencias.gov.co:** Instituto colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.

ja más al desarrollo de los granos, por ejemplo, que de las hojas.

## Biotecnología y nutrición vegetal

Con los precios de los fertilizantes en alza sostenida uno de los rasgos más buscados en los cultivos biotecnológicos es la eficiencia en la absorción de nitró-

geno. En la actualidad se está realizando I + D en maíz, para que este cultivo utilice mejor el N.

De acuerdo a un reciente reporte publicado en AglineNews, Monsanto está desarrollando maíz que rinde más bajo condiciones normales de N, o que estabiliza sus rendimientos en ambientes de bajo N. En 2006, en tres localidades

Para nosotros  
ser líderes significa  
no dejar de crecer.



Multicote®  
Folical®  
Aminocat®  
N-Boron®  
Biocat-15®  
Atlante®  
Poly-Mg®



**anasac** 60 años

www.anasac.cl



## Líneas CBF



## Control



7 días sin agua, luego se restituye el riego por 4 días.

Plantas de *Arabidopsis* transgénicas con tolerancia a sequía v/s silvestres.

de Illinois y Iowa, Monsanto llevó a un gen de uso del N a no mostrar caídas de rendimiento cuando los niveles de aplicación de N bajaron de 180 lbs/ac (205 kg/ha) a 40 lb/ac (45 kg/ha). Recientemente Monsanto y una empresa llamada Evogene, anunciaron una colaboración para mejorar la eficiencia de uso de N en maíz, soja, canola y algodón. La filial de DuPont, Pioneer Hi-Bred International, también busca desarrollar maíz con mayor eficiencia de uso del N. Así mismo existe investigación pública orientada a descubrir genes asociados al uso eficiente de este elemento.

El año pasado la revista Nature reportó esfuerzos de investigadores de Gran Bretaña y Dinamarca que intentan aplicar ingeniería genética a plantas para producir nódulos en las raíces en ausencia de rizobias y conseguir cultivos que no necesitan ser tratados con fertilización nitrogenada, en cambio permite a una bacteria natural del suelo colonizar nódulos

los fijadores de N.

Hoy, al alero de la FAO, se está estableciendo una nueva y prometedora red de cooperación entre laboratorios y prestigiosos centros internacionales de investigación con el fin de seleccionar nuevas variedades de plantas usando herramientas biotecnológicas. El comité directivo provisional del consorcio está formado por University of California-Davis, CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) y universidades y centros de investigación miembros de RedBio.

Esta iniciativa pretende unificar experiencias nacionales y regionales con el fin de identificar y compartir genes y germoplasma que permitan fitomejorar cultivos estratégicos: maíz, pasturas, frijoles secos, arroz, soja y trigo, para conferirles tolerancia a estrés abióticos como son sequía, salinidad y acidez. **CR**





Fondo Rotatorio:

# Pequeños agricultores podrán iniciar sus obras antes de cobrar sus bonos

**Los pequeños productores agrícolas no han conseguido aprovechar del todo los beneficios de la Ley de Riego, pese a que se ha aumentado a cerca de 50% el monto destinado a bonificar a la pequeña agricultura. La baja participación campesina se debe, principalmente, a las dificultades de acceso al financiamiento para la construcción de obras de riego y drenaje, que luego de construidas recibirán la bonificación estatal. Un convenio marco entre CNR e INDAP permitirá a los campesinos acceder a más de \$1.000 millones para superar ese problema. Los recursos ya están asignados y se reincorporarán al Fondo hasta 2009.**

*Por Francisco Ramírez*

La Ley de Riego asigna fondos de fomento a la inversión privada a los beneficiarios sólo "una vez que las obras (de riego o drenaje) estén totalmente ejecutadas y recibidas", según establece el artículo 7° de la normativa.

Sin embargo, un importante sector productivo de nuestra agricultura se ve en serias complicaciones a la hora de responder a tal postulado: los pequeños agricultores.

Precisamente para ir en su apoyo entró en funciones un convenio marco firmado en 2007 por el que la Comisión Nacional de Riego (CNR) transfiere \$1.402.600.000 al Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP). De ellos, \$1.043.896.000 corresponden al denominado "Fondo Rotatorio", cuyo objetivo es aportar al mejoramiento productivo de los pequeños(as) productores(as) agrícolas y las organizaciones de usuarios de aguas, que participan en los concursos de la Ley 18.450, y son beneficiarios del INDAP.

