

Fanghi di depurazione in agricoltura : loro compostaggio e utilizzazione

a cura di Paolo Broglio *

* Direttore Scientifico di Ecologia Applicata - Organizzazione Scientifica di Ricerca Ambientale - Milano

Generalità

La problematica del trattamento e smaltimento dei fanghi prodotti dai processi di depurazione delle acque reflue urbane assume sempre più importanza sia a livello nazionale che internazionale. Nella Comunità Europea la progressiva attuazione della [Direttiva 91/271/CEE](#), concernente il trattamento delle acque reflue urbane, comporta un costante aumento dei quantitativi di fanghi originati dai processi di depurazione: da una produzione annuale di circa 5.5 milioni di tonnellate (sostanza secca) del 1995 si è raggiunta una produzione di circa 8.5 milioni di tonnellate nel 2003. La Direttiva in Italia è stata recepita prima dal D. Lgs. 152/99 e adesso dal D. Lgs. 152/06. Le modalità di smaltimento/utilizzo dei fanghi più frequenti sono:

- lo smaltimento in discarica;
- il riutilizzo in agricoltura tal quali o previo **compostaggio**;
- l'incenerimento da soli o il co-incenerimento con i rifiuti;
- l'inserimento nella produzione di laterizi, asfalti, calcestruzzi.

In Italia i fanghi sono considerati, in generale, un rifiuto e il loro prevalente destino è lo smaltimento in discarica. Ma i cambiamenti delle condizioni al contorno, i quantitativi sempre maggiori prodotti in conseguenza del numero crescente di impianti di depurazione, le normative più restrittive sullo smaltimento in discarica, costringono a considerare con sempre maggiore attenzione le possibilità di riutilizzo dei fanghi e l'impiego delle nuove tecnologie di depurazione che consentono di ridurre la produzione. A livello comunitario l'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura è regolato dalla Direttiva 86/278/CEE e raggiunge il 40% del totale di fanghi prodotti, in Italia si è raggiunta una percentuale di riutilizzo del 32% nel 2003. I dati sull'utilizzo dei fanghi in agricoltura, a livello nazionale, sono acquisiti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e sono trasmessi alla Commissione Europea, in adempimento degli obblighi derivanti dall'attuazione della Direttiva 86/278/CEE. La norma nazionale che definisce le condizioni che devono essere verificate per l'utilizzazione dei fanghi in agricoltura è il **D. Lgs. n. 99 del 27 gennaio 1992** che recepisce la Direttiva comunitaria 86/278/CEE. Il Decreto in particolare fissa:

- i valori limite di concentrazione per alcuni metalli pesanti che devono essere rispettati nei suoli e nei fanghi;
- le caratteristiche agronomiche e microbiologiche dei fanghi (i limiti inferiori di concentrazione di carbonio organico, fosforo e azoto totale, i valori massimi di salmonella);
- le quantità massime dei fanghi che possono essere applicati sui terreni.

In alcune regioni sono state emanate norme specifiche che disciplinano ulteriormente la materia. Il riutilizzo agronomico dei fanghi diretto o previo compostaggio, è una valida soluzione al problema dello smaltimento dei fanghi di depurazione e assume notevole interesse per l'efficacia agronomica ed economica in quanto sostituisce, in tutto o in parte, la concimazione chimica o altri tipi di concimazione organica. Per evitare qualsiasi situazione di rischio per l'ambiente e la salute della popolazione deve essere correttamente praticato nel pieno rispetto della normativa in particolare per quanto riguarda l'effettuazione dei controlli sui suoli e sui fanghi.

Norme di legge per il compostaggio

Soltanto recentemente la legislazione italiana ha fatto chiarezza per quanto riguarda i settori del compostaggio e dell'utilizzo del compost di qualità nel settore agricolo. Tra le principali normative di riferimento assume in tal senso particolare rilievo il D.Lgs. 5 Febbraio 1997 n.22, e la relativa decretazione attuativa, attraverso i quali viene recepita la normativa comunitaria e vengono attivate politiche volte alla riduzione della produzione dei rifiuti e al recupero e al riciclaggio delle frazioni raccolte in maniera differenziata, individuando forme di valorizzazione di tali materiali, tra le quali il compostaggio riveste particolare importanza. Altrettanto rilievo ha assunto **il D.M. 27 Marzo 1998, modifica dell'Allegato 1C della Legge 19 Ottobre 1984 n. 748 "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti"**, attraverso il quale il compost di qualità (prodotto da scarti organici selezionati alla fonte) è stato inserito tra gli ammendanti organici soggetti a libero commercio e a libero impiego in agricoltura, mentre per contro è stato escluso dal settore dei fertilizzanti il compost da RSU indifferenziati.

L'attuale testo della legge 748/84 individua tre tipologie di compost di qualità:

ammendante compostato verde: prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici costituiti da scarti della manutenzione del verde ornamentale, residui delle colture, altri rifiuti di origine vegetale con esclusione di alghe e altre piante marine;

ammendante compostato misto: prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica degli RSU proveniente da raccolta differenziata, 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;

ammendante torboso composto: prodotto ottenuto per miscela di torba (la cui presenza percentuale nella costituzione dell'ammendante non deve essere inferiore al 50%) con ammendante compostato verde e/o misto.

Per ognuno dei prodotti così definiti viene richiesto il rispetto di specifici parametri qualitativi di natura agronomica e ambientale (pH, Carbonio organico, acidi umici e fulvici, rapporto C/N, principali metalli pesanti, presenza di materiali inerti, presenza di microrganismi patogeni), in funzione dei quali poter garantire la piena idoneità all'utilizzo agricolo dei materiali così caratterizzati. Per quanto riguarda un settore specifico del mondo agricolo quale quello dell'agricoltura biologica, occorre evidenziare come questa si basi su una norma comunitaria (regolamento CEE n.2092/91 e successive integrazioni) che, in specifico nell'allegato II A, disciplina l'impiego dei fertilizzanti.

