

Osservazioni Scientifiche

ERWIN FISCHER - CARLO FERRARI

Esperimenti sulle proprietà fisiche e chimiche del suolo

Originato dall'interazione tra organismi viventi, rocce, sostanze minerali a vario grado di complessità strutturale e atmosfera, il suolo rappresenta l'ambiente nel quale avviene quell'interscambio tra sostanze minerali e sostanze organiche che è alla base del mantenimento delle comunità viventi.

La più complessa struttura di suolo rilevabile è riportata nello schema di fig. 1.

L'orizzonte A è generalmente il più complesso poiché comprende in successione spaziale i vari stadi di degradazione della sostanza organica.

I resti organici ancora indecomposti, o decomposti in minima parte costituiscono lo strato più superficiale dell'orizzonte, la *lettiera*.

Al di sotto di questa si trova l'*humus*, una mescolanza complessa di sostanza organica finemente degradata, di sostanze minerali derivate da questa degradazione e di organismi decompositori. Le caratteristiche dell'*humus* dipendono dalle specie vegetali e animali di origine e dall'intensità dell'attività decompositiva.

Le comunità degli organismi decompositori sono costituite in piccola parte da insetti, aracnidi, lombrichi e, in numero molto maggiore, da batteri, «lieviti», alghe microscopiche, «muffe» e protozoi.

Gli strati più profondi dell'orizzonte A sono caratterizzati dal progressivo predominio delle sostanze minerali su quelle organiche.

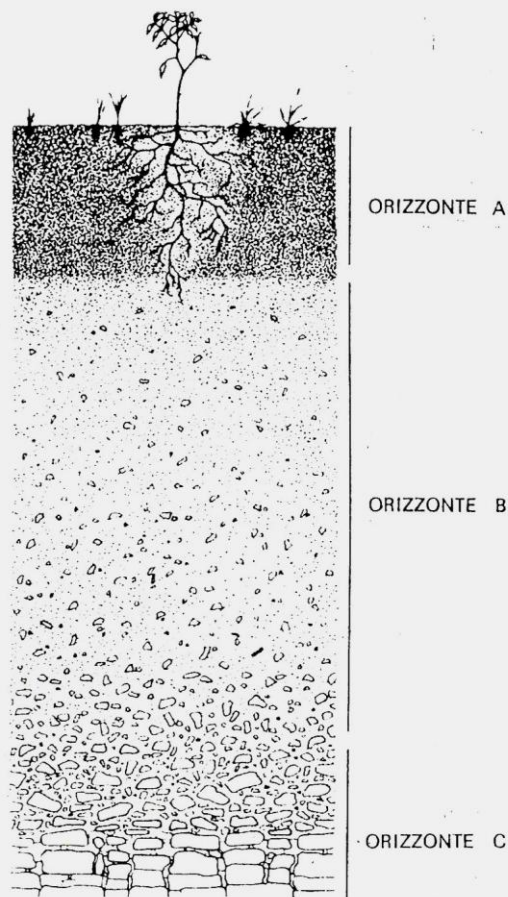


Fig. 1 - Profilo, molto schematico, di un suolo. Si noti che nell'orizzonte A si sviluppano prevalentemente gli apparati radicali delle piante. (da Raven e Curtis, *Biologia delle piante*, 1970).

Da questo orizzonte l'acqua di pioggia, percolando nel suolo, sottrae le sostanze minerali e le particelle organiche a minori dimensioni accumulandole nell'orizzonte sottostante, l'orizzonte B. Questo è costituito in prevalenza da sostanze inorganiche che provengono dalla degradazione della roccia madre e, come si è detto, da materiali solubili provenienti dall'orizzonte A.

L'orizzonte C, o substrato pedogenetico, è invece costituito dalla roccia madre più o meno frammentata.

Le caratteristiche fisiche e chimiche del suolo, condizionate dal clima e dalla roccia madre, concorrono a tipizzare i diversi suoli attraverso gli effetti che esercitano sulla quantità d'acqua disponibile, sulla capacità di ritenzione del suolo e sul rapporto aria/acqua che vi si stabilisce.

Lo studio di questi caratteri ha quindi un notevole interesse per comprendere quale grado di attività biologica è possibile in un suolo determinato. L'importanza dell'argomento e la semplicità dei metodi che è possibile usare, almeno nelle indagini preliminari, giustifica senz'altro una loro trasposizione in chiave didattica. È per questo che con il corredo di brevi note esplicative presentiamo una serie di esperimenti dimostrativi sulle proprietà fisiche e chimiche del suolo, adattati dal testo originale tedesco di BRAUNER-BUKATSCH, *Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum* (8. Aufl.) edito da Gustav Fischer, Jena 1973. Un inedito didattico, almeno per il nostro paese.

