

# El agua en el suelo y las plantas

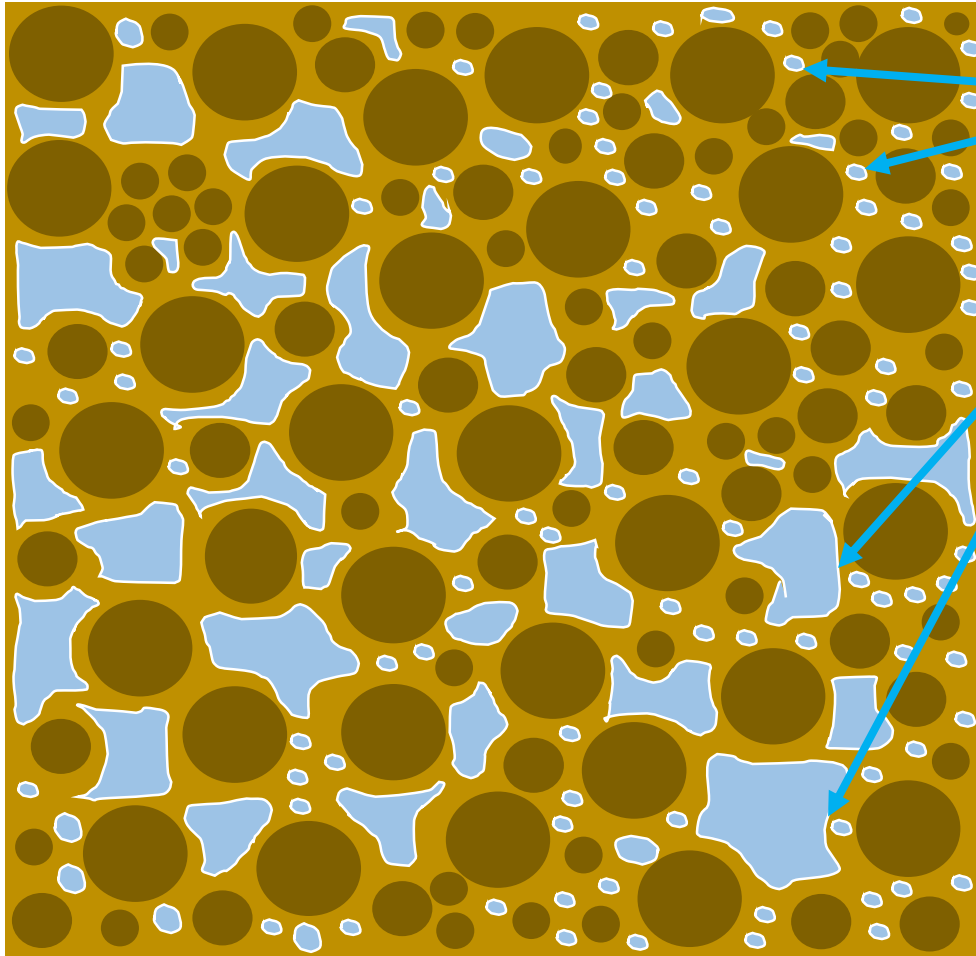


Sistemas  
de Producción  
Agrícola

Elías Jaime Matadamas Ortiz

# Contenido de agua en el suelo

En principio, el contenido de agua en el suelo está determinado por su porcentaje de porosidad y por la estructuración de las partículas sólidas del suelo.



