

COEFICIENTE DE CULTIVO

La evapotranspiración del cultivo en ausencia de falta de agua es el resultado de multiplicar la evapotranspiración de referencia por el coeficiente de cultivo.

$$ET_c = E_{Tr} \cdot K_c$$

Donde, K_c depende del tipo de cultivo y su fase de desarrollo. El método más aplicado para el cálculo del coeficiente de cultivo es el de la FAO. En este método se fija tres valores de K_c para las cuatro fases de desarrollo del cultivo. En la figura adjunta se indica un ejemplo de curva del coeficiente de cultivo para el cereal de invierno cuyas cuatro fases de desarrollo duran 20, 60, 70 y 30 días y los valores de K_c que definen la curva son 0,3 (K_c inicio), 1,15 (K_c máximo) y 0,25 (K_c final).

En FAO 56, se pueden consultar los valores de K_c máximo (medio) y K_c final.

Tabla. Valores de K_c máximo (medio) y K_c final. Fuente: FAO 56 Table 12. Chapter 6.

CULTIVO	K_c máximo	K_c final	CULTIVO	K_c máximo	K_c final
Trigo	1,15	0,25	Pimiento	1,05	0,90
Cebada	1,15	0,25	Pepino	1	0,75-0,90
Avena	1,15	0,25	Tomate	1,15	0,70-0,90
Maíz grano	1,20	0,35-0,60	Ajo	1	0,70
Maíz dulce	1,15	1,05	Cebolla	1-1,05	0,75-1
Arroz	1,20	0,60-0,90	Patata	1,15	0,75
Alfalfa	0,95	0,90	Zanahoria	1,05	0,95
Alfalfa semilla	0,50	0,50	Lechuga	1	0,95
Pradera golf	0,85-0,95		Col, coliflor	1,05	0,95
Rye grass	1,00		Melón	1,05	0,75
Banana	1,10-1,20	1-1,10	Sandía	1	0,75
Caña de azúcar	1,25	0,75	Calabaza	1	0,75-0,9
Lenteja	1,10	0,30	Nogal	1,10	0,65
Guisante	1,15	0,30-1,10	Almendro	0,90	0,65
Judía grano	1,15	0,35	Viña mesa	0,85	0,45
Judía verde	1,05	0,90	Viña vino	0,70	0,45
Garbanzo	1	0,35	Olivo (40-60 % cubierta)	0,70	0,70
Soja	1,15	0,50	Cítricos (20 % cubierta)	0,45	0,55
Cacahuete	1,15	0,60	Cítricos (50 % cubierta)	0,60	0,65
Algodón	1,15-1,25	0,50-0,70	Cítricos (70 % cubierta)	0,65	0,70
Girasol	1,10-1,15	0,35	Frutales hueso	0,90-1,15	0,65-0,85
Remolacha azucar.	1,20	0,70-1	Frutales pepita	0,95-1,20	0,70-0,85

Anotamos que para las forrajeras como la alfalfa, el coeficiente de cultivo K_c depende mucho del tiempo desde el último corte. En cuanto a los frutales, en los de hoja caduca durante el período de reposo el coeficiente de cultivo depende de la frecuencia de las precipitaciones, el K_c aumenta desde la brotación hasta alcanzar un máximo dos meses después, a partir de ese máximo el K_c se mantiene constante hasta el otoño, reduciéndose hasta la entrada en reposo. En los de hoja perenne, como los cítricos y el olivo los coeficientes K_c invernales son superiores que en los de hoja perenne. En el caso del olivo Pastor y Orgaz (1994) han dado los siguientes valores para el olivo con un 60% de cobertura:

K_c para el olivo (Pastor y Orgaz) los valores van de enero a diciembre

Enero F M A M J J A S O N Diciembre

0,50 0,50 0,65 0,60 0,55 0,50 0,45 0,45 0,55 0,60 0,65 0,50

Se puede observar como se alcanzan valores máximos en los meses de noviembre y marzo, y mínimos en el verano.

Los dos principales problemas en la aplicación del método de la FAO son el cálculo del Kc de inicio, y la fijación de la duración de las distintas fases del cultivo.

Se puede fijar el valor de Kc inicial (Villalobos et al., 2002) a partir del intervalo medio entre lluvias (IL) y la evapotranspiración media durante la fase inicial ET_{oi} (mm/día). Donde IL se calcula como:

$$IL = 1 / [0,75 \cdot fw \cdot (1-fw)]$$

fw : es la frecuencia media de días de lluvia del período considerado.

$$fw = (\text{número de días de lluvia}) / (\text{número días del periodo fijado})$$

En función del valor IL se calcula el valor de Kc para el inicio. Si el valor de IL es inferior a 4 se emplea la formulación:

$$Kc \text{ inicio} = [(1,286 - 0,27 \cdot \ln IL) \cdot \exp((-0,001 - 0,042 \cdot \ln IL) \cdot ET_{oi})] \text{ Para } IL < 4$$

Si el valor de IL es 4 o superior a 4, se emplea la formulación:

$$Kc \text{ inicio} = [2 \cdot (IL)^{-0,49} \cdot \exp((-0,02 - 0,04 \cdot \ln IL) \cdot ET_{oi})] \text{ Para } IL \geq 4$$

La fijación de la duración de las distintas fases del cultivo puede variar notoriamente para el mismo cultivo en función de cómo vengán las temperaturas en dicho año, y también variará para las diferentes variedades de una especie. Podemos tomar los valores reflejados en Villalobos et al. (2002).

Tabla: valores indicativos de la duración de las cuatro fases en el cálculo de Kc. La tabla debe emplearse con precaución ya que la duración real de las fases dependerá de la zona, las temperaturas de cada año y las diferencias varietales. Para el viñedo y frutales de hoja caduca se distingue el Sur y el Norte de la Península. Fuente: Villalobos et al., 2002.

CULTIVO	SIEMBRA	DURACION 4 FASES
Cereales invierno	Nov-Dic	20-60-70-30
Cereales primavera	Mar-Abr	20-30-60-40
Maíz	Mar-Abr	30-40-50-30
Sorgo	Abr-May	20-35-40-30
Calabacín	May	25-35-25-15
Cebolla	Oct	20-35-110-45
Cebolla	Abr	15-25-70-40
Col	Oct-Nov	30-35-90-40
Lechuga	Oct-Nov	25-35-30-10
Lechuga	Abr	20-30-15-10
Melón	Mar	30-30-50-30
Patata	Abr	30-35-50-30
Pepino	May	20-30-40-15

Pimiento	Abr	30-35-40-20
Tomate	Abr-May	35-40-50-30
Zanahoria	Oct-Nov	20-30-40-20
Cacahuete	May	35-45-35-25
Guisante fresco	Nov	20-30-35-15
Habas	Nov	30-45-65-40
Judía grano	Jun	15-25-35-20
Lenteja	Abr	20-30-60-40
Soja	May	20-35-60-25
Algodón	Mar-Abr	30-50-60-55
Girasol	Abr	25-35-45-25
Girasol	Feb	45-40-60-25
Remolacha azucarera	Oct-Nov	45-75-80-30
Remolacha azucarara	May	25-35-50-50
Platanera	Feb	120-60-180-5
Frutal hoja caduca (1)	Mar	30.50-130-30
Viña (1)	Mar	20-50-75-60
Frutal hoja caduca (2)	Mar	20-70-90-30
Viña (2)	May	20-50-90-120