



Alejandro Antúnez B.
Ingeniero Agrónomo. Ph. D.
INIA - La Platina
aantunezb@inia.cl

Evelyn Cajías A.
Ingeniero Agrónomo
INIA - Ururi
evelyn.cajias@inia.cl

Luis Felipe Román O.
Ingeniero Agrónomo Mg. Sc.
INIA - Ururi
luis.roman@inia.cl

Alexis Villablanca F.
Ingeniero Agrónomo
INIA - Ururi
avillablancaf@inia.cl

Sergio Ardiles R.
Ing. Ejecución Agrónomo
INIA - Ururi
sardiles@inia.cl

En el Valle de Azapa

Riego Deficitario Controlado en Olivos

La condición de aridez de la Región de Arica y Parinacota, ha incentivado al sector frutícola, en especial a los olivicultores, a cambiar la modalidad tradicional de riego gravitacional (surcos y tazas), por sistemas más eficientes (goteo, microaspersión), que han implicado la reducción de unos 3.000 m³ de agua por hectárea al año.

► **Foto 1.** Vista panorámica del Valle de Azapa, ubicado a 3 kilómetros de Arica, donde se produce una gran variedad de frutas y hortalizas, destacando la prestigiada aceituna de Azapa.



El Olivo (*Olea europaea L.*) es un frutal persistente, rústico, perteneciente a la familia Oleaceae. Corresponde a una de las especies más antiguas cultivadas, con orígenes que se remontan a unos 3.000 - 4.000 años antes de Cristo en la zona de Palestina, desde donde se extendió hacia la cuenca del Mediterráneo. Allí se concentra actualmente más del 90% de la superficie, producción y consumo mundial. El resto de la superficie se distribuye de la siguiente manera: 1,2% en el continente americano; 0,4% en Asia Oriental y otro 0,4% en Oceanía (Barranco *et al.*, 1999). A nivel mundial, el olivo alcanza una producción media anual de unas 16 millones de toneladas de aceitunas, de las cuales el 90% se destina a la obtención de aceite y el 10% restante (1.700.000 toneladas) se consume en forma elaborada como aceitunas de mesa en sus distintos tipos: verdes,

negras, en salmuera, machacadas, deshuesadas o rellenas, entre otras.

El rendimiento en Chile es alto, de unos 1.800 Kg a 2.000 Kg por hectárea, con ciclos de producción relacionados con fenómenos de añerismo, que se acentúan por el escaso manejo agronómico e incorporación de tecnología que se le ha dado al cultivo. La producción se caracteriza por grandes volúmenes en un año, seguido de bajos rendimientos en la temporada siguiente.

De acuerdo al Censo Agropecuario 2007 (Cuadro 1), la superficie plantada en Chile es de 15.450,24 hectáreas, triplicando el número de hectáreas con respecto al Censo Agropecuario anterior. Esto se encuentra relacionado con una mejora en el manejo productivo de la especie.

► **Cuadro 1.** Superficie plantada de olivo por Regiones del país.

Región	Superficie plantada	
	ha	%
XV Región de Arica y Parinacota	1512.61	9.79%
I Región de Tarapacá	6.55	0.04%
II Región de Antofagasta	11.21	0.07%
III Región de Atacama	2925.75	18.94%
IV Región de Coquimbo	2004.9	12.98%
V Región de Valparaíso	1462.75	9.47%
RM Región Metropolitana	1179.4	7.63%
VI Región de O'Higgins	2257.3	14.61%
VII Región del Maule	3346.2	21.66%
VIII Región del Bío- Bío	743.7	4.81%
TOTAL	15450.24	100.00%

Fuente: INE, 2007.



El Olivo en la Región de Arica y Parinacota ◀

En la Región de Arica y Parinacota, existen cerca de 1.500 hectáreas de olivos, siendo la especie frutícola más cultivada en la provincia de Arica, con 565 informantes de huertos en producción (básicamente productores medianos a grandes). Desde su introducción en 1560, el proceso adaptativo de esta especie a las condiciones agroecológicas locales dio origen a un cultivar propio y rústico, conocido como Azapa. Sus frutos pueden considerarse de doble aptitud (Fotos 2 y 3), siendo la aceituna de mesa el producto comercial mayoritario, famosa a nivel nacional e internacional, y Brasil su destino más importante.

