



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA

BOLETIN INIA N° 72

ISSN: 0717 - 4829

RIEGO DEL OLIVAR EN EL VALLE DEL HUASCO



Leoncio Martínez Barrera
Francisco Tapia Contreras



BOLETIN INIA N° 72

ISSN 0717 - 4829

RIEGO DEL OLIVAR

PROYECTO:

MANEJO MODERNO DE HUERTOS DE OLIVOS EN EL VALLE DE HUASCO.

AUTORES:

Leoncio Martínez Barrera

Ingeniero Agrónomo, Ph.D

Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Francisco Tapia Contreras

Ingeniero Agrónomo M.Sc. Olivicultura

Departamento de Producción Vegetal

Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Centro Regional de Investigación Intihuasi

Vallenar, Chile, 2002

1. ¿POR QUÉ REGAR EL OLIVO?

El agua es muy importante para la vida, ya que numerosas reacciones bioquímicas se realizan en este medio como la síntesis de proteínas, lípidos y carbohidratos, elementos estructurales en la formación de nuevos tejidos vegetales. El agua también es necesaria para los procesos de regulación interna de la temperatura de la planta y en el transporte de nutrientes desde las raíces hasta las hojas y desde las hojas hacia los frutos, tronco y raíces. Sin agua no hay vida.

Respecto a los cultivos, no todos necesitan la misma cantidad de agua para vivir ya que influye la forma de la hoja, la cantidad de hojas en relación al tamaño de la planta, el tipo de planta y la abundancia de agua en el suelo.

El olivo es una planta adaptada a condiciones de sequía, puede vivir cuando hay poca agua, sin embargo, al igual que todas las especies de importancia económica, crece muy bien cuando el agua es abundante. En condiciones de restricción hídrica (poco riego), el crecimiento del árbol es limitado y la producción de olivas escasa o nula, sin embargo, cuando se normalizan los riegos, el árbol comienza a recuperar su área foliar para luego entrar en producción. Para lograr buenas producciones, el olivo debe regarse igual que otras especies de hoja persistente como naranjos, limoneros o paltos. En condiciones de escasez de agua prolongada, el olivo sobrevivirá pues está mejor adaptado a las condiciones de extrema sequía que los cítricos o paltos, pero no producirá fruta. Desde el punto de vista del agricultor, el olivo debe regarse abundantemente para lograr buenas producciones con bajo añerismo.

El desierto de Atacama presenta un clima similar al existente en la zona de origen del olivo (cuenca del Mediterráneo), con veranos secos, extensos y calurosos y lluvias invernales poco abundantes que no cubren los requerimientos hídricos del olivo, motivo por el cual, se debe recurrir al riego durante gran parte del año para obtener cosechas abundantes, regulares, de buen calibre (mesa) y alto contenido graso (aceiteras).

Para las plantas en general y el olivo en particular, no es tan importante la forma de regar, siempre que el cultivo reciba la cantidad adecuada de agua que requiere para sus procesos metabólicos y la planta no esté sometida a stress hídrico en ningún momento.

Tradicionalmente, en el valle del Huasco se han utilizado métodos de riego por inundación, siendo el riego por bordes el de mayor difusión. También se utilizan surcos, tazas y eventualmente el riego por tendido. Últimamente se han incorporado sistemas de riego localizados, como de goteo y microaspersión.

Los sistemas de riego por inundación consisten en conducir el agua por acequias y luego aplicarla directamente al terreno. En el potrero, el agua puede avanzar por canales pequeños (riego por surcos), por láminas de agua que circula entre pretiles (riego por bordes) o en forma descontrolada (riego por tendido). También está el riego por tazas donde se construye un pequeño estanque junto a la planta que se llena con agua en cada riego. A medida que el agua permanece en contacto con el suelo, ésta infiltra, quedando almacenada temporalmente en el perfil. La planta absorbe agua desde el suelo que actúa como un estanque acumulador. Cuando el estanque está casi vacío, pues el cultivo ha extraído toda el agua almacenada, se debe regar nuevamente para llenar el estanque.

En métodos de riego por inundación, una porción importante de toda el agua aplicada no es aprovechada por el cultivo y se pierde ya que una parte importante infiltra mas allá del límite de la zona radicular, otra porción infiltra donde no hay raíces y otra parte se pierde por escurrimiento superficial. Por cada litro de agua que es aprovechada directamente por la planta, aproximadamente uno a tres litros se pierden y esto no es bueno en zonas donde el agua es escasa como en todo el norte de Chile.

En los métodos de riego localizados, el agua se conduce por mangueras desde la fuente hasta las proximidades del árbol y se aplica en forma controlada para evitar la percolación profunda y el escurrimiento superficial. Con esto se consigue reducir las pérdidas en forma significativa. Adicionalmente, el agua se aplica en forma de gotas (riego por goteo) o pequeña lluvia (riego por micro aspersión) todos los días. De esta forma, la planta nunca está sometida a stress hídrico, lo que facilita el crecimiento vegetativo y productivo.

El presente boletín técnico tiene como objetivo dar una visión actual de riego y entregar nociones básicas para el manejo del agua, ya sea por métodos de riego tradicionales (inundación) o métodos localizados como goteo y micro aspersión con el objetivo de aumentar la eficiencia en el uso del agua y lograr producciones abundantes y regulares a lo largo de los años.

2. REQUERIMIENTO HÍDRICO DEL OLIVO.

Los requerimientos de agua de todos los cultivos están determinados fundamentalmente por las condiciones atmosféricas del lugar y por las características propias de cada cultivo como: tamaño y forma de la planta, densidad de plantación, hábitos de crecimiento de la especie y período fenológico. Lo más importante es el clima, pero también lo son las características propias del cultivo, por lo tanto, ambos factores serán explicados a continuación.

2.1 El Clima.

Cuatro son los componentes del clima que determinan los requerimientos hídricos de todas las plantas, éstos son: temperatura del aire (T), humedad relativa (HR), radiación solar (RS) y velocidad del viento (V). La combinación de estos cuatro factores determinan el requerimiento de agua de los cultivos por efecto del clima. Generalmente estos factores afectan por igual a una gran superficie generando áreas homogéneas de igual demanda hídrica.

En el valle del Huasco se reconoce una zona de fuerte influencia marítima con baja radiación solar producto de la presencia abundante de nubes, alta humedad relativa del aire, temperatura estable a lo largo del año y baja oscilación térmica entre día/noche e invierno/verano. Por otro lado, está la zona precordillerana con mayor radiación solar, menor humedad relativa del aire y mayor oscilación térmica día/noche e invierno/verano. Dos árboles de igual edad, tamaño y producción, plantados en diferentes zonas agro climáticas, uno en la parte baja cercano a la costa y otro en la parte alta (cercano al embalse Santa Juana) requerirán diferentes cantidades de agua. En este ejemplo, el árbol plantado en la costa requerirá menos agua.

Evapotranspiración de referencia (ET_o) es el término utilizado para describir los requerimientos hídricos de los cultivos asociados a las condiciones de clima y se define como la demanda de agua de una pradera de mediana altura (30 a 50 cm), que cubre totalmente el suelo, bien abastecida de agua y libre de enfermedades y plagas. Aquí, no hay efecto alguno de la especie vegetal, período fenológico, tamaño del árbol ni tipo de manejo.

Como ETo es función del clima, la Comisión Nacional de Riego y Ciren han publicado el estudio «Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile» (CNR-CIREN, 1997). Allí aparece la ETo de la mayor parte del país, la información correspondiente al valle del Huasco aparece en la Figura 1. ETo tiene valores entre 1100 a 1600 mm/año en Huasco y Embalse Santa Juana.

La distribución de la ETo a lo largo del año se obtiene utilizando la Ecuación 1.

