

## **CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO (ET<sub>c</sub>) MEDIANTE EL USO DE COEFICIENTES (K<sub>c</sub>).**

### ***Necesidades de Agua de un Cultivo***

La necesidad de agua de un cultivo, se refiere a la cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por la evaporación y transpiración (evapotranspiración). A pesar de que los valores de la evapotranspiración y de las necesidades de agua del cultivo son idénticos; sus definiciones son diferentes: Mientras que la necesidad de agua de un cultivo se refiere a la cantidad de agua que necesita aplicar como riego o bien que se obtiene como lluvia, la evapotranspiración de un cultivo se refiere a la cantidad de agua perdida a través de la evaporación y transpiración, como se mencionó anteriormente.

### ***Necesidad de riego o precipitación***

Entonces, la necesidad de riego representa la diferencia entre la necesidad de agua del cultivo y la precipitación efectiva. Adicionalmente el requerimiento de agua de riego debe incluir agua adicional para el lavado de sales, y para compensar la falta de uniformidad o eficiencia en la aplicación de agua.

### ***Evapotranspiración del Cultivo***

Se puede calcular la evapotranspiración de un cultivo a partir de datos climáticos, integrando además los factores de resistencia propios de cada cultivo.

La FAO en su estudio de Riego y Drenaje No 56, recomienda el método de Penman-Monteith para la estimación de la evapotranspiración de referencia (E<sub>Tr</sub>), a partir de datos climatológicos, tal como se realiza en el SIMARBC, cuyas estaciones agroclimatológicas automatizadas, proporcionan la información sobre temperatura del aire, humedad atmosférica, radiación y velocidad del viento además de la localización del sitio.

Las diferencias en evaporación y transpiración entre los cultivos sembrados y la evapotranspiración de referencia, pueden ser integradas en un coeficiente único del cultivo (K<sub>c</sub>) o separadas en dos coeficientes: un coeficiente basal del cultivo (K<sub>cb</sub>) y un coeficiente de evaporación del suelo (K<sub>e</sub>), por lo que  $K_c = K_{cb} + K_e$ . El procedimiento a seguir dependerá del propósito de los cálculos, la exactitud requerida y la información disponible.

### ***Enfoque del coeficiente del cultivo***

De acuerdo al enfoque del coeficiente del cultivo, la evapotranspiración del cultivo ET<sub>c</sub> se calcula como el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia, E<sub>Tr</sub> y el coeficiente del cultivo K<sub>c</sub>:

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

Donde:

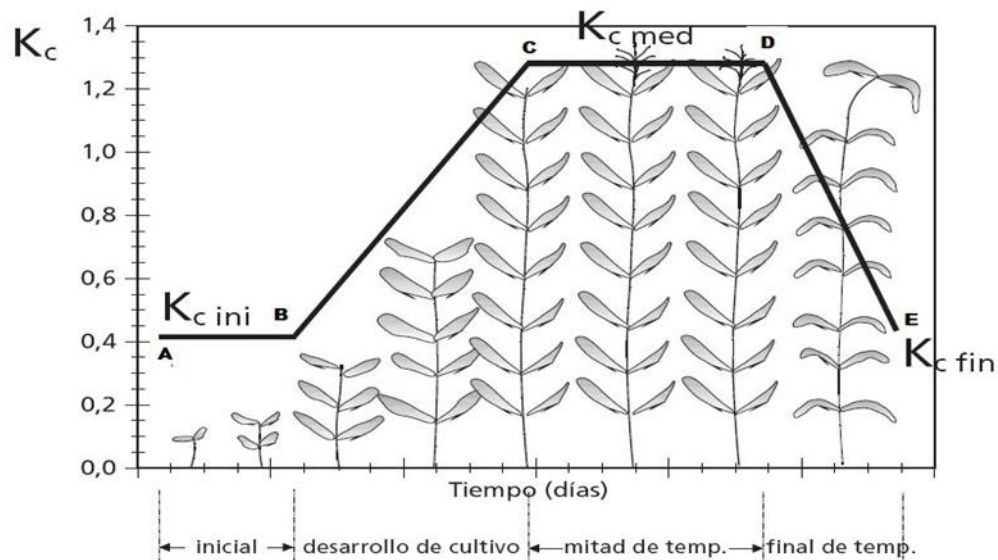
$$ET_c = \text{Evapotranspiración del cultivo [mm d}^{-1}\text{]}$$

$$K_c = \text{Coeficiente del cultivo [adimensional]}$$

$$E_{Tr} = \text{Evapotranspiración de referencia [mm d}^{-1}\text{]}$$

El cálculo de la evapotranspiración del cultivo bajo estas condiciones supone que no existen limitaciones de ningún tipo en el desarrollo de los mismos. Que no existe ninguna limitación debida a estrés hídrico o salino, densidad del cultivo, plagas y enfermedades, presencia de malezas o baja fertilidad.

