



Workshops Substrati

AIPSA INFORMA



Ne parliamo con Paolo Notaristefano e Daria Orfeo



21/11 - LEZIONE 3

Parametri specifici per la conoscenza delle caratteristiche dei substrati agronomiche, ambientali e normative

- Parametri chimico-fisici, idrologici e biologici;
- Il controllo analitico e la valutazione di conformità: metodi ufficiali;

WWW.ASSO-SUBSTRATI.IT



Caratteristiche Chimiche e fisiche dei substrati di coltivazione

PAOLO NOTARISTEFANO, Coordinatore CTS AIPSA





1 Le caratteristiche chimiche dei substrati di coltivazione

pH - Aspetti chimici

Adattabilità dei vegetali al pH

pH della torba. La sua origine e gestione

Fattori regolanti il pH in coltura

Basi fisiologiche delle variazioni colturali del pH

La conducibilità elettrica

2 Le caratteristiche fisiche dei substrati di coltivazione

Ripasso delle proprietà idrologiche

Densità apparente e porosità totale

Volume commerciale

Restrignimento



I DESCRITTORI ED I PARAMETRI DI ETICHETTA DEI SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE

D. Lgs. 075/2010 - Allegato 4 - Substrati di coltivazione

Parametro	Substrato di coltivazione base	Substrato di coltivazione misto
pH in H ₂ O	3,5 - 7,5	4,5 - 8,5
Conducibilità Elettrica	0,70 dS m ⁻¹	1,00 dS m ⁻¹
Carbonio organico sul secco	>8%	>4%
Densità apparente secca massima	<450 kg m ⁻³	<950 kg m ⁻³
Ammendanti compostati ammessi	ACV	ACV / ACM / ACF

D. Lgs. 075/2010 - Allegato 7 - Tolleranze

Parametro	Tolleranza	Metodo di analisi
pH in H ₂ O	1,0	UNI-EN13037
Conducibilità Elettrica	25%	UNI-EN13039
Volume commerciale	10%	UNI-EN12580
Densità apparente secca massima	20%	UNI-EN13041
Porosità totale	10%	UNI-EN13041
Carbonio organico	-	UNI-EN13040

SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE - CENNI STORICI



SCHEMA DI ETICHETTATURA

D. Lgs. 075/2010 - Allegato 8 - Etichettatura

SUBSTRATO DI COLTIVAZIONE	
SUBSTRATO DI COLTIVAZIONE BASE	
Parametro	Valore
pH in H2O	6,0
Conducibilità Elettrica	0,35 dS m-1
Densità apparente secca	300 kg/m3
Volume commerciale	70 l
Componenti di origine	Torba acida di sfagno, Pomice

Con aggiunta di concime minerale NPK 14-16-18

PER LA VERIFICA DEI PARAMETRI DI ETICHETTA VENGONO UTILIZZATI I METODI UNI-EN 13037 pH - 13038 CONDUCEBILITÀ ELETTRICA (RAPPORTO DI ESTRAZIONE SUOLO ACQUA 1.5 v:v), 13041 DENSITÀ APPARENTE SECCA; 12580 VOLUME COMMERCIALE. I PARAMETRI SONO DETERMINATI AL CONFEZIONAMENTO. I PARAMETRI COMPOSITIVI ED AGRONOMICI SONO CONDIZIONATI AD UN UTILIZZO DEL PRODOTTO IN TEMPI RAGIONEVOLMENTE BREVI

Fabbricato da:

Ragione sociale

Indirizzo del Fabbricante



Ripasso della LEZIONE 1

CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

Il pH (sigla di "potenziale d'idrogeno") è una grandezza fisica che indica l'acidità (e quindi la basicità) di soluzioni gassose e liquide.

Il simbolo "pH" fu creato nel 1909 dal chimico danese Søren Sørensen.

Il termine p (operatore) simboleggia due operazioni matematiche a partire dall'attività del catione ossonio (idrossonio) in soluzione acquosa:

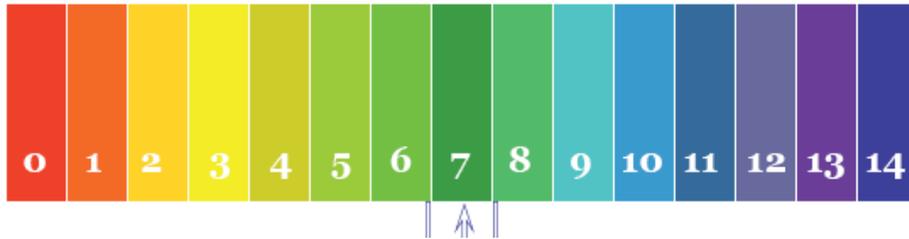
Si calcola il logaritmo in base 10 dell'attività e si mette il segno meno davanti.

Per le proprietà dei logaritmi, si ottiene il medesimo risultato anche calcolando il logaritmo del reciproco dell'attività degli ioni ossonio.

Pertanto si definisce così: $pH = -\log_{10}H^+ = \log_{10}(1/H^+)$

La sonda per pH è generalmente un elettrodo a vetro che misura la differenza di potenziale elettrico su due lati di una sottile membrana di vetro posta all'estremità dell'elettrodo, tale differenza di potenziale è legata alla differenza tra le concentrazioni degli ioni idrogeno all'interno e all'esterno della membrana. Un'unità di pH generalmente produce una differenza di potenziale di circa 0,059 V.

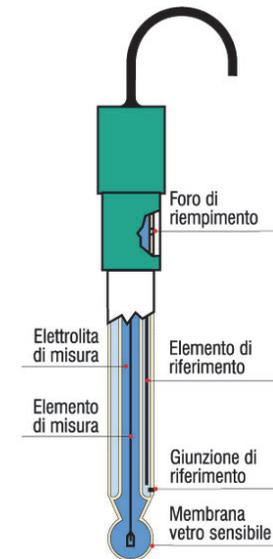
Spesso le sonde immerse nella soluzione sono due: oltre all'elettrodo viene immersa anche una sonda di temperatura, il cui compito è correggere la lettura dell'elettrodo in funzione dell'effettiva temperatura del campione



La misura del pH è erroneamente ritenuta di facile esecuzione, perchè effettuabile anche con dispositivi portatili direttamente in serra, ma è tutt'altro che semplice.

Richiede esperienza e il rispetto di precisi metodi.

La sensoristica dedicata alle letture automatizzate, va mantenuta e/o frequentemente sostituita, per non incorrere in errori grossolani



CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

Classificazione dei suoli in base al pH

Scala dei valori del pH	pH
Terreni molto acidi	3,5 - 5,0
Terreni acidi	5,0 - 6,5
Terreni subacidi	6,5 - 6,9
Terreni subalcalini	7,1 - 7,5
Terreni alcalini	7,5 - 8,5
Terreni molto alcalini	8,5 - 10



Classificazione delle piante in base al pH ottimale per la crescita

Piante acidofile (pH 4,5 - 5,5)	Piante neutrofile (pH 5,5 - 6,5)	Piante basofile (pH 6,5 - 7,5)
Azalea	Carota	Melo
Mirtillo	Pomodoro	Asparago
Camelia	Grano	Barbabietola
Patata dolce	Cetriolo	Cavolo
Finocchio	Ravanello	Cipolla
Rododendro	Fragole	Soja



Sebbene molte piante siano in grado di tollerare un ampio range di pH, la maggior parte è in grado di crescere vigorosamente solo nell'intervallo ottimale derivante dalla loro coevoluzione con i suoli

MECCANISMI VEGETALI DI ADATTAMENTO AL PH

I metalli sono presenti nei terreni in una varietà di forme e legati ai costituenti del terreno, in particolare particelle di argilla e materia organica. Quando il pH del terreno scende, alcuni di essi diventano solubili e la quantità nella soluzione del terreno aumenta. .

1

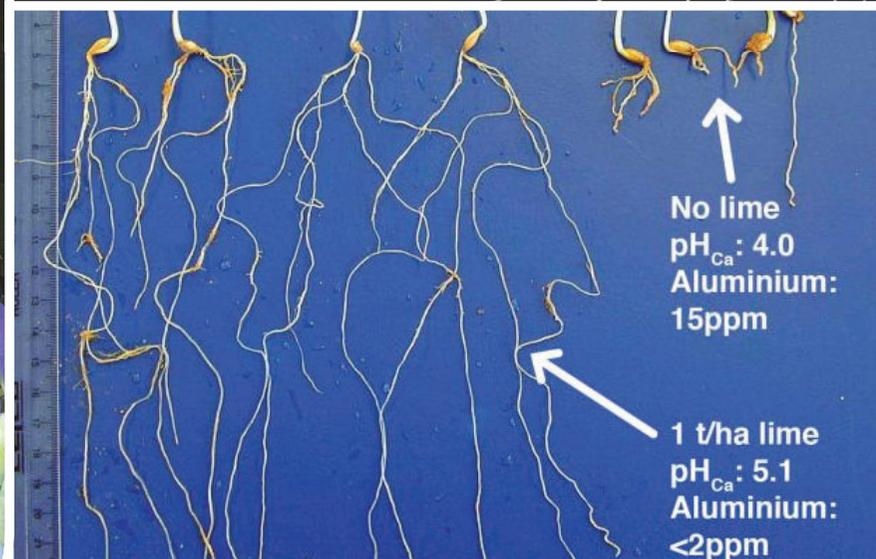
Tolleranza simplastica:

chelazione da parte di acidi organici e sequestro all'interno di compartimenti cellulari (ad es. il vacuolo). L'accumulo avviene principalmente a livello dei germogli. In alcune specie appartenenti al genere *Hydrangea* (ortensia), l'accumulo di Al^{3+} complessato a citrato nei sepali dei fiori causa il viraggio del loro colore da rosso-rosa (pH del terreno basico) a blu.