Per armonizzare la norma tecnica comunitaria con quella nazionale, il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali ha recentemente emanato una Circolare che, per quanto riguarda l'utilizzo del **compost di qualità in agricoltura biologica** consente i seguenti impieghi come ammendante (purchè rispondente ai requisiti della L.748/84):

compostato verde;

compostato misto prodotto senza utilizzo di fanghi di depurazione (nel caso l'ammendante sia prodotto esclusivamente dalla frazione organica degli RSU raccolti in maniera differenziata valgono i limiti per i metalli pesanti previsti dall'allegato II A del regolamento CEE n.2092/91);

compostato torboso, prodotto senza utilizzo di fanghi di depurazione, nei soli settori delle colture orticole, frutticole e nel vivaismo

Viene quindi fissato il concetto che l'ammendante misto prodotto con l'utilizzo di fanghi di depurazione NON può essere utilizzato per l'agricoltura biologica o biodinamica ma è possibile utilizzarlo per tutti gli altri usi agronomici, concimatura di vigneti e frutteti compreso.

*Le funzioni del **compost** nel terreno agrario*

Il processo di compostaggio trasforma matrici organiche fresche di diversa provenienza in un materiale omogeneo e stabile, caratterizzato dal mantenimento di una buona dotazione di sostanza organica e dalla perdita di fermentescibilità.

Come detto, le matrici organiche utilizzabili per la produzione di compost di qualità possono avere natura differente e tra di esse vanno ad esempio annoverati scarti di potatura e della manutenzione del verde, foglie, sfalci d'erba, ramaglie, segature di legno non trattato, cortecce, paglie, scarti di industrie agroalimentari, rifiuti organici selezionati da utenze domestiche, reflui zootecnici, fanghi di depurazione ecc.

Le caratteristiche dei materiali organici avviati al compostaggio risultano determinanti nel garantire la qualità finale del compost ottenuto, intesa sia come basso livello di sostanze inquinanti (metalli pesanti) sia come limitata presenza di materiali estranei (plastiche, vetro, inerti di diversa origine). I fenomeni biochimici che si realizzano all'interno del cumulo di compostaggio e che producono le trasformazioni che ne caratterizzano il processo sono provocati principalmente dall'attività di microrganismi, che dapprima attaccano e degradano le matrici organiche fresche, e successivamente polimerizzano le molecole ottenute con formazione di composti umici.

Le elevate temperature che si registrano in corrispondenza dell'attacco microbico alle matrici fresche del cumulo (fase di bio-ossidazione, con temperature che possono raggiungere i 60°-70°C, mantenendosi intorno a tali livelli per più settimane) assicurano la devitalizzazione dei patogeni infestanti e dei semi di malerbe presenti nei substrati organici di partenza, garantendo quindi una loro semplice ma efficace igienizzazione.

Alla conclusione del processo microbico e delle successive fasi industriali di trattamento (raffinzioni e vagliature) il compost ottenuto si presenta come un materiale di consistenza fibroso-polverulenta, per certi versi simile ad un terriccio torboso e caratterizzato da una contenuta umidità. Nel suo utilizzo agricolo diretto, il compost deve essere essenzialmente considerato un ammendante, il cui principale valore agronomico è dato dalla dotazione di sostanza organica umificata che lo caratterizza, mentre la presenza di elementi nutritivi risulta in genere piuttosto modesta.

La componente organica presente nel compost è in grado di svolgere nel terreno agrario una serie di fondamentali funzioni di natura chimico-fisica, attraverso le quali concorrere al miglioramento delle sue caratteristiche generali di fertilità (riduzione del pH, aumento del potere tampone, aumento della sofficietà e della ritenzione idrica ecc.).

Anche la sua ricchezza biologica rappresenta un elemento di rilevante importanza, poichè grazie alle colonie batteriche in esso contenute, in grado di aumentare il livello di mineralizzazione delle componenti organiche del terreno, il compost produce un miglioramento delle condizioni generali di assimilazione dei nutrienti da parte delle piante.

Gli organismi saprofiti non patogeni che il compost contiene possono infine limitare la colonizzazione del terreno da parte di organismi patogeni, grazie a meccanismi competitivi e di antibiosi.

Le principali epoche di utilizzo del compost nell'agricoltura di pieno campo sono da considerare il periodo estivo-autunnale, prima delle lavorazioni principali o di affinamento del terreno, per le colture erbacee estensive e per le orticole, e quello autunno-invernale per le colture fruttivicole. Oltre all'impiego diretto in agricoltura come ammendante organico, il compost può trovare conveniente utilizzazione anche come componente di substrati di coltivazione nella floricoltura e nel vivaismo, nonchè come materiale idoneo all'utilizzo nel settore paesaggistico, nel recupero ambientale di aree degradate e nel relativo ripristino vegetazionale.

Il compost in agricoltura: aspetti pratici dell'utilizzo e problematiche operative

In numerose realtà agricole italiane l'utilizzo del **compost di qualità** può rappresentare un'opportunità spesso imprescindibile, per garantire agli agricoltori la possibilità di riprendere diffusamente la pratica della fertilizzazione organica dei suoli agrari.

Tale intervento agronomico fino a pochi decenni fa rappresentava la reale base della fertilizzazione delle colture, ma ha poi gradualmente perduto la sua centralità, in correlazione con la corrispondente scomparsa dell'allevamento zootecnico diffuso, che fino ad allora aveva assicurato una disponibilità di letame in grado di garantire sufficienti apporti di materiale organico ai terreni agrari. La conseguenza di tale situazione, associata ad altre modifiche radicali che hanno interessato l'agricoltura italiana, è stata una graduale riduzione della dotazione di sostanza organica su larga parte dei suoli agricoli nazionali, che ha spinto numerosi Enti locali ad adottare misure volte ad incentivare la fertilizzazione organica su queste aree (significativo è il caso della Regione Emilia Romagna, con l'emanazione della L.R. 25/00, l'adozione dell'azione 4 del Sottoasse Misure Agroambientali del PRSR, l'Accordo di Programma sottoscritto con il Consorzio Italiano Compostatori). L'individuazione nel compost di un ammendante organico di convenienti caratteristiche agronomiche, in grado di sostituire adeguatamente il letame, e la sua sempre maggiore disponibilità in molte aree del territorio nazionale, conseguenza della diffusione delle raccolte differenziate degli scarti organici e della nascita di nuovi impianti di compostaggio, inducono quindi, come già detto, a considerare tale materiale come uno dei pochi disponibili, attraverso il cui utilizzo rallentare la tendenza alla perdita di fertilità biologica dei suoli agrari.

