

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

**PROGRAMACION DE RIEGO  
EN ALCACHOFA**

**ING. JESUS ANTONIO JAIME P.**  
<admeapa@mixmail.com>

**Vive el presente, porque aunque el día de mañana puede ser mejor no sabes si hoy sea el último.  
... Jorismar**

# PROGRAMACION DEL RIEGO

La programación del riego es un conjunto de procedimientos técnicos desarrollados para predecir cúanto y cuando regar.

Los métodos de programación del riego se basan en:

Medida del contenido del agua en el suelo  
(Tensiometros)

1. Medida del estado hídrico de la planta (flujo de savia, transp...)
2. Medida de parámetros climáticos (Tanque - A, Rs, etc.)

# CALCULO SEGÚN PARAMETROS CLIMATICOS

La formula de HARGREAVES da buenos resultados cuando se aplica en la Sierra, por eso esta tiene mucha aplicación en esta Región.

**FORMULA HARGREAVES /  $R_s$**  Altitud < 1000 msnm

$$E t p_{\text{mm/día}} = 0.0075 \times R s_{\text{mm/día}} \times T^{\circ F}$$

- Convertir °C a ° F

$$^{\circ}F = ( 1.8 \times ^{\circ}C ) + 32$$

-

Convertir  $R_s$  Cal / cm<sup>2</sup> – día a mm / día

$$R_s = \frac{\text{cal / cm}^2 \text{ – día}}{59 \text{ cal}}$$

**EJERCICIO :** En Santa Ana- Huancayo se tiene como temperatura media mensual para el mes de Enero de  $11.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una  $R_s$  de  $543\text{ cal / cm}^2 - \text{día}$ . Estimar la  $E_{tp}$  utilizando la fórmula de Hargreaves con  $R_s$  y  $T^{\circ}\text{F}$ .

**SOLUCION :**

Convertir  $^{\circ}\text{C}$  a  $^{\circ}\text{F}$

$$^{\circ}\text{F} = ( 1.8 \times ^{\circ}\text{C} ) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = ( 1.8 \times 11.6^{\circ}\text{C} ) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 52.9\text{ }^{\circ}\text{F}$$

**Convertir:**

$R_s$   $\text{Cal / cm}^2 - \text{día}$  a  $\text{mm / día}$

$$R_s = \frac{543\text{ cal / cm}^2 - \text{día}}{59\text{ cal}}$$

$$RS_{\text{mm/día}} = 9.2_{\text{mm/día}}$$

Hallando:

$$E t p_{\text{mm/día}} = 0.0075 \times R s_{\text{mm/día}} \times T^{\circ}\text{F}$$

$$E t p_{\text{mm/día}} = 0.0075 \times 9.2_{\text{mm/día}} \times 52.9^{\circ}\text{F}$$

$$E t p_{\text{mm/día}} = 3.65_{\text{mm/día}}$$

Ahora bien para estimar adecuadamente multiplicamos por el factor de corrección 1.2 y tendremos :  $E t p_{\text{mm/día}}$  para alturas  $> s$  a 1,000 msnm.

$$E t p_{\text{mm/día}} = 1.2 ( 0.0075 \times R s_{\text{mm/día}} \times T^{\circ}\text{F} )$$

$$E t p_{\text{mm/día}} = 1.2 \times 3.65_{\text{mm/día}}$$

$$E t p_{\text{mm/día}} = 4.38_{\text{mm/día}}$$



# PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN CULTIVO DE ALCACHOFA

Para programar los riegos en alcachofa se consideran los siguientes datos:

- Fecha de siembra/plantacion(Set)
- Textura de suelo (Franco)
- Profundidad de raíces(70cm)
- Capacidad de almacenamiento (1.65mm/cm)
- Porcentaje de agotamiento(50%)
- Uso consuntivo (Kc) 0.9
- Eficiencia de riego(0.60)
- Caudal de riego(30lit/seg)
- Evapotranspiracion(ETP) 5.0mm/dia



# PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN CULTIVO DE ALCACHOFA

Con estos datos se podrá obtener el programa de riego para el cultivo de alcachofa, determinándose:

- Volumen de agua a utilizarse por cada riego (M3)
- Tiempo de riego (Horas)
- Frecuencia de riego (días)



# PROGRAMAR EL RIEGO: PROCEDIMIENTO

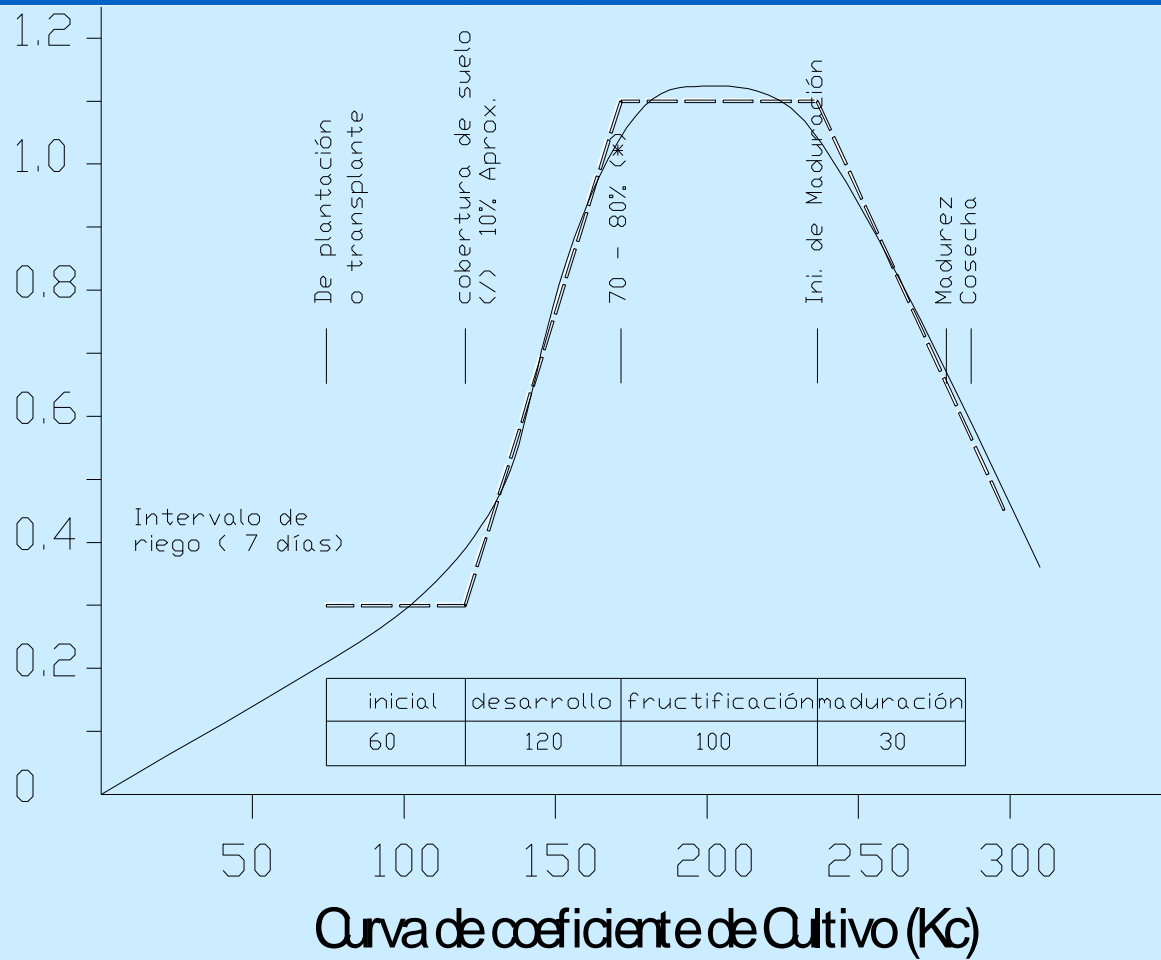
Según la FAO se tiene 4 etapas para el  $K_c$ :

1. Primera etapa 0.30
2. Segunda etapa 0.75
3. Tercera etapa 1.20
4. Cuarta etapa 0.60

y la ETP. se puede obtener históricamente con datos del IGP. Huayao o por el método del Tanque tipo "A" standard.



