



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**  
*Ciudad Universitaria de Común Era - Acobamba*  
*Telefax: 067-837042*



*"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad"*

## PROGRAMACIÓN DE RIEGO

**Autor: JESUS ANTONIO JAIME PIÑAS**

La capacidad de retención de humedad de los suelos varía con la textura, estructura y composición química, **para fines de riego, la capacidad de retención de humedad se considera como la diferencia entre la capacidad de campo y punto de marchitamiento.** Varias publicaciones dan valores promedio del punto de capacidad de campo y el punto de marchitamiento para diferentes texturas. La reserva del suelo, **Sa** es la profundidad aproximada de humedad aprovechable en mm., retenida en el suelo por metro de profundidad.

### CANTIDAD DE H<sub>2</sub>O APROVECHABLE PARA LA PLANTA RETENIDO POR EL SUELO / m.

Tensión de agua en el suelo 0.2 atmósferas.

TEXTURA DEL SUELO	ALMACENAMIENTO DEL SUELO Sa.
Arcilla Pesada.	180 mm /m
Arcilla Limosa.	190 mm /m
<b>Franco.</b>	<b>200 mm /m.</b>
Franco Limoso.	250 mm /m
Franco Arcillo Limoso.	160 mm /m
Finos.	200 mm /m.
Franco Arcillo Arenoso.	140 mm /m
Franco Arenoso.	130 mm /m
Arcilla Fina Franca	140 mm /m.
Medios.	140 mm /m
Gruesos.	60 mm /m

Con fines prácticos se recomienda los valores aproximados de reserva del suelo siguientes:

TEXTURA DEL SUELO	ALMACENAMIENTO DEL SUELO Sa.
Pesados (suelos arcillosos)	165 a 210 mm /m
<b>Medios (suelos francos)</b>	<b>125 a 165 mm /m</b>
Livianos (suelos Arenosos)	85 a 125 mm /m.

**Ahora bien multiplicando la profundidad radicular por el almacenamiento de suelo se obtiene la cantidad total del agua aprovechable para las plantas.** La mayoría de los cultivos dan su máxima producción si se riegan cuando se ha agotado aproximadamente el **50%** del agua almacenada en el suelo. Algunos cultivos, principalmente las hortalizas tienen el sistema radicular superficial o no bien desarrollado. Estos incluyendo papa, lechuga, cebolla, fresas y otros. Tales cultivos frecuentemente producen mejor si son regados cuando se agota solo el **30%** del agua almacenada.

**El procedimiento para estimar el periodo de intervalo entre riego se presenta en el siguiente ejemplo:**

**EJEMPLO N°1.-**Determinar agua fácilmente aprovechable o almacenamiento efectivo

**Condiciones:**

Periodo	Primeros 5 días de Julio
Cultivos y estado	Maíz en cobertura total del suelo
Profundidad radicular	1.30 metros
SR, depleción	50% (= Agotamiento permisible, fracción P)

**Textura del suelo pesada (Arcilla con Sa de 165 mm / m de almacenamiento).**

El almacenamiento efectivo del suelo o Agua fácilmente aprovechable entonces es:

$$Afa = 165 \text{ mm / m} \times 1.30 \text{ m} \times 0.50$$

$$Afa = 107.25 \text{ mm}$$

**Si evapotranspiración potencial ETP, es 7 mm por día y el coeficiente del cultivo 1.15 la resultante ETA es 8.05 mm por día,** ahora bien si la precipitación dependiente probable para Julio es suficientemente baja para que pueda ser despreciada, **entonces agua como Afa 107.25 mm dividido por 8.05 mm / día determina una frecuencia de riego de 13 días,** si se presenta lluvia significativa durante el periodo, el intervalo deberá prolongarse o la cantidad del siguiente riego deberá disminuirse.

Durante el periodo de germinación y durante la etapa inicial de crecimiento, para algunas cosechas, se obtiene mejores resultados si la superficie del suelo se conserva casi continuamente húmeda. En los métodos de riego y frecuencias de riego generalmente se hacen algunas modificaciones con el objeto de suministrar esas condiciones favorables.

Variaciones locales climáticas causan variaciones de ETA (real o actual). El intervalo de riego puede modificarse si la temperatura y /o radiación son mayores o menores que el promedio utilizado, tiempo con vientos calientes y secos pueden tener un efecto significativo en el uso del agua particularmente donde los campos son pequeños y están rodeados por tierras no irrigadas.

