



[RICICLO] I rifiuti organici di origine agro-industriale e civile possono essere impiegati in agricoltura

Biomasse ricche di azoto come concimi a lenta cessione

[DI CLAUDIO MARZADORI, CATERINA GIACOMETTI E CLAUDIO CIAVATTA]

Un razionale riutilizzo queste matrici può