2

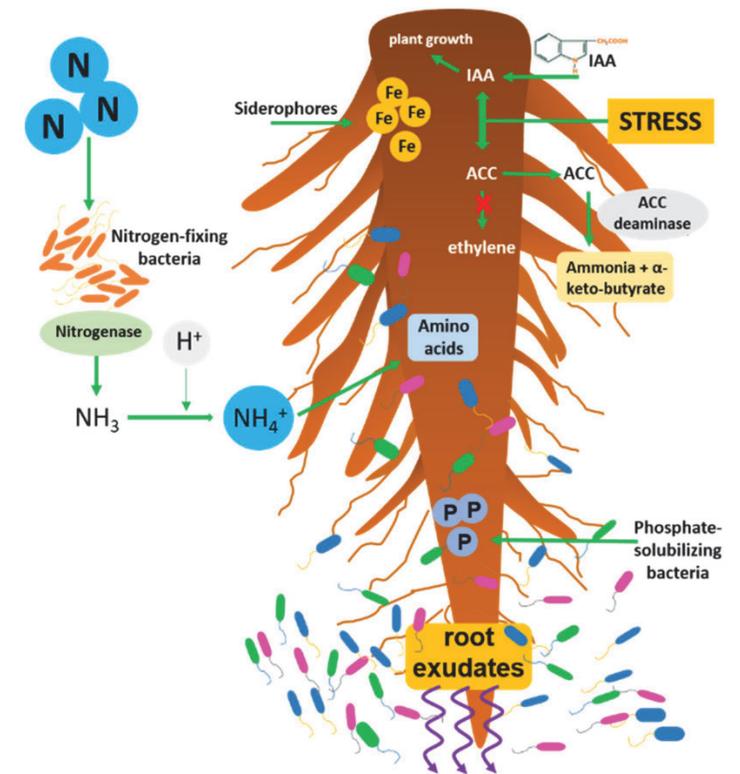
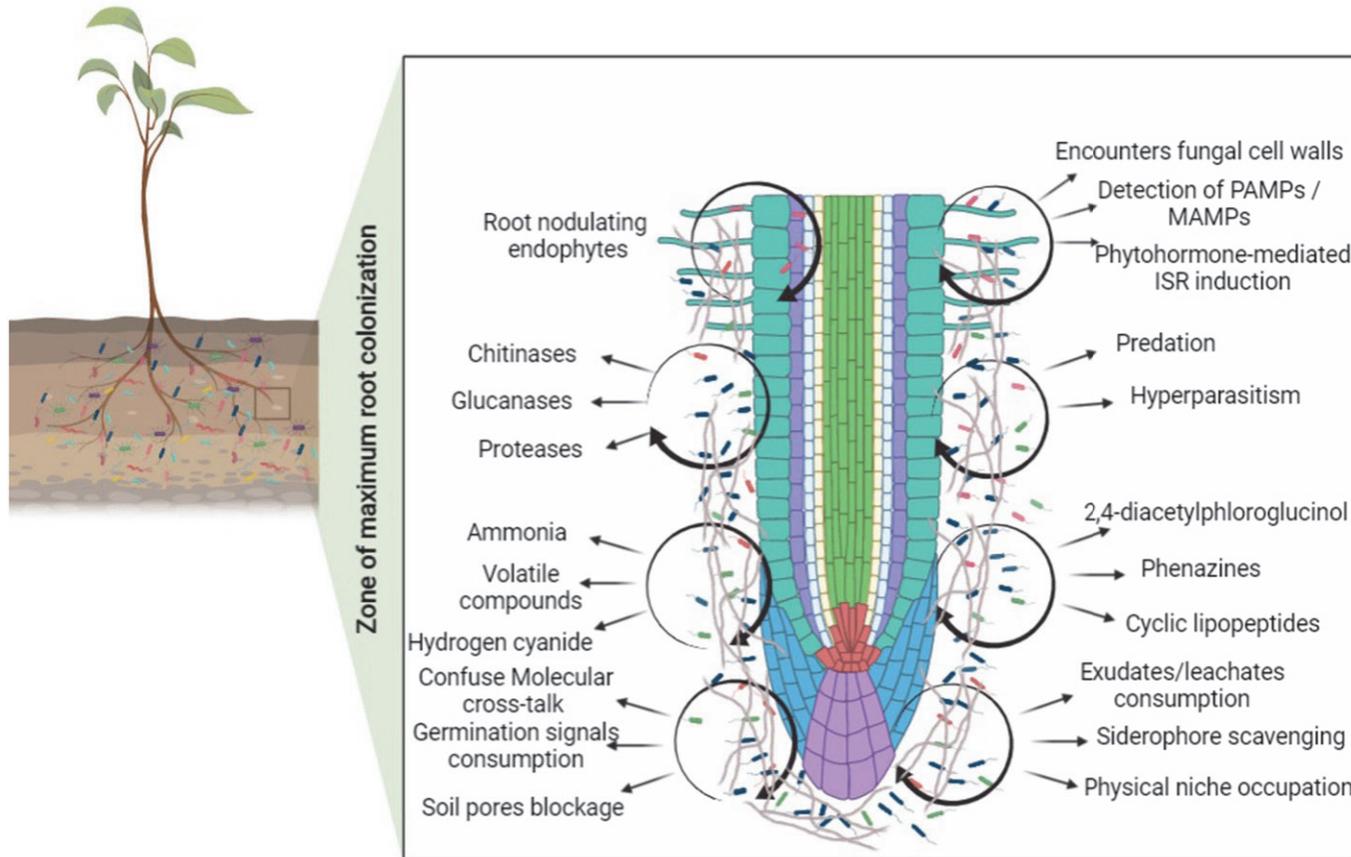
Esclusione: meccanismi dipendenti dalla produzione di chelanti che impediscono o limitano l'assorbimento nel citosol:

- **Rilascio di acidi organici nella rizosfera.** Questi chelano i metalli impedendo l'assorbimento radicale.
- **Aumento indotto dalle radici del pH esterno** mediante rilascio di ioni OH^- nella rizosfera
- **«Sequestro» all'interno della parete cellulare**, dove lega la pectina



CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

NUOVI APPROCCI AL CHIMISMO DELLA RIZOSFERA - IL MICROBIOMA



CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

L'ACIDITA' DELLA TORBA

1

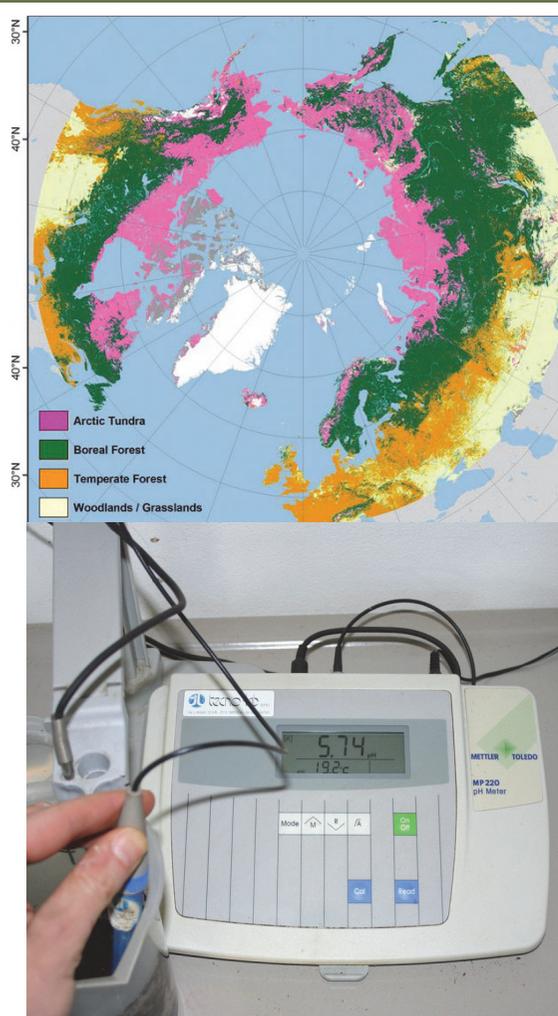
La torba di sfagno utilizzata come componente organico dei substrati di coltivazione proviene da regioni in cui è attivo un intenso regime pluviometrico, che causa un profondo dilavamento dei suoli e l'allontanamento delle basi di scambio

2

La componente vegetale prevalente è rappresentata dagli Sfagni, piante briofite adattate alla crescita in ambienti acidi, che sono esse stesse causa dell'acidificazione degli ambienti che colonizzano

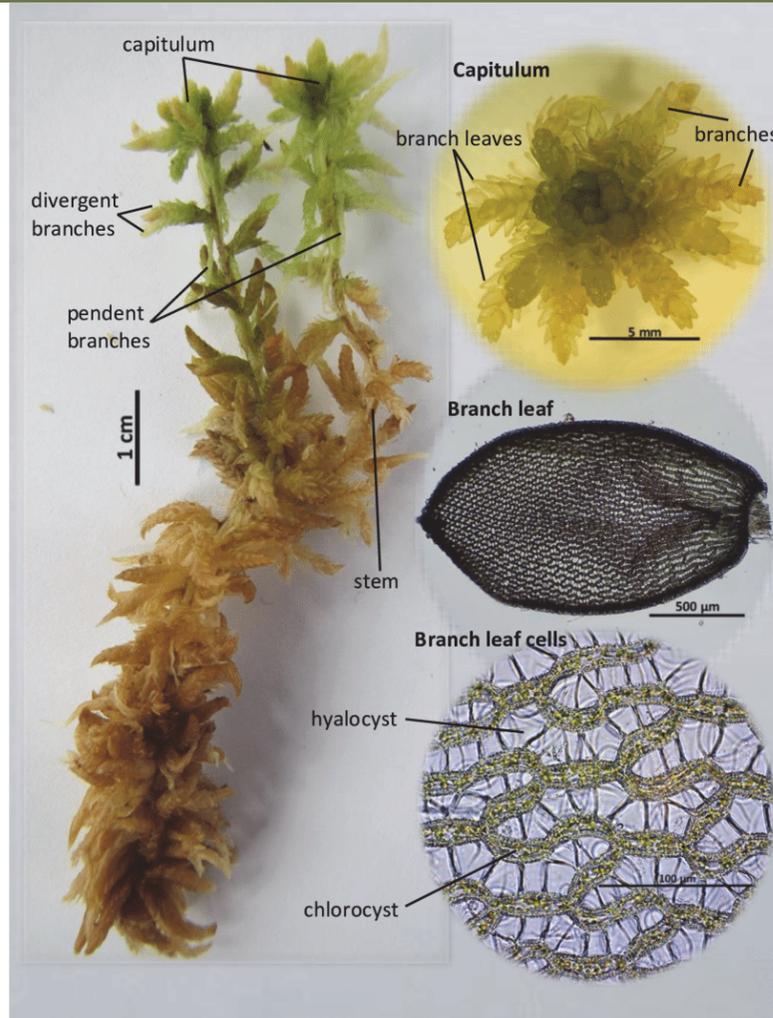
3

Mediamente, il pH della torba di sfagno si colloca nell'intervallo 3,5 -4,5. Questo è un vantaggio, perchè consente una modulazione al rialzo pressochè a piacimento, mediante opportune pratiche di correzione.

