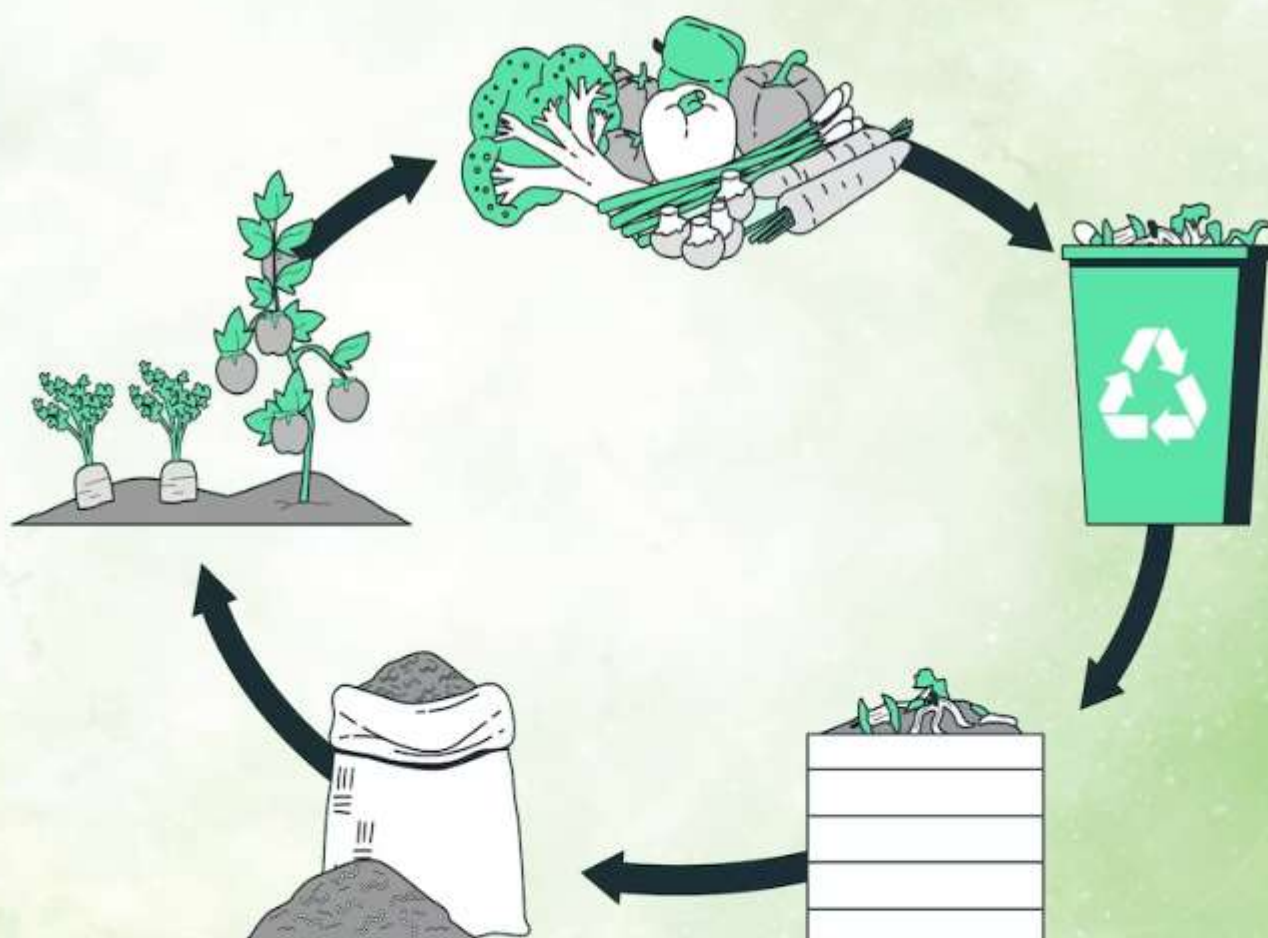


LA PRODUZIONE DEL COMPOST



ATTIVITA' REALIZZATA CON IL CONTRIBUTO DEL PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA REGIONE MARCHE 2014/2020 - MISURA 16.1 PROGETTO ID 52087



La Produzione del Compost



Indice

Il suolo e la sostanza organica

- Composizione della sostanza organica del suolo
- La stabilizzazione negli aggregati del suolo
- La sostanza organica nei terreni agricoli

Il compost

- Il compostaggio
- La Normativa di riferimento
- Gli impieghi del compost
- Il vermicompost

Compost per l'orto fai da te!

- Come iniziare
- Quali materiali organici utilizzare
- Attivatori ed integratori
- I tempi di maturazione
- Bibliografia e Sitografia



Bibliografia e Sitografia

- Bonciarelli F., Bonciarelli U., 2004. Agronomia. Edagricole Scolastico
- Businelli M., 2009. Chimica del suolo. Morlacchi Editore
- D.lgs. n. 75/2010
- Ece Aksoy, Yusuf Yigini, Luca Montanarella. Combining Soil Databases for Topsoil Organic Carbon Mapping in Europe. Published: March 24, 2016.
- <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003500/3526-manuali-2002-07.pdf>
- <https://www.vitaincampagna.it/giardino/compost-come-produrlo-con-successo/>
- <https://www.compost.it>
- LIFE 08 ENV/IT/000428-manuale di buone prassi contro il degrado del suolo
- Six J., Bossuyt H., Degryze S., Denef K., 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota,



and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, 79: 7-31.

- Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K., 2002a. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant Soil*, 241: 155-176.

- Six J., Paustian K., 2014. Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. *Soil Biology and Biochemistry*, 68: A4-A9.



Il Suolo e la Sostanza Organica

Il suolo è una risorsa "vitale" dell'ambiente naturale che fornisce i servizi ecosistemici fondamentali per la regolazione dell'acqua, la mitigazione del clima, la conservazione della biodiversità ed il sequestro del carbonio.

Oggigiorno si stima che circa il 33% dei suoli dell'intero pianeta risulta degradato e tra le principali cause si collocano pressioni di origine antropica, i concorrenti usi del suolo, l'erosione e perdita di carbonio organico.

In aggiunta, i fenomeni di riscaldamento climatico si ripercuotono sulla componente idrica del suolo aumentandone la domanda evaporativa.

L'incremento della temperatura del suolo e la modifica dei regimi di umidità, influiscono sull'attività microbica del suolo che viene incentivata traducendosi in un potenziale aumento del tasso di decomposizione del carbonio organico e nell'intensificazione del rischio di erosione e di desertificazione.

La sostanza organica del suolo, così come la frazione minerale, rappresenta uno dei principali componenti del suolo e ne



contribuisce alla stessa definizione, poiché rappresenta l'elemento cardine della fertilità quale interazione dinamica delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche capaci di assicurare la coltivabilità del suolo nonché la sua produttività.

I suoli contengono almeno tre volte tanto carbonio (nella sostanza organica) di quello contenuto nell'atmosfera e nella vegetazione. Dunque, il rilascio e la conversione in anidride carbonica (CO_2) o metano, anche di una piccola percentuale di carbonio contenuta nella matrice organica del suolo, può causare variazioni quantitative rilevanti nella concentrazione atmosferica di questi gas serra.

Tali forme sono rimaste in un equilibrio stabile fino all'avvento dell'era industriale, quando l'uso massiccio di combustibili fossili e la deforestazione hanno determinato una forte diminuzione della biomassa vegetale e del contenuto di sostanza organica del suolo.



Composizione della sostanza organica del suolo

Nel suolo la sostanza organica può essere considerata come una miscela di composti derivati da piante ed animali a diversi stadi di degradazione, con *turnover* di settimane o millenni.

