

# 10

## Riego

Lidia Podestá (\*), Joan Girona, Gabino Reginato

La comprensión del rol del agua en los árboles debe instar a los productores a obtener el mayor beneficio del riego, en complemento con otras prácticas culturales. El aporte de la cantidad necesaria de agua, en el momento apropiado, es indispensable para optimizar el crecimiento del árbol y sus frutos; riegos en exceso o en déficit son perjudiciales para el desarrollo del árbol, reducen los rendimientos e incrementan los costos de manejo.

En este capítulo se analiza el uso de agua por el árbol, los métodos de riego más utilizados para el duraznero en Mendoza y los criterios para estimar el requerimiento de agua y para programar y controlar el riego en plantaciones de duraznero.

### FUNCIÓN DEL AGUA EN LAS PLANTAS

El crecimiento vegetal es imposible sin disponibilidad de agua, y el manejo agronómico de ésta debe tener en cuenta las diversas funciones que cumple en las plantas, a saber:

- Es el principal componente de los tejidos vegetales, constituyendo entre el 80 y 98%.
- Regula la temperatura del follaje, al pasar del estado líquido al gaseoso en la transpiración. Adicionalmente, al transpirar la planta, mantiene los estomas abiertos, por lo que junto con bajar la temperatura, permite el intercambio gaseoso, fundamental para la fotosíntesis.

- Es el vehículo para la absorción de los nutrientes a través de las raíces, pues todos los elementos minerales que la planta requiere ingresan a la planta disueltos en agua.
- Las células se expanden gracias al ingreso de agua a éstas, por lo que un pequeño déficit afecta directamente el crecimiento de brotes y frutos.

Una plantación de durazneros en Mendoza requiere un aporte hídrico de alrededor de 1.000 mm/año, expresado en términos de lámina. En los distintos oasis las lluvias son escasas, entre 200 y 350 mm anuales, y gran parte de estas precipitaciones no son aprovechadas por el cultivo. En consecuencia, el agua proviene casi exclusivamente del riego, siendo éste un factor de producción esencial para el éxito del cultivo. El aporte del agua de riego en cantidad y oportunidad es fundamental para el crecimiento y desarrollo de los árboles y de los frutos.

La aplicación de agua frecuentemente se maneja en forma empírica y se rige por la decisión y experiencia del regador, siendo común que el riego no sea sistematizado adecuadamente. Por lo tanto se provoca un mal manejo del agua que coincide con disminuciones de producción, que generalmente son atribuidas a causas ajenas al riego. El manejo eficiente del riego es capaz de aumentar la producción, generar ahorros y mejorar la rentabilidad de la explotación.

---

\* [lpodesta@fca.uncu.edu.ar](mailto:lpodesta@fca.uncu.edu.ar)

En los oasis de Mendoza, la agricultura es la mayor demandante de agua y compite actualmente con el consumo humano, el industrial y el energético, por lo cual el recurso hídrico estará cada vez menos disponible para la agricultura. Es indispensable optimizar el uso del agua y minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente.

Una buena práctica de riego debe dar respuesta a tres preguntas básicas: ¿cómo regar?, ¿cuánto regar? y ¿cuándo regar?

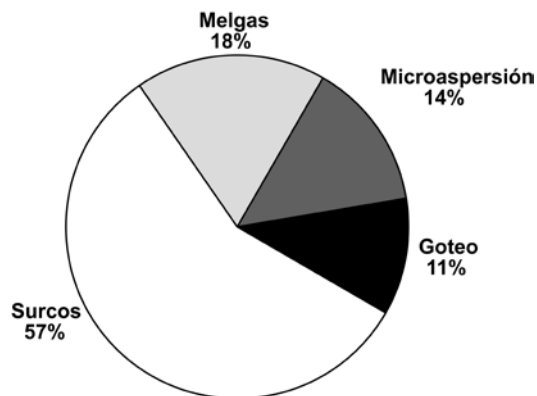
### CÓMO REGAR

El cómo regar se relaciona con el método de riego. En el cultivo de durazneros para industria de Mendoza predominan los métodos de riego superficiales (figura 1), ya sea surco o melga, con un 76% del área cultivada y un grado de tecnificación variable; sólo el 26% se riega por métodos presurizados ya sea microaspersión o goteo. Estas proporciones cambian cuando se analiza a los productores según su grado de integración vertical y la superficie de sus fincas.

Así, por ejemplo, para los productores no integrados, con propiedades pequeñas (menores de 5 ha), fuertemente representados en la zona Sur de la provincia, los métodos superficiales son casi exclusivos (90% de la superficie cultivada).

En cambio, en el oasis del Valle de Uco, con mayor presencia de productores integrados, cuyas propiedades, en general, son de mayor tamaño y poseen pozo eléctrico, el riego presurizado se utiliza en el 30% de la superficie, principalmente microaspersión.

Desde el año 2000 se observa un incremento paulatino en la implementación de métodos de riego presurizado, por su mayor eficiencia de riego y ahorro de agua, adaptación a suelos con pendientes muy irregulares y mejoras en el manejo nutricional, entre otros aspectos.



Elaboración propia a partir de datos del censo frutícola 2010.

**Figura 1.** Proporción de la superficie cultivada con duraznero para industria en Mendoza, según el método de riego utilizado.

Al elegir cómo regar un monte frutal, las características particulares de cada método de riego, con sus ventajas y desventajas, lo hacen propicio para una determinada condición, por lo que las variables de cada uno de ellos deben conocerse.

