

Capítulo 6.

Estrategia de mejoramiento de riego

Francisco Tapia C.

Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

e-mail: fatapiac@inia.cl

Francisco Meza A.

Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

e-mail: fmeza@inia.cl

6.1. Situación inicial de riego

La comuna de Taltal, recién a principios de la década del 2000, se incorpora masivamente a la producción agrícola, basado en el fuerte anhelo de sus habitantes, quienes solicitan concesión de terrenos de los sectores de La Cachina, Los Loros y el Hueso, localidades situadas a 2 kilómetros de la ciudad, cuya conformación corresponde a antiguos conos de iluviación provenientes del cordón montañoso de la cordillera de la costa. En el **Cuadro 6.1**, se presentan las características generales presentes en los huertos de olivos de Taltal.

Cuadro 6.1. Edad media de los olivos, marco de plantación, método de riego frecuencia de riego, producción y rendimiento graso.

Edad árboles (años)	Marco de plantación (m)	Método de riego	Frecuencia de riego (días)	Producción media (kg/árbol)	Rendimiento graso industrial (%)
10	3 x 2	goteo	semanal	0,85	20

Las características de los frutos son de maduración temprana, bajo contenido de pulpa y en general de aspecto deshidratado, con una baja relación pulpa/hueso, lo que dificulta la extracción industrial del aceite de oliva.

La principal limitante en el desarrollo de estos huertos de olivos en Taltal es la baja disponibilidad de agua de riego, existiendo algunos afloramientos en la base de cerros, con un caudal continuo que no supera los 0,5 litros por segundo y su calidad es de moderada a extremadamente salina. Sin embargo, los agricultores se las han ingeniado primero, para abastecerse de agua potable desde la ciudad, acarreándola en bidones y luego en camiones aljibe, para incorporarse posteriormente a una red de distribución de aguas proveniente del sector Aguas Verdes, ubicado en las nacientes de la quebrada de Taltal, en la pampa antofagastina.

Lo anterior ha permitido entonces que los habitantes locales puedan desarrollar, a pequeña escala, el cultivo del olivo.

Debido a las condiciones desérticas existentes en la zona, los olivos requieren de abastecimiento de riego durante todo el año, por lo que los agricultores riegan en promedio con dos litros de agua diaria. En sus inicios, el método de riego empleado fue de tazas, para posteriormente, mediante apoyo de INDAP, se incorporó el método de riego por goteo, utilizando la fuerza de gravedad dada por diferencia de cota, como fuente impulsora y en la actualidad se han incorporado modernos sistemas fotovoltaicos, lo que genera la presión de operación suficiente para que el método de riego presurizado funcione a plenitud.

Sin perjuicio del moderno método de riego adoptado, se sigue utilizando la estructura de la taza original, la cual corresponde a la zona del suelo donde ha sido plantado el olivo, el cual tiene mejoras en cuanto a mullimiento, despedrado e incorporación de materia orgánica, la que se encuentra en un pretil circular y dentro de ella se concentran los goteros considerados en el diseño de riego utilizado (**Figura 6.1**). Aunque pareciera un sistema de riego combinado entre goteo y tazas, la dotación de agua se entrega por el método de riego por goteo y la estructura de taza sólo sirve para concentrar el agua que aportan los goteros.

La mayor demanda evapotranspirativa, entre 5,5 y 5,9 mm/día, ocurre en los meses de diciembre a febrero, período en que el olivo se ve seriamente afectado por la falta de agua, reduciendo el crecimiento de frutos y de ramillas vegetativas, lo que en definitiva se traduce en una baja producción. Esto se atribuye a la extrema situación de estrés que sufre el olivo en este período. En la **Figura 6.2**, se presenta el estado de un olivo afectado por estrés hídrico en el mes de enero.



Figura 6.1. Sistema de riego empleado en olivos en la zona de Taltal, apreciándose la distribución de agua mediante líneas de polietileno, que entregan agua a las tazas mediante goteros.



Figura 6.2. Presencia de sales en suelos, desecamiento de hojas y ramillas y reducción de la producción a causa del estrés hídrico en huertos de Taltal durante el período estival.

6.2. Determinación de las demandas hídricas del cultivo

La demanda hídrica del olivo, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, se relaciona con el estado de desarrollo del cultivo y de las condiciones atmosféricas del momento, es decir, temperatura, viento, humedad relativa del aire, lo que produce un flujo de humedad entre el suelo y la planta hacia la atmósfera, lo cual es determinado por la información generada por las estaciones agrometeorológicas automáticas.

El estado de desarrollo del olivo interactúa con la demanda atmosférica mediante el factor K_c y ambos determinan la cantidad de agua demandada por el cultivo.

En el **Cuadro 6.2**, se presenta el coeficiente de cultivo (Kc), el cual refleja la condición antes indicada, siendo un factor determinante a considerar la demanda hídrica del olivo.

El cálculo de las necesidades de riego del olivo se basa en la utilización de fórmulas matemáticas que los asesores agrícolas deben manejar y actualizar la información conforme se desarrolla el cultivo durante la temporada y por las condiciones ambientales, teniendo como base el diseño agronómico de cada huerto.