La sostanza organica del suolo può consistere in:

- sostanze semplici come zuccheri, amminoacidi, acidi organici mono- e bicarbossilici;
- composti ad alto peso molecolare come polisaccaridi, acidi nucleici, proteine, lipidi e lignine;
- sostanze umiche.

Il primo gruppo costituisce un insieme di composti a basso peso molecolare, prontamente disponibili come fonte di energia e quindi facilmente degradabili dalla flora microbica.

Muffe e batteri sporiformi sono particolarmente attivi nel consumare proteine, amidi e cellulosa.

I residui vegetali con un alto rapporto carbonio azoto (C/N) e contenuti di lignina generalmente favoriscono l'immobilizzazione dei nutrienti ed il loro accumulo nel suolo.



I principali prodotti della decomposizione sono: acqua, CO_2 , piccole quantità di SO_2 , NH_3 , H_2S , acidi organici ed altre sostanze non completamente ossidate.

La mineralizzazione consiste nella formazione di composti inorganici e quindi, per il ciclo del carbonio, ad ogni processo di ossidazione che dia luogo allo sviluppo di CO_2 .

Le sostanze umiche rappresentano il 33% - 65% della sostanza organica del suolo e sono il prodotto di processi di resintesi (umificazione) dei prodotti della decomposizione e trasformazione chimica e biologica di molecole provenienti dai residui organici vegetali ed animali.

Durante l'umificazione si formano acidi fulvici, acidi umici ed umina.

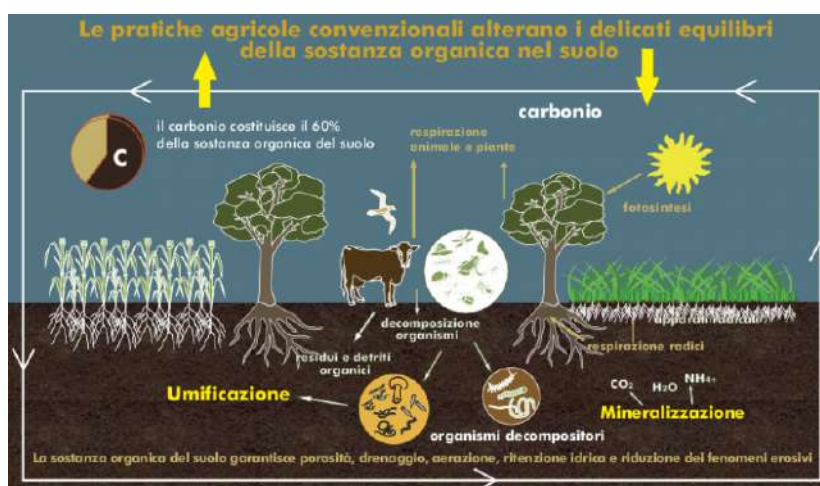
Le sostanze umiche rappresentano la frazione colloidale della sostanza organica del suolo costituita da polimeri di elevata resistenza alla degradazione chimica e biologica. Ad esse viene attribuito un ruolo funzionale, ossia essenziale per migliorare le condizioni di vita degli organismi. Favoriscono inoltre, l'aggregazione del suolo e la stabilità degli aggregati, la capacità di scambio cationico e conferiscono al suolo un colore più scuro.



Le sostanze umiche possiedono una determinata composizione media in elementi:

- Carbonio 52-58%
- Ossigeno 34-39%
- Azoto 3,8-4,1 %
- Idrogeno 3,4 - 4,8%

altri elementi chimici sono presenti in piccola percentuale. Il rapporto C/N in esse assume valori ottimali di 12-15.



Ciclo del carbonio e della sostanza organica del suolo

La velocità di degradazione degli apporti organici, oltre a dipendere dalla resistenza intrinseca delle molecole stesse, è principalmente influenzata dalla loro interazione con la frazione minerale del suolo.



Studi recenti hanno dimostrato l'importanza dei meccanismi di protezione fisica dei composti organici negli aggregati del suolo e dell'associazione organo-minerale, nella persistenza della sostanza organica nel suolo a lungo termine.

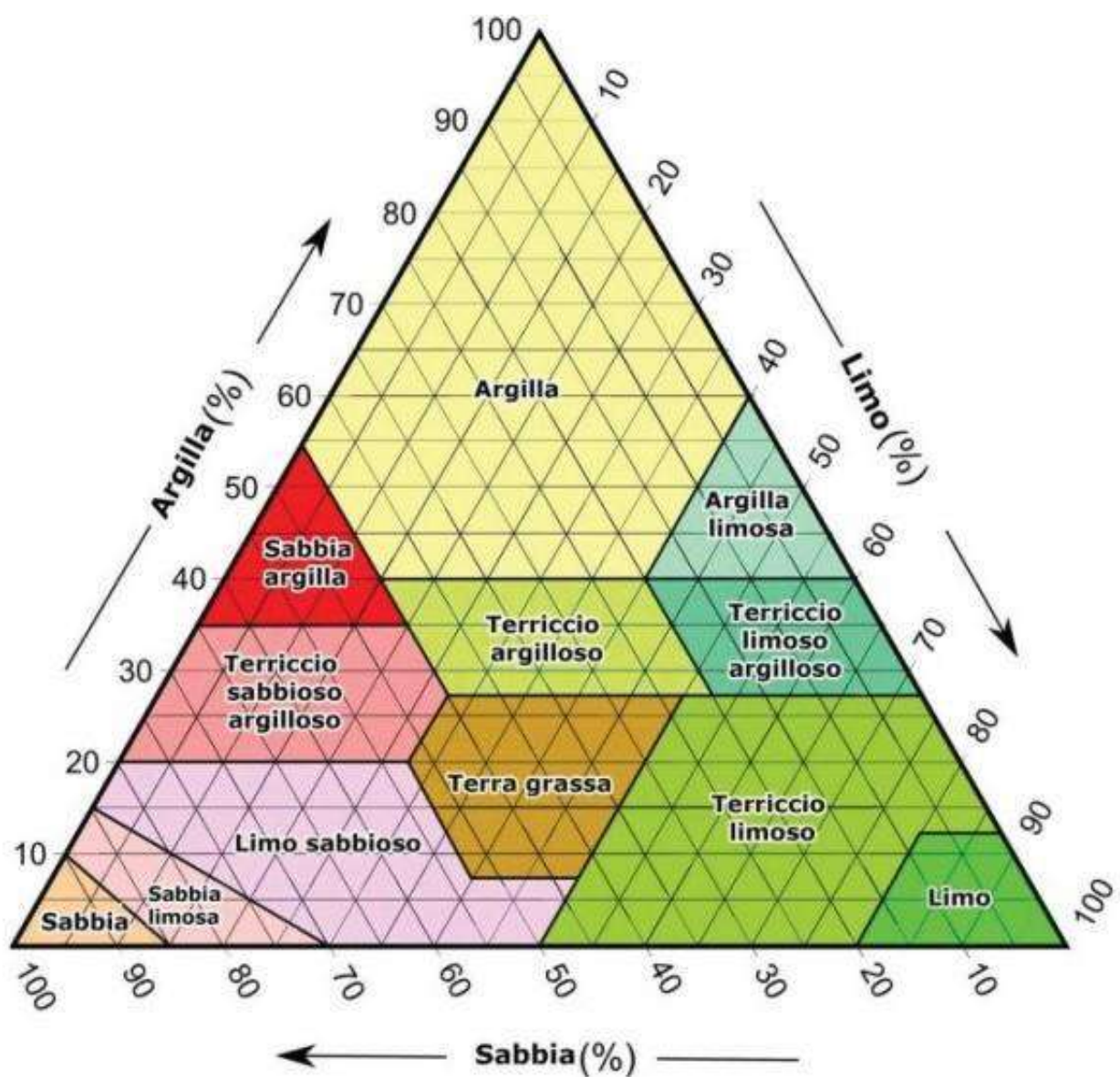
L'interazione dei composti organici con la frazione minerale avviene attraverso la formazione di legami ionici o per scambio di leganti. Si formano dei complessi molto stabili che rallentano i processi di degradazione microbica dei substrati organici legati non disponibili per gli enzimi del suolo.

