

# Investigación y extensión: aliados para enfrentar la disponibilidad hídrica en la agricultura del Norte Chico



**Cornelio Contreras S.**  
Ingeniero Agrónomo  
Investigador/Extensionista  
INIA Intihuasi



**Giovanni Lobos L.**  
Ingeniero Agrónomo  
Investigador/Extensionista  
INIA Intihuasi



**Claudio Balbontín N.**  
Ingeniero Agrónomo  
Investigador  
INIA Intihuasi





**Las bajas precipitaciones anuales observadas en los últimos años, unidas a la escasa acumulación de nieve en la cordillera (cambio en la isoterma 0 °C), una mayor frecuencia de los períodos de sequía y efectos del cambio climático, determinan problemas en la disponibilidad hídrica para la región de Coquimbo, amenazando la sustentabilidad de la producción hortofrutícola.**

**E**n Chile, el 75 % de los recursos hídricos son utilizados en agricultura; lo que contrasta con la baja eficiencia en el uso del agua del sector, que se sitúa en torno al 45 % (Broschek, 2020). Por esto, realizar esfuerzos que apunten a mejorar la eficiencia hídrica en la agricultura, representa un camino que permitirá aumentar la sostenibilidad económica y ambiental de sus actividades. Para lograr estos objetivos, se deben adoptar medidas que incorporen marcos conceptuales para la definición de las necesidades de riego, así como el uso de variedades tolerantes a sequía, métodos de riego eficientes y nuevas tecnologías. Un ejemplo es China que, siguiendo estas directrices, ha conseguido aumentar la productividad del agua (WP) desde 0,8 kg/m<sup>3</sup> a principios de 1990 a 1,1 kg/m<sup>3</sup> a fines de la década de 1990, y a 1,58 kg/m<sup>3</sup> en 2013 (Kang et al, 2017).

El concepto de productividad del agua (WP) fue establecido como una medida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento (Kijne, Barker y Molden, 2003). La implementación de este concepto en condiciones de campo es una herramienta útil para



📍 **Figura 1.** Agricultores y agricultoras de hortalizas en visita al Centro de Referencia en Riego, Parcela Experimental Pan de Azúcar, Coquimbo.

el diagnóstico de la eficiencia del uso del agua en sistemas agrícolas y proporciona una visión concreta para la determinación de oportunidades en distribución de agua en las cuencas (Ríos et al, 2016).

### **Generación y validación de información en riego de hortalizas como insumo de extensión**

La región de Coquimbo cuenta con más de 11.000 hectáreas cultivadas con hortalizas (INE, 2020). De esta

superficie, un alto porcentaje se riega de acuerdo a parámetros de disponibilidad hídrica del momento y a la experiencia del agricultor. En menor proporción, se aplican marcos conceptuales que relacionan la demanda ambiental, etapas de desarrollo del cultivo y otros factores agronómicos relevantes para determinar las necesidades de agua. Esta situación denota una importante brecha, pero al mismo tiempo, representa una interesante oportunidad para aportar información y recomendaciones orientadas al

manejo eficiente del riego de los cultivos, desde el área de Extensión.

En el año 2015, INIA Intihuasi realizó una consulta a los equipos profesionales de INDAP, que trabajan en los municipios de la región de Coquimbo, respecto de sus necesidades de capacitación para realizar una mejor asistencia a los usuarios. Los resultados indicaron que estas necesidades de capacitación se centran en riego, diseño, instalación, uso y mantención de equipos de riego, programación y control de esta actividad.

Para cubrir estos requerimientos, hace cinco años se implementó el Centro de Referencia en Riego y Agricultura Sustentable de INIA Intihuasi, ubicado en la comuna de Coquimbo. En este lugar se establecen unidades demostrativas, donde se analizan y ajustan los volúmenes óptimos de riego para diferentes cultivos hortícolas, utilizando marcos conceptuales

robustos y tecnologías de vanguardia, que permiten realizar monitoreo de cultivos, y definir el consumo hídrico y la disponibilidad de agua en el suelo. Ejemplos de estas tecnologías son el uso de imágenes satelitales, sensores de humedad de suelo, telemetría para el control del riego (todos disponibles en internet), información de la demanda ambiental, así como imágenes registradas con vehículos no tripulados (drones) y análisis de la cobertura de los cultivos con APP móvil, entre otros. Esta información es utilizada para determinar con precisión las necesidades de riego y la productividad del agua, lo que permite establecer recomendaciones de riego por cultivo, sirviendo de base también para la extensión y formación de capacidades en planificación y control de riego en predios hortaliceros de la zona (FIGURA 1).

Además, se utilizan unidades de validación en campos de

productores y productoras, donde se implementan tecnologías para el riego y se les compara con el manejo que tradicionalmente realiza el agricultor. El objetivo es demostrar en condiciones de campo, la adaptabilidad y operatividad de las tecnologías y marcos conceptuales, que no necesariamente involucran una mayor productividad, sino que a veces implican ahorro o el uso más eficiente de los insumos productivos. En el CUADRO 1 se presenta la productividad del agua en el cultivo de papas y maíz dulce, apreciándose que sería más productivo establecer papas en vez de maíz.

