

Capítulo **IV**

Necesidad de agua de los cultivos



CÓMO DETERMINAMOS LA NECESIDAD DE AGUA DE LOS CULTIVOS

La evaporación del agua está dada según el sitio o lugar donde la midamos, y esta depende de muchos factores como: horas luz, temperatura, viento, humedad ambiente, altura, entre otros. Los datos de evaporación se pueden obtener de la estación meteorológica más cercana; ésta se determina midiendo la altura de agua perdida en un tanque de agua, en milímetros. Cada milímetro equivale a un litro por metro cuadrado o 10 metros cúbico por hectárea.

La cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por evapotranspiración de un campo cultivado, se define como requerimiento de agua del cultivo. Aunque los valores para **ETc** (evapotranspiración del cultivo) y requerimiento de agua del cultivo son idénticos, **el requerimiento de agua del cultivo** se refiere a la cantidad de agua que necesita ser suplida, mientras que la **ETc** se refiere a la cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración. **El requerimiento de agua de riego** generalmente, se refiere a la diferencia entre el requerimiento del cultivo y la precipitación efectiva. El requerimiento de agua de riego, también incluye agua adicional para el lavado de sales y para la compensación por la no uniformidad de la aplicación del agua.

La **ETc** puede ser calculada directamente utilizando parámetros climáticos e integrando directamente la resistencia del cultivo, el albedo (fracción de la radiación

solar que es reflejada por una superficie; coeficiente de reflejo de la vegetación, generalmente 0.23) y factores de resistencia del aire en el método de Penman Montieth. Como en la actualidad existe una considerable falta de información para diferentes cultivos, el método de Penman Montieth, es usado para la estimación de la superficie de referencia para determinar su tasa de evapotranspiración, esto es su **ETo**.

Coeficientes experimentales, llamados Coeficientes del Cultivo (**Kc**), son usados para relacionar la **ETc** con la **ETo** ya que $ETc = ETo \times Kc$. El **Kc** cambia según el estadio de la planta, es usualmente menor que 1; pero alcanza valores de hasta 1.2 cuando está en floración (Cuadro 4).

Para fines y efectos del cálculo del requerimiento de agua de un cultivo, se utiliza la ecuación presentada a continuación:

$$ETc = ETo \times Kc$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo de interés, expresada en mm/día, mm/mes, mm/semana, etc.

ETo = Evapotranspiración del cultivo de referencia, expresada en mm/día, mm/mes, mm/semana, etc.

Kc = Coeficiente del cultivo

Región	Temperatura Media Diaria (°C)		
Trópico y Sub Trópico	5 – 10	10 – 30	> 30
Húmedo y Sub Húmedo	2 - 3	3 – 5	5 – 7
Árido y Semi Árido	2- 4	4 - 6	6 – 8
Templado	5 – 10	10 – 30	> 30
Húmedo y Sub Húmedo	1 – 2	2 – 4	4 – 7
Árido y Semi Árido	1 - 3	4 - 7	6 – 9

Cuadro 2. Valores típicos de ETo, en mm/día, para diferentes regiones agroclimatológicas.

¿CÓMO OBTENEMOS LA ETO?

► Método de la Pana de Evaporación

Los valores de evaporación de panas llenas con agua es fácilmente accesible. En la ausencia de lluvia, la cantidad de agua evaporada durante un período (mm/día) corresponde con el descenso en la lámina de agua de ese mismo período. Las panas proveen una medición del efecto integrado de la radiación, del viento, de la temperatura y de la humedad en la evaporación ocurrida en una superficie de agua expuesta al ambiente. Aunque la pana responde de manera similar a los mismos factores climáticos que afectan la transpiración del cultivo, varios factores producen diferencias significativas entre la pérdida de agua desde una superficie de agua y la de un cultivo.

El reflejo de la radiación solar desde el agua en una pana poco profunda puede ser diferente del 23% que se asume, ocurre en una superficie de referencia de grama. El almacenamiento del calor en la pana puede ser apreciable y causar evaporación significativa durante la noche, momento durante el cual la mayoría de

cultivos no transpira a la misma tasa que lo hace de día. También hay diferencias en la turbulencia, temperatura y humedad del aire inmediatamente arriba de las respectivas superficies. La transferencia de calor a través de los lados de la pana ocurre y puede afectar el balance de energía. Sin tomar en cuenta las diferencias que existen entre la evaporación de la pana y la evapotranspiración de un suelo cultivado, el uso de las panas para pronosticar la ETo para períodos de 10 días o más puede estar garantizado. La evaporación de la pana está relacionada con la evapotranspiración de referencia por un coeficiente empíricamente derivado llamado Coeficiente de la Pana (Kp).

$$ET_c = E_{To} \times K_p$$

Donde:

E_{To} = evapotranspiración de referencia, en mm/día.

K_p = coeficiente de la pana

E_{pan} = evaporación de la pana, en mm/día.

► Pana de Evaporación Clase A

Es un tanque circular (Figura 5), con 120.7 cm de diámetro y 25 cm de altura. Se hace de hierro galvanizado, calibre 22. Se monta sobre una tarima o plataforma de madera instalada 15 cm sobre la superficie del suelo. El suelo debe quedar a no menos de cinco cm del fondo de la pana, la cual debe quedar nivelada. Se llena con agua hasta 5 cm por debajo del aro superior y no debe bajar a menos de 7.5 cm de éste. El agua debe ser cambiada, por lo menos una vez a la semana, para eliminar la extrema turbidez. Si es galvanizada, se debe pintar anualmente con pintura de aluminio. Las panas deben estar protegidas por cercas, para evitar que entren animales a tomar agua. Preferiblemente, el sitio debe estar cubierto de grama, 20 m × 20 m, abierto por todos lados para permitir la libre circulación del aire, ubicado en el centro o en el lado de sotavento de grandes superficies cultivadas.

