

LA SOLUCIÓ I L'AIGUA DEL SÒL

Solució del sòl: És la fase líquida del sòl, separada de les altres dues fases (sòlida i gasosa).

Fase líquida : És l'aigua del sòl incloent les substàncies en solució que pot contenir.

Aigua del sòl: És l'aigua químicament pura que conté el sòl, sense considerar les substàncies en solució que pugui contenir.

SALINITAT

Salinitat del sòl: És la quantitat de sals solubles que hi ha en un sòl.

CEe: És la conductivitat elèctrica de l'extracte saturat d'un sòl a 25°C.

Extracte de saturació (ES): És la solució extreta d'un sòl que té condicions d'humitat de saturació (de pasta saturada).

Pasta saturada del sòl: És una mescla de sòl amb aigua destil·lada. A saturació:

- la pasta reflexa la llum i és lluent,
- flueix amb facilitat quan es tomba el recipient que la conté i
- la pasta rellisca lliurement i de forma neta per sobre d'una espàtula.

Sòl afectat per la salinitat: S'aplica a tots aquells sòls on el creixement de la majoria de les plantes es veu afectat per:

- la presència d'un excés de sals solubles o per,
- la presència de sodi de canvi en quantitats excessives o bé,
- és causat per tots dos components.

Inclou els sòls salins i els sòls sòdics.

Sòl salí: És aquell sòl que té una un contingut en sals solubles prou elevat per afectar negativament el desenvolupament de les plantes i que a la vegada no és sòdic.

La mesura que convencionalment s'utilitza per expressar la salinitat del sòl és la conductivitat elèctrica d'un extracte de pasta saturada o extracte a saturació (CEe).

Criteri de diagnòstic: Els sòls salins tenen una CEe $> 0.4 \text{ Sm}^{-1}$ a 25°C.

Assaig previ de salinitat: És una aproximació al contingut de sals solubles del terra. S'obté mesurant la CE d'un extracte obtingut a partir d'una solució de sòl amb aigua (pes : volum) 1:5.

Unitats per expressar la salinitat: En el SI s'expressa en Siemens/metre (S m^{-1}). També es fan servir unitats derivades com el decisiemen/m (dS m^{-1}), el milisiemen/m (mS m^{-1}) i el microsiemen/m ($\mu\text{S m}^{-1}$). La CEe sempre es refereix a la temperatura estàndard de 25°C.

Les plantes sensibles a la salinitat es veuen afectades a partir de valors de CEe $> 0.2 \text{ Sm}^{-1}$ i les plantes resistents a la salinitat poden suportar sense dificultat valors entre $0.8 < \text{CEe} < 1.6 \text{ Sm}^{-1}$.

AIGUA DEL SÒL

Contingut d'aigua en el sòl: És l'aigua que perd el sòl a l'assecar-ho a 105°C, fins a pes constant.

Pes sec: És el pes d'una mostra de sòl assecada a 105°C, fins a pes constant.

Mostra seca a l'aire: És l'estat de sequedat d'una mostra que està en equilibri amb el contingut d'humitat de l'atmosfera circumdant. En cada moment dependrà de la humitat atmosfèrica i de la temperatura, malgrat que per un mateix lloc s'acostuma a considerar constant.

Aigua higroscòpica: És el percentatge en pes d'aigua que queda en la mostra de sòl després d'haver-la deixat assecar a l'aire. Habitualment es considera que les condicions de l'atmosfera son 98% d'humitat relativa a 25°C.

Saturació: Condició del sòl quan tots els espais buits entre partícules estan plens d'aigua.

Punt de saturació: Contingut d'aigua en el sòl a saturació.

Pasta saturada: Mescla de sòl i aigua, preparada al laboratori amb finalitats analítiques.

Contingut a saturació: Contingut d'aigua que conté la pasta saturada del sòl.

Capacitat de camp *in situ* (CC): Contingut d'aigua que queda en el sòl 2 o 3 dies després d'haver estat saturat amb aigua i quan el drenatge lliure és inapreciable.

Punt de marciment permanent (PMP): És la màxima quantitat d'aigua que queda en el sòl a partir del moment que una planta indicadora, que hi creix, es marceix de tal forma que no pot recuperar-se quant es posa en una cambra humida.