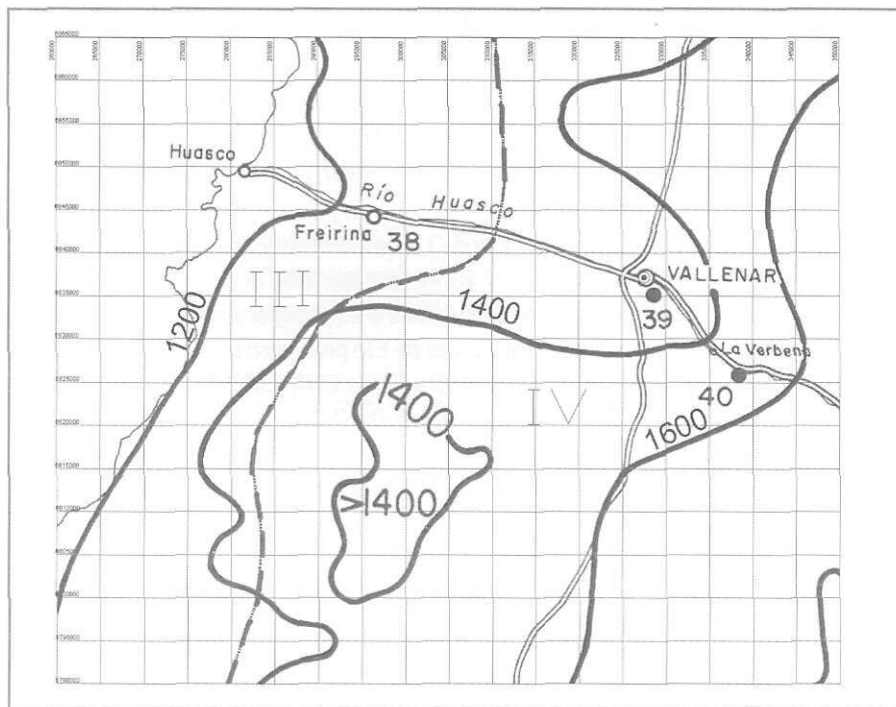
$$ETo_m = Fd_i \times ETo_a$$

Donde: ETo_m = Evapotranspiración potencial (mm/mes)
 ETo_a = Evapotranspiración potencial anual (mm/año)
 Fdi = Factor de distribución mensual para zona agroclimática homogénea (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores de Fdi para calcular la distribución mensual de ETo

Zona	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
III	0.1454	0.1179	0.0981	0.0651	0.0452	0.0338	0.0363	0.0493	0.0659	0.0919	0.1115	0.1396
IV	0.1360	0.1124	0.0970	0.0667	0.0466	0.0341	0.0375	0.0523	0.0695	0.0961	0.1143	0.1375

Figura 1. Evapotranspiración Potencial del Valle de Huasco, III Región.



Fuente CNR-CIREN, 1997.

Esta información corresponde a valores históricos promedios. La ETo anual experimenta variaciones respecto al valor promedio debido a diversos factores como efecto de las corrientes de El Niño, La Niña, lluvias, etc.

Para obtener información en tiempo real, la evapotranspiración potencial (ETo) se puede medir utilizando una Bandeja de Evaporación clase A o una estación meteorológica automática. La bandeja de Evaporación Clase A es fácil de instalar y consiste en un estanque de agua de ciertas dimensiones instalado siguiendo estándares determinados por la Organización Meteorológica Mundial. La bandeja de evaporación clase A, no mide directamente ETo, pero es un instrumento adecuado para estimarlo a través de la Ecuación 2.

$$ET_o = K_b \times EB$$

Donde: ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/día)
 EB = Evaporación de bandeja (mm/día)
 K_b = Coeficiente de bandeja (0.70 - 0.75)

Las unidades de ET_o son mm/día. Una ET_o de 1 mm/día es equivalente a la pérdida de 1 litro por cada m² de suelo en un día o 10 m³ por hectárea en el mismo período de tiempo, así, una ET_o de 3.3 mm/día es equivalente a una evaporación de 3.3 lt/m²/día o 33,0 m³/ha/día. El Cuadro 1 muestra los valores de ET_o promedio para las localidades de Huasco Bajo y La Compañía de acuerdo al estudio de CNR-CIREN.

Cuadro 1. Evapotranspiración potencial (mm/día) en la zona olivícola del valle de Huasco, Región de Atacama.

Mes	Localidad	
	Huasco Bajo	La Compañía
Enero	5,2	5,9
Febrero	4,6	5,4
Marzo	3,5	4,2
Abril	2,4	3,0
Mayo	1,6	2,0
Junio	1,2	1,5
Julio	1,3	1,6
Agosto	1,7	2,3
Septiembre	2,4	3,1
Octubre	3,3	4,2
Noviembre	4,1	5,1
Diciembre	5,0	5,9

2.2 El cultivo.

La evapotranspiración del cultivo (ETc) considera el efecto del clima y las condiciones propias del cultivo, suelo y manejo. Dos olivos, plantados en igual zona climática pueden tener diferentes requerimientos hídricos si tienen distinto sistema de manejo. En caso típico es el efecto de la densidad de plantación, tamaño de los árboles, grado de enmalezamiento del huerto, método y frecuencia de riego, etc.

Para calcular la Evapotranspiración del cultivo (ETc), se debe multiplicar el valor de ETo por varios factores de corrección en función de la especie vegetal, período fenológico, % de sombreadamiento del suelo, presencia de malezas, etc. (Ecuación 2).

$$ETc = Kc \times Ks \times ETo$$

Donde: ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

ETo = Evapotranspiración potencial (mm/día)

Kc = Coeficiente de cultivo (0.40 - 0.65)

Ks = Coeficiente de sombreadamiento (0.1 - 1.0).

El coeficiente de cultivo Kc, es función de la morfología del cultivo (forma y tamaño de la hoja, índice de área foliar, densidad y forma de los estomas) y del período fenológico. Valores de Kc para el olivo utilizados en España aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Coeficientes de cultivo (Kc) del olivo en los diferentes estados de desarrollo.

Período fenológico				
Receso invernal	Floración	Brotación	Engorda	Cosecha
0,4-0,55	0,60	0,65	0,65	0,60

Adaptación FAO 33 y Riego y fertilización del olivar (CSIC-España)

El coeficiente de sombreamiento K_s , es función del método de riego utilizado, del tamaño de los árboles y de la densidad de las plantas (árboles por hectárea). En métodos de riego gravitacionales como bordes, surcos o tendido, el valor de K_s es 1,0. En condiciones de riego localizados, el área sombreada (A_s) se calcula multiplicando la proyección de la copa sobre el suelo por la densidad de plantas (Ecuación 3). El coeficiente K_s se determina a partir del valor de A_s utilizando el Cuadro 4. Diversos autores señalan recomiendan utilizar un valor de K_s igual a 1,0 si el porcentaje de área sombreada es superior a 50%.

$$AS(\%) = \frac{3.14 \times D^2 \times N}{400}$$

Donde: $A_s(\%)$ = Porcentaje de área sombreada
 D = Diámetro de la copa (m)
 N = Numero de árboles por hectárea.

En la práctica, el coeficiente K_s tiene importancia en huertos jóvenes que no han alcanzado su tamaño definitivo.

Cuadro 4. Valores de coeficientes K_s en función del porcentaje de área sombreada (A_s).

A_s (% Sombreamiento)	Coeficiente K_s
< 10	0,12
20	0,24
30	0,35
40	0,47
50	0,69
60(*)	0,70
70(*)	0,89
80(*)	0,94
90(*)	1,00
100(*)	1,00

(*) K_s = 1,0 para huertos con A_s mayor a 50%

(Fuente: Keller J. y D. Karmelli. 1980. FAO 36. Localized Irrigation)

Adicionalmente se debe corregir los valores de K_s en función del grado de enmalezamiento del huerto. Las malezas también actúan como fuente de pérdida de agua por transpiración. Un huerto de árboles pequeños fuertemente enmalezado, consume igual cantidad de agua que un huerto adulto sin malezas.

Con la información disponible es posible estimar la Evapotranspiración del olivo para dos zonas del valle de Huasco: Huasco Bajo y La Compañía. Los resultados aparecen en el Cuadro 5. Como se puede apreciar, el mayor consumo de agua se produce entre los meses de septiembre y abril (primavera-verano-otoño). Este período coincide con los principales eventos fenológicos, que inciden en el añerismo y calidad de fruto.

