

TECNOLOGIA DE RIEGO EN FRUTALES. II Parte

José M. Peralta A.
Raúl Ferreyra E.

Prosiguiendo con el artículo de tecnología de riego en frutales aparecido en IPA La Platina N° 66, entregamos a continuación la información referida a la programación del riego.

Al confeccionar una programación de riego establecemos, por una parte, el tiempo que debemos mantenernos regando un determinado potrero o cuartel y por otra, la frecuencia del riego, o sea, cada cuantos días debemos regar en un mes determinado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Influencia del clima, planta y características del suelo en la frecuencia de riego

RIEGUE MENOS FRECUENTE	CLIMA		RIEGUE MAS FRECUENTE
	Frío Húmedo Sin viento	Caluroso Seco Ventoso	
	PLANTAS		
	Raíces profundas Raíces sanas Suelo cubierto parcialmente	Raíces poco profundas dañadas o enfermas Suelo cubierto por follaje	
	SUELO		
	Profundo Textura fina Bajo contenido sales	Delgado Textura gruesa Alta salinidad	

PROGRAMACION DEL RIEGO

El tiempo y la frecuencia de riego dependen fundamentalmente de factores climáticos, del cultivo y del suelo, como se puede observar en el siguiente esquema.

FRECUENCIA DE RIEGO

Métodos para decidir cuándo regar:

Para estimar la frecuencia del riego existen diversos métodos, los que se pueden agrupar sobre la base de tres grandes criterios. El primer método consiste en tomar a otras plantas como indicadores, es decir, determinar la frecuencia basados en características de éstas. El segundo, otorga al suelo el rol indicador, estableciéndose la frecuencia sobre la base del nivel de humedad presente en él; y el tercero, mixto, considera al clima y al cultivo como índices para decidir la frecuencia óptima de riego.

PLANTAS INDICADORAS

El primer gran grupo considera características de color, crecimiento o plantas indicadoras para determinar la frecuencia de riego; sin embargo, este método manifiesta algunas debilidades.

En primer lugar, resulta difícil de aislar la sintomatología foliar producida por la necesidad de riego, de otras sinto-

matologías similares, producidas por ejemplo por enfermedades o fitotoxicidad. Además, al esperar indicadores visuales, por lo general las plantas están sufriendo déficit hídrico, por lo que el efecto preventivo del riego bien efectuado se pierde y las plantas pueden ser dañadas en forma irreversible antes de poder evitarlo, con la consiguiente disminución de rendimiento inherente a la carencia hídrica.

NIVEL DE HUMEDAD DEL SUELO

El segundo gran grupo considera el nivel de humedad del suelo. Conociendo la cantidad de agua disponible que posee el sustrato para las plantas es posible discernir, con experiencia y conocimiento del suelo y del cultivo, cuando se debe regar. Existen diversos métodos a nivel de campo que se utilizan para medir o estimar el contenido de agua del suelo.

El primero de ellos considera la apreciación visual y el tacto como indicadores del contenido de humedad en el suelo. Este método consiste en tomar muestras con un barreno a diferentes profundidades de suelo y mediante la inspección tanto ocular como táctil de la muestra, determinar su contenido de humedad. Puede utilizarse como apoyo una pauta o guía de campo, que resume las sensaciones producidas para

diferentes contenidos de humedad y distintas texturas. Debe considerarse que este método simple y práctico sólo entrega aproximaciones del problema. Es uno de los más económicos, pero no el más exacto; se considera que con experiencia es posible lograr estimaciones de la humedad del suelo con un 15 a 20% de error.