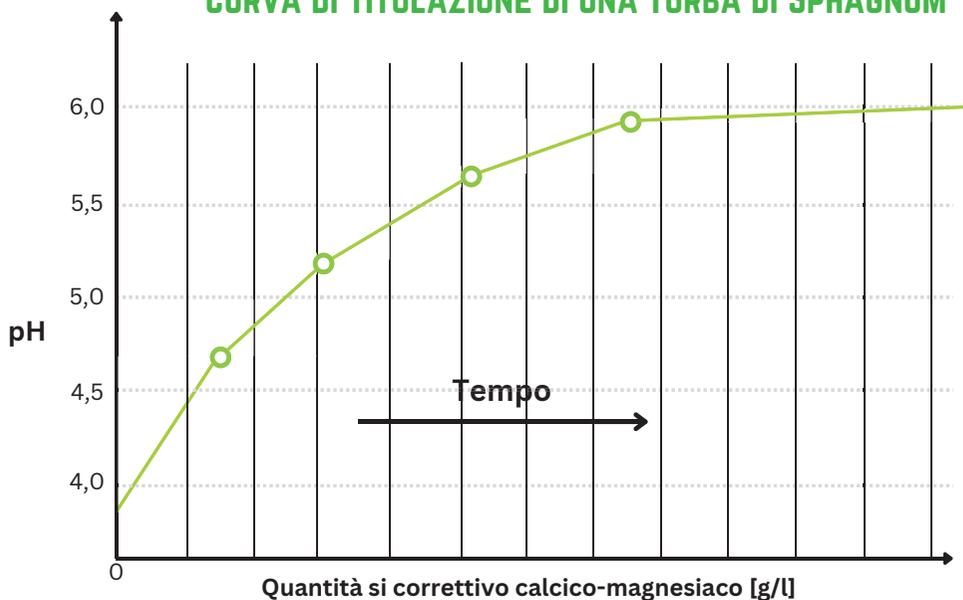


L'ACIDIFICAZIONE DEGLI SFAGNI

- 1 Le pareti cellulari dello sfagno presentano un'elevata capacità di scambio cationico, per cui i cationi nutritivi (ad esempio, NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) vengono assorbiti dall'ambiente in cambio di protoni.
- 2 Gli acidi poliuronici legati alle pareti cellulari ricchi di residui galatturonici, che possono costituire tra il 10 e il 30% del peso secco della pianta nello sfagno, sembrano responsabili di questo comportamento.
- 3 Questo meccanismo di scambio consente allo sfagno un vantaggio ecosistemico. Il pH può scendere da >7 a <4 .
- 4 Lo sfagno per avere successo in condizioni di scarsa disponibilità di nutrienti acidifica l'ambiente, inibendo l'insediamento o la crescita di molti competitori vegetali vascolari e non vascolari e influenzando la successione negli ecosistemi di paludi e torbiere. Durante questa successione produce anche acidi organici, che costituiscono la fonte primaria di protoni acidificanti nelle torbiere.



CURVA DI TITOLAZIONE DI UNA TORBA DI SPHAGNUM



Quantità indicative di sostanze alcalinizzanti [kg/m³] necessarie per aumentare di 0,5 punti il pH della torba

Prodotto	Torba bionda	Torba bruna
Calce idrata	0,9	1,5
Dolomite	1,1	1,8
Carbonato di calcio	1,2	2,0

Esempio di impiego di carbonato di Calcio [CaCO₃]

- 1 Neutralizzazione del complesso di scambio**
 Dissociazione in Ca⁺⁺ e HCO₃⁻
 Il Calcio viene adsorbito sul complesso di scambio da cui vengono rilasciati protoni H⁺
- 2 Neutralizzazione dell'acidità libera**
 I protoni H⁺ scambiati reagiscono con i bicarbonati HCO₃⁻ a formare acido carbonico a sua volta dissociabile in anidride carbonica CO₂ e acqua H₂O.
 Si tratta di una reazione di equilibrio di un acido debole
- 1 Il processo è dipendente da:**
 Granulometria del correttivo.
 La velocità di neutralizzazione è inversamente proporzionale alle dimensioni del particolato
- 2** Umidità della torba
- 3** tempo



IL PH IN COLTURA

Fattori di controllo

Azione neutralizzante dei correttivi calcio magnesiaci

Azione neutralizzante delle acque irrigue (durezza temporanea)

Azione acidificante delle radici (emissione di acidi organici)

azione acidificante dei microorganismi (processi di nitrificazione)

azione acidificante o neutralizzante della fertirrigazione (assorbimento ed assimilazione delle forme azotate)



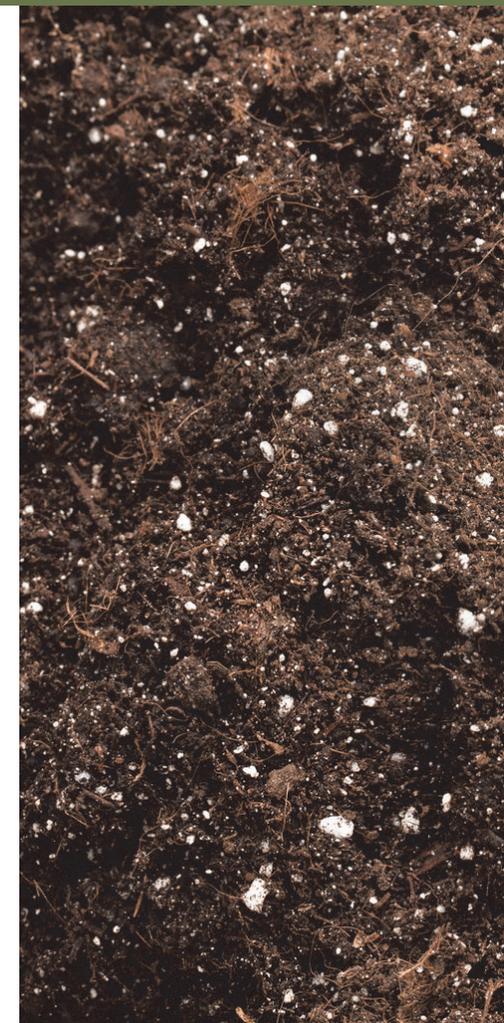
Effetti

condizioni fisiologiche favorevoli/sfavorevoli per la specie coltivata

condizioni fisiologiche favorevoli/sfavorevoli per il microbioma

Variazione della C.S.C. (cariche pH dipendenti)

Potenziale sottrazione di elementi nutritivi alla pianta (per insolubilizzazione o adsorbimento)

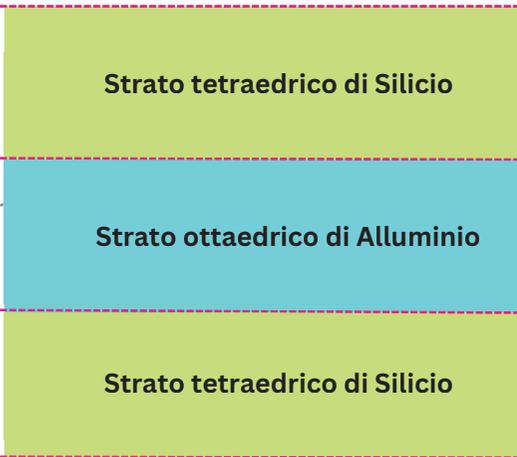
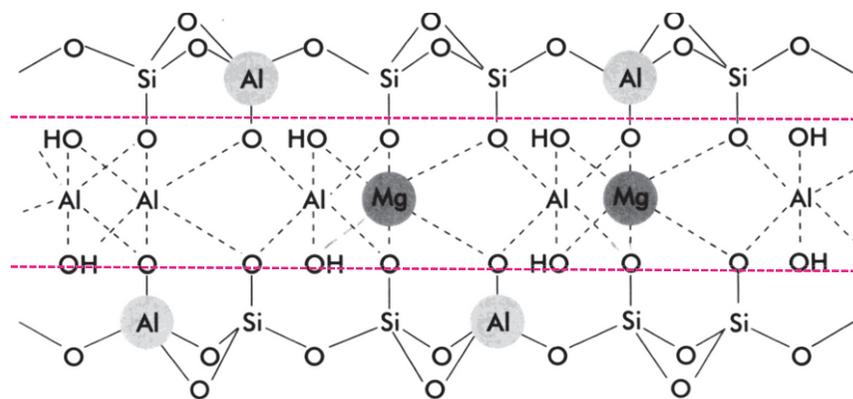


CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

C.S.C. NEL TERRENO AGRARIO

Fillosilicati e sostituzioni isomorfe

Nella struttura molecolare di un minerale si può avere una sostituzione isomorfa, ovvero la sostituzione di un atomo di un elemento chimico con un atomo di altro elemento se i loro raggi ionici non sono molto diversi, la loro carica non differisce di più di un'unità e rimanga inalterata la morfologia della struttura. Queste sostituzioni sono tipiche dei fillosilicati, soprattutto si verificano negli smectiti e vermiculiti.



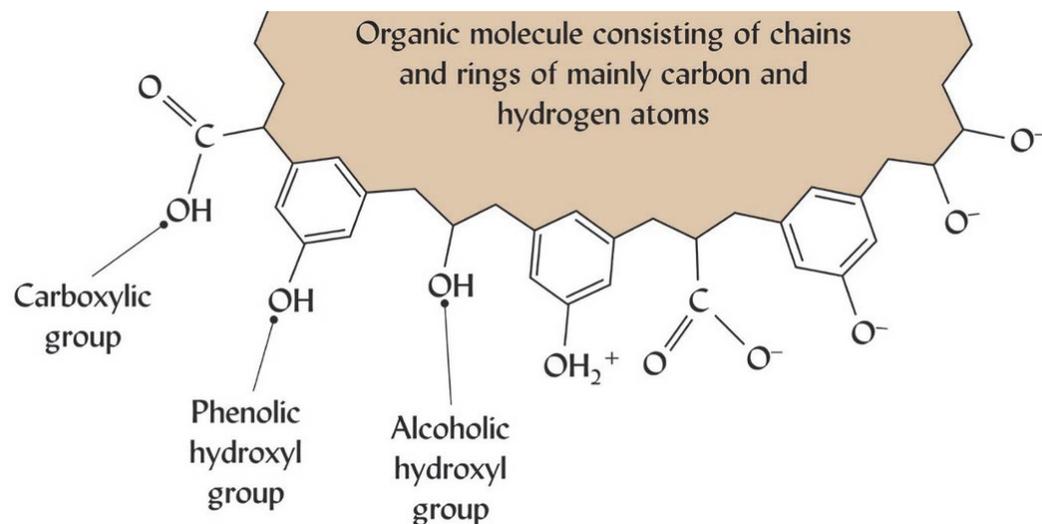
Vermiculite - Fillosilicato di tipo 2:1

La sostituzione isomorfa di Alluminio 3+ con Magnesio 2+ genera uno sbilanciamento di carica. Il fillosilicato diventa un polianione capace di adsorbire cationi di carica positiva.