El sistema de riego más utilizado corresponde al método tradicional por medio de tazas (Foto 4). Sin embargo, en los últimos años, la Región de Arica y Parinacota se ha visto amenazada por una baja disponibilidad de agua que afecta a los agricultores de los valles costeros. El permanente déficit hídrico, cuya condición crítica se vivió durante el año 2010, ha incentivado al sector frutícola y, específicamente, a los olivicultores a cambiar la modalidad tradicional de riego gravitacional (surcos y tazas), por sistemas de riego más eficientes (goteo, microaspersión) (Foto 5), lo cual se traduce en reducir de 8.300 m³ por hectárea al año a volúmenes de agua del orden de los 5.500 m³/ha/año.

► **Foto 2.** Aceite de oliva extra virgen proveniente de huerto comercial del Valle de Azapa.





► **Foto 3.** Aceituna de mesa del Valle de Azapa. De izquierda a derecha: Verde tipo sevillana, Negra con amargo, Negra sin amargo y Verde tipo sevillana rellena con pimentón.

A modo de ejemplo, un agricultor mediano propietario de una acción de agua (0,52 Ls-1 caudal continuo equivalente a 16.400 m³ por año), puede regar unas 3 hectáreas con un sistema de riego presurizado, mientras que con un sistema de riego tradicional, regaría sólo 2 hectáreas. De esta forma, una reducción del 40% del agua apli-

cada permite aumentar la superficie regada en un 66%. No obstante, a pesar de utilizar sistemas más eficientes, algunos agricultores que cuentan con bajo nivel técnico en cuanto a riego, tienen eficiencias mucho menores (70%-80%), debido fundamentalmente a un inadecuado diseño y manejo de los sistemas.



► **Foto 4.** Riego tradicional por taza en Olivos del Valle de Azapa.





Frente a los escenarios de permanente escasez hídrica, se suma la constante baja frecuencia de riego que recibe el olivar por la priorización de este recurso hacia cultivos hortícolas de contraestación que abastecen la zona central y cuya rentabilidad es mayor. Estos son: tomate, pimentón, zapallito italiano, pepino y berenjena, entre otros, situación que promueve la incidencia de plagas como la conchuela móvil del olivo (*Praelongorthezia olivicola* (Beingolea) y el ennegrecimiento de los árboles ocasionado por la Fumagina, teniendo como consecuencia un descenso de la producción.

Experiencias de riego deficitario controlado en Olivos (RDC) ◀

Es sabido que el Olivo es uno de los frutales más tolerantes a la sequía. Las características anatómicas que permiten una menor transpiración son la presencia de ceras cuticulares, estomas y tricomas en el envés de la hoja. Este frutal persistente es capaz de tolerar bajos contenidos de agua en el suelo y, mediante mecanismos fisiológicos, regular el potencial hídrico de sus tejidos, estableciendo un gradiente suelo-planta atmósfera que permite la absorción de agua por debajo del punto de marchitez permanente. En consecuencia, la respuesta del olivo al riego es mayor comparada con otros frutales, en términos de eficiencia de uso del agua. Además, esto implica que puede desarrollarse una agricultura sustentable en este cultivo por medio de un manejo adecuado del riego (Ferreyra *et al.*, 2001).

Bajo condiciones de estrés hídrico, la transpiración del olivo durante la mañana -independiente de las condi-

ciones del suelo-, es más alta que la absorción de las raíces. Consecuentemente, el contenido de agua en los tejidos se reduce para satisfacer el flujo de transpiración. Así, los tejidos son capaces de perder cerca del 60% del agua, permitiendo la transpiración cuando la demanda evaporativa del medioambiente es alta. Como consecuencia del alto estrés hídrico, el olivo detiene el crecimiento vegetativo incrementando la resistencia estomática y reduciendo el intercambio gaseoso a una tasa muy baja. El efecto de un estrés hídrico provoca impactos negativos no sólo durante la temporada, sino también en los años siguientes.

