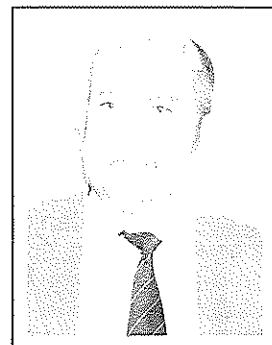


# RIEGO: CRITERIOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA

Factores como tiempo y frecuencia de riego permiten mejorar la eficiencia de aplicación del método de riego.

Edmundo Varas B. 1  
Jorge Sandoval H. 2



El aporte de agua al suelo mediante la práctica del riego es un factor determinante en el éxito económico de la producción agropecuaria, lo que obliga al empresario a manejar conceptos como frecuencia de riego, tiempo de riego, caudales y métodos de riego apropiados.

determinada por características propias de la planta, las cuales interactúan con factores asociados al suelo y clima, como se ilustra en la Figura 1.

La cantidad de agua capaz de retener el suelo y que está a disposición de las plantas se llama humedad aprovechable; se encuentra compren-

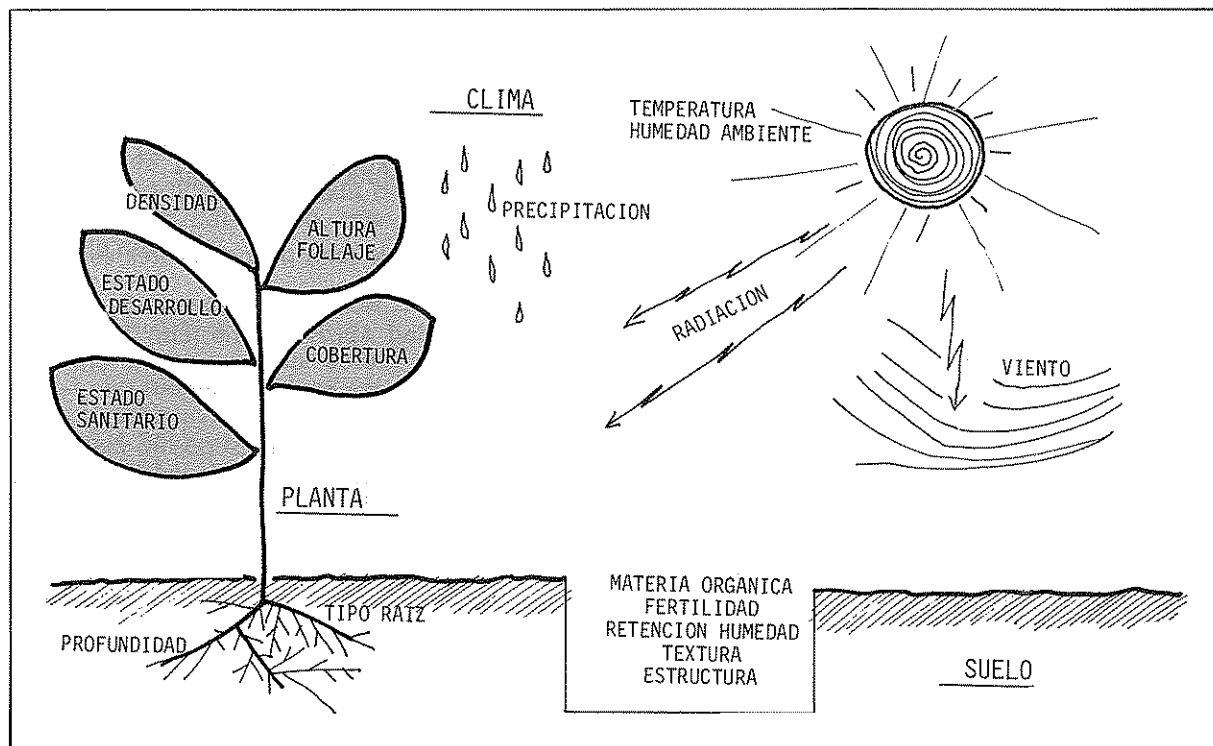


Figura 1. Interacción de factores que afectan la demanda de agua por las plantas.

