

*La fertilità di un terreno è l'insieme di una serie di fattori che lo rendono adatto alla coltivazione, fornendo alle piante ancoraggio e nutrizione.*

*Il candidato descriva nel dettaglio le principali caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dei suoli. Successivamente si soffermi sul processo di degradazione della sostanza organica e sulle sue funzioni legate al mantenimento della fertilità. In ultimo si evidenziano le innovative tecniche agronomiche più idonee a prevenire e contenere il depauperamento della componente organica, causa principale del progressivo impoverimento dei suoli.*

Le principali caratteristiche fisiche del suolo sono: **la tessitura e la struttura.**

La **tessitura o granulometria** identifica la composizione delle particelle terrose in base alle loro dimensioni, senza tener presente la natura chimica e mineralogica. Si tratta di una delle più importanti proprietà del terreno perché influenza notevolmente altre proprietà fisiche e meccaniche, nonché chimiche e biologiche. Essa condiziona sensibilmente la stessa tecnica agronomica.

La determinazione della tessitura viene eseguita in laboratorio mediante l'analisi granulometrica su un campione di terreno prelevato in campo ed opportunamente essiccato e frantumato.

I componenti della tessitura sono lo **scheletro** che comprende tutte le particelle di terreno con diametro maggiore ai 2 mm, e la **terra fina** che comprende tutte le particelle con diametro inferiore ai 2 mm.

Lo scheletro a sua volta è composto da:

- Ciottoli: sono particelle di terreno con diametro maggiore o al massimo uguale a 10 mm;
- Ghiaia: sono particelle di terreno con diametro compreso fra i 5 e i 10 mm;
- Ghiaino: sono particelle di terreno con diametro compreso fra i 2 e i 5 mm.

La terra fine comprende invece:

- Sabbia Grossa: sono particelle di terreno con diametro compreso fra i 0,2 e i 2 mm;
- Sabbia Fine: sono particelle di terreno con diametro compreso fra i 0,02 e i 0,2 mm;
- Limo: sono particelle di terreno con diametro compreso fra i 0,02 e i 0,002 mm;
- Argilla: sono particelle di terreno con diametro inferiore o al massimo uguale a 0,002 mm.

Per **struttura** di un terreno si intende invece la proprietà derivata dall'aggregazione delle particelle terrose e dalla reciproca disposizione spaziale sia degli aggregati sia delle singole particelle. La struttura del terreno può modificare o esaltare i pregi o i difetti della tessitura e avere pertanto riflessi sulle proprietà fisiche, meccaniche e chimiche del terreno e sulla tecnica agronomica.

Asseconda della disposizione delle particelle potremo avere:

- Suoli astrutturati: dove non si osserva alcuna aggregazione delle particelle le quali se non sono dotate di coesione (sabbia) di dicono terreni sciolti; se invece sono strettamente unite (limo, argilla) possono formare una massa molto compatta così da parlare di terreni massivi o compatti.
- Suoli strutturati: quando gli aggregati sono visibili o in forma scarsamente distinguibili (terreni a struttura debole) oppure in forma molto evidente (terreni a struttura forte) oppure in misura intermedia (terreni a struttura media o moderata).

Fra i suoli strutturati la migliore struttura risulta essere quella glomerurale caratterizzata dalla presenza di aggregati poliedrici con superfici arrotondate che presentano importanti spazi fra le particelle che le compongono anche quando sono bagnati.

Altre caratteristiche fisiche dei suoli strettamente legate alle due precedenti sono la Porosità, la Tenacità, l'Adesività e la Plasticità.

**La porosità** rappresenta il volume degli spazi vuoti del terreno come rapporto percentuale sul volume totale. Questa proprietà fisica è molto importante in quanto influenza direttamente la dinamica dell'acqua e dell'aria presente nel terreno e quindi, indirettamente, la fertilità chimica. Ha inoltre una correlazione stretta con la struttura e con le lavorazioni.