"Los pequeños agricultores tienen dificultades concretas para competir con los empresarios agrícolas en parte por la falta de recursos de inversión, tecnología y acceso al crédito. Dada la importancia estratégica del riego, resulta vital incrementar la infraestructura y equipamiento tecnológico a su disposición, potenciado la tecnificación, una mayor eficiencia de las conducciones de agua extraprediales y la mejora del drenaje. Median-



te este convenio, los beneficiarios podrán contar con mayor seguridad y disponibilidad de riego y una optimización de la eficiencia en el uso del recurso hídrico", explica Carlos Alonso, coordinador del acuerdo por parte de la CNR.

El Fondo Rotatorio entrega recursos a los beneficiarios de INDAP que han presentado proyectos de riego o drenaje bonificados para que puedan ejecutar las obras y, posteriormente, cobrar el dinero aprobado. Los recursos de prefinanciamiento son por el valor de la bonificación otorgada a cada iniciativa.

## Destino de los fondos

La buena noticia es que los recursos ya están asignados y permitirán la concreción de 24 proyectos individuales y 12 obras asociativas en cuatro regiones del país.

En el marco de este convenio la IV región recibió más de \$146 millones para concretar 20 obras de riego intra y extrapredial. La V región se hizo acreedora de \$70 millones destinados a 4 proyectos de tecnificación de riego.

Las regiones del Maule y La Araucanía presentan la particularidad de que captaron fondos





para proyectos comunitarios. En el caso del Maule se ejecutarán cinco obras de reparación del canal Mañitenes y tres de mejoramiento del canal Vergara por un valor total de \$338 millones. Por su parte, en La Araucanía resultaron favorecidas las comunidades indígenas Santos Huentemil, Ignacio Cheuquemilla y Panguco Soto Lincoñir, las que presentaron proyectos de reparación y mejoramiento de sus sistemas de riego. También fue beneficiada la comunidad de aguas "21 de Mayo", la que llevará a cabo la construcción y reparación de los tramos de un canal, además de bocatomas, obras de distribución y sifones. El total regional asciende a más de \$489 millones. El monto más significativo de los otorgados.

Como se trata de un fondo "rotatorio", una vez construidas las obras y cobrados los certificados de bonificación, los recursos volverán al Departamento de Riego de INDAP para su reincorporación al Fondo. El retorno se irá concretando junto con el fin de las obras, proceso que abarcará hasta 2009 y a medida que se reintegre, el capital será reasignado a nuevos proyectos regionales.

"Uno de los elementos positivos del convenio es la visión estratégica de intervención en riego, que se materializa en un plan de trabajo consensuado y validado con las

regiones, lo que permite focalizar mejor los recursos. Lo más relevante y la cara visible de este acuerdo de trabajo es el Fondo Rotatorio. En este contexto, hablamos de financiamiento de enlace y no de un crédito, ya que los recursos para la ejecución de obras se entregan al usuario, por el mismo valor de la bonificación y sin interés", sintetiza el Jefe del Departamento de Riego de INDAP, Enrique Mlynarz.

El convenio también subsidiará por \$122,6 millones la contratación de consultorías para la formulación de proyectos que serán postulados a concursos de la Ley de Riego. También se destinarán \$70 millones para la supervisión de obras en curso y su recepción técnica y económica. Dentro del presupuesto se contemplan 20 millones para la capacitación de agricultores.

Igualmente, INDAP contará con \$60 millones para apoyar a los pequeños agricultores en la constitución, regularización o perfeccionamiento de los derechos de títulos de tierras y aprovechamiento de aguas, por medio del cofinanciamiento de los costos de tramitación y con énfasis en los casos que involucren específicamente a los beneficiarios y en los territorios prioritarios para las entidades aliadas. El resto de los recursos está destinado a gastos operacionales y difusión de la Ley de Riego. **CR**

## Comisión Nacional de Riego impulsa capacitaciones para Organizaciones de Usuarios del Agua



Ante el crítico escenario de sequía que se presenta en el territorio nacional, con mayor urgencia se hace necesario un manejo eficiente de nuestros recursos hídricos. Bajo este contexto, la Comisión Nacional de Riego (CNR), está impulsando un amplio proceso de capacitaciones a organizaciones de usuarios del agua (OUA), las cuales iniciarán en mayo próximo. En el marco de un programa desarrollado en conjunto con la Consultora Agraria Sur Ltda., orientado a mejorar la gestión de recursos hídricos por medio de la adquisición de conocimientos y del desarrollo de habilidades de las OUA.

