

Tema 9

PROGRAMACIÓN POR TIEMPOS DEL RIEGO POR GOTEÓ

1. INTRODUCCIÓN

■ El manejo eficiente del agua de riego requiere de una correcta programación del riego.

■ Elaboración de programas adecuados de riego y fertilización → clave para mejorar la rentabilidad de las explotaciones

→ Contribuye a un uso racional de recursos limitados y de costes elevados

■ La programación del riego debe responder a 2 preguntas básicas:

A- ¿Cuándo regar? → Frecuencia de riego

B- ¿Cuánto regar? → Dosis de riego

■ Otros aspectos a tener en cuenta (Fertilización, limpieza de la instalación de riego, etc.)

2. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

- **La programación se puede realizar en base a:**

- **Medidas de variables climáticas del lugar**

Nos permiten estimar la demanda climática (ET_o) y las necesidades hídricas de los cultivos (ET_c), previo conocimiento de K_c.

- **Medidas del estado hídrico del suelo**

- **Medidas del estado hídrico de la planta (potencial del xilema, temperatura del dosel, micromorfometría, conductancia estomática, etc.)**

- **Una combinación de ellas.**

3. CRITERIOS DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

■ CRITERIO TÉCNICO PURO

- ✓ Objetivo: Maximizar la producción por unidad de superficie.
- ✓ Se puede llevar a cabo en zonas con amplia disponibilidad de agua y costes de riego bajos.

■ CRITERIO CON FINES ECONÓMICOS

- ✓ Objetivo: Maximizar la producción por unidad de agua aplicada (máxima eficiencia en el uso del agua)
- ✓ Se aplicará donde el agua sea cara y no sea abundante

■ CRITERIO CON FINES TÉCNICOS-ECONÓMICOS

- ✓ Objetivo: Maximizar el beneficio en la aplicación del agua
- ✓ Se deben conocer las funciones de producción

4. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO SEGÚN CRITERIO TÉCNICO PURO

■ DOSIS Y FRECUENCIAS

✓ Dosis neta de riego (D_n)

$$D_n \text{ (mm)} = ET_{cg} \text{ (mm día}^{-1}\text{)} \times I \text{ (día)}$$

$I \rightarrow f$ (tipo de suelo y cultivo), en general será diario o casi diario

El intervalo de riego, por lo general, no es un parámetro clave en la programación de riegos salvo que tengamos:

- Suelos arenosos \rightarrow ↓ eficiencia de aplicación
- Suelos arcillosos \rightarrow problemas de asfixia radicular

4. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO SEGÚN CRITERIO TÉCNICO PURO

■ DOSIS Y FRECUENCIAS

✓ En suelos muy pedregosos o muy arcillosos:

- Puede ser más interesante abordar la programación a partir de un procedimiento análogo a los riegos tradicionales
- Se debe disponer de sus propiedades hidrofísicas.
- Se determinará la cantidad de agua que puede almacenar el suelo ($L\theta$) en la zona húmeda ocupada por el sistema radicular.

$$L\theta \text{ (mm)} = (\theta_{vcc} - \theta_{vpm}) \times Z \times P/100 = \theta_{vau} \times Z \times P/100$$

P: porcentaje de suelo mojado por el sistema de riego

4. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO SEGÚN CRITERIO TÉCNICO PURO

■ DOSIS Y FRECUENCIAS

- ✓ De $L\theta$, sólo una fracción ' α ' se dejará consumir antes de efectuar el siguiente riego → ETc no se vea limitada
- ✓ Riego por goteo → $\alpha \approx 0,15 - 0,30$
- ✓ Procediendo de este modo:

$$Dn \text{ (mm)} = \alpha \times \theta_{\text{vau}} \times Z \times P/100$$

$$I \text{ (días)} = [\alpha \times \theta_{\text{vau}} \times Z \times P/100] / ETcg \text{ (mm día}^{-1}\text{)}$$

4. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO SEGÚN CRITERIO TÉCNICO PURO

■ DOSIS Y FRECUENCIAS

✓ La dosis neta habrá que incrementarla en una fracción proporcional a:

- La falta de uniformidad
- La falta de eficiencia de aplicación
- La salinidad del agua de riego

✓ La dosis calculada → dosis bruta

$$Db \text{ (mm)} = \frac{Dn}{(1 - K) \cdot CU}$$

$$K = 1 - Ea$$

$$K = RL$$

→ Se elige el valor más alto de K (Pizarro, 1996)

4. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO SEGÚN CRITERIO TÉCNICO PURO

■ DOSIS Y FRECUENCIAS

✓ COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Se determina para cada subunidad de riego.

$$CU = \frac{\overline{q}_{25\% \min}}{\overline{q}}$$

✓ NECESIDADES DE LAVADO

$$RL = \frac{CE_a}{2Máx CE_e}$$

SUPUESTO PRÁCTICO DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

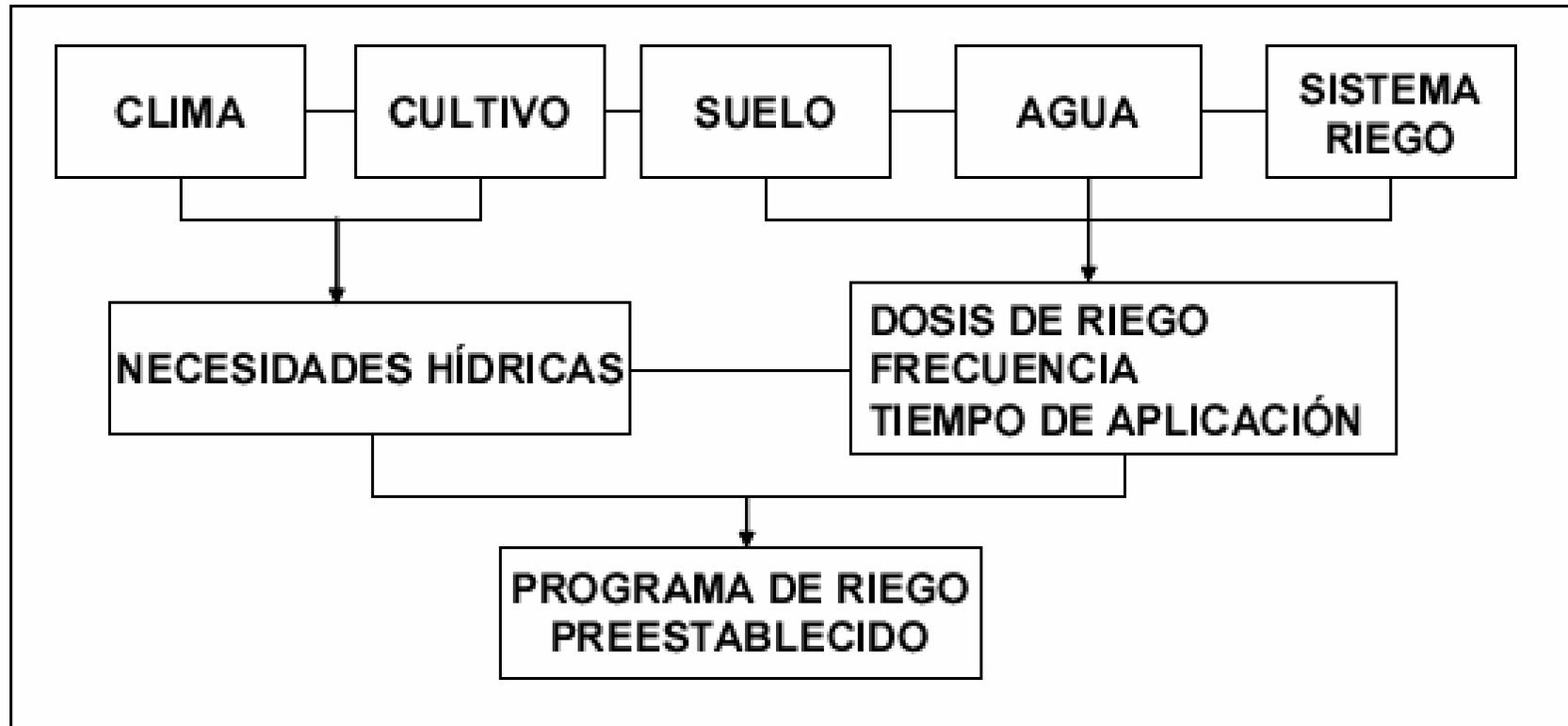


Figura 2. Organigrama de elaboración de un programa de riego.