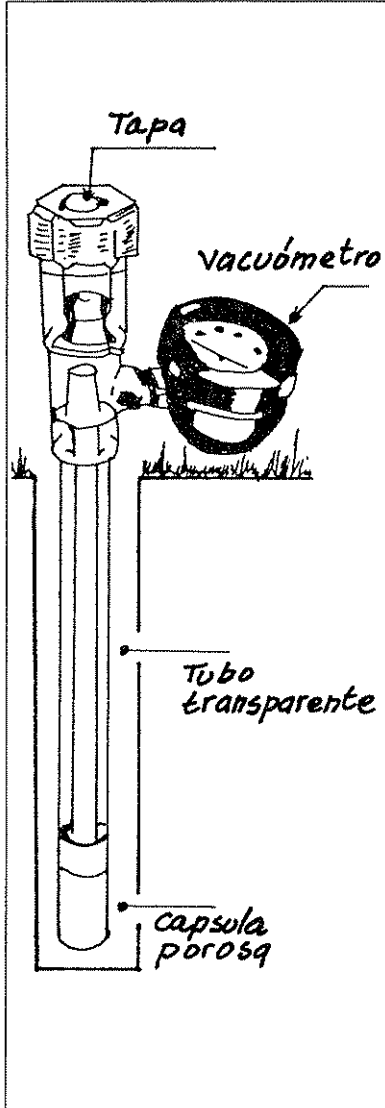
USO DE TENSIOMETROS

A medida que la rentabilidad de la explotación aumenta es necesario disminuir el riesgo, justificándose plenamente el gasto en métodos más sofisticados de medición de la humedad del suelo, por ejemplo, implementando el uso de tensiómetros.

El tensiómetro es un instrumento que registra las variaciones de humedad en el suelo mediante un vacuómetro, en el cual se realizan mediciones en unidades de presión denominadas centibares que van de 0 a 100. Una lectura de 0 indica que el suelo está cercano a la saturación y por lo tanto, las plantas pueden sufrir por falta de oxígeno.

Los tensiómetros se adecúan bien en suelos más arenosos debido a que su rango de acción es de alrededor de 85 centibares, encontrándose en el intervalo 0-85 cb la mayor parte del agua aprovechable de estos suelos. En general se adaptan bien a condiciones de suelo

húmedo, como ocurre cuando los riegos son muy frecuentes. Si el riego ha sido bien hecho, la lectura del tensiómetro debe ser cercana a 0 después de 24 horas.



Tensiómetro.

Uno de los aspectos importantes a considerar en el uso de estos instrumentos, es la selección del sitio donde serán ubicados. Esto dependerá del sistema de riego y del cultivo, conservándose como principio general que

su ubicación debe ser en la zona de máxima concentración de raíces. En el caso de riego por surcos, el tensiómetro debe estar ubicado lo más cerca posible de éstos, con la precaución de protegerlo adecuadamente del paso de la maquinaria.

En relación a las lecturas que deben registrarse como indicativas del riego, podemos decir que éstas varían y es necesario adecuarlas según el tipo de suelos y el clima. Sin embargo, como norma general de recomendación para el caso de frutales, el tensiómetro se debe ubicar a una profundidad de 50 cm, efectuándose el riego cuando la lectura marca 50 a 70 centibares.

La instalación del tensiómetro es sencilla y consiste en perforar un agujero en el suelo con un barreno de diámetro levemente superior al de la cápsula hasta la profundidad deseada. Se incluye luego un puñado de tierra suelta en el fondo del agujero y se introduce el tensiómetro presionándolo cuidadosamente. Se rellena con tierra alrededor del instrumento, dejando un pequeño alto con el objeto de evitar apoziamientos que distorsionen la lectura. Una vez instalado se le agrega agua, en lo posible destilada, y se cierra la tapa. Las lecturas deben realizarse cada dos días. El tensiómetro no debe sacarse del suelo durante la temporada de riego.

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO, CLIMATICAS Y DE SUELO

El tercer método que se señala para formular una programación de riego considera características del cultivo, climáticas y del suelo para el objetivo mencionado, diferenciándose de los anteriores en que éstos analizan los factores en forma independiente. Este método utiliza elementos integradores, como la Evaporación de Bandeja; medición capaz de resumir las condiciones atmosféricas, tales como temperatura, humedad ambiente, pluviometría, viento, etc.