Las capacitaciones consistirán en cuatro cursos diferenciados, destinados a los distintos estamentos que integran las OUA, es decir, dirigentes, administradores, personal administrativo y celadores. De esta manera se apuntan a fortalecer los ámbitos de infraestructura, operación, organización y aspectos legales de la gestión de estas organizaciones.

Este programa de capacitación, de carácter gratuito y de cupos limitados, se aplicará en dos zonas: Centro Norte (Región de Atacama a Metropolitana) y Centro Sur (Región de O'Higgins al Maule), dada la dispersión de las OUA y su concentración en el área central del territorio. Los lugares definitivos de los cursos, en cada zona, se definirán de acuerdo a la mayor concentración de participantes y se comunicarán oportunamente.

### Información de Capacitaciones a OUA

Para cada Zona:

Curso para Administradores / Curso para Celadores

Curso para Administrativos / Curso para Dirigentes

Duración total curso: 5 días, divididos en 2 encuentros.

Zona Centro Sur (VI, VII y VIII): Inicio de cursos en mayo.

Zona Centro Norte (III, IV, V y RM): Inicio de cursos en junio.

Contacto y envío ficha de inscripción: Angol 289, 3er Piso, Concepción. Fonos: (41) 2252534-2259086. [agrariasur@agrariasur.cl](mailto:agrariasur@agrariasur.cl).

# Gira a España y Francia

# Regantes conocen innovadoras tecnologías de riego

**La misión tecnológica llevó a regantes y empresarios de la Región de O'Higgins a conocer interesantes innovaciones en materia de riego y gestión del agua. Advirtieron, además, como el Estado da un poderoso apoyo para que la teoría se alíe a la práctica. Y no lo leyeron ni se lo contaron: estuvieron ahí.**

*Por Francisco Ramírez*

Fueron 14 los agricultores y profesionales de la VI región que participaron de la gira "Tecnologías aplicadas para la eficiencia y calidad del recurso hídrico para las organizaciones de regantes y empresas de la Región del Libertador". A la gira fue invitado el Coordinador de la Unidad de Programas de la División de Estudios y Desarrollo de la CNR, Antonio Muñoz.

La materialización del viaje estuvo a cargo de Crearis Ingenieros Consultores, quienes contaron con el respaldo de la Junta de Vigilancia (JV) de la Primera Sección del Río Claro de Rengo. Los recursos provinieron, fundamentalmente, de la Dirección Regional de CORFO, a lo que se añadió el aporte de la delegación.

Si bien reconoce Carlos Ortiz, Presidente de la JV de la Primera Sección del Río Claro de Rengo y titular de la Federación de Juntas de Vigilancia de la VI región, antes de partir no estaba convencido de los beneficios de gastar importan-

tes recursos en una gira –ya que tenía el convencimiento de que en Chile la labor pública y privada en riego "no tiene mucho que envidiarle a otros países"– las nuevas perspectivas le dieron una óptica distinta.

"Creo que la misión fue absolutamente provechosa. Es cierto que en nuestro país contamos con grandes adelantos técnicos, sin embargo es muy distinto ver por fotografías los equipos de riego de tecnología avanzada a constatar su operatoria en terreno. Además pudimos conocer políticas estatales tan potentes como las que se implementan en Europa, y la gira –para bien o para mal– nos permitió hacer comparaciones... siempre productivas", sostiene.

La delegación estuvo conformada por exportadores de frutas y hortalizas, así como por productores de plantas y semillas, y de vegetales congelados para la agroindustria. Se trató de representantes de empresas con un considerable



*Parte de la delegación sobre un canal totalmente automatizado y telegestionado desde Junta de Vigilancia de Zaragoza. La compuerta además de distribuir el agua actúa como miniembalse.*



*En el Instituto Nacional de Horticultura de Francia (Angers)*

nivel de desarrollo pero cuyo acceso a los mercados se vuelve complejo por, entre otros aspectos, la calidad y gestión del agua de riego.