### Métodos de riego

#### *Riego por superficie (riego gravitacional)*

Los suelos para la implementación de un riego superficial deben ser de una profundidad mínima de 80 cm; sin capas impermeables; de textura media a fina; con pendiente uniforme, preferiblemente no mayor del 0,5%; y con buena infiltración. Además, debe existir disponibilidad de agua con caudales medios a grandes.

Para la implementación de un riego superficial es necesaria una buena nivelación del suelo, previo al establecimiento del monte frutal. De lo contrario, la distribución del agua será desuniforme, con problemas de exceso o déficit de humedad en determinados sectores.

#### *Riego presurizado*

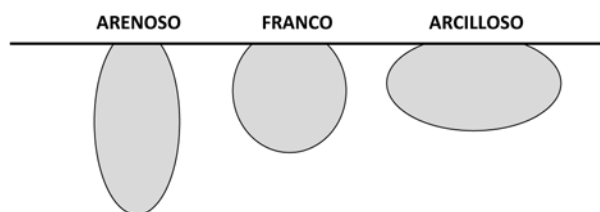
Tanto el riego por goteo y microaspersión aplican el agua en forma lenta, como gotas o fina lluvia, y humedecen sólo una parte del volumen del suelo (riego localizado), generando un bulbo

húmedo, de donde las raíces obtienen el agua y los nutrientes. Generalmente se acepta que un 40% del volumen de suelo mojado es suficiente para no afectar el rendimiento. Por debajo de este valor, el volumen de suelo mojado puede ser insuficiente para las raíces; por encima, aunque la situación es más segura, la instalación del riego es más cara.

Las principales ventajas del riego por goteo son la comodidad para realizar otras labores de cultivo, como poda, raleo y cosecha, y el menor costo de instalación, en relación con los métodos de microaspersión. Los emisores, o goteros, tienen caudales entre 2 y 16 L/h, siendo recomendables caudales no menores a 2 L/h para suelos más pesados y los mayores para suelos franco arenosos.

En relación con la microaspersión, en las plantaciones de durazneros, los emisores entregan caudales que varían entre 20 L/h y 35 L/h, en forma de fina lluvia, ya sea a través de microjet (emisor con deflector fijo) o microaspersor (emisor con deflector giratorio, usualmente llamado bailarina). Una diferencia importante con el goteo es que el agua llega a distancias de hasta 2 a 3 m del aspensor, mojando un área mayor, logrando un sistema radical más extendido, alcanzando fácilmente el 40% de volumen mojado.

En el riego localizado la forma y tamaño del bulbo (o sea el volumen mojado) varían según la textura del suelo, caudal del emisor y tiempo de riego. A medida que la textura es más arcillosa, la velocidad de infiltración es menor y el bulbo se extiende más horizontalmente; por el contrario, en suelos arenosos el bulbo tiende a extenderse en profundidad (figura 2).



**Figura 2.** Forma del bulbo húmedo en distintas texturas de suelo.

En relación con el tiempo de riego, si el caudal se mantiene constante, la extensión del bulbo, a medida que pasa el tiempo, no varía mucho en superficie, pero sí se desarrolla en profundidad. Por lo tanto, un tiempo excesivo provocará que el agua percole hacia una profundidad en la cual las raíces no pueden aprovecharla.

En relación con el caudal, cuanto más grande es, mayor es la extensión horizontal del bulbo. Sin embargo, dicha extensión no aumenta indefinidamente (figura 3, pág. 102).

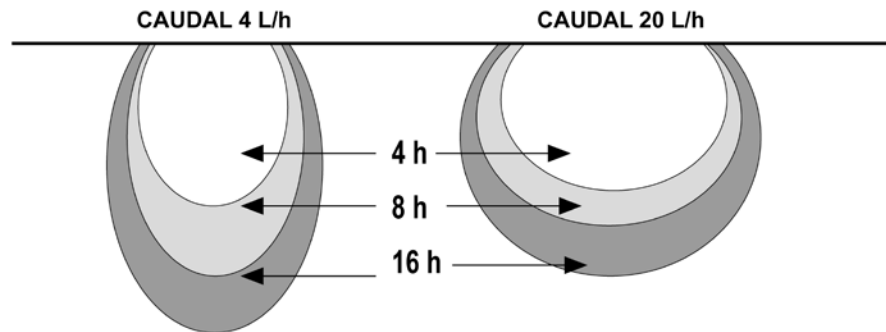
En el goteo, el bulbo es mucho más pequeño y la textura del suelo tiene gran importancia en el diseño al momento de decidir el número de emisores por planta y la elección de su caudal. Cuando el suelo es franco arenoso, es necesario utilizar doble línea de goteo por hilera de plantación y evitar emisores de muy bajo caudal, para alcanzar el 40% de suelo mojado. En suelos muy arenosos, en los que se forman bulbos muy angostos, se necesitaría un excesivo número de goteros para mojar un volumen suficiente de suelo, siendo más conveniente utilizar microaspersión.

### Eficiencia de riego

En todos los sistemas de riego existen pérdidas de agua que no llegan a ser útiles para las plantas. Esto se expresa como eficiencias, que es la relación entre el agua disponible para la planta respecto del total de agua usada en un riego. La menor eficiencia se produce por pérdidas en diferentes etapas:

- Pérdidas de conducción: se refiere a al agua que se pierde entre la toma o boca de pozo hasta el lote a regar.
- Pérdidas por percolación: agua que se pierde en profundidad, fuera del alcance de las raíces.
- Pérdidas por desagües: agua que sale del lote regado, pero que puede ser aprovechada en otros lotes o fincas (encadenado de riego).

Estas pérdidas se evalúan como eficiencia, ya sea de conducción, de distribución y de almacenamiento.