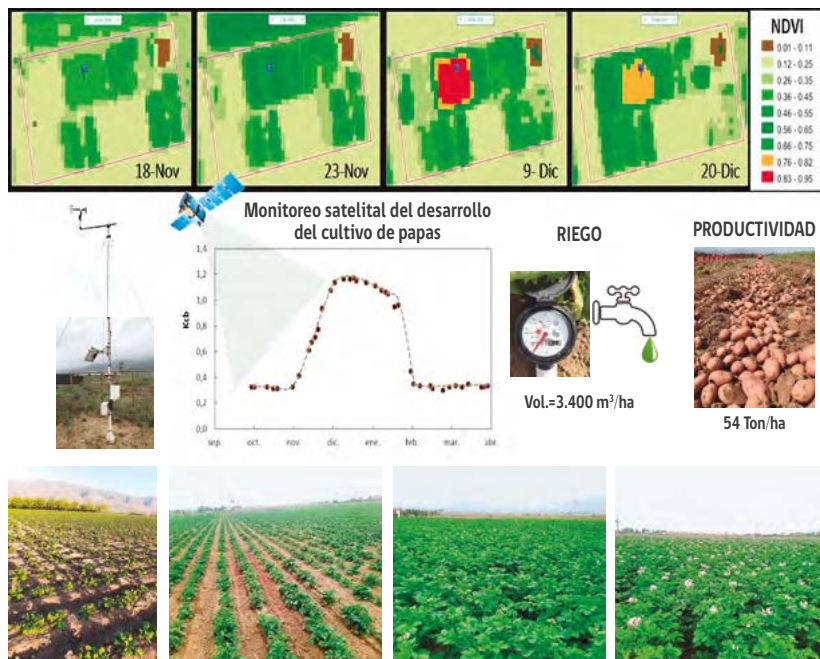
Otras experiencias en unidades de validación en campos de agricultores para el cultivo de lechuga escarola, permitió identificar ahorros en riego entre un 25 a 30 % del volumen de agua aportado, sin afectar significativamente el rendimiento ni el peso de la cabeza (CUADRO 2 y FIGURA 2).

**Cuadro 1.** Productividad del agua en cultivos de papas y maíz dulce establecidos en la zona de Pan de Azúcar, región de Coquimbo.

Variable	Papa		Maíz dulce	
	Valor medio	Desviación estándar	Valor medio	Desviación estándar
Volumen de agua de riego (m <sup>3</sup> /ha)	3.415,6	70,8	3.300,6	106,4
Producción estimada comercial (t/ha)	54,2	7,0	26,4	2,0
Materia seca (%)	23,0	1,0	25,4	2,7
Productividad del agua (kg producto fresco total/m <sup>3</sup> )	16,5	2,0	7,9	0,5
Productividad del agua (kg MS producto total/m <sup>3</sup> )	3,9	0,6	2,0	0,2

**Cuadro 2.** Resultados de unidades de validación en riego en lechugas.

Época	Sector	Volumen de agua (m <sup>3</sup> /ha)	Número de riegos	Tiempo riego (medio y rango) (minutos)	Ahorro (%)
Primavera 2016	Agricultor INIA	1.172	18	33 (30 a 50)	30 %
		825	12	40 (25 a 70)	
Otoño 2017	Agricultor INIA	1.000	16	50 (31 a 71)	24,5 %
		745	16	37 (21 a 53)	



📍 **Figura 2.** Esquematación del seguimiento de un cultivo de papas, monitoreado con imágenes satelitales.

### Generación y validación de información para el riego en frutales

La escasez hídrica que afecta en forma cada vez más recurrente a la región de Coquimbo, genera importantes trastornos en la fruticultura regional. Los efectos más significativos observados son la disminución de la superficie cultivada en torno al 30 % (ODEPA-CIREN, 2018), caída de los rendimientos y de la calidad de la fruta, entre otros. Pese al problema hídrico, sin embargo, otros frutales aumentaron en superficie como es el caso de los nogales, lo que puede deberse a ajustes de la fruticultura local a especies con menores requerimientos de riego.

En este contexto, y para conocer el efecto del déficit hídrico en el cultivo de nogales, investigadores de INIA Intihuasi analizaron el comportamiento de la productividad y calidad de la nuez bajo diferentes escenarios de disponibilidad hídrica. Las actividades se realizaron

en los campos de productores y productoras, comenzando en el año 2013, gracias al financiamiento del Gobierno Regional de Coquimbo, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad.

Los resultados obtenidos permitieron definir que el nogal var. Serr puede estar sometido a un riego deficitario controlado (un 35 % menos) una vez que la variedad ha definido el calibre final de la nuez, sin afectar la calidad ni productividad, condición que permite un ahorro en las tasas de riego en la temporada entre un 25 % y 35 %.