La carica negativa acquisita per sostituzione isomorfa è di tipo permanente e non pH dipendente



C.S.C. NEL SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE



La composizione dei substrati di coltivazione si basa prevalentemente su componenti organici.

La C.S.C. è generata dalla dissociazione di gruppi idrossilici e carbossilici. Questa dissociazione aumenta all'aumentare del pH (condizioni ossidative). La C.S.C. nei substrati è per lo più pH dipendente

1

Assenza di scambiatori minerali

I fillosilicati sono limitati a pochi kg per metro cubo, oppure assenti. Un contributo alla C.S.C. pH indipendente può venire dai materiali lavici (es. zeoliti);

2

Alta efficienza del polianione organico

Le cariche generate dalla dissociazione di gruppi funzionali sono intense e tali da consentire l'adsorbimento dei cationi con alta efficienza

2

Selettività dell'adsorbimento

Tenuto conto che l'adsorbimento è funzione dell'attrazione fra scambiatori caricati negativamente e ioni con carica positiva, risulta chiaro che cationi polivalenti sono adsorbiti con maggiore energia dei cationi monovalenti.

Nel suolo e nei substrati, tuttavia, gli ioni sono idratati, cioè circondati da molecole di H_2O .

Il numero delle molecole d'acqua di idratazione è funzione della densità di carica del catione ($dc = q/r$)

La sequenzialità dell'attitudine all'adsorbimento è descritta dalle serie liotropiche

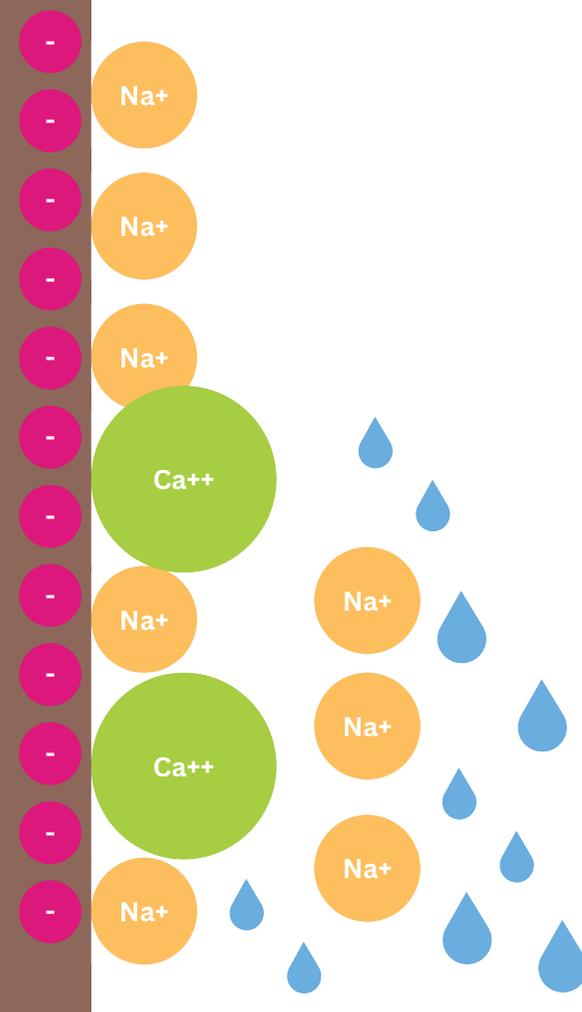
CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

ESEMPIO DI ADSORBIMENTO SELETTIVO - BUFFERIZZAZIONE (BUFFERING) DEI DERIVATI DEL COCCO

- A** Il lavaggio della fibra di cocco rimuove semplicemente i componenti solubili in acqua come il sodio che si è accumulato nel tempo. Il **Buffering**, invece, inverte i legami che si sono creati tra il substrato e i sali, rilasciando il potassio e il sodio.
- B** Per tamponare la fibra di cocco, bisogna esporla a concentrazioni elevate di **nitrate di calcio e nitrate di magnesio**. I cationi nutritivi hanno un grado di attrazione (affinità) leggermente diverso, che si basa sulla carica che hanno e sul raggio ionico. Il calcio e il magnesio hanno una doppia carica positiva, quindi sono preferiti. Di conseguenza ci sarà uno scambio di sali indesiderati (potassio e sodio) con sali desiderati (calcio e magnesio).
- C** Una fibra di cocco non bufferizzata causerà il blocco dei nutrienti di calcio e magnesio perché i substrati di cocco hanno un'attrazione più forte per questi 2 sali rispetto a potassio e sodio. Di conseguenza, sodio e potassio saranno spostati nella soluzione e assorbiti dalle radici.



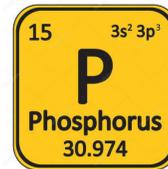
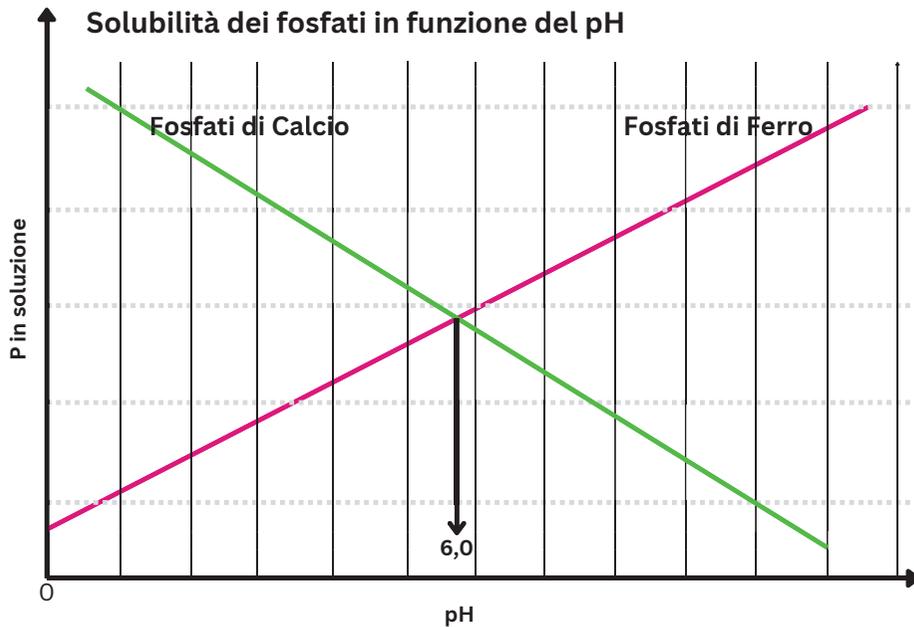
polianione a carica negativa



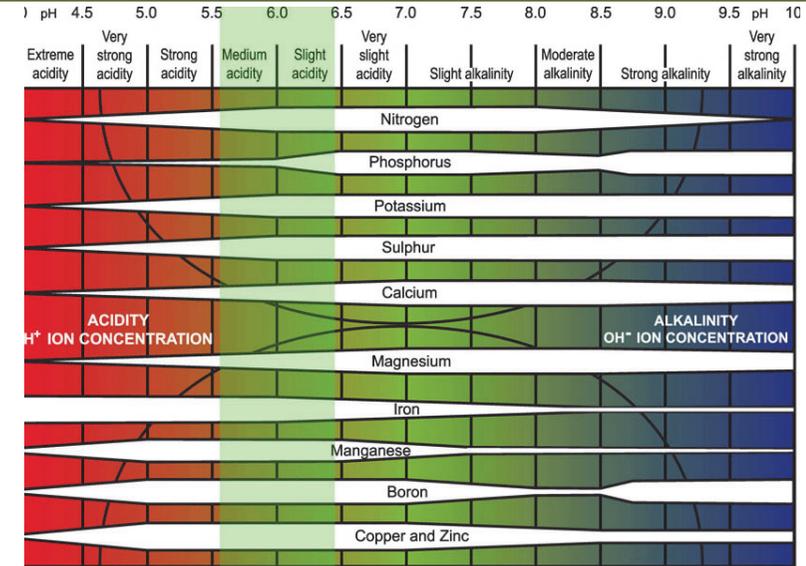
CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

CONSEGUENZE DEL PH SULLA NUTRIZIONE VEGETALE

- A** All'aumentare del pH, aumenta la dissociazione dei gruppi alcolici fenolici e carbossilici e si rafforza l'efficienza del polianione organico nell'adsorbimento di cationi prevalentemente bivalenti
- B** All'aumentare del pH, si creano le condizioni di insolubilizzazione di molti elementi utili alla nutrizione vegetale
- C** Condizioni di eccessiva acidità possono incrementare la solubilità e mobilità di elementi metallici correlati a fenomeni di fitotossicità (es. Alluminio, Manganese, ecc.)



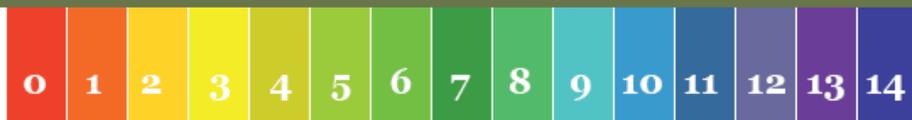
Nei substrati non abbiamo capacità di scambio anionico, che nei suoli è generata dagli idrossidi di Ferro ed Alluminio. Quindi gli anioni, tra cui i fosfati non vengono trattenuti



Materiale	pH (Media)	pH (Intervallo)
Argilla espansa	8,1	7,7 - 8,6
Cocco (chip)	5,7	5,4-6,1
Cocco (midollo)	6,2	6,0-6,7
Fibra di legno	4,8	3,8-5,4
Lana di roccia	6,2	5,2-7,8
Perlite	6,3	5,2-7,7
Pomice	6,3	4,7-7,6
Torba	3,9	3,4-4,4

CARATTERISTICHE CHIMICHE - IL PH

20



pH

Per capire la disponibilità di nutrienti, possiamo usare il ferro (Fe) come esempio.
Il ferro è un micronutriente essenziale per le piante, che svolge un ruolo cruciale nei loro processi metabolici (sintesi del DNA, respirazione e, naturalmente, fotosintesi).
Il ferro svolge anche un ruolo importante nella sintesi della clorofilla, mantenendo la funzione della struttura dei cloroplasti.

