

I residui

Nel terreno di organismi vegetali o animali e i microrganismi sono tutti costituiti da carboidrati, proteine e lipidi; le piante vascolari hanno più lignina, cere, resine e tannini. Nella SO è sempre presente il C, che si associa spesso all'H = idrocarburi.

I **carboidrati** costituiscono il 30-80% della SO indecomposta. Si suddividono in mono, di e polisaccaridi. Esempi di questi ultimi sono l'amido e la cellulosa che differiscono perché nell'amido si hanno legami con l'alfa glucosio, mentre nella cellulosa si hanno legami con il beta glucosio.

Le **proteine** sono presenti dall'1 al 15%, forniscono azoto. Alla base della struttura esiste un legame peptidico tra un gruppo carbossilico COOH e uno amminico NH₂, con perdita di acqua.

I **lipidi** sono presenti per il 1-8%. Sono idrorepellenti e hanno un ruolo trascurabile.

La **lignina** è molto stabile e resistente, è presente per il 10-30% e forma nuclei fondamentali dell'humus.

Cere, resine e tannini sono i precursori della SO e sono difficilmente decomponibili.

Sostanza organica

Quella che deriva dai vegetali proviene dalle secrezioni radicali, dalle sostanze mucillaginose, dalle spoglie radicali e dai residui della parte aerea (foglie, fusto e rami).

Quella derivante dagli animali proviene dalle loro spoglie e dalle deiezioni.

Quella derivante dai microrganismi proviene dalle loro spoglie e dai prodotti extracellulari.

La SO costituisce il 2-5% del terreno ed è composta nello specifico da *sostanza umificata (85%), residui vegetali e animali (10%) e biomassa microbica (5%)*.

Enzimi

Gli **enzimi** vengono indicate al femminile e hanno il suffisso -asi. Sono catalizzatori biologici che agiscono sul substrato, il quale va a contatto con il sito attivo dell'enzima, formando un complesso. Vengono adsorbiti e protetti dai collidi.

Tra i più importanti abbiamo l'**ossidoreduttasi** (deidrogenasi e catalasi) e la **idrolasi** (spezzano le macromolecole in molecole più piccole per mezzo dell'acqua).

Umificazione

L'umificazione si distingue dalla mineralizzazione, ma sono entrambi dei processi di trasformazione chimica dei composti organici originari.

La **mineralizzazione** porterà alla produzione di anidride carbonica, acqua e sali minerali.

L'**umificazione** consiste nella condensazione e polimerizzazione di sostanze originarie e di neoformazione (humus), per dare complessi chimicamente stabili e presenza di gruppi funzionali attivi.

L'**Humus** è una sostanza organica di colore marrone-bruno (combinazione di Fe e Al) amorfa, colloidale, con struttura aromatica, alifatica ed eterociclica.

Può essere suddiviso in umina (sempre insolubile), acidi umici (solubili in soluzioni alcaline e insolubili in soluzioni acide) e acidi fulvici (sempre solubili).

Ne esistono vari tipi: MOOR (grezzo, spodosuoli), MULL (duro – migliore, TSB 80-90, C/N 10 – e dolce -tipico delle foreste di latifoglie-) e MODER (via intermedia tra moor e mull).

Le fasi di umificazione sono 3: idrolisi (enzimi idrolitici), ossidazione (aumento di gruppi funzionali) e la resintesi (micella umica, a causa di combinazione, ciclizzazione e condensazione tra le molecole).

Rapporto C/N

Si può calcolare sia nella SO che nei fertilizzanti. E' importante per l'attività microbica. Un buon rapporto è va da 10 a 20, con un picco ottimale tra 10 e 12. Se il rapporto supera i 30 vuol dire che l'azoto è minore (=ne soffre la pianta).

Erba medica, trifoglio e letame bovino hanno un rapporto C/N ottimo.

Funzioni della Sostanza Organica

(Se non c'è SO si tratta di "substrato inerte"!)

La SO ha **funzioni fisiche** (struttura il suolo), **chimiche** (è riserva di elementi nutritivi), **biologiche** (protegge gli enzimi) e **ambientali** (è detossificante e antierosiva; ma ha il difetto di emettere anidride carbonica se degradata con le lavorazioni)

Sistema input: emissione carbonio nel terreno, ad opera della fotosintesi e della SO

Sistema output: perdita di carbonio, ad opera della respirazioni della biomassa e della lisciviazione

Effetto source: di sorgente di carbonio (mineralizzazione)

Effetto sink: perdita di carbonio (umificazione)

Stato colloidale

Consiste in una fase microscopica dispersa in una continua (particella dispersa).

Sono colloidali i minerali argillosi, ossidi, idrossidi di Fe e di Al e la SO (con acqua).

Minerali argillosi

Particelle con diametro minore di 2 micron. Sono tutti fillosilicati.