**La tenacità** è la resistenza che il terreno offre alla penetrazione degli organi di lavorazione essa dipende dal grado di coesione delle particelle, dal grado di umidità e dalla tessitura del terreno. Aumenta con il diminuire del volume delle particelle e diminuisce nei terreni a struttura glomerurale.

**L'adesività** è la proprietà del terreno di restare più o meno attaccato ai corpi estranei che vengono a contatto con il suolo (es. gli organi lavoranti degli attrezzi agricoli). Questa proprietà dipende dagli stessi fattori che determinano la coesione, ma cambia il comportamento in funzione dell'umidità: ha valori bassi con terreno asciutto, aumenta con l'umidità fino a raggiungere un massimo con terreno allo stato plastico per poi decrescere ulteriormente quando il terreno passa allo stato fluido.

**La plasticità** è la proprietà del terreno, sottoposto all'azione di forze esterne, di subire deformazioni permanenti. Essa è inversamente proporzionale al diametro delle particelle per cui è massima nei terreni argillosi.

Le **proprietà chimiche** del terreno sono un insieme di caratteristiche, dipendenti da fenomeni chimici o fisico-chimici, in stretta relazione con il clima e soprattutto gli organismi viventi, che concorrono a definire uno degli aspetti della fertilità di un terreno, influenzando sulla potenzialità produttiva delle piante coltivate.

Tali caratteristiche possono essere sinteticamente definite dal **Potere assorbente** del terreno e la **Reazione o PH**.

Per **potere assorbente** si intende la capacità del terreno di trattenere e sottrarre alla soluzione circolante alcuni costituenti. È di natura diversa (meccanica, fisica, chimica, biologica, fisico-chimica) ma il più importante si traduce in reazioni di scambio ionico tra il terreno e la soluzione circolante. Queste operazioni di scambio sono importantissime in quanto consentono lo scambio degli elementi nutritivi presente nel terreno.

La **reazione o PH** del terreno è determinata dal rapporto quantitativo fra ioni idrogeno e ioni ossidrilici nella soluzione circolante. La reazione del terreno condiziona in modo particolare la solubilità e, quindi, la disponibilità degli elementi nutritivi in forma direttamente assimilabile per le piante. Valori anomali del pH provocano infatti fenomeni di precipitazione chimica che si riflettono sulla nutrizione minerale con fenomeni di carenza. Il pH inoltre influenza l'attività biologica di alcuni gruppi funzionali di microrganismi che intervengono direttamente sulla disponibilità di alcuni elementi fertilizzanti.

Le piante manifestano differenti adattamenti alla reazione del terreno e in condizioni naturali si sviluppano associazioni vegetali spontanee che sono indice di una reazione più o meno anomala. Le piante d'interesse agrario trovano le migliori condizioni pedologiche nei terreni neutri e in quelli moderatamente tendenti verso l'acidità o verso l'alcalinità. Diverse colture si adattano comunque a PH decisamente anomali.

In base al PH i terreni possono essere definiti acidi, neutri ed alcalini. I primi hanno valori di PH inferiori a 6,7, quelli neutri hanno valore di PH fra 6,8 e 7,3, quelli alcalini hanno valore di PH superiore a 7,4.

Le **caratteristiche biologiche** dei suoli sono strettamente correlate alla presenza dei macro e micro organismi presenti nel terreno che influenzano processi quali la mineralizzazione della sostanza organica, la nitrificazione, la formazione di humus ecc.

Col termine **terreno** si viene a definire quello strato più superficiale della crosta terrestre che è in grado di la vita delle piante. Esso è variamente composto da sostanze minerali ed organiche ed è sede di attività biologiche e di processi fisico-chimici che ne determinano una evoluzione più o meno continua nel tempo. In relazione alla vita delle piante, possiamo attribuire al terreno due funzioni principali:

abitabilità : dipende da altri fattori quali la *profondità* del terreno, la *porosità*, la *permeabilità*, la *temperatura*, la *presenza di parassiti* o di sostanze tossiche, il *pH*

nutrizione : è influenzata da quei fattori che, in maniera diretta od indiretta, concorrono a rendere disponibili gli elementi nutritivi utili alla vita delle piante.