Cuadro 5. Evapotranspiración potencial y Evapotranspiración del Olivo en dos sectores del valle del Huasco

Mes	Coeficientes		ETo (mm/día)		ETc (mm/día)	
	Kc	Ks	Huasco Bajo	La Compañía	Huasco Bajo	La Compañía
Ene.	0,65	1,0	5,2	5,9	3,4	3,8
Feb.	0,65	1,0	4,6	5,4	3,0	3,5
Mar.	0,65	1,0	3,5	4,2	2,3	2,7
Abr.	0,65	1,0	2,4	3,0	1,6	1,9
May.	0,60	1,0	1,6	2,0	1,0	1,2
Jun.	0,50	1,0	1,2	1,5	0,6	0,8
Jul.	0,50	1,0	1,3	1,6	0,6	0,8
Ago.	0,50	1,0	1,7	2,3	0,9	1,1
Sep.	0,60	1,0	2,4	3,1	1,4	1,9
Oct.	0,60	1,0	3,3	4,2	2,0	2,5
Nov.	0,65	1,0	4,1	5,1	2,7	3,3
Dic.	0,65	1,0	5,0	5,9	3,2	3,9

El riego del Olivar

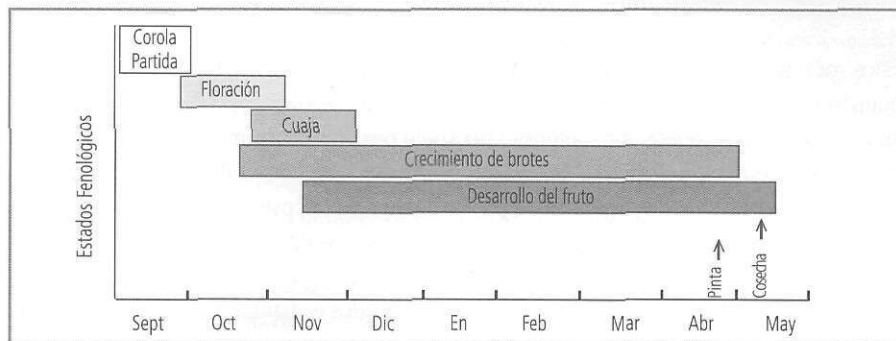
El cultivo del olivo, tal como se ha indicado anteriormente, presenta una demanda de agua que varía a lo largo de la temporada, ya sea por condiciones climáticas como por demandas propias de la especie. En cuanto a las demandas propias de la especie, es importante conocer cómo afecta la falta de agua en las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo. Con esta finalidad, INIA ha realizado un seguimiento de la variedad 'Azapa' ('Sevillano'), presentándose en la Figura 2, las diferentes etapas del olivo y la época del año en que éstas se presentan en el sector olivícola del valle de Huasco. En ella se aprecia que desde el despertar del olivo, que se manifiesta con la «preñación» (aparición de racimos florales), hasta la cosecha de los frutos, que no debería ser mas allá del mes de julio, transcurren 9 meses. Durante este tiempo, el riego influirá significativamente sobre una serie de eventos y procesos que más tarde determinarán el resultado de la cosecha, pues de existir escasez de agua, se puede llegar a comprometer parcial o totalmente la producción.

En el Cuadro 1, se indica el efecto de la falta de agua en los diferentes estados de desarrollo del olivo y como actúa el agua en cada período.

Desde comienzos de la temporada, cuando el olivo aún se encuentra en receso, una falta de agua sobre el olivo, tiene efectos serios sobre la baja producción. Tal como se presenta en el Cuadro 1, si hay falta de agua de riego durante la temporada, ésta irá afectando cada uno de los procesos de desarrollo del fruto, afectando en definitiva la producción del olivo.

Los principales problemas del olivar en el valle del Huasco son el marcado añerismo, las bajas producciones y la pobre calidad de la fruta (calibres pequeños y baja relación pulpa/hueso). Una de las causas puede atribuirse al manejo del agua de riego, que en el Valle se realiza de acuerdo a turnos que varían de 7 a más de 14 días, sin distinción de suelos ni diferencias climáticas. Del mismo modo, la oportunidad del riego es un factor fundamental que incide no sólo en la calidad de los frutos, sino también en la reducción del añerismo.

Figura 2. Etapas de crecimiento y desarrollo (fenología) del olivo variedad 'Azapa'



Cuadro 1. Etapas de desarrollo del olivo y efectos causados por la falta de agua.

ÉPOCA DEL AÑO	FENOLOGÍA	EFFECTOS DE LA FALTA DE AGUA EN EL SUELO
Agosto- Octubre	- Diferenciación de la yema floral. - Desarrollo de yemas florales. - Brotación de yemas vegetativas. - Comienzo de crecimiento de brotes.	- Reducción del número de inflorescencias. - Aumento de la producción de flores imperfectas. - Aborto ovárico. - Reducción del crecimiento de los brotes.
Noviembre- Diciembre	- Floración. - Cuaja. - Crecimiento de frutos (aumento del número de células). - Crecimiento de brotes.	- Reducción del número de frutos cuajados. - Reducción del crecimiento de los frutos. - Reducción del crecimiento de los brotes y aumento de la alternancia de la producción.
Enero-Febrero	- Crecimiento de frutos (aumento del tamaño de células). - Crecimiento de brotes. - Inducción floral.	- Reducción del crecimiento de los frutos. - Caída de frutos. - Reducción permanente del tamaño de los frutos. - Reducción del crecimiento.
Marzo- cosecha (Mayo)	- Crecimiento de frutos. - Formación de aceite. - Crecimiento de brotes. - Acumulación de reservas.	- Frutos de pequeño tamaño. - Baja relación pulpa/hueso. - Reducción del rendimiento graso. - Reducción del crecimiento de brotes. - Mala calidad de flor en temporada siguiente.

Fuente: Castro, y otros 1996. Manejo del olivar con riego por goteo. Junta de Andalucía-España.

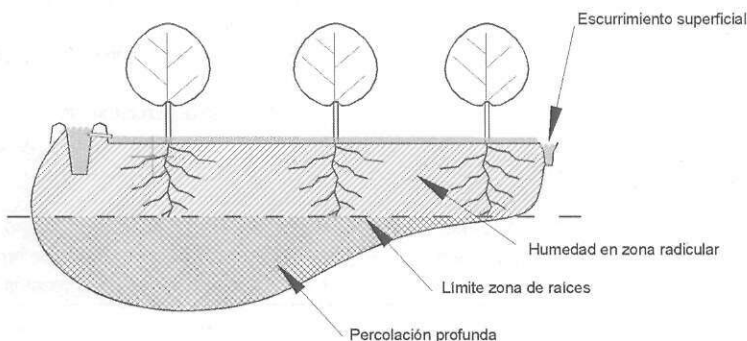
3. MÉTODOS DE RIEGO GRAVITACIONALES

Estos métodos se basan en humedecer parcial o totalmente todo el volumen de suelo ocupado por el huerto de olivos. En general, son métodos de bajo costo de implementación, aunque el costo de operación, deterioro del suelo por erosión, aumento del nivel freático por exceso de agua y la pérdida de producción por desuniformidad del riego o stress hídrico puede ser importante. También puede haber mayor costo por control de malezas, incidencia de enfermedades fungosas y mayor requerimiento de fertilizantes.

Es importante señalar que la eficiencia de estos métodos es baja, entre 20 y 40%, lo que significa aumentar los volúmenes de agua aplicados tres a cinco veces la cantidad absorbida por las raíces para lograr niveles aceptables de evapotranspiración del cultivo. El volumen de agua requerido para regar por sistemas gravitacionales es del orden de 900 a 1400 m³/ha/riego. En una temporada el volumen de agua puede llegar a alcanzar 15.000 a 20.000 m³/ha., lo que constituye un volumen importante de agua considerando la escasez relativa del agua en el valle del Huasco. Gran parte del agua se pierde por escurrimiento superficial y percolación profunda (Figura 1).

En condiciones de riego con mucho agua, se genera un ambiente de bastante humedad durante algunos días, lo que sumado al gran desarrollo del follaje del olivo (debido a que no han sido podados adecuadamente) y a las constantes neblinas de otoño y primavera, crea un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades como el repilo (ojo de pavo).