• Estats hídrics típics del sòl i Caracterització

Mostra seca: Pes sec a 105° C

Mostra seca a l'aire: Contingut d'aigua higroscòpica

Saturació: Contingut a saturació (Potencial Matricial=0)

Capacitat de Camp (CC): Contingut d'aigua en punts de Potencial Matricial variables segons textura:

Textura franca i Llimosa= - 33 kPa

Textura argilosa= - 100 kPa

Textura arenosa= - 10 kPa

Punt de marciment permanent (PMP): Contingut d'aigua quan Potencial Matricial = -1500 kPa

• Contingut d'aigua en el sòl

Expressió del contingut hídric

Gravimètrica (w) = Massa d'aigua / Massa de sòl sec.

En volum (θ)= Volum d'aigua / Volum aparent del sòl.

La relació entre aquestes dues magnituds és:

$$\theta = d.a * w / \rho_w ,$$

on d.a. és la densitat aparent del sòl i ρ_w és la de l'aigua (usualment 1000 gL⁻¹).

També és molt freqüent a l'hora de calcular el reg expressar-ho en volum en L/m² per una profunditat preestablerta (h) i coneguda la densitat aparent:

$$\theta = w * d.a. * h.$$

El resultat és en L/m² si totes les unitats estan en el SI.

Mètodes de mesura del contingut d'aigua en el sòl.

Mètode directe o gravimètric: Pèrdua de pes d'una mostra de sòl assecada a l'estufa a 105°C fins a pes constant. Excepcionalment en sòls rics amb guix és necessari no sobrepassar la temperatura de 60°C. És el mètode de referència per a altres mètodes.

Mètodes indirectes: El contingut d'aigua en el sòl es coneix al mesurar el canvi d'alguna propietat del sòl que depèn del seu estat d'humitat.

Expressió del contingut d'aigua	Símbol	Unitats en el SI	Observacions
Gravimètrica	w	g d'aigua / g de sòl sec a 105°C	És la forma usual de determinar la humitat.
Gravimètrica, en %	Pw	g d'aigua/100g de sòl sec a 105°C	$Pw = w * 100$
En volum	\square	m^3 aigua / m^3 de sòl	Es relacionen amb w (o Pw) a través de la densitat aparent del sòl (i de l'aigua)
En volum en %	Pv	m^3 aigua /100 m^3 de sòl	
En columna d'aigua	h	mm de columna d'aigua (= L/ m^2 de sòl)	Implica una fondària de sòl determinada

Energia de l'aigua del sòl.

Potencial hídric total (o energia de l'aigua del sòl) : És la quantitat de treball que cal aportar per unitat d'aigua químicament pura (*qp*) per a traslladar un infinitèssim d'aigua des d'un *pool* d'aigua *qp* situat a una alçada determinada i sotmès a la pressió atmosfèrica, fins que adquireixi la mateixa energia unitària de l'aigua del sòl en el punt considerat. Aquest treball s'ha d'aplicar de forma reversible i isotèrmica.

El potencial total es representa amb el símbol Ψ .

Components del potencial total

El potencial total és el potencial resultant del sumatori algebraic dels seus components:

$$\Psi_{\text{total}} = \text{Gravitatori} + \text{Osmòtic} + \text{Matricial}.$$

- **Potencial gravitatori** (Z, també representat per Ψ_g): És el potencial que resulta de l'energia del camp gravitatori terrestre.
- **Potencial osmòtic** (O, també representat per Ψ_o): És el treball que resulta de la presència de substàncies dissoltes en la fase líquida del sòl que està en la proximitat d'una membrana semipermeable (p.ex. la cel·lular). Es tracta fonamentalment de sals més solubles en aigua que el guix ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Aquest potencial, que pot assolir valors absoluts força elevats, és molt important en els sòls salins, on la presència de sals pot reduir de forma apreciable la circulació d'aigua des del sòl a la planta.
- **Potencial matricial** (M, també representat per Ψ_m). És el potencial que resulta de la presència de la matriu sòlida que envolta l'aigua del sòl. Inclou les forces associades a les interfícies: sòlid-líquid (capil·laritat i adsorció) i la gas-líquid (tensió superficial). Fonamentalment és el resultat de les forces de cohesió entre les molècules d'aigua i les d'adhesió del líquid amb les parets dels porus que contenen a l'aigua.

Altres termes relacionats amb el potencial de l'aigua del sòl:

Tensió de l'aigua del sòl (o succió): És l'equivalent negatiu de la pressió que té l'aigua en el sòl. Equival a la pressió que s'ha d'aplicar a l'aigua del sòl perquè arribi a l'equilibri hidràulic amb el *pool* d'aigua de la mateixa composició.

pF: És el logaritme de la pressió d'una columna d'aigua, expressada en cm d'alçada (*h*):
 $pF = -\log h$ (en cm).

