

**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 evidenzino le innovative tecniche agronomiche più idonee a prevenire e contenere il depauperamento della componente organica, causa principale del progressivo impoverimento del suolo.**

La fertilità agronomica del terreno, cioè la sua capacità di sostenere produzioni vegetali di quantità e qualità soddisfacenti e soprattutto costanti nel tempo, dipende da una molteplicità di fattori fisici, chimici e microbiologici.

### **Caratteristiche fisiche**

Le caratteristiche fisiche del terreno influenzano tutte le espressioni della fertilità dello stesso: fisica, biologica e chimica. Sono anche difficilmente mutabili e quindi per poter agire nella maniera più opportuna nella scelta delle colture, nella fertilizzazione e nelle operazioni colturali è di principale importanza conoscerle prima di programmare la gestione aziendale.

Tra le caratteristiche fisiche troviamo:

- tessitura;
- struttura;

Esse sono correlate ed in stretto rapporto tra di loro; da queste caratteristiche principali dipendono altre caratteristiche come la porosità, la sofficità, l'aderenza, la plasticità, l'aerazione, il calore specifico.

### **La tessitura**

Con il termine tessitura, si indica la costituzione della parte solida del terreno, espressa come percentuale delle particelle elementari che lo compongono, classificate per categorie convenzionali in base al diametro.

La tessitura è una caratteristica di grande importanza in quanto molte proprietà del terreno e dei fenomeni che in esso avvengono, sono influenzati dalle dimensioni delle particelle.

Per indicare la tessitura di un suolo sono state proposte numerose classificazioni.

Una prima distinzione deve essere fatta fra le componenti più grossolane (lo scheletro) e la terra fine. Nello scheletro del terreno si comprendono sia le pietre (dal diametro superiore ai 20 mm) che la ghiaia (di diametro compreso fra i 2 e i 20 mm), le particelle di terra fine hanno diametro inferiore ai 2 mm.

Secondo la Società Internazionale di Scienza del Suolo (ISSS), nell'ambito della terra fine si distinguono le seguenti frazioni:

- sabbia grossa: composta da particelle con diametro compreso tra 2 e 0,2 mm;
- sabbia fine: composta da particelle con diametro compreso tra 0,2 e 0,02 mm;
- limo: composto da particelle con diametro compreso tra 0,02 e 0,002 mm;
- argilla: composta da particelle con diametro inferiore a 0,002 mm.

La composizione percentuale in scheletro, sabbia, limo ed argilla viene determinata dall'analisi del terreno mediante l'analisi granulometrica.

Le particelle costituenti il terreno differiscono, oltre che per dimensioni, anche per la forma e per la massa volumica (massa per unità di volume). Il loro comportamento nei riguardi dell'acqua e degli elementi nutritivi dipende molto dalla somma delle superfici di ogni singola particella. Un parametro che definisce questa caratteristica è la superficie specifica che è data dal rapporto tra superficie complessiva delle particelle e la loro massa complessiva. A titolo esemplificativo, la superficie specifica della sabbia è circa un millesimo di quella dell'argilla.

Dato che un terreno non è solitamente composto esclusivamente da particelle di uguali dimensioni, e le frazioni granulometriche sono presenti in percentuali variabili, esso prenderà nomi diversi: terreno sabbioso, terreno sabbioso-limoso, terreno sabbioso-argilloso, ecc. Un terreno che contiene dal 35 al 55% di sabbia, dal 25 al 45% di limo, dal 10 al 25% di argilla ed una frazione trascurabile di scheletro è detto terreno di medio impasto o di media composizione o a tessitura equilibrata. Tale terreno è pressoché ideale dal punto di vista agronomico in quanto è formato da sabbia, limo ed argilla in proporzioni tali che le caratteristiche fisico-chimiche delle singole frazioni non prevalgono l'una sull'altra, ma si completano vicendevolmente.

La composizione granulometrica del terreno è una proprietà fisica praticamente imm modificabile con i normali interventi di coltivazione. Tranne alcuni casi eccezionali, ad esempio nel caso di un'aratura profonda con rimescolamento di due strati di diversa tessitura o nel caso di apporto di sabbia su piccoli appezzamenti, la tecnica agronomica deve adattarsi alla granulometria di un terreno e deve adottare le tecniche più idonee per quel tipo di ambiente pedologico.