La cantidad de agua que necesitan las plantas para su crecimiento y desarrollo está

determinada entre los límites de capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

1. Ingeniero Agrónomo. Programa Riego y Drenaje.
2. Ingeniero Agrónomo. Programa Riego y Drenaje.

La capacidad de campo es el agua retenida en el suelo 24 a 48 horas después de haberse inundado de agua; en laboratorios corresponde a la cantidad de agua retenida a una presión de 0,33 atmósferas. El contenido de humedad del suelo cuando las plantas no son capaces de sobrevivir, aunque se agregue agua, se denomina punto de marchitez permanente y en condiciones de laboratorio corresponde al agua retenida en el suelo a una presión de 15 atmósferas. Ambos parámetros, junto a la textura y densidad aparente del suelo se denominan comúnmente constantes físico-hídricas del suelo, las cuales permiten determinar el agua retenida en el suelo, como altura de agua mediante la siguiente relación:

$$HA = \left[ \frac{CC - PMP}{100} \right] \times dap \times P$$

Donde:

HA = Humedad aprovechable en cm

CC = Capacidad de campo (% base peso seco)

PMP = Punto de marchitez permanente, (% base peso seco)

dap = Densidad aparente del suelo (gr/cm<sup>3</sup>)

P = Profundidad del suelo (cm)

Si el suelo se encuentra próximo a capacidad de campo (1 ó 2 días después de un riego profundo o lluvia intensa), la planta extraerá fácilmente el agua del suelo, pero a medida que se va secando, la extracción de humedad se torna más difícil para la planta; por lo tanto, si no aplicamos un riego oportuno se producirá un stress hídrico. El contenido de humedad del suelo cuando se realiza este riego se denomina "Umbral de Riego" y generalmente es del orden del 50%, o sea se recomienda regar cuando se ha agotado la mitad de la humedad aprovechable del

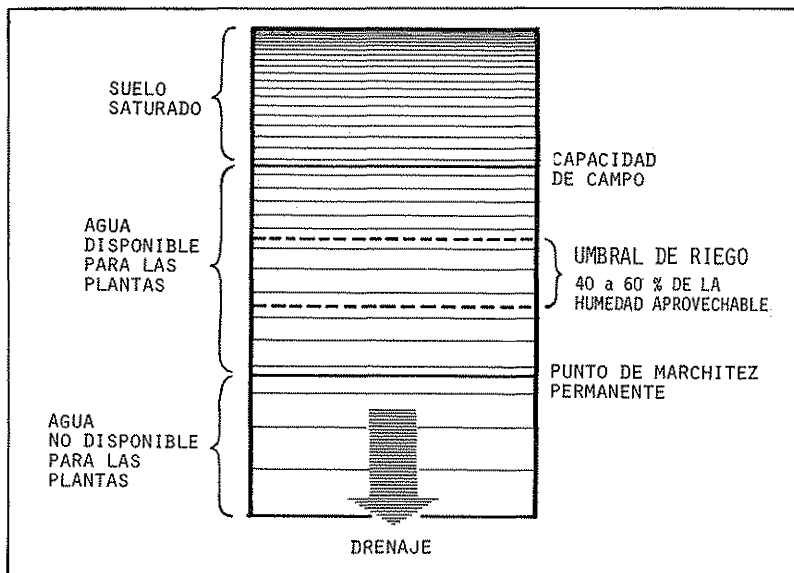


Figura 2. Representación esquemática del agua en el suelo.

suelo, siendo rangos aceptables entre un 40 a 60%. En la Figura 2, se aprecia una representación esquemática del agua en el suelo.

En el Cuadro 1, se muestra la humedad aprovechable para diferentes profundidades y series de suelo.