### Extensión y formación de capacidades en manejo eficiente del recurso hídrico en frutales

A través del diagnóstico de los Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT) locales se detectó la necesidad de capacitación en técnicas para mejorar el riego intrapredial de sus cultivos, siendo las principales receptoras de la investigación

generada para el manejo del nogal bajo escasez hídrica, las comunas de Combarbalá y Río Hurtado. En estas zonas afectadas fuertemente por la sequía, el 90 % de los integrantes de los GTT tiene establecida en sus predios la variedad Serr que, de acuerdo a los resultados de INIA, presenta gran adaptabilidad al manejo bajo condiciones de restricción hídrica. El otro segmento receptor son los Grupos de Capacitación de Asesores (GCA), compuestos por profesionales y técnicos ligados al rubro del nogal, que se desempeñan en el programa Prodesal de las comunas de Limarí y Choapa, así como también profesionales ligados a programas SAT y asesores de cooperativas de nogales de la Región. De este modo, se alcanzó a un universo de 300 agricultores nogaleros.

Las capacitaciones se han llevado a cabo por medio de reuniones mensuales programadas para cada GTT y GCA, y en días de campo realizados por INIA, dándose a conocer los manejos del déficit hídrico controlado, a través de las unidades demostrativas implementadas en cada GTT, que se encuentran insertas en huertos de los propios agricultores.

El tema central en los GTT y CGA es la eficiencia hídrica, priorizándose contenidos como mantención de equipos de riego, aplicación de déficit hídrico controlado, técnicas para mejorar la disponibilidad hídrica a nivel de huerto y el uso de tecnologías para el monitoreo del riego intrapredial (**FIGURA 3**). Estos manejos de riego transferidos a los productores y productoras, permitieron en el 65 % de los casos mantener la productividad de sus huertos, a pesar de la menor disponibilidad hídrica. En tanto, en el 56 % de aquellos que implementaron el déficit hídrico controlado se observó un aumento del 23 % en los rendimientos de los colores claros de la pulpa de la nuez (categorías extra light y light). Además, en las temporadas 2018 y 2019 solo el



20 % de los agricultores produjo nueces con calibre inferior a 30 mm, con un promedio general de 8 % de nueces en esos rangos, montos que están dentro de lo esperado para la variedad, bajo las condiciones descritas anteriormente.

Cabe indicar que las actividades de capacitación se realizaron en cada una de las comunas de la región de Coquimbo, donde se concentra el cultivo del nogal, con énfasis en el uso de información satelital para el monitoreo del cultivo y la definición de las necesidades de riego (FIGURA 4).

Esta información está disponible en la Plataforma Agrícola Satelital (PLAS) <http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=plas>, la que permite definir la curva de crecimiento del nogal en cada parcela y estimar un coeficiente de cultivo ( $K_{cb}$ ); factores fundamentales para la determinación de las necesidades de riego (FAO 56). Así se implementó una metodología estándar para la definición de la demanda de riego que permitió aplicar un déficit hídrico controlado, de acuerdo a la condición de cada huerto, optimizando el uso del agua intrapredial (FIGURA 5).

A través de estas acciones, INIA tiene presencia en rubros y/o cultivos relevantes para la región de Coquimbo; y trabaja en forma directa con agricultores, agricultoras y profesionales del territorio, empleando metodologías de extensión validadas que facilitan los procesos de adopción de tecnologías. Esto permite contribuir a la sostenibilidad de la actividad agrícola. Por todo lo anterior, la capacitación, tanto a productores como a profesionales, es y seguirá siendo el foco principal de traspaso de conocimientos en el ámbito de la eficiencia hídrica. TA



Figura 3. Capacitaciones a productores de los GTT en temas de eficiencia hídrica y monitoreo de humedad de suelo en unidades demostrativas.



Figura 4. Capacitación en el uso de la de la Plataforma Agrícola Satelital de Chile (PLAS), a profesionales y asesores.

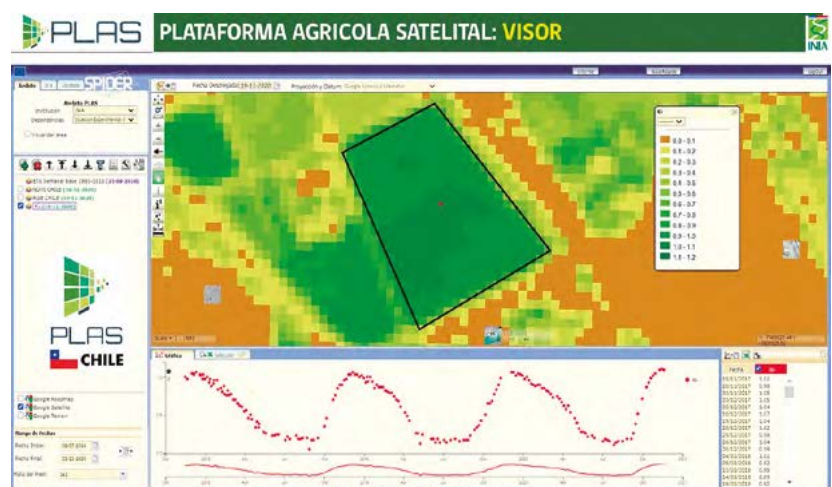


Figura 5. Visor de la Plataforma Agrícola Satelital, para la estimación de la demanda hídrica de los cultivos.