Va ricordato che solo l'argilla è in grado di interagire con le altre componenti del terreno (humus, gli ioni ecc.) ed è quindi quella la cui presenza influenzerà maggiormente le caratteristiche del terreno.

### **La struttura**

Ad un esame visivo grossolano, il terreno appare costituito da un insieme di particelle di varia natura e dimensioni, che possono essere rappresentate dai semplici componenti della tessitura oppure, più spesso, da aggregati degli stessi. La localizzazione spaziale reciproca di dette particelle elementari, il modo in cui esse sono associate e l'intensità dei loro legami determinano la struttura.

La struttura è una caratteristica molto importante del terreno in quanto essa è in grado di influenzare sia la fertilità del suolo sia la tecnica agronomica.

Sotto l'aspetto fisico, dal tipo di struttura dipendono i rapporti fra parte solida, parte liquida e parte gassosa del terreno. Ne risultano, dunque, influenzate l'umidità, la tenacità, la temperatura e l'aerazione del terreno.

Sotto l'aspetto chimico, si ricorda che una minore o maggiore aerazione, influenza i processi di ossidazione e di riduzione che avvengono nel terreno. A questi processi è legata la trasformazione della sostanza organica e la messa a disposizione di taluni elementi nutritivi. Questi ultimi, del resto, possono essere assorbiti dalle piante, in modo più o meno agevole, a seconda della disponibilità idrica nel terreno.

Risulta evidente quindi che, in presenza di una buona struttura, le radici hanno maggiore possibilità di esplorare il terreno, di assorbire l'acqua ed i principi nutritivi, di disporre di ossigeno per i loro processi metabolici. Inoltre aumentano il numero di organismi terricoli, con un miglior controllo di quelli utili su quelli dannosi, nonché i processi di cessione dei principi nutritivi da parte della sostanza organica

Un terreno possiede una buona struttura quando gli aggregati sono stabili, ovvero quando sono resistenti alle sollecitazioni degli agenti atmosferici (pioggia, vento...) e delle macchine agricole, quando sono in grado di trattenere l'acqua ed i principi nutritivi e quando

garantiscono alle radici ed agli organismi che vivono nel terreno un'adeguata presenza di ossigeno.

La stabilità è una caratteristica di grande interesse pratico in quanto ad una elevata stabilità, corrisponde un'elevata persistenza degli aggregati ottimali nel terreno e, con essi, di tutte le caratteristiche positive che ne derivano. Quando si ha un'elevata stabilità, poi, la preparazione del letto di semina e tutte le lavorazioni risultano facilitate.

### **Porosità**

Per porosità si intende il rapporto tra il volume non occupato dalle componenti solide del terreno ed il volume del terreno stesso: gli spazi lasciati vuoti dalle particelle che si aggregano tra di loro, sono definiti pori.

La porosità è strettamente legata al concetto di struttura. I pori possono essere occupati dall'aria o dall'acqua (nella quale sono disciolti numerosi principi nutritivi).

In un terreno ben drenato, vi sono pori di minori dimensioni, i micropori, che sono occupati da acqua e aria, e pori di dimensioni maggiori (macropori), occupati solo da aria.

Un giusto equilibrio tra i due tipi di pori, permette alle radici ed agli animali terricoli, di avere a disposizione spazio, acqua ed ossigeno, che sono i fattori principali della loro sopravvivenza.

Va tuttavia aggiunto che il rapporto tra macro e microporosità varia con il contenuto di acqua nel terreno, specialmente in substrati argillosi ed umiferi.

### **Sofficità**

Solitamente, un'elevata porosità del terreno, accompagnata da un equilibrato rapporto tra macro e micropori, conferisce al substrato una caratteristica molto interessante dal punto di vista agronomico: la sofficità.

Si può dire che la sofficità è l'attitudine di un terreno a ridurre il suo volume apparente quando viene sottoposto a determinate pressioni. Il costipamento comporta una riduzione della sofficità. Essa è correlata positivamente con la porosità, ma dipende anche dall'umidità del terreno, dalla granulometria, dalla struttura, dalla cedevolezza degli aggregati.