Indubbiamente le proprietà chimico-fisiche del suolo svolgono un ruolo determinante sulla velocità di decomposizione della sostanza organica. Si ritiene che la capacità di stabilizzazione chimica di un suolo sia regolata principalmente dal contenuto di argilla, a causa dell'aumento della superficie specifica di queste particelle (granulometriche) di dimensioni inferiori. Non di meno, le argille favoriscono l'aggregazione del suolo e la sua stabilità incrementando dunque i meccanismi di protezione fisica del carbonio organico del suolo.

La quantità di carbonio in un ecosistema è vincolata dalla disponibilità di altri nutrienti vegetali essenziali.



Un altro parametro molto importante è l'acidità del suolo che non solo influenza le reazioni chimiche ma orienta l'attività biologica, in quanto il pH ottimale per lo sviluppo di popolazioni batteriche è attorno a 6-7, mentre in suoli acidi l'attività biologica è svolta prevalentemente da funghi.



Tessitura del terreno

La stabilizzazione negli aggregati del suolo

L'aggregazione del suolo esercita una profonda influenza sulla dinamica della sostanza organica. La sua conservazione aumenta al diminuire delle dimensioni degli aggregati: macro-aggregati > micro-aggregati.

A tale riguardo tra la pedofauna i lombrichi svolgono un ruolo fondamentale.

Charles Darwin li considerava gli esseri viventi più importanti per la formazione del terreno coltivabile.

Essi vivono nel terreno, scavando gallerie, ingurgitano terreno in grande quantità, assimilando tutto ciò che vi è in esso di organico ed utile. Questi organismi producono la maggior quantità di humus che ricopre la superficie terrestre e ringiovaniscono il suolo aumentandone la porosità, l'aerazione, la struttura e la capacità di infiltrazione dell'acqua.

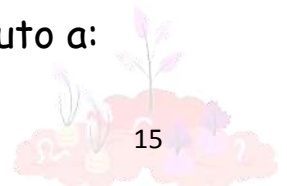




I lombrichi mediano gli aggregati per mezzo di due processi: scavando tunnel e formando calchi. Le pareti della tana sono spesso rivestite con argille orientate e mucillagini che contribuiscono alla formazione di una struttura stabile.

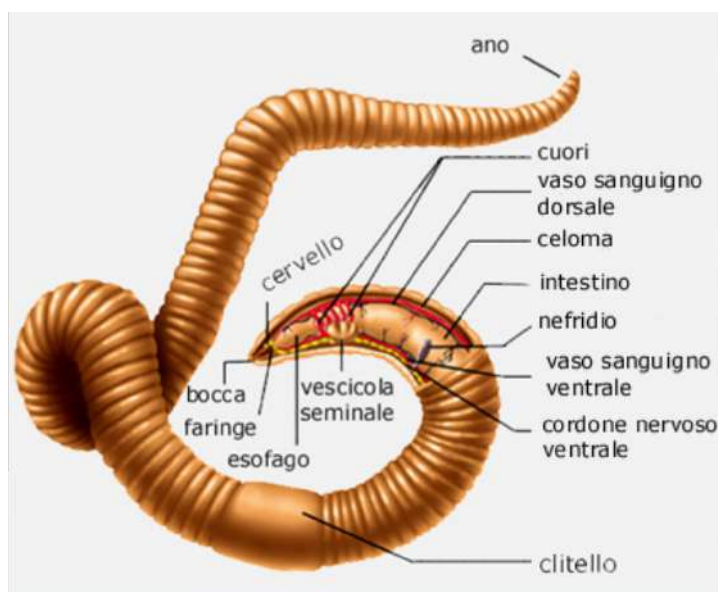
L'ingestione di suolo minerale e della sostanza organica e la successiva peristalsi frammenta i residui organici e distrugge completamente la microstruttura preesistente di un suolo. Durante il transito intestinale, tuttavia, i minerali argillosi e i composti organici vengono mescolati legati con i polisaccaridi derivati dalla microflora intestinale creando un nuovo nucleo per la formazione di micro-aggregati. All'interno dei calchi escreti, l'essiccazione e l'invecchiamento, facilitano il rafforzamento dei legami tra sostanza organica, muco e minerali, aumentando la stabilità dei micro-aggregati di nuova formazione.

L'aumento della stabilità degli aggregati del suolo è dovuto a:



- proliferazione dei batteri nei materiali ingeriti e nei calchi e deposizione di polisaccaridi di derivazione microbica all'interno di questi ultimi;
- legame meccanico per mezzo dei fasci vascolari del materiale vegetale ingerito;
- cementazione di particelle di terreno nell'intestino del lombrico da calcio umato;
- integrazione, nei calchi escreti, di composti organici recalcitranti (lignina) in strutture compatte a formare micro-aggregati.

Il prodotto di trasformazione della matrice organica è un fertilizzante organico di eccezionale qualità, il così detto vermicompost.



Negli anni diverse teorie hanno definito la formazione della struttura aggregata del suolo e la sua funzione nella stabilizzazione della sostanza organica.

Golchin et al. (1994), basandosi sul concetto gerarchico secondo il quale alla formazione dei macro-aggregati segue quelle dei micro-aggregati al loro interno, propose un modello di interazione tra sostanza organica, componente biotica del suolo e particelle primarie, per la formazione dei micro-aggregati. I residui vegetali freschi che pervengono al suolo inducono la formazione di aggregati poiché stimolano la produzione di agenti leganti di origine microbica. Perciò, durante la decomposizione, il particolato organico, i prodotti microbici e le particelle di argilla si aggregano formando macro-aggregati stabili. Con il tempo la sostanza organica fresca all'interno dei macro-aggregati viene selettivamente decomposta lasciando i materiali più recalcitranti, che vengono rivestiti con metaboliti microbici e particelle minerali a formare micro-aggregati stabili.

In aggiunta alla mineralogia del suolo e alla composizione degli input organici, la gestione del suolo influenza in modo

