



CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA

PNRR Missione 1 - Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura, Componente 3 - Cultura 4.0 (M1C3). Misura 2 "Rigenerazione di piccoli siti culturali, patrimonio culturale, religioso e rurale", Investimento 2.1: Attrattività dei borghi storici, finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU. Ferruzzano:

il Borgo del benessere CUP: J98C22000050006 - Intervento 9-Laboratorio multidisciplinare per la salvaguardia del patrimonio agricolo.

**NUMERO
DOCUMENTO**

GUIDA CARBON FARM - COMPOSTAGGIO

COMUNE DI FERRUZZANO, VIA CANALELLO

GIUGNO 2026

**Responsabile dell'Ufficio Tecnico
del Comune di Ferruzzano**

ING. Vincenzo PRIMERANO

PROGETTISTA: Heritage green design
coop Sede in Bianco

HERITAGE GREEN DESIGN
SOCIETA' COOPERATIVA
Via Umberto I, 60 - 89032 BIANCO (RC)
Partita IVA 03185700802



APPROVAZIONI

[illegible]

1 STRUTTURA E FUNZIONE DEGLI AGROECOSISTEMI

Gli agrosistemi sono sistemi complessi e dinamici in cui materia ed energia fluiscono costantemente. Il flusso di materia ed energia è fondamentale per la sopravvivenza e il funzionamento di questi sistemi, poiché consente lo scambio di nutrienti tra gli organismi e l'ambiente.

Questa interazione tra esseri viventi e ambiente è essenziale per l'equilibrio e la stabilità degli agrosistemi influenzando direttamente la biodiversità, la produttività e la sostenibilità.

Pertanto, comprendere l'importanza del flusso di materia ed energia negli agroecosistemi è essenziale per la conservazione e la corretta gestione di questi sistemi naturali.

flussi di materia negli agroecosistemi e i cicli biogeochimici

La biosfera è un sistema termodinamicamente aperto rispetto all'energia, ma è un sistema chiuso per quanto riguarda la materia: se si escludono gli apporti eccezionali dei meteoriti e le rare reazioni nucleari, la quantità degli elementi chimici presenti sul nostro pianeta non varia nel tempo.

Tuttavia gli elementi non sono in una situazione statica; essi cambiano continuamente posizione, fase chimica e combinazione.

Il riciclo degli elementi rende i sali nutrienti continuamente disponibili ai produttori primari e rende così possibile il mantenimento della vita sulla terra.

Il ciclo degli elementi previene anche il loro accumulo in forme, quantità e collocazioni spaziali che sarebbero deleterie per gli organismi.

D'altra parte sono gli organismi viventi stessi che esercitano un'influenza fondamentale sui flussi degli elementi sulla terra; la stragrande maggioranza delle reazioni chimiche che avvengono sulla crosta terrestre sono in qualche maniera affette dal biota su di essa presenti.

La materia vivente è per lo più costituita da acqua.

Il resto è principalmente costituito da composti del carbonio ed è in questi composti che l'energia viene accumulata e immagazzinata.

Abbiamo già visto, studiando la produzione primaria, come flussi di energia e flussi di carbonio e ossigeno sono strettamente legati nei processi di fotosintesi e respirazione.

Ma flussi di materia in parallelo a quelli di energia si hanno anche nei processi di ingestione di biomassa da parte di consumatori e di decompositori.

La Fig. 1 rappresenta in maniera molto semplificata lo schema fondamentale dei comparti e dei flussi di energia e di materia in un ecosistema.

Oltre ai comparti organici che costituiscono i sistemi di pascolo e di detrito, già precedentemente introdotti, è necessario aggiungere, per capire il bilancio globale di materia, anche comparti inorganici.

Nello schema rudimentale della figura ne sono indicati due: il comparto dove vengono immagazzinati ossigeno e anidride carbonica (l'atmosfera o, nel caso di ecosistemi acquatici, l'acqua) e il comparto dei sali nutrienti (suolo nel caso di ecosistemi terrestri e ancora acqua per gli ecosistemi acquatici).