La sofficità è in stretto rapporto con la permeabilità all'aria e all'acqua e con tutti i fenomeni chimici e fisici del terreno. Essa influenza notevolmente lo sforzo richiesto per le lavorazioni del terreno e, a sua volta, viene notevolmente modificata dalle stesse. Di norma, infatti, le lavorazioni del terreno, ad eccezione della rullatura, ripristinano la sofficità creando una struttura con agglomerati più slegati ed isolati. In un terreno dotato di buona sofficità, la tenacità è ridotta e le radici possono crescere più agevolmente ed approfondirsi. Anche l'ingrossamento dei tuberi e delle radici carnose ne risulta influenzato.

## **Caratteristiche chimiche**

La composizione e le caratteristiche chimiche del terreno sono estremamente variabili e dipendono da molti fattori come tipo di terreno, clima, vegetazione, tipo di interventi agronomici e storia geologica del suolo. In una certa misura possono variare nel tempo e sono fondamentali per determinare l'attitudine alla coltivazione di un terreno. Tra gli aspetti chimici più importanti del terreno troviamo la reazione o PH e il potere assorbente.

### **Reazione o PH**

Per pH del terreno si intende il grado di acidità o di basicità della soluzione circolante tra le porosità del suolo, nella quale sono disciolte le sostanze nutritive essenziali per la vite e la crescita delle piante.

Tra i vari costituenti del terreno, alcuni hanno reazione acida (cioè immettono nella soluzione circolante ioni H<sup>+</sup>), altri basica od alcalina (cioè immettono nella soluzione circolante ioni OH<sup>-</sup>). La prevalenza di uno o dell'altro di questi costituenti determina il pH del terreno.

Il pH viene misurato mediante una scala da 0 a 14, con le sostanze acide aventi un valore compreso tra 0 a 7 (con livello di acidità decrescente) e le sostanze basiche od alcaline aventi un valore compreso tra 7 e 14 (con livello di alcalinità crescente). L'acqua pura ha un valore neutro sulla scala del pH, cioè un valore uguale a 7. Quanto più alto è il numero degli ioni  $H^+$  disciolti nella soluzione circolante tanto più il pH scenderà verso valori bassi.

Il pH di un terreno è in relazione diretta ai fenomeni di scambio ionico che in esso si verificano tra i suoi vari costituenti e che caratterizzano il potere assorbente del suolo.

Il pH di un suolo può essere influenzato da

- **condizioni climatiche:** generalmente il pH tende a scendere quanto più intenso è l'ammontare delle precipitazioni piovose. A parità di condizioni climatiche hanno un pH più basso i suoli maggiormente permeabili
- **variazioni stagionali:** sono dovute principalmente alla maggiore o minore presenza di vegetazione, che agisce in due modi diversi: protegge il suolo da un'eccessiva lisciviazione e assorbe dal terreno i cationi in esso disciolti
- **concimazioni:** modificano il pH apportando al suolo sali minerali che liberano cationi, che possono essere acidificanti od alcalinizzanti a seconda del tipo di concime
- **attività biologica:** l'azione dei batteri, in particolare quelli nitrificatori, causa variazioni del pH, facendolo abbassare in estate (massima attività batterica) e rialzare in inverno
- **pratiche agronomiche:** le lavorazioni profonde, portando in superficie gli strati di terra inferiori, impediscono la lisciviazione, rallentando il processo di acidificazione del terreno. Al contrario le lavorazioni atte a migliorare la struttura del terreno favoriscono la lisciviazione.

Come la vegetazione influenza il pH di un terreno, viceversa il pH di un terreno ha una notevole influenza sulla vegetazione, in quanto ogni specie vegetale ha un intervallo di pH entro il quale, a parità degli altri fattori della crescita, ha uno sviluppo massimo ed ottimale. Questo perché il pH regola la solubilità dei diversi sali del terreno e quindi la loro disponibilità per le piante; il pH ottimale per ciascuna specie è quello in cui tutti gli elementi di cui la pianta necessita siano massimamente disponibili

### **Il potere assorbente**

Il potere assorbente è la capacità che ha il terreno di assorbire (trattenere momentaneamente senza legami stabili) gli ioni della soluzione circolante. Si tratta di una unzione importante, perché senza questa fondamentale proprietà gli ioni verrebbero allontanati con la percolazione, rendendo difficoltosa la nutrizione delle piante. Tale proprietà è legata alle caratteristiche organiche ed inorganiche del terreno ed è di diversa natura (meccanica, fisica, chimica e biologica) ma la più importante è quella chimica che si traduce in reazioni ioniche tra il terreno e la soluzione circolante.