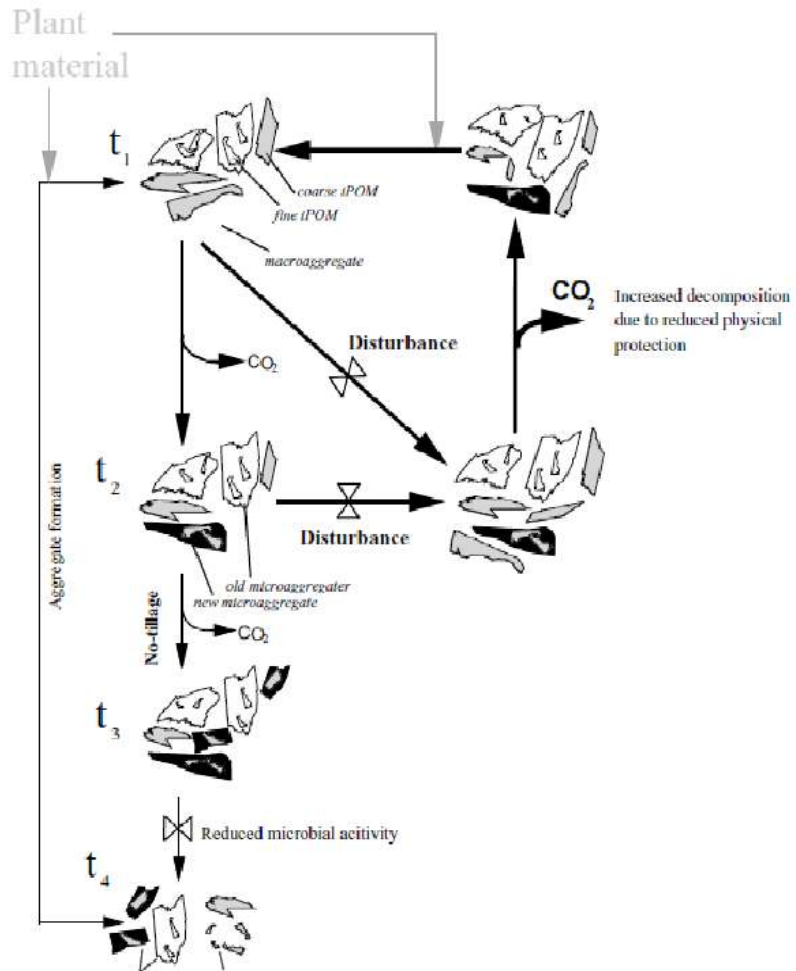


significativo i meccanismi di conservazione della sostanza organica.

Sulla base della descrizione proposta da Golchin et al. (1994), Six et al. (1998, 1999, 2000) sviluppò un modello concettuale per illustrare le differenze nella stabilizzazione della sostanza organica e nel sequestro del C in diversi sistemi di gestione del suolo. In base a questo modello, la lavorazione aumenta il turnover dei macro-aggregati e quindi inibisce la formazione di micro-aggregati all'interno di essi nei quali i composti organici sono conservati a lungo termine.

Nei sistemi no-tillage, un ridotto turnover dei macro-aggregati incentiva la formazione di micro-aggregati e promuove soprattutto l'interazione chimica tra particelle minerali e molecole organiche risultante nella formazione di complessi organo-minerali stabili.



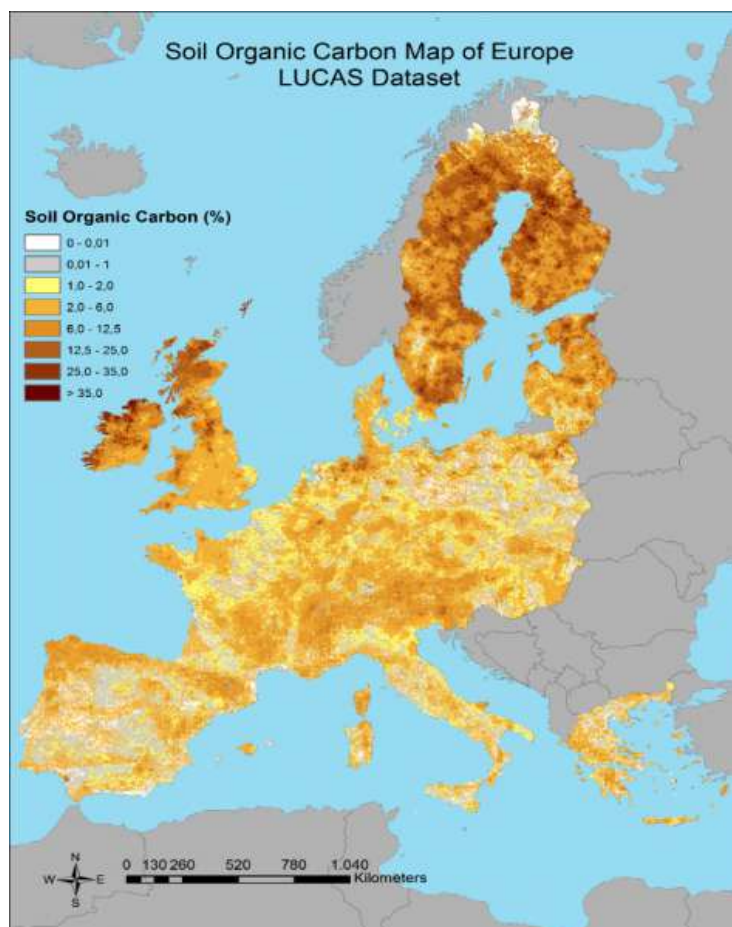


Modello concettuale del "ciclo vitale" di un macroaggregato (Six et al., 2000)



La sostanza organica nei terreni agricoli

Negli ultimi 60 anni l'attività agricola ha gravemente ridotto la fertilità dei terreni a causa dell'ossidazione netta e della perdita di carbonio organico. Poiché il carbonio organico è considerato il fattore chiave per migliorare le condizioni del terreno idonee per la produzione agricola, le politiche dell'UE si concentrano su pratiche agricole sostenibili per il ripristino dei terreni che attualmente annoverano a meno del 2% di carbonio organico del suolo.



Quantità di carbonio presente nei suoli europei (Aksoy E, Yigini Y, Montanarella L. 2016)

L'Unione europea mira a ridurre le emissioni provocate da un uso poco virtuoso del suolo agricolo con azioni di rimboschimento, la riduzione del 50% di pesticidi chimici e del 20% di fertilizzanti entro il 2030, nonché il ricorso all'agricoltura biologica.

Con il Green Deal, l'Europa si propone di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Tra le misure più rilevanti al fine di raggiungere tale obiettivo, vi è la strategia per la salvaguardia dei suoli. La sostanza organica del suolo, nonostante rappresenti in percentuale solo una piccola parte del suolo, risulta l'indicatore chiave del suo stato di qualità.

Il Green Deal europeo punta all'adozione di pratiche di lavorazione dei suoli poco profonde e meno invadenti sui terreni di coltivazione e pratiche di gestione agraria sostenibili come la conversione della terra arabile in prato, l'incorporazione di paglia, i sovesci e le colture di copertura. A questo proposito contribuiscono anche la distribuzione di ammendanti organici come il compost ottenuto da matrici organiche ligneo-cellulosiche e il biochar, un carbone ottenuto dalla



pirolisi di diversi tipi di biomassa vegetale (es. potature, stoppie di mais o di grano, fogliame secco, ecc.).

Lasciare o restituire i residui colturali sulla superficie del suolo ha la finalità di preservare ed aumentare gli stock di carbonio organico.

I residui colturali, insieme alle cover crops, assicurano la copertura permanente del suolo e permettono l'alimentazione in continuo dell'attività biologica.

L'applicazione di pratiche conservative di diversificazione colturale e riduzione delle lavorazioni (ad es. no-tillage, minimum-tillage) ricreano gli equilibri biologici necessari per lo sviluppo di agroecosistemi fertili in grado di generare benefici ambientali.



Semina su sodo

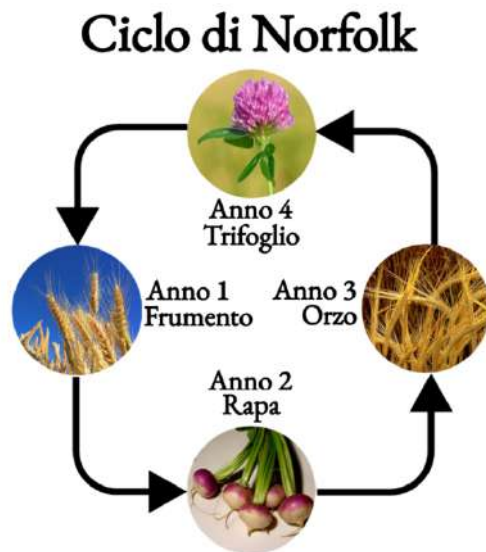
La diversificazione colturale permette, già da sola, di arricchire la fertilità del suolo, di assicurare e talora migliorare le rese produttive e di iniziare a ridurre l'impiego di fitofarmaci e fertilizzanti di sintesi.