Las lecturas se toman diariamente, temprano por la mañana, a la misma hora que se mide la precipitación. Las medidas se hacen en un cilindro estabilizador dentro de la pana, cerca de la orilla. Este cilindro, es de aproximadamente 10 cm de diámetro y 20 cm de altura con un agujero en el fondo.

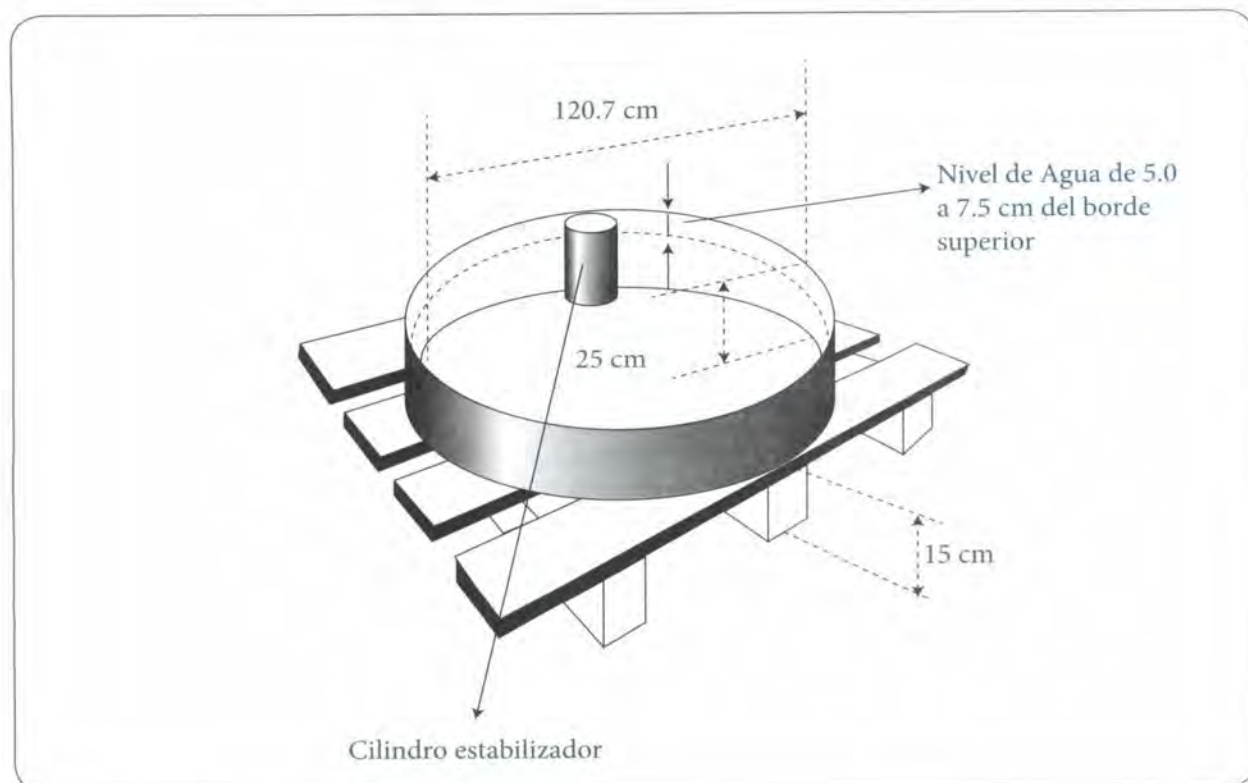


Figura 2. Pana o tanque de Evaporación Clase A.

Distancia a barvolento a la cual cambia la cobertura	Velocidad del viento		Humedad relativa media		
	km/día	m/s	<40	40-70	>70
			K(tan)		
1	<175	<2	0.55	0.65	0.75
	175-425	2-5	0.50	0.60	0.65
	425-700	5-8	0.45	0.55	0.60
	>700	>8	0.40	0.45	0.50
10	<175	<2	0.65	0.75	0.85
	175-425	2-5	0.60	0.70	0.75
	425-700	5-8	0.55	0.60	0.65
	>700	>8	0.45	0.55	0.60
100	<175	<2	0.70	0.80	0.85
	175-425	2-5	0.65	0.75	0.80
	425-700	5-8	0.60	0.65	0.70
	>700	>8	0.50	0.60	0.65
1000	<175	<2	0.75	0.85	0.85
	175-425	2-5	0.70	<u>0.80</u>	<u>0.80</u>
	425-700	5-8	0.65	0.70	0.75
	>700	>8	0.55	0.60	0.60

Cuadro 3. Coeficientes Kp, en el caso de una Pana o Tanque de Evaporación Clase A, para diferentes cubiertas y niveles de humedad relativa media, con vientos.