**EJEMPLO N°2.-**Determinar frecuencia de riego conociendo:

Cultivo y estado : Maíz en cobertura media (70 días)  
Profundidad radicular : 0.50 metros  
Porcentaje de agotamiento : 50%  
Textura del suelo : Franco.  
Capacidad de Almacenamiento : 1.65 mm/cm  
Uso consuntivo (maíz) :2.22 mm/día

**SOLUCION.-**

La lámina de riego será

$$Afa = Sa_{mm/m} \times P_{\%} \times pr_m$$

Afa = Agua fácilmente aprovechable

Sa = Almacenamiento / m

P = Porcentaje de agotamiento (fracción de agua disponible)

Pr = Profundidad de raíces.

Fr = Frecuencia de riego

$$Afa = 165 \times 0.5 \times 0.5$$

$$Afa = 41.25mm$$

$$Fr = 41.25mm / 2.22$$

$$Fr = 18.58 = 19 \text{ días}$$

## INTERVALO DE RIEGO O FRECUENCIA DE RIEGO

**EJEMPLO N° 1.**- Se cuenta con los siguientes datos:

Afa : 21mm

ETA : 4mm / día

¿Cuál será el intervalo de riego?

$$i = \frac{Sa \times P \times pr}{ETA} = \frac{Afa}{ETA} = \frac{21mm}{4mm}$$

Afa = Agua fácilmente aprovechable

ETA = Evapotranspiración actual o del cultivo (evapotranspiración real)

i = Intervalo de riego

$$i = 21 \text{ mm} / 4\text{mm}$$

$$i = 5.25 = 5 \text{ días}$$

Tener en cuenta que si se presentase lluvia significativa durante el período la frecuencia deberá prolongarse o el volumen del siguiente riego deberá disminuirse, debemos tener en cuenta además que variaciones locales climáticas causan variaciones de la evapotranspiración actual, real o del cultivo, de igual maneja la frecuencia de riego puede modificarse si la temperatura y/ o radiación son mayores o menores que el promedio utilizado, tiempo con vientos calientes y secos puede tener efectos significativos en el uso del agua, específicamente donde los campos son pequeñas parcelas y están rodeados por áreas no irrigadas o secas.

**EJEMPLO N° 2.**- Se cuenta con los siguientes datos:

Afa : 41.25mm

ETA : 2.22mm / día

¿Cuál será el intervalo de riego?

$$i = 41.25\text{mm} / 2.22\text{mm}$$

$$i = 18.58 = 19 \text{ días}$$

**EJEMPLO N°3.-**Calcular agua fácilmente aprovechable conociendo:

Cultivo : Zanahoria.  
Profundidad radicular : 50 cm.  
Fracción P : 50% (Porcentaje de agotamiento permisible)  
Textura del suelo : Franco arenoso.  
Capacidad de Almacenamiento : 130 mm/cm según cuadro de almacenamiento / m de prof.

**SOLUCION.-**

$$Afa = Sa_{mm/m} \times P \% \times pr_m$$

$$Afa = 130 \times 0.35 \times 0.5$$

$$Afa = 22.75 = 23 \text{ mm}$$

**OTRO EJEMPLO.-** Se cuenta con los siguientes datos:

Profundidad del suelo : 30 cm.  
Suelo franco : 200mm/m  
Cultivo : Zanahoria  
Ea : 0.6

**¿Calcular lamina de riego?**

$$d = \frac{Sa \times P \times pr}{Ea}$$

d = Lamina de riego ( = Afa )  
Sa = Almacenamiento / m  
P = Porcentaje de agotamiento (fracción de agua disponible)  
Pr = Profundidad de raíces.  
Ea = Eficiencia de aplicación de aplicación en la parcela.

$$d = \frac{200 \times 0.35 \times 0.30}{0.6}$$

$$d = 35 \text{ mm}$$

Tabla N° 3 Valores de Uso consuntivo obtenidos por el método lisimétrico en el valle del Mantaro.

CULTIVO	ETAPAS			
	1	2	3	4
Papa	1.05	2.44	4.73	3.63
Maíz	1.19	2.22	4.50	3.71
Haba	1.14	1.91	5.37	4.08
Arveja	1.37	2.09	4.08	3.99
Trigo	0.89	1.99	3.68	3.60
Col	0.74	1.75	3.24	3.17
Cebolla	1.41	2.70	4.22	3.50
Zanahoria	1.71	3.05	4.96	3.55
Lechuga	0.89	2.64	3.08	2.61
Espinaca	0.71	1.58	3.47	2.82
Acelga	0.68	2.24	3.45	3.15

#### VOLUMEN DE AGUA A UTILIZARSE EN EL RIEGO.-

Es la cantidad de agua que utiliza un cultivo para su desarrollo y maduración, la misma que se expresa también como “lámina total de riego” que dividida entre el número de riegos (frecuencia) nos da la lámina aplicada por cada riego, el volumen está expresado en m<sup>3</sup>/Ha, considerándose además las eficiencias de riego (tablas 1 al 9)

#### CUADRO 3. Equivalencias de Lámina de Riego en cm y m<sup>3</sup>/Ha

Lámina de riego (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> /Ha)
<b>1.0</b>	<b>100</b>
5.0	500
8.0	800
10.0	1,000

#### TIEMPO DE RIEGO

A fin de determinar el tiempo exacto de riego, es necesario conocer el **gasto hidráulico (cantidad de agua que entra a la parcela a aplicarse y el volumen expresado en m<sup>3</sup>/hora)**

Para obtener el volumen de agua en metros cúbicos por hora que produce un gasto hidráulico, expresado en litros por segundo, este es multiplicado por 3,600 seg. y se divide entre 1,000 lit/m<sup>3</sup>.