En términos generales, este método requiere del conocimiento de los siguientes elementos:

- Evapotranspiración del cultivo en cortos períodos de tiempo en los diferentes estados de desarrollo vegetativo.
- Caracterización físico hídrica del suelo (capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente, humedad aprovechable).
- Volumen permisible de extracción de agua del suelo, elemento que se relaciona con la demanda evaporativa y que nos señala la cantidad de agua que puede perder el suelo sin que ésta llegue a restringir

los rendimientos del cultivo (umbral de riego).

- Profundidad efectiva de raíces del cultivo.

Las características climáticas se resumen en la evapotranspiración del cultivo, existiendo básicamente dos formas de estimarla. La primera de ellas es a través de fórmulas empíricas que utilizan parámetros climáticos en su cálculo y, la segunda, por medio de mediciones directas de la evaporación desde una superficie libre de agua, o Método de la Bandeja de Evaporación Clase A.

En relación al primer método, la condición fundamental es la calibración de la fórmula que se utilice para estimar la evapotranspiración. En general las fórmulas existentes están desarrolladas para condiciones climáticas diferentes

a las del país, por lo que su uso en algunas situaciones puede ser limitado.

Otro aspecto importante es que las estimaciones de Evapotranspiración obtenidas a través de fórmulas, tienen buena aproximación sólo cuando ellas se refieren a períodos largos, ya sea la estación de crecimiento o un mes como mínimo. La información así obtenida es inadecuada para la planificación del riego a nivel predial y con mayor razón para determinar frecuencias de riego.

Desde 1960 en adelante se han llevado a cabo investigaciones tendientes a relacionar la evapotranspiración de los cultivos (ETR) con la evaporación directa desde una superficie libre de agua (EB), determinándose una estrecha correlación entre ambos fenómenos, estanda-

rizándose un método mediante el uso de una Bandeja de Evaporación Clase A.

Debe considerarse que en los estados iniciales de desarrollo del cultivo, cuando éste cubre parcialmente el suelo, la evapotranspiración es considerablemente más baja que la evaporación medida en la bandeja.

En los estados de desarrollo del cultivo donde se cubre totalmente el suelo, la evapotranspiración puede ser igual o superior a la evaporación de bandeja, para finalmente revertirse nuevamente en las últimas etapas de desarrollo.

Esta distorsión se elimina estableciendo un factor que relacione la evaporación de bandeja con los distintos estados de desarrollo del cultivo. A este factor se le ha

Cuadro 2. Valores de Kc para diferentes meses del año

Especies	Mes											
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Nogal	0.53	0.53	0.58	0.91	1.07	1.07	1.06	0.99	0.82	0.20	0.20	0.2
Palto	0.79	0.77	0.77	0.77	0.77	0.78	0.76	0.76	0.77	0.78	0.81	0.8
Vid	0.52	0.52	0.59	0.92	0.99	0.99	0.99	0.78	0.76	0.20	0.20	0.2
Ciruelo	0.53	0.53	0.62	0.98	1.07	1.06	1.01	0.95	0.77	0.20	0.20	0.2
Duraznero	0.53	0.53	0.62	0.98	1.07	1.06	1.01	0.95	0.77	0.20	0.20	0.2
Nectarino	0.53	0.53	0.62	0.98	1.07	1.06	1.01	0.95	0.77	0.20	0.20	0.2
Kiwi	0.61	0.63	0.68	1.14	1.24	1.24	1.24	1.20	1.10	0.91	0.20	0.2
Limonero	0.79	0.77	0.77	0.77	0.77	0.78	0.76	0.76	0.73	0.78	0.81	0.8
Naranja	0.79	0.77	0.77	0.77	0.77	0.78	0.76	0.76	0.73	0.78	0.81	0.8
Manzano	0.67	0.54	0.65	1.05	1.16	1.16	1.16	1.13	0.98	0.20	0.20	0.2
Peral	0.67	0.54	0.65	1.05	1.16	1.16	1.16	1.13	0.98	0.20	0.20	0.2
Almendro	0.52	0.53	0.59	0.95	1.02	1.00	0.94	0.91	0.72	0.20	0.20	0.2

Fuente: Servicio de Programación de Riego INIA.

denominado coeficiente de cultivo (Kc), del cual existen datos tanto en el país como en el extranjero (Cuadro 2).