Junto con conocer la humedad que es capaz de re-

tener el suelo, debemos conocer la profundidad radicular de los cultivos que vamos a regar.

Además se debe tener presente que la extracción de humedad no es uniforme en el perfil del suelo. En la Figura 3, se muestra el patrón general de extracción de humedad de los cultivos de acuerdo a la profundidad radicular.

Cuadro 1. Humedad aprovechable (cm) para diferentes series y profundidades de suelo.

Serie	Humedad Aprovechable (cm)		
	0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm
Tijeral	4.8	9.2	15.7
Angol	6.8	11.9	17.4
Mininco	5.0	7.6	10.2
Victoria	4.8	9.5	14.1
Perquenco	3.5	4.5	(1)
Pemehue	4.8	9.4	13.8
Santa Bárbara	5.8	9.2	13.5
Temuco	7.5	11.3	15.1
Vilcún	7.1	13.6	(1)
San Patricio	6.9	12.1	14.3
Nueva Imperial	7.2	11.8	(1)
Metrenco	4.1	6.7	8.1
Freire	8.3	14.4	18.3
Agua Fría	5.2	8.0	(1)
Barros Arana	5.1	7.5	(1)

(1) Suelos con problemas de profundidad.

Fuente: Investigación en Tecnología de riego. Convenio INIA-F.N.D.R. IX Región. Informe Final, Julio 1988.

De la figura anterior se desprende que el 70% del agua utilizada por el cultivo es extraída de la primera mitad de la profundidad que alcanzan las raíces, de modo que debe preocupar mayormente lo que ocurre con la humedad de esta zona.

Un elemento práctico que permite estimar la velocidad con que el agua está siendo utilizada por el cultivo es la bandeja de evaporación y se relaciona mediante un coeficiente de cultivo, el cual varía de acuerdo a la especie, estado de desarrollo de este y a la

PROFUNDIDAD RADICULAR	EXTRACCION HUMEDAD	
1/4	40 %	20 MM
1/4	30 %	15 MM
1/4	20 %	10 MM
1/4	10 %	5 MM

**Figura 3.** Patrón general de extracción de humedad de los cultivos en el suelo homogéneo.

**Cuadro 2.** Profundidad Radicular activa de extracción de humedad de algunos cultivos.

Hasta 0.30 m	Hasta 0.60 m	Hasta 0.90 m	Hasta 1.80 m
Lechuga Cebolla Fruilla Trébol blanco Arándano	Gramíneas forrajeras Trébol rosado Arveja Espárrago Poroto Frambuesa	Trigo Remolacha Maíz	Alfalfa Alcachofa Frutales Mayores

estación del año en que se encuentre. Así, conociendo ambos valores podemos determinar la extracción de agua o uso consumo del cultivo, mediante la relación:

$$\text{Uso Consumo} = \text{Evaporación en bandeja} \times \text{Coeficiente de cultivo}$$

La frecuencia de riego, es un factor muy importante en el manejo del agua: nos indica cada cuantos días se debe reponer el agua en el suelo. Si consideramos un "umbral de

riego" del 50% del agua aprovechable del suelo; la frecuencia queda dada por la relación:

$$\text{Frecuencia de Riego} = \frac{0.5 \times \text{Humedad Aprovechable (cm)}}{\text{Uso Consumo (cm/día)}} = \text{Días}$$

Revisemos un ejemplo de cálculo. Una pradera de trébol blanco - ballica, con una profundidad activa de extracción de humedad de 60 cm, se encuentra establecida en un suelo Serie Temuco. Los datos

de evaporación de bandeja indican un valor promedio de 6 mm/día y se desea regar

cuando se ha agotado el 50% de la humedad aprovechable (umbral de riego). Tenemos entonces:

**Cuadro 3.** Rangos de variación del coeficiente de cultivo en el período de crecimiento.

Cultivos	Mínimo	Máximo
Alfalfa	0.55	0.95
Trigo Primavera	0.2	0.95
Remolacha	0.45	0.90
Trébol blanco		Promedio 0.95
Frutales hoja caduca	0.3	0.75
Papas	0.25	0.95

Fuente: Tosso, 1975.