La **fertilità**, cioè l'attitudine del terreno a far crescere nel migliore dei modi le piante, dipende da questi due fattori e dal modo in cui essi interagiscono, oltre che dalla risposta delle piante a tutti i fattori vitali (acqua, terreno, clima) che ne influenzano la crescita e lo sviluppo.

Le principali caratteristiche fisiche del terreno sono:

Degradazione della sostanza organica

La decomposizione della sostanza organica può essere suddivisa in tre fasi:

**Liscivazione:** termine con cui si indica perdita di sostanze organiche o insolubili per dilavamento

**Frammentazione:** riduzione e degradazione della lettiera ad opera di microrganismi detritivori

**Catabolismo:** Alterazione chimica delle componenti della lettiera, comprende processi come la **mineralizzazione** e la **umificazione**.

Dalla decomposizione della materia organica si può avere la formazione di un composto molto complesso noto come **humus**.

Quando la degradazione della materia organica avviene in suoli biologicamente molto attivi prevale il processo della mineralizzazione su quello dell'umificazione con scarso accumulo di humus. Viceversa sui terreni biologicamente poco attivi prevale l'umificazione. Quando parliamo di degradazione veloce della lettiera attraverso una serie di processi catabolici che possono essere riassunti sotto il nome di **dimineralizzazione** vogliamo indicare una serie di reazioni che determinano la completa biodegradazione della sostanza organica e che determina la sua completa degradazione in composti inorganici semplici ad esempio ione ammonio, biossido di carbonio, solfati, fosfati ecc...

Il processo di umificazione coinvolge una degradazione della sostanza organica molto più lenta e non è operata solo dai processi biologici, come nel caso della mineralizzazione, ma anche da processi fisici e chimici. Nel processo di **umificazione** la sostanza organica non viene solo degradata, grazie a processi di demolizione enzimatica, ma subisce un vero e proprio processo di riorganizzazione a partire da composti organici più o meno semplici. In seguito l'humus può subire processi di mineralizzazione definita secondaria.

In questo modo la decomposizione diventa protagonista di due ruoli importanti:

1) restituisce i composti organici e li rende nuovamente disponibili.

2) Comporta l'accumulo di materia organica nel suolo.

Uno dei fattori determinanti nel processo di decomposizione della materia organica è la concentrazione dell'azoto e il rapporto C/N, il cui valore è influenzato principalmente dall'elevato contenuto in lignina del materiale vegetale. La materia organica del suolo viene attaccata e degradata tanto più velocemente quanto è ricca in azoto. In quanto tale elemento favorisce la crescita dei microrganismi decompositori. Infatti l'azoto è un importante fattore di regolazione negli stadi iniziali della decomposizione. Mentre negli stadi avanzati della decomposizione è la concentrazione di lignina a regolare tale velocità, fungendo da materiale recalcitrante.

In definitiva possiamo affermare che la sostanza organica svolge un ruolo chiave nel mantenimento dell'equilibrio ecologico del terreno. Rispettare tale equilibrio significa per l'agricoltore preservare la fertilità, dunque agire con lungimiranza a beneficio sia del proprio reddito, sia dell'ambiente.

Al fine di mantenere il livello di sostanza organica nel suolo e di salvaguardare la sua struttura, è opportuno favorire l'avvicendamento delle colture sullo stesso appezzamento di terreno agricolo. Pertanto, sono da evitare le monosuccessioni dei cereali. Inoltre è consigliabile eseguire la tecnica delle minime lavorazioni ed infine effettuare altre operazioni colturali quali il sovescio e la fertilizzazione con concimi organici che ormai grazie al metodo dell'agricoltura biologica sono reperibili sul mercato con molta facilità.