Sus problemas se concentran en la baja eficiencia en la conducción y aplicación del recurso hídrico, en la necesidad de mejorar el manejo



de los turnos de riego y de regular los caudales en períodos críticos. Además disponen de limitados conocimientos técnicos respecto a las posibilidades de mejoramiento de los sistemas de regadío.

Trece días (3 al 16 de noviembre) duró la intensa agenda que tubo como fin el empaparse de las prácticas y tecnologías de punta implementadas en las naciones europeas para mejorar la eficiencia de riego, tanto extrapredial como intrapredial.

## España: un país donde se cuida el agua hasta la última gota

El 4 de noviembre el grupo llegó a España. En ese país el agua es un bien público y, a diferencia del nuestro, la usada para riego está asociada a la tenencia de la tierra. Allí los delegados fueron al Ministerio de Agricultura y Pesca, el que cuenta con un "Departamento de Agua de Riego". De sus autoridades conocieron cómo en España se está optimizando la cobertura y funcionamiento de la red de riego y embalses, además de mecanizarse e informatizarse los métodos de regadío. Otra táctica innovadora apunta al abandono progresivo del riego por inundación, cambiado por aspersión y goteo, con el fin de ahorrar agua y hacer más eficiente la fertilización para, entre otros objetivos, disminuir la contaminación por nitrógenos en los acuíferos.

Luego visitaron el Centro de Investigación y Capacitación del Ministerio, donde recorrieron los laboratorios de pruebas hidráulicas y eléctrico-electrónicas. 82 de las 103 hectáreas en las que se emplaza el Centro se riegan en base a un sistema de gestión computacional.

La delegación también asistió a exposiciones en empresas privadas innovadoras en el plano tecnológi-

co. Entre ellas estuvo Progrés, especializada en la producción y venta de equipos de riego automatizado. Igualmente se visitó la firma Riegosalz, donde el foco estuvo en la telegestión de canales y la automatización de los sistemas de riego.

El itinerario terminó con un encuentro con el Presidente de la Federación Nacional de Comunidades de Regantes, entidad que congrega a más del 50% de las 7.000 organizaciones del país y tiene más de 2 millones de miembros. Más allá del intercambio de experiencias, fue relevante la firma de un convenio marco de capacitación, intercambio de conocimientos y realización de giras tecnológicas.

## Tecnología de gestión francesa

El 11 de noviembre el grupo pisó Francia, en donde enfrentaron la barrera idiomática. Allí fue clave la ayuda de Carol Sorreau, guía, intérprete y organizadora del recorrido en la nación gala, además aportaron Antonio Muñoz y el Jefe de la Delegación, Patricio Castillo, de Crearis.

Como uno de los propósitos de la gira era crear lazos de cooperación con investigadores y docentes, resultaba esencial el paso por la tradicional Universidad Católica del Oeste (Angers), casa de estudios con once institutos, entre los que están el de Biología, Ecología y Medioambiente y el Internacional Ríos y Patrimonio.

Posteriormente, el destino fue el Instituto Nacional de Horticultura, cuyos profesionales se dedican a la educación superior e investigación en ciencias botánicas y medioambiente. Allí el grupo conoció cómo, por medio de la gestión computarizada, puede regularse el funcionamiento de 30 invernaderos de aluminio y vidrio, además de los métodos que aplica el Instituto para



Junto al presidente de Federación Nacional de Comunidades de Regantes (FENACORE), ESPAÑA

potenciar el ahorro por medio del reciclaje de los dos tercios del agua de riego que emplea.

Finalmente, durante una visita a la Dirección Departamental de Agricultura, responsable de las políticas francesas y de la comunidad del Maine-et-Loire respecto del riego, escucharon de las autoridades cómo aborda el gobierno lo que consideran los principales retos futuros: fomentar el colectivismo y la participación municipal en la gestión del agua, y optimizar la distribución territorial y temporal del recurso.

## Conjugando la teoría con la práctica

A tres meses de la gira es posible obtener una impresión madurada de los frutos de la gira, dado el alto nivel de desarrollo económico, tecnológico y humano que presentan las naciones exploradas.

