RESUMEN EJECUTIVO

PROYECTO Desarrollo de un 'Centro de Análisis para la Agricultura de Riego (CAPRA)' para mejorar la gestión de los recursos hídricos de la agricultura regional

La baja disponibilidad de agua para riego es una condición actual en la región y se vislumbra como una condición permanente en el futuro. Esta situación tiene complejos efectos ambientales, económicos y sociales, los cuales se irán acentuando en los próximos años. Así mismo, la disponibilidad de agua en la agricultura será menor por el normal crecimiento de la población y el desarrollo socio-económico del país. Cabe señalar que producto de la desertificación, el aumento de la demanda hídrica y otras causas, la productividad agrícola en zonas de Chile sujetas a este fenómeno, disminuyó su crecimiento de 2,8% entre 1984-1997, a sólo 0,9% entre 1998 y 2005, lo cual equivale a una contracción del 32% en casi una década".

Este proyecto ha permitido disponer de información confiable y actualizada acerca de la demanda de recursos hídricos desde la agricultura. De este modo las administraciones cuentan con herramientas para generar planes de manejo documentados y disminuir riesgos asociados a la incertidumbre respecto de la disponibilidad real de agua para riego y la gestión eficiente de la misma.

La mejora en la administración y gestión de los recursos hídricos representa un aumento de la productividad del agua ya que permite el ahorro del recurso y adicionalmente disminuye los gastos asociados al consumo energético para su aplicación (beneficio económico directo). En este sentido, en un esquema de falta de control o de desinformación, un cultivo como la uva de mesa es regado con volúmenes que pueden oscilar entre 7.000 y 20.000 m3/ha/año. En proporción, esta diferencia representa variaciones en el costo de energía de entre $100.000 y $3.000.000/ha/año.

La creciente competencia por el uso del agua entre los sectores económicos (agricultura, minería, industria, ambiente, recreación, entre otros), así como posibles efectos de un cambio climático global, suponen un futuro con una menor disponibilidad de recursos hídricos para la agricultura. En la Región de Coquimbo, la escasez de lluvia de los últimos años ha inducido niveles mínimos de disponibilidad de agua, obligando al Gobierno a declarar emergencia agrícola por sequía e implementar programas de ayuda económica. Si bien esta escasez puede tener un carácter cíclico, existen antecedentes suficientes que apuntan a un problema permanente con el cual se debe convivir. Por otro lado, el crecimiento económico y el desarrollo social de las últimas décadas, generan y

generarán una demanda por agua cada vez mayor. Así mismo, el aumento de la superficie cultivada o el cambio del uso del suelo, promovido por el exitoso comportamiento de los negocios agrícolas, no ha considerado posibles cambios en la disponibilidad de agua para riego como los observados en los últimos años. Esta problemática se presenta con mayor fuerza en las regiones del norte de Chile, pero en el futuro próximo se espera que el área de influencia incluya regiones del centro y sur del país.

En este contexto, la falta de información cuantitativa y actualizada, asociada a la demanda por recursos hídricos de las superficies cultivadas, limita la capacidad de análisis para la gestión integral de los recursos y puede afectar la sostenibilidad de los negocios agrícolas, especialmente en momentos de baja disponibilidad hídrica (sequía). Adicionalmente, esta falta de información incorpora niveles de incertidumbre a los proyectos de inversión, que aumentan el riesgo del capital invertido.

Por otra parte, la falta de herramientas de supervisión del territorio es otra debilidad de los sistemas de administración y gestión del agua. En Chile, cada cierto período, se realizan catastros agrícolas que son costosos, lentos y con baja frecuencia de levantamiento (muy inferior a la dinámica de cambio del sector agrícola). Esta información solo permite tener una visión general, estática y poco detallada del panorama agrícola regional. Integrar este tipo de información dentro de modelos dinámicos de la gestión hidrológica, conlleva introducir altos niveles de incertidumbre, lo cual limita su utilidad en la generación de estrategias de regulación y gestión de los recursos hídricos.

El proyecto aborda las problemáticas indicadas e introduce nuevas fuentes de información. Los niveles de análisis permiten ampliar los criterios utilizados en la toma de decisiones para la planificación del uso del agua de riego o la inversión económica. **El propósito del proyecto es generar información permanente y actualizada, acerca de la demanda de los recursos hídricos en el ámbito de la Cuenca del río Elqui.**

Las metodologías de tratamiento y análisis de la información permiten realizar balances entre oferta y demanda de agua, analizar la estacionalidad de la demanda, evaluar las eficiencias totales o parciales de los sistemas o planificar la gestión del agua en condiciones de restricciones de la disponibilidad.