**Figura 3.** Tamaño del bulbo en relación con el caudal de los emisores y el tiempo de riego.

La eficiencia de conducción depende del tipo de conducción, abierta o confinada. En acequias de tierra abierta, las pérdidas por infiltración pueden ser importantes si el suelo es muy permeable, lo que puede minimizarse con impermeabilización con polietileno o con revestimientos de hormigón. En el caso de conducciones confinadas, por cañerías de PVC, polietileno o cemento (sistema californiano), las pérdidas se limitan a roturas del material.

La eficiencia de distribución depende de la uniformidad con que se distribuye el agua en el sector regado; una distribución irregular origina sectores sub-regados y sectores sobre irrigados, con altas pérdidas por percolación, lo cual, generalmente, se debe a irregularidades del terreno o a surcos o melgas excesivamente largos; esto puede ser agravado por caudales y tiempos de riegos inapropiados.

La eficiencia de almacenamiento se refiere a la cantidad de agua que se repone con un riego en relación con el agua disponible. La principal baja en eficiencia es por la aplicación de una cantidad de agua inferior a la que corresponde, en toda el área regada.

Para aumentar las diferentes eficiencias es fundamental el diseño de sistemas de riego antes de la implantación, adecuados a las condiciones del terreno, en lo que respecta a caudal, largo de surcos, pendiente, etc. Estas decisiones mejoran las prácticas de riego, disminuyendo los costos y aumentando la productividad.

### Implementación del método de riego

El método de riego está condicionado por el suelo y la disponibilidad de agua y de mano de obra. Si el agua y la mano de obra no son limitantes, la pendiente es inferior al 0,5%, la textura de suelo permite espaciar los riegos, y la profundidad de suelo permite la nivelación, se podría utilizar riego por superficie.

#### *Riego superficial*

Según la pendiente del terreno, el riego superficial se puede realizar sin o con pendiente. El riego sin pendiente es muy eficiente para el lavado de sales cuando existen suelos salinos, y se realiza con pendiente longitudinal del 0 al 0,1%, cuando se dispone de un caudal mediano a grande y con suelos no muy arenosos. Para que el riego sea uniforme se debe asegurar que el agua llegue rápido al final del lote, aconsejándose longitudes de la melga o surco no superiores a los 120 m. En duraznero, con este tipo de riego, se deben evitar inundaciones prolongadas que pueden acarrear problemas de asfixia radical.

El riego con pendiente se realiza con suelos con pendiente longitudinal del 0,1 al 1%, y con desagüe. En este caso las parcelas pueden ser más largas, lo que implica fraccionar menos el terreno. La eficiencia para el lavado de sales es menor, pero tiene la gran ventaja de que disminuye el riesgo de inundación prolongada.

En ambos tipos de riego (con o sin pendiente) puede regarse por surcos o melgas. En el riego

por melgas, en suelos arenosos, donde la infiltración es rápida, existe la alternativa de hacer una melga con pequeños surcos (“corrugado”), para acelerar la llegada del agua al pie de la melga.

En la provincia de Mendoza, es frecuente que el productor use surcos cuando el turno es corto y el agua es escasa, para mojar rápidamente la mayor cantidad de superficie posible. Esta forma de riego es de emergencia y la eficiencia de almacenamiento será muy baja. En pocos días la reserva de agua en el suelo se agotará y, dependiendo del turno de riego, las plantas sufrirán estrés hídrico entre un riego y otro. Además, existe un gran riesgo de salinización del suelo, por ausencia de lavado de sales. Por otro lado, si siempre se riega “corto”, sólo se almacenará agua hasta una cierta profundidad y, en el mediano plazo, no habrá raíces en profundidad, disminuyendo el volumen de suelo explorado y la reserva de agua útil a la plantación.

La principal ventaja del riego por superficie es el bajo el costo de inversión. Por el contrario, las principales desventajas son:

- Eficiencia de aplicación variable y, por lo general, baja, incluso menor al 40%, aunque podría llegar a valores del 75-80% con conducción de agua con tuberías (sistema californiano) y riegos con caudal discontinuo.
- Riesgo de inundación, que puede producir asfixia temporal de las raíces y ascenso del nivel freático, ambos muy nocivos para el duraznero.
- Pérdidas mayores de agua, al trabajar con grandes caudales y agua en surcos a cielo abierto.
- Pérdidas de suelo por erosión, por arrastre de material, cuando se riega con alto caudal y excesiva pendiente.
- Menor espacio cultivable, por la mantención de acequias o canales dentro de la propiedad.
- Alto requerimiento de mano de obra.

### *Riego presurizado*

Sí la cantidad de agua y la disponibilidad de mano de obra son limitantes, o la pendiente es superior al 0,5%, se recomienda utilizar riegos presurizados. La

implementación de riego por goteo o microaspersión no es una solución única para todos los casos, y dependerá del análisis de las condiciones particulares. Inicialmente, el riego presurizado preferido, en el cultivo de duraznero para industria en Mendoza, fue la microaspersión; actualmente el goteo se está difundiendo más rápidamente, incluso en suelos ligeros.

Las principales ventajas de los riegos por goteo y microaspersión son:

- Eficiencia de aplicación de agua superior al 85%.
- Alta eficiencia de distribución.
- Ahorro de agua, especialmente en árboles jóvenes.
- Aprovechamiento de suelos con pendiente, especialmente zonas del pedemonte, con excelente drenaje.
- Aprovechamiento de terrenos marginales (pedregosos, de escasa profundidad, etc.) que con los métodos tradicionales se consideraban no regables.
- Alta eficiencia de aplicación de fertilizantes.