## **Caratteristiche Biologiche**

Le proprietà biologiche del suolo si concretizzano nella attività di trasformazione operata dai microrganismi i quali aggrediscono la sostanza organica in fasi successive utilizzando i composti organici di alcuni elementi e trasformandoli nei composti minerali dopo averne utilizzato l'energia per i processi vitali e dipendono dai macro- e microorganismi presenti nel terreno, che influenzano processi quali la mineralizzazione delle sostanze organiche, la nitrificazione, la formazione di humus.

### **Sostanza Organica**

La sostanza organica riveste un ruolo fondamentale per la struttura del terreno, in quanto riesce a rallentare/impedire la discesa dell'acqua verso gli strati più profondi, trattenendola e rendendola disponibile per le colture e la microfauna del terreno. Favorisce, così, l'equilibrio tra le varie componenti del suolo: l'acqua, l'aria e la porzione solida, contribuendo in modo significativo a limitare i fenomeni di erosione, compattamento e formazione di croste superficiali o suole di lavorazione. Nella pratica agricola, inoltre, un'elevata percentuale di sostanza organica stabile nel suolo, oltre a rendere migliori le condizioni di abitabilità per le colture e quindi dare loro migliori condizioni di sviluppo, determina risposte più efficienti agli interventi meccanici, consentendo tempi di intervento più ampi.

La sostanza organica rappresenta la fonte di energia (il cibo) per tutti i microrganismi del terreno, che possono così svolgere, attraverso il loro normale metabolismo, il ruolo di demolizione e trasformazione dei materiali organici.

Per ogni tipo di residuo organico interrato e per ogni stadio della sua degradazione e trasformazione, si sviluppano e agiscono gruppi specifici di microrganismi, indispensabili per portare a termine i processi di umificazione e mineralizzazione.

La diversificazione e moltiplicazione dei microrganismi terricoli, che avviene in funzione della qualità e della quantità di materia organica presente ed aggiunta nel suolo, svolge anche un'azione di contrasto verso la specializzazione e colonizzazione di ceppi patogeni.

Se da una parte, infatti, essa rappresenta un "magazzino" di sostanze nutritive per le piante coltivate e per la microfauna del terreno; dall'altra essa influisce in maniera determinante sulle proprietà fisiche del terreno (sulla capacità di trattenere l'acqua o sulla capacità di aggregazione delle particelle del terreno).

La sostanza organica contribuisce alla nutrizione delle piante coltivate in due modi:

- **direttamente**, come riserva di elementi nutritivi
- **indirettamente**, con azioni sulla disponibilità e solubilità degli elementi, sull'assorbimento delle radici e su varie funzioni vegetali.

La fertilità del terreno è data dall'insieme della fertilità chimica, fisica e microbiologica, e la sua componente fondamentale è la sostanza organica.

La sostanza organica è formata dalle sostanze sintetizzate dagli organismi che popolano il terreno e dall'insieme dei residui delle piante, degli animali e dei microrganismi nei vari stadi della loro decomposizione. Essa può andare incontro a due processi:

- essere progressivamente mineralizzata dagli organismi del terreno;
- essere umificata, ovvero trasformata in humus (sostanza organica stabile).

Con il primo meccanismo vengono messi a disposizione delle piante tutti gli elementi necessari al loro sviluppo (l'azoto, il fosforo, lo zolfo, ecc.), ma come conseguenza diretta si ha un progressivo depauperamento della dotazione organica del terreno che dovrà essere nuovamente ricostituita (con apporti di letame, sovesci, ecc.).

Con il secondo processo, si ha la parziale decomposizione della sostanza organica e la sua particolare trasformazione in humus (sostanza organica stabile) che influenza positivamente la fertilità: chimica, fisica e microbiologica. Come già detto la sostanza organica nel terreno può essere completamente degradata e mineralizzata e, quindi, "consumata". Sarà necessaria perciò la sua reintegrazione mediante apporti di sostanza organica "labile" (letame, sovesci, compost, residui colturali). Questa sostanza organica è detta "labile" perché soggetta a trasformazioni, più o meno rapide, che portano a due tipi di prodotti finali: le sostanze minerali (utili per lo sviluppo delle piante e della microflora tellurica) ed un particolare composto, molto più stabile, l'humus.