L'allungamento e la diversificazione degli avvicendamenti/rotazioni colturali favoriscono il mantenimento della struttura del suolo attraverso l'azione degli apparati radicali delle piante e la limitazione dei rischi ambientali dovuti alla lisciviazione dei nitrati ed alla perdita di biodiversità.

Tradizionalmente le colture agrarie vengono distinte in depauperanti o sfruttanti (tipicamente i cereali autunnali) ed in miglioratrici. Le miglioratrici a loro volta sono distinte in:

- miglioratrici da rinnovo, che migliorano lo stato fisico del terreno richiedendo lavorazioni particolarmente profonde, migliorando lo stato chimico ricevendo la concimazione letamica, riducono l'infestazione di malerbe essendo sarchiate;
- miglioratrici pratensi, ovvero i prati di leguminose che arricchiscono il terreno di azoto fissato simbioticamente;
- maggesate, rappresentate dalle leguminose da granella, che fissano azoto e rinettano il terreno dalle erbe infestanti.





Rotazione colturale secondo il Ciclo di Norfolk

Le colture che vengono talvolta praticate nell'intervallo di tempo che può separare due colture principali (per es. tra la raccolta del frumento e la semina del mais), sono dette colture intercalari, se coltivate per scopi economici, o, cover crop (coltura di copertura) per scopi ambientali. La copertura vegetale è finalizzata a proteggere il suolo dall'erosione, a fornire sostanza organica e nutrienti (sovescio) o a recuperare quote di azoto minerale presente che altrimenti potrebbe essere perso per lisciviazione (catch crop).

Le colture da sovescio sono specie agrarie a rapida crescita coltivate per produrre biomassa da interrare integralmente sul posto allo scopo di fertilizzare il terreno grazie ai nutrienti che

si liberano durante la rapida decomposizione della biomassa, erbacea e poco lignificata.



Cover crops

Il Compost

Impiegare ammendanti in agricoltura serve a veicolare sostanza organica verso l'agroecosistema. In questo modo si garantisce la conservazione della fertilità fisica (lavorabilità, porosità, areazione e drenaggio), chimica (capacità di sostenere la nutrizione vegetale) e biologica del suolo.

Il compost, o Ammendante Compostato, è un fertilizzante organico ottenuto dal trattamento dei Rifiuti Organici.

Il recupero della FORSU (Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani) è affidato agli impianti di compostaggio che a partire dal rifiuto organico producono fertilizzanti organici impiegati in agricoltura e nel florovivaismo.

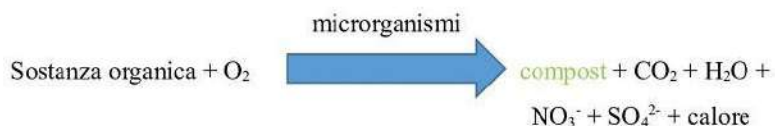
La ricchezza in humus, in flora microbica attiva e in microelementi fa del compost un ottimo prodotto adatto ai più svariati impieghi agronomici.



Il compostaggio

Il compostaggio è una tecnica attraverso la quale viene accelerato e migliorato il processo naturale a cui va incontro la sostanza organica del suolo per effetto della flora microbica naturalmente presente nell'ambiente. Si tratta di un processo aerobico di decomposizione biologica della sostanza organica che avviene in condizioni controllate, che permette di ottenere un prodotto biologicamente stabile in cui la componente organica presenta un elevato grado di evoluzione.

Negli impianti di trattamento biologico conferiscono: frazione umida, frazione verde, rifiuti di manufatti e imballaggi compostabili secondo la norma UNI EN 13432:2002, fanghi e scarti agroindustriali.



Recentemente a questa tipologia di impianti si sono affiancati gli impianti integrati di compostaggio e digestione anaerobica



che abbinano il recupero di materia al recupero di energia mediante la produzione di biogas.



Il base alle modifiche biochimiche che subiscono i composti organici, il processo di compostaggio si può suddividere schematicamente in due fasi:

- una fase di biossidazione, nella quale avviene l'igienizzazione della massa ad elevate temperature: è questa la fase attiva di degradazione delle componenti organiche più facilmente attaccabili;
- una fase di maturazione, durante la quale il prodotto si stabilizza arricchendosi di molecole umiche.

La prima fase è un processo aerobico ed esotermico; la presenza di sostanze prontamente metabolizzabili (molecole

semplici quali zuccheri ed acidi organici) comporta elevati consumi di ossigeno e liberazione di energia sotto forma di calore. La temperatura, dai valori caratteristici dell'ambiente circostante, arriva ai 60°C ed oltre.

In questa prima fase di degradazione si formano composti intermedi come acidi grassi volatili a catena corta tossici per le piante ma rapidamente metabolizzati dai microbi.

Affinchè l'igienizzazione, e quindi l'inattivazione di semi di piante infestanti e organismi patogeni avvenga in modo appropriato, è importante che la temperatura si mantenga al di sopra dei 60°C per almeno 5 giorni consecutivi.

Durante la seconda fase, detta anche fase di *maturazione*, i processi metabolici diminuiscono di intensità ed accanto ai batteri sono attivi funghi ed attinomiceti che degradano attivamente amido, cellulosa e lignina, composti essenziali dell'humus. In questa fase la temperatura scende progressivamente stabilizzandosi poco al di sopra della temperatura ambiente.

Il prodotto che si ottiene è il compost maturo, una matrice stabile ricca in composti umici.





Materiale compostato

La buona riuscita del processo di compostaggio è influenzata dall'interazione di diversi fattori che permettono di accelerare e favorire l'attività microbica, tra i quali:

- temperatura
- ossigeno
- umidità
- rapporto C/N
- porosità della matrice organica
- pH

La temperatura. Attraverso la prima fase del processo di compostaggio, con l'innalzamento della temperatura si conseguono la riduzione dell'umidità e l'igienizzazione del

prodotto. Eventuali eccessi di temperatura vengono tenuti sotto controllo da determinate tecniche di areazione.

Ossigeno. Il compostaggio è un processo aerobico. Le maggiori richieste di ossigeno si hanno nella prima fase del processo. Il livello di ossigeno all'interno della massa in decomposizione deve mantenersi al di sopra del 10-12%; se scende al di sotto del 5%, per messo dei microrganismi anaerobici, si instaurano processi di tipo putrefattivo con conseguente accumulo di composti ad elevata fitotossicità.

Umidità. I cumuli in compostaggio devono essere sufficientemente umidi da garantire un'adeguata attività microbica senza impedire l'ossigenazione della massa. Il range ottimale di umidità è dell'ordine del 50-55%.

Rapporto C/N. Il miscuglio di residui verdi e lignocellulosici con fanghi di depurazione o rifiuti organici provenienti dalla raccolta urbana (FORSU), garantisce un buon equilibrio tra elementi. Alla fine del processo un compost di buona qualità presenta valori del rapporto C/N compresi tra 10 e 20.

Porosità. La porosità del substrato si determina calcolando il rapporto, espresso in percentuale, tra il volume occupato dagli spazi vuoti della biomassa e quello occupato dalla biomassa

stessa. La porosità è strettamente dipendente dalla dimensione granulometrica dei materiali e dalla loro distribuzione spaziale.

Particelle grandi ed uniformi aumentano la porosità.

pH. Nel compost maturo il pH assume valori prossimi alla neutralità (7-7,5).

Il processo di compostaggio prevede l'esecuzione di alcuni saggi biologici:

- saggio di fitotossicità: è importante per avere un'idea di quanto alcune sostanze possano bloccare la crescita microbica nella prima fase del processo; la loro presenza nel compost finale indica invece che il processo non è avvenuto correttamente o non è completo;
- saggio di respirazione: garantisce il controllo dello stato di ossigenazione durante l'intero processo;
- determinazione degli agenti patogeni;
- saggio di mineralizzazione dell'azoto.