Signe del potencial hídric total i dels seus components

El valor del potencial total de l'aigua del sòl és el resultat del valor dels seus components, proveïts dels corresponents signes.

Signe i observacions dels components del potencial hídric

Z	O	M
Variable	Negatiu	Negatiu
(+) per sobre del nivell de referència	Cal la presència d'una membrana cel·lular	Només existeix en medi NO saturat
(-) per sota del nivell de referència		

Unitats del potencial total de l'aigua del sòl

El potencial total en un punt es pot expressar com la relació entre l'energia de l'aigua en aquell punt i la massa d'aigua afectada d'aquesta energia: Potencial total = Energia / Massa, és a dir, l'equació de dimensions és:

$$\text{Potencial total} = M * L^2 * T^{-2} * M^{-1} = L^2 * T^{-2}.$$

Unitats de pes i volum del potencial d'aigua del sòl

Potencial		Unitats (SI)	Magnitud
Energia / massa	$L^2 T^{-2}$	$J kg^{-1}$	$J kg^{-1}$
Energia / pes	L	$J N^{-1}$	m
Energia / volum	$ML^{-1} T^{-2}$	$J m^{-3}$	Pascal (Pa)

1 kg = 9.8 N 1 L = 1 kg d'aigua

Equivalències entre unitats de potencial hídric

kPa	Bar	Cbar	Atmosfera	Torr. (mm Hg)	h equiv (cmH ₂ O)	pF
0,1	0,001	0,1	0,000 987	0,752	1,02	
1	0,01	1	0,009 87	7,52	10,22	1
30	0,3	30	0,297	225,7	340	2,5
100	1	100	1	760	1 000	3
1 500	15	1 500	14,85	11 286	15 320	4,2

DISPONIBILITAT D'AIGUA PER A LES PLANTES

Aigua útil (AU): És la proporció d'aigua del sòl que pot ser absorbida per les arrels de les plantes.

Es calcula com el resultat de la diferència del contingut d'aigua a Capacitat de Camp i a Punt de Marximent Permanent:

$$AU = (CC - PMP)$$

Capacitat de retenció d'aigua útil del sòl (CRAD)

$$CRAD = (CC - PMP) * d.a * h$$

CRAD en Lm^{-2} (= mm)

CC i PMP en kg d'aigua / kg de sòl sec;