L'humus rappresenta quella frazione della sostanza organica del terreno che si origina da una particolare e complessa trasformazione dei suoi prodotti di decomposizione.

Esso può essere definito anche come sostanza organica stabile, perché relativamente resistente alla degradazione microbica e, quindi, la sua azione è duratura.

Le **lavorazioni del terreno** agiscono sulle proprietà fisiche e chimiche in quanto servono a migliorare la capacità d'infiltrazione dell'acqua, la porosità e la struttura, con effetti anche sulle proprietà microbiologiche e quindi sulla fertilità prevenendo e contenendo il depauperamento della componente organica.

La fertilità di un suolo dipende dalla presenza di sostanza organica e dal livello di strutturazione, parametri in base ai quali può aumentare l'attività biologica. L'apporto di sostanza organica nel terreno si ottiene con l'interramento di letame o compost e con i sovesci. Le lavorazioni sono legate anche ad esigenze di tecnica colturale: per eliminare le infestanti, interrare i concimi, preparare un buon letto di semina, eseguire le sistemazioni idraulico agrarie. Il terreno deve essere lavorato quando è in tempera ed ad una profondità e intensità di lavorazione che non compromettano la struttura del suolo.

L'attenzione deve essere posta principalmente sulla difesa del suolo, la giusta profondità di lavorazione sarà scelta in base al tipo di suolo, al clima, alla specie coltivata e si valuterà se è possibile sostituirla con una lavorazione conservativa.

Le lavorazioni conservative sono eseguite a minor profondità (minimum tillage, ridge-till, lavorazione a due strati) o sono non-lavorazioni (zero tillage). Lo scopo è di ridurre la pressione della trattoria sul terreno, frenare l'erosione, risparmiare energia e tempo di lavorazione.

### **Minima lavorazione**

Il presupposto per realizzare una lavorazione che non supera i 10-15 cm di terreno, è l'assenza di compattamenti e suole di lavorazione che creano impedimento allo sviluppo radicale e conseguente asfissia.

In terreni sciolti si sostituisce l'aratro con il coltivatore a denti elastici o con un frangizolle a cui vengono abbinati erpici a palette rotanti in grado di preparare direttamente il letto di semina.

In terreni pesanti è necessario utilizzare macchine capaci di penetrare il terreno e favorire un primo sgretolamento ed il successivo impiego di un frangizolle o una zappatrice rotativa.

In qualche caso si può effettuare, anche con il solo passaggio di erpici a dischi, di peso elevato e con dischi di ampio diametro, per garantire l'interramento dei residui colturali. In linea generale, peso dell'attrezzo e dimensioni dei dischi devono aumentare in modo proporzionale alla pesantezza del terreno.

L'utilizzo dell'erpice a dischi è particolarmente interessante dato che ha un'alta capacità di lavoro, limitata richiesta di energia ed assenza di suole di lavorazione.

La lavorazione minima è una tecnica che può essere convenientemente utilizzata, come detto, se non si evidenziano sintomi di compattamento ed asfissia. Essa può essere alternata, ogni tre o quattro anni, con una lavorazione a due strati o un intervento con attrezzi discissori a profondità superiori a quella abituale.

### **Lavorazione a due strati**

È questo un tipo di lavorazione che permette di lavorare in profondità, rivoltando solamente la porzione di terreno superficiale. Si effettua una prima fessurazione del terreno per mezzo di attrezzi discissori ed il rivoltamento degli strati superficiali per mezzo di un'aratura leggera o con un frangizolle.

Lo stesso risultato si può ottenere con un unico passaggio, e con un notevole risparmio di tempo, con l'aratro ripuntatore, un aratro provvisto anche di denti ripuntatori che agiscono in profondità (almeno 50 cm.).

La forma e l'inclinazione dei denti ripuntatori, condiziona la risalita delle zolle e lo sforzo di trazione. Il dente dritto ha una maggior richiesta di potenza rispetto al dente curvo o inclinato, ma limita la risalita delle zolle e, ove presenti, dei sassi.