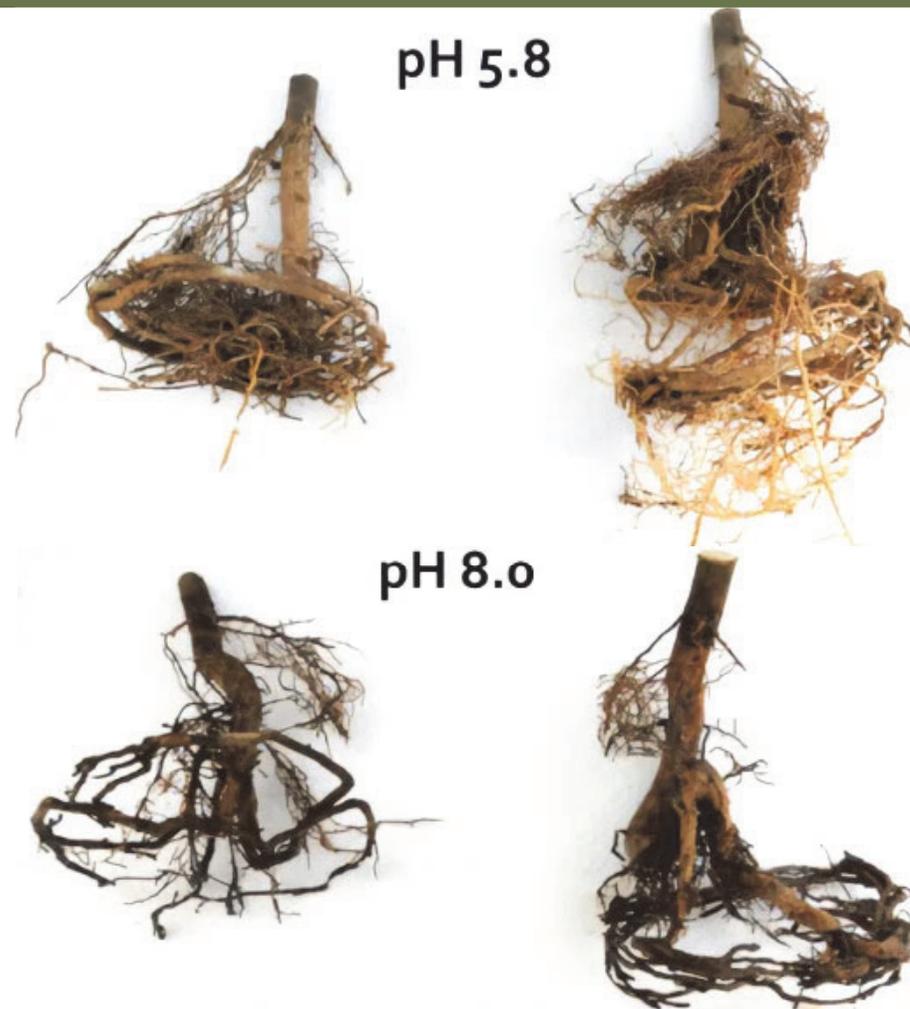
il Ferro esiste in ferro in due forme:

Ferrico (+3 carica): Non disponibile per le piante

Ferroso (+2 carica): Disponibile per le piante

Nei sistemi fuori suolo, possono verificarsi fluttuazioni tra i due.

Quando il ferro ferroso viene convertito in ferrico a causa dell'aumento dei livelli di pH, può causare carenze di ferro .



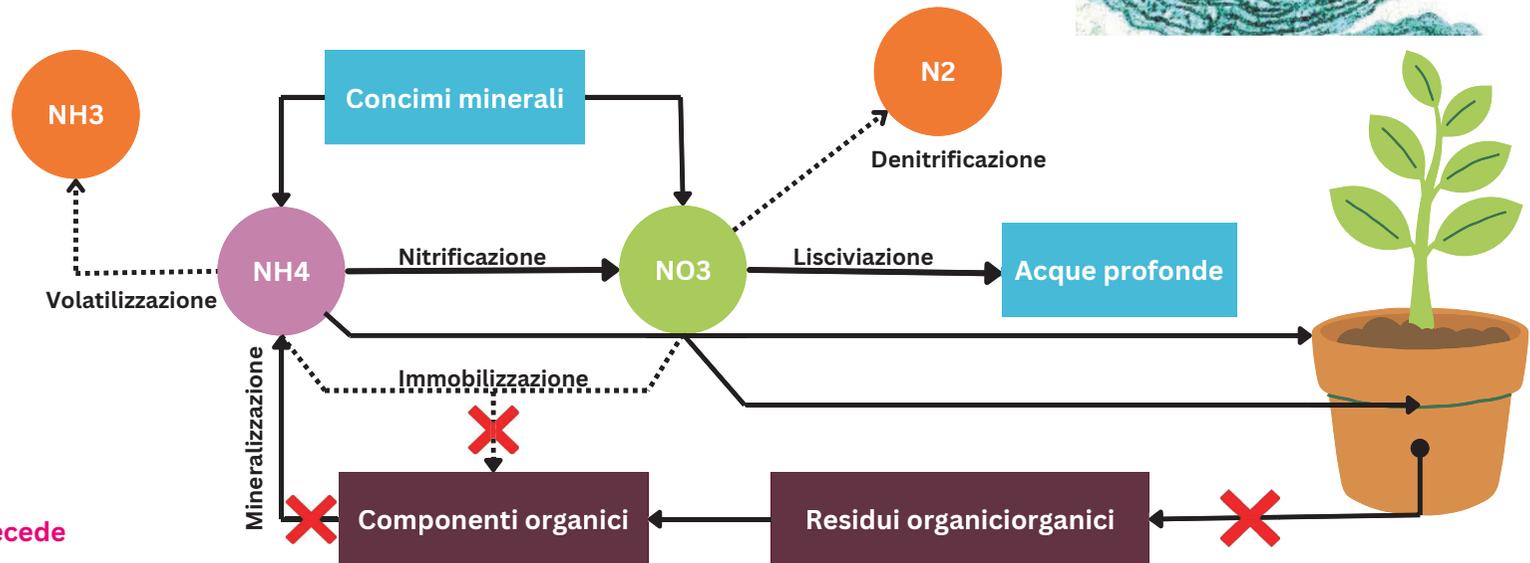
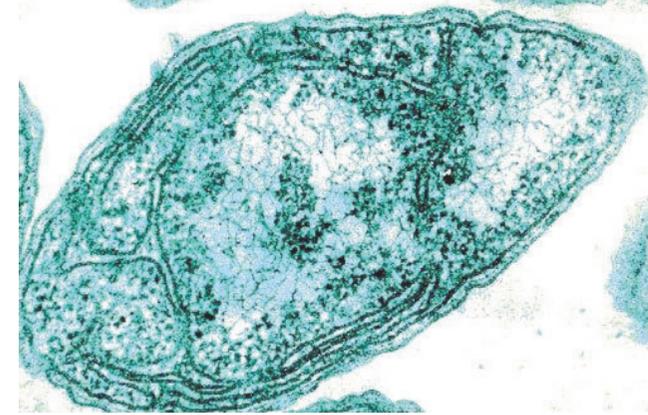
LA NITRIFICAZIONE ED I SUOI EFFETTI SUL PH



ossidazione biologica degli ioni ammonio ad ioni nitrato

Processo di tipo aerobico, condotto da *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*.

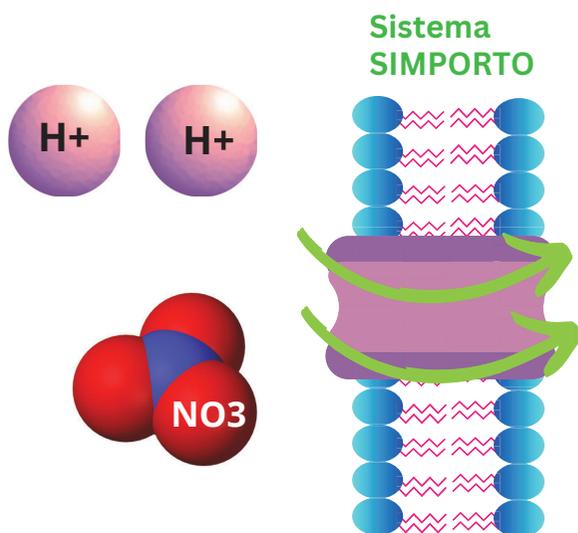
La nitrificazione può avvenire esclusivamente in ambienti ricchi di ossigeno e in funzione di altri fattori (NH_4^+ , T ottimali tra 25°e 32°), pH ottimali tra (7 e 9), contenuto idrico vicino alla capacità di campo, rapporto 8/1 max tra NO_3^- e NH_4^+ ...)



Processo attivo anche durante la conservazione del substrato che precede l'impiego.

LA NUTRIZIONE VEGETALE ED I SUOI EFFETTI SUL PH

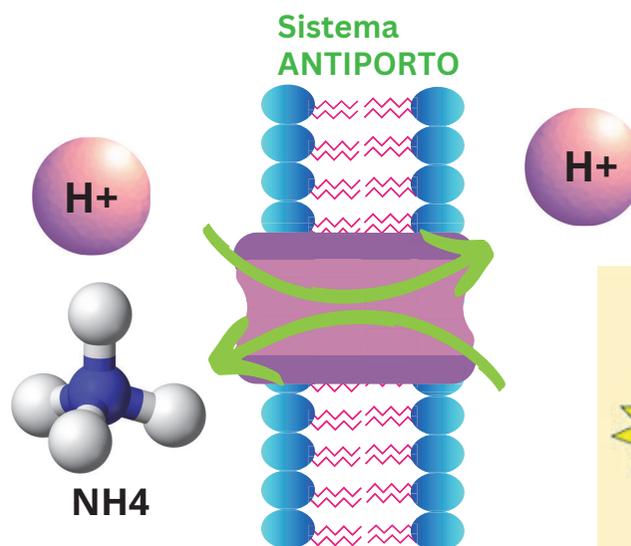
A Assorbimento del nitrato



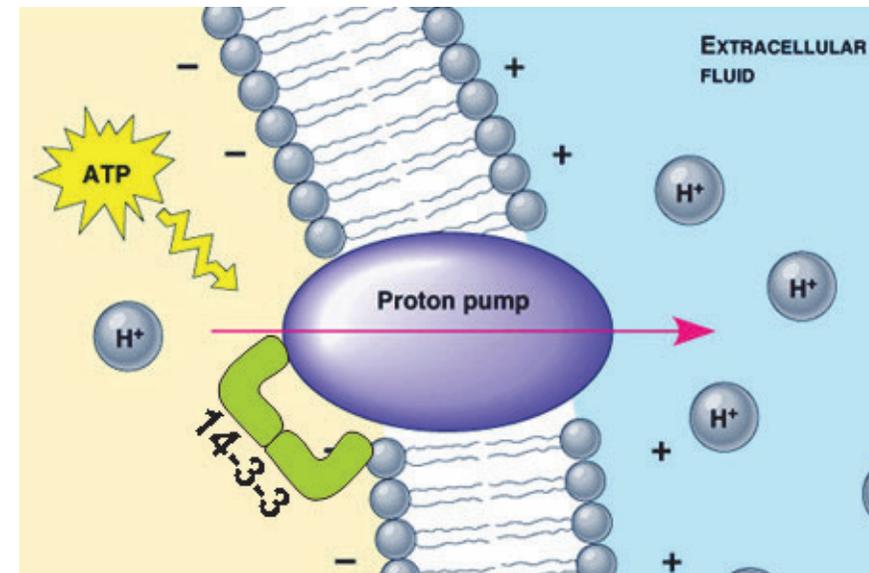
Sistema ad alta affinità, dovuto ad un carrier inducibile efficiente a basse concentrazioni (< 1 mM), con flusso basso

Sistema a bassa affinità, di tipo costitutivo attivo a concentrazioni elevate (> 1mM) ma con flusso maggiore.