Debido a las variaciones en las características propias del cultivo durante las diferentes etapas de crecimiento,  $K_c$  cambia desde la siembra hasta la cosecha. En la siguiente figura se presenta en forma esquemática, dichos cambios.



**1 Curva generalizada de Coeficiente de Cultivo  $K_c$ , fuente: Estudios FAO Riego y Drenaje 56**

Los efectos combinados, tanto de la transpiración del cultivo, como de la evaporación del suelo se integran en este coeficiente único del cultivo. Así El coeficiente  $K_c$  incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo, constituyendo una excelente herramienta para la planificación del riego y la programación de calendarios básicos de riego en periodos mayores a un día.

El procedimiento de cálculo de la evapotranspiración del cultivo, entonces sería el siguiente:

1. identificar las etapas de desarrollo del cultivo, determinando la duración de cada etapa y seleccionando los valores correspondientes de  $K_c$ .
2. Ajustar los valores de  $K_c$  seleccionados según la frecuencia de riego o las condiciones climáticas durante cada etapa.
3. Construir la curva del coeficiente del cultivo (permite la determinación de  $K_c$  para cualquier etapa durante su período de desarrollo).
4. Calcular  $ET_c$  como el producto de  $ET_p$  y  $K_c$ .

Cuadro 1.- Coeficientes (Kc). Para algunos de los principales cultivos cosechados en Baja California.

Cultivo	% Ciclo Vegetativo			Kc			
	B	C	D	B	C	D	E
Algodón	15	25	85	0.35	0.95	0.95	0.50
Maíz (grano)	20	45	75	0.20	1.05	1.05	0.60
Maíz (forraje)	20	45	100	0.20	1.00	1.00	1.00
Trigo, Cebada	20	45	75	0.33	1.10	1.10	0.15
Cártamo	17	45	80	0.20	1.05	1.05	0.25
Sorgo	16	42	75	0.20	1.05	1.05	0.50
Melon	21	50	83	0.80	0.95	0.95	0.75
Remolacha azucarera	15	45	80	0.20	1.15	1.15	0.95
Sandía	20	50	75	0.80	1.00	1.00	0.75
Girasol	20	45	80	0.20	1.10	1.10	0.40
Alfalfa (annual)	7	30	100	0.40	1.15	1.15	0.40
Papa	20	45	78	0.80	1.10	1.10	0.70
Tomate	25	50	80	0.30	1.10	1.10	0.65
Espárrago	12	25	95	0.25	1.00	1.00	0.25
Broccoli	20	50	83	0.30	1.00	1.00	0.80
Col	25	63	88	0.30	1.00	1.00	0.85
Zanahoria	20	50	83	0.85	0.95	0.95	0.80
Apio	15	40	90	0.80	0.95	0.95	0.95
Pepino	19	47	85	0.80	0.85	0.85	0.85
Lechuga	25	65	90	0.80	0.80	0.80	0.80
Cebolla	10	26	75	0.80	1.00	1.00	0.75
Cebollín	25	70	90	0.80	1.00	1.00	0.90
Chile, Pimiento	20	45	85	0.80	1.00	1.00	0.85
Rábanos	20	45	85	0.80	0.85	0.85	0.75
Espinacas	33	67	92	0.80	0.95	0.95	0.90
Calabaza	20	50	80	0.52	0.90	0.90	0.70
Fresas	15	45	80	0.20	0.70	0.70	0.70
Pasto (forrajes)	25	50	75	0.95	0.95	0.95	0.95
Almendra	0	50	90	0.55	1.05	1.05	0.65
Kiwi	0	22	67	0.30	1.05	1.05	1.00
Manzano	0	50	75	0.55	1.05	1.05	0.80
Vid (Viñedos)	0	25	75	0.45	0.80	0.80	0.35
Frutales de hueso	0	50	90	0.55	1.05	1.05	0.65
Nogales	0	50	75	0.55	1.05	1.05	0.80
Aguacate	0	33	67	0.70	0.70	0.70	0.70
Cítricos	0	33	67	1.00	1.00	1.00	1.00
Cítricos (semiárido)	0	33	67	0.90	0.90	0.90	0.90
Palma Datilera	0	33	67	0.95	0.95	0.95	0.95
Coníferas (Pinos, etc)	0	33	67	1.15	1.15	1.15	1.15
Olivos	0	33	67	0.80	0.80	0.80	0.80

Fuente: BISms spanish versión R.L. snyder *et al* ([http://biomet.ucdavis.edu/irrigation\\_scheduling/bis/BIS.htm](http://biomet.ucdavis.edu/irrigation_scheduling/bis/BIS.htm))