Questo tipo di lavorazione, se da una parte è molto veloce e consente il risparmio di una notevole quantità di tempo, dall'altra ha come limite il costo e l'elevata potenza richiesta per la sua esecuzione, ammortizzabile solo su grandi estensioni

### **Non lavorazione**

Si effettua con la semina diretta eseguita con seminatrici da sodo. E' una tecnica che presenta presupposti interessanti rispetto alla protezione del suolo ed alla possibilità di intervento immediato non appena si creano condizioni di semina favorevoli. In agricoltura biologica, però, trova grandi controindicazioni nell'impossibilità di interrare fertilizzanti organici e residui colturali indispensabili al bilancio umico, inoltre si è dimostrata, in alcune prove, poco efficace nel controllo delle infestanti. Può essere però utilizzata per l'impianto di prati poliennali o trasemine di rinvigorimento, in terreni dove qualsiasi lavorazione sarebbe rischiosa per la stabilità del suolo, anche se le macchine esistenti non sono facilmente gestibili in terreni molto accidentati.

Il costo delle seminatrici da sodo, molto elevato, ne giustifica l'acquisto solo se vengono utilizzate per ampie superfici di lavoro.

### **Sovescio**

È una pratica integrativa alle concimazioni, consiste nell'interramento totale o parziale di una coltura erbacea, che riesce a mettere a disposizione della coltura succedente grandi quantità di azoto fissato.

Si utilizzano le leguminose (favetta, veccia, pisello da foraggio e lupino) perché sono caratterizzate dalla presenza, a livello radicale, di microrganismi azoto fissatori simbiotici. Sono usate anche alcune crucifere (senape, colza) e graminacee (loiessa, avena, segale).

Lo scopo è mantenere o aumentare la fertilità del terreno attraverso l'apporto di una elevata quantità di azoto e di altri elementi minerali.

La copertura vegetale esercitata dalle colture da sovescio protegge il suolo dall'erosione e limita lo sviluppo di infestanti. Tuttavia, se le riserve idriche sono scarse, possono verificarsi stress idrici per la coltura successiva, quindi, il sovescio è sconsigliabile. Inoltre, il processo di decomposizione è più rapido su terreni umidi e non deve avvenire troppo in profondità.

È importante che il residuo vegetale interrato abbia un rapporto carbonio/azoto inferiore a 30: i microrganismi del terreno, che degradano la sostanza organica, richiedono il loro stesso azoto per costruire i propri tessuti; così, se questo elemento è carente, lo sottraggono dalla quota presente nel suolo e l'effetto del sovescio può essere controproducente.

### **Rotazione**

Fin dall'antichità sono state adottate tecniche per mantenere e restituire fertilità al terreno. I suoli sfruttati da colture cerealicole restavano a riposo per un'intera stagione (maggese), oppure venivano seminati con colture in grado di restituire alla terra sostanza organica ed i nutrienti fondamentali (leguminose, prati).

Ancora oggi la superficie agricola aziendale viene suddivisa in appezzamenti, nei quali, a rotazione, sono coltivate colture diverse. I vantaggi riguardano il mantenimento della fertilità dei suoli e della loro struttura.

Il ciclo di rotazione:

- Si apre con una coltura preparatrice o “da rinnovo”, che richiede elevate cure (concimazioni o particolari lavorazioni del terreno) di cui beneficiano anche le colture successive;
- Segue una coltura depauperante o “sfruttanti” (es. cereali), così chiamata perché il suo sviluppo vegetativo può provocare un depauperamento delle proprietà del suolo;

La rotazione si chiude con il riposo oppure con una coltura miglioratrice (es. leguminose) in grado di restituire gli elementi della fertilità al suolo e di impedire l’insediamento di parassiti, insetti e infestanti.

La conoscenza delle interazioni tra proprietà del suolo e tecniche di lavorazione rappresenta lo strumento indispensabile affinché una determinata tecnica agronomica possa essere applicata con successo. Le tecniche conservative di gestione del suolo presentano, per l’azienda agricola, indubbi vantaggi quali l’incremento della sostanza organica del suolo, la riduzione dei tempi di lavoro e dei costi di produzione.