B Assorbimento dell'Ammonio

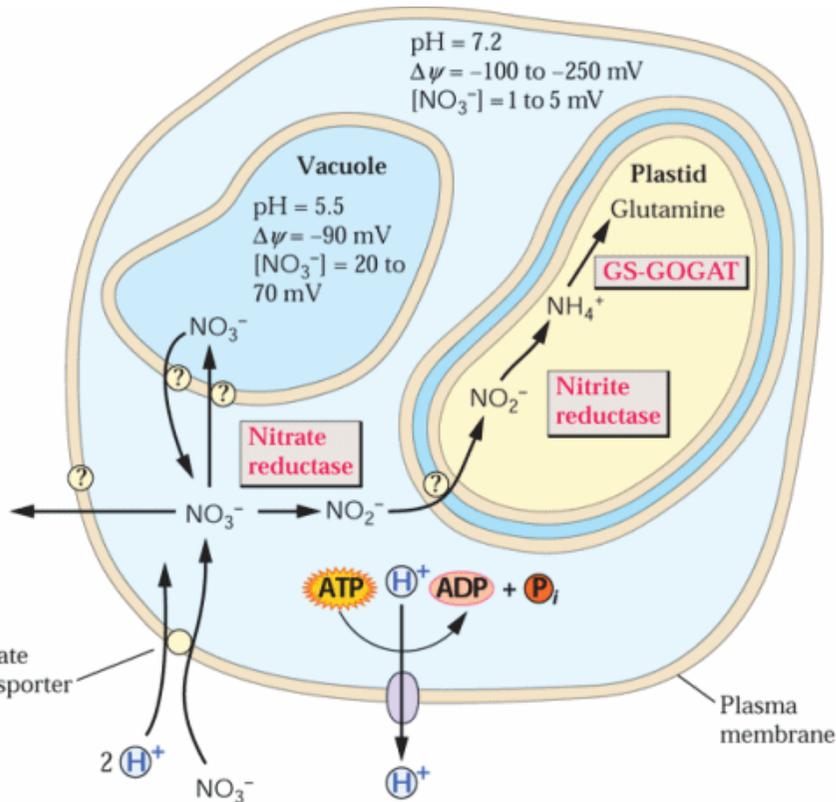


È assorbito in relazione all'efflusso di H^+ Tramite un Carrier definito ad alta affinità



ORGANICAZIONE DELL'AZOTO

Reazioni enzimatiche ATP dipendenti



La nitrato reduttasi (NAD) è un enzima appartenente alla classe delle ossidoreduttasi, che catalizza la seguente reazione:

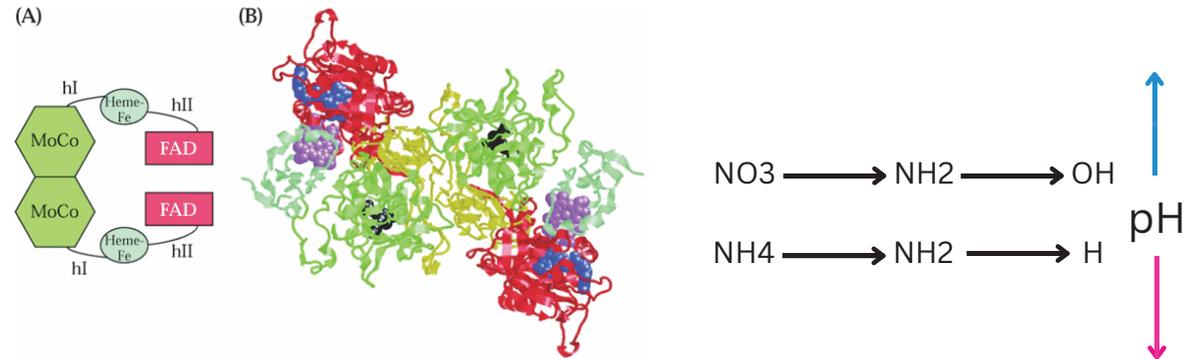


L'enzima è una flavoproteina **ferro-zolfo e molibdeno**.

È un complesso enzimatico interessante sotto il profilo fisiologico vegetale, dal momento che è il catalizzatore di una reazione che comporta la riduzione da nitrato a nitrito.

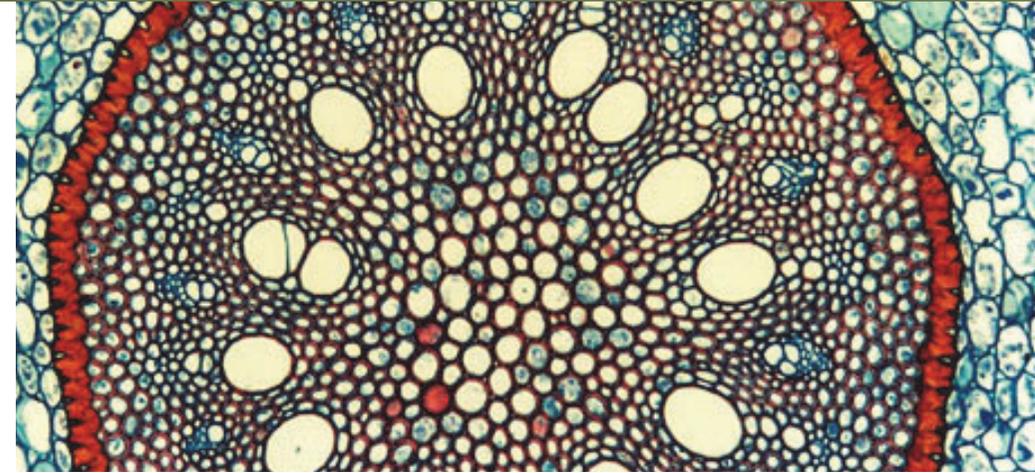
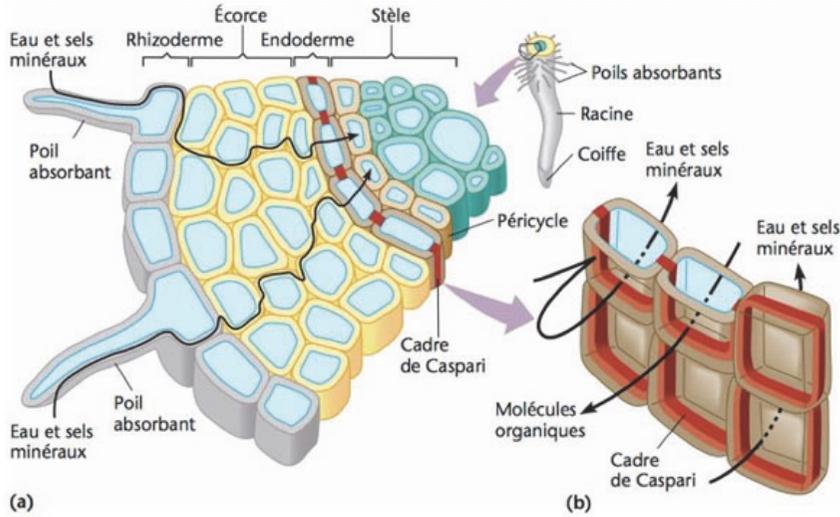
Questa reazione avviene grazie ad una catena di trasferimento elettronico, tramite questa catena, due elettroni vengono trasferiti dal NADH all' NO_3^- , in questo modo, il nitrato viene convertito in nitrito.

La reazione di riduzione continua poi tramite la nitrito reduttasi che converte il **nitrito** ad **ammoniaca**, quest'ultima verrà poi assemblata a scheletri carboniosi rendendola non tossica, e trasformandola in glutamina a ac. glutammico.