Proprietà fisiche

Queste proprietà dipendono dalla tessitura e struttura del suolo. Per comprendere cosa si intende per tessitura occorre ricordare che il suolo è composto da particelle di dimensioni varie. In base alle loro dimensioni (granulometria) queste sono classificate in cinque categorie: *Ghiaie*, più grandi di 2 mm, *Sabbie grossolane* da 2 a 0,2 mm, *Sabbie fini* da 0,2 a 0,02 mm, *Limi* da 0,02 a 0,002 mm e *Argille* (*Colloidi minerali*) minori di 0,002 mm.

La tessitura di un suolo corrisponde alla sua composizione granulometrica. La struttura dipende invece dalle modalità di distribuzione dei colloidi. Quando i colloidi sono

dispersi ed i loro granuli isolati, qualunque sia la loro dimensione, la struttura è detta particellare. Quando i colloidi sono flocculati in aggregati più o meno stabili detti grumi, la struttura è grumosa. Ciò accade in generale quando gli ioni Ca^{++} e Mg^{++} sono abbondanti.

La struttura di un suolo ne condiziona l'aereazione e la permeabilità. I suoli a struttura particellare sono più o meno areati secondo la loro ricchezza in colloidi e quindi più o meno permeabili; i suoli a struttura grumosa sono ben areati e permeabili.

1. *Il suolo è composto da particelle di dimensioni varie.* Si potrebbero separare le varie frazioni granulometriche con setacci. Oppure: un cilindro di vetro (250 cc) viene riempito per ca. 1/3 con un campione di suolo. Si aggiunge poi acqua fino a riempimento, si agita e si lascia sedimentare. La velocità di sedimentazione delle particelle dipende dalla loro grandezza (peso). Sul fondo si ottengono le varie frazioni granulometriche.

2. *La permeabilità all'aria del suolo dipende dalle dimensioni delle particelle* (fig. 2).

Tre o più tubi di vetro (diametro 2-3 cm, lunghezza 25-30 cm) vengono riempiti di sabbia asciutta (!) di diversa granulometria (fine, media, grossolana...). Si collegano i tubi con una pompa ad acqua e si contano le bolle d'aria in un minuto (per avere un confronto usare la stessa pompa ad acqua con la stessa portata d'acqua). Si potrebbero collegare anche contemporaneamente i tre tubi alla stessa pompa per vedere il diverso numero di bolle di aria.

3. *Se il suolo è intriso d'acqua, la permeabilità all'aria è diminuita.*

Sui tubi di sabbia allestiti per l'esperimento precedente si versa dall'alto un po' di acqua (quantità uguali sui tre tubi) e si contano di nuovo le bolle d'aria. La permeabilità è diminuita notevolmente.

4. *La capacità del suolo di trattenere l'acqua dipende dalla sua costituzione* (fig. 3).

Quattro o più imbuti vengono riempiti con uguali volumi di suolo (sabbia fine, me-

dia, grossolana, torba, terreno di giardino...) e si versa su ciascuno 100 cc di acqua. (In pratica basterà colmare quattro imbuti uguali di terreno). Si misura con un cilindro la quantità d'acqua passata e si calcola la quantità d'acqua trattenuta:
 acqua trattenuta = 100 cc — acqua passata.

5. Determinazione del contenuto d'acqua di un suolo e della sua capacità idrica.

Si toglie accuratamente il coperchio di alcuni barattoli uguali di latta e si perfora il fondo (con un chiodo). Si determina il peso di ogni barattolo. Per raccogliere un campione di suolo (dopo aver allontanato la cortica erbosa) si spinge il barattolo nel suolo facendo attenzione a non alterare la compattezza. Si pesa e si determina la quantità di suolo. Poi si essicca (per 24 ore) e si determina il peso a secco.

Contenuto in H_2O al momento del prelievo = peso fresco — peso a secco.

Esprimere in %.

Per determinare la capacità idrica del suolo si pongono i barattoli in acqua e si attende finché la superficie si colora in scuro per l'apparizione dell'acqua.

Capacità idrica = peso del suolo saturo d'acqua — peso secco.

Esprimere in %.

6. L'ascesa dell'acqua per capillarità è in stretta relazione con la grandezza dei granuli (fig. 4).

Tre uguali tubi di vetro chiusi inferiormente da uno strato di stoffa o garza vengono riempiti di sabbia asciutta, alla quale è stato frammisto un po' di permanganato di potassio in polvere (per rendere maggiore l'effetto visivo). Poi si immergono i tre tubi in acqua. Notare l'altezza del livello dell'acqua e la velocità di ascensione. Dall'intensità di colore si vede inoltre che con l'ascensione dell'acqua vengono trasportati in alto anche i sali (per esempio nelle zone aride!).