Para definir la demanda hídrica neta del cultivo o ETC, en sus diferentes períodos de desarrollo, se utiliza la siguiente fórmula, la cual contempla el factor Kc indicado a continuación:

$$ETc (mm) = ETo (mm) \times Kc$$

Donde:

ETc (mm/día) : corresponde a la demanda hídrica del cultivo.

ETo (mm/día) : es la evapotranspiración de referencia para la zona, calculada mediante el método Penman-Monteith, información que entrega la estación agrometeorológica automática de la zona.

Kc : factor adimensional definido por tabla.

Recurriendo a la información entregada por la Estación Agroclimática Automática, perteneciente a la Red Agrometeorológica Nacional en el sitio web indicado anteriormente, se obtiene Evapotranspiración de referencia (ETo) para el período de interés en el área de influencia de la estación agrometeorológica La Cachina, cuya información es aplicable a la zona en que se cultivan los olivos de la comuna de Taltal.

En el **Figura 6.3**, se indica la evapotranspiración mensual de los 12 primeros meses de operación de la estación agroclimática.

Cuadro 6.2. Coeficiente de cultivo (Kc), definido según estado de desarrollo del olivo.

Estado desarrollo	Coeficiente cultivo (Kc)
Receso invernal	0,4-0,5
Floración	0,55
Brotación vegetativa	0,6
Desarrollo de fruto	0,65
Cosecha	0,6

Adaptado de Orgaz y Fereres, 2008.

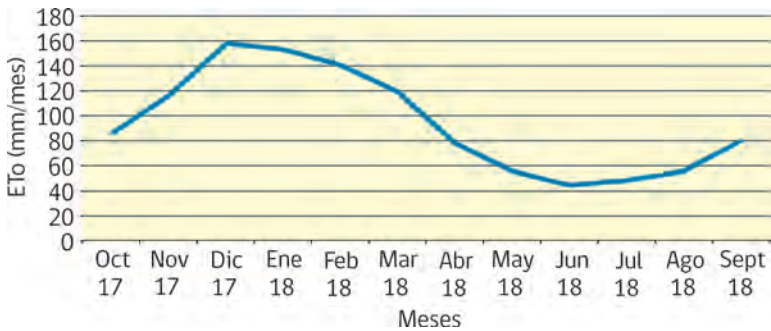


Figura 6.3. Evapotranspiración potencial definida para el área de Taltal durante los meses de octubre de 2017 a septiembre de 2018.

Los meses de diciembre, enero y febrero, son los que presentan la mayor demanda evapotranspirativa, la que mensualmente alcanza un máximo de 160 mm, encontrándose una ETo diaria mínima de 2 mm y una máxima de 5,9 mm.

Para llevar esta demanda a la práctica, es necesario considerar las condiciones del huerto como el marco de plantación, promedio en la localidad de Taltal, se tienen huertos plantados a 3 x 2 metros, es decir ocupan una superficie de 6 m², por cada árbol.

En la fórmula siguiente, se indican las variables a considerar en la determinación de agua a aplicar en el huerto de olivos de Taltal.

$$V_{apl} \text{ (L/día)} = ETc \times M. P. \times Cobertura / (Ef_m)$$

V apl : Volumen de agua de riego a aplicar diariamente por árbol.

ETc : Evapotranspiración del cultivo (definido anteriormente).

M.P. : Marco de plantación en m².

Cobertura : Área de follaje proyectado en el suelo, definido en porcentaje respecto del M.P.

Ef_m : Eficiencia del método de riego empleado, correspondiendo a 90% para riego por goteo.

Para el cálculo de la demanda real de riego, se considera un marco de plantación de 3 x 2 m y cobertura de copa de 65%.

En el **Cuadro 6.3**, se presenta la demanda neta mensual media diaria de riego para un huerto tipo de olivos cultivado en Taltal, registrada para la temporada 2017-2018.

Cuadro 6.3. Demanda de riego diaria mensual entre los meses de octubre de 2017 a septiembre de 2018, para un huerto tipo de olivos plantados a 3 x 2 metros en la localidad de Taltal.

Mes	Estado de desarrollo	ETo (mm/día)	Demanda neta	Volumen a aplicar por método goteo
			(litros diarios por árbol)	
Octubre	Floración	3,2	5,8	6,4
Noviembre	Brotación vegetativa	3,9	9,1	10,1
Diciembre	Desarrollo de fruto	5,1	12,9	14,4
Enero	Desarrollo de fruto	4,9	12,5	13,9
Febrero	Desarrollo de fruto	5,0	12,7	14,1
Marzo	Desarrollo de fruto	3,8	9,7	10,8
Abril	Cosecha	2,6	6,6	7,3
Mayo	Receso	1,9	3,1	3,4
Junio	Receso	1,5	2,2	2,5
Julio	Receso	1,6	2,4	2,7
Agosto	Floración	1,8	3,0	3,3
Septiembre	Floración	2,7	4,8	5,3

Las demandas diarias mensuales son variables, estando muy relacionadas con la demanda atmosférica definida por la ETo y moderada por el desarrollo del cultivo. Es así como las máximas demandas del cultivo se presentan en los meses de diciembre y marzo, período en que la falta de agua afecta directamente la producción del olivo, tanto en cantidad como en la calidad de las olivas.