El proyecto da respuesta a la necesidad de poner a disposición de las personas o entidades relacionadas con la gestión del agua en zonas de riego, la información producida en tiempo adecuado, a través de las tecnologías de la información (TIC) mediante un sistema Web-SIG que permita la visualización de datos

numéricos y gráficos a lo largo del tiempo. Estas tecnologías potencian la difusión abierta y transparente disminuyendo las asimetrías identificadas actualmente.

El **Gobierno Regional de Coquimbo, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), ha financiado el proyecto CAPRA**. **El proyecto fue ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIA a través de su Centro Regional de Investigación Intihuasi.**

La metodología aplicada en este proyecto está basada en el uso de secuencias temporales de imágenes satelitales que permiten realizar un monitoreo del desarrollo de los cultivos y estimar las necesidades de riego asociadas, en el ámbito geográfico del Valle del Elqui (región de Coquimbo). La finalidad del proyecto es contribuir a mejorar la eficiencia en el uso del agua de riego ya que pone a disposición de múltiples usuarios información actualizada acerca del estado de los cultivos, mejorando la toma de decisiones acerca del manejo de los recursos hídricos.

La herramienta SPIDERwebGIS® utilizada en el proyecto CAPRA es accesible en la página web **http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=capra** y permite consultar las secuencias temporales de imágenes de satélite y los productos derivados de estas, como son las superficies de regadío y el balance de agua en el suelo, a una resolución espacial de 30 x 30 m, para las temporadas agrícolas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016. La consulta de los productos de SPIDER-CAPRA es libre y pública. Para ingresar al sistema se deben utilizar el usuario y la contraseña públicas que definen el perfil de este proyecto en el sistema Spider: login **capra**, password **capra**. Los principales productos disponibles en el visor webSIG SPIDER-CAPRA son:

1) Secuencias temporales de imágenes de satélite

RGB: Contiene la secuencia temporal de imágenes de los satélites Landsat 8 (a un tamaño de píxel de 15 metros) y Landsat 7 (píxel de 30 metros) en una composición color red-green-blue.

NDVI: Contiene la secuencia temporal de imágenes del índice NDVI (Índice de Vegetación de Diferencias Normalizadas en la superficie de la tierra) a un tamaño de píxel de 30 m para los satélites Landsat 8 y Landsat 7. El NDVI representa el tamaño y la capacidad fotosintética de la cubierta vegetal, en otras palabras, representa el crecimiento de un cultivo. El NDVI tiene un rango de valores de 0 a 1. Algunos valores de referencia son 0,9 para un cultivo con máxima cobertura verde y 0,15 para suelo sin vegetación.

Kcb: Contiene la secuencia temporal del coeficiente basal del cultivo derivado del NDVI. El Kcb indica la tasa de transpiración del cultivo respecto a una tasa de transpiración potencial. El Kcb sirve para calcular los requerimientos hídricos netos de un cultivo en óptimas condiciones al multiplicarlo por la demanda atmosférica (estos requerimientos no consideran la evaporación desde el suelo).

2) Mapas de usos del suelo agrícola

Mapa descriptivo de usos del suelo en regadío para las temporadas agrícolas 2013/14, 2014/15 y 2015/16. Los usos del suelo se han clasificado usando la secuencia temporal del NDVI en la superficie regada del Valle del Elqui. Los mapas representados en SPIDER-CAPRA muestran las siguientes clases de cultivos: Frutales persistentes, Frutales caducos y Cultivos anuales.

3) Cartografía auxiliar

Delimitación administrativa: región, provincias y comunas. Demarcaciones hidrográficas: cuencas y subcuencas. Superficie en regadío: capa vectorial con polígonos que muestran las zonas regadas. API (*Application Programming Interface*) de Google®: muestra las capas cartográficas *Roadmap, Satellite* y *Terrain* del sistema web Google Maps®.