Proprietà chimiche

1. Nel suolo si forma una soluzione di sali minerali, acidi e basi (fig. 5).

La presenza degli ioni viene dimostrata dalla conducibilità elettrica delle soluzioni-sospensioni di vari campioni di suolo.

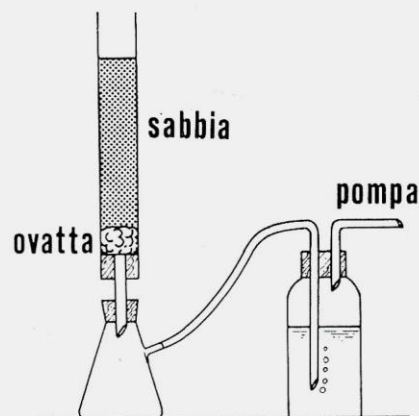


Fig. 2

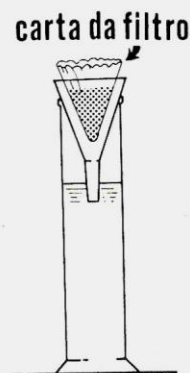


Fig. 3

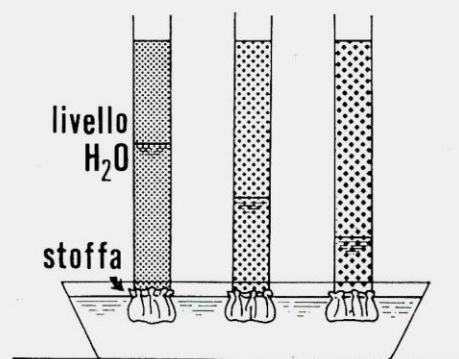


Fig. 4

a) Si esamina la conducibilità elettrica dell'acqua distillata. La lampadina non si accende.

b) Si sbatte l'acqua distillata con un campione di suolo e si riesamina (dopo la sedimentazione o filtrazione) la conducibilità. La lampadina si accende perché ci sono ioni.

c) Lo stesso esperimento si esegue con altri campioni di suolo ed eventualmente con acqua normale (in quest'ultima esiste bicarbonato di calcio dissociato).

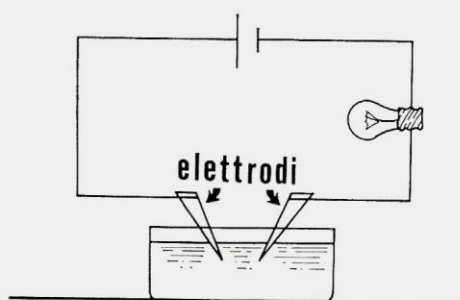


Fig. 5

2. Come si determina il tipo di carica delle particelle colloidali del suolo? (fig. 6).

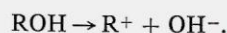
Si usano due coloranti di cui è nota la struttura molecolare.

Per esempio:

eosina: è un colorante acido, perciò dissocia secondo lo schema generale



bleu di metilene: è un colorante basico perciò dissocia secondo lo schema generale



Si preparano due soluzioni acquose della stessa intensità di colore (non troppo alta!) e si versano su un campione di suolo suddiviso in parti uguali su due imbuto con carta da filtro. Si nota che il colorante basico R^+ viene trattenuto in misura maggiore del colorante rosso R^- , perché la soluzione bleu si è decolorata. Ciò significa che le particelle colloidali del suolo trattengono di più il radicale positivo R^+ e quindi portano cariche negative all'esterno.

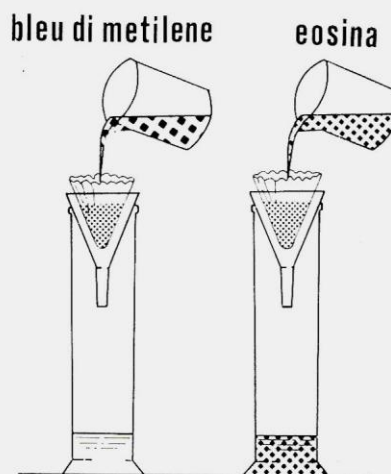


Fig. 6

3. L'assorbimento dipende anche dalla grandezza molecolare.

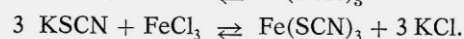
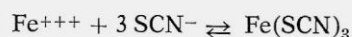
Usando al posto del bleu di metilene una soluzione di $CuSO_4$ (Solfato di rame) con NH_3 diluita (si forma allora solfato tetramminico di rame) la decolorazione è meno intensa essendo la molecola più piccola.