Le caratteristiche del compost e il suo utilizzo in agricoltura:

Dal punto di vista agronomico i materiali ottenuti al termine del processo di compostaggio e dei successivi trattamenti di raffinazione vanno considerati ammendanti organici, prevalentemente caratterizzati da natura fisica fibrosa, per i quali l'eventuale diversa origine delle matrici organiche utilizzate nella loro produzione risulta maggiormente in grado di influenzare la specifica dotazione di elementi fertilizzanti del prodotto finale, piuttosto che il loro potere ammendante, che non varia invece in misura significativa in relazione alla tipologia delle matrici di partenza impiegate.

Prendendo ovviamente in considerazione materiali rispondenti ai requisiti qualitativi richiesti dalla Legge 748/84, le caratteristiche fisiche del compost, per l'utilizzo nell'agricoltura di pieno campo, rivestono una importanza decisamente superiore rispetto a quella espressa da altri parametri di pur rilevante interesse agronomico (pH, salinità, CSC), dal momento che influenzano in maniera determinante le fasi operative connesse al suo diretto impiego.

In molti casi sono risultati proprio gli aspetti pratici legati alla gestione del materiale da parte dell'agricoltore a rappresentare potenziali ostacoli verso una diffusione generalizzata del suo utilizzo in forma di tal quale, più di quanto sia invece possibile imputare a dubbi e perplessità sugli specifici requisiti qualitativi dei **compost** considerati.

Infatti, la principale caratteristica che in questo senso ha interferito nelle scelte e nelle disponibilità di un mondo agricolo pur in larga misura cosciente delle problematiche connesse alla progressiva perdita di sostanza organica e di fertilità biologica dei terreni agricoli, è risultata essere la presenza nel prodotto di una componente polverulenta più o meno accentuata, in relazione all'intensità dei processi di raffinazione cui viene sottoposto il materiale, in grado di creare ostacolo in particolare nella fase della sua distribuzione.

Anche il limitato peso specifico del compost tal quale (0,5-0,6 t/mc), che presuppone quindi la necessità di movimentare rilevanti volumi di materiale, per garantire l'apporto dei quantitativi di sostanza organica necessari all'espletamento di una conveniente azione ammendante, può rappresentare un elemento problematico rispetto in particolare alle fasi di trasporto e distribuzione del materiale.

Per la verità, tale considerazione risulta giustificata solo se si intende confrontare l'utilizzo di compost tal quale, commercializzato allo stato sfuso, con quello di ammendanti organici sempre più presenti sul mercato, proposti in formulazioni pellettizzate e con adeguati confezionamenti.

Qualora invece, più correttamente, si voglia mettere in relazione il compost commercializzato secondo le modalità descritte con un prodotto ammendante come il letame, reso disponibile alle medesime condizioni, si evidenzia come sia possibile distribuire quantitativi o volumi di compost anche sensibilmente inferiori rispetto a quelli di letame, per ottenere apporti analoghi di sostanza organica, ribaltando quindi le considerazioni negative riportate in precedenza (Tabella 1).

Tabella 1 – Contenuti medi percentuali di umidità, sostanza organica e macroelementi, nel letame bovino e nell'ammendante compostato misto, espressi sul tal quale (% t.q.)

	Umidità	Sostanza organica	Azoto totale	Anidride fosforica	Ossido di potassio
Letame	75	20	0,5	0,2	0,7
Compost	35	30	1,2	0,5	0,6

Come si può rilevare dalla tabella, il compost tal quale contiene infatti il 50% in più di sostanza organica rispetto al letame, circa il doppio di azoto totale e anidride fosforica e un quantitativo pressochè uguale di ossido di potassio.

In termini pratici, i dati riportati in tabella evidenziano come, distribuendo quantitativi analoghi di compost e di letame, con il compost sia possibile apportare al terreno il 50% in più di sostanza organica e, come detto, più del doppio di azoto totale e anidride fosforica e all'incirca la stessa quantità di ossido di potassio

Invertendo il ragionamento, se si punta a distribuire lo stesso quantitativo di sostanza organica, è possibile ridurre l'apporto di compost di circa un terzo rispetto al quantitativo stabilito per il letame, fornendo nel contempo al terreno quantità superiori di azoto totale e anidride fosforica (di oltre il 60% e di circa il 50%, rispettivamente) e quantità invece inferiori di ossido di potassio (di circa il 40%).

A parità di quantitativo di sostanza organica distribuita, grazie alla maggiore concentrazione di sostanza secca che il compost esprime rispetto al letame, risulta quindi possibile ridurre i costi relativi alla gestione operativa della fertilizzazione organica, intesa come volumi di materiali trasportati e distribuiti, con significativi risparmi economici nello svolgimento dell'attività.

La scelta di fornire direttamente il compost sfuso agli agricoltori da parte delle aziende di compostaggio consente loro di evitare la necessità di dotarsi di impianti di pellettizzazione e di confezionamento del materiale, garantendo altresì la possibilità di mantenere basso il suo prezzo di vendita.

A fronte di questi elementi positivi occorre però fare riferimento ad alcuni aspetti problematici connessi a questa modalità di commercializzazione, che vanno ad incidere sulle principali fasi operative dell'attività di utilizzo agricolo del compost: il trasporto del materiale verso l'azienda agricola, il suo caricamento sui mezzi di distribuzione, la distribuzione del compost in pieno campo.