Figura 1. Distribución de humedad en el suelo, métodos de riego gravitacionales.



Algunas veces, los grandes volúmenes de agua que se pierden por percolación profunda permiten el lavado de los suelos cuando éstos tienen niveles excesivos de sales en el perfil, puesto que se produce un arrastre de sales en profundidad. En relación a esto último, el relativo éxito de la difusión del método por bordes, radica en el manejo de la salinidad de suelos. Esto se originó con los primeros huertos de olivos que se ubicaron en zonas de alta salinidad del valle (Huasco Bajo, La Cachina, Las Tablas). Sin embargo, erróneamente, este método ha sido adoptado por olivicultores cuyos huertos están situados sobre suelos de gran pendiente, en laderas de cerros (serie Freirina fundamentalmente), que lejos de mejorar la condición de suelo, contribuye a que se produzcan grandes pérdidas de la fertilidad del mismo debido a la erosión. En la práctica, las cantidades de agua aplicadas resultan insuficientes para satisfacer las demandas de las plantas y menos aún, para provocar un lavado de sales.

La situación de riego del olivar en el Huasco no es buena, por el contrario, dista mucho de ser un sistema bien manejado. Esta afirmación puede corroborarse al observar las eficiencias medidas para el método de riego por bordes, la que alcanza tan sólo al 26,61% (CNR-INIA.1995). Esto significa que de 100 metros cúbicos (m^3) de agua de riego, sólo se utilizan para el cultivo 26,6 m^3 , el resto, vale decir, 73 m^3 se pierden por diversos motivos, no siendo utilizada esta agua por el cultivo.

Los métodos de riego por gravedad o inundación son básicamente cuatro: bordes, surcos, tazas individuales y tendido. La descripción de cada método de riego es la siguiente:

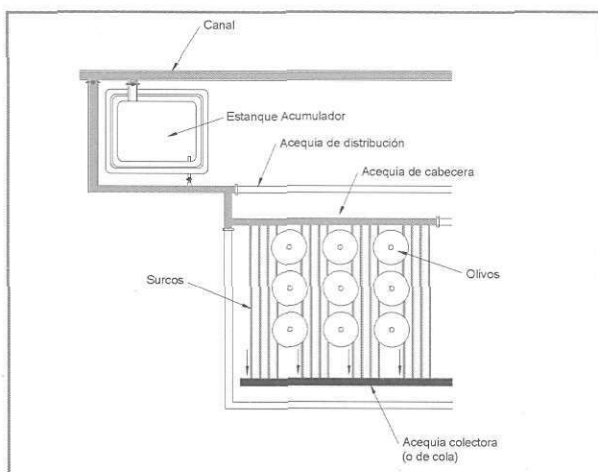
- **Riego por bordes:** Los árboles se plantan sobre un camellón. Por entre los camellones se hace fluir agua en forma de lámina. El agua infiltra a todo el ancho del borde.
- **Riego por tazas:** Cada árbol posee un pequeño estanque cuyo centro es el tronco del árbol. Para proteger el tronco se confecciona una contrataza. Las tazas están conectadas por un surco. El agua fluye por el surco y llena la taza a medida que el agua avanza. El agua retenida en la taza infiltra, como también la que fluye por el surco alimentador.
- **Riego por surcos:** Entre hileras de árboles, se construyen pequeños canales denominados surcos. El agua infiltra por las paredes del surco, tanto lateralmente como en profundidad. La separación entre surcos es función de la textura del suelo. En suelos de textura arenosa, el agua se mueve muy poco en forma lateral, por lo tanto los surcos debe estar muy próximos entre sí.
- **Riego por tendido:** El agua se conduce en forma desordenada por las entre hileras de los árboles.

El riego californiano es un tipo de riego por bordes, surcos o tazas individuales, en donde la acequia de cabecera se reemplaza por un tubo de PVC de gran diámetro. Frente a cada hilera de plantas, hay una salida constituida por un trozo de tubo de PVC de menor diámetro, una campana disipadora de energía que evita la erosión del suelo por el golpe del agua y una válvula de huerto cuya función es regular el caudal que ingresa al surco.

En los sistemas de riego gravitacionales se pueden identificar los siguientes componentes (Figura 1):

- Fuente de agua: La fuente puede ser un estanque acumulador o un canal alimentador. El estanque se utiliza para almacenar agua cuando el turno de agua se recibe en la noche o en días no laborables.
- Sistema de distribución compuesto por acequias de tierra o con algún tipo de revestimiento, estructuras de control como compuertas, rastras, marcos de distribución y estructuras de conducción como canoas, alcantarillas. Su función es conducir el agua desde la fuente a los diferentes cuarteles del huerto.
- El sistema de riego propiamente tal consistente en acequias de cabecera o alimentadoras, los surcos o bordes. El agua se hace fluir desde la acequia de cabecera hasta la acequia colectora. A medida que el agua avanza, esta infiltra en el suelo.
- Sistema de evacuación de agua fuera del predio compuesto por acequias colectoras de tierra, también llamadas acequias de cola. Las acequias colectoras desembocan en un colector común que constituye la salida de los escurrimientos superficiales del predio.

Figura 1. Componentes de un sistema de riego gravitacional.



Las ventajas de estos métodos de riego son:

- Bajo costo de infraestructura e implementación.
- No se requiere mano de obra calificada y es fácil de aprender.
- Se adapta bien a las formas de los huertos y potreros.
- Se adapta bien a las condiciones de entrega de agua (turnos).

Entre las desventajas se puede mencionar:

- Muy bajo nivel de tecnificación. La mayoría de los sistemas no han sido diseñados con el objetivo de mejorar la eficiencia en el uso del agua ni obtener altos niveles de uniformidad.
- Condiciones topográficas desfavorables. En general, el micro relieve y la pendiente longitudinal y transversal de los suelos no es adecuada para hacer un riego eficiente. Tampoco es factible nivelar los suelos, dado la poca profundidad efectiva del perfil.
- Se requiere elevados caudales que son difíciles de conducir y manejar, lo que contribuye a la erosión del suelo.
- Los turnos de entrega de agua al predio no son compatibles con un adecuado suministro de agua a los cultivos.
- Se requiere de grandes estructura de almacenamiento de agua, las que no son eficiente en su trabajo debido a las pérdidas por filtraciones. El revestimiento y la impermeabilización de grandes estructuras es también de alto costo.
- Bajo coeficiente de uniformidad, esto implica que no todas las plantas reciben la misma cantidad de agua durante la temporada.
- La calidad del riego es fuertemente dependiente de la mano de obra.
- Deterioro acelerado de plantas por pudriciones del cuello.
- Transmisión de enfermedades del cuello por el movimiento superficial del agua.
- La fracción de agua que percola en profundidad contribuye a elevar el nivel freático en suelos con estratos impermeables a poca profundidad.

La operación de métodos de riego tradicionales, se fundamenta en la entrega de agua de riego cuando se ha agotado gran parte del agua útil almacenada en el suelo durante el último riego. El suelo tiene una cierta capacidad de almacenamiento de agua. La planta absorbe agua desde este estanque. Cuando el agua almacenada se ha agotado, es necesario regar nuevamente para llenar el estanque. En este escenario, el suelo es un factor importante de almacenamiento de agua, pues como estos métodos de riego, presentan una frecuencia baja (muchos días entre riegos) y la planta consume agua diariamente

sin interrupciones, la disponibilidad de agua debe ser permanente. En esto, las características de cada suelo deben ser analizadas, de manera de determinar cuánta agua es capaz de guardar en la profundidad que es ocupada por las raíces.

En el Cuadro 2, se presentan las principales características de los suelos de la zona olivícola del valle del río Huasco.

Cuadro 2. Series de suelo del área olivícola del valle del Huasco, profundidad efectiva y capacidad de almacenamiento de agua, con umbral de riego del 50%.

Series de suelo	Profundidad efectiva (m)	Volumen de agua a reponer (m ³ /ha)
Bellavista	0,64	390
Freirina	0,58	360
Tatara	0,35	215
Paona	0,86	590
B. Esperanza	0,68	615
Compañía	0,45	350

Fuente: INIA-CNR, 1995.