4. In natura ioni metallici vengono trattiene dalle particelle colloidali (fig. 7).

Per mostrare che le particelle colloidali del suolo trattengono ioni metallici si usano ioni metallici che in soluzione sono colorati, p. es. Cu^{++} o Fe^{+++} .

Si preparano due soluzioni di $FeCl_3$ (Cloruro ferrico) e di $CuSO_4$ (Solfato di rame) talmente diluite che il loro colore sia appena visibile. Poi si versa una parte di ogni soluzione su un campione di suolo; l'altra parte si conserva in provetta per avere un confronto. Per mettere in evidenza la quantità degli ioni Fe^{3+} si aggiungono sia al filtrato del suolo che alla provetta di controllo circa 1 cc di soluzione al 10% di KSCN (Triocianato di potassio) e due o tre gocce di HCl.

Dall'intensità di colore rosso che si forma, si risale alla quantità degli ioni Fe^{+++} presenti:



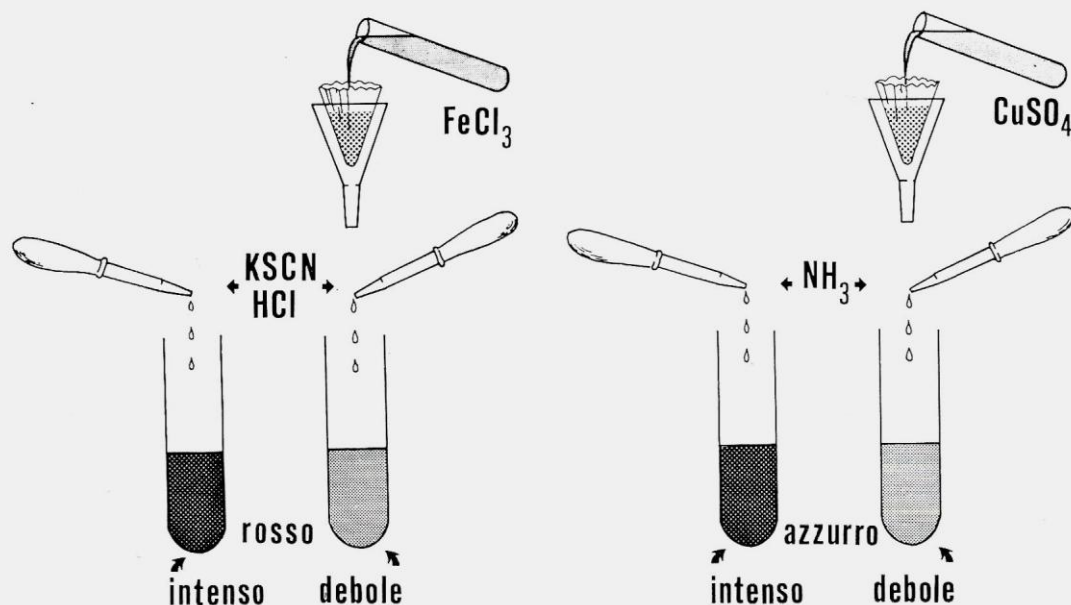
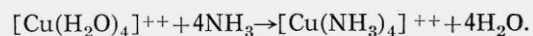


Fig. 7

Per mettere in evidenza gli ioni Cu^{++} si aggiunge ammoniacca e si forma un complesso tetrammico bleu:



Il fatto che le soluzioni passate attraverso il suolo sono meno intensamente colorate, dimostra che le particelle colloidali hanno trattenuto gli ioni metallici.

5. Scambio di cationi tra particelle colloidali e radici.

Attraverso i campioni di suolo dell'esperimento precedente, contenenti gli ioni Fe^{+++} o Cu^{++} , viene fatto passare un po' di acido cloridrico al 2%. Poi si esaminano i filtrati rispettivamente con KSCN e NH_3 come nell'esperimento precedente. I filtrati si colorano di nuovo più o meno intensamente, perché si ritrovano i cationi. Ciò dimostra che gli ioni metallici sono stati sostituiti dagli ioni H^+ dell'acido.

6. Esistono veramente degli acidi nel suolo?

La presenza degli acidi si dimostra misurando il pH. Gli acidi presenti sono acidi

umici. Si sbatte in un cilindro di vetro un campione di suolo, torba, sabbia..., con una soluzione di salmiacca 5% e si lascia depositare. Il liquido sarà tanto più colorato in giallo, bruno o marrone, quanto maggiore è il contenuto in acidi umici. Si sono cioè formati degli umati di ammonio che colorano la soluzione.

Gli Autori:

dott. E. Fischer - via Isarco 11/b, Bolzano.
dott. C. Ferrari - Istituto Botanico dell'Università,
via Irnerio 42 - 40126 Bologna.
Disegni di L. Gasperini.