Gli utilizzi alternativi del compost

Il compost derivante dalla trasformazione biologica di scarti organici, provenienti da raccolte differenziate, trova la sua più naturale collocazione nell'agricoltura di pieno campo, utilizzato come ammendante organico nella fertilizzazione di numerose colture erbacee ed arboree.

A fianco di tale destinazione privilegiata, possono essere numerosi e differenziati gli impieghi alternativi del compost, all'interno di un ventaglio di ambiti operativi nel quale può andare a sostituire altri materiali e matrici organiche.

Tappeti erbosi

Le aree prative e i tappeti erbosi possono essere considerati impianti poliennali, per i quali, al di là delle opportune concimazioni, risulta sempre consigliabile l'apporto di un fertilizzante organico quale il compost, da realizzare preferibilmente prima della semina, ma che può essere integrato anche con distribuzioni in copertura, per rinfittire e rinverdire il cotico.

Il ruolo del compost si esprime quindi nell'arricchimento dello strato umifero del terreno e il suo impiego va visto non solo come possibilità di costituzione di una riserva di elementi nutritivi per le piante, quanto e soprattutto come formazione di una base energetica per gli organismi viventi presenti nel terreno stesso.

In presemina, la più idonea profondità di interrimento del compost deve essere non superiore ai 20-30 centimetri, sia per consentire al materiale di trovarsi nell'area esplorata dalle radici in accrescimento, sia per non farlo terminare in zone con scarsa presenza di ossigeno, in cui i microrganismi aerobi in esso presenti potrebbero avere difficoltà a svolgere pienamente la propria azione.

Per quanto riguarda la definizione del quantitativo di compost da distribuire all'impianto di un prato, si possono indicare come idonee fertilizzazioni realizzate distribuendo 2-3 kg/mq di compost (corrispondenti ad un apporto di circa 20-30 t/ha).

Al di là degli effetti connessi alla fornitura di elementi nutritivi e alla formazione di un substrato energetico per gli organismi edafici, i suddetti quantitativi di compost possono esercitare altre importanti funzioni nel terreno, in grado di rappresentare rilevanti vantaggi per il tappeto erboso che si intende costituire.

Si tratta in questo caso di funzioni di tipo fisico, che si esprimono in un incremento della sofficità e del grado di aerazione del terreno, nonché in una accresciuta capacità di immagazzinamento e tesaurizzazione dell'acqua.

Inoltre, la sostanza organica apportata attraverso la distribuzione del compost assolve ad altre funzioni molto importanti ai fini della fertilità del terreno e dello sviluppo delle piante, potendo svolgere il ruolo di agente chelante, fattore di sviluppo radicale, sede per reazioni di scambio ionico, agente tampone, substrato microbico, fonte di sostanze biostimolanti, fattore di controllo nella patologia delle piante e di depurazione di composti chimici estranei.

Substrati colturali

Nella floricoltura e nei diversi settori del vivaismo (orticolo, frutticolo, ornamentale e forestale) si fa da tempo largo ricorso all'allevamento in contenitore delle essenze vegetali.

La richiesta di materiali idonei alla costituzione dei substrati colturali necessari per tale tipo di coltivazione è quindi aumentata proporzionalmente alla sempre maggiore diffusione di questa, ed è stata in gran parte soddisfatta attraverso l'utilizzo di torbe d'importazione, provenienti in genere dal nord o dall'est Europa.

Il compost di qualità presenta caratteristiche chimico-fisiche-biologiche che possono essere considerate complementari rispetto alle torbe, in particolare per quei parametri che in queste appaiono spesso deficitari (scarsa attività biologica, reazione acida, eccessiva leggerezza, limitato contenuto di elementi nutritivi).

Tale materiale evidenzia inoltre una variabilità microbiologica, derivata dalla complessità delle popolazioni microbiche coinvolte nei processi di compostaggio, che lo caratterizza come substrato repressivo, in grado di contrastare lo sviluppo di numerosi patogeni potenzialmente pericolosi per gli apparati radicali delle specie coltivate.

Il potere tampone del compost e la sua capacità di scambio cationico, nettamente superiori a quelli della torba, conferiscono poi ai substrati che lo contengono una maggiore capacità di resistere a variazioni di pH e salinità, rispetto a substrati che ne siano privi, e una superiore potenzialità di immagazzinamento e graduale rilascio degli elementi nutritivi.

Il compost va utilizzato come componente dei substrati di coltivazione, miscelandolo alle torbe in proporzioni volumetriche variabili dal 25-30% fino al 50%, in relazione alle sue specifiche caratteristiche, in gran parte derivanti dalle matrici organiche di partenza da cui vengono ottenuti (percentuali inferiori per i materiali prodotti a partire dalla frazione umida dei rifiuti solidi urbani, mentre percentuali più elevate per i compost ottenuti da soli scarti verdi).

Impianto di specie arboree

Per le essenze arboree (frutticole, industriali, ornamentali) e per quelle arbustive, la disponibilità di sostanza organica nel volume di terreno esplorato dalle radici costituisce elemento di rilevante importanza nel determinare le migliori condizioni di sviluppo per le piante, in maniera ancora maggiore rispetto a quanto avviene per le colture erbacee.

Per tali specie vegetali, infatti, in conseguenza della loro poliennalità e del notevole sviluppo degli apparati radicali, riveste un particolare significato la fertilizzazione complessiva (e in particolare quella organica) che si realizza al loro impianto, sia che venga realizzata a pieno campo che in buca o trincea di piantagione.

Il compost può sostituire l'impiego di altri ammendanti organici, normalmente utilizzati per creare intorno agli apparati radicali idonee condizioni di attecchimento e di sviluppo, avendo particolare cura per la sua corretta miscelazione con il terreno dell'area di trapianto.

In tal modo è possibile sfruttare al meglio la positiva azione che il materiale può svolgere in tale ambito sulla disponibilità degli elementi nutritivi, sulla porosità, sul contenuto di acqua disponibile e sulla stabilità strutturale degli aggregati.

