



LISTOS PARA EL CAMBIO

Desafíos y tecnologías para afrontar los cambios del clima.

Los efectos que ha tenido y tendrá el cambio climático en la disponibilidad y gestión del agua en los territorios debido a los extensos períodos de sequía, aumento de las temperaturas medias y eventos extremos más frecuentes, entre otros, presenta desafíos importantes, no sólo para la agricultura sino en todos los sectores productivos a lo largo del país.

El cambio climático y la mega sequía han impulsado modificaciones del patrón agrícola pues la reducción de las precipitaciones al sur de Concepción ha llevado a

los agricultores a incorporar riego en zonas donde tradicionalmente la agricultura se basaba en praderas en secano, desplazando al sur la frontera del riego y cambiando así el manejo agronómico de diferentes cultivos y frutales a lo largo del país.

La adaptación a estos cambios del clima es imperativa a través del desarrollo y aplicación de tecnología, profesionalización y capacitación de recurso humano; gobernanza (entendiendo la interacción entre todos los actores del territorio) y pro-

tección del medio ambiente.

Así, el desarrollo y aplicación de tecnología se presenta como una alternativa a muchos aspectos para poder abordar los desafíos en la producción de alimentos inocuos y sostener los diferentes sectores productivos minimizando efectos negativos en los ecosistemas:

1 Uso eficiente del agua y determinación de la demanda de los cultivos y frutales: El uso eficiente del agua en la agricultura parte por satisfacer diferentes criterios para asegurar los procesos de diseño, instalación, mantención y/o auditoría de los sistemas de riego y canales. En



NICOLE USLAR VALLE
 PROFESORA ASISTENTE
 NUSLAR@UDEC.CL



JOSÉ LUIS ARUMI
 PROFESOR TITULAR
 JARUMI@UDEC.CL



JAVIER FERRER VALENZUELA
 PROFESOR ASOCIADO
 JFERRER@UDEC.CL



CAMILO SOUTO ESCALONA
 PROFESOR ASISTENTE
 CASOUTO@UDEC.CL

DEPARTAMENTO DE
 RECURSOS HÍDRICOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
 UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



Chile, la agricultura consume entre un 70% y 75% del agua dulce disponible. En promedio la demanda regional de agua en la agricultura chilena es aproximadamente entre 12.000 a 14.000 m³-ha-1. Según la experiencia internacional y los resultados de diversos centros de investigación del país, este consumo se puede reducir sustancialmente, lo que elevaría considerablemente el rendimiento del riego a nivel nacional.

Para la determinación de la demanda hídrica, existen herramientas disponibles, de acceso gratuito, para los usuarios como agromet.cl (Red Agroclimática Nacional), agrometeorologia.cl (Red Agrometeorológica de INIA), agroclima.cl, meteo Chile.gob.cl (dirección meteorológica de Chile), entre otras, las cuales entregan información en tiempo real de diferentes estaciones agrometeorológicas de norte a sur de Chile.

Recientemente, han sido lanzadas algunas plataformas para entregar la demanda de agua espacialmente distribuida. Una de ellas es liderada por CITRA, de la Universidad de Talca, y que, en conjunto con el Departamento de Recursos

Capacitación en organizaciones de usuarios del agua (OUA).

Ensayos con pivote central.

Hídricos, de la Universidad de Concepción y otros, trabajaron en un proyecto financiado por FIA que muestra la demanda de agua (evapotranspiración de referencia) espacialmente distribuida desde Coquimbo al Biobío (eto.utralca.cl/webmap/).

Similarmente, INIA, el departamento de Recursos Hídricos de la UdeC, en conjunto con otras instituciones, desarrollaron una plataforma que entrega coeficientes de cultivos espacialmente distribuidos en cualquier zona agrícola de Chile (maps.spiderwebgis.org/login). A futuro, existen nuevas perspectivas de cuantificación de demanda de agua, entre ellas está el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV), o bien conocidos como drones, los cuales pueden entregar una resolución espacial y temporal dependiendo de las condiciones de predio. Si bien, hoy en día existe el uso de drones, es necesario seguir explorando en el área de investigación con el fin de mejorar las estimaciones que se pueden o podrían realizar con los sensores adecuados

montados en un UAV.

2Fuentes alternativas de agua y recarga artificial de aguas subterráneas: Se espera que podamos conservar y proteger los ecosistemas hídricos con el fin de realizar restauración, conservación y recarga e infiltración de acuíferos. A partir del desarrollo de investigación sobre los procesos naturales de recarga de aguas subterráneas se genera un desarrollo tecnológico para establecer sistemas artificiales de recarga de agua subterránea adecuadas a las complejas realidades del país.

En torno al aumento de la oferta de recursos hídricos disponibles para diversas actividades productivas, se espera un aumento progresivo en la incorporación de nuevas fuentes de agua como la desalación y sistemas de tratamiento y reúso. Tecnologías como ósmosis inversa y/o nanofiltración para producir agua potable, de riego o industrial a partir de aguas salobres o agua de mar son cada vez más factibles por los avances tecnológicos en fuentes de energía.