Carlos Ortiz reitera que los agricultores chilenos están en un plano equivalente al de sus pares europeos en lo que respecta a las tecnologías de riego. Sin embargo subraya que nuestro país está astronómicamente lejos del reconocimiento generalizado que en España y Francia se da a la investigación, el que se ve corroborado en elevadas inversiones que posibilitan la inteligencia en la toma

de decisiones estratégicas.

"Eso es algo que deberíamos replicar. Ellos sí que han avanzado en conjugar la teoría con la práctica... Por cierto que llevan mucho más tiempo que nosotros, pero eso no les resta mérito. Es como si les hubiese impulsado el dicho de "echando a perder, se aprende". Y les ha resultado", reflexiona.

En un reconocimiento similar Antonio Muñoz refiere la existencia de "materias en las que los europeos son claramente líderes". Entre ellas: el mejoramiento de la calidad del agua o la sustentabilidad de los recursos naturales renovables.

No por ello, sin embargo, ve motivos para desalentarse. "Todas las tecnologías conocidas en la misión son aplicables en Chile. Es más, aquellas de riego automatizado y fertirrigación son usadas normalmente por agricultores medianos y grandes, e incluso por algunos pequeños empresarios. Las de control extrapredial, no obstante, son escasas, pero muy necesarias pues el futuro viene con escasez de agua. Hay un interesante campo para las organizaciones de usuarios de aguas en este sentido, así como para las empresas que deseen distribuir estos equipos o copiarlos bajo licencia", afirma el profesional. **CR**

Manuel Silva, Jefe Operativo Dep. Fomento al Riego:

# "Nuestros principales usuarios son los pequeños productores agrícolas"



**Siguiendo los lineamientos estratégicos de la Comisión Nacional de Riego, los \$40 mil millones con que cuenta la Ley de Riego para el año 2008 buscarán responder a los requerimientos regionales a través de 22 concursos públicos, incluyendo uno con carácter de emergencia para obras en zonas vulnerables a la sequía en los secanos interior y costero.**

Por Francisco Ramírez

En 2007 fueron \$29 mil millones y son \$40 mil millones para 2008, los que serán distribuidos en 22 concursos públicos. En el marco de la sequía más grave de las últimas décadas, el trabajo de la CNR –en el amplio sentido de la palabra– se vuelve imperioso en un país que puede enfrentar futuras emergencias climáticas tal vez tan crudas como la actual.

De las directrices del fomento al riego con que trabajará la CNR en tal contexto, conversamos con el ingeniero Manuel Silva.

## ¿Qué características definen el actual calendario de la Ley de Riego?

Si bien mantuvimos la mayoría de los concursos del año pasado y que son –por así decirlo– “estándar”, renovamos sus especificidades según las líneas estratégicas institucionales y los requerimientos de las comisiones regionales de riego, entre otros factores. En todo caso, si bien el calendario ya está vigente, no es descartable que algún concurso sufra modificaciones, aunque sólo antes de su apertura.

**Dentro de las convocatorias se incluye el concurso 20 de riego y tecnificación para zonas vulnerables a la sequía. ¿Al idearlo se buscó reaccionar a la actual emergencia agrícola?**

Es que ya a fines de 2007 se entreveía un panorama complejo en cuanto a la disponibilidad de

agua. No obstante, dada la actual situación se subieron a \$1000 millones los fondos disponibles y se expandió el territorio para los proyectos. Además, se establecieron ciertas facilidades para los pequeños productores, como poder concursar con proyectos colectivos de profundización o habilitación de norias, algo más viable que hacerlo individualmente. Consideramos zonas vulnerables a la sequía a las áreas con predios regados en los secanos interior y costero, los que se ven muy golpeados por el déficit hídrico.

## ¿Habrán más cambios a los concursos dada la coyuntura hídrica?

Como CNR aportamos a mitigar la sequía por medio del concurso 20 de la ley 18.450. Sin embargo, estamos evaluando aumentar el dinero de los concursos 1 y 2 para los denominados “proyectos no seleccionados”; vale decir, aquellos admitidos pero que no se concretaron al priorizarse otros de más alta calificación. Al estar revisados, su puesta en marcha es mucho más expedita.