Microporos

Macroporos

Generalmente por los macroporos del suelo fluye el aire, y en los microporos se retiene el agua aprovechable por las plantas

El contenido de agua en el suelo se expresa por el porcentaje del peso del agua contenida en un determinado peso del suelo seco:

$$\% H = \frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} \times 100$$

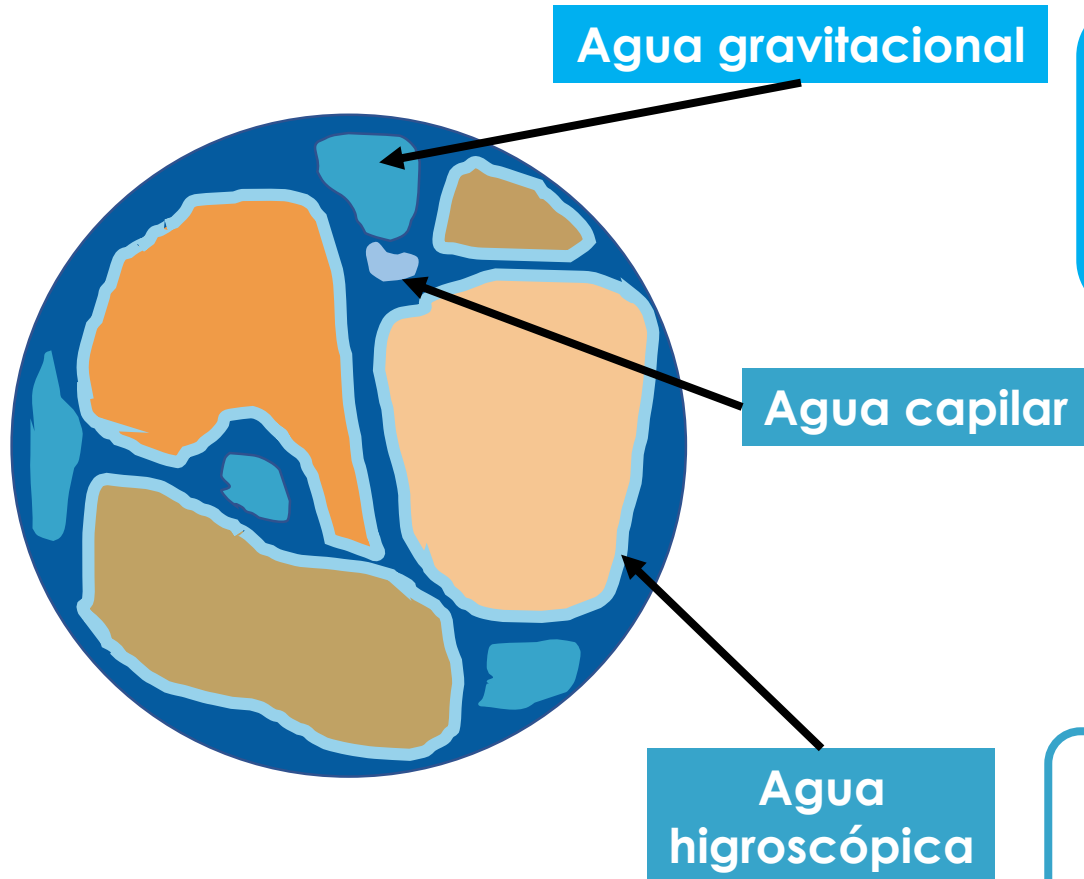
**% H = Contenido de humedad en el suelo en porcentaje**

**Psh = Peso de la muestra de campo**

**Pss = Peso de la muestra secada a la estufa (105°C)**

# Clases de agua en el suelo

Cuando llueve o regamos, observamos movimientos del agua en los poros del suelo conforme transcurre el tiempo y que, por su utilidad para las plantas, los denominamos clases o tipos de agua en el suelo.