La disponibilidad de agua de riego para tener una producción cercana al 100% del potencial del olivo es escasa, por lo que se requiere desarrollar una metodología que permita optimizar el agua de riego disponible, más el suplemento que genera la captura de agua de la niebla mediante los sistemas atrapanieblas evaluados localmente.

6.3. Propuesta de riego suplementario en condiciones deficitarias

En la zona de Taltal, el ciclo del olivo presenta sus mayores demandas hídricas en los meses de diciembre a febrero, período en que se define la producción,

tanto en la cantidad de kilos de olivas a cosechar, como de la calidad de la fruta. Cuando el riego es deficitario en momentos en que el fruto se encuentra en pleno desarrollo, se produce una maduración anticipada, lo que genera una menor proporción de pulpa, que es donde se encuentra el aceite de oliva y tiene que ser extraído mediante procesos mecánicos, lo cual se ve disminuido, incrementando las pérdidas de aceite por ineficiencia en la extracción debido a problemas del fruto.

Para definir los períodos que permiten mejorar la producción y su calidad orientada a la producción de aceite de oliva. Se definen cuatro etapas en que se suplementa el riego mediante uso de agua captada desde atrapanieblas y almacenadas a la espera de realizar los riegos. Estas etapas corresponden a períodos de receso invernal, formación de estructuras florales, floración y cuaja y madurez del fruto.

Si bien es cierto, el aporte de agua de riego en forma indistinta en cada uno de estos períodos, logró reducir el déficit hídrico al que es sometido permanentemente el cultivo desde un 83 a 17%, permitiendo mantener la producción, pero mejorando la calidad del fruto, lo que significa mayor extracción industrial de aceite de oliva.

En función a lo anterior, en el **Cuadro 6.4**, se hace un balance hídrico entre demanda, aporte de riego actual y riego suplementario, este último aportado por la captación de agua proveniente de los atrapanieblas.

Cuadro 6.4. Balance hídrico mensual y total en función de la demanda, abastecimiento utilizado por agricultores y riego suplementario propuesto para un huerto de olivos en la zona de Taltal utilizando agua de riego suplementaria proveniente de atrapanieblas, aportada en períodos críticos para la producción de olivas aceiteras.

Mes	Estado de desarrollo del olivo	Demanda mensual de agua de riego	Abastecimiento de riego de agricultores	Aporte suplementario atrapanieblas	Déficit hídrico
		(L/árbol)	(L/árbol)	(L/árbol)	
Julio	Receso	90,5	62	0	32%
Agosto	Receso	130,0	62	0	52%
Septiembre	Crecimiento yemas florales	185,5	60	0	68%

Continuación del Cuadro 6.4.

Mes	Estado de desarrollo del olivo	Demanda mensual de agua de riego	Abastecimiento de riego de agricultores	Aporte suplementario atrapanieblas	Déficit hídrico
		(L/árbol)	(L/árbol)	(L/árbol)	
Octubre	Floración	221,2	62	0	72%
Noviembre	Cuaja	326,8	60	0	82%
Diciembre	Crecimiento de fruto	479,6	62	417,6	0%
Enero	Desarrollo de fruto	464,4	62	402,4	0%
Febrero	Desarrollo de fruto	426,2	56	370,2	0%
Marzo	Madurez	333,5	62	271,5	0%
Abril	Cosecha	200,2	60	140,2	0%
Mayo	Inicio receso	130,4	62	0	52%
Junio	Receso	104,3	60	0	42%
Total	Ciclo	3.092,6	730,0	1.601,8	25%

La estrategia de riego que presenta el cuadro, permite satisfacer en su totalidad las demandas hídricas temporales según estado de desarrollo del fruto, cubriendo al 100% los requerimientos hídricos de la planta en el período comprendido entre diciembre y abril.

Para que esto dé resultados, se debe monitorear permanentemente las condiciones agrometeorológicas de la zona, definido por la estación automática "La Cachina" indicada anteriormente, con lo cual el ajuste periódico de las demandas evapotranspirativas, permitan ser más eficientes en el uso del agua de riego.

La estrategia de riego propuesta contempla el uso del método por goteo, con frecuencia diaria, lo cual permite reducir el déficit hídrico del cultivo a un 0% en el período de desarrollo del fruto a cosecha, mediante el riego suplementario exclusivamente entre los meses de diciembre a abril, regando con agua de atrapanieblas, lo que representa un incremento de cosecha desde 0,85 kg por árbol a 6,2 kg por árbol, lo que significa una producción por hectárea de 10.335 kg por hectárea (1.667 árboles por hectárea).

La disponibilidad de agua generada por un atrapanieblas de 150 m², utilizada como suplemento de riego, genera un volumen suficiente para satisfacer las necesidades suplementarias utilizando esta metodología para 60 árboles.