En el cuadro 2, se pueden apreciar las diferencias que presentan los suelos en cuanto al volumen de agua almacenado entre riegos. Esto significa que si se hace un buen riego en un suelo, como por ejemplo en la serie Freirina, los 360 m³/ha que almacena el suelo, en teoría, servirán para satisfacer la demanda de 10 días en el mes de enero (Cuadro 3). Si se riega con más agua, al llenarse el suelo, el excedente se perderá o podrá servir para lavar el suelo, que en el caso de suelos salinos es beneficioso, pero si se ha fertilizado, se perderá mucho del abono aplicado. En ningún caso el aumentar los volúmenes de agua de riego, significará mayor período entre riegos. La determinación de cuándo se ha consumido el 50% del agua de riego, se realiza mediante fórmulas, lo cual ha sido simplificado mediante la determinación de la frecuencia de riego, indicada en cuadros posteriores para cada serie de suelo y situación climática diferente.

En la figura 3, se muestra esquemáticamente la ubicación de estas series de suelo.

Figura 3. Principales series de suelo del área olivícola del valle del Huasco.



3.1 Frecuencia de riego (F.R.)

La frecuencia de riego es el tiempo que transcurre entre el último riego y el inicio del siguiente y está determinada por la capacidad de almacenamiento del suelo, el cultivo y la demanda atmosférica y no por la disponibilidad de agua que se entrega en forma turnal por las comunidades de agua respectiva. El Cuadro 4, muestra una frecuencia de riego tentativa para las principales series de suelo del área olivícola del valle de Huasco. Esta información es de referencia y debe ser modificada de acuerdo a las condiciones particulares de cada predio y los turnos de entrega de agua.

Los suelos tienen diferentes capacidades de retención de humedad y profundidad efectiva, es por eso que las frecuencias de riego difieren entre series de suelo. Aquellos suelos con baja capacidad de retención de humedad como serie Tatara, Bellavista, Freirina y La Compañía deben regarse cada 10 días entre Noviembre y Febrero, mientras que los suelos de las series Paona y Buena Esperanza deben hacerlo cada 20 días.

En invierno, los días son más cortos, nublados y con menor temperatura, por lo tanto la frecuencia de riego aumenta a 1 riego por mes en todas las series de suelo si no hay lluvias invernales. En el caso de ocurrencia de lluvias, el agricultor puede regar cada 45 o 60 días dependiendo de la distribución de las lluvias y la cantidad de agua caída.

Aquellos suelos con presencia de nivel freático cercano a la superficie, el riego puede suspenderse durante todo el invierno, aunque es recomendable realizar un par de riegos para lixiviar sales.

En muchos predios, la frecuencia de riego óptima no es posible implementarla debido a los turnos de entrega de agua. En estos casos, ya no se trabaja con condiciones óptimas de manejo, por lo tanto, no es posible esperar las máximas producciones potenciales. En relación a esto, se deberá hacer un esfuerzo de tipo comunitario en ordenar la distribución de agua de regadío de acuerdo a las demandas o bien, embarcarse en la construcción de tranques acumuladores intra o extra predial, de manera de poder utilizar el agua cuando se necesita y no cuando se dispone.

Cuadro 4. Frecuencia de Riego expresada en días, para olivos plantados en 6 series de suelo del valle de Huasco

MESES	SERIES DE SUELO					
	Bellavista	Freirina	Tatara	Paona	Buena Esperanza	La Compañía
	FRECUENCIA DE RIEGO (días)					
ENE	10	10	10	20	20	10
FEB	15	15	10	20	20	15
MAR	15	15	10	20	31	15
ABR	20	20	15	30	30	20
MAY	30	30	20	30	30	30
JUN	30	30	30	30	30	30
JUL	30	30	30	31	31	30
AGO	30	30	30	30	30	30
SEP	30	20	30	30	30	25
OCT	20	20	20	30	30	20
NOV	15	15	20	20	20	15
DIC	10	10	20	20	20	10

Elaborado a partir de INIA-CNR, 1995.

3.2 Tiempo de Riego

Se define como el tiempo que debe permanecer el agua en contacto con el suelo para infiltrar la cantidad de agua que éste es capaz de retener en función de la textura, estructura y profundidad efectiva del suelo. El tiempo de riego se debe determinar a través de pruebas de infiltración directamente en el potrero utilizando cilindros infiltrómetros para riego por bordes y taza. Para riego por surcos, se debe utilizar surcos de infiltración.

Las características físico hídricas de las diferentes series de suelo fueron determinadas por CNR-INIA (1995). En el Cuadro 5, se presentan los tiempos de riego para los principales suelos del Valle cultivados con olivo.

Cuadro 5. Tiempo de Riego en horas para riego por inundación (bordes) en las principales series de suelo cultivadas en el valle de Huasco.

Tiempo de Riego (hr)	SERIES DE SUELO					
	Bellavista	Freirina	Tatara	Paona	Buena Esperanza	La Compañía
	15,0	6,0	10,0	12,0	20,0	15,0

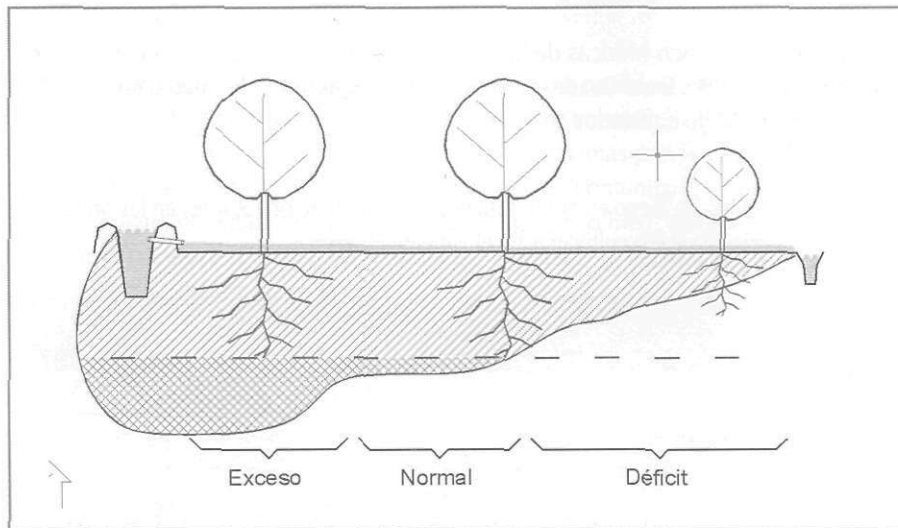
Elaborado de CNR-INIA.1995.

Los tiempos de riego indicados para cada una de las series de suelo, corresponde al tiempo en el cual el agua se encuentra en contacto con la superficie a regar y se contabiliza desde el momento que el agua alcanza el punto mas alejado del potrero. La información presentada confirma que es diferente la manera de enfrentar el riego en cada serie de suelos. Los tiempos de riego son difíciles de cumplirlos, sin embargo, hay que tomar las medidas necesarias para que esto suceda, de manera de no provocar stress hídrico y obtener el máximo rendimiento del cultivo.