Questa scelta è motivata dal fatto che questi comparti inorganici sono quelli più importanti a causa dei seguenti fenomeni fondamentali:

a) per costruire nuove cellule i produttori primari necessitano oltre che di energia anche di carbonio che ricavano mediante la fotosintesi dall'anidride carbonica contenuta nell'atmosfera, se sono piante terrestri, o da quella disciolta nell'acqua, se sono piante acquatiche;

b) le piante hanno assoluto bisogno anche di sali nutrienti, tipicamente fosfati o nitrati, che assorbono dal suolo o dall'acqua (con alcune eccezioni, quali piante leguminose e cianobatteri che possono fissare azoto atmosferico);

c) tutti gli esseri viventi hanno dei processi metabolici e devono perciò respirare consumando ossigeno; questo dà luogo a flussi di ossigeno e di anidride carbonica da/verso l'atmosfera o l'acqua.

Tra i comparti organici quello della materia organica morta (MOM) dà luogo a flussi di energia e di materia entranti nel comparto dei decompositori: quest'ultimo è un comparto di riciclo costituito da divoratori di carogne e di detrito e da batteri e funghi.

I detritivori esercitano un'azione meccanica di sminuzzamento sulla MOM e la loro biomassa morta rifluisce poi nella MOM stessa; batteri e funghi (che comprendono le muffe) sono invece veri e propri laboratori chimici che sono in grado di trasformare le molecole organiche che costituiscono la biomassa in sali nutrienti.

Tale processo di trasformazione viene chiamato mineralizzazione: esso è o il risultato dell'attività di enzimi extracellulari, rilasciati dai microbi, che permettono di degradare direttamente la MOM, oppure il risultato dell'accumulo nella biomassa microbica di grandi concentrazioni soprattutto di N e di P, utilizzati per la crescita batterica, con susseguente rilascio dei nutrienti alla morte dei microbi.

Il fenomeno dell'accumulo di nutrienti nella biomassa microbica rende i nutrienti temporaneamente indisponibili per i produttori primari e viene chiamato immobilizzazione.