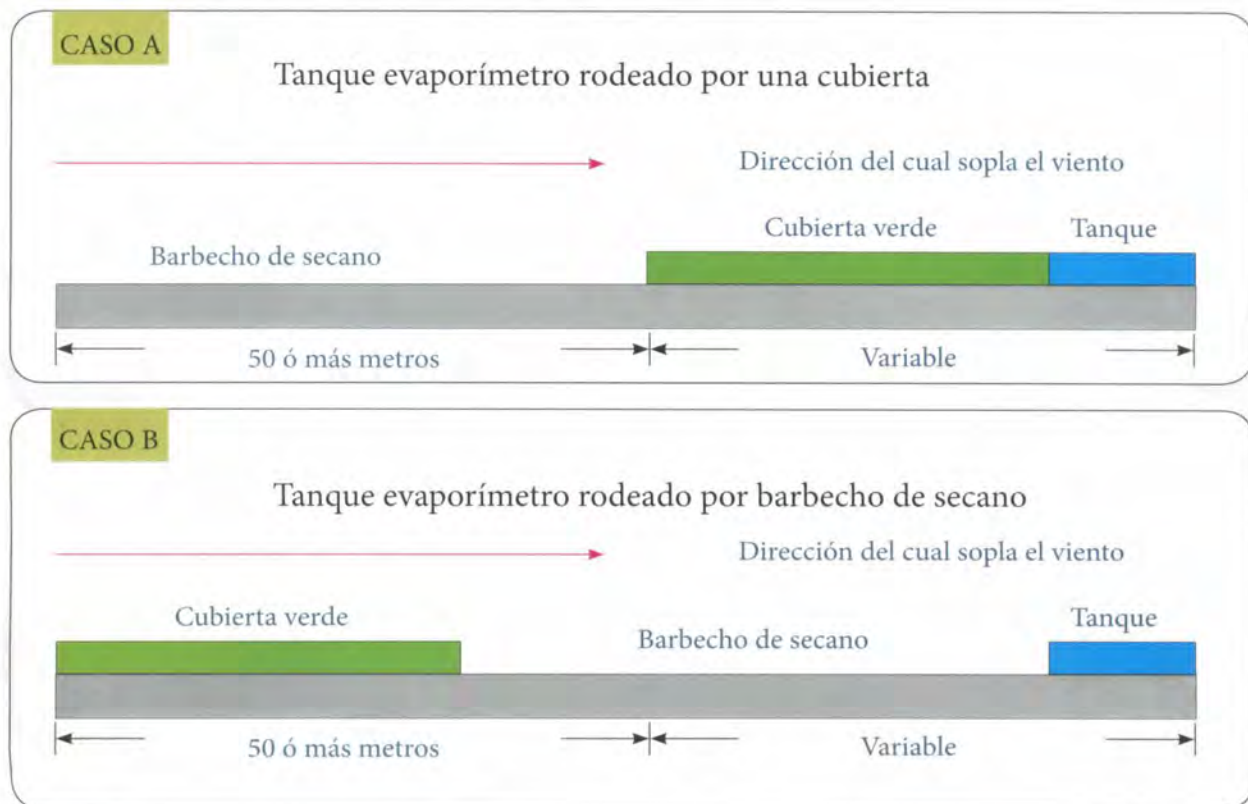


Figura 6. Disposición del tanque evaporímetro

EL COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc)

La mayoría de los efectos de varios parámetros climáticos se han incorporado ya en la estimación de la ETo. Por lo tanto, si la ETo representa un índice de demanda climática, el Kc varía, predominantemente, junto con las características específicas del cultivo y solo hasta un límite, con el clima. Esto lo que permite es la transferencia de valores estándar de Kc entre localidades y entre climas, por lo que se considera la razón primordial de su aceptación a nivel mundial.