I quantitativi di compost che vengono solitamente utilizzati per tale attività variano a seconda delle caratteristiche e delle dimensioni delle piante da mettere a dimora, aggirandosi almeno intorno ai 10 kg/m.l. negli impianti in trincea (siepi di essenze arbustive), tra i 10 e i 20 kg per buca di piantagione e tra le 20 e le 30 t/ha per le fertilizzazioni organiche di fondo in pieno campo.

Al di là del suo impiego in fase di preimpianto, le specie arboree e arbustive si avvantaggiano di apporti di compost anche nel corso del successivo periodo di allevamento e di produzione, epoca nella quale la distribuzione di ammendanti organici svolge la funzione di ricostituzione o mantenimento della fertilità organica del terreno e delle sue caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, nonché di controllo dello stato nutrizionale della pianta e di parziale restituzione degli elementi nutritivi asportati dalle produzioni e dallo sviluppo vegetale.

Numerose prove e valutazioni agronomiche, realizzate in particolare su specie fruttivicole, evidenziano come l'utilizzo di compost sia in grado di determinare un miglioramento generale dello stato nutrizionale delle piante, con una attenuazione nella comparsa di fisiopatie di origine nutrizionale e una riduzione dei fenomeni di alternanza delle produzioni.

Pacciamature

La pacciamatura di essenze arboree e arbustive può essere realizzata distribuendo compost lungo la fila di piantagione o intorno alla singola pianta, in uno strato dello spessore di almeno 4-6 centimetri, per una larghezza di circa 60 - 80 centimetri.

Tale pratica influisce positivamente sul bilancio idrico e sulle condizioni termiche del terreno, operando anche un temporaneo controllo sullo sviluppo delle erbe infestanti, in genere limitato ad una sola stagione vegetativa.

La realizzazione di strati pacciamati lungo i filari, o in corrispondenza delle buche di piantagione, va essenzialmente prevista subito dopo la messa a dimora delle giovani piante, potendo determinare un miglioramento complessivo dello sviluppo delle giovani piante in fase di allevamento ed esercitando una influenza positiva sulla precocità di entrata in produzione delle specie frutticole.

In particolare, tali effetti risultano più apprezzabili in assenza di impianti irrigui e su terreni particolarmente poveri di sostanza organica, dove più evidente è l'aumento delle forme assimilabili dei diversi elementi nutritivi e l'innalzamento dei contenuti di sostanza organica e di acqua disponibile nel suolo.

Il livello di umidità del terreno, in filari pacciamati con compost, risulta superiore sia rispetto a filari diserbati o lavorati che ad altri pacciamati con film plastico, grazie alla permeabilità dello strato di compost che consente l'immagazzinamento nel terreno degli apporti idrici e alle minori perdite per evaporazione, conseguenti all'interruzione della risalita capillare dell'acqua.

Lo strato pacciamante di compost ha anche un buon effetto coibente, evitando, a differenza di quanto avviene con le pacciamature con film plastici, eccessivi innalzamenti della temperatura del terreno e garantendo nel contempo minori escursioni termiche sia giornaliere che stagionali.

Occorre infine evidenziare come la pacciamatura con compost sia anche in grado di fornire elementi nutritivi alle piante presenti lungo i filari, contribuendo alla restituzione dei nutrienti asportati dalle produzioni e dallo sviluppo vegetativo e consentendo così una riduzione nel ricorso ai concimi minerali.

Il trasporto del compost verso l'Azienda Agricola

Trattandosi di materiale sfuso e, come già detto, con peso specifico limitato, il suo trasporto richiede mezzi di elevata capacità volumetrica al fine di ridurre per quanto possibile il costo unitario di conferimento.

Per il trasporto di taluni materiali sottoposti a vagliatura molto spinta e quindi con una rilevante componente polverulenta, in particolare se questo viene realizzato da mezzi in grado di raggiungere velocità relativamente elevate (autocarri, autotreni), può essere opportuno prevedere la copertura dei cassoni, per evitare la perdita della frazione più leggera del materiale.

In molti casi la vendita del compost sfuso agli agricoltori viene effettuata direttamente da parte delle ditte produttrici, senza intermediari commerciali e senza una rete che si occupi specificamente della distribuzione del prodotto.

Tale condizione ha quindi come diretta conseguenza che il principale punto di riferimento per gli agricoltori nell'acquisizione del materiale risulta essere lo stesso impianto di produzione.

Numerose esperienze mettono in evidenza come in molte realtà agricole risulti frequente l'acquisizione diretta del materiale da parte degli agricoltori utilizzando mezzi propri, in genere rimorchi agricoli trainati da trattori o, in taluni casi, autocarri, sui quali si cerca sempre di aumentare la capacità volumetrica di carico attraverso il montaggio di sovrasponde.

Questa modalità di acquisizione viene ovviamente realizzata da parte di agricoltori la cui azienda ricada nelle vicinanze dell'impianto di compostaggio, considerando in tal senso **un raggio utile di competenza di circa 20-25 km di distanza dall'impianto stesso.**

Al di là di tale considerazione risulta comunque necessaria per l'azienda di compostaggio l'organizzazione di adeguati flussi di trasporto, che sollevino gli agricoltori dall'esigenza di provvedere in proprio all'acquisizione del materiale, qualora non dispongano di mezzi adeguati ad eseguire l'operazione.

In tal senso, si possono riscontrare casi nei quali l'azienda di compostaggio utilizza mezzi propri per le consegne del materiale al destinatario agricolo ed altri nei quali si fa riferimento a singoli autotrasportatori o a cooperative di trasporto per la gestione dell'attività.

In ogni caso risulta sempre indispensabile riferirsi a mezzi dotati di grande capacità di carico, che consentano di scaricare il costo fisso di trasporto su elevate quantità di prodotto, contenendo così il costo per unità quantitativa di materiale trasportato.