Sus principales desventajas son:

- Alto costo de inversión.
- Riesgo de taponamiento, por mal filtrado o bajo mantenimiento, lo que puede llevar a baja eficiencia de distribución.
- Requiere mantenimiento frecuente, como limpieza de goteros y mangueras (descolado); reparación y cambio de mangueras, emisores, bombas, filtros, etc.
- Riesgo de daños a las tuberías por roedores, liebres, zorros, tunduques, etc.
- Requiere capacitación del personal para el manejo y mantenimiento, y conocimientos técnicos y asesoramiento profesional.

El método de goteo es recomendable en suelos de textura media a fina, donde generan un bulbo de buen tamaño. La factibilidad de aplicar el goteo en zonas áridas, en suelos livianos obliga a incrementar el número de goteros por árbol (en la práctica a no más de ocho y siempre con dos laterales por línea de plantación), aumentar el caudal de los goteros, y aumentar la frecuencia de riego, llegando hasta realizar riegos diarios. El goteo generalmente tiene una inversión más barata que la

microaspersión y permite realizar con mayor comodidad labores de poda, raleo y cosecha, pues no limita el movimiento de escaleras.

En el caso de goteo, el gasto de los goteros es dependiente de la presión de trabajo, lo que se regula por el tipo de gotero. Los goteros autocompensados mantienen el caudal constante en el gotero, a diferencia de los no autocompensados, que sí se afectan con los cambios de presión dados por la pendiente o por el largo de las líneas de riego; los primeros son más costosos y se usan cuando los desniveles del terreno son importantes o cuando las hileras de plantación son muy largas (más de 120 m).

El riego por microaspersión es recomendable sobre todo para suelos livianos. En el caso de usar microjet, puede ser utilizado también en suelos salinos, para mantener las sales en la periferia del bulbo húmedo, más alejadas de la planta.

Uno de los principales problemas que presenta la microaspersión en el duraznero es el agua que moja la base del tronco, y que favorece el desarrollo de enfermedades en el cuello de la planta, como es el caso de *Phytophthora* sp.; aunque la infección con este hongo comienza en los viveros, períodos repetidos de saturación han demostrado favorecer el desarrollo de la enfermedad.

## CUÁNTO REGAR

El cultivo requiere un abastecimiento adecuado de humedad del suelo a lo largo de toda la estación, especialmente durante el período de activo crecimiento de frutos. El riego insuficiente conduce a un pobre desarrollo del árbol, frutos de menor tamaño, pobre calidad y reducción del rendimiento. En variedades como Dr. Davis, Everst y Sullivan's Late, propensas a caída de frutos en pre-cosecha y cosecha, un riego ineficiente puede incrementar la magnitud de esta caída.

Por el otro lado, el exceso de riego también es perjudicial. En suelos arenosos origina pérdidas

de agua por percolación y lavado de nutrientes; en suelos de textura media y pesada puede producir asfixia y condiciones predisponentes para enfermedades de la raíz o el cuello de la planta, como *Phytophthora* sp. Al respecto, algunos patrones de duraznero, como el franco, Nemaguard o híbridos de almendro por duraznero (Ej: GF677, Garfinem) son sensibles a la asfixia radicular.

Tradicionalmente, el manejo de riego se ha hecho en base a la experiencia, pero en la actualidad se aprecia una creciente inquietud en mejorar la tecnificación del riego, dado el aumento de los costos de agua y energía, la disminución de la disponibilidad de agua, y la necesidad de incrementar la productividad del monte frutal.

### **Demanda del cultivo. ¿Cuánta agua necesita la plantación?**

La cantidad de agua que requiere el duraznero está definida por el clima y las condiciones del cultivo. Las necesidades de agua se miden, generalmente, en mm de lámina (diarios o mensuales), donde 1 mm es equivalente a 10 m<sup>3</sup>/ha.

Respecto de las condiciones climáticas, la temperatura y humedad relativa del aire, la radiación solar y el viento determinan la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), valor que se estima por diferentes ecuaciones matemáticas, que involucran todos o algunos de los elementos climáticos.

A nivel de fincas, este dato puede ser obtenido a partir de bandejas de evaporación, servicios gubernamentales o estaciones meteorológicas que traen integradas algunas de las fórmulas ya indicadas. En el caso del Tanque de Evaporación tipo A, para estimar ET<sub>o</sub>, la lectura del agua evaporada por la bandeja (Eb en mm/día) se debe multiplicar por un coeficiente adimensional (kp), que para nuestras condiciones de campo tiene un valor aproximado de 0,7. Así, Eto queda definida como:

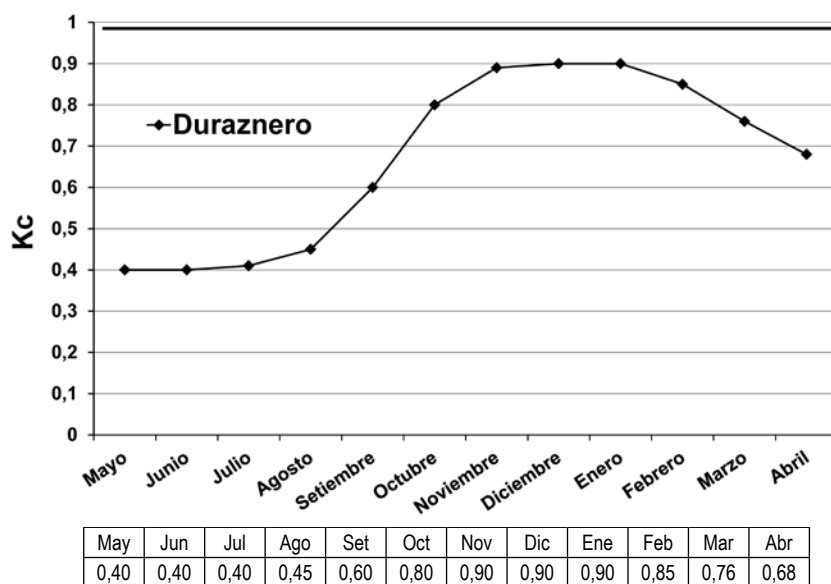
$$ET_o = Eb * 0,7$$

Las estaciones meteorológicas automáticas son de variada complejidad y costos, y permiten obtener información instantánea de distintas variables climáticas y muchas de ellas, estiman y registran  $ETo$ .