**Durante 2007 la Comisión organizó encuentros con regantes del norte, centro y sur del país. ¿Qué visión de los concursos de la Ley de Riego entregaron los agricultores?**

Entre la abundante información que obtuvimos podemos mencio-

nar como una reiterada petición de los regantes la modificación de bases o reglamentos de los concursos. Igualmente, la necesidad real de la pequeña agricultura de apoyo estatal para insertarse en la cadena productiva.

## ¿Hay posibilidades de que este sector acceda a más fomento para la construcción de obras?

Estamos estudiando –y esto lo recalco– establecer perfiles diferenciados respecto a los postulantes a los fondos, de modo que las bonificaciones se estratifiquen y un porcentaje más alto vaya a los productores de menos recursos, disminuyendo en caso contrario.

## ¿Cómo se proyecta el apoyo a los pequeños agricultores ante una eventual prórroga de la ley?

Aquí cabe una precisión. A través de un estudio de tipificación de usuarios, la CNR ha establecido que nuestros principales usuarios son hoy los pequeños productores, no así los agricultores “de subsistencia” asistidos por INDAP y FOSIS. Los pequeños agricultores favorecidos por la ley cuentan con ciertos recursos para producir, pero no acceden a los créditos de inversión. Y no son pocos. A ellos hay que añadir los medianos productores. **CNR**

(NOTA: el Calendario de concursos de la Ley de Riego y sus bases están disponibles en [www.cnr.cl](http://www.cnr.cl))



Basta con esperar que las campanas del "Miguelete" marquen las doce en punto de un jueves cualquiera. A esa hora, el alguacil, tras solicitar venia presidencial, llama públicamente: "¡Denunciats de la Séquia de Quart!". Así, todo aquél que pase frente a la Puerta de los Apóstoles de la catedral de Valencia, en pleno centro de la ciudad, es trasladado a la época de los árabes, porque a mediodía el Tribunal de las Aguas de Valencia, se prepara para escuchar denuncias y dictar sentencias.

Es considerada la más antigua institución de justicia de Europa, y en pleno siglo XXI sobrevive con plenos poderes para atender las necesidades de los agricultores de la huerta valenciana, e incluso ha servido de ejemplo para otras instituciones a nivel mundial. En concreto, este Tribunal es un Jurado de Riegos, encargado de dirimir los conflictos por el agua de riego entre los agricultores de las Comunidades de Regantes de las acequias (canales) del río Turia que lo conforman (Quart, Benàger i Faitanar, Tormos, Mislata, Mestalla, Favara, Rascanya y Rovella) y que dan vida a la Vega de Valencia, una superficie de 17.000 hectáreas dominadas por naranjas, mandarinas, limones, duraznos, chufa y hortalizas.

## Mil años de historia

El origen del Tribunal es desconocido, aunque la teoría más extendida dice que ya en época romana existía una institución que solucionaba los conflictos del agua en Valencia. Pero su inicio y entrada en operación se produjo durante los reinados de los califas Abd al-Rahman III y al-Hakam II, quienes, al mismo tiempo que diseñaban un sistema de riego para la huerta -de esa época son las palabras azud (compuerta) o acequia- dieron vida a las formas de distribución del recurso hídrico. Se dice que el Tribunal data del año 960, aunque nunca se ha aclarado porqué se indica esa fecha. De hecho, en 1960 se celebró el Milenario del Tribunal de las Aguas, impulsado por Vicente Giner

En Valencia, España

# Un tribunal que juzga sobre las aguas de riego



Valencia, jueves, 12.00 horas, como viene ocurriendo desde hace mil años, se constituye el Tribunal de las Aguas para juzgar hurtos de agua, daños en los canales, alteración de los turnos de riego, contaminación en los sistemas de regadío de las ocho acequias (canales) del río Turia.

Boira, asesor jurídico del Tribunal en aquel momento.

Los primeros datos concretos datan de 1238 cuando Jaime I El Conquistador se hizo con la ciudad y confirma en el Fuero XXXV todos los privilegios que tienen las acequias y que se rigen "segons que antigament és e fo establít e acostumat en temps de sarrahíns" ("según de antiguo es y fue establecido y acostumbrado en tiempos de los sarracenos").