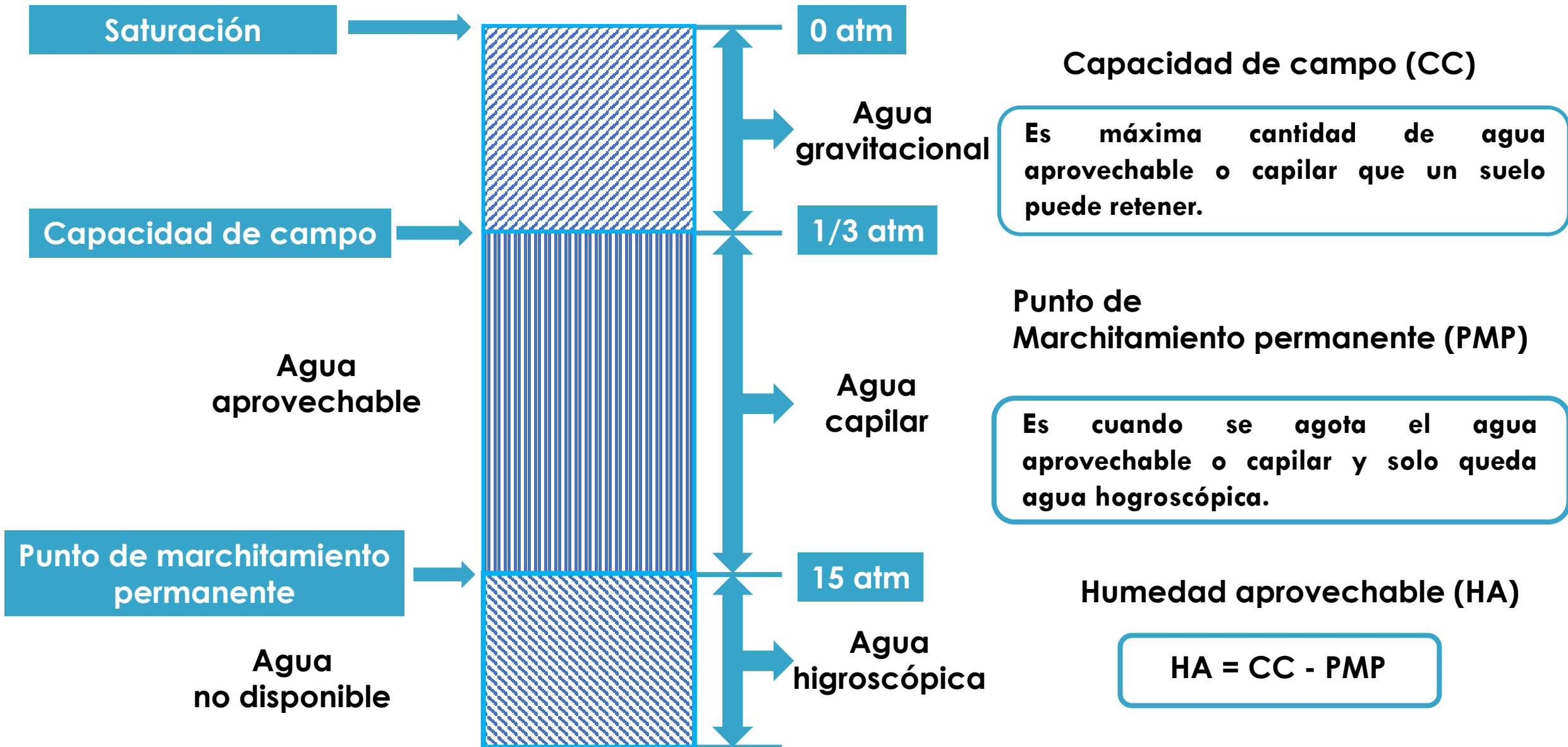


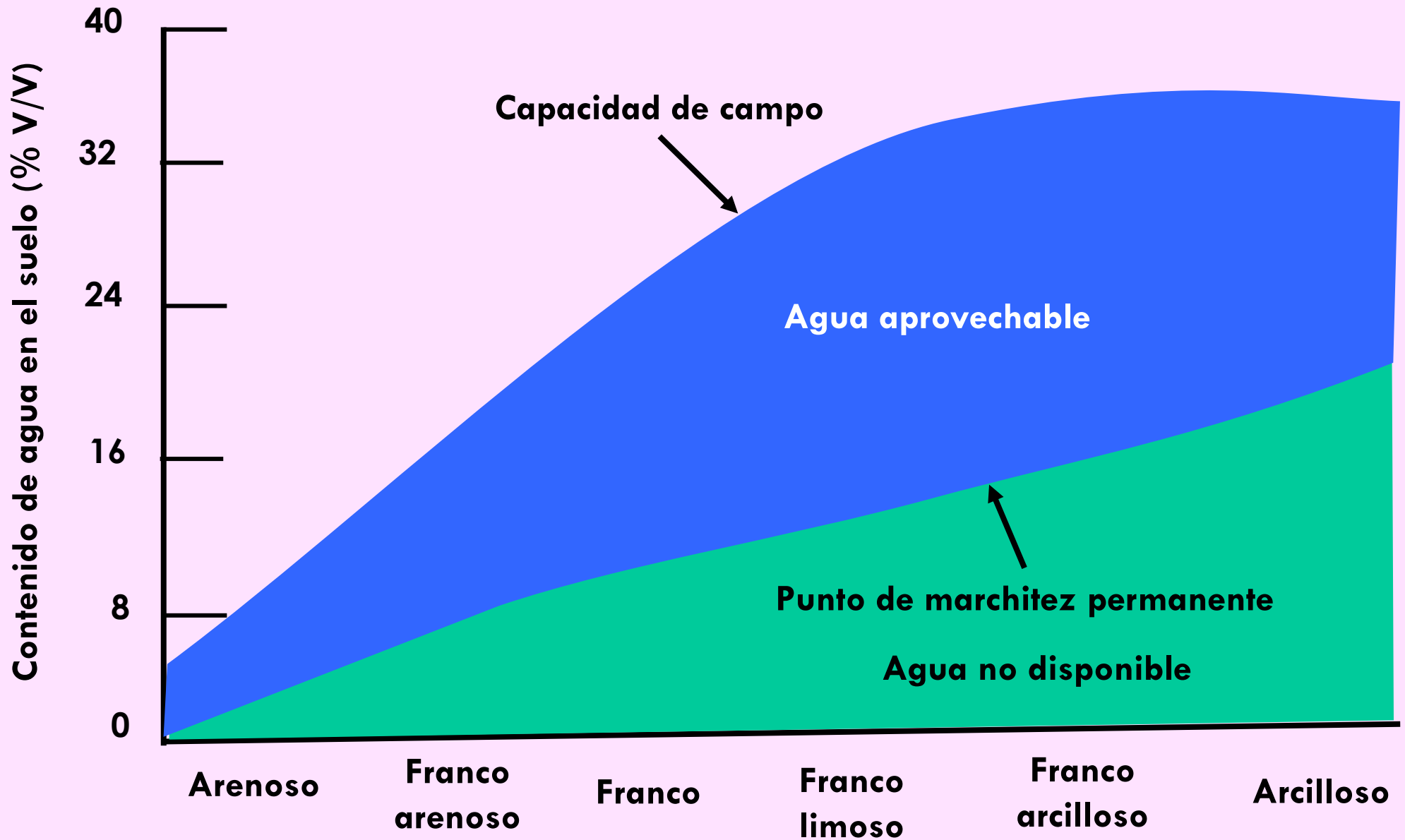
Poco después de que todo el espacio poroso del suelo se satura, el agua de los macroporos comienza a moverse rápidamente por efecto de la fuerza de la gravedad. Este tipo de agua no es aprovechable por las plantas.

Después de que se ha infiltrado toda el agua gravitacional, los microporos quedan llenos de agua por varios días. Este tipo de agua se le llama agua capilar y está enteramente disponible para las plantas.

Al agotarse el agua capilar, el agua restante queda fuertemente adherida a las partículas sólidas del suelo y las raíces de las plantas no pueden tomarla.