Respecto de la información de organismos gubernamentales, en Mendoza, la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas cuenta con una red de estaciones meteorológicas en los oasis de Mendoza y publica valores diarios de  $ETo$  por estación en su página web ([www.contingencias.mendoza.gov.ar](http://www.contingencias.mendoza.gov.ar)).

En relación con los aspectos del cultivo, debe tenerse en cuenta que  $ETo$  es un valor de referencia que no considera al cultivo, por lo que éste debe ajustarse por un coeficiente de cultivo ( $Kc$ ) para estimar la Evapotranspiración de cultivo ( $ETc$ ). Este coeficiente está directamente relacionado con el estado de desarrollo del árbol y el momento del ciclo vegetativo. La figura 4 muestra los valores de  $Kc$  de duraznero en pleno desarrollo recomendados para Mendoza, estimados para la situación de viento ligero sin malezas, situación muy frecuente en nuestras condiciones de cultivo. Así, la demanda del cultivo de duraznero ( $ETc$ ) queda definida como:

$$ETc = ETo \times Kc$$



**Figura 4.** Coeficientes de cultivo estimados para duraznero en Mendoza para la situación de viento ligero y suelo sin malezas.

En el caso de que se tratase de una parcela joven o con escaso desarrollo vegetativo, donde el porcentaje de suelo sombreado al mediodía fuese menor del 65%, debería aplicarse la siguiente expresión:

$$ETc = ETo * Kc * Kr$$

El factor de cobertura  $Kr$  corrige el hecho de disponer de menor superficie foliar expuesta a la radiación solar lo que significaría una reducción de la transpiración y se puede obtener aplicando la siguiente expresión, siempre que el % de superficie sombreada ( $SS$ ) esté entre 8% y el 65%.

$$Kr = - 0,0194 SS^2 + 2,8119 SS - 0,080$$

A partir del 65% de  $SS$  el factor será 1.

**Ejemplo:** En la estación de Agua Amarga, Valle de Uco, la  $ETo$  de enero de 2010 (publicada por la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas) fue de 214,9 mm mensuales; entonces la  $ETc$  es:

$$ETc = ETo \times Kc$$

$$ETc = 214,9 \text{ mm} \times 0,9 \text{ (de la figura 4)} = 193,41 \text{ mm}$$

Dado que 1 mm es igual a 1 m<sup>3</sup>/ha, entonces el volumen de agua requerido en enero fue de 1.930,41 m<sup>3</sup>/ha, suponiendo que no hubo aporte por lluvia.

Para calcular la necesidad de agua de riego se debe restar a lo que demanda el cultivo el agua que puede aportar la lluvia y que efectivamente es almacenada en el suelo. En Mendoza, por su clima árido, el aporte de agua de lluvia es casi insignificante, pues la lluvia sólo humedece los primeros milímetros de suelo y luego rápidamente se evapora. Solamente las lluvias intensas de verano, cuando superan los 12 mm, pueden ser un aporte de agua al suelo.

Con esta metodología, y a partir de datos históricos, se puede estimar el consumo a lo largo del año y planificar la reposición de agua para diferentes zonas o predios (tabla 1).

**Tabla 1.** Demanda mensual de agua en plantaciones de durazneros ubicadas en los oasis de Mendoza (promedio de 10 años).

Mes	oasis Valle de Uco (Agua Amarga)	Oasis Este (Junín)	Oasis Sur (Villa Atuel)
	Demanda neta de agua (m³/ha)		
Agosto	331	379	436
Setiembre	592	674	676
Octubre	1091	1275	1155
Noviembre	1459	1719	1665
Diciembre	1661	1906	1691
Enero	1659	1868	1902
Febrero	1204	1433	1391
Marzo	902	1072	1163
Abril	504	620	666
Mayo	211	240	256
Junio	195	179	194
Julio	207	228	241
Total	10015	11595	11435

Como orientación práctica, en Mendoza, la necesidad de agua de una plantación en agosto-setiembre es menos de la tercera parte de la demanda en pleno verano, pues el coeficiente de cultivo es muy bajo, dado que el consumo de agua se reduce por el escaso desarrollo de follaje (hojas pequeñas y brotes recién comenzando a crecer), y la ETo es también baja, por las bajas temperaturas. Sin embargo, en invierno no hay lluvias y el suelo está seco y tampoco se riega, por lo que no se repone el agua consumida en mayo, junio y julio, cuando el consumo es mínimo. Por ello, es conveniente salir del invierno con

“perfil lleno”, con el suelo a capacidad de campo en toda la profundidad donde están las raíces, debiendo efectuarse riegos largos unas semanas antes de que comience la floración, lo que contribuye a tener un adecuado nivel de humedad antes de iniciar el nuevo ciclo vegetativo y evitar cualquier estrés. Adicionalmente, en la provincia de Mendoza, los riegos a la salida de invierno se hacen como estrategia de lucha pasiva contra las heladas de primavera, debiendo, en este caso, mantenerse el suelo húmedo, pero no inundado. El agua en exceso “ahoga” la plantación y produce un inicio de ciclo traumático, y el problema se agrava cuando el suelo es pesado (arcilloso), porque el estado de suelo saturado dura varios días.