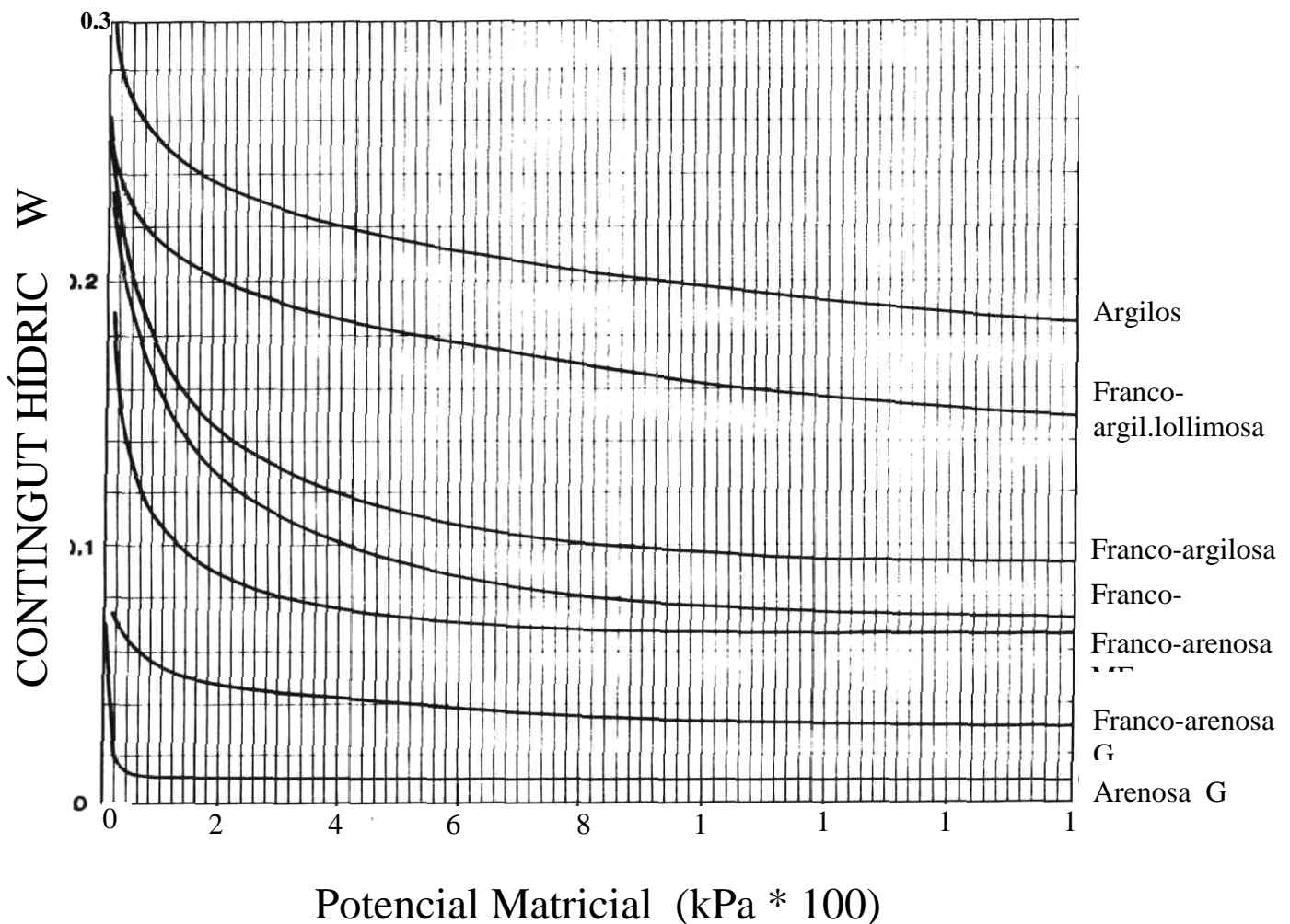
d.a. en kg de sòl sec / m^3 sòl

h en m.

Corba característica d'humitat (Corba de retenció d'aigua): És un gràfic que mostra la relació entre el contingut d'aigua en el sòl i el seu potencial matricial.

Permet calcular en punts característic d'humitat segons la textura del sòl (per exemple a Capacitat de camp i Punt de marximent permanent) el seu contingut d'aigua.

Exemple de corbes característiques d'aigua segons la textura del sòl



MOVIMENT D'AIGUA EN ELS SÒLS SATURATS

Infiltració: És l'entrada d'aigua en el sòl des de la seva superfície i en sentit descendent.

Velocitat d'infiltració (flux d'infiltració o taxa d'infiltració): És el volum d'aigua infiltrada en el sòl, per unitat de superfície i de temps. Té les dimensions d'una velocitat: LT^{-1} . Les unitats més habituals són ms^{-1} , i també cmh^{-1} .

Infiltració instantània: És la velocitat d'infiltració mesurada en un interval molt petit de temps. És variable al llarg de l'estona que dura la mesura, disminuint amb el pas del temps fins arribar a un valor estable.

Infiltració acumulada: És la quantitat total d'aigua infiltrada durant la mesura.

Infiltració mitjana: És la relació entre la infiltració acumulada i el temps acumulat.

Infiltració estabilitzada (infiltració bàsica): És la velocitat d'infiltració que s'obté al cap de tres o quatre hores de mesurar la infiltració, moment que sovint es pot considerar que es manté estable. El criteri que es pot fer servir per comprovar el grau d'estabilitat de la infiltració és verificar que durant l'última hora la variació ha estat inferior al 10% de la velocitat mitjana obtinguda fins el moment.

Llei de DARCY: El flux d'aigua que passa a través d'un medi porós, s'expressa amb la relació següent:

$$Q = K S H/L$$

on Q és el cabal d'aigua que passa a través d'un volum de sòl (quantitat d'aigua/temps que tarda en travessar-lo) de secció S , H és l'alçada de la columna d'aigua, L és l'alçada de la columna de terra i K és la conductivitat hidràulica.

Conductivitat hidràulica (K): És el factor de proporcionalitat de la Llei de DARCY, quan s'aplica la llei a un fluid viscos. L'equació de dimensions és $K = LT^{-1}$ i les unitats més habituals són cmh^{-1} o mh^{-1} .