3 Actualmente la mirada hacia los tratamientos de aguas residuales está enfocada en dos grandes temáticas: primero, en el impacto aún no cuantificado de la descarga de contaminantes que las plantas de tratamiento convencionales no son capaces de remover satisfactoriamente, tales como los compuestos orgánicos persistentes, los contaminantes emergentes y todavía una amplia gama de contaminantes desconocidos.

La segunda gran temática es el reúso de estas aguas con el propósito de reciclarlas o reutilizarlas en nuevas operaciones, como por ejemplo aguas para riego, aguas para procesos de lavado, entre otras. En este sentido es primordial contar con tecnologías técnica y económicamente viables que sean capaces de alcanzar la calidad del agua requerida en la operación donde se utilizará (como por ejemplo la Nch133, en el caso de aguas para riego).

Con la nueva presión ejercida por la megasequía sobre los recursos hídricos de nuestro país, serán valiosos todos los esfuerzos

tendientes a que las aguas residuales no sean foco de contaminación para sistemas con una capacidad de dilución disminuida, y por otra parte, que las empresas consideren el reúso de las aguas residuales generadas como un método para reducir los consumos de agua fresca desde los acuíferos o fuentes superficiales.

4 Con el fin de proteger el medio ambiente y entender los distintos servicios ecosistémicos que ofrecen muchos sistemas naturales, hemos desarrollado líneas de investigación orientadas al estudio de la relación entre el agua y los distintos tipos de ecosistemas que existen en nuestro país y que deben convivir con la actividad agrícola e industrial.

Usamos herramientas basadas en el uso de trazadores ambientales, imágenes satelitales, modelación y simulación para estudiar cómo lagunas y humedales son impactadas por distintos tipos de actividades. Con estas herramientas desarrollamos planes y medidas para apoyar el manejo y protección de estos ecosistemas.

Monitoreo de cultivos con UAV.

Instalación de una estación meteorológica.

5 Monitoreo y gestión de la información. La toma de decisiones en torno al agua requiere de información actualizada, confiable y transparente que esté disponible y al alcance de los actores público-privados que intervienen en un determinado territorio. De igual manera, a nivel intrapredial la información del estado de humedad del suelo, condiciones agroclimáticas y demanda de los cultivos permite, sin duda, al agricultor programar mejor la aplicación del agua para riego.

EL RECURSO HUMANO

La profesionalización y la capacitación del recurso humano que se desempeña en cualquier ámbito de la gestión del agua: diseño, administración, distribución, planificación, operación y mantenimiento, etc., es esencial para que el conocimiento y desarrollo tecnológico sean efectivos tanto a nivel intrapredial como extrapredial, a nivel de cuencas o de subsistemas que tributen a la correcta gestión y uso del agua.

Entendiendo la estrecha interrelación que hay entre los distintos usuarios del agua en un territorio (sanitario, agroalimentario, industrial, minero, energético, turístico, entre



otros) y las repercusiones que tiene toda acción antropogénica sobre el medio ambiente es que, especialmente en tiempos de escasez, los conflictos se agudizan. Por ello se presentan desafíos desde el mundo privado y público para llegar a acuerdos y promover la comunicación y transparencia de la información para una mejor toma de decisiones en un territorio centrados en el bien común.

La publicación “Transición hídrica: el futuro del agua en Chile” (FCH, 2019) muestra que las principales causas de los problemas en diferentes cuencas de Chile se relacionan con la deficiente gestión hídrica y gobernanza (44%),

Sistema de distribución.

seguida por el aumento de la demanda (17%), contaminación del agua (14%) y la disminución de la oferta (12%). Es por esto que se espera que en un futuro cercano podamos contar con una entidad de gestión hídrica y gobernanza arraigada, que sea capaz de tener diferentes mecanismos (institucionales, legales, educacionales, financieros, etc.) que permitan la gestión, colaboración y coordinación de los recursos hídricos considerando los usuarios públicos y privados. En particular, las Organizaciones de Usuarios de Agua tienen un rol fundamental en el manejo de los recursos hídricos a nivel de cuenca/subcuenca en Chile. Nuestro departamento ha colaborado en la conformación y fortalecimiento y profesionalización de OUAs a lo largo de nuestro país.

Desde el Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción estamos comprometidos en la formación de capital humano (carreras de pregrado de Ingeniería Civil Agrícola, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Agroindustrial;

los programas de Magister y Doctorado y el Diplomado), investigación de vanguardia y transferencia de saberes desde la mirada del nexo Agua-Energía-Alimentos-Medio Ambiente.

Estamos convencidos de que la forma de abordar estos desafíos es desde la interdisciplinariedad. Prueba de ello, actualmente, es que somos parte de dos importantes iniciativas nacionales en torno al agua: hace siete años creamos el Centro de Excelencia en Investigación sobre los recursos hídricos y minería FONDAP CHRIAM, que integra nueve facultades de cinco universidades chilenas. Además, este año estamos liderando, en conjunto con la Universidad Católica, el Centro UC Davis Chile, el INIA, la Universidad Bernardo O’Higgins, Universidad de Chile y la Universidad Diego Portales el proyecto Consorcio de Gestión de Recursos Hídricos en la Macrozona Centro-Sur de Chile, que tiene la misión de incentivar el desarrollo y transferencia de tecnologías que contribuyan a cerrar las brechas de gestión hídrica en las regiones Metropolitana, O’Higgins, Maule y Ñuble.