Dado que la eficiencia de aplicación de los diferentes métodos de riego no es del 100%, debe reponerse una cantidad mayor de agua al suelo para compensar las pérdidas y cumplir con los requerimientos netos de la plantación (tabla 2). Así, la necesidad de riego real, es decir, el agua que realmente se debe aplicar, queda definida por:

$$\text{Necesidad real de riego} = \frac{\text{Necesidad neta de agua} * 100}{\text{Eficiencia de aplicación}}$$

### Capacidad de almacenaje de agua en el suelo

El suelo es el reservorio del cual la planta tomará el agua para cubrir sus necesidades, por lo que es muy importante poder estimar la capacidad de almacenaje de agua de ese suelo, para programar la frecuencia y el tiempo de riego. Esta estimación es fundamental cuando se riega por superficie, ya que la frecuencia de riego depende directamente de la capacidad del suelo para guardar agua.

**Tabla 2.** Eficiencia de aplicación y necesidad de riego para diferentes métodos de riego.

Método de riego	Eficiencia de aplicación (%)	Necesidad de agua (m³/ha) para suplir 10.000 m³/ha
Surcos	40-60	20.000
Melgas	50-70	16.667
Microaspersión	80-90	11.765
Goteo	90-95	10.811



En relación con esto, la humedad del suelo se define en base a tres condiciones: capacidad de campo, porcentaje de marchitez permanente y umbral de riego, lo que depende del tipo de suelo (tabla 3).

La Capacidad de Campo (CC) es la proporción (%) de agua que retiene el suelo luego de que drena toda el agua gravitacional, en la práctica, el agua que tiene un suelo después de 24 a 48 horas de un riego excesivo, protegido de la evaporación, sin ningún obstáculo que impida su drenaje. Esta agua se retiene en los poros medianos y pequeños, contra la fuerza de gravedad, y es el límite superior de agua disponible en el suelo, para la planta.

El Porcentaje de Marchitez Permanente (PMP) es la proporción de humedad mínima en un suelo (%), por debajo de la cual el agua no puede ser aprovechada por la planta, porque está retenida en los poros del suelo con tal fuerza que no puede ser absorbida por las raíces.

Si bien el agua disponible para la planta corresponde a la diferencia entre la CC y el PMP, las experiencias realizadas en duraznero establecen que el crecimiento de duraznero disminuye cuando el contenido de agua en el suelo es menor al 30% de su capacidad, valor que corresponde al umbral de riego (UR). Entonces el cálculo de la lámina de agua que debe aplicarse en un riego para “llenar” el reservorio (DR) se puede determinar como:

$$DR = (CC - PMP) / 100 * DA * D * (100 - UR)$$

donde:

DR = Lámina de reposición.

CC = Capacidad de campo.

PMP = Porcentaje de Marchitez Permanente.

DA = Densidad aparente, peso en gramos, de un cm<sup>3</sup> de suelo seco en su estructura natural.

D = Profundidad de la exploración de las raíces de la planta.

UR = Umbral de riego

### Calidad de agua

La calidad del agua de riego es fundamental, dada la gran sensibilidad del duraznero a las sales, disminuyendo fuertemente la producción cuando la conductividad en el agua está por encima de 2000 micromohs/m. Las sales en el suelo afectan directamente la disponibilidad de agua para la planta y se produce un raquitismo generalizado, con brotes de escaso crecimiento y hojas más pequeñas. Además, puede haber problemas por la presencia de iones tóxicos, como cloruros, sodio y boro, que pueden inducir defoliación y necrosis en hojas.

Las aguas de riego contienen sales, que se van concentrando en el suelo a medida que el agua es absorbida por las raíces, sales que deben mantenerse alejadas de las raíces, aportando agua adicional, llamado requerimiento de lixiviación, el cual depende de la calidad del agua empleada.

En los riegos por superficie, la cantidad de agua que se debe agregar para compensar la baja eficiencia de riego es, en general, más que suficiente para el lavado de sales. Por el contrario, en los riegos por microaspersión o goteo el excedente de

**Tabla 3.** Capacidad de campo, porcentaje de marchitez permanente y densidad aparente para distintas texturas de suelo.

Calificación textural	Capacidad de campo (g/g)	Porcentaje de marchitez permanente (g/g)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
Arenoso	9 (6– 12)	4 (2 – 6)	1,65 (1,55 - 1,80)
Franco	22 (18– 26)	10 (8 – 12)	1,40 (1,35 - 1,50)
Arcilloso	35 (31– 39)	17 (15 – 19)	1,25 (1,20 - 1,30)

Nota: Entre paréntesis se detalla el rango de variación de cada valor.

agua es bajo, por la alta eficiencia de riego, por lo que debe prestarse atención al requerimiento de lixiviación, para evitar la salinización del bulbo.

En climas muy áridos, como el de Mendoza, la lluvia es insuficiente para lavar sales del suelo y éstas se concentran en la periferia del bulbo húmedo, en los riegos localizados, convirtiéndose en un área muy salinizada. En el riego por goteo, en el cual el bulbo es chico, es muy importante controlar el nivel de sales y realizar lavados periódicos, y si hay salinidad importante hasta conviene encender el equipo de riego durante las lluvias y no detenerlo, para evitar el ingreso de sales al interior del bulbo, donde están las raíces.