Es importante hacer notar que el entorno de instalación de una bandeja de evaporación juega un rol importante en la determinación adecuada de la evaporación. Para compensar posibles alteraciones se creó un coeficiente de bandeja (Kp) que varía entre 0.6 y 0.7.

La buena correlación que existe entre el uso de agua por los cultivos, evapotranspiración y la evaporación de bandeja, es el fenómeno que se utiliza en la

determinación de cuándo regar y cuánta agua es necesario aplicar al cultivo. Sobre la base de estos conceptos se establece la siguiente igualdad:

$$ETR = Kc \times Kp \times EB$$

En donde se considera que la evapotranspiración del cultivo (ETR) es igual a la evaporación de bandeja (EB), modificada por el coeficiente de bandeja (Kp) y el coeficiente de cultivo (Kc).

La ventaja de este método es que además de ser la evaporación de bandeja un muy buen integrador de parámetros climáticos (temperatura,

radiación, vientos, humedad relativa, etc), considera al suelo a través de sus constantes hídricas y al cultivo mediante los coeficientes de cultivo y los umbrales de riego (ver el ejemplo).

Es un método simple y de amplia utilización tanto en el país como en el extranjero, aplicable tanto en riegos superficiales como en riegos presurizados. A continuación se presenta un ejemplo de utilización de este método.

EJEMPLO DE COMO PROGRAMAR EL RIEGO CON DATOS DE BANDEJA

La ficha de control (Cuadro 3) muestra como debe tabularse la información. Se toma un registro diario de la información a la misma hora del día desde la bandeja de evaporación que se ha instalado en el predio según normas establecidas, incorporando la información a la correspondiente columna de la ficha (columna EB). Estos valores se multiplican por el Kc del mes, obteniendo con esto la evapotranspiración del cultivo (ETR), las cuales se van sumando en la última columna (ETR Acum.).

En el ejemplo, cuando se haya evapotranspirado una altura equivalente a 69 mm (h) al ser esta la máxima extracción permitida, será necesario regar hasta completar el suelo a capacidad de campo, comenzando un nuevo ciclo.

Cuadro 3. Antecedentes.

FECHA: Diciembre de 1990
CULTIVO: Durazno nectarino
CUARTEL: 2
Kc: 0,9 **Altura de agua a Umbral de 0,6:** 69 mm
Kp: 0.7
Tiempo de riego de 9 horas

FICHA DE CONTROL

Días	Eb (mm/día)	ETR Est. (mm)	ETP Acum. (mm)
1	7,2	5,4	5,4
2	8,3	5,6	11,0
3	8,9	6,0	17,0
4	7,8	5,3	22,3
5	6,7	4,5	26,8
6	9,4	6,4	33,2
7	8,9	6,0	39,2
8	9,4	6,4	45,6
9	8,3	5,6	51,2
10	7,2	5,4	56,6
11	8,9	6,0	62,6
12	8,9	6,0	68,6 riego
13	7,8	5,3	5,3
14	8,3	5,6	10,9

Para determinar la altura de agua que debemos reponer al suelo es necesario utilizar la siguiente expresión:

$$h = \frac{(cdc - pmp) \times Da \times H \times UB}{10}$$

donde:

- h** = Altura de agua disponible (mm).
- cdc** = Capacidad de campo en base a peso (%).
- pmp** = Punto de Marchitez permanente en base a peso (%).
- Da** = Densidad aparente (g/cc).
- H** = Profundidad radicular (cm).
- UB** = Umbral de riego (%/100) en frutales 0.45- 0.65.

Cuadro 4 : Profundidad efectiva de raíces

Especies	Profundidad radicular (cm)
Almendro	180 - 270
Damasco	180 - 270
Cerezo	180 - 270
Cítricos	120 - 180
Paltos	270 - 360
Vides	240
Durazno	180 - 270
Peral	180 - 270
Ciruelo	180 - 270
Nogal	360 - 540
Kiwi	60 - 120

Nota: Las raíces más activas en frutales varía entre los 60 y 100 cm.