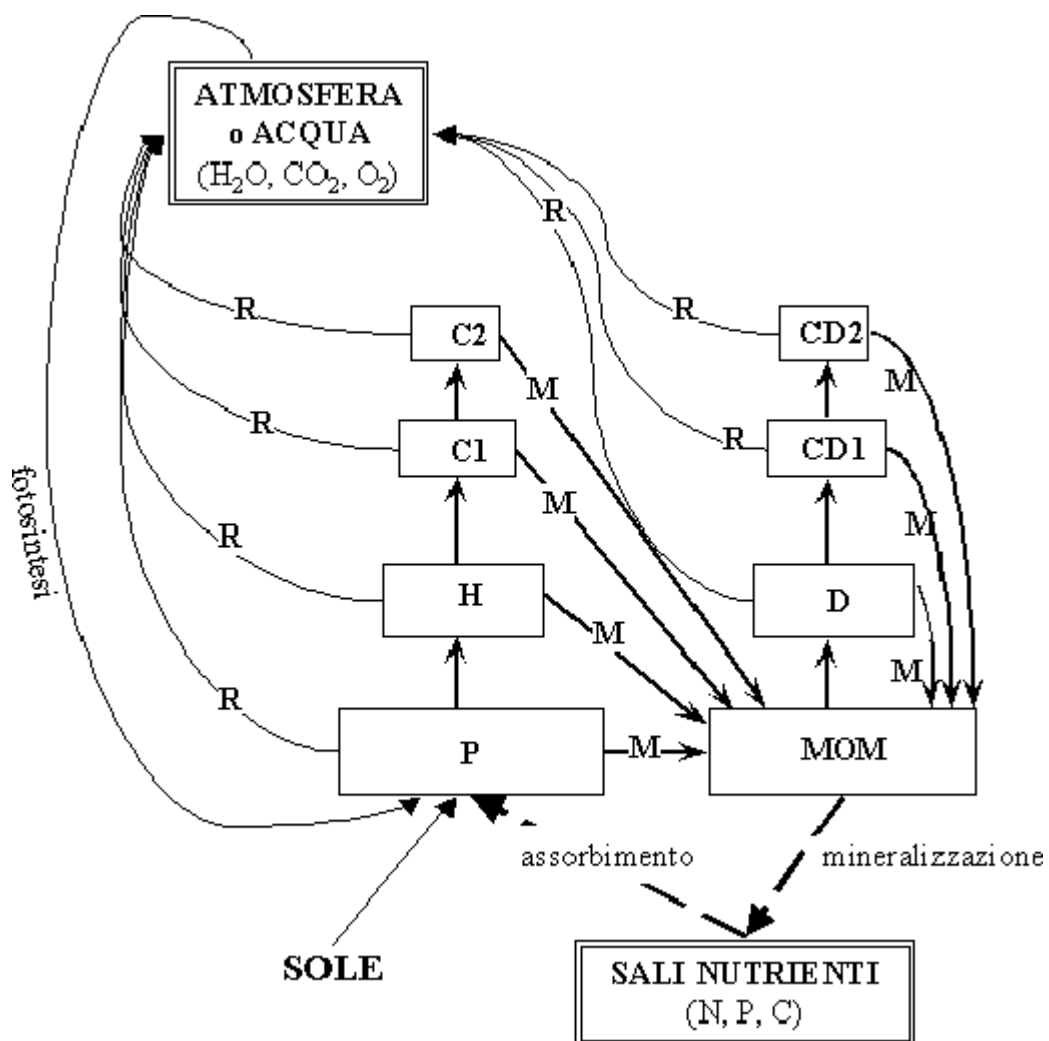


Figura 1: Schema semplificato di funzionamento di un agroecosistema

. I rettangoli a rettangolo semplice rappresentano i principali comparti organici di accumulo; con doppio bordo sono invece indicati i comparti inorganici.

2 APPROCCIO SISTEMICO CIRCOLARITA'

Nell'economia lineare tradizionale, il modello è semplice: estrazione → produzione → consumo → scarto. Nell'economia circolare, l'obiettivo è trasformare ogni fase in un'opportunità per rigenerare risorse, prolungare il valore dei prodotti e chiudere i cicli.

Questo approccio richiede innovazione, visione sistemica e spesso un cambiamento radicale nella gestione dell'azienda.

a. Prevenzione e gestione degli scarti

Donare il cibo invenduto o imperfetto ad associazioni locali o banche del cibo.

Evitare gli sprechi nella filiera: implementare tecniche per ridurre le perdite già in campo (raccolta più efficiente, selezione mirata) e nel post-raccolta (logistica intelligente, conservazione ottimizzata).

Compostaggio e riutilizzo organico: trasformare scarti vegetali, letame e sottoprodotti in fertilizzanti naturali per arricchire il suolo.

b . Uso efficiente e rigenerativo delle risorse

Gestione intelligente dell'acqua: sistemi di irrigazione a goccia, sensori per il monitoraggio dell'umidità del suolo, raccolta dell'acqua piovana.

Uso di energie rinnovabili in azienda: solare, biogas da scarti organici, eolico.

Coltivazioni rigenerative: rotazione delle colture, consociazioni, agroforestazione e pratiche che aumentano la fertilità e biodiversità del suolo.

c. Agricoltura di precisione e tecnologie intelligenti

Utilizzo di hardware e software per il monitoraggio dei campi, droni, sensori e piattaforme digitali per ottimizzare le risorse (acqua, fertilizzanti, trattamenti) e ridurre l'impatto ambientale.

Tracciabilità della filiera per aumentare trasparenza e fiducia dei consumatori.

d. Educazione e impatto territoriale

Progetti nelle scuole, eventi di sensibilizzazione e apertura dell'azienda al territorio: la circolarità è anche culturale. Le aziende che formano cittadini consapevoli moltiplicano il valore ambientale e sociale del proprio lavoro.