Il caricamento del compost sui mezzi di distribuzione sul campo

Una seconda fase operativa che può essere considerata fonte di criticità nella filiera complessiva dell'utilizzo agricolo del compost sfuso è sicuramente l'attività di carico in campo del materiale da distribuire, sui mezzi preposti alla realizzazione di tale attività.

Il materiale conferito all'azienda agricola viene generalmente scaricato dai rimorchi che lo hanno trasportato, direttamente sulle testate dei singoli campi sui quali dovrà essere distribuito oppure in un unico punto di accumulo situato in aree prossime al centro aziendale.

In ogni caso si ha quindi la costituzione di cumuli di varie dimensioni di prodotto sfuso, dai quali il materiale dovrà essere prelevato per essere poi caricato sui mezzi distributori.

Tale operazione può essere realizzata tramite l'utilizzo di attrezzature meccaniche di diversa concezione, anche se, per contenere i tempi necessari alla sua esecuzione e quindi i costi relativi, è conveniente fare ricorso a mezzi caratterizzati da elevata capacità operativa.

Tra questi, una tipologia che risulta particolarmente idonea al caricamento di un materiale con le caratteristiche del compost sfuso è da considerare la pala meccanica, mezzo che risponde in maniera adeguata a quell'esigenza di elevata capacità di carico cui si faceva riferimento in precedenza.

In alternativa alla pala meccanica, un secondo tipo di attrezzatura in grado di effettuare in maniera adeguata il caricamento del compost è il caricatore a "benna mordente" che, seppure in relazione alle proprie specifiche dimensioni, presenta in genere capacità di lavoro inferiori rispetto a quelle garantite dalle pale meccaniche.

Queste tipologie di attrezzature meccaniche che pur, come detto, risultano pienamente idonee ad eseguire il caricamento del compost sfuso, non sempre risultano disponibili all'interno dell'azienda agricola, e non possono quindi essere prese pienamente a riferimento nella risoluzione delle problematiche operative connesse alla conduzione dell'attività considerata.

In molti casi la mancata disponibilità di un adeguato mezzo caricante può infatti rappresentare un elemento fortemente disincentivante nei confronti degli imprenditori agricoli, verso una prospettiva di utilizzo di significativi quantitativi di compost per la fertilizzazione dei propri terreni.

A volte, tuttavia, tale limitazione non soltanto può non rappresentare un freno alla volontà di impiego di compost da parte degli agricoltori, ma anzi uno stimolo a modificare mezzi meccanici della dotazione aziendale, adeguandoli alle esigenze connesse al caricamento del materiale. Nella quasi generalità di questi casi si tratta di modifiche apportate agli elevatori a forche, ormai presenti in quasi tutte le realtà agricole con riparti colturali comprendenti specie orticole o frutticole, consistenti nell'applicazione di una cassa metallica collocata al di sopra delle forche caricanti e fissata ad esse con cerniere applicate sulle punte, ribaltabile anteriormente attraverso il sollevamento della parte posteriore della cassa, collegata con una catena alla parte superiore dell'elevatore.

La soluzione indicata, che risponde alla diffusa esigenza espressa dagli agricoltori di realizzare in proprio la maggior parte degli interventi legati all'attività agricola, facendo ricorso nella minor misura possibile a lavoro ed attrezzature fornite da terzi, fornisce quindi una risposta alle problematiche legate alla movimentazione del compost sfuso, riguardando però un numero limitato di agricoltori particolarmente motivati e abili.

Un ulteriore intervento verso la soluzione dei problemi di caricamento del compost sui mezzi distributori, all'interno dell'azienda agricola, consiste nell'insaccamento del prodotto nelle ormai tradizionali forme di confezionamento tramite le quali viene commercializzata la maggior parte dei prodotti fertilizzanti: sacchi o sacconi (big-bag).

Questi ultimi in particolare possono rappresentare una soluzione interessante per realtà agricole che esprimano specifiche problematiche nella fase di caricamento del materiale, e diverse aziende di compostaggio si sono così dotate di linee di insaccamento del prodotto.

In virtù della propria capacità (si tratta in genere di un contenitore con capacità volumetrica di almeno 1 mc, che può quindi contenere 0,5-0,6 t di materiale) e della elevata facilità del suo stoccaggio, il big-bag può essere perciò considerata una soluzione tecnica adeguata alle problematiche relative alla movimentazione del compost, potendo essere gestito in questa fase mediante l'utilizzo di elevatori a forche, quali quelli di cui si è trattato in precedenza.

La distribuzione del compost in pieno campo

Questo fertilizzante, pur apportando anche una certa quota di elementi nutritivi disponibili per le colture, assume principalmente la funzione di ammendante inserendosi, nell'ambito dei piani di concimazione aziendale, in sostituzione della tradizionale letamazione, pratica che purtroppo in molte zone, a causa del progressivo abbandono dell'attività zootecnica all'interno dell'azienda agraria, non è più praticata da anni.

La crescente disponibilità di compost di qualità da destinare all'agricoltura rappresenta quindi una valida risposta al fabbisogno di sostanza organica manifestato da molti terreni, anche in considerazione dei prezzi altamente competitivi rispetto agli altri ammendanti organici presenti sul mercato.

Per una diffusione su larga scala dell'utilizzo del compost bisogna però superare alcuni ostacoli, legati soprattutto alla sua distribuzione in campo, operazione che spesso si rivela difficoltosa, al punto da dissuadere l'agricoltore dall'adottare questa linea di fertilizzazione.

In questo contesto, può assumere un ruolo di primaria importanza la figura del contoterzista, in quanto, da professionista della meccanizzazione agricola, può trovare una convenienza economica nell'attrezzarsi con cantieri idonei allo spandimento di compost. Tali cantieri dovrebbero essere costituiti, in analogia con quanto avviene per la distribuzione del letame, da un caricatore e da uno o più mezzi per lo spandimento vero e proprio.