Para los historiadores, el origen musulmán de este Tribunal se ha sustentado por siglos en tres detalles: se celebra en día jueves (fecha festiva para los musulmanes); se realiza en el exterior de la catedral (antigua mezquita) y el derecho a hablar es otorgado en los juicios por el presidente, quien señala con

el pie (lo mismo hacen muchas tribus nómadas del Norte de África cuando el hombre sabio entrega la palabra al resto de indígenas de su tribu).

Sin embargo, no se tiene ningún documento que hable del Tribunal hasta el siglo XVIII, pero eso no quiere decir que no existiera antes. Según los Fueros de Valencia la jurisdicción sobre regadíos la tienen los sequiers de cada comunidad de regantes, y a comienzos del siglo XV los sequiers de algunas comunidades de regantes de la huerta de Valencia ya convocaban a los denunciados los jueves en la Plaza de la Seu, si bien este solo hecho no demuestra la existencia de un Tribunal constituido. Es muy probable también que el paso para convertirse de una reunión de sequiers en un Tribunal tal y como lo

Desde hace mil años que el Tribunal de las Aguas de Valencia escucha denuncias y dicta sentencias en temas como hurtos de agua, daños en los canales, alteración de los turnos de riego o contaminación en los sistemas de regadío. Es la institución de justicia más antigua de Europa.

Por Rodrigo Pizarro Yáñez, desde Valencia



El alguacil, con el bastón en mano, es quien pide al presidente del Tribunal su venia para iniciar el proceso de juzgar las denuncias.

entendemos hoy en día se produjera precisamente en los mismos años en que Borrull defendía su permanencia en las Cortes de Cádiz, con el objetivo de adecuarlo a la jurisdicción del Estado Liberal.

## Valencia, jueves, 12.00 horas

Hasta el día de hoy las reuniones del Tribunal son puntuales. Se producen cada jueves -excepto los festivos- a las 12.00 horas en la Puerta de los Apóstoles de la catedral de Valencia. Allí, con la primera de las doce campanadas, desde la "casa vestidor", un edificio frente al pórtico, sale un alguacil portando un gran bastón, seguido de ocho hombres vestidos con el blusón negro típico de los huertanos, que constituyen el Tribunal de las Aguas. No son jueces, sino síndicos elegidos democráticamente por dos años, quienes representan a los propietarios de cada una de las acequias. "Son hombres que no necesitan formación jurídica, pero sí deben ser productores directos de sus tierras, vivir de ellas y tener fama de hombres honrados", cuenta un profesor a un grupo de estudiantes italianas.

El funcionamiento del Tribunal es sencillo. Si ocurre una denuncia, el denunciado es citado por el guarda de la acequia para el jueves siguiente a la Puerta de los Apóstoles. Si no acude, se le cita sólo dos veces más, antes de admitir la denuncia y juzgarle y condenarle en rebeldía. "Nunca se ha usado la fuerza pública para lograr la comparecencia", cuenta un anciano agricultor valenciano.

Los síndicos ocupan sus sillones en la Puerta de los Apóstoles de la catedral en presencia del alguacil, quien es el encargado de administrar el agua y levantar las compuertas de cada acequia. Apoyado en su gran bastón solicita la venia del Presidente reclamando: "¡Denunciats de la Séquia de Quart!".

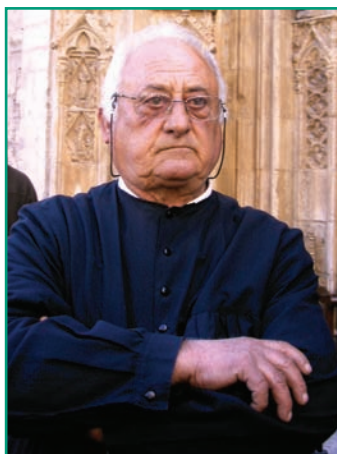
Hurtos de agua, daños en los



Frente a la Puerta de los Apóstoles, en la Plaza de la Virgen, una fuente de agua representa a las ocho acequias (canales) del río Turia.

canales, mala distribución del agua, alteración de los turnos de riego, contaminación en los sistemas de regadío. Estas y otras situaciones pueden ser juzgadas en este Tribunal y los "culpables" o "inocentes" pueden ser los empleados de las acequias, los síndicos e incluso personas ajenas a los regantes, si es que se demuestra que han ocasionado daños al sistema de riego; y que en este último caso, si no comparecen igualmente se les condena, presentando además una querrela civil, utilizando como prueba la sentencia del Tribunal de las Aguas.