Collaborazioni con enti locali, istituzioni scolastiche e comunità per diffondere buone pratiche e co-creare nuove soluzioni.

e. Ripensare il modello di business

Creare reti locali di scambio o filiere corte che riducono i trasporti, rafforzano le economie locali e aumentano la resilienza del territorio.

Offrire servizi agricoli condivisi (macchinari, spazi, competenze), riducendo sprechi e costi.

3 TECNICHE DI COMPOSTAGGIO

Il compostaggio in zone rurali:

una raccolta di buone pratiche Il compostaggio è una pratica fondamentale per la gestione dei rifiuti organici in ambienti rurali.

Convertendo i residui vegetali e gli scarti agricoli in compost, si produce un fertilizzante naturale che arricchisce il suolo, riduce i costi per i fertilizzanti chimici e contribuisce alla sostenibilità ambientale. L'importanza del compostaggio risiede nella sua capacità di chiudere il ciclo dei nutrienti, restituendo alla terra ciò che proviene da essa, in un'ottica di economia circolare.

Durante il compostaggio, i microrganismi aerobici decompongono la materia organica, generando calore e facilitando la trasformazione degli scarti in compost maturo e stabile.

PROCESSO DI COMPOSTAGGIO

Questo processo è suddiviso in varie fasi, ciascuna delle quali gioca un ruolo fondamentale nella maturazione del compost e nella sua efficacia come ammendante.

FASE I

i Per ottenere un compost di qualità, è importante scegliere e preparare adeguatamente i materiali da compostare. Materiali accettabili scarti vegetali: foglie cadute, rami tagliati, erba tagliata e scarti di verdure residui agricoli: paglia, resti di raccolti, bucce di frutta e verdura altri materiali utili: segatura, trucioli di legno non trattati, e piccoli quantitativi di letame animale. Questi materiali sono ricchi di nutrienti e si decompongono bene, contribuendo a creare un compost equilibrato e nutriente.

Materiali da evitare Residui animali: come carne, ossa e grassi, che attirano animali indesiderati e possono emanare cattivi odori Materiali contaminati: scarti che contengono residui di prodotti fitosanitari, che possono inquinare il compost Materiali non biodegradabili: plastica, metallo, vetro e tessuti sintetici non si decompongono e devono essere esclusi. Selezione e preparazione dei materiali Per ottenere un compost di qualità, è importante scegliere e preparare adeguatamente i materiali da compostare. Materiali accettabili scarti vegetali: foglie cadute, rami tagliati, erba tagliata e scarti di verdure residui agricoli: paglia, resti di raccolti, bucce di frutta e verdura altri materiali utili: segatura, trucioli di legno non trattati, e piccoli quantitativi di letame animale. Questi materiali sono ricchi di nutrienti e si decompongono bene, contribuendo a creare un compost equilibrato e nutriente.

Preparazione dei materiali Tritatura. Tagliare o tritare i materiali più grossolani aumenta la superficie di contatto, accelerando la decomposizione. Ad esempio, tritare i rami e gli scarti di potatura facilita il lavoro dei microorganismi decompositori. Miscelazione. Mescolare materiali umidi (ricchi di azoto) e materiali secchi (ricchi di carbonio) in proporzioni equilibrate aiuta a

mantenere un corretto rapporto C/N (carbonio/azoto). Questo rapporto ideale varia tra 25:1 e 30:1, permettendo una decomposizione efficace e senza cattivi odori.