SUPUESTO PRÁCTICO DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Tabla 1. Valores del coeficiente de cultivo (Kc) para cítricos: FAO (Doorenbos y Pruitt, 1986) y Castel (1987).

	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
% SS > 70												
FAO:												
Con control de malas hierbas	0.50	0.50	0.55	0.55	0.55	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55
Sin control de malas hierbas	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80
CASTEL*	0.66	0.65	0.66	0.62	0.55	0.62	0.68	0.79	0.74	0.84	0.73	0.63
% SS = 50												
FAO:												
Con control de malas hierbas	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.50	0.50
Sin control de malas hierbas	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80
CASTEL	0.55	0.71	0.54	0.52	0.44	0.53	0.63	0.69	0.68	0.68	0.72	0.79
% SS = 20												
FAO:												
Con control de malas hierbas	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40
Sin control de malas hierbas	0.85	0.85	0.90	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.90	0.90

* Con control de malas hierbas en primavera-verano y cubierta de *Oxalis* sp en invierno.

SUPUESTO PRÁCTICO DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Tabla 2. Características del huerto de limoneros 'Fino'

PARCELA	
Lugar	Santomera (Murcia)
Altitud - Pendiente	120 m - 5,5 %
Disposición del cultivo	Bancales de 3 hileras de 6-8 árboles
CLIMA	
Humedad relativa media mensual (HR)	45-60%
Velocidad del viento media mensual a 2 m (v)	0,7-1,5 m s ⁻¹
Lámina de agua evaporada en tanque clase A, rodeado de césped (Et)	1.660 mm·año ⁻¹
Coefficiente de tanque aplicado (Kp)	0,8
Pluviometría media	310 mm·año ⁻¹
ETo (Penman-Monteith) mes de julio	6.4 mm·día ⁻¹
SUELO	
Elementos gruesos	40 % (p/p)
Textura	franca
Densidad aparente (da)	1,5 g·cm ⁻³
Contenidos volumétricos de agua:	
- A capacidad de campo ($\theta_{v_{cc}}$)	18,93 %
- En el punto de marchitez ($\theta_{v_{pm}}$)	8,33 %
Permeabilidad estabilizada (k)	8 cm·h ⁻¹
Control de malas hierbas	Sí

SUPUESTO PRÁCTICO DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

AGUA	
Procedencia	Trasvase Tajo-Segura
Conductividad eléctrica (CE)	1,25 dS·m ⁻¹
Cloruros (Cl ⁻)	3,92 meq·l ⁻¹
Sodio (Na ⁺)	3,61 meq·l ⁻¹
PLANTA	
Edad	25 años
Marco de plantación (Mp)	6 x 6 m
Diámetro de copa (D)	5,3 m
Porcentaje de suelo sombreado (%SS)	61 %
Profundidad radicular efectiva (Z)	0,55 m
SISTEMA DE RIEGO	
Tipo de gotero	Autocompensante
Caudal nominal del gotero (qe)	4 l·h ⁻¹
Nº de laterales por hilera de árboles (L)	1
Nº de goteros por árbol (e)	6
Coefficiente de uniformidad de riego (CU)	95 %
Porcentaje de superficie mojada (P)	30 % de Mp
MANEJO DEL SISTEMA	
Dosis de riego	45-55 l·árbol ⁻¹ y riego ⁻¹
Frecuencia:	
- Primavera-Verano	1-3 riegos·día ⁻¹
- Invierno-Otoño	2-6 riegos·semana ⁻¹
Cantidad de abono	240 kg N, 105 kg P ₂ O ₅ y 135 kg K ₂ O ha ⁻¹ ·año ⁻¹
Frecuencia	2-7 aplicaciones·semana ⁻¹ (según época del año)

SUPUESTO PRÁCTICO DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Tabla 3. Valores de K_r en función del % SS (Tomado de Vermeiren y Jobling, 1986 y Fereres et al., 1982).

% SS	Keller y Karmeli	Decroix	Freeman y Garzoli	Federes y col.
10	0.12	0.20	0.10	0.28
20	0.24	0.30	0.20	0.49
30	0.35	0.40	0.30	0.64
40	0.47	0.50	0.40	0.76
50	0.59	0.60	0.75	0.87
60	0.70	0.70	0.80	0.89
70	0.82	0.80	0.85	1.00
80	0.94	0.90	0.90	1.00
90	1.00	1.00	0.95	1.00
100	1.00	1.00	1.00	1.00