Un buen riego por sistemas gravitacionales humedecerá todo el perfil del suelo donde se encuentran las raíces del olivo. Si esto se consigue, la producción será buena en cantidad y calidad. Cuando hay zonas del huerto donde el perfil de suelo no se humedece en su totalidad, los árboles del sector recibirán menos agua, y por consiguiente, sus producciones serán menores. Cuando los tiempos de riego son inferiores a los señalados en el Cuadro 5, es seguro que una porción del huerto no recibió la cantidad de agua adecuada y esto afectará la producción final del huerto. La Figura 1 representa

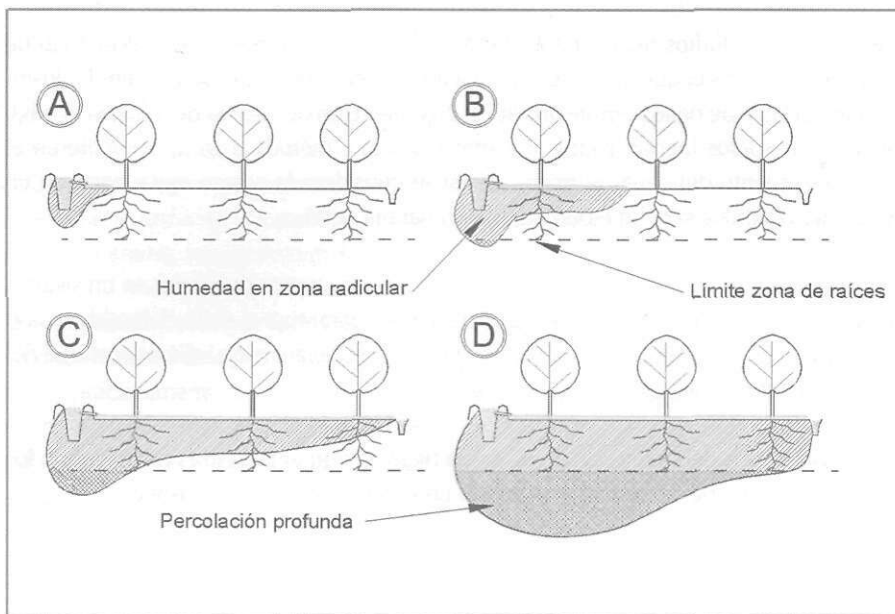
esquemáticamente lo que sucede con el humedecimiento del suelo a lo largo de la superficie regada cuando el tiempo de riego es inferior a lo técnicamente adecuado. En ella se aprecia que la profundidad de la humedad es adecuada cerca de la acequia cabecera, normal en una porción de la hilera y deficitaria al final de la platabanda.

Figura 6. Perfiles de mojamiento con tiempos de riego reducidos



La Figura 3 muestra la secuencia de un buen riego, asumiendo que el tiempo de avance del agua es de dos horas y el tiempo de riego de 12 horas. Si el riego comienza a las 9:00 del día 1, el riego debe terminar a las 13:00 del día siguiente, es decir, después de 14 horas desde que comenzó el riego. El proceso comienza con el ingreso del agua al primer surco (9:00 horas) (A), Inmediatamente el agua comienza su avance en dirección a la acequia colectora (B). El agua alcanza la acequia colectora después de 2 horas (11:00) (C). Se debe dejar el agua que moje completamente el área ubicada cerca de la acequia colectora y para ello, debe escurrir durante 12 horas antes de cortarla (D).

Figura 4. Esquema de funcionamiento, sistema de riego gravitacional.



Los métodos de riego por bordes, surcos y tazas individuales, si se maneja adecuadamente, puede tener buenos resultados sobre el cultivo, pero para llegar a esto, es necesario ceñirse a una serie de indicaciones técnicas y conocimiento de cada situación en la que se encuentre en huerto, tales como el cultivo, suelo y clima.

Si no se dispone de la cantidad de agua requerida por el huerto durante la época de mayor demanda hídrica o durante todo el año, es conveniente efectuar estudios para mejorar la eficiencia del uso del agua en sistemas gravitacionales, por ejemplo, utilizar un riego californiano o cambiar a riego por goteo o microaspersión.

4. MÉTODO DE RIEGO POR GOTEO EN OLIVO

De acuerdo a estudios realizados en España (Fernández y otros, 1998), el método de riego por goteo, es el que mejor se adapta a los requerimientos del olivo, pues la dosificación del agua de riego permite una adecuada aireación de la zona de raíces y el olivo requiere de suelos bien aireados. Por otro lado, este método es muy eficiente en el aprovechamiento del agua de riego, más si se considera la escasa agua existente en Atacama, vendría a ser el método apropiado para la zona.

Sin lugar a dudas que el sólo hecho de invertir grandes sumas de dinero en un sistema de riego tecnificado como el goteo, por si sólo, no garantiza el éxito del cultivo, sino que debe tener un manejo acorde con el tipo de suelo, plantación, clima y calidad del agua entre otros aspectos.

Tomadas las consideraciones en el diseño de riego, el siguiente paso es cómo definir los tiempos de riego, para lo cual es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Densidad de emisores (numero de emisores por planta)
- Desarrollo del cultivo y necesidades hídricas
- Fracción de lavado

Estos tres aspectos son fundamentales a considerar en una programación de riego, cuyos temas se desarrollan en detalle en los siguientes párrafos.

4.1. Área mojada de suelo en relación al tamaño del árbol

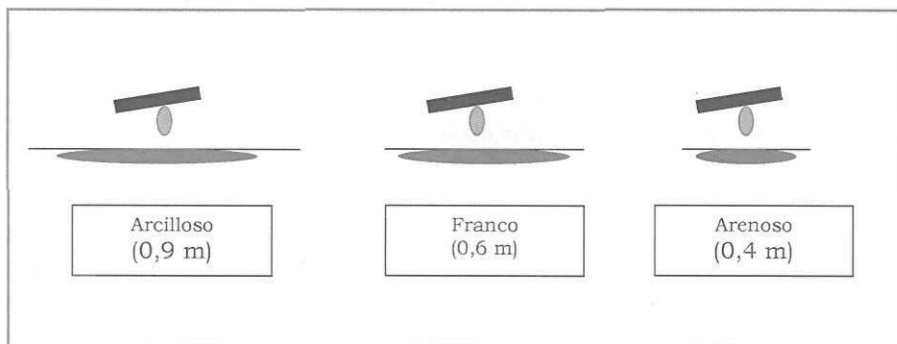
Los sistemas de riego localizados requieren de una superficie de suelo humedecido y corresponde al área mojada que deja una línea de goteros a ambos lados de ésta y a su vez entre goteros (si estos están muy distantes entre si). De acuerdo a la literatura especializada, se considera que para climas áridos, como es el caso de Atacama, ésta debe ser a lo menos el 30% de la superficie asignada a cada árbol. Este es un factor importante a considerar en olivos plantados en baja densidad (80 a 100 arboles por hectárea), puesto que la expansión de raíces tiene un mayor volumen para explorar y también de anclaje, requiriendo por consiguiente una mayor superficie mojada. De acuerdo a trabajos preliminares realizados por INIA en el valle del Huasco, se tiene buenos resultados con superficies mojadas superiores al 35% de área (INIA-Intihuasi, 2001).

Olivares regados por goteo, en los cuales se ha mantenido una línea de goteros, se ha llegado a mantener una superficie mojada de 15%. En este caso los rendimientos en aceituna ha sido el 50% inferior a que cuando de moja más del 30% de ésta (INIA-Intihuasi, 2001).

En relación a la amplitud de mojamiento, además del efecto que tiene la cantidad de emisores por hectárea (número de hileras, cantidad de laterales por hilera de plantas y separación de los emisores sobre la lateral) la textura del suelo tiene un rol importante. La textura la conforma la combinación de los tres separados texturales principales (arcilla, limo y arena), lo que determinarán la textura del suelo (arcilloso, franco o arenoso).

La importancia de lo anterior es que en suelos del tipo arcillosos se produce una mayor expansión lateral del agua, contrariamente a lo que sucede en suelos del tipo arenosos, donde prácticamente no hay expansión lateral y el agua de riego, como se dice en el campo, se va por un «tubo» en profundidad. En la Figura 4, se muestra la expansión del bulbo de mojamiento en tres tipos de suelos ideales.

Figura 4. Amplitud de mojamiento en suelos de tres tipos texturales (arcilloso, franco y arenoso).



Un suelo arcilloso presenta una amplitud de mojamiento cercana a 1 metro, sin embargo, en suelo arenoso es menos de la mitad de éste. Es por ello que un diseño hidráulico de un sistema de riego por goteo y en general de todo sistema de riego debe considerar entre otros factores al suelo (textura, profundidad, etc.).

4.2 Demanda de agua.

La demanda de agua está determinada por las condiciones atmosféricas y requerimientos específicos del olivar. De acuerdo a información publicada en California, buenos rendimientos se han obtenido con tasas de riego del orden de 8.000 a 10.000 m³/ha/año, que es semejante a los requerimiento hídricos de otras especies de frutales de hoja persistente.