FASE II

Costruzione e gestione di un cumulo di compost Creare e gestire il cumulo di compost correttamente è essenziale per un processo efficiente. Dimensioni del cumulo Altezza: 1,2-1,5 metri. Un cumulo più alto può avere problemi di aerazione, mentre uno più basso può perdere calore Larghezza: 1,5-2 metri. Questa larghezza permette una gestione pratica del cumulo Lunghezza: può variare a seconda dello spazio disponibile e della quantità di materiale. Un cumulo di queste dimensioni garantisce una buona aerazione e mantenimento della temperatura necessaria per la decomposizione

Stratificazione del cumulo A seconda dei materiali vegetali disponibili, è possibile eseguire una miscelazione massiva degli stessi, quando sono molto omogenei (residui di piante erbacee o arbustive di dimensioni tra loro confrontabili), ovvero distribuirli a strati, quando la natura fisica è molto diversa. In quest'ultimo caso, è opportuno realizzare strati come segue: base: iniziare con uno strato di materiale grosso come rami e paglia per favorire il flusso d'aria dal basso strati alterni: continuare con strati alternati di materiali ricchi di carbonio e materiali ricchi di azoto copertura: Coprire il cumulo con foglie o una tela traspirante o un film plastico per ridurre la perdita di umidità e prevenire la proliferazione di insetti Aerazione Rivoltamento: rivoltare il cumulo ogni 2-4 settimane, a seconda delle condizioni climatiche, aiuta a mantenere una buona ossigenazione. Un cumulo ben aerato consente ai microrganismi di decomporre i materiali più rapidamente. Strumenti: utilizzare forconi, rastrelli o attrezzature meccaniche per rivoltare il compost. Per cumuli di grandi dimensioni, si possono impiegare macchinari specifici per rivoltare il compost.

Umidità Livello ideale: il compost deve essere umido, come una spugna ben strizzata. Se troppo secco, aggiungere acqua. Se troppo umido, aggiungere materiali secchi come foglie o paglia. Test dell'umidità: schiacciare una manciata di compost nel pugno. Se esce una o due gocce d'acqua, il livello di umidità è ottimale.

FASE III

Monitoraggio del processo Tenere sotto controllo vari parametri è fondamentale per assicurare che il compostaggio proceda correttamente. Temperatura Ideale: la temperatura interna del cumulo dovrebbe mantenersi tra 40°C e 60°C. Questa gamma permette una decomposizione rapida e l'eliminazione di patogeni. Monitoraggio: usare un termometro per compost per misurare la temperatura. Se scende sotto 40°C o supera 60°C, rivoltare il cumulo per ristabilire le condizioni ottimali. Controllare la sommatoria termica utile (STU), al fine di verificare il soddisfacimento del numero minimo di ore di compostaggio (1500-2000°C per compost vegetali) Odori Segnali di problemi. Un odore di ammoniaca indica un eccesso di azoto, mentre un odore di putrefazione segnala una mancanza di aerazione. Soluzioni. Aggiungere materiali secchi per odori di ammoniaca o rivoltare il cumulo per migliorare l'aerazione se l'odore è sgradevole. Dimensioni dei frammenti Particelle più piccole si decompongono più rapidamente.

Tagliare i materiali vegetali in pezzi più piccoli accelera il processo di compostaggio.

FASE IV

Tempo di maturazione e raccolta del compost Maturazione

Durata: il compost è pronto in 2-6 mesi, a seconda della gestione e del tipo di materiali usati Segnali di compost pronto: aspetto scuro, consistenza friabile e assenza di odori sgradevoli. Il compost maturo ha un profumo di terra fresca.

- Raccolta

Metodo: setacciare il compost per rimuovere eventuali residui non completamente decomposti. Il compost setacciato è pronto per essere utilizzato

-Utilizzo:

il compost può essere utilizzato come ammendante per il suolo, fertilizzante organico o substrato per la crescita delle piante.

compostare riduce il volume di rifiuti organici che finiscono in discarica, riducendo le emissioni di metano e altri gas serra.

-Sequestro del carbonio: il compost arricchisce il suolo, migliorando la sua capacità di trattenere il carbonio e contribuendo alla mitigazione del cambiamento climatico.

Strumenti e risorse utili

Termometri per compost: essenziali per monitorare la temperatura del cumulo. Rivoltatori meccanici: utili per la gestione di cumuli di grandi dimensioni.

Griglie o setacci per compost: per separare il compost maturo dai materiali non completamente decomposti.