Sono 5 e differiscono per varie caratteristiche tra le quali troviamo eventuali sostituzioni isomorfe e il periodo di identità (distanza tra l'inizio di uno strato e l'inizio del successivo con la stessa geometria).

1. **CAOLINITE** tipico degli oxisuoli, fillosilicato 1:1 (T-O), periodo di identità 7,2 Å, no sostituzioni isomorfe, CSC molto bassa.
2. **ILLITE** più presente nei suoli italiani, fillosilicato 2:1 (T-O-T), periodo di identità 10 Å, sostituzioni isomorfe negli ottaedri, CSC media.
3. **MONTMORILLONITE** fillosilicato 2:1 (T-O-T), periodo di identità 9,5 – 22,5 Å, sostituzioni isomorfe frequenti, CSC alta.
4. **VERMICULITE** fillosilicato 2:1 (T-O-T), periodo di identità 10 - 15 Å, sostituzioni isomorfe possibili, CSC molto alta.
5. **CLORITE** fillosilicato 2:1:1 (T-O-T-O), periodo di identità 14 Å, molte sostituzioni isomorfe, CSC abbastanza alta.

Meccanismi di formazione delle cariche sui colloidali

Generalmente, i minerali argillosi e la SO sono carichi negativamente; gli ossidi e gli idrossidi positivamente.

Il terreno ha una certa capacità di scambio cationico, cioè i colloidali possono trattenere i cationi essendo elettronegativamente carichi. Per due motivi:

1. Di tipo strutturale. Sul minerale argilloso si creano cariche negative a causa delle sostituzioni isomorfe.
2. Il secondo motivo è la dissociazione dei gruppi ossidrilici che dipende dalla soluzione circolante e dal suo pH (alcalinità = maggiore dissociazione = maggiore CSC).

Teorie di disposizione delle cariche

Spiegazione delle disposizioni dei cationi adsorbiti.

- a. Equivalente parallelo (Monostrato di Helmholtz)
- b. Ordine sparso (Modello diffuso di Gouy-Chapman)
- c. "Via di mezzo" (Doppio strato di Stern)

Adsorbimento

Attrazione, adesione tra particelle con cariche diverse. Le forze sono di tipo coulombiano:

$$F = (q_1 + q_2) / 4\pi\epsilon \times r^2$$

q=cariche elettr; $4\pi\epsilon$ =costante dielettrica (1 vuoto, 80 acqua); r^2 =distanza tra cariche

Catione più piccolo=maggiore densità di carica.

Affinchè avvenga lo scambio devono essere rispettate **Istantaneità** (velocità di scambio), **Selettività** (dei vari cationi – Ca^{+2} più attratto), **Stechiometria** (lo scambio avviene per equivalenti), **Reversibilità**, **Effetto concentrazione** (Le Chatelier – rapporto tra il prodotto tra le concentrazioni dei prodotti e il prodotto tra le concentrazioni dei reagenti, ciascuno elevato ai rispettivi coefficienti stechiometrici=costante) e **La Dipendenza da una particella “supplementare”** (che può spostare l'intero equilibrio della reazione).

Capacità di scambio cationico

E' la somma dei cationi scambiabili sulla superficie dello scambiatore (terreno); dipende dal pH. Valore basso <20 ; medio 20 ; alto >20. L'humus ha CSC più alta (200-400).

I cationi possono essere “scambiabili” e “non scambiabili” (considerati riserve, ma serve tempo per la loro disponibilità).

Tasso di saturazione basica

E' la percentuale delle basi di scambio rispetto alla CSC totale. Valori da 0 a 100.

I migliori terreni sono i mollisuoli che hanno un TSB prossimo al 100% e quindi fertilità massima.

In condizioni di pH acido e in presenza di ossidi o idrossidi si può parlare di **Capacità di Scambio Anionica** (CSA). I meccanismi di scambio è possibile tramite due meccanismi.

1. Protonazione gruppo OH. Meccanismo non specifico.
2. Sostituzione OH con una specie anionica. Meccanismo specifico.

Terreni anomali

Poco fertili, poco produttivi, poco lavorabili.