PROPRIETA' CHIMICHE - LA CONDUCIBILITA' ELETTRICA

MECCANISMI DI ASSORBIMENTO NELLA CELLULA VEGETALE



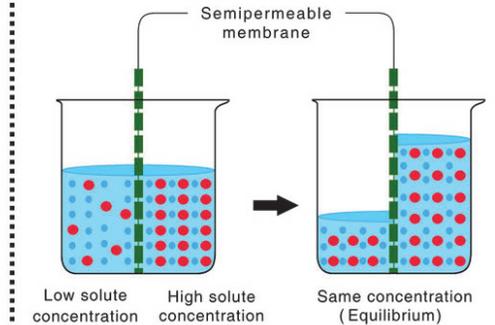
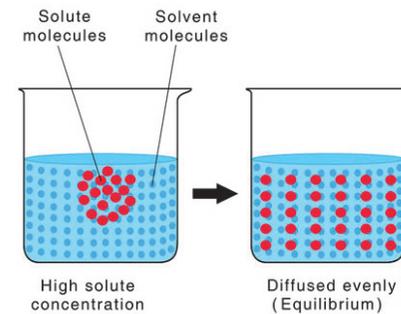
Diffusion

VS

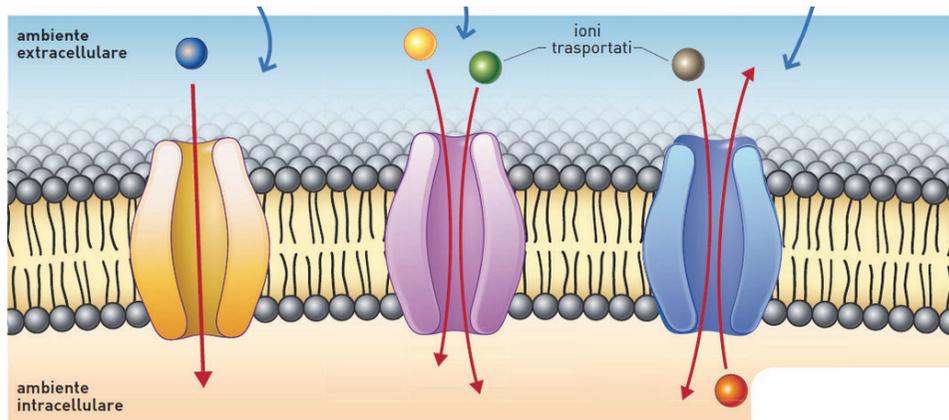
Osmosis

Solute molecules move from high to low concentration

Solvent molecules move from low to high solute concentration



ScienceFacts



PROPRIETA' CHIMICHE - LA CONDUCEBILITA' ELETTRICA

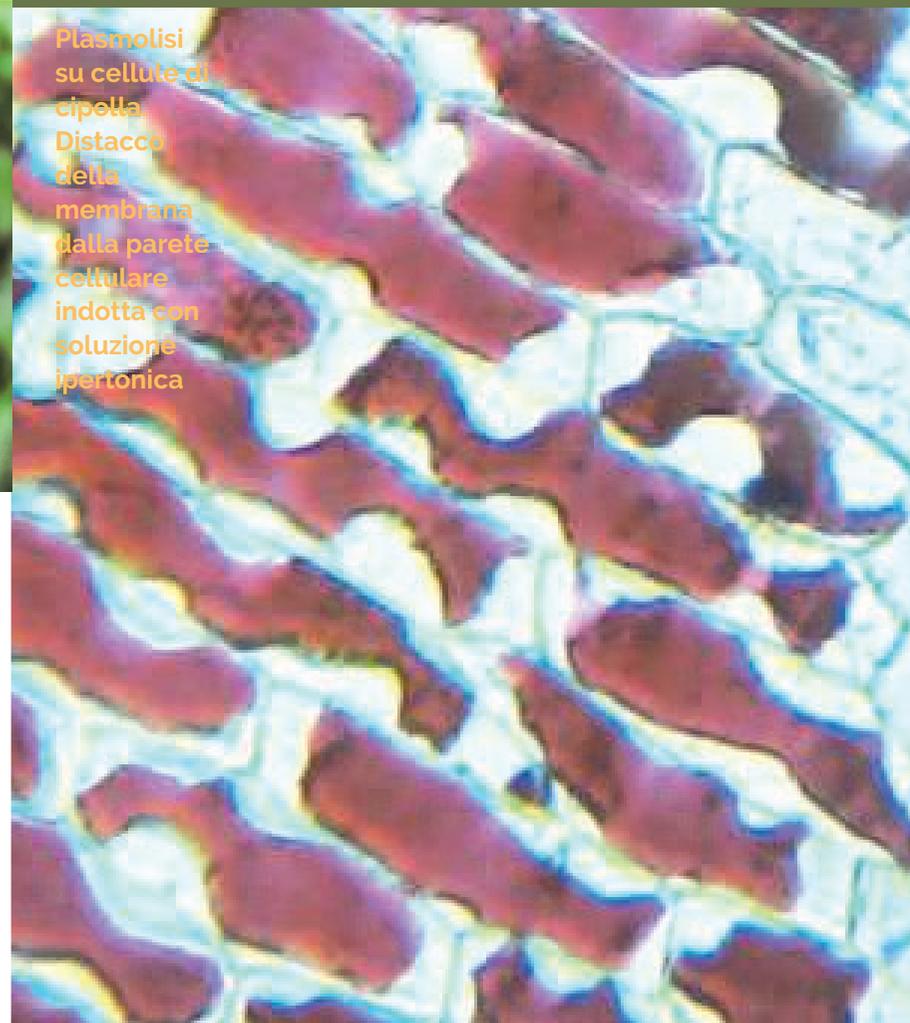
La salinità è la quantità totale di sali disciolti nell'acqua. Per valutare l'effetto della concentrazione salina sulla pressione osmotica della soluzione circolante nel vaso si adotta come indice la **Conducibilità Elettrica (E.C.)**

La salinità della soluzione fertirrigua che arriva alle radici della coltura (soluzione circolante) è data dalla somma della salinità costituzionale dell'acqua impiegata e dalla salinità indotta dal concime idrosolubile utilizzato.

Tanto più elevato è il livello di salinità di base dell'acqua, tanto minore deve essere la dose di concime impiegato per non incorrere in danni alla coltura.

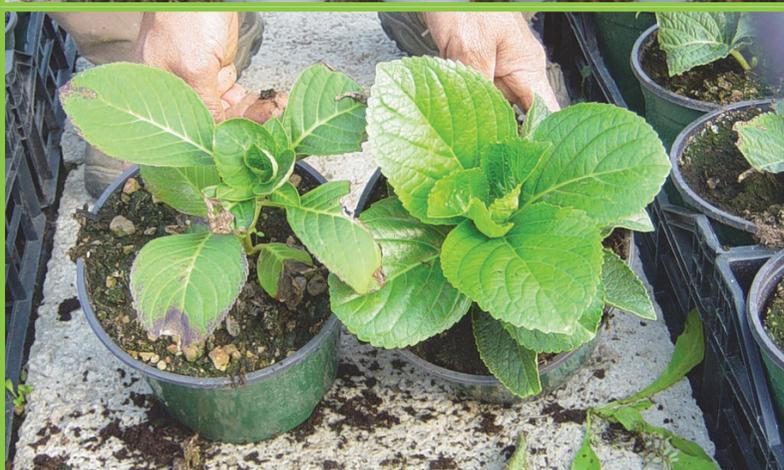
Conducibilità elettrica di vari componenti dei substrati. Valori determinati su estratto acquoso 1:1,5 v:v (Sonnenveld)

Parametro	Media [mS/cm]
Lana di roccia	0,0
Torba bionda	0,2
Cocco	0,5
Pomice	0,2
Perlite	0,1
Fibra di legno	0,2
Compost verde	2,6
Torba bruna	0,2



PROPRIETA' CHIMICHE - ESEMPI IN SERRA

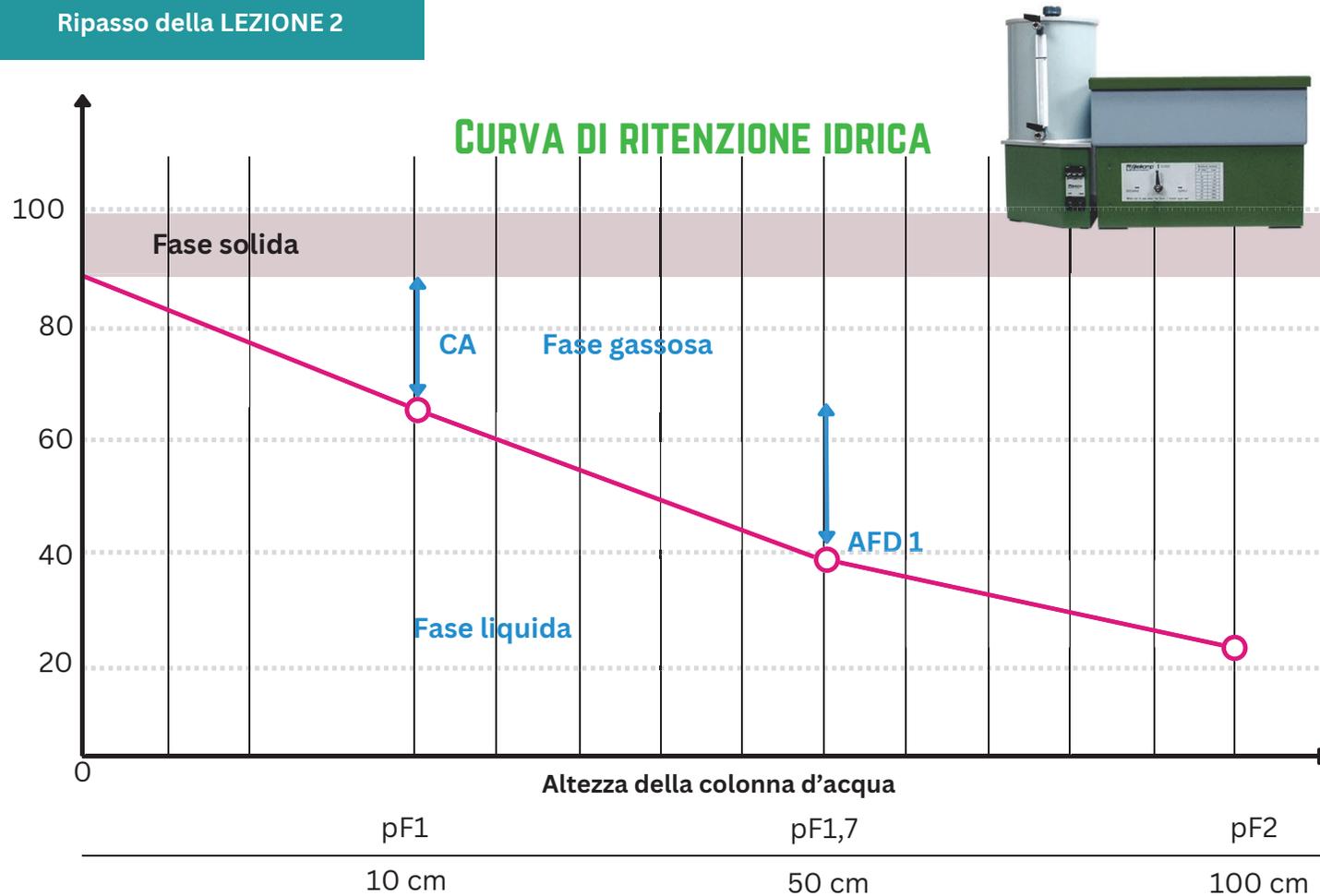
26



PROPRIETA' FISICHE

PROPRIETA' IDROLOGICHE - CURVA DI RITENZIONE IDRICA

Ripasso della LEZIONE 2



Porosità Totale: rappresenta il volume totale vuoto disponibile sia per l'acqua che per l'aria riferito proporzionalmente al volume del substrato;