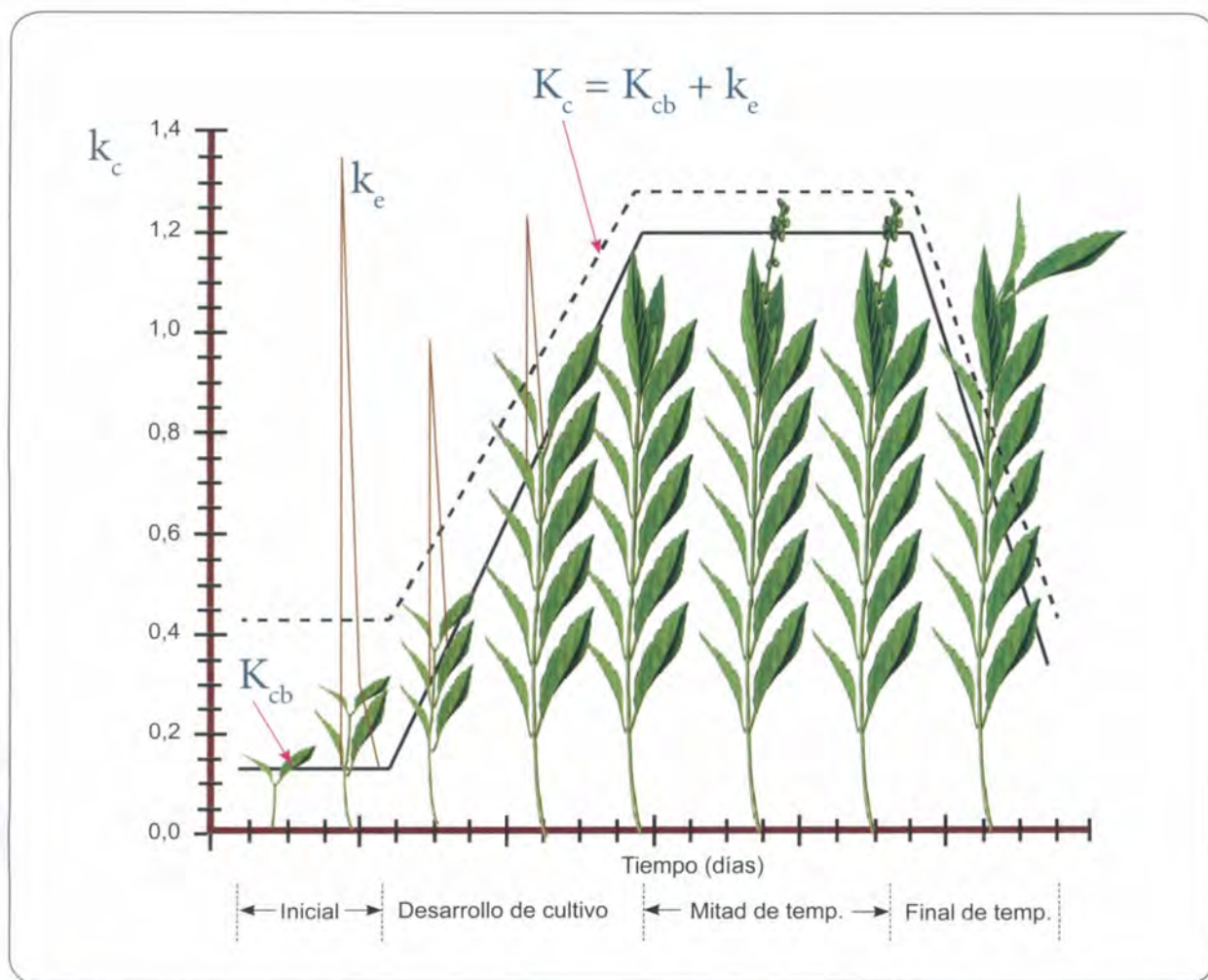


Figura 7. Kc de un cultivo, la necesidad de agua de acuerdo a su etapa fenológica.

En el cuadro 4, se muestran algunos datos de Kc para diferentes cultivos. Para obtener el dato de consumo total de agua deberemos multiplicar el dato de ETo por día por el Kc seleccionado.

Valores del coeficiente de cultivo (Kc) para distintos cultivos herbáceos y hortícolas

Valores de Kc para cultivos herbáceos y hortícolas				
Fase de cultivo				
	Inicial	Desarrollo	Media	Maduración
Algodón	0.45	0.75	1.15	0.75
Berenjena	0.45	0.75	1.15	0.80
Cebada	0.35	0.75	1.15	0.45
Girasol	0.35	0.75	1.15	0.55
Judía verde	0.35	0.70	1.10	0.30
Lechuga	0.45	0.60	1.00	0.90
Maíz	0.40	0.80	1.15	0.70
Melón	0.45	0.75	1.00	0.75
Papa	0.45	0.75	1.15	0.85
Pimiento	0.35	0.70	1.05	0.90
Remolacha	0.45	0.80	1.15	0.80
Soja	0.35	0.75	1.10	0.60
Sorgo	0.35	0.75	1.10	0.65
Tabaco	0.35	0.75	1.10	0.90
Tomate	0.45	0.75	1.15	0.80
Trigo	0.35	0.75	1.15	0.45
Zanahoria	0.45	0.75	1.05	0.90

Cuadro 4. Existen tablas para todos los cultivos.

Ejemplo práctico para saber qué cantidad de agua aplicar y en ¿cuánto tiempo?

Pensemos en una zona como el Valle del Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras a 800 msnm donde, la ETo máxima en abril es de 6.9 mm/día y el coeficiente (Kc), máximo para el cultivo del tomate es de 1.15 en la fase media del cultivo, (Cuadro 4), con la fórmula recomendada por la FAO se tendría lo siguiente:

$$ET_c = ETo \times Kc$$

Donde:

$ET_c = 6.9 \text{ mm/día} \times 1.15$ (constante de Kc) = **7.93** Redondeando se tendría **8 mm/día**
Entonces **8 mm/día** es la cantidad que realmente necesita el cultivo en la etapa de mayor demanda.

Es aconsejable que estos cálculos se hagan más detallados por periodos de una semana hasta 10 días. Al inicio el Kc está en el rango 0.35 a 0.45 (cuadro 4), esto multiplicado por la ETo, por cada etapa de crecimiento del cultivo, da los requerimientos de agua de la planta. Hay que calcular también los requerimientos de riego.

Para que un cultivo reciba la cantidad necesaria de agua se requiere un poco más de este líquido, lo que se denomina Lámina Bruta de Riego. Esta cantidad depende del sistema que se tenga. Para el goteo estimamos una eficiencia (Er) del 90 al 95%, con esta eficiencia obtenemos la cantidad de milímetros que debemos aplicar, de la siguiente manera:

$$\text{Requerimiento de riego (RR) o Lámina Bruta (db)} = ET_c / \text{Eficiencia} \times 100$$

Donde:

RR o db = 8 mm (ETc)/90 (Eficiencia estimada 90%) $\times 100 = 8.88 = 9 \text{ mm}$, se deja en número redondo.