### ¿CUÁNDO REGAR?

#### Programación de riego

Los dos métodos más útiles para programar el riego son el control de la humedad del suelo y el balance hídrico.

El control periódico de la humedad del suelo puede hacerse directamente “a mano”, tomando muestras de suelo con una pala o un barreno a distintas profundidades y observando el contenido aparente de humedad, o con medios instrumentales. La lámina de riego debe reponer el agua evapotranspirada y aportar la fracción necesaria para el lavado de sales en la zona donde están las raíces.

El balance hídrico es la forma de programación de riego más usada, y se realiza estimando y aplicando la cantidad de agua que necesita el cultivo. Este balance se establece entre el agua agregada por riego (o eventualmente por lluvia, aunque esto es muy esporádico en Mendoza) y el agua consumida por la plantación (tabla 4).

La programación de riego se puede aplicar cuando el productor posee pozo o represa, o cuando el agua disponible excede los requerimientos. Cuando la frecuencia de riego depende

**Tabla 4.** Balance hídrico. Ejemplo de una plantación de durazneros en el Valle de Uco, para las necesidades de diciembre de 2010.

Día	Necesidad neta de agua (ETc)	Agua disponible (mm)	
0		150	RIEGO
1	7,0	143,0	
2	5,9	137,1	
3	5,3	131,8	
4	5,8	126,1	
5	5,3	120,8	
6	5,9	114,9	
7	6,0	108,9	
8	5,9	102,9	
9	8,6	94,3	
10	8,5	85,8	
11	7,2	78,6	
12	5,2	73,4	
13	6,0	67,4	
14	7,2	150,0	RIEGO
15	6,7	143,3	
16	6,5	136,8	

Suelo de textura media; raíces hasta 1 m de profundidad; capacidad de almacenaje 150 mm; riego por surcos (eficiencia de aplicación 50%); umbral de riego 40%.

exclusivamente del turnado y el agua alcanza estrictamente para mantener un nivel de humedad relativamente satisfactorio, el criterio de “cuándo regar” no tiene mayor sentido, pues cuando llega el turno se aplica el agua necesaria para llenar el almacenaje del suelo. Lo que sí es imprescindible es conocer cuál es el almacenaje de su suelo, para completar la reserva en cada riego. Si el agua de turno es escasa es de vital importancia el diseño de riego establecido y la disminución de pérdidas; al conocer el agua que puede recibirse en cada riego, se puede determinar la superficie que es factible regar con cada turno.

En los riegos por goteo o microaspersión también se aplica el método del balance hídrico. Sin embargo, la tendencia es regar con mayor frecuencia, reponiendo el agua evapotranspirada por la planta, sin llegar al umbral de riego, manteniendo un alto contenido de humedad de suelo en la zona del bulbo húmedo (cercano a capacidad

de campo); no tiene gran importancia la capacidad de almacenaje o reserva del suelo. En suelos arenosos, en pleno verano, lo más frecuente es regar cada dos días, o a diario. En suelos pesados, en cambio, la frecuencia diaria no ha dado buenos resultados, siendo la tendencia actual riegos cada 3 ó 4 días, para evitar bulbos pequeños muy saturados, lo cual perjudica el desarrollo de las raíces por falta de aireación.

Para colocar un determinado volumen de agua, es necesario convertir la lámina de reposición a  $\text{m}^3/\text{ha}$  y multiplicarlo por la superficie a regar. Para conocer la disponibilidad de agua, es necesario conocer el caudal disponible, mediante su aforo. Aunque, para aforar (cuantificar) caudales existen métodos de distinta complejidad, el procedimiento más sencillo es: limpiar un tramo de 30 m de acequia a partir de la compuerta de ingreso, los que se “peinan” o emparejan sus costados y fondo, de modo de lograr una sección rectangular uniforme; luego se mide el ancho de la acequia, se deja correr el agua hasta que se estabiliza la corriente, se mide la altura del agua, se establece la velocidad media de la corriente, cronometrando varias veces el tiempo en que un objeto flotante recorre el tramo marcado; finalmente, se aplica la fórmula:

$$\text{Caudal (m}^3/\text{s)} = \text{Sección de la acequia (m}^2\text{) x velocidad (m/s)}$$

### Control de riego

El programa de riego debe ser controlado a través de mediciones en el suelo o en la planta. Esto permite conocer la disponibilidad de agua en forma cualitativa o cuantitativa, además de determinar la profundidad de riego, y evaluar si éste es excesivo o deficitario. Independientemente del sistema de medición de humedad que se utilice, se debe tener en cuenta la variabilidad espacial de los suelos y de la distribución de humedad, para decidir el número y posición de los puntos de medición, de modo que éstos sean representativos.

La determinación de humedad puede hacerse visualmente, tomando muestras de suelo con una pala o un barreno a distintas profundidades. También, el uso de calicatas es recomendable, porque permite una visualización completa de la humedad del suelo, además de observar el estado general del desarrollo de raíces.

El control de riego también puede hacerse mediante instrumental apropiado, como tensiómetros, bloques de yeso o sondas de capacitancia. Los tensiómetros son instrumentos que miden la “fuerza” con que está retenida el agua del suelo, que está relacionada con su contenido de agua y será mayor mientras más seco esté el suelo. Las mediciones son en unidades de presión, en una escala que va de 0 a 100 centibares (cb), en la cual el cero indica que el suelo está cerca de saturación; la lectura más alta que se puede alcanzar es de 85 cb, límite de operación del instrumento. Se recomienda su uso en suelos de texturas gruesas (arenosos), ya que a ese valor (85 cb) se está ya en el umbral de riego, mientras que en un suelo arcilloso a 85 cb todavía falta para volver a regar. Se deben ubicar en la zona de máxima concentración de raíces, asegurando un íntimo contacto con el suelo. Como recomendación general para duraznero se realizará la lectura cada dos días y se regará cuando, ubicando el tensiómetro a 50 cm de profundidad, la lectura marque 40 a 60 cb. Se adaptan bien a un manejo de riegos frecuentes (suelos húmedos).