Coefficiente de Cultivo (Kc)	= 0,95
Uso Consumo (UC)	= Evaporación bandeja x Kc = 6.0 mm/día x 0.95 = 5.7 mm/día ó 0.57 cm/día
Altura de agua retenida en 60 cm	= 11.3 cm
Altura de agua a reponer (0.5 x humedad aprovechable)	= 11.3 x 0.5 = 5.65 cm (0.565 m)
Frecuencia de Riego (FR)	= $\frac{0.5 \times 11.3 \text{ cm}}{0.57 \text{ cm/día}} = 10 \text{ días}$
Volúmen de agua por hectárea	= 0.565 m x 10.000 m <sup>2</sup> = 565 m <sup>3</sup> /ha

Los cálculos anteriores permiten concluir que debemos regar la pradera cada 10 días utilizando 565 m<sup>3</sup>/ha, este valor es considerando que toda el agua se infiltra en el suelo hasta los 60 cm en forma uniforme (100% de eficiencia), lo cual en la práctica es imposible de conseguir. Es por esto que la eficiencia del método de riego nos va a determinar el volumen de agua y el tiempo de riego que debemos utilizar.

A continuación se muestran los volúmenes de agua a utilizar de acuerdo al método de riego empleado, para el caso del ejemplo mencionado.

El método de riego por tendido es el que tradicionalmente utilizan los agricultores en la IX Región. Según el Cuadro 4, su eficiencia no supera el 20 a 30%, o sea un 70 a 80% del agua aplicada no se infiltra en el suelo. Se pier-

de, por una parte, inundando los caminos y potreros adyacentes o simplemente escurre por los desagües, y por otro lado el agua penetra a una profundidad más allá de donde ocurre la extracción radicular, concepto denominado "percolación profunda". Este fenómeno crea problemas de drenaje en suelos de posición más baja y se produce lixiviación o lavado de nutrientes (principalmente nitrógeno), hacia las estratas más profundas.

El utilizar un tiempo de riego adecuado, nos permitirá aumentar la eficiencia del método de riego. Este tiempo está asociado a la velocidad de infiltración, la cual depende del grado de compactación, contenido de humedad, contenido de materia orgánica, textura y estructura del suelo, además de prácticas generales de manejo.

En IPA Carillanca Año 3

Nº 1, se señala un método práctico para estimar la velocidad de infiltración del suelo y se indican los valores para diferentes texturas de suelo, los que puedan alcanzar cifras de 3 a 7 cm/hora en suelos trumposos y texturas gruesas, desde 0,8 a 2,0 cm/hora para texturas franco-limosas, e incluso 0,6 cm/hora para suelos arcillosos. Es recomendable hacer pruebas de infiltración para cada caso particular, de modo de estimar correctamente el tiempo de riego a utilizar. El caudal utilizado, o sea, la cantidad de agua aplicada en un cierto tiempo, afecta notablemente el tiempo de riego, puesto que a mayor caudal, menor tiempo permanecerá el agua en el potrero. El caudal aplicado debe ser tal que no produzca erosión en el suelo o arrastre de material hacia sectores más bajos.

La utilización de un método de riego más técnico permite efectuar economías en los volúmenes de agua utilizados, pero obligan a una inversión inicial mayor, como ser nivelación de suelos, utilización de estructuras de manejo de agua, trazado de riegos en curva de nivel, trazado de surcos y costos de mantenimiento de éstos.

**Cuadro 4.** Eficiencia de los diferentes métodos de riego.

Método de Riego	Eficiencia de Riego %	Volúmen Requerido m <sup>3</sup> /ha
Tendido	20 - 30	2825 - 1883
Surcos o platabandas	40 - 60	1413 - 942
Mecánico (goteo, aspersión, etc).	80	706