Con el dato anterior podemos obtener el volumen de agua por planta (G).

$$G = (db/f) \times Sp \times Si$$

Donde:

RR o db = Requerimiento de riego o lámina bruta, que sería 9 mm.

f = es la frecuencia de riego. En goteo este valor usualmente es 1(unos), lo que significa que se regará todos los días, solo durante el periodo de lluvias puede cambiar esta frecuencia.

Sp = es el espaciamiento entre plantas, que sería de 0.35 m, 35 cm

Sl = es el espaciamiento entre laterales de riego, que sería de 1.5 m entre lateral.

$$G = (9\text{mm}/1.0 \text{ días}) \times 0.35\text{m} \times 1.5 = 4.72$$

G = 4.72 litros/planta/día

Ahora necesito saber ¿cuánto tiempo debo regar para darle a la planta esta cantidad de agua?, a esto se le llama **Tiempo de aplicación (Ta)**:

$$Ta = \frac{G}{Np \times qa}$$

Donde:

G = es el volumen de agua por planta, que es 4.72 L/planta/día

Np = Puntos de emisión por planta, este se obtiene de la siguiente manera:

Np = Sp/Se

Donde:

Sp = es el espaciamiento entre plantas = 0.35 m

Se = espaciamiento entre goteros sobre el lateral = 0.20 (estamos asumiendo que se tiene una cinta de goteo de 8 milésimas de grosor de pared, con espaciamiento entre goteros de 20 cm).

Np = 0.35 / 0.20

Np = 1.75

qa = es el caudal nominal del gotero de lateral de riego, asumimos que tenemos una cinta T-TAPE y el gotero tiene una descarga de **0.99 L/h (qa = 0.99L/h)** por gotero a una presión de trabajo de 10 libras por pulgada cuadrada (PSI).

Entonces el **Tiempo de aplicación de agua** sería:

$$Ta = 4.72 \text{ L/planta/día} / 1.75 \times 0.99$$

$$Ta = 2.72 = 2 \text{ horas con 45 minutos}$$

Para efectos prácticos de riego, en un suelo muy arenoso puedo dividir este tiempo de riego en dos, tres o más momentos durante el día, de 1 hora con 22 minutos si lo dividimos en dos turnos, y 55 minutos si lo regamos en tres turnos. Si el suelo a regar es franco, puedo realizar un solo riego de 2 h con 45 minutos.

Aunque este dato pueda parecer un poco alto, debemos recordar que se obtuvo calculando con el dato más alto de ET_o , en uno de los meses más secos, abril, y la fase de cultivo de mayor demanda. En la época de lluvia este valor bajará drásticamente, ya que la precipitación suplirá todo o la mayor parte del requerimiento del cultivo en el día. Para el mismo cultivo, tomate, pero en el mes de enero, la ET_o más baja es 4.8 mm, en una etapa inicial de cultivo con un K_c de 0.45, resumiendo todos los cálculos del ejercicio anterior nos daría los siguientes resultados:

$$ET_c = 2.16$$

Entonces el **Tiempo de aplicación de agua** sería:

$$Ta = 4.72 \text{ L/planta/día} / 1.75 \times 0.99$$

$$Ta = 2.72 = 2 \text{ horas con 45 minutos}$$

Para efectos prácticos de riego, en un suelo muy arenoso puedo dividir este tiempo de riego en dos, tres o más momentos durante el día, de 1 hora con 22 minutos si lo dividimos en dos turnos, y 55 minutos si lo regamos en tres turnos. Si el suelo a regar es franco, puedo realizar un solo riego de 2 h con 45 minutos.

Aunque este dato pueda parecer un poco alto, debemos recordar que se obtuvo calculando con el dato más alto de ET_o , en uno de los meses más secos, abril, y la fase de cultivo de mayor demanda. En la época de lluvia este valor bajará drásticamente, ya que la precipitación suplirá todo o la mayor parte del requerimiento del cultivo en el día. Para el mismo cultivo, tomate, pero en el mes de enero, la ET_o más baja es 4.8 mm, en una etapa inicial de cultivo con un K_c de 0.45, resumiendo todos los cálculos del ejercicio anterior nos daría los siguientes resultados:

$$ET_c = 2.16$$

$$\text{Requerimiento de riego (RR) o Lámina Bruta (db)} = 2.4 \text{ mm}$$

$$\text{Volumen de agua por planta (G)} = 1.26 \text{ L/planta/día}$$

$$\text{Tiempo de aplicación de agua (Ta)} = Ta = G \div Np \times qa$$

$$Ta = 1.26 \text{ L/planta/día} \div 1.75 \times 0.99 \text{ L/hr}$$

$$Ta = 0.713 \text{ horas} = 45 \text{ minutos}$$

Este dato parece bajo, pero recordemos que es una etapa inicial del cultivo donde requiere menos agua y en un mes donde la ETo es más baja que en el verano.

En estos dos ejemplos no podemos tener una RECETA de 2 horas por día, como es común escuchar a muchos técnicos e instituciones que dan recomendaciones de riego a los productores, la fase inicial y final siempre requieren menos agua que la etapa de desarrollo y media. Si promediamos a 2 horas de riego por día, estaremos aplicando agua de más al inicio y final del cultivo, esto estaría elevando los costos de riego si tenemos motobomba para regar y estaríamos desperdiciando una porción del agua, debemos recordar que el agua es un recurso natural sumamente valioso para la vida de todos nosotros, para la producción animal y la producción de cultivos.