**EJEMPLO.- Si el gasto hidráulico es 30 lts / s. en una hora tendremos ( 3,600 s x 30 lts./ s) / (1,000 lts / s/ m ) = 3.6 x 30 = 108 m<sup>3</sup>/ hora**, ahora si anteriormente hemos obtenido que la lámina de riego para el maíz es 4.13 cm = 413 m<sup>3</sup> / ha, aplicando una eficiencia de riego de 50% tendremos que el volumen total de riego es de 826 m<sup>3</sup>/ha, por lo tanto con 30 lts / s. terminaremos de regar en 7.5 horas aproximadamente ( 826m<sup>3</sup> / ha / 108 m<sup>3</sup> / hora = 7.64 horas ).

## PROGRAMACION DE RIEGO PARA ALGUNOS CULTIVOS

Con eficiencia de aplicación  $E_a = 40\%, 50\% \text{ y } 60\%$   
 $Q = 5, 10, 20, 30, 40 \text{ y } 50 \text{ lts / s}$

**CUADRO N° 1 ALMACENAMIENTO DE AGUA SEGÚN TEXTURA (Hargreaves)**

TEXTURA SUELO	ALMACENAMIENTO DE AGUA
	EN EL SUELO
Suelo Arcilloso	165 – 210 mm
* Suelo Franco	<b>125 - 165 mm/m</b>
Suelo Arenoso	125 mm/m

- 1.-Tipo de suelo.- Suelo Franco
- 2.-Etapas de Cultivo.- 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> etapa
- 3.-Porcentaje de agotamiento.- 50% para todos los cultivos.
- 4.-Lámina de riego mm/día:

$$L_r = \frac{\text{Almacenamiento de agua}}{\text{en el suelo mm/cm}} \times \frac{\text{Profundidad}}{\text{radicular (m)}} \times \% \text{ de agotamiento} = \text{mm/m}$$

5.-Uso consuntivo mm/día.- Ver cuadro

6.-Frecuencia de riego:

$$F_r = \frac{\text{Lámina riego mm/día}}{K_c \text{ mm/día}} = \text{día}$$

**7.-Eficiencia de riego (%).**- Porcentaje de  $E_a$  propuesto a 40, 50 y 60% para cada fase de crecimiento.

**8.-Volumen total.**- ( $m^3/ha$ ):

$$V_t = \frac{\text{Lámina riego cm} \times 100}{\text{Eficiencia de riego}} = m^3/ha$$

Si eficiencia de riego es: 40% = 0,4; 50% = 0,5; 60% = 0,6.

**9.-Tiempo de riego horas/ha:**

$$Tr = \frac{V_t m^3/ha \times 1000}{Q \text{ l/s} \times 3600 \text{ hora}} = \text{horas/ha}$$

**CUADRO N° 1      PROGRAMACION DE RIEGO PARA CULTIVO DE PAPA**

SUELO FRANCO												
ETAPAS DE CULTIVO												
	1			2			3			4		
LAMINA DE RIEGO (mm/día)												
	10.5			24.2			42			42		
USO CONSUNTIVO (mm/día)												
	1.05			2.44			4.73			3.63		
FRECUENCIA DE RIEGO (días)												
	10			10			9			12		
EFICIENCIA DE RIEGO (%)												
	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60
VOLUMEN TOTAL (m³/Ha)												
	263	210	175	605	484	403	1050	840	700	1050	840	700
TIEMPO DE RIEGO (horas/Ha)												

Q=Lts/seg.												
5	14.5	11.5	10	33.5	27	22.5	58.5	46.5	39	58.5	46.5	39
10	7.5	6	5	17	13.5	11	29	23.5	19.5	29	23.5	19.5
20	3.5	3	2.5	8.5	7	5.5	14.5	11.5	10	14.5	11.5	10
30	2.5	2	1.5	5.5	4.5	4	10	8	6.5	10	8	6.5
40	2	1.5	1	4	3.5	3	7	6	5	7	6	5
50	1.5	1	1	3.5	2.5	2	6	4.5	4	6	4.5	4

1. Inicio de crecimiento (35)

3. Floración (120)

2. Crecimiento a inicio de floración(70)

4. Maduración (150)