El juicio es oral y transcurre en lengua valenciana. "Aquí no hay abogados, podemos llamar a testigos, traer pruebas", afirma un agricultor valenciano. Tampoco se ven documentos. Con la llamada del Alguacil, acuden los denunciados, acompañados por el guarda de la Acequia. Las citaciones siguen el orden en que las acequias toman el agua del río, siendo la primera Quart y la última Rovella. El guarda expone el caso o presenta al querellante, para acabar diciendo "Es quant tenia que dir". El Presidente permite que el acusado pueda defenderse y le dice "qué té que dir l'acusat?". El Tribunal continúa haciendo preguntas e incluso puede solicitar una



Los miembros del Tribunal visten el blusón negro de los huertanos valencianos. Para formar parte del Tribunal no necesitan formación jurídica, pero sí deben ser productores directos de sus tierras, vivir de ellas y tener fama de hombres honrados.

inspección ocular antes de deliberar y emitir una sentencia.

Para asegurar su total imparcialidad, en la deliberación no interviene el síndico de la acequia a la que pertenecen los litigantes. Asimismo, si el denunciado pertenece a una acequia de la derecha, la sentencia la propongan los síndicos de las acequias de la izquierda, o viceversa. Una vez decidida la sentencia, si es condenatoria, el Presidente proclama: "Este Tribunal li condena a pena i costes, dany i perjuins, en

arreglo a ordenances". El Tribunal sólo establece culpabilidad o inocencia del denunciado, mientras que las penas las impone cada acequia, sin posibilidad de interponer un recurso o apelación.

"A ningún agricultor le gusta estar aquí, siendo juzgado en público, y es por eso que la mayoría de las veces se llega a un acuerdo previo", explica un miembro del Tribunal. ¿Y si no hay denuncias? El Tribunal igualmente se reúne. "Es una tradición. Pero sólo nos reunimos para constituirlo. Puede pasar que en un mes no hay ninguna denuncia, pero hay semanas donde podemos tener muchas", continúa.

## Patrimonio de la Humanidad

En junio de 2005 el Consejo Nacional de Patrimonio aprobó por unanimidad que el Tribunal de las Aguas de Valencia fuese nominado a Patrimonio Mundial de la Humanidad, en candidatura conjunta con el Consejo de Hombres Buenos de Murcia, presentándose a la categoría de Patrimonio Oral e Inmaterial. El proceso será largo (cinco a seis años), pero este hecho supone el inicio del reconocimiento de esta institución, tan trascendente para todos los valencianos. **CR**





## **Nuevos aires... más tecnologías para el riego**

**PVC ▪ Roscados ▪ Accesorios ▪ HDPE ▪ Válvulas**

Tuberías  
y Accesorios  
**vinilit**<sup>®</sup>  
*Tecnologías del mundo*





# Agrosystems, soluciones avanzadas en riego

Agrosystems S.A. comercializa en Chile la más amplia variedad de sistemas y accesorios de riego. Alianzas con las empresas más importantes del mundo en esta área nos permiten entregar soluciones eficientes y de alta calidad.

Joint Ventures:



**NAANDANJAIN**  
IRRIGATION

Representaciones:

**SAER**  
ELECTROPOMPE



**PASKAL**

**Irritrol**  
SYSTEMS



nutricontrol

**chapin**

## SANTIAGO

Carretera General San Martín 16500, Loteo Industrial  
Los Libertadores, sitio 31, Colina - Santiago  
Tel.: (2) 489 5000 • Fax: (2) 489 5016  
e-mail: ventas@agrosystems.cl

## CURICÓ

Longitudinal Sur Km 193  
Tel.: (75) 319 470 • Fax: (75) 328 194  
e-mail: curico@agrosystems.cl

## TEMUCO

Freire 761, esq. Caupolicán  
Tel.: (45) 231 454 • Fax: (45) 231 915  
e-mail: temuco@agrosystems.cl