Por el contrario estaremos dándole menos agua en las etapas intermedias, esto lleva a un estrés de la planta, repercutiendo en la reducción de los rendimientos y calidad de fruto.

Cultivo	Total del ciclo	Inicial	Desarrollo	Media	Final
Berenjena	150	30	40	50	30
Repollo	90	20	25	35	15
Guisante	90	15	25	35	15
Lechuga	70	15	25	15	15
Maíz Dulce	80	20	25	25	10
Maíz Grano	120	20	35	40	30
Papa	90	20	30	30	15
Pepino	95	20	25	35	15
Chile dulce	125	20	35	40	25
Rábano	35	5	10	15	5
Sorgo	120	20	30	40	30
Tomate	115	20	40	35	20
Zanahoria	110	20	35	35	20

Cuadro 5. Duración en días de cada fase para distintos cultivos.

Los datos presentados en esta tabla son una referencia, dependiendo de la época del año, variedad, clima, altura sobre el nivel del mar y manejo, estos valores pueden cambiar. Conociendo la demanda de agua del cultivo y en cuanto tiempo suplimos esta necesidad, se debe conocer si la fuente de agua tiene un caudal suficiente para cubrir las necesidades de agua del cultivo, por ejemplo, para 1.0 Mz de tomate, **¿puedo regar toda la Manzana de una vez o tengo que dividirla en secciones?**.

Siguiendo con el ejemplo del cultivo del tomate, asumiendo un suelo **Franco** y tomando el dato hipotético del aforo de fuente que se muestra al inicio del manual, en la sección de fuentes de agua y aforo sabemos que la fuente tiene un caudal de 6,804 L/hr, entonces: Necesidad de agua del cultivo:

$$G = 4.72 \text{ L/planta/día}$$

Tiempo de riego para cubrir esta demanda de agua (T_a), esto es en cuantas horas regaremos todo el lote sembrado:

$$T_a = 2.72 \text{ hrs} = 2 \text{ hrs con } 45 \text{ minutos}$$

Si dividimos el consumo total de la planta en el día (G) que se expresa en L/planta/día, entre el tiempo en que se suple esta demanda (T_a) que se expresa en horas, según las características de la cinta de goteo. Obtendremos el consumo de la planta por hora.

$$\text{Consumo de la planta por hora} = 4.72 \frac{\text{L /día}}{\text{Planta}} \div \frac{2.72 \text{ hrs}}{2.72 \text{ hrs}}$$

$$\text{Consumo de la planta por hora} = 1.73 \frac{\text{L}}{\text{hr}} \text{ por hora}$$

Con estos datos puedo obtener el número de secciones o turnos de riego del sistema.

$$\text{Cantidad de turnos de riego} = \frac{\text{Requerimientos de agua de cultivo } \left(\frac{\text{L}}{\text{hr}} \right)}{\text{Capacidad de la Fuente de Agua } \left(\frac{\text{L}}{\text{hr}} \right)}$$

Si conocemos:

Población de plantas/mz:

- Una mz tiene **7000 m²**, es decir **84 m largo × 84 m ancho** aproximadamente, si fuera 1.0 mz²
- Distanciamiento entre surco o cama = **1.5 m**
- Distanciamiento entre planta = **0.35 m**
- Número de camas = 84 m de ancho / 1.5 m entre camas = **56 camas**
- Número de plantas por cama = 84 m de largo de cama / 0.35 m entre planta = **240 plantas por cama**
- Total de plantas por manzana = 56 camas × 240 plantas por cama = **13,440 plantas/mz.**

Consumo de agua por planta = 1.73 L/hr/planta

Requerimiento total de agua del cultivo en 1 mz:

13,440 plantas/mz × 1.73 L/hr/planta = **23,251 L/hr/mz**

Capacidad de la fuente = 6,804 L/hr

$$\text{Cantidad de turnos de riego} = \frac{23,251 \text{ L/hr}}{6,804 \text{ L/hr}}$$

N° de Turnos de riego=3.42 = 4 Turnos o secciones, redondeamos al valor más alto.

El resultado obtenido nos indica que dividiremos la manzana en cuatro turnos de riego y cada turno de riego durará el valor del tiempo de aplicación (T_a) = 2 horas con 45 minutos, para regar toda la manzana se necesitan **11 horas**, este es el **tiempo total de riego**. Este tiempo de 11 hr resulta alto, pero recordemos que estamos regando de una fuente de agua pequeña y por diferencial de altura, con una fuente de agua más grande y un sistema de bombeo este valor bajaría probablemente a la mitad. También se tomaron los datos más altos de demanda de agua del cultivo, el mes de abril y la etapa del cultivo con mayor consumo de agua. Para los cálculos anteriores se asumió un punto de humedad del suelo debajo del margen de seguridad, sin haber lluvia.

Recordemos que el secreto del riego es dotar a la planta en forma intermitente del agua que consume continuamente, por esta razón en goteo la **frecuencia de riego es 1 (uno)**, es decir un día, entendiendo esto que se debe regar todos los días (durante el verano), tal y como lo vemos en la figura 7. Para llegar a suplir esta necesidad de agua es necesario tomar en cuenta todos los aspectos mencionados anteriormente como la frecuencia de riego, turnos de riego, horas de riego, etc.