Los bloques de resistencia eléctrica (Water Marker) también miden la energía de retención del agua en el suelo, calibrados en kilopascales (kPa). Son bloques de material poroso que se humedecen o secan en correspondencia con el contenido de agua del suelo. El rango de uso óptimo es por encima de 85 kPa. En el mercado se ofrecen instrumentos que abarcan un rango de humedad que va de 0 a 200 kPa, por lo que funcionan bien para el control de riego en suelos sueltos o pesados.

Las sondas de capacitancia miden en forma indirecta el contenido de humedad en distintas pro-

fundidades, al introducirlas en tubos enterrados en el suelo. Los equipos son costosos, requieren calibración y personal entrenado para su uso. La ventaja principal es la rapidez de lectura y la posibilidad de “grabar” los datos en campo, lo que permite un registro continuo de la variación de humedad. Algunos equipos pueden transmitir la información por ondas de radio, facilitando el control de la humedad en tiempo real desde cualquier sitio.

Otra alternativa de control es evaluar el estado hídrico de la planta, pues es la mejor indicadora de sus requerimientos hídricos. En este caso, la técnica más común es la medición del potencial hídrico xilemático, técnica bastante evaluada en durazneros y en otros frutales, y que utiliza una cámara de presión (bomba de Scholander); la medición se realiza en el pecíolo de una hoja que ha sido impedida de transpirar tras ser encerrada previamente en una bolsa plástica oscura.

### **Riego deficitario controlado**

Hasta ahora se ha analizado el riego para reducir al máximo el estrés hídrico de la planta, para

que el crecimiento de brotes y frutos sea máximo. Sin embargo, en árboles frutales, cuando éstos son adultos, el crecimiento vegetativo no es el factor más buscado, y no siempre el máximo crecimiento equivale a la máxima producción de frutos o a la máxima calidad de los mismos. Cuando hay excesivo vigor, es deseable controlarlo y el manejo del riego puede ser una alternativa.

En duraznero, numerosas investigaciones han demostrado que un déficit hídrico moderado, basado en la reducción de hasta el 50% de agua durante la Fase II, de crecimiento lento de frutos, tiene un gran impacto sobre el control de crecimiento de brotes, sin comprometer el crecimiento del fruto. La utilidad de la técnica no es para todas las situaciones; en suelos profundos, con alta capacidad de almacenaje, se ha encontrado dificultades para imponer rápidamente el estrés y salir de él, y se corre el riesgo de obtener frutos de menor tamaño. En cambio, suelos con baja capacidad de almacenaje de agua y riegos localizados facilitan la imposición rápida de un déficit y la recuperación rápida del mismo.

Tradicionalmente el manejo de riego en nuestros montes frutales se ha hecho en base a la experiencia del productor, pero la necesidad de aumentar la productividad del monte frutal, de reducir la mano de obra necesaria y de eficientizar el uso del agua, obligan a optimizar su manejo. Cualquiera sea el método de riego y el nivel de tecnificación disponible por el productor hay mucho por hacer para racionalizar el manejo del agua.

## LECTURA ADICIONAL

- Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D.; Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO, Irrigation and Drainage paper 56. Rome, Italy. 300 p.
- Chambouleyron, J. 2005. Riego y Drenaje. Técnicas para el desarrollo de una agricultura regadía sustentable. Tomo 1. Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. 470 p.
- Girona, J. 2009. Manejo del riego en el cultivo del melocotonero. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Lleida, España 19 p.
- Goldhamer, D. 1989. Irrigation scheduling with the water budget. p. 85-91. In: Peach, plums and nectarines. Growing and handling for fresh market. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 246 p.
- Instituto de Desarrollo Rural. 2007. Censo Provincial de duraznos para industria - FEPEDI Resultados finales [en línea] Mendoza, Argentina. [[http://www.idr.org.ar/contenido/documento/censo\\_provincial\\_de\\_durazno\\_07\\_2009-07-31-965.pdf](http://www.idr.org.ar/contenido/documento/censo_provincial_de_durazno_07_2009-07-31-965.pdf)]
- Kader, A.; Mitchell, F. G. 1989. Postharvest physiology. p. 158-164. In: Peach, plums and nectarines. Growing and handling for fresh market. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 246 p.
- Morábito, J.; Salatino, S. 2001. Valores aproximados de Kc de los principales cultivos de Mendoza. Informe técnico, Instituto Nacional de Agua, Centro Regional Andino.
- Peralta, J. M.; Ferreyra, R. 1993. Capítulo riego. p. 118-149. En: El duraznero en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Los Andes. 332p.
- Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia. Goteo, microaspersión y exudación. 3<sup>ra</sup> Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 513 p.
- Podestá, L. 2009. Riego de frutales. Material didáctico, pdf. Cátedra de Fruticultura, Facultad de Ciencias Agrarias [en línea] Mendoza, Argentina [<http://campus.fca.uncu.edu.ar>]
- Sellés, G.; Ferreyra, R. 2005. Criterios para controlar el riego en uva de mesa. En: Apuntes de Curso de posgrado Relación agua-suelo-planta atmósfera. Maestría en Riego y Drenaje. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.
- Vallone, R.; Nijenshon, L. 2002. Guía de orientación para regantes de zonas áridas. Editorial Tintar. Mendoza .151 p.