A nivel nacional y en el extranjero existen experiencias del método de riego deficitario controlado (RDC) con excelentes resultados en esta especie (Ferreyra *et al.*, 2001; Sellés *et al.*, 2006; Agüero *et al.*, 2010). Este método consiste en reducir la cantidad de agua aplicada en ciertos períodos fenológicos en los cuales las plantas son menos sensibles al estrés hídrico. Es decir, que no afecta significativamente el rendimiento ni la calidad de los frutos. En el resto del periodo se mantienen los riegos, de modo que no afecten épocas críticas como la floración y las primeras etapas de desarrollo del fruto en que el agua no debe faltar, pues influye seriamente tanto en el desarrollo normal de la planta, como en la producción y la calidad del fruto (Cuadro 2). Esta medida junto con un buen manejo en el lavado de sales con tasas de lixiviación de acuerdo a las condiciones intrínsecas del predio, permiten mejorar la eficiencia en el uso del agua (EUA), favoreciendo un aprovechamiento óptimo del recurso en condiciones de aridez.

► **Cuadro 2.** Efecto del déficit hídrico sobre distintos estados fenológicos del Olivo en el Valle de Azapa.

Proceso	Período	Efecto del déficit hídrico
Crecimiento vegetativo	Todo el año (especialmente Oct - Dic)	Reducción de crecimiento y del número de flores al año siguiente.
Desarrollo de yemas florales	Jul - Oct	Menor número de flores.
Floración	Sep - Oct	Floración incompleta
Cuaja	Nov - Dic	Aumenta el añerismo
Crecimiento inicial del fruto (Etapa I)	Dic - Ene	Menor tamaño del fruto.
Endurecimiento de carozo (Etapa II)	Ene - Feb	
Crecimiento final del fruto (Etapa III)	Mar - cosecha	Menor tamaño del fruto. Adelanto de la madurez.
Acumulación de aceite	Abril - cosecha	Menor contenido de aceite en el fruto.

► **Foto 5.** Riego tecnificado por borboteo en Olivos del Valle de Azapa.





Literatura citada

- ▶ Agüero, A.; Rousseaux, M. y Searles, P. 2010. Respuestas fisiológicas y reproductivas al riego deficitario controlado de post-cosecha en olivo en una zona árida de Argentina. CRILAR-CONICET. Disponible En: http://www.inta.gov.ar/mendoza/V_Jornadas/Ponencias/Agüero.pdf.
- ▶ Alegre, S.; Marsal, J.; Mata, M.; Arbones, A.; Girona, J. y Tovar, M. 2000. Regulated deficit irrigation in olive trees (*Olea europaea* L. cv. 'Arbequina') for oil production. *Acta Hortic.* 586: 259-262.
- ▶ Ferreyra, R.; Sellés van Sch., G. y Sellés, I. 2001. Riego deficitario controlado en olivos, estrategias de riego para enfrentar situaciones de escasez de agua en frutales. *Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias.* N° 59. 48 p.
- ▶ Moriana, A.; Orgaz, F.; Pastor, M. y Fereres, E. 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of American Society of Horticultural Science* 128: 425-431.
- ▶ Sellés, G.; Ferreyra, R.; Selles, I. y Lemus, G. 2006. Efecto de Diferentes Regímenes de Riego Sobre la Carga Frutal, Tamaño de Fruta y Rendimiento del Olivo cv. Sevillana. *Agricultura Técnica (Chile)* 66 (1):48-56.

Recientes revisiones sobre riego deficitario controlado en olivo señalan que la restricción hídrica realizada en el período de postcosecha no tiene repercusión en el rendimiento total (Agüero *et al.*, 2010). El olivo es capaz de recuperarse en cortos periodos a restricciones severas de agua (Moriana *et al.*, 2003), teniendo una gran capacidad para sobrevivir en áreas marginales con salinidad, temperaturas extremas y sequías. A nivel nacional, existen experiencias realizadas por INIA que concluyen que disminuciones de un 40% del agua aplicada en la etapa III del fruto, no afectan el rendimiento en términos del peso y tamaño del fruto en olivos de la zona de Tierras Blancas, San Felipe, Región de Valparaíso (Ferreira *et al.*, 2001; Sellés *et al.*, 2006). El déficit hídrico durante la fase II y III no afecta el número de frutos por árbol (Alegre *et al.*, 2000), aunque un déficit hídrico durante toda la temporada reduce la carga frutal. Lo anterior se podría atribuir a que un déficit hídrico durante la primavera e inicio del verano afecta la inducción y diferenciación floral, disminuyendo el número de frutos de la temporada siguiente. Estos resultados concuerdan con otros que demostraron que una reducción de la aplicación de agua en las tres fases de crecimiento del fruto, afecta el valor económico de la producción. Por otra parte, se reporta que en años de alta carga, se caen menos frutos en árboles bien regados que en árboles sin riego, lo cual no ocurre en años de baja carga.