Capacità per l'aria (air filled porosity, air volume content): costituisce la proporzione volumetrica dell'acqua occupante i macropori, che viene facilmente allontanata e sostituita dall'aria, sottoponendo il substrato saturo a tensioni comprese tra 0 e -1kPa

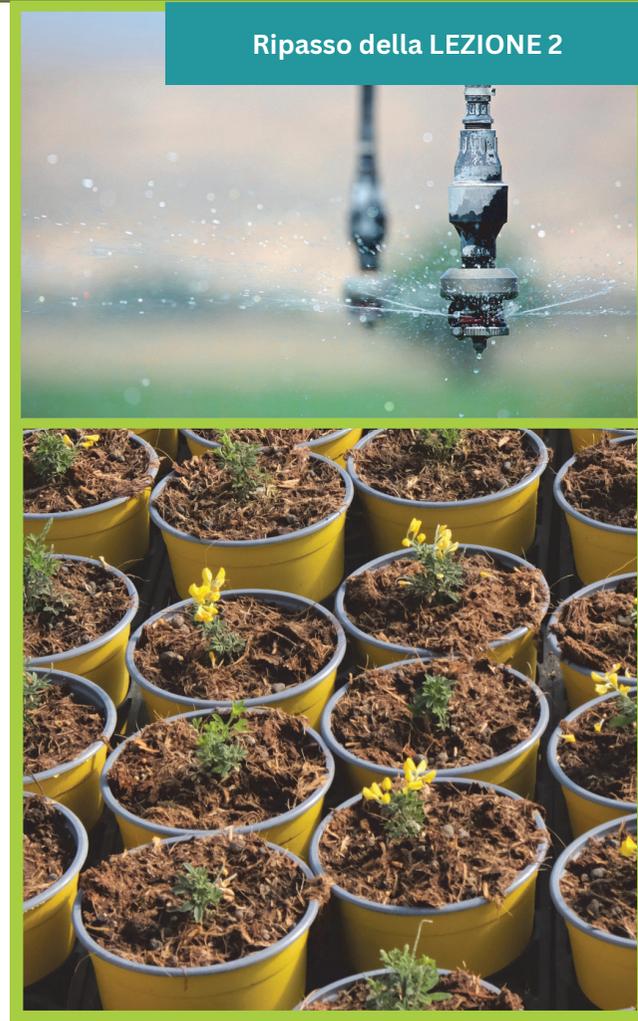
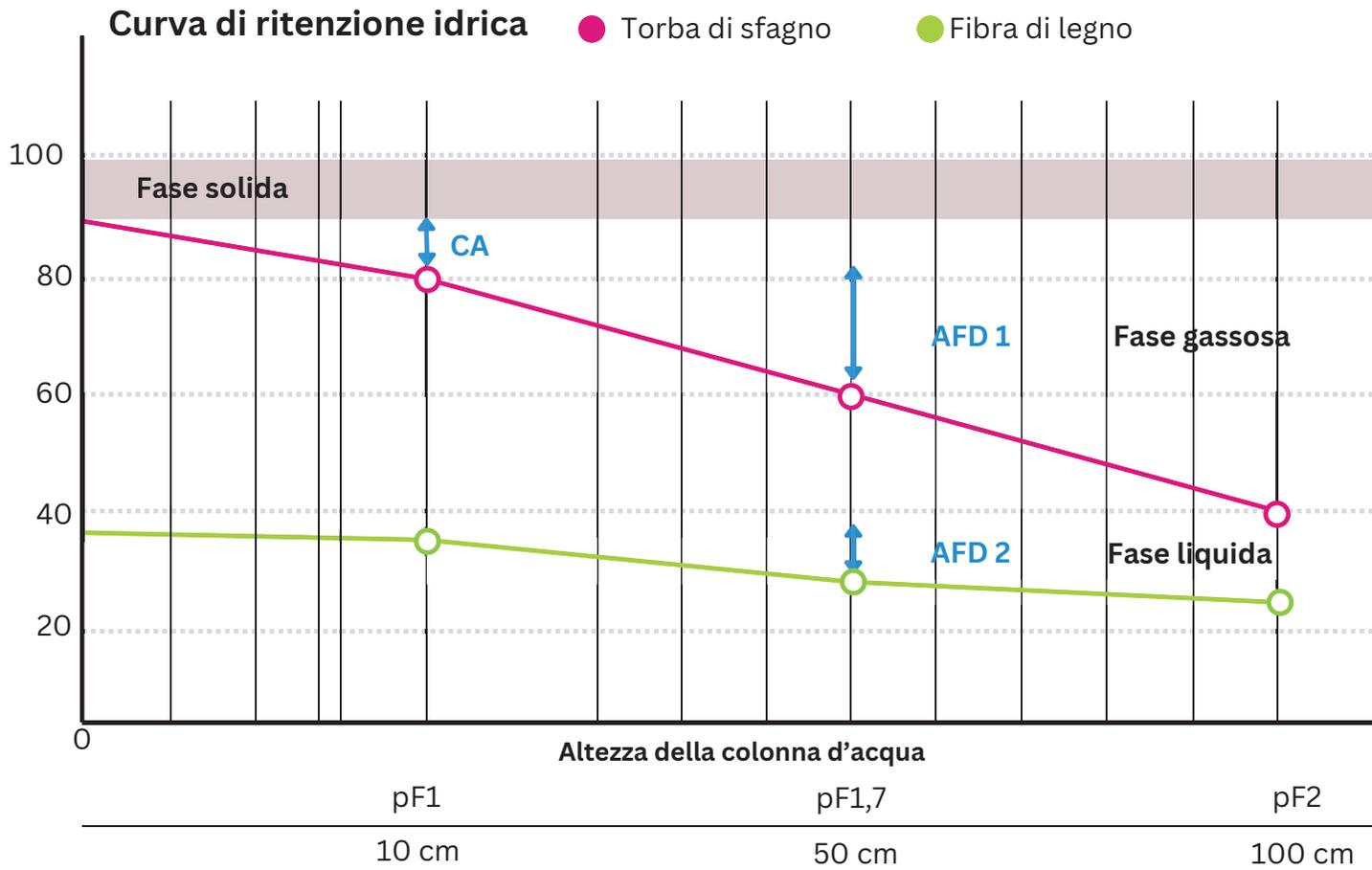
Acqua disponibile (water volume content): descrive volumetricamente la quantità di acqua trattenuta dal substrato sottoposto a tensioni comprese tra pF1 e pF2. Queste tensioni sono sovrapponibili a quelle normalmente esercitate dagli apparati radicali delle colture.

Nell'ambito dell'Acqua disponibile, si distinguono 2 frazioni:

Acqua facilmente disponibile: è l'acqua rilasciata dal substrato applicando tensioni crescenti da pF1 a pF1,7. Questa porzione volumetrica costituisce l'acqua che le radici delle piante utilizzano fisiologicamente;

Acqua di riserva o tampone: è l'acqua che il substrato rilascia quando le tensioni a cui è sottoposto passano da -5 kPa a -10 kPa.

PROPRIETA' IDROLOGICHE - CURVA DI RITENZIONE IDRICA



PROPRIETA' FISICHE - DENSITA' APPARENTE

La **densità apparente (BD - Bulk Density)** di un corpo viene calcolata in maniera formalmente analoga alla densità assoluta, ma prende in considerazione il volume totale occupato dal solido ovvero il suo ingombro esterno, compresi quindi gli spazi vuoti.

Essa è ovviamente dipendente, dalla natura della componente solida (organica o minerale), dalla forma e dalle dimensioni del particolato, dalla distribuzione spaziale che il particolato assume, dalla suscettibilità alla compressione delle particelle.

Al fine di non tener conto del livello di umidità del materiale ed ottenere un'indicazione univoca e confrontabile, nella scienza dei substrati, si ricorre spesso al termine di **densità apparente secca (DBD - Dry Bulk Density)**, che costituisce un parametro soggetto a dichiarazione obbligatoria.

la DBD è inversamente proporzionale ai valori di **Porosità Totale (TP - Total Porosity)**.

La porosità (P) totale indica, per un determinato volume di substrato, il volume degli spazi vuoti ed è definita come la differenza fra l'unità e il volume totale occupato dalla materia solida, ed è fornita dall'equazione:

$$P = 1 - (DA / DR),$$

dove DA indica la densità apparente, DR quella reale del materiale. DA è facilmente calcolabile, a differenza di DR.



PROPRIETA' FISICHE - IL VOLUME COMMERCIALE

30

Se non vi sono ambiguità su come va calcolato il volume di un liquido o di un solido compatto, per i quali l'unica incertezza è la temperatura di determinazione, non è così per i substrati che sono sempre compattabili.

Avremo infatti un volume all'insacco, che può diminuire, per esempio per il peso dei sacchi sovrapposti, che fanno fuoriuscire l'aria dalla massa in misura variabile a seconda della pressione che subiscono.

Successivamente, il volume aumenta equando il sacco viene aperto ed il substrato svuotato nei contenitori, magari dopo manipolazione meccanica o manuale.

Il Volume commerciale è un parametro soggetto a dichiarazione obbligatoria. Sono previste delle tolleranze rispetto al valore dichiarato (10%) **non sfruttabile sistematicamente**

La misura avviene per pesata, confrontando la densità apparente di un'aliquota di 20 litri, soggetta a compressione standardizzata

Il metodo ufficiale [UNI-EN12580] si avvale di un cilindro misuratore con rapporto altezza/diametro compreso fra 0,9:1 e 1:1; Collare rigido dello stesso diametro del cilindro di misura e con altezza di 75 mm;

Setaccio posizionato a 5 cm dal collare e dotato di tre maglie da 20, 40 e 60 mm. La scelta della maglia va fatta in relazione al materiale da testare



Prima di essere sottoposto a misurazione, il substrato che ha subito compressione deve essere rigenerato secondo le indicazioni fornite dal fabbricante

PROPRIETA' FISICHE - IL RESTRINGIMENTO

- A Il restringimento è dovuto alle proprietà dei costituenti organici del substrato ed è provocato dal ripetersi di **cicli di bagnatura ed asciugatura abbinati ad un regime termico altalenante**;
- B Il fenomeno si presenta con maggior frequenza con l'impiego di torbe giovani, ottenute mediante fresatura, specie se autofermentate;
- C In coltura, la situazione è da considerare **irreversibile** e quindi si può agire solo in termini preventivi;
- D Il'impiego di materiali fibrosi e di agenti bagnanti può ridurre l'incidenza del fenomeno.
- D **Molto importante è utilizzare componenti con granulometria compatibile e coerente tra loro perchè il restringimento consiste nel riassetto spaziale della componente solida**