Note specifiche dal caso di Perinaldo Il documento di sintesi sul compostaggio a Perinaldo fornisce utili informazioni:

Tipi di residui: principalmente foglie, fronde e residui di lavorazione agricola.

Densità dei residui: variabile da 200 a 1000 kg/m³.

Ottimizzazione: miscelazione e gestione adeguata per massimizzare l'efficienza del compostaggio.

Queste pratiche aiutano a ottimizzare il compostaggio di materiali specifici, migliorando il risultato finale.

Note specifiche dal caso di Perinaldo Il documento di sintesi sul compostaggio a Perinaldo fornisce utili informazioni:

Tipi di residui: principalmente foglie, fronde e residui di lavorazione agricola.

Densità dei residui: variabile da 200 a 1000 kg/m³.

Ottimizzazione: miscelazione e gestione adeguata per massimizzare l'efficienza del compostaggio. Queste pratiche aiutano a ottimizzare il compostaggio di materiali specifici, migliorando il risultato finale. Conclusioni

Il compostaggio rappresenta una soluzione vantaggiosa per gestire i residui organici in ambito rurale, trasformando i rifiuti in risorse preziose.

Seguire queste buone pratiche garantisce un processo di compostaggio efficace, sostenibile e produttivo, contribuendo al miglioramento della fertilità del suolo e alla riduzione dell'impatto ambientale.

4 IL COMPOST NELLE AZIENDE AGROECOLOGICHE

I compost e i requisiti di legge

Il compost per essere considerato un prodotto applicabile in agricoltura e non un rifiuto deve rispettare il quadro normativo di riferimento costituito dal D.Lgs. 29 aprile 2010 n. 75 recante

“Norme per la Disciplina dei Fertilizzanti”, ivi inclusi gli ammendanti compostati.

La legge indica alcuni tipi di ammendante compostato: misto (=bio-waste in Europa), verde (=green compost in Europa), torboso. Nelle tabelle 1 e 2 seguenti saranno illustrate

le differenze tra i primi due, più diffusi, compost e le principali caratteristiche analitiche di legge da rispettare per essere definiti

compost di qualità.

Ammendante compostato misto (ACM)

Ammendante compostato verde (ACV)

Prodotto ottenuto attraverso il trattamento di: frazione organica degli RSU proveniente da raccolta differenziata, rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, rifiuti di attività agro industriali, reflui e fanghi*, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde.

Prodotto ottenuto attraverso il trattamento di rifiuti organici che possono essere costituiti da scarti di manutenzione del verde ornamentale, altri materiali vegetali come sans vergini (disoleate o meno) od esauste, residui delle colture, altri rifiuti

Miglioramento della salute del suolo :

Struttura del suolo più stabile migliore infiltrazione e lavorabilità

Migliore capacità di assorbire nutritivi

Accresciuta disponibilità nutrienti

Temperatura de suolo più alta

migliore crescita primaverile piante

Più alta capacità di ritenzione idrica

ridotti impatti di climatici estremi

Fertilizzazione con compost ed effetti sull'ecosistema suolo-pianta

Effetto fitosanitario soppressione patogeni vegetali del suolo

Migliore lavorabilità del suolo

ridotti consumi di energia

Ridotta suscettibilità all'erosione

minori perdite di suolo

Miglioramento biodiversità del **Struttura del suolo più stabile**

Migliore infiltrazione e lavorabilità

Migliore capacità di assorbire nutritivi

Accresciuta disponibilità nutrienti

Temperatura del suolo più alta

migliore crescita primaverile piante

Più alta capacità di ritenzione idrica

ridotti impatti di climatici estremi

Fertilizzazione con compost ed effetti sull'ecosistema suolo-pianta

Effetto fitosanitario

Soppressione patogeni vegetali del suolo

Migliore lavorabilità del suolo

ridotti consumi di energia

Ridotta suscettibilità all'erosione

minori perdite di suolo

Miglioramento biodiversità del suolo

aumento attività suolo

Vantaggi operativi derivanti dall'impiego di compost

- Per esemplificare, sulla base della Tab. 4, con un apporto di 100 q di tal quale (= peso del prodotto inclusa l'acqua) di compost, vengono veicolati nel suolo 70 q di sostanza secca, 35 q di sostanza organica, 161 kg di N totale, 30 di P e 119 di K. Di contro, con 100 q di letame sono apportati 26 q di s.s., 17 q di sostanza organica, 65 kg di N tot., 23 kg di P e 114 di K. A parità di peso fresco movimentato,