La microbiologia del processo



La popolazione microbica che promuove il compostaggio è molto complessa, sia in termini di gruppi fisiologici che di entità tassonomiche nell'ambito dei singoli gruppi.

I diversi gruppi di microrganismi si sviluppano volta in volta in risposta ai differenti livelli di umidità, temperatura, ossigeno e pH.

Le reazioni degradative procedono rapidamente durante le fasi iniziali del compostaggio a causa della larga disponibilità di composti a basso peso molecolare; tali molecole possono essere utilizzate da una vasta gamma di microorganismi non specializzati.

Man mano che i composti facilmente metabolizzabili si esauriscono, altre sostanze più complesse cominciano ad essere oggetto di attacco da parte dei microorganismi. Queste sostanze non possono essere traslocate direttamente all'interno delle cellule microbiche. Tali sostanze devono perciò essere scomposte nei costituenti monomerici attraverso l'azione di enzimi esocellulari. Di solito, questa capacità è diffusa nell'ambito delle specie fungine.



I microorganismi che colonizzano le matrici sottoposte a compostaggio sono riconducibili a tre principali gruppi: batteri, attinomiceti e funghi.

Con l'eccezione dei funghi filamentosi che sono sostanzialmente aerobi, i microorganismi che intervengono nel compostaggio possono essere aerobi, anaerobi facoltativi o anaerobi stretti.

Si definiscono aerobi gli organismi il cui metabolismo è basato sull'utilizzo di ossigeno biatomico (O_2). Essi sono in grado di funzionare producendo energia chimica grazie al processo della respirazione cellulare, di cui l'ossigeno è l'elemento fondamentale accettore finale di elettroni. La condizione opposta è l'anaerobiosi.

I microorganismi possono essere poi distinti in psicrotrofi o psicrofili facoltativi, mesofili e termofili a seconda dell'intervallo di temperatura entro il quale possono trovare le condizioni ottimali di crescita.





La Normativa di riferimento

Il compostaggio controllato è regolato da normative che riguardano diversi settori di competenza e riveste un ruolo importante nell'ambito delle strategie di gestione dei rifiuti, della salvaguardia dell'ambiente e della conservazione del suolo.

A livello comunitario particolare attenzione è stata riservata alla regolamentazione della gestione dei rifiuti.

Alla prima Direttiva quadro sui rifiuti - Direttiva 75/442/CE e ss.mm.ii - segue nel 1996, una Risoluzione di legge nella quale il Parlamento Europeo specifica in modo chiaro e inequivocabile l'ordine gerarchico per le attività e i processi connessi al trattamento dei rifiuti.

Con la Direttiva 99/31/CE sulle Discariche si sancisce che in discarica debbano finire solo materiali a basso contenuto di carbonio organico e quelli non riciclabili: la Direttiva prevede il compostaggio e il riciclo quali strategie primarie per la gestione dei rifiuti.

Il quadro normativo europeo mette poi in stretta relazione i temi di recupero dei rifiuti organici con la tutela dell'ambiente. Infatti, il VI Programma d'Azione Ambientale Comunitario del



24 gennaio 2001 impone che la frazione organica debba essere immessa dopo un processo di compostaggio nell'ambiente al fine di sostenere la fertilità dei suoli.

A livello nazionale l'aspetto ambientale è normato dal D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii (noto come Testo Unico in materia ambientale).

In Italia la produzione e la commercializzazione del compost è regolata dal Decreto Legislativo n. 75/2010 "Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'art. 13 della legge 88/2009, che definisce tre categorie di ammendante compostato in base alle componenti utilizzate per produrlo:

- Ammendante Compostato Verde (ACV),
ottenuto dalla trasformazione di: residui colturali e di manutenzione del verde, sanse vergini o esauste ed altri rifiuti di origine vegetale;

- Ammendante Compostato Misto (ACM),
ottenuto a partire dal compostaggio di: FORSU, materiali organici previsti per l'ACV, rifiuti di origine animale, scarti provenienti dalla lavorazione del legno e del tessile naturale non



trattati, rifiuti agroindustriali, digestato da trattamento anaerobico (ad eccezione di quello ottenuto a partire dal rifiuto indifferenziato);

- Ammendante Compostato con Fanghi (ACF), composto dalle matrici organiche previste per l'ACM, reflui e fanghi.



Ammendante Compostato con Fanghi

Tabella - Caratteristiche di Ammendante Compostato Verde, Ammendante Compostato Misto e Ammendante Torboso Compostato. Tratto dall'allegato 2 del D.lgs. n. 75/2010

N.	Denominazione del tipo	Modo di preparazione e componenti essenziali	Titolo minimo in elementi e/o sostanze utili. Criteri concernenti la valutazione. Altri requisiti richiesti	Altre indicazioni concernenti la denominazione del tipo	Elementi oppure sostanze utili il cui titolo deve essere dichiarato. Caratteristiche diverse da dichiarare. Altri requisiti richiesti	Note
1	2	3	4	5	6	7
4.	Ammendante compostato verde	Prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici che possono essere costituiti da scarti di manutenzione del verde ornamentale, altri materiali vegetali come sanse vergini (disoleate o meno) od esauste, residui delle colture, altri rifiuti di origine	Umidità: massimo 50% pH compreso tra 6 e 8,5 C organico sul secco: minimo 20% C unico e fulvico sul secco: minimo 2,5% Azoto organico sul secco: almeno 80% dell'azoto totale C/N massimo 50.	---	Umidità pH C organico sul secco C unico e fulvico sul secco Azoto organico sul secco C/N Salinità Na totale sul secco	È consentito dichiarare i titoli in altre forme di azoto, fosforo totale e potassio totale. Il tenore dei materiali plastici vetro e metalli (frazione di diametro ≥ 2 mm) non può superare lo 0,5% s.s. Inerti litoidi (frazione di diametro ≥ 5 mm) non può superare il 5% s.s. Sono inoltre fissati i seguenti parametri di natura biologica: - Salmonella: assenza in 25 g di campione t.q.; $n^{(1)}=5$; $c^{(2)}=0$; $m^{(3)}=0$; $M^{(4)}=0$; - Escherichia coli in 1 g di campione t.q.; $n^{(1)}=5$; $c^{(2)}=1$; $m^{(3)}=1000$ CFU/g; $M^{(4)}=5000$ CFU/g; Indice di germinazione (diluizione al 30%) deve essere $\geq 60\%$

		origine vegetale.				$\geq 60\%$ Sono ammesse alghe e piante marine, come la Posidonia spiaggiata, previa separazione della frazione organica dalla eventuale presenza di sabbia, tra le matrici che compongono gli scarti compostabili, in proporzioni non superiori al 20% (P:P) della miscela iniziale. -Tallio: meno di 2 mg kg ⁻¹ sul secco (solo per Ammendanti con alghe).
5.	Ammendante compostato misto	Prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica degli RSU proveniente da raccolta differenziata.	Umidità: massimo 50% pH compreso tra 6 e 8,5 C organico sul secco: minimo 20% C unico e fulvico sul secco: minimo 7% Azoto organico sul secco: almeno 80% dell'azoto totale	---	Umidità pH C organico sul secco C unico e fulvico sul secco Azoto organico sul secco C/N Salinità	Per "fanghi" di cui alla presente colonna e alla colonna n. 3 si intendono quelli definiti dal decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99, di attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura. I fanghi, tranne quelli agroindustriali, non possono superare il 35% (P/P) della miscela iniziale. È consentito dichiarare i titoli in altre forme di azoto, fosforo totale e potassio totale.