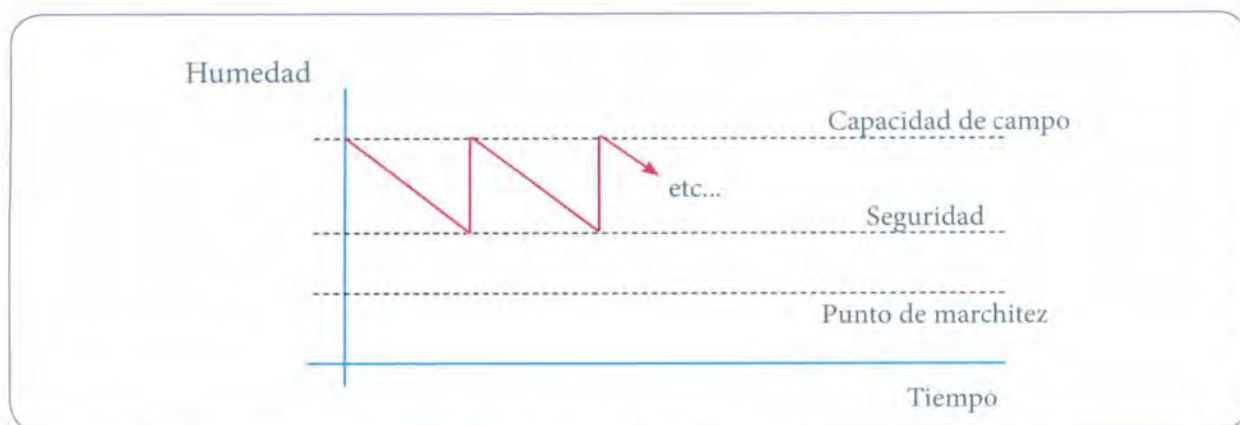


Figura 7. Dotación de agua al cultivo el secreto del riego.

MÉTODOS Y HERRAMIENTAS PARA DETERMINAR LA HUMEDAD DEL SUELO

La humedad del suelo es una propiedad física muy importante; en la agricultura es determinante puesto que de ella dependerán muchas de las decisiones que tomemos sobre nuestros cultivos, así como también nos permite conocer el estado en el que se encuentra el suelo y lo que podemos hacer con éste. El agua del suelo se encuentra en forma de una película que rodea las partículas del suelo. La película es gruesa cuando hay bastante humedad en el suelo y por el efecto de unas fuerzas externas de absorción (absorción por la raíz de la planta y evaporación) disminuye el espesor de la película.

► Tensión de humedad de agua del suelo

La tensión de humedad es una medida que sirve para medir la fuerza con la cual está retenida el agua a las partículas del suelo. Cuando aumenta la tensión disminuye el espesor de la película de agua. Es más fácil extraer agua de películas gruesas de humedad, pero es necesaria una tensión elevada para extraer agua de películas delgadas.

► Tensiómetro

Un tensiómetro es un instrumento que indica el estado de la humedad del suelo. Nos sirven para evaluar el esfuerzo que deben llevar a cabo las raíces para absorber el agua disponible. El tensiómetro es un tubo alargado que en uno de sus extremos cuenta con una cápsula porosa, generalmente fabricada en cerámica, permitiendo intercambiar humedad entre la tierra y el tubo, así nosotros podamos obtener una medida para poder tomar una decisión.



Foto 1. Tensiómetro.

La unidad de medida comúnmente usada en los aparatos que encontramos en nuestro medio para medir esta tensión es el **Centibar (cb)**, o sea, la centésima parte de un bar. Los tensiómetros funcionan en el rango de 0 a 100 cb, que corresponde al 100% de la humedad aprovechable aproximadamente.

Los tensiómetros se usan en agricultura, invernaderos, plantaciones frutales, etc. Tienen un empleo más profesional en horticultura comercial, siendo más populares otro tipo de sensores de humedad en jardines particulares, huertos, frutales, etc.

Como podemos deducir, un tensiómetro es un aparato muy útil, que manejado de forma adecuada nos indica el momento oportuno para aplicar riego y su duración.

► Funcionamiento

Cuando el tensiómetro es instalado en un suelo seco, la tensión de humedad que ejerce el suelo se transmite a través de los poros de la cerámica (el suelo **trata de quitarle** agua al tensiómetro) y se produce un vacío dentro del cuerpo del instrumento. Entre más seco esté el suelo, más vacío se produce dentro del tensiómetro. Cuando se aplica un riego, ocurre el fenómeno contrario y el vacío dentro del cuerpo del instrumento disminuye.

Como mencionamos anteriormente, las unidades que se utilizan en tensiometría son los centibares, es decir la centésima parte de un Bar. Si tengo 760 mm de Hg son equivalentes a 1 Atmósfera (atm) y a 1.013 Bares (bar). Un (1) cb es equivalente



Foto 12. Tensiómetros colocados a distinta profundidad.

a 7.5002 mm de Hg. La presión atmosférica a nivel del mar es de 101.3 cb. Esto quiere decir que el agua que está dentro del cuerpo del tensiómetro antes que empiece a hacer vacío está a una presión positiva de 101.3 cb. A medida que comienza a producirse vacío dentro del tensiómetro la presión positiva va disminuyendo.

Lectura del Tensiómetro En centibares (cb)	Condición de humedad del Suelo
0 a 10	Saturado por riego reciente
10 a 25	Capacidad de Campo
25 a 50	Humedad intermedia, buena disponibilidad de agua.
50 a 80	Debería regarse.