# CURVA Kc



## Frecuencia de riego:

Si ETP = 5.0 mm/día, Kc. = 0.9, retención humedad 1.65 mm/cm, Prof.raíz 70cm., % agotamiento 50%

- **ETA = ETP x Kc.**

- **ETA = 5.0mm x 0.90 = 4.5mm/día.**

- **Fr. = Sa. x Pr. x P** Fracción de agua disponible o agotamiento permisible

- Agua fácilmente aprovechable o fracción de agua disponible.

- **Fr. = 1.65mm / cm x 70cm x 0.5 = 57.75mm.**

- **Fr. = 57.75 / 4.5mm**

- **Fr. = 13días**

- **Frecuencia de riego**

# Regla de oro (1.0mm = 10m<sup>3</sup> / ha)

## Volumen de riego:

- $ETA = 57.75\text{mm} = \underline{577.5 \text{ m}^3 / \text{ha.}}$

- $V_{tr} = ETA / \text{Ef. riego}( 60 \% )$

- $V_{tr} = 577.5 / 0.60$



Volumen total de riego

$$V_{tr} = 962.5\text{m}^3/\text{ha.}$$



Tiempo de riego:

$$Q = 30 \text{ lit / seg.}$$

- $Tr = 30 \times 3600 \text{seg} / 1000 \text{ l} / \text{m}^3.$

- $Tr = 108 \text{ m}^3 / \text{hora.}$



Volumen total de riego

$$Tr = 962.5 \text{ m}^3 / 108 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

- $Tr = 9 \text{ horas}$  (redondeado)

# IMPORTANCIA DEL AGUA DE RIEGO

- Asegura la buena producción en épocas de sequía.
- El riego puede proteger al cultivo contra las heladas.
- En algunos lugares con el riego se pueden obtener dos cosechas al año
- Pero si no se aplica bien el agua de riego puede ocasionar:
  - **Pudrición de raíces disminuyendo los rendimientos de los cultivos**
  - **Perdida de abonos**
  - **No deja entrar aire a las raíces**
  - **Puede erosionar los suelos**



# METODOS DE RIEGO:

- Por Aspersión ( $E_f=0.75$ ).
- Por Goteo ( $E_f = 95$ )
- Por Gravedad( $E_f = 0.60$ )
- Por infiltración subterránea
- Por multicompuertas
- Por caudal intermitente ( $E_f = 0.80$ )

# PROGRAMACIÓN DEL RIEGO OTROS CULTIVOS



# PROGRAMACION DE RIEGO PARA OTROS CULTIVOS

$E_a = 40\%, 50\% \text{ y } 60\%$

$Q = 5, 10, 20, 30, 40 \text{ Y } 50 \text{ l/}$

Sabiendo que:

## ALMACENAMIENTO DE AGUA SEGÚN TEXTURA (Hargreaves)

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

**Tipo de suelo** : Suelo Franco  
**Etapas de Cultivo** : 1ª, 2ª, 3ª y 4ª etapa  
**Porcentaje de agotamiento**: 50% para todos los cultivos.

**Lámina de riego mm/día** :

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

**Uso consuntivo mm/día.**- Ver cuadro N° 15

**Frecuencia de riego:**

$Fr = \frac{\text{Lámina riego mm/día}}{Kc \text{ mm/día}} = \text{día}$

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

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

$$V_t = \frac{\text{Lámina riego cm} \times 10}{\text{Eficiencia de riego}} = m^3/ha$$

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

**Tiempo de riego** : horas/ha

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





## Días después de cobertura efectiva

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Pequeños granos	1.25	1.13	0.89	0.59	0.23	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Frijoles	1.22	1.15	1.02	0.88	0.71	0.54	0.37	0.23	0.12	0.12
Arveja	1.18	1.22	1.19	0.91	0.24	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Papa	1.08	1.02	0.90	0.72	0.46	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Remolacha Azúcar	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
Maíz	1.18	1.18	1.12	0.98	0.82	0.65	0.48	0.34	0.24	0.20
Alfalfa	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Pastos	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

Fuente: Comité de ASCE (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles ) para necesidades de agua de riego (1)

Jesús A. Jaime P.