La definizione dei requisiti minimi richiesti a queste attrezzature non può prescindere dalla conoscenza delle principali caratteristiche del compost, che si presenta come un materiale fibroso-polverulento in relazione al tipo di raffinazione cui l'ammendante maturo è stato sottoposto, e con un'umidità che si attesta su valori intorno al 30-35 %.

Bisogna inoltre considerare che, al fine di contrastare il progressivo impoverimento del terreno e di ottenere un buon effetto ammendante sulla sua struttura, è necessario un consistente apporto di sostanza organica. Nel caso di ammendanti a basso contenuto di umidità come il compost, tale apporto si può quantificare tra le 3-5 tonnellate per ettaro, fino a 20 ed oltre per i terreni più poveri e le colture che più se ne avvantaggiano. È quindi necessario disporre di mezzi che abbiano una buona capacità di carico, anche in considerazione del basso peso specifico del materiale (circa 0,4-0,6 tonnellate al metro cubo). Il dimensionamento dell'attrezzo deve poi essere studiato in relazione ad altri fattori, legati soprattutto all'epoca in cui si intendono eseguire gli spandimenti ed alle colture a cui viene riservata la fertilizzazione con compost.

La distribuzione dell'ammendante sulle stoppie del frumento o di altri cereali a paglia, consente l'utilizzo di macchine anche molto pesanti e di grande capacità di lavoro, in quanto la stagione e le condizioni del terreno in genere garantiscono un'elevata capacità portante di quest'ultimo. Per un'applicazione più tardiva del compost, collocata dopo l'aratura tra due lavorazioni di affinamento del terreno, è necessario invece disporre di macchine più piccole e leggere, dotate di ruote che assicurino una buona capacità di "galleggiamento" e che richiedano trattrici di più ridotta potenza.

L'impiego localizzato dell'ammendante lungo i filari di colture frutticole e viticole, richiede invece mezzi di ridotte dimensioni, che garantiscano una buona capacità di manovra tra le file. La riduzione della mole delle macchine da frutteto non ne penalizza la capacità di lavoro in quanto, localizzando il prodotto, per ogni ettaro di coltura sono necessari quantitativi di compost inferiori rispetto alle applicazioni di pieno campo.

Per quanto concerne gli organi distributori veri e propri, occorre ricordare che l'elevata componente polverulenta solitamente presente nel compost, può dare origine a vistosi fenomeni di deriva rendendo necessaria l'adozione di mezzi che, pur assicurando una soddisfacente larghezza di spandimento, riescano a mantenere il prodotto il più possibile vicino al suolo. A tal proposito, buoni risultati si ottengono tramite organi distributori ad asse verticale, simili ai piatti giranti di cui è dotata la maggior parte dei tradizionali spandiconcime. Le macchine in cui questi piatti, in coppia o singolarmente, sono posizionati posteriormente, effettuano una distribuzione centrale che solitamente riesce a coprire una larghezza variabile tra 6 e 8 metri. In alternativa si possono trovare rimorchi a distribuzione laterale in cui un unico piatto girante è posto nella parte anteriore del carro, poco al di sotto del piano di scorrimento del materiale che, cadendovi sopra, viene da questo lanciato lateralmente. In genere queste ultime macchine possono essere di notevoli dimensioni qualora vengano impiegate per la distribuzione in pieno campo, mentre mezzi più piccoli che adottano questo tipo di funzionamento sono in grado di effettuare la localizzazione dell'ammendante nei frutteti o vigneti. In questo caso tali macchine presentano, sulla bocca di uscita del compost, un carter orientabile che devia il flusso del materiale dirigendolo verso la base delle piante. Chiaramente questo tipo di carri spandicompost opera su un solo lato servendo così un'unica fila per volta.

Per l'applicazione localizzata sulle colture arboree esiste la possibilità, per alcune macchine a distribuzione posteriore, di sostituire i piatti giranti con pedane mobili che depositino l'ammendante lungo i due filari ai lati della macchina. Questa soluzione, evitando il passaggio del compost su organi giranti ad alta velocità, permette di ridurre ulteriormente il pericolo di deriva della polvere.

I distributori descritti riescono a garantire una buona uniformità di distribuzione, purché l'afflusso del compost verso di essi avvenga in modo costante. A tal proposito, si rivelano idonei tutti i metodi di convogliamento del materiale già adottati negli spandilettame, dalle tradizionali catenarie sul fondo del cassone, con o senza sponda mobile posteriore, fino ai più innovativi modelli in cui l'intero pianale in PVC è dotato di movimento continuo.

Una notevole miglioria tecnica è rappresentata dall'inserimento, tra il cassone e gli organi deputati alla distribuzione, di una cassa di compensazione che provveda ad un'alimentazione costante dei distributori, evitando così che questi risentano dell'arrivo intermittente del compost sui piatti, problema rilevabile soprattutto nei mezzi che presentano un sistema di convogliamento a catene. Infine, una caratteristica molto importante, che aumenta la versatilità della macchina, è la possibilità di regolazione della velocità di avanzamento del pianale. Come già accennato in precedenza infatti le dosi di applicazione del compost possono essere molto variabili, mentre la velocità di avanzamento della trattrice in questo lavoro dovrebbe mantenersi sempre tra gli 8 e i 10 km/h: la regolazione della velocità di movimento del pianale si pone quindi come una caratteristica irrinunciabile, soprattutto per un'impresa di esercizio di macchine agricole per conto terzi che deve potere rispondere alle esigenze più diverse.