con il compost viene aggiunta più sostanza organica e azoto, simili quantità di P e K rispetto al letame. Ne consegue un risparmio nei costi di movimentazione e distribuzione del compost.

- Il compost esitato dagli impianti di compostaggio non deve presentare fitotossicità residua per le colture trapiantate dopo il suo interrimento, pertanto è possibile impiegarlo anche quando gli spazi temporali prima di un trapianto sono ridotti ad una settimana

4.1 Obiettivi dell'ammendamento con compost

L'ammendamento organico ripetuto negli anni non può determinare un continuo aumento della sostanza organica.

Bisogna piuttosto puntare a ripristinare e poi mantenere livelli di sostanza organica ai quali corrisponde una maggiore autonomia da input esterni ed una migliore attività biologica di ricircolo degli elementi nutritivi dal suolo alle piante.

Nella Strategia Tematica per la Protezione del Suolo della UE (2004), è suggerito come indicatore di un buon livello di fertilità del suolo, un contenuto-soglia del 2% (=20 g/kg) di C organico pari a circa il 3,4 % di sostanza orga

4.2 Criteri agronomici e vincoli per definire le dosi di applicazione

Sulla base delle esperienze condotte in Campania, in Emilia Romagna nell'ultimo decennio e di quelle riportate nella letteratura internazionale (Inghilterra, Germania, Austria), la quantità di compost da impiegare annualmente nell'ammendamento di un suolo può stare tra le 10 e le 20 t/ha in termini di sostanza secca. In termini di prodotto tal quale, i valori suddetti possono variare a seconda del contenuto di umidità del prodotto.

Tenendo presente che per legge il compost non può contenere più del 50 % di umidità (spesso ne contiene il 30-40 %), al range indicato corrisponderebbe, al massimo, un apporto tra 20 e 40 t/ha di tal quale.

Tra i criteri da tener in conto nella gestione dell'ammendamento con compost vanno considerati:

- L'efficienza di conversione del Carbonio organico contenuto nei compost in C organico stabilmente trattenuto nel suolo, peggiora all'aumentare della dose applicata. Passando da 15 a 30 a 45 t/ha di compost viene mineralizzata una quota sempre maggiore del C apportato.
- Di conseguenza, l'apporto iniziale di quantità di compost molto elevate (>30 t/ha s.s.) non serve a modificare rapidamente il declino della fertilità del suolo.
- L'avvio di un programma di ammendamento con compost determina le prime risposte positive nel sistema suolo colture entro un paio di anni in quanto:

- Ci sono fenomeni di immobilizzazione dell'azoto tanto più marcati quanto maggiore è il rapporto C/N del compost usato;
- La microflora del suolo deve adattarsi al cambiamento determinato da apporti costanti e significativi di S.O.;
- L'evidenza delle risposte è inversamente proporzionale al livello

4.3 I vincoli: il calcolo dell'apporto di N

Il vincolo principale nella definizione della dose di compost è dato dalla corrispondente quantità di N che viene immessa nel terreno.

Il quadro normativo fissato dalla Direttiva Europea sui Nitrati ha posto dei limiti massimi da rispettare.

zootecnici pertanto l'N che si apporta con il loro impiego deve essere computato direttamente all'interno del quantitativo massimo di azoto apportabile a seconda della sequenza colturale adottata e dell'area in cui ricade il Comune dove si trova il terreno. Per

HERITAGE GREEN DESIGN
SOCIETA' COOPERATIVA
Via Umberto I, 60 - 89032 BIANCO (RC)
Partita IVA 03165700802

