

# Bases de la producción vegetal

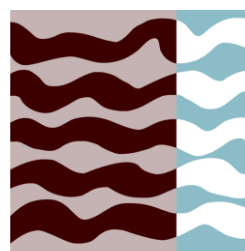
## Tema XXI

### Evapotranspiración y necesidades hídricas de los cultivos

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**ETSIA**  
Cartagena

Jorge Cerezo Martínez

## 1. Introducción

El 80% de los recursos hídricos van destinados al sector agrícola; Los cultivos de regadío suponen el 16% de la tierra cultivada pero representan el 50% de la producción total.

Por ello, podemos afirmar que en el sector agrícola el agua es el principal factor de producción. El gran reto se muestra ahora con la creciente escasez de agua, pues el 95% de los cultivos de regadío son de baja eficacia en el uso del agua, para ello, debemos mejorar la eficiencia del uso del agua, tanto mejorando su eficiencia de aplicación como controlando el riego deficitario.

## 2. Métodos de cálculo

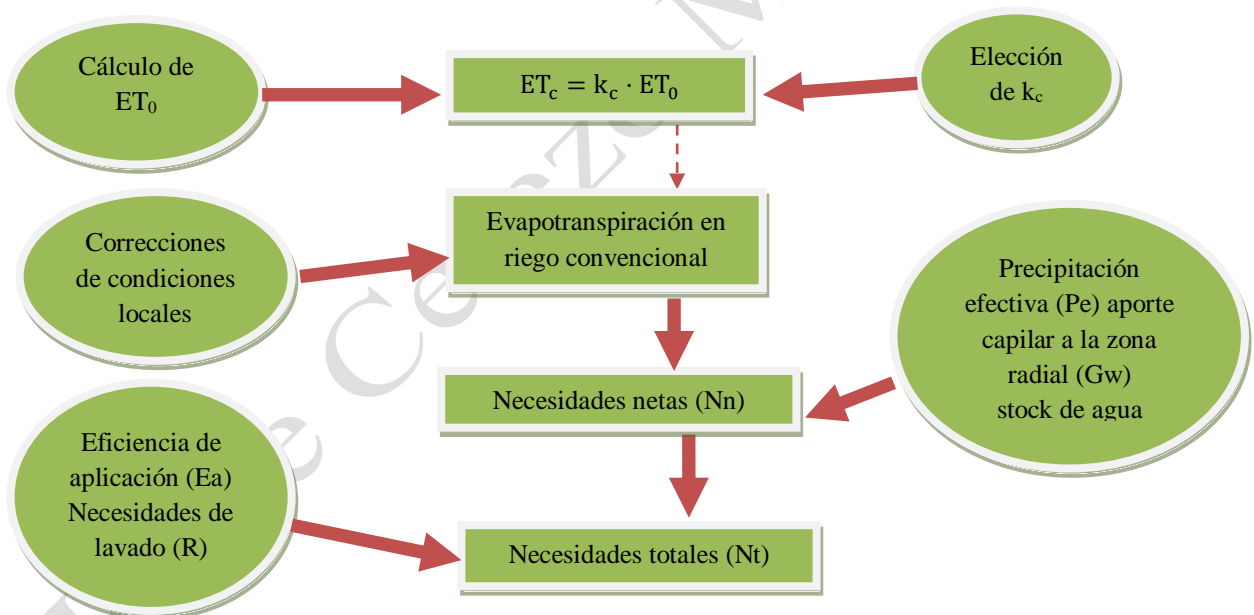
A través de la información de la experiencia en una zona se pueden realizar la integración de todos los factores y tomar la precaución tanto en calidad de agua como a parte de estas aguas a capas freáticas.

O por métodos empíricos, con la evaluación de la evapotranspiración a partir de registros climáticos y otros factores.

## 3. Evapotranspiración

Es el paso del suelo a la atmósfera, este proceso puede darse en dos pasos:

- Evaporación: Directamente desde el suelo a la atmósfera.
- Transpiración: Desde los estomas de la planta que previamente han absorbido del suelo.



Para distinguir entre evapotranspiración real y la evapotranspiración máxima sabemos que la real depende de:

- Factores climáticos
- Cubierta vegetal
- Humedad disponible

Evapotranspiración potencial (ET<sub>0</sub>): Es aquella que se produce en un determinado momento y lugar con una cubierta vegetal definida.

Variación del coeficiente de cultivo (k<sub>c</sub>): Dependerá de los siguientes factores:

- Características del cultivo: Las diferencias en la pérdida de agua por los estomas.

- Fecha de plantación o siembra: Los cultivos jóvenes evapotranspiran más que los cultivos que se acercan a la senescencia. La máxima transpiración se produce en la superficie sombreada.
- Duración del período vegetativo
- Condiciones climatológicas: Será mayor en climas cálidos, ventosos y secos.
- Frecuencia de lluvias o del riego: Humedad retenida en el suelo.