	(segue) Ammendante compostato misto	da rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, da rifiuti di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, da reflui e fanghi, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde	C/N massimo 25.			Il tenore dei materiali plastici vetro e metalli (frazione di diametro ≥ 2 mm) non può superare lo 0,5% s.s. Inerti litoidi (frazione di diametro ≥ 5 mm) non può superare il 5% s.s. Sono inoltre fissati i seguenti parametri di natura biologica: - Salmonella: assenza in 25 g di campione t.q.; $n^{(1)}=5$; $c^{(2)}=0$; $m^{(3)}=0$; $M^{(4)}=0$; - Escherichia coli in 1 g di campione t.q.; $n^{(1)}=5$; $c^{(2)}=1$; $m^{(3)}=1000$ CFU/g; $M^{(4)}=5000$ CFU/g; Indice di germinazione (diluizione al 30%) deve essere $\geq 60\%$ - Tallio: meno di 2 mg kg ⁻¹ sul secco (solo per Ammendanti con alghe).
6.	Ammendante torboso composto	Prodotto ottenuto per miscela di torba con ammendante compostato verde e/o misto	C organico sul secco: minimo 25% C unico e fulvico sul secco: minimo 7% Azoto organico sul secco: almeno 80%	---	C organico sul secco C unico e fulvico sul secco Azoto organico sul secco C/N Torba Salinità	È consentito dichiarare i titoli in altre forme di azoto, fosforo totale e potassio totale. Il tenore dei materiali plastici vetro e metalli (frazione di diametro ≥ 2 mm) non può superare lo 0,5% s.s. Inerti litoidi (frazione di diametro ≥ 5 mm) non può superare il 5% s.s. Sono inoltre fissati i seguenti

			almeno 80% dell'azoto totale C/N massimo 50. Torba: minimo 50%			Sono inoltre fissati i seguenti parametri di natura biologica: - Salmonella: assenza in 25 g di campione t.q.; $n^{(1)}=5$; $c^{(2)}=0$; $m^{(3)}=0$; $M^{(4)}=0$; - Escherichia coli: in 1 g di campione t.q.; $n^{(1)}=5$; $c^{(2)}=1$; $m^{(3)}=1000$ CFU/g; $M^{(4)}=5000$ CFU/g; Indice di germinazione (diluizione al 30%) deve essere $\geq 60\%$ - Tallio: meno di 2 mg kg ⁻¹ sul secco (solo per Ammendanti con alghe).
--	--	--	--	--	--	--



Gli impieghi del compost

Le matrici organiche tradizionalmente impiegate in agricoltura sono i letami utilizzati a diversi gradi di "maturazione" nelle operazioni principali che precedono la semina e/o la messa a dimora.

Nell'agricoltura tradizionale da tempo attività zootecniche e coltivazioni tendono a separarsi e questo comporta, soprattutto nei comprensori a forte specializzazione, una minore disponibilità di sostanza organica.

Dal punto di vista agronomico, il compost si presta a sostituire il letame in tutte le sue funzioni e, mediante la graduale disponibilità di elementi nutritivi, è in grado di diminuire la fornitura di concimi di sintesi.

I principali derivanti dall'uso del compost sono:

- incremento del contenuto di sostanza organica;
- rilascio graduale degli elementi nutritivi;
- aumento della ritenzione idrica in suoli leggeri e della permeabilità nei terreni argillosi;
- diminuzione di nitrati nelle foglie di ortaggi per il consumo fresco;



- riduzione dell'insorgenza di marciumi radicali.

Oltre agli impieghi in agricoltura convenzionale il compost, se possiede requisiti di qualità, può essere commercializzato come prodotto "consentito in agricoltura biologica" ai sensi del Reg. CEE 2092/91 e succ. mod.

Il riciclo organico è realizzato solo quando un rifiuto organico è trasformato in ammendante compostato, un fertilizzante organico che deve rispettare le caratteristiche del D.lgs. 75/2010 e che ha un'elevata qualità agronomica. Il Consorzio Italiano Compostatori (CIC) opera sistematiche campagne di monitoraggio presso gli impianti associati con lo scopo, tra l'altro, di quantificare la presenza di materiale non compostabile conferito erroneamente con la FORSU (pari al 4,8% nella frazione umida e al 2,7% nella frazione verde).

Il compost ha la principale prerogativa di essere un fertilizzante organico rinnovabile e caratterizzato da un buon contenuto medio di carbonio organico (25-27 % SS). Oltre al reintegro di sostanza organica, il suo impiego contribuisce anche ad apportare al suolo i principali elementi fertilizzanti (azoto - N, fosforo - P, potassio - K).



Il contenuto di elementi nutritivi nel compost differisce a seconda del tipo di ammendante compostato. In particolare, l'ammendante compostato verde ha un titolo NPK 1,7:0,7:1,3, caratteristica che, unitamente ad una dotazione media di carbonio organico pari al 25,5% della SS ed alla bassa salinità, lo rendono idoneo soprattutto nel settore del florovivaismo in sostituzione alle torbe; gli ammendanti compostati misto e con fanghi invece posseggono un più alto contenuto medio sia di elementi fertilizzanti (titolo NPK 2,3:1,4:1,4) che di carbonio organico (26,4% SS) e trovano la loro principale applicazione nelle coltivazioni cerealicole e foraggere in pieno campo in aggiunta ai concimi minerali ed organici.



Il vermicompost

Il vermicompostaggio è un processo di ossidazione biologica, in cui i lombrichi vengono utilizzati per convertire i rifiuti organici in vermicompost simile all'humus.

Il vermicompost è un prezioso fertilizzante organico attualmente molto richiesto sul mercato che permette di promuovere lo sviluppo di un'economia circolare e ridurre il ricorso ai concimi di sintesi.

Questo sistema di compostaggio può essere impiegato su scala commerciale, ma anche in aziende agricole che vogliono smaltire autonomamente i propri rifiuti e nelle città.

Prima di poter essere impiegate, le differenti matrici organiche (letami, scarti organici agroindustriali, fanghi di depurazione delle acque reflue, ecc.) devono subire dei pretrattamenti di stabilizzazione e non devono rilasciare CO_2 .

La composizione del vermicompost è variabile e legata al materiale organico di partenza e al processo di compostaggio: macro e micronutrienti, microflora batterica e fungina, composti umici, enzimi, ormoni, ecc. Si presuppone che



quest'ultimi derivino dall'attività dei microrganismi ingeriti dai lombrichi e successivamente escreti nel vermicompost.

Le specie di lombrico utilizzate sono quelle epigee, in particolare il *tiger worm* (*Eisenia fetida*) ed il *red worm* (*Eisenia andrei*). Il loro optimum di temperatura è tra i 15 ° e i 20° C.



Eisenia fetida

Diversi studi hanno accertato l'impatto positivo del vermicompost sulla crescita e sulla resa produttiva delle colture anche a bassi livelli di somministrazione, nonché il miglioramento del loro stato sanitario contro alcune patologie fogliari e radicali.

E' stato calcolato che nei climi temperati una popolazione di circa 100 individui/m² di *Lombricus terrestris* può ingerire annualmente fino a 840 kg/ha di residuo colturale.

Il sistema di allevamento

Il sistema di allevamento a lettiera è uno dei metodi più tradizionali, caratterizzato da bassi costi d'investimento. I lombrichi sono inoculati in un sottile strato di substrato organico steso per terra che viene rialimentato in autunno ed in primavera ogni 2-3 giorni, in estate ed in inverno ogni 10-15 giorni, ovvero quando l'85% della sostanza organica appare decomposta.