## SOSTANZA ORGANICA

La sostanza organica contenuta nel terreno agrario, pur costituendo in termini di peso una porzione minima dello stesso, assume un ruolo così importante da dover essere considerata elemento fondamentale per la conservazione e l'incremento della fertilità. La sostanza organica del suolo si origina, in generale, dai residui organici i quali, nel terreno, vengono decomposti da un grande numero di specie di microrganismi (funghi, attinomiceti, batteri), andando incontro ad una serie di profonde trasformazioni. A seconda delle condizioni in cui tali processi si svolgono, possono prevalere essenzialmente due tipi di fenomeni:

- Mineralizzazione: tale processo porta ad una completa degradazione della sostanza organica in sostanze minerali semplici, facilmente assorbibili dalle radici delle piante che le utilizzano per costituire nuovamente composti organici;
- Umificazione: tale processo prevede una fase di degradazione della sostanza organica in sostanze più semplici e una fase di formazione di sostanze più complesse e stabili, che vanno, genericamente, sotto il nome di "humus". Proprio l'humus è la componente della sostanza organica che esercita i maggiori effetti positivi sul grado di fertilità del suolo. A sua volta anche l'humus va incontro a processi di mineralizzazione, anche se in maniera più lenta rispetto alla sostanza organica "fresca".

Dall'equilibrio tra i due processi deriva l'andamento del tenore di sostanza organica del suolo: una mineralizzazione troppo spinta e/o una bassa umificazione causano un suo più o meno rapido decremento.

La sostanza organica esercita la sua benefica influenza sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo nel modo seguente:

Caratteristiche biologiche: Costituisce il "substrato" su cui possono svilupparsi tutte le forme di vita del suolo, rendendo possibili tutti quei cicli biologici che fanno dell'ambiente in cui si trova la radice un "sistema vivo";

- Direttamente, contribuisce a liberare nel suolo una serie di sostanze ad azione "fitoregolatrice", in grado di promuovere un corretto sviluppo radicale.

Caratteristiche chimiche: Aumento della stabilità della struttura del suolo, con conseguente:

- Aumento della permeabilità;
- Aumento della porosità;
- Maggiore capacità di ritenzione idrica;
- Diminuzione della resistenza alle lavorazioni meccaniche;
- Maggiore resistenza all'erosione e alla formazione di crosta superficiale.

Caratteristiche fisiche:

- Protegge molti elementi minerali (fosforo, ferro e altri microelementi, etc.) dalla trasformazione in forme non disponibili per le piante;

- Protegge gli elementi nutritivi dalla lisciviazione ad opera delle acque nei periodi piovosi (trattenendoli in virtù della sua elevata capacità di scambio cationico);

- Rappresenta una riserva di sostanze nutritive, gradualmente rese disponibili per le piante con la mineralizzazione;

- Contribuisce al potere tampone del suolo, mantenendone stabile il pH;

Al fine di favorire la preservazione del livello di sostanza organica presente nel suolo nonché la tutela della fauna selvatica e la protezione dell'habitat, è opportuno provvedere ad una corretta gestione dei residui colturali. E' pertanto vietata la bruciatura delle stoppie e delle paglie, nonché della vegetazione presente al termine dei cicli produttivi di prati naturali o seminati. Al fine di mantenere il livello di sostanza organica nel suolo e di salvaguardare la sua struttura, è opportuno favorire l'avvicendamento delle colture sullo stesso appezzamento di terreno agricolo. Pertanto, non potranno avere una durata superiore a cinque anni le monosuccessioni dei seguenti cereali: frumento duro, frumento tenero, triticale, spelta, segale, orzo, avena, ecc.

Infine per contenere e prevenire il depauperamento della componente organica con conseguente impoverimento dei suoli è consigliabile effettuare concimazioni con fertilizzanti organici e le tecniche delle lavorazioni a basso impatto ambientale che sono : la minima lavorazione (minimum tillage) e non lavorazione (zero tillage).