En condiciones de riego por goteo, la demanda hídrica es menor que en sistemas de riego gravitacionales pues no toda la superficie del huerto se humedece, ésto provoca menor evaporación de agua desde el suelo, y por consiguiente, disminuye la evapotranspiración. En la práctica, la evapotranspiración del cultivo (ETc) no se debe corregir por el factor de sombreadamiento (Ks), salvo en huertos de menos de tres años donde el área sombreada es bastante reducida en relación al área total plantada. Esto permite compensar el consumo de agua de las malezas ya que el control de las mismas nunca es completo.

4.3 Fracción de Lavado

Se entiende como tal, a la cantidad de agua de riego mayor a las demandas del cultivo en relación a obtener una lixiviación o lavado del exceso de sales del suelo.

Si bien es cierto, el olivo es una de las especies cultivadas que mejor tolera altos niveles de sales de los suelos, también contenidos en excesos o sobre ciertos límites produce una disminución de la cantidad y calidad de las aceitunas.

El agua de riego debe tener una salinidad inferior a la del suelo, de manera de poder reducir, en caso necesario, mediante la fracción de lavado, la salinidad de la zona húmeda, donde se alojan las raíces de la plantación. Esto es, si el agua de riego es insuficiente, a pesar de tener bajos niveles de sales, se producirá la salinización de los suelos, pues producto de la evapotranspiración (vapor de agua), con el paso de los años se irá acumulando lentamente las sales contenidas en el agua de riego. Este proceso es muy común en condiciones desérticas como la nuestra. Para evitar lo anterior, el manejo del agua de riego es fundamental, siendo necesario remover las sales que se acumulan en el perfil de suelo (zona de raíces). Para esto, las cantidades de agua determinadas mediante el cálculo de la demanda hídrica de las plantas, deben ser aumentadas de acuerdo a lo indicado en la fórmula de fracción de lavado, definida de la siguiente manera:

$$LF = \frac{CEr}{CEe}$$

La fracción de lavado (LF), se determina mediante la relación entre la conductividad eléctrica del agua de riego (CEr) y la conductividad crítica del extracto de saturación (CEe), donde se evidencia una reducción de la producción, que para el caso del olivo es de 2,7 dS/m (Hoffman et al., 1992). En algunas situaciones donde la CEr es de 0.8 dS/m, la fracción de lavado es de 0,3. Esto significa que el agua de riego debe ser aumentada un tercio para lograr un desplazamiento efectivo de las sales presentes en la zona de raíces.

Indudablemente que el incremento de los volúmenes de agua de riego conlleva a un aporte extra de agua a la napa freática, debido a lo cual, en suelos que presenten problemas de drenaje, se debe disponer de un sistema de drenes para que la evacuación de las aguas excedentes con alta carga salina sea efectiva.

4.4 Tiempo de Riego (TR)

Una vez conocido la demanda hídrica del cultivo, el requerimiento de lavado, el % de área sombreada (si es que el huerto es joven) y las características del equipo, es posible calcular el tiempo de riego a través de la Ecuación 4.

$$TR = \frac{ETo \times Kc \times Ks \times AU}{Ef \times N \times Qe} \times LF$$

Donde:

- TR = Tiempo de riego (horas/día)
- ETo = Evapotranspiración de referencia (mm/día)
- Kc = Factor de Cultivo
- Ks = Factor de sombreadamiento (igual a 1,0 en huertos adultos)
- AU = Área unitaria definida en el marco de plantación (m²).
- Ef = Eficiencia de aplicación del sistema de riego.
- N = Numero de emisores por planta
- Qe = Caudal del emisor (l/h)

La evapotranspiración potencial se puede determinar a partir de la Bandeja de Evaporación Clase A o por información generada por estaciones meteorológicas automáticas. En el caso de utilizar Bandeja de Evaporación clase A, multiplicar el valor de la evaporación diaria por el factor 0,7.

El área unitaria (A.U.) corresponde a la superficie definida por el marco de plantación. Esto es fácil de determinar en huertos jóvenes. En el caso de huertos adultos, AU se determina dividiendo el número de plantas por la superficie plantada (Ecuación 5).

$$AU = \frac{SH}{\# Plantas} \times 10000$$

Donde: AU = Área unitaria
SH = Superficie del huerto (ha)
Plantas = Número de plantas del huerto
10000 = Factor para llevar hectáreas a metros cuadrados.

Respecto a la Eficiencia de Aplicación del agua de sistemas de riego localizados, ésta se debe medir en terreno. En ausencia de un valor obtenido de un proceso de evaluación, buenos resultados se pueden obtener utilizando el factor 0,9 para equipos nuevos y 0,8 para equipos antiguos.

En los cuadros 8 y 9 se presentan los tiempos de riego en dos olivares plantados en densidades de 357 y 100 árboles por hectárea y en dos zonas agro climáticas diferentes. Para el cálculo, se ha asumido que los emisores son de 3.6 l/hora, los emisores están separados a 0.8 metros sobre la lateral, el huerto plantado a 7 x 4 tiene una lateral por hilera de plantas y el plantado a 10 x 10 tiene dos laterales por hilera de plantas, la eficiencia del sistema de riego es 90% y el requerimiento de lavado es 30%.

Para el cálculo del tiempo de Riego (TR), se ha asumido que el valor de ETo es constante a lo largo del período fenológico, y esto es un supuesto para facilitar el cálculo ya que este valor, debe ser corregido todas las semanas.

Cuadro 8. Tiempo de Riego de acuerdo a condiciones Huasco - Maitencillo en dos condiciones de huerto.

Estado	Eto (mm/día)	Kc	Tiempo de Riego (hr/día)	
			Marco de plantación	
			7 x 4	10 x 10
Invierno (Jul-Ago)	2,2	0,5	2,47	1,77
Floración (Sep-Oct)	2,6	0,6	3,51	2,50
Brotación (Nov)	3,0	0,65	4,38	3,13
Engorda 1 (Dic-Ene)	3,3	0,65	4,82	3,44
Engorda 2 (Feb-Abr)	2,8	0,65	4,09	2,92
Cosecha (May-Jun)	2,1	0,6	2,83	2,02

Cuadro 9. Tiempo de Riego de acuerdo a condiciones Maitencillo-Ch. Blanco en dos condiciones de huerto

Estado	Eto* (mm/día)	Kc	Tiempo de Riego (hr/día)	
			Marco de plantación	
			7 x 4	10 x 10
Invierno (Jul-Ago)	2,1	0,5	2,36	1,69
Floración (Sep-Oct)	3,6	0,6	4,85	3,47
Brotación (Nov)	4,2	0,65	6,13	4,38
Engorda 1 (Dic-Ene)	4,8	0,65	7,01	5,01
Engorda 2 (Feb-Abr)	3,9	0,65	5,70	4,07
Cosecha (May-Jun)	1,6	0,6	2,16	1,54

* Promedio del período correspondiente

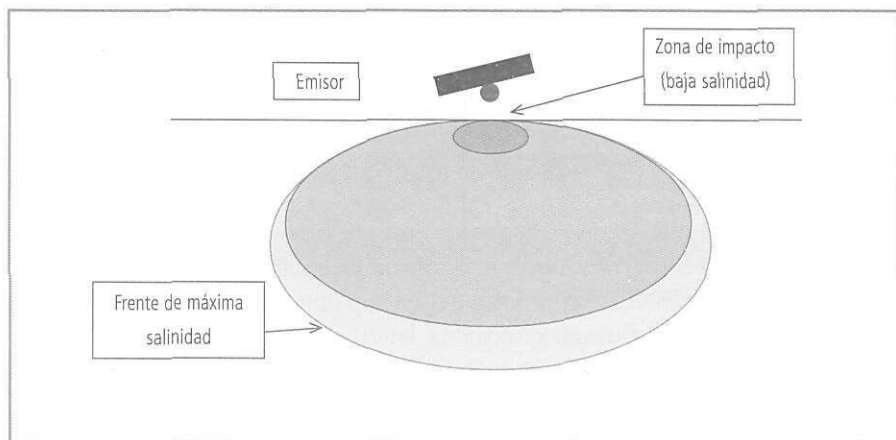
4.5 ¿Cómo regar adecuadamente?