Un terreno **agronomicamente ottimo** ha le seguenti caratteristiche:

1. **tessitura** sabbia 60%, limo 10-20%, argilla 10-20%
2. **pH** neutro o sub-alcino (le basi sono più disponibili a valori alcalini)
3. **SO** 2-5% con un picco ottimale al 4%
4. **CSC** 20 meq/100g
5. **Rapporto C/N** 10
6. **TSB** 80 o più alto

Il **pH** di un terreno (o reazione di un terreno) è suddiviso in sette classi:

peracido <4,5

acidi 4,6 – 5,5

subacidi 5,6 – 6,5

neutri 6,6 – 7,5

subalcalini 7,6 – 8,5

alcalini 8,6 – 9,5

I motivi delle variazioni del pH in uno stesso suolo sono:

1. **cambiamenti climatici**: es. precipitazioni lisciviano le basi
2. **stagionalità**: es. in primavera il pH diminuisce con la ripresa vegetativa
3. **variazione di coltura**
4. **uso di concimi** acidificanti o alcalinizzanti
5. **debbio**: pratica di miglioramento che avviene bruciando i residui colturali

La sua misurazione viene effettuata su una sospensione acquosa di suolo utilizzando il pHmetro. Si è visto che aumentando la diluizione il pH aumenta di alcuni decimali perché diminuisce il cosiddetto “potere di congiunzione”, perché l'anidride carbonica che acidifica è più diluita, quindi minore e perché le basi adsorbite vengono maggiormente idrolizzate (sodio o la base in soluzione alza il pH). In alternativa si può misurare con soluzioni di sali neutri a concentrazione nota (es Cloruro di Potassio).

Terreni acidi

pH 4,6-5,5. Zone continentali e prealpine. La vite si adatta abbastanza bene anche nei terreni alcalini e acidi.

Esistono due tipi di acidità nel terreno: **attuale** (che si misura in acqua) e **potenziale** (misurata con sali neutri – esprime l'acidità massima).

In generale, l'acidità è data da precipitazioni, SO, asportazioni delle basi con le colture e le concimazioni. Per quest'ultimo motivo il terreno diventa acido, non nasce tale.

Gli H⁺ derivano da:

1. **acido carbonico debole** (che si forma a partire dall'anidride carbonica prodotta dal metabolismo della biomassa)
2. **reazioni di dissociazione (SO)**
3. **ossidazione di azoto e zolfo**
4. **piogge acide**
5. **essudati radicali da parte dei vegetali**

Esistono le Piante acidofile (mirtillo, felce, abete, castagno) che indicano di avere a che fare con un terreno acido.

I terreni acidi si possono correggere con calce spenta (se conviene €)/idrossido di calcio/carbonato di calcio.

Terreni alcalini

pH 8,6-9,5. Ci sono due tipi di alcalinità:

1. **costituzionale:** innata (terreno ricco di carbonato di calcio CaCO₃). Non supera mai pH 8,5.
2. **di adsorbimento:** è data dalla presenza del sodio e può arrivare a 9,5. E' il rapporto percentuale tra la concentrazione di sodio scambiabile e la CSC.

Le Piante alcanofile sono liquirizia, tamatrice, ginestra odorosa (spontanee), fava, erba medica, ecc (leguminose, coltivate).

Potere tampone

Priorità di un terreno. Reagire ad una variazione di pH che avviene per presenza di acidi deboli e basi forti.

1. **Nei confronti dell'acidificazione:** la base più presente è il Ca che lo si fa reagire con un acido forte come l'HCl. Scambio idrogenioni e calcio.
2. **Nei confronti dell'alcanizzazione:** K con una base forte come KOH. Scambio idrogenioni e potassio.

I suoli acidi, con basso TSB hanno scarso potere tampone verso l'acidificazione, ma forte verso l'alcalinizzazione.

I suoli alcalini con elevato TSB hanno forte potere tampone verso l'acidificazione e scarso verso l'alcalinizzazione.

I suoli maggiormente tamponanti per entrambe sono quelli con TSB intorno al 50%.

Torbosi (alta CSC) > argillosi (ricchi di colloidali) > sabbiosi (poca SO e pochi colloidali argillosi)

Terreni salini

Si trovano vicino le coste, nella laguna veneta e nel delta del Po. Hanno colorazione bianca. La presenza eccessiva di sali è deleteria.

Cause: inondazione mari, trasporto aereo, falde derivanti dal mare, concimi in eccesso.

La salinità aumenta nei climi aridi con scarse precipitazioni. Scarsa lisciviazione=risalita dei sali.

Sali solubili: solubilità maggiore di quella del gesso (2,41 g/l).

Un terreno è salino quando c'è **presenza di sali maggiore del 1 x1000 o conducibilità elettrica >4** (che si misura prendendo un hg di suolo, in una capsula di porcellana + acqua deionizzata e mescolare. L'acqua in eccesso verrà esaminata per la CE dopo riposo)

Problematiche suoli salini: stress osmotico (dovuto alla soluzione circolante concentrata), croste superficiali, depressione attività microbica, smantellamento della struttura.

SAR (rapporto di adsorbimento del sodio) = $\text{Na}^+ / [(\text{radice di } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]$

La vite è molto tollerante ad acidità e alcalinità.

L'unica correzione di un terreno salino è l'irrigazione con acqua dolce (più pura possibile). Sono necessari solchi ampi e le piante vengono messe vicino a essi. La migliore tecnica è quella dall'alto a pioggia.