\* Necesidades netas (Nn)

$$Nn = ET_{rc} - Pe - Gw - S$$

ET<sub>rc</sub>: Evapotranspiración en riego convencional  
Pe: Precipitación efectiva

Gw: Aporte por capilaridad a la zona radical  
S: Variación en el almacenamiento de agua

\* Necesidades totales (Nt)

$$Nt = Nn/Efa$$

Efu: Pérdidas por falta de uniformidad en la UPR

Efp: Pérdidas por infiltración en profundidad  
Efs: Eficiencia por salinidad del agua de riego

Valor máximo de Efs ó Efp

$$Efs = 1 - RL$$

$$RL = CEa/2MáxC Ee$$

$$Efa = Efu \cdot Efs$$

#### Métodos empíricos

	Métodos			
	Blaney-Criddle	Radiación	Penman	Tanque-A
Temperatura	1	1	1	-
Humedad	2	2	1	2
Viento	2	2	1	2
Insolación	2	1	1	-
Radiación	-	3	3	-
Evaporación	-	-	-	1
Condiciones locales	2	2	2	1

\* Tanque clase "A"

$$ET_o = k_p \cdot E_{pan}$$

\* Fórmulas de relación de Rn sobre evapotranspiración (Excepto cubeta):

$$Rn = H + ET + G + M$$

$$ET = Rn - H$$

Rn: Relación entre la radiación incidente y la reflejada

G: Energía para elevar la temperatura de suelo y planta

H: Energía para calentar el aire

ET: Energía que se utiliza en el ET

M: Energía utilizada en procesos metabólicos

#### 4. Correcciones locales

Dependerá de dos factores:

- Variación climática: El coeficiente de mayoración de la evapotranspiración media (>1) dependerá del tipo de clima y humedad del suelo, oscilará entre 1.1-1.3.

- Variación por advención: Con la introducción del regadío se produce un cambio en el clima de la zona, creando un microclima, aumenta la humedad relativa y disminuye la temperatura media en función del tamaño de la zona de riego y cultivo.

### 5. Variación en el almacenamiento de agua (S)

Las unidades generalmente vienen dadas en  $\text{cm}^3$  de agua  $\text{cm}^{-3}$  de suelo, sin embargo, en este caso es más práctico referir el contenido de agua del suelo como milímetro de lamina de agua por metro de profundidad de suelo.

$$1\text{mm de lamina} = 1 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} = 10\text{m}^3\text{ha}^{-1}$$

Los dos métodos son muy exactos, sin embargo, presentan algunos inconvenientes:

- Requieren de equipos de laboratorio: balanza, estufa y barrena.
- Se necesitan alrededor de 24 horas para el secado de la muestra.
- Son destructivos. Es necesario tomar la muestra del suelo, por lo que no permite tomar otra medida en el mismo punto hasta pasado un tiempo.

Posibilidad de medir el contenido de humedad de forma continua:

- TDR (reflectometría en dominio del tiempo)
- FDR (reflectometría en dominio de la frecuencia) se coloca un sensor conectado a un ordenador que nos dice de forma constante como está en el suelo si hay que regar o no, es un método totalmente automatizado, y caro.
- Sonda de neutrones. Es un tubo de acero galvanizado que se introduce en el suelo. El principio de funcionamiento que sigue es a través de un sistema radiactivo, el aparato emite una serie de neutrones que tienen el mismo diámetro que los átomos de hidrógeno, al chocar los neutrones con estos átomos ralentizan la señal, cuanto mayor es el contenido en agua, la señal será más lenta. Problema es radioactivo y no automatizado es una medición puntual.

### 6. Programación del riego

Para la programación del riego se deben responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué volumen de agua hay que aplicar en cada riego?
- ¿Cuándo es el momento óptimo para efectuar un riego?
- Control de la humedad del suelo.

### 7. Volumen de agua a aplicar

Riegos tradicionales

$$D_n = A_u \cdot Z \cdot A_m$$

$$D_p = \frac{D_n}{1 - k}$$

Siendo  $k = 1 - LR$  valor de mayor  $k$

$$LR = C_{Ear} / (5C_{Ee} - C_{Ear})$$

$C_{Ear}$ : Conductividad eléctrica del agua de riego

$C_{Ee}$ : CE del extracto de saturación del suelo que ocasiona un 10% de reducción de cosecha.

$$I = D_n / ET_c (\text{mm/d})$$

Riegos localizados

$$D_n = A_m \cdot Z \cdot A_u \cdot P / 100$$

P: Porcentaje de humedecimiento

$A_m$ : 15-30%

$$D_n = ET_{cg} \cdot I$$

$$D_p = \frac{D_n}{1 - k} \cdot C_u$$

Siendo  $C_u$ : El coeficiente de unificación del sistema

$$LR = C_{Ear} / 2M_{\text{máx}} C_{Ee}$$

$C_{Ee}$ : CE que ocasiona una reducción del 100%