Frente a la falta de estudios locales referentes a estas técnicas, el proyecto FIC "Mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua en olivo, mediante la estrategia de riego deficitario controlado en el Valle de Azapa, Región de Arica y Parinacota", financiado por el Gobierno Regional de Arica y Parinacota, busca determinar una estrategia de riego en función de una validación de un diseño de programación de riego de acuerdo a las condiciones locales de este Valle. En esta condición, la escasez del recurso es evidente e impone optimizar el riego considerando las condiciones edáficas, fisiológicas y productivas del olivo. Mediante esta herramienta, se pretende mejorar la eficiencia en el uso de agua, favoreciendo un manejo sustentable del agua frente a escenarios de permanente escasez hídrica.

En primera instancia, este modelo partirá con la creación de un criterio de riego en base a las condiciones edafoclimáticas (relativas a suelo y clima) en tres unidades experimentales, con el objetivo de abordar de manera completa lo referente a la programación de riego del olivo en el Valle de Azapa. La programación de riego, se efectuará en base a los requerimientos hídricos del cultivo. Estas necesidades serán estimadas a través de la recolección de los datos climáticos aportados por las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) ubicadas en el Valle de Azapa y administradas por INIA. En la Foto 6,

se observa uno de los sistemas móviles e independientes implementados para el establecimiento de ensayos de riego y la aplicación del modelo RDC en cada uno de los módulos definidos. Para el control de la propuesta de riego, se instalarán instrumentos que permitan llevar registros continuos y discretos del comportamiento hídrico en el suelo (sondas de capacitancia FDR), que permitirán generar criterios de riego apropiados para el cultivo.

En cada Módulo Demostrativo, se aplicará el programa de riego para la validación del modelo de RDC en periodos no críticos, se definirán los tratamientos y se implementarán los ensayos de riego. Para desarrollar esta estrategia en las tres unidades, se aplicará un diferencial de agua en cada tratamiento. Los tratamientos dependerán del nivel de restricción hídrica en la etapa III del crecimiento del fruto, teniendo en consideración los posibles efectos adversos asociados al aumento en la salinidad del suelo, controlado mediante fracciones de lavado incorporadas a la programación de riego.

Las evaluaciones a realizar, durante la ejecución del proyecto, son las siguientes:

- Comportamiento del agua en el suelo: registro continuo y discreto de la evolución del agua en el suelo.
- Comportamiento del estado hídrico de las plantas: mediciones de potencial hídrico xilemático (ψ_x), contenido relativo de agua (CRA), conductancia estomática (gs) y dendrometría (VDT).
- Comportamiento del crecimiento vegetativo: mediciones de la tasa de crecimiento diario (TCD), Índice de área foliar (IAF) y Área de sección transversal de tronco (ASTT).
- Evaluación del rendimiento y calidad: mediciones de peso y diámetro de fruto, rendimiento por planta y porcentaje de materia seca.

La propuesta definida será compartida con olivicultores, profesionales y asesores técnicos, por medio de un programa de difusión que contempla días de campo, charlas técnicas, cartillas, boletín técnico, poster y un seminario final de presentación de resultados, con la participación de los profesionales especializados del rubro a nivel nacional. La transferencia tecnológica está orientada a generar temáticas prácticas de la estrategia de RDC, que permitan dar soluciones reales a la problemática generada en la actualidad asociada a condiciones de aridez. De este modo, se desea permitir la adopción de la propuesta en un 10% de la superficie olivícola regional en un periodo de tres años después de finalizado el proyecto que tiene una duración de dos años.

◀ Foto 6. Unidad experimental del ensayo en el Valle de Azapa.