Una densità di 1,60 kg/lombrichi/m² ha bisogno di 0,75 kg di alimento/kg di lombrico al giorno.

Quando la lettiera raggiunge una certa altezza, lo strato più superficiale deve essere separato dal restante che al contrario risulta pronto per essere raccolto, lavorato e commercializzato.



Uno dei parametri fondamentali di questo processo è rappresentato dalla percentuale di umidità che si deve aggirare intorno all'80-90%, perciò le lettiere devono essere provviste di impianti di gocciolamento.

Le lettiere possono essere posizionate all'interno di capannoni con base in cemento o all'aperto dove è opportuno predisporre teli traspiranti di copertura in tutte le stagioni.

Il vermicompost raccolto subisce una fase di asciugatura: viene rivoltato ogni settimana per un paio di mesi fino ad ottenere un grado di umidità pari al 50%.

Il compost maturo viene quindi setacciato per ottenere differenti tipi di prodotto finale:

- vermicompost granulare, con particelle di dimensioni da 1 a 0,3 cm;
- vermicompost molto fine, con particelle <0,5 mm;
- vermicompost liquido o tè di vermicompost.

Quest'ultimo consiste in una soluzione acquosa contenente gli stessi microrganismi ed elementi nutritivi presenti nel vermicompost granulare, utilizzato con lo stesso scopo ma applicato direttamente al fogliame.



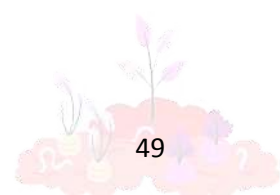


Tè di vermicompost

Questi prodotti vedono un'enorme collocazione nell'agricoltura biologica nella concimazione delle colture ortive e nei prodotti di lusso legati al mercato delle piante ornamentali.

La normativa nazionale (allegato 2 del D.lgs. 75/2010, con modifica nel 2015) stabilisce che il vermicompost da letame deve possedere i seguenti requisiti:

- carbonio organico 20%
- azoto organico $\geq 1,5\%$
- rapporto C/N $< a 20$
- umidità del 30-50%
- pH ≤ 8



Compost per l'orto fai da te!

Come iniziare

Innanzitutto è necessario adibire uno spazio al compostaggio e scegliere se compostare in una buca, in un cumulo o in una compostiera. Lo spazio deve essere ricavato in un angolo pianeggiante dell'orto o del giardino, riparato ed ombroso preferibilmente sotto un albero a foglie caduche. Sono da evitare zone con ristagni d'acqua o drenaggio eccessivo.

Una leggera zappatura del terreno inoltre favorirà l'azione dei lombrichi e lo scambio di microrganismi con il suolo.

Le dimensioni minime del cumulo devono essere di 1 mt x 1 mt x 50 cm.

Sul fondo della compostiera si posiziona uno strato di circa 10-15 cm costituito da compost maturo (o da terriccio da giardino) e da rametti e potature che favoriscono il drenaggio.

A strati successivi si cominciano a disporre i residui organici.

Un buon compost si ottiene tarando in modo corretto i



costituenti del cumulo. Per fare ciò è necessario realizzare una "mescola" omogenea tra materiali umidi e quelli più secchi del giardino.

Realizzare degli strati alternati di materiale secco e umido sminuzzati.

I rifiuti umidi o gli sfalci di erba fresca sono ricchi di azoto e di acqua, mentre rami e foglie secche contengono principalmente carbonio e creano struttura del cumulo e quindi favoriscono il ricircolo dell'aria.

Alternare il materiale organico con sostanze concimanti, quali cenere, farina di roccia, letame, compost, ecc. e rigirare la massa di tanto in tanto al fine di arieggiarla e controllarne l'umidità. Tenere a portata di mano foglie secche e ramaglie spezzettate; se il cumulo è troppo bagnato, basterà aggiungerle al composto, in caso contrario è necessario rivoltare il cumulo riportando in superficie le parti più interne ed eventualmente aggiungere acqua.

Il cumulo va mescolato:

- in inverno: primo ribaltamento dopo 25-50 giorni, secondo ribaltamento dopo 3-5 mesi;



- in estate: primo ribaltamento dopo 20 giorni, secondo ribaltamento 2-4 mesi.

Nelle prime settimane controllare il grado di umidità, la temperatura (termometro) e l'ossigenazione (assenza di odori sgradevoli).

Il cumulo deve essere coperto con terreno, compost, paglia o foglie per proteggerlo dall'eccessiva evaporazione in estate o dalla pioggia in inverno.



Quali materiali organici utilizzare

Le materie prime per la produzione del compost sono gli scarti e i residui di ogni tipo organico compostabile, aggredibili dai microrganismi. Vanno invece evitati i rifiuti non compostabili o contaminati da sostanze pericolose o tossiche.

I materiali "verdi" sono tutti i materiali organici freschi (scarti di cucina ed erba) caratterizzati da alti livelli di azoto. Differentemente, tutti materiali organici secchi (foglie e ramaglie) sono caratterizzati da un alto contenuto di carbonio. Per un rapporto C/N ottimale, mescolare 1 parte di materiale secco con 2 parti di verde.



In specifico sono adatti al compostaggio:

- i rifiuti umidi della cucina (bucce di frutti non trattati, scarti di verdure, fondi di caffè, gusci d'uova, ecc.);

- i residui vegetali dell'orto o del giardino (scarti di potature, sfalcio dell'erba, foglie, fiori appassiti, ecc.);
- paglia;
- cenere di legna;
- carta non patinata e cartone non trattati chimicamente, tappi di sughero;
- stoviglie in cellulosa.

E' consigliabile non utilizzare i seguenti materiali:

- bucce di agrumi (anche se non trattate) poiché hanno un tempo di decomposizione più lungo e la loro acidità potrebbe alterare il processo di compostaggio;
- piante malate o infestanti;
- foglie di lauro, conifere, pioppo, quercia vanno usate in quantità ridotta in quanto ricche di lignina e tannini che rallentano il processo di decomposizione;
- residui di carne o pesce, sono ricchi di azoto ma possono attirare animali indesiderati;
- lettiere di animali domestici.

Da evitare:

- olio esausto



Attivatori ed integratori

L'impiego di attivatori ed integratori aiuta ad accelerare i tempi e ad ottenere un compost migliore, specialmente quando c'è carenza di azoto nei residui organici di partenza.

Il migliore e più economico tra gli attivatori è il compost stesso, da aggiungere ad ogni strato di rifiuti. Tuttavia gli attivatori risultano utili in presenza di rifiuti poveri di microrganismi o in condizioni ambientali sfavorevoli.

Differentemente, gli integratori possono essere utilizzati per due diversi obiettivi: riequilibrare la composizione in nutrienti e rendere più ricca la percentuale di elementi fertilizzanti del compost maturo.

Nel primo caso è sufficiente un integratore azotato (ad es. cornunghia) che permetta di portare il valore del rapporto C/N ai livelli ottimali. Nel secondo caso occorre apportare anche gli altri

macroelementi della nutrizione vegetale (P e K) contenuti ad es. nella farina d'ossa.





Cornunghia

L'impiego di questi attivatori o integratori deve avvenire generalmente durante il l'allestimento del cumulo, spargendoli il più uniformemente possibile su tutta la massa.

I tempi di maturazione

Dopo 2/4 mesi si ottiene un compost fresco ancora in trasformazione che può essere impiegato per le colture lontano dalla semina/trapianto e dal diretto contatto con le radici.

Dopo 5/8 mesi il compost già stabile non produce più calore, ma la completa evoluzione /maturazione del prodotto si realizza in 12/18/24 mesi dopo i quali il compost presenta le caratteristiche fisiche e di stabilità che lo rendono idoneo al contatto diretto con le radici anche in fasi fenologiche delicate.