Cuadro 16. Relación lectura del tensiómetro – Contenido de humedad del suelo.

► Instalación y mantenimiento de tensiómetros

Los tensiómetros son fáciles de instalar y usar.

1. Se rellena el tensiómetro completamente con agua destilada y se coloca la zona de la cápsula porosa en un recipiente con agua destilada a un nivel que la cubra totalmente, sin la tapa rosca superior (para saturar la cápsula) durante 24 horas.
2. Al transportar el instrumento hay que proteger la punta de cerámica de la sequedad del aire con un paño húmedo o similar.
3. Con una barrena se hace un hoyo en el suelo del tamaño aproximado al largo y ancho del tensiómetro.
4. Se introduce un puñado de tierra suelta en el fondo y se coloca el tensiómetro presionando cuidadosamente.
5. Se rellena con tierra alrededor dejando un pequeño alto para evitar apoyamientos que interfieran en las lecturas. Dejar al menos 3 cm de espacio entre la superficie de la tierra y la base del tensiómetro.
6. De vez en cuando puede que el tensiómetro necesite ser llenado con agua. Usualmente, bajo condiciones regadas, el tensiómetro se llena por sí mismo cuando el agua de riego se aplica al campo.
7. Si el suelo es blando y está recién regado puede introducirse directamente al suelo presionándolo suavemente para no dañarlo.
8. Una vez instalado, se agrega agua destilada sólo si es necesario, para rellenar y dar ligeros golpes para extraer las burbujas de aire del interior.

Normalmente se deben colocar dos tensiómetros a distinta profundidad en cada punto a controlar, pero es frecuente ver uno solo. En árboles es muy importante el segundo tensiómetro más profundo.



Figura 8. Instalación tensiómetro.

El más superficial de los tensiómetros es el que indica el agua disponible para el cultivo; el más profundo orienta sobre las pérdidas y la evolución de la humedad a lo largo del perfil y se dispone de forma que alcance la profundidad del cultivo y algo más distanciado del emisor.

Es recomendable que el primero este situado a 10 cm del emisor.

Si es una parcela con distintos tipos de suelos habrá que colocar tantas estaciones de tensiómetros como tipos de suelo haya. Idealmente el tensiómetro no debe sacarse del suelo durante la temporada de riego. Es conveniente cambiarlos de lugar, al menos, cada 2 años.

► Método manual para determinar la humedad del suelo

Este método es muy práctico y uno de los más comunes en áreas de cultivo pequeñas, consiste en tomar con la mano una porción del suelo que estamos regando, podemos tomar de la superficie y también de 30 cm de profundidad para conocer la humedad en estos dos puntos. Esta muestra la podemos extraer con un tubo Hoffer, con una pala o simplemente con las manos. La porción de suelo que hemos tomado la debemos apretar en nuestra mano y luego abrir la mano, si al abrir la mano la porción de suelo se desmorona o deshace significa que le falta humedad al suelo, si al apretar

la porción de suelo se escurre agua por la mano quiere decir que tiene exceso de humedad.

El punto óptimo, el que estará cercano a la capacidad de campo (CC), es cuando al apretar no escurre agua y cuando abrimos la mano la porción de suelo se mantiene compacta o unida, es decir no se desmorona, en este punto el suelo no necesita más agua foto 63.



Foto 13. Este suelo se encuentra en Capacidad de Campo (CC), el punto óptimo de humedad del suelo.

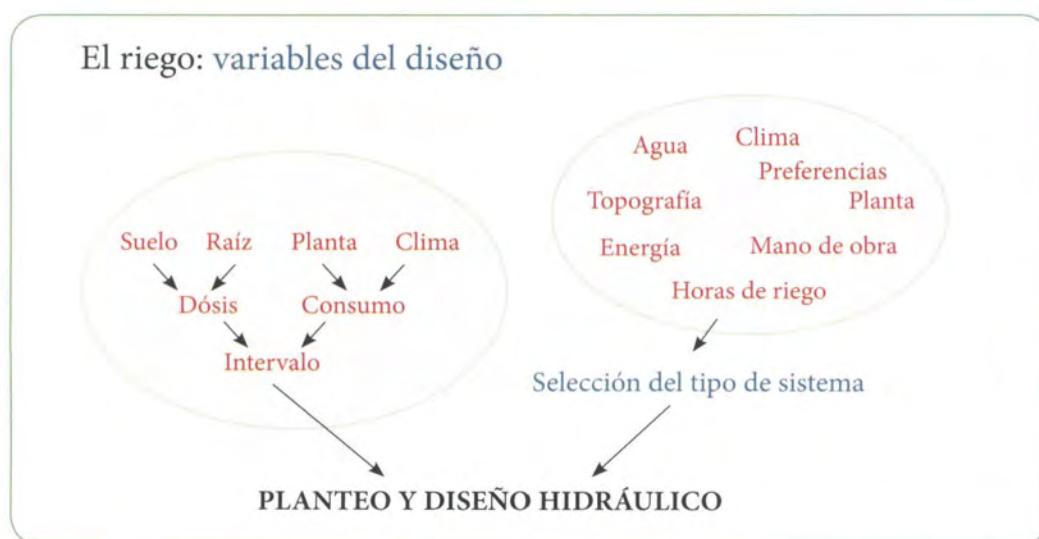


Figura 8. Resumen de las variables del diseño y su interacción para el logro de un planteamiento y diseño final.