Cuadro 5. Número de riegos para el cultivo del duraznero, para diferentes localidades y tipos de suelo

Localidad	Tipo de suelo	Sep.	Oct.	Nov.
Melipilla	Franco arenoso	1	2	4
	Franco		2	4
	Arcilloso		2	2
Rancagua	Franco arenoso	1	2	5
	Franco	1	2	4
	Arcilloso		2	2
San Fernando	Franco arenoso		3	3
	Franco		2	3
	Arcilloso		1	2
San Felipe	Franco arenoso	1	3	5
	Franco	1	2	4
	Arcilloso		2	3
Los Andes	Franco arenoso	1	2	5
	Franco		3	3
	Arcilloso		2	2
Santiago	Franco arenoso	1	2	4
	Franco		2	3
	Arcilloso		1	3
Buin	Franco arenoso	1	1	3
	Franco		2	2
	Arcilloso		1	2

Para determinar las constantes hídricas del suelo como capacidad de campo, punto de marchitez permanente y densidad aparente, sólo se debe enviar una muestra de suelo a laboratorios especializados. (En este sentido la Estación Experimental La Platina cuenta con uno de los mejor equipados del país).

Este método puede ser practicado manualmente o programado mediante una aplicación computacional, solución esta última que INIA ha desarrollado en la actualidad. (Cuadro 4).

Puede ser utilizado para programar diariamente el riego en el caso de riego presurizado, o por períodos más largos como en riego superfi-

cial o por períodos aún mayores en programaciones anuales aproximadas, utilizando secuencias estadísticas de evaporación, como se presenta en el Cuadro 5 para diversas localidades y tipos de suelo en el cultivo del duraznero.

TIEMPO DE RIEGO

Métodos para decidir cuánto regar

Por definición, el tiempo de riego corresponde al período que debe permanecer el

Cuadro 6. Tiempo de riego promedio para diferentes texturas del suelo para mojar 100 cm de profundidad de suelo

Textura del suelo	Tiempo de riego
Arcilla poco densa	15 a 25 horas
Arcillo arenosa	10 a 15 horas
Franco arcillo arenosa	5 a 10 horas
Franco arenosa	1 a 5 horas

agua escurriendo sobre el suelo para que ésta penetre hasta la profundidad de raíces del cultivo. Una forma práctica para establecer el tiempo de riego es a través de

la determinación de la profundidad de raíces del cultivo. En el Cuadro 6 aparecen los tiempos de riego para mojar 100 cm de profundidad de diferentes texturas de suelo, considerando un contenido de humedad inicial equivalente al 50% de su humedad aprovechable.

Otra forma simple de estimar el tiempo de riego es mediante una prueba de campo. Para esto se eligen 4 grupos de surcos y basándose en la pauta anterior se seleccionan diferentes tiempos de riego, los que se aplican a cada uno de los grupos de surcos. Después de 24 a 48 horas de haber regado se excava una calicata y se observa hasta donde avanzó el frente de humedad, comparándose éstos con la profundidad radicular del cultivo, eligiéndose el que coincida con ésta. Es importante denotar que en los primeros años del establecimiento del cultivo, las raíces no han alcanzado su pleno desarrollo, por lo que los tiempos de riego deberían ser menores y la frecuencia más cercana.

Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Nº riegos
5	5	4	2	1	24
4	4	3	2	1	20
3	3	2	1	-	13
6	6	4	2	1	27
4	5	3	2	1	22
4	3	2	2	1	16
4	5	3	3	1	22
3	4	3	2	1	18
3	3	2	2	2	15
6	6	5	3	1	30
5	5	4	2	1	24
3	4	3	1	1	17
5	6	5	3	2	29
5	4	4	3	1	23
4	3	3	1	1	16
5	4	4	3	1	24
4	4	3	2	1	19
3	3	2	2	2	16
4	5	5	2	1	22
3	5	3	2	1	18
2	3	3	1	1	13