# Constantes de humedad del suelo

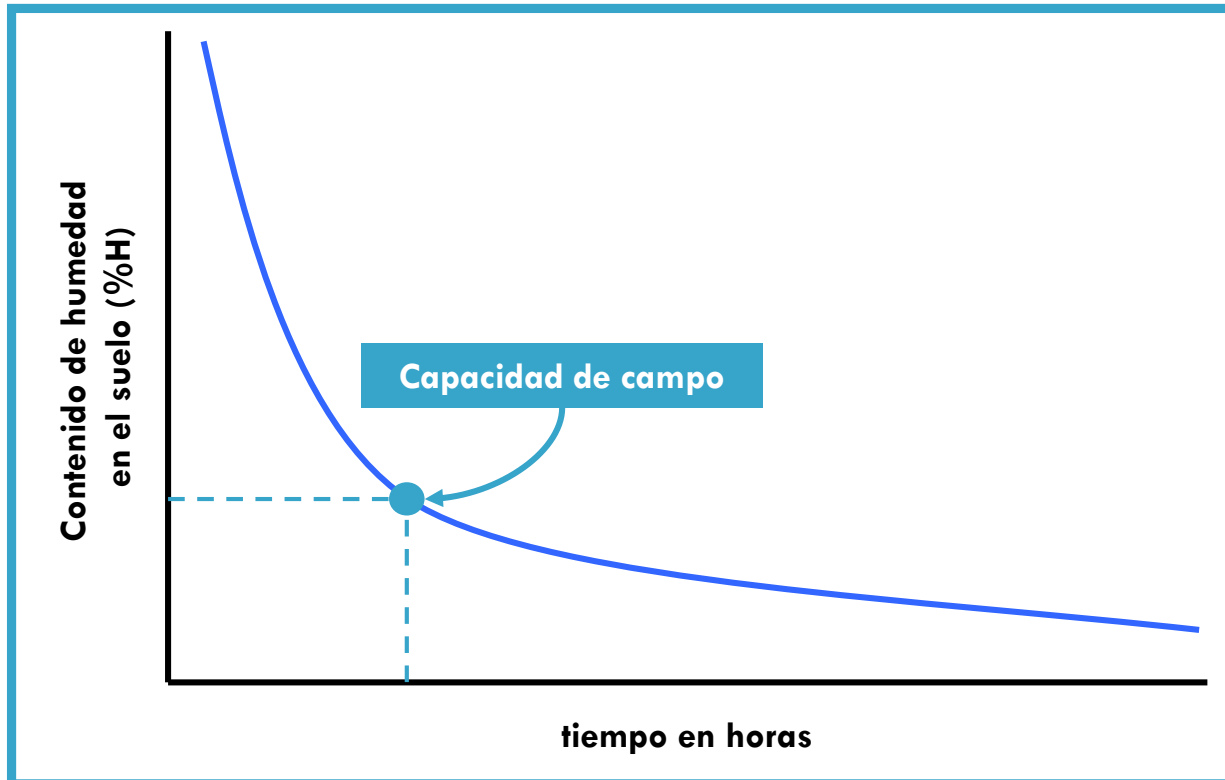




# Determinación de las constantes o parámetros de humedad del suelo

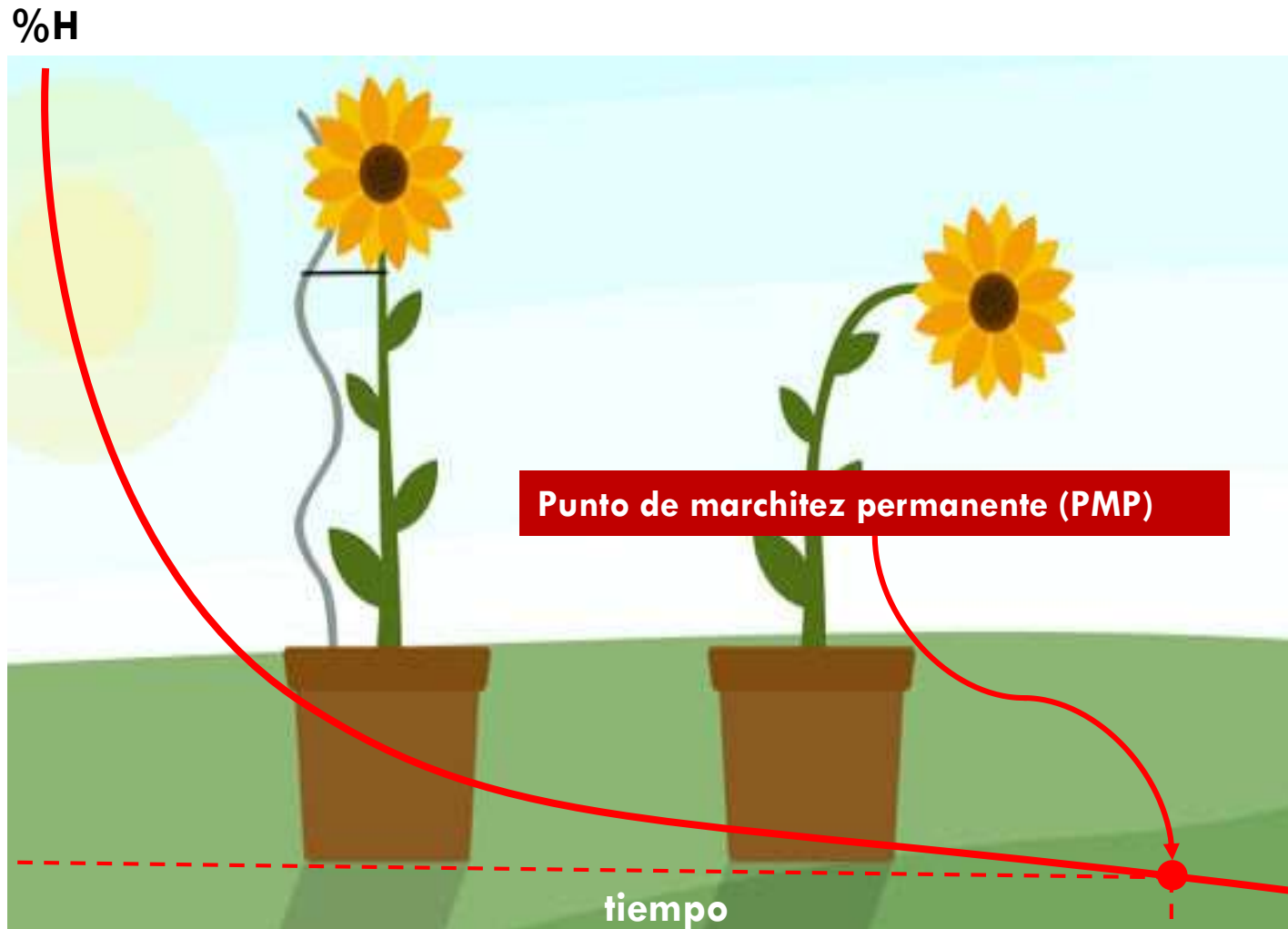
Se les conoce como constantes de humedad del suelo porque son índices críticos que siempre deben ser considerados, pero sus valores varían de acuerdo a las características de cada suelo.

## Método gravimétrico para la determinación de la Capacidad de campo (CC)



Se prepara un cuadro de terreno de  $1 \text{ m}^2$  y se satura de agua y se cubre para evitar la evaporación. A partir de que el suelo está saturado, se comienzan a tomar muestras cada 2 horas para llevarlas al laboratorio y después de su secado a la estufa, se determina su contenido de agua. Cuando se nota una inflexión en la gráfica resultante, se determina que toda el agua gravitacional se ha infiltrado y este valor es el porcentaje de humedad que corresponde a la Capacidad de campo (CC).