Un buen manejo de un sistema de riego, especialmente el método de riego por goteo, debe considerar todos los aspectos enunciados en los puntos anteriores, vale decir, características del suelo (área mojada), etapas del cultivo (Kc) y meteorología (Eto), tiempo de riego (T.R.) y fracción de lavado (F.L.) si es necesario, más aspectos prácticos de manejo como uniformidad de goteo y golpes de riego.

En cuanto a la uniformidad de riego, se refiere a que cada gotero presente en el sistema entregue un caudal similar, esto es, si el emisor está diseñado para 3,6 l/h, la descarga de todos ellos debe ser esa, ni más ni menos. Normalmente se presentan diferencias de descarga de los goteros, lo cual se debe a una inadecuada mantención del sistema (taponamientos por sales o por materia orgánica, mal sistema de filtraje, etc.). Para prevenir esto, es necesario realizar su mantención por lo menos una vez al año, en la cual se debe aplicar ácido al sistema al igual que soluciones de hipoclorito de sodio (cloro) y luego realizar un intenso lavado de las líneas de gotero con alta presión en el sistema.

El otro factor importante es aplicar golpes de agua. Esto significa que a inicio de temporada (agosto), el suelo se debe saturar de agua, para lo cual es necesario iniciar la temporada con un tiempo de riego de 24 a 48 horas, dependiendo esto del tipo de suelo (poco profundos y muy profundos respectivamente) y repetir con la mitad del tiempo por lo menos una vez al mes. Con esto se garantiza un desplazamiento de sales lejos del área de raíces (ver figura 5).

Figura 5. Movimiento de las sales en el bulbo de mojado.



Relacionado con lo anterior, luego de ocurrido una lluvia, se debe regar inmediatamente para restablecer el bulbo de mojado, alejando las sales del sistema radicular. Los tiempos de riego deben ser similares a golpes de agua mensual (12 a 24 horas, según el tipo de suelo).

Otras recomendaciones prácticas se refieren al uso de fertilizantes, especialmente el de ácido fosfórico. Este producto es muy bueno como fertilización fosforada, el que debe ser aplicado en el período de receso invernal (junio-julio) y no durante todo el período de riego, pues se ha encontrado que afecta la absorción de calcio, elemento que da consistencia a la fruta (mejor conservación de la aceituna). Por el contrario, se recomienda ácido nítrico, el cual tiene un muy buen efecto acidulante de la rizósfera (micro área de raíces absorbentes), liberando micronutrientes necesarios para el olivo.

4.6 Costos de implementación

El sistema de riego presurizado es de alto costo si se compara con métodos de riego tradicional como el de bordes, surcos y tazas, sin embargo, los beneficios que estos representan son considerablemente superiores al tradicional.

Los sistemas de riego presurizado presentan tres ítems de importancia en cuanto a los costos (grupo motobomba, cabezal de filtraje y líneas de goteros), siendo los dos primeros de menor importancia relativa en la medida que la superficie de riego sea mayor. En razón a esto, en el Cuadro 7, se indican los costos de un sistema de riego presurizado (goteo) para 5 hectáreas considerando energía eléctrica monofásica para la alimentación de la bomba.

Cuadro 11. Elementos de riego y costos para una superficie de 5 hectáreas de olivo, plantados a 10 x 10 m, con hileras doble de goteo.

Especificaciones	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Cabezal				
Motobomba, Monofásica, 3 HP	U	1	310.000	310.000
Filtros grava auto 24"	U	2	800.000	1.600.000
Filtro malla 120 mesh, 4"	U	1	90.000	90.000
Tuberías PVC	Gl	-	-	450.000
Goteros Naan tif, 3,8 x 1 (Israel)	M	10.000	145	1.450.000
Accesorios y válvulas	Gl	-	-	780.000
Total más IVA (\$)				4.680.000

Los costos y materiales presentados en el Cuadro 11, corresponden a lo fundamental dentro de un sistema de riego mecánico. A esto hay que sumar el tendido eléctrico si es que no se cuenta a nivel predial y el tranque acumulador de agua. Un acumulador de 3.000 m³ puede costar alrededor de \$3.000.000 mas IVA sin revestimiento. Finalmente, el costo de un sistema de riego por goteo para 5 ha. puede alcanzar a \$ 9.000.000.-, lo que significa un costo unitario de \$1.800.000.- por hectárea. Este valor es aproximado ya que el costo de cada proyecto debe ser determinado para las condiciones propias del cultivo, marco de plantación, situación geográfica, calidad de los materiales y honorarios profesionales.

5. COMENTARIOS FINALES

El manejo del olivar radica en la integración de tres aspectos fundamentales: fertilización, poda y riego. Esto significa que si se aplican estos tres principios en forma adecuada, se podrá llegar a obtener producciones cercanas a la potencialidad de la especie. Por el contrario, si sólo se manejan dos aspectos, descuidando, por ejemplo el riego, el efecto del añerismo se verá fuertemente marcado.

Para mejorar el abastecimiento por turnos del agua de riego, es aconsejable almacenar esta agua en tranques intraprediales o comunitarios, de manera de utilizar el recurso agua en forma controlada y de acuerdo a las necesidades del cultivo.

La existencia de tranques intraprediales permitiría la realización del riego de acuerdo a parámetros técnicos como los presentados en este boletín, vale decir, frecuencias y tiempos de riego adecuados.

Idealmente, y siendo coherente con las políticas de gobierno que dicen relación con mejoras de las infraestructuras de riego y optimización en el uso de este recurso, lo más aconsejable es la incorporación de métodos de riego eficientes como microaspersión y goteo. Para optar a esto, el Estado de Chile, ha desarrollado una serie de mecanismos de fomento al riego. Uno de estos es la Ley de Riego y Drenaje N° 18.450, la cual subsidia hasta el 75% de la inversión en riego. Mayor información al respecto se puede obtener en nuestras oficinas INIA, en Vallenar, (Parcela n° 7, sector La Compañía, fono 1983133).

En el mes de abril de 1997 se suscribió un convenio entre el Gobierno Regional de Atacama y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias para desarrollar, por un período de 5 años el proyecto **«Manejo Moderno de Huertos de Olivos en el Valle del Huasco»**. El proyecto tiene como objetivo general elevar la producción de los huertos comerciales de olivo mediante el empleo de modernas técnicas de cultivo. Es así como, en el Valle se ha implementado una red de parcelas y huertos demostrativos, en las cuales se realizan trabajos de investigación, validación y transferencia de tecnologías.

Dentro de las actividades de difusión y transferencia de tecnologías se cuenta con la elaboración de cartillas divulgativas destinadas a proporcionar elementos técnicos de utilidad para el trabajo agrícola.

6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Barranco, D; Fernández - E, R y Rallo, L. 2001. El cultivo del Olivo. Ed. Mundiprensa - España. 3a edición.

Castro, J. y otros. 1996. Manejo del olivar con riego por goteo. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.

CNR-INIA Intihuasi. 1995. Validación de tecnologías de riego en el valle del Huasco, provincia de Huasco, III región. Informe final.

Consejo Oleícola International. 1996. Enciclopedia Mundial del Olivo. España.

Fernández, E. y otros. 1998. Riego y fertilización del olivar. IRNAS (CSIC) España.

Fontanazza, G. 1996. Olivicultura Intensiva Meccanizzata Edagricole. Italy

Hoffman, G.J., Howell, T.A., Solomon, K.H. 1992. Management of Farm Irrigation Systems. American Society of Agricultural Engineers. 2nd edition.

INIA-Intihuasi. 2001. Manejo Moderno de Huertos de Olivos en el valle de Huasco. Informe parcial. INIA-Gobierno Regional de Atacama.

Loussert, R y Brousse, G. 1980. El Olivo. Mundi-Prensa. Madrid - España.

Osorio, A. 1996. Riego por goteo, Conceptos y criterios de diseño. INIA-Intihuasi. Serie Intihuasi N° 8.