Los principales resultados del presente proyecto son en primer lugar, la obtención del coeficiente de cultivo basal (tasa de transpiración del cultivo) calculado a partir de imágenes satelitales para cultivos. Las estimaciones de la tasa de transpiración basadas en datos de imágenes satelitales fueron calibradas utilizando información local (verdad de terreno) obtenidos a partir de registros de productores y sensores de campo. La metodología aplicada ha sido ampliamente validada sobre numerosos cultivos herbáceos en investigaciones cientificas por lo cual ésta propuesta extendió su aplicabilidad a las condiciones de la agricultura del Valle del Elqui. En segundo lugar, se implementó la asimilación del coeficiente basal derivado de imágenes satelitales en el balance de agua en el suelo sobre un área extensa como es la superficie de regadío de la cuenca del Río Elqui. El software Hidromore permitió espacializar el análisis aplicando el balance asistido por satélite a escala de píxel del satélite Landsat (30x30 m) y obtener mapas de evapotranspiración, coeficiente de cultivo y necesidades de riego. Los resultados se han agregado a escalas espaciales y temporales adecuadas para su análisis y se han incorporado en el Sistema de Información Geográfica en línea (web-SIG SPIDER) para facilitar el acceso y consulta de la información a diferentes usuarios y administradores que participan en la gestión del agua de regadío (**http://zeus.idr-ab.uclm.es/publico/indexCAPRA.html?zone=469**).

En resumen se puede indicar que el proyecto aborda la falta de información cuantitativa y actualizada asociada a la demanda por recursos hídricos de las superficies cultivadas. La metodología implementada así como los resultados obtenidos permiten realizar balances entre oferta y demanda de agua de riego por temporada agrícola. De esta manera se pueden realizar análisis de la estacionalidad de la demanda por agua de riego, cuantificar el uso del agua aplicada a un cultivo (consumo benéfico y no benéfico) y planificar la gestión del agua en condiciones limitantes de disponibilidad. Así mismo, el proyecto permite que la información esté disponible oportunamente para los usuarios y administradores del agua de riego, mediante tecnologías de la información (sistema de consulta web SPIDER). Además, potencia la difusión abierta y transparente de la información disminuyendo las asimetrías entre los usuarios del agua.

El proyecto CAPRA da respuesta a los siguientes **productos identificados** en el convenio de transferencia de capital suscrito entre el GORE y el INIA:

Creación de una infraestructura de datos espaciales e implementación de una plataforma web para consulta directa de información por los usuarios: Esta producto está operativo y a disposición de cualquier usuario. Para esto se dispuso de la herramienta SPIDERwebGIS® utilizada en el proyecto CAPRA es accesible en la página web **http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=capra** y permite consultar las secuencias temporales de imágenes de satélite y los productos derivados de estas. La consulta de los productos de SPIDER-CAPRA es libre y para ingresar al sistema se debe escribir la palabra **capra** en las casillas login y password.

Generar mapas de clasificación de cultivos: se generaron mapas de usos del suelo en regadío para las temporadas agrícolas 2013/14, 2014/15 y 2015/16. Los usos del suelo se han clasificado usando la secuencia temporal del NDVI en la superficie regada del Valle del Elqui. Los mapas están disponibles en la plataforma SPIDER-CAPRA. Adicionalmente y para mejorar la visualización de este resultado se generó un proyecto SIG con los mapas de usos del suelo, imagen RGB y vectores de las cuencas y los macro-sectores de la zona de estudio.

Generar mapas de necesidades de riego de cultivos: se generaron mapas de necesidades de riego para las temporadas agrícolas 2013/14, 2014/15 y 2015/16 en el Valle del Elqui. Los mapas se elaboraron usando la secuencia temporal del NDVI y el modelo de balance de agua en el suelo distribuido espacialmente Hidromore. Los mapas representados están disponibles en la plataforma SPIDER-CAPRA.

Desarrollar un modelo de sostenibilidad de la plataforma. Se han realizado variadas reuniones con las autoridades regionales y nacionales para generar un presupuesto basal que permita sostener la plataforma de manera estable en el tiempo. Aún no se ha conseguido el presupuesto pero se está en conversaciones con el Gobierno Regional, Seremía y Corporación de Desarrollo Productivo (CRDP) donde se pretende incluir el laboratorio en el futuro proyecto del Instituto del Agua.

Capacitar usuarios: A través del taller de capacitación realizado por el Laboratorio CAPRA se logró una asistencia de 39 personas las cuales fueron capacitadas en el uso de la herramienta SPIDER. Adicionalmente en visitas a huertos privados se difundió la técnica y se realizaron capacitaciones personalizadas a administrativos y encargados de riego en huertos comerciales. Para mejorar la capacitación se elaboró una guía rápida de consulta en internet, disponible abiertamente a todos los usuarios.