## Método del girasol para la determinación del PMP



Se llenan macetas con suelo del campo y se siembran semillas de girasol regándolas regularmente. Cuando estas han alcanzado un determinado crecimiento, se satura de agua el suelo de las macetas, se deja de regar y se comienzan a tomar muestras para determinar su contenido de humedad y con esos datos se elabora una gráfica de porcentaje de humedad contra tiempo. Cuando las plantas de girasol se marchitan permanentemente, y aunque se les riegue ya no reviven, entonces definimos que ese porcentaje de humedad corresponde al Punto de Marchitamiento Permanente (PMP).

## Método tensiométrico para determinar CC y PMP



El método tensiométrico consiste en colocar, dentro de una olla de presión para CC y una membrana de presión para PMP, muestras de suelo saturadas de agua. Los dispositivos tienen una entrada de presión y una salida para evacuar el agua. A la olla se le aplica una fuerza de  $1/3$  atm, y por la salida se evacuará toda el agua hasta esa presión. A la membrana se le aplica una fuerza de 15 atm y evacuará toda el agua que “arranca” del suelo a esa presión. Después de 24 horas se sacan las muestras y se les determina su contenido de humedad. El porcentaje de humedad a  $1/3$  atm será el contenido de humedad a Capacidad de campo y a 15 atm será el contenido de humedad al Punto de marchitez permanente.



## Método indirecto para determinar CC y PMP

Con los datos de la densidad aparente ( $D_{ap}$ ) y del porcentaje de arena, podemos utilizar una fórmula para determinar, de manera aproximada, las constantes o parámetros de humedad del suelo (Matadamas, 2021).

Ejemplo: Determinar las constantes de humedad de un suelo que tiene una textura arcillosa (Arena 10%, Limo 10% y Arcilla 80%) y una  $D_{ap}=1.25 \text{ g/cm}^3$ .

$$CC = \frac{\left(1 - \frac{D_{ap}}{D_r}\right)(1 - \% \text{ Arena})}{D_{ap}} \times 100$$

$$CC = \frac{\left(1 - \frac{1.25}{2.65}\right)(1 - 0.10)}{1.25} \times 100 = 38.04 \%$$

$$PMP = \frac{CC}{2} \times 100$$

$$PMP = \frac{0.3804}{2} \times 100 = 19.02\%$$

$$HA = PMP + \left[\frac{CC - PMP}{2}\right] \times 100$$

$$HA = (0.1902) + \left[\frac{0.3804 - 0.1902}{2}\right] \times 100 = 28.53\%$$

# Lámina de riego

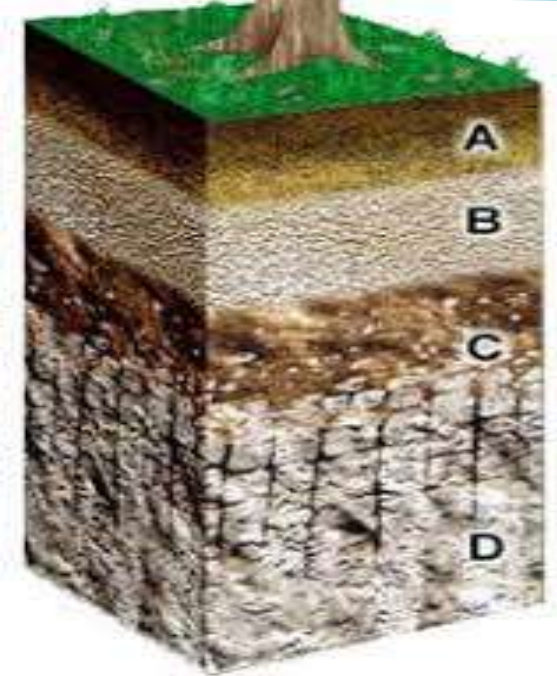
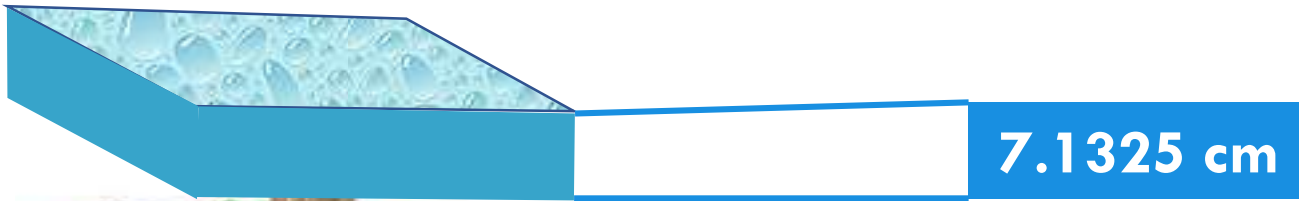
La Lámina de riego ( $L_r$ ) es un valor que indica el grosor (cm) de una lámina teórica de agua que aplicaremos al suelo a fin de adicionar la cantidad de agua necesaria para alcanzar el contenido a la capacidad de campo (CC); sin que haya desperdicio y toma en consideración sus características físicas y la profundidad de las raíces de los cultivos.