Un'interessante prospettiva, che ancora necessita di qualche verifica, è rappresentata dagli spandiconcime di grandi dimensioni con distribuzione meccanica tramite una barra a vite, studiati appositamente per l'applicazione di materiali polverulenti. Questi mezzi hanno una tramoggia della capacità di 4 – 8 m³, dalla quale il prodotto viene convogliato, tramite una catena o un pianale mobile, verso l'attacco della barra a vite, le cui coclee lo trasportano all'interno della barra stessa. Questa, nella parte bassa, presenta un'apertura longitudinale da cui il materiale polverulento fuoriesce cadendo sul terreno. Con questo sistema si otterrebbero contemporaneamente due vantaggi: in primo luogo la possibilità di aumentare notevolmente l'uniformità di distribuzione, in particolare in zone più "difficili" quali le testate ed i bordi; in seconda istanza la soluzione dei problemi di deriva. Solitamente vi è poi la possibilità di sostituire il gruppo barra con dei normali piatti giranti, aumentando così la versatilità del mezzo che, se da un lato presenta dei costi mediamente superiori agli spandicompost di analoghe dimensioni, dall'altro si propone come una macchina polivalente a grande capacità di lavoro, utilizzabile anche per la distribuzione dei normali concimi granulari.

Oltre ai mezzi particolari fin qui descritti, possono essere considerati idonei per questo utilizzo anche i comuni carri spandiletame con ventola verticale anteriore e distribuzione laterale ancora presenti sul territorio, anche se spesso in disuso o sottoutilizzati. Questi, pur non essendo i mezzi meccanici ideali, riescono ugualmente ad eseguire una distribuzione uniforme del compost (Foto 6). Il principale difetto che si riscontra in queste macchine è il lancio del compost ad un'altezza eccessiva, che da un lato aumenta il fenomeno di deriva della polvere, e dall'altro rende indispensabile l'uso di trattrici cabinate.

Una parziale soluzione a tali problemi si può ottenere mediante l'applicazione sopra la ventola di un carter di orientamento del flusso anche se, riducendo l'apertura di uscita, si può avere una considerevole contrazione della larghezza di spandimento. I mezzi destinati alla distribuzione di letame nel frutteto o vigneto sono in genere dotati di un piccolo piatto, simile a quelli citati in precedenza, posto alla base dell'apertura di uscita dell'ammendante, che ha la funzione di indirizzare il materiale lungo i filari della coltura. Questo piatto, quando è orientabile, può essere utilizzato per ottenere delle soddisfacenti larghezze di spandimento anche in pieno campo, col vantaggio di poter tenere molto chiuso il carter sopra la ventola.

Come già indicato in precedenza, infine, la possibilità di regolare la velocità di movimento del materiale sul pianale è di estrema importanza per l'adattamento di questi mezzi allo spandimento del compost dal momento che, per le sue specifiche caratteristiche, tale materiale viene in genere utilizzato a dosaggi molto inferiori rispetto a quelli abitualmente adottati per il letame, richiedendo quindi, per mezzi che possano essere adibiti ad entrambe le destinazioni, una notevole possibilità di regolazione della capacità distributiva.

Esistono poi mezzi con sistemi distributori di concezione diversa rispetto a quelle descritte, che tendono in ogni caso a rendersi idonei allo spandimento di materiali sfusi, con caratteristiche fisiche anche molto diverse tra loro.

Un tale ventaglio di disponibilità rappresenta un passo fondamentale verso una concreta possibilità di diffusione dell'utilizzo agricolo del compost e verso il superamento di quella differenza tra il nostro ed altri Paesi industrializzati, nei quali l'industria meccanica ha da tempo messo a disposizione degli agricoltori mezzi specificamente ideati per la distribuzione del compost, favorendo così lo sviluppo dell'intero settore del compostaggio.

A fronte di questa disponibilità, e per evidenti considerazioni di ordine economico, non risulta tuttavia frequente l'acquisto di tali mezzi da parte dei singoli agricoltori e diventa perciò determinante, nel facilitare l'accesso all'utilizzo del compost, la scelta operata da alcune aziende compostatrici di dotarsi direttamente delle attrezzature necessarie alla distribuzione del materiale, da cedere in noleggio gratuito agli utilizzatori interessati ad impiegare il prodotto.

In taluni casi le stesse aziende compostatrici propongono agli agricoltori un servizio "tutto compreso", al cui interno sono inclusi i costi relativi all'acquisto del materiale e a tutte le fasi operative connesse al suo utilizzo, sollevando l'agricoltore da ogni onere relativo all'esecuzione dei diversi interventi e alla loro organizzazione.

In pratica, questo tipo di servizio viene organizzato facendo riferimento a cooperative di autotrasportatori per il conferimento del materiale e a contoterzisti per il suo caricamento e la sua distribuzione, i quali ultimi possono utilizzare sia mezzi propri che quelli resi disponibili da parte dell'azienda compostatrice.

Conclusioni

I fanghi prodotti da impianti di depurazione biologici possono essere considerati una risorsa agronomica per il loro contenuto di sostanza organica e nutrienti. La loro collocazione ottimale è quella di substrato organico da miscelare con altre matrici (rami, ramaglie, verde pubblico e privato, mercatali, verde cimiteriale, scarti agro-alimentari, deiezioni animali) nell'ambito di processi di compostaggio. La legislazione vigente denomina tale prodotto come Ammendante Compostato Misto e come tale può essere venduto ed utilizzato. Il prodotto però NON può essere utilizzato per " **l'agricoltura biologica** " ; per tale pratica agronomica l'Ammendante Compostato Misto NON deve contenere fanghi provenienti dalla depurazione delle acque civili.

Sperimentazioni eseguite da vari istituti di ricerca agraria (S.Michele all'Adige , Istituto di Agraria dell'Università di Milano e Pisa) ed Enti (Scuola Agraria del parco di Monza e Consorzio Italiano Compostatori) hanno sancito il valore agronomico di questo prodotto. Il suo utilizzo realizza il duplice scopo di valorizzare matrici altrimenti destinate alla discarica e di far risparmiare ai cittadini importanti risorse economiche altrimenti destinabili. La situazione ottimale si realizza quando i substrati utilizzati e l'impiego agronomico avviene in ambiti circoscritti facilitando il trasporto riducendone i costi.

Sotto questo punto di vista l'Alta Valtellina si presenta come un territorio ideale per realizzare un completo ed effettivo recupero di matrici organiche di varia natura attualmente poco valorizzate o addirittura destinate alla discarica.