$$L_r = (CC - PMP) D_{ap} \times Pr$$

- **$L_r$  = Lámina de riego (cm)**
- **CC = Porcentaje de humedad a Capacidad de campo (%)**
- **PMP = Porcentaje de humedad al Punto de marchitamiento permanente (%)**
- **$D_{ap}$  = Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )**
- **$Pr$  = Profundidad radicular del cultivo (cm)**

Ejercicio: Calcular la lámina de riego en un suelo con  $CC= 38.04\%$ ,  $PMP= 19.02\%$  y una  $Dap= 1.25 \text{ g/cm}^3$  y con un cultivo de maíz con raíces absorbentes a 30 cm.

$$Lr = (0.3804 - 0.1902) 1.25 \times 30 = 7.1325 \text{ cm}$$



La Lámina de riego ( $Lr$ ) no es un valor de volumen de agua.



## Cálculo del volumen de agua a partir de la lámina de riego

El valor de la lámina de riego se convierte en un valor de volumen de agua cuando lo multiplicamos por la superficie de terreno a regar.

Ejercicio: Calcular el volumen de agua ( $V_a$ ) con la aplicación de una lámina de riego de 7.1325 cm en una superficie de una hectárea (10,000 m<sup>2</sup>).

$$V_a = (\text{Superficie, m}^2) (\text{Lámina de riego, m})$$

$$V_a = (10,000)(0.071325) = 713.25 \text{ m}^3$$

**1 m<sup>3</sup> = 1000 litros de agua**

**713,250 litros de agua/ha**

# Gasto (Q) y Tiempo de riego (Tr)

El gasto o caudal (Q) es la cantidad de agua por unidad de tiempo (litros/seg, lps) que emite un dispositivo hidráulico desde nuestra fuente de agua; y el tiempo de riego (Tr) son las horas, minutos y segundos que emplearemos para aplicar una determinada lámina de riego a una superficie de terreno.

**Ejercicio:** Calcular el tiempo de riego (Tr) para aplicar una lámina de riego (Lr) de 7.1325 cm a una superficie de 1 ha (10,000 m<sup>2</sup>) si contamos con un gasto de 26 litros por segundo (lps).

Lr= 7.1325  
Superficie= 10,000 m<sup>2</sup>  
Q= 26 lps  
Va= 713,250 litros

$$Tr = \frac{Va}{Q}$$

$$Tr = \frac{713250}{26} = 27432.69 \text{ seg}$$

$$\text{horas} = \frac{27432.69}{3600} = 7.62019$$

$$\text{minutos} = (0.62019)(60) = 37.2115$$

$$\text{segundos} = (0.2115)(60) = 12.69$$

**Tiempo de riego (Tr):**

- 7.0 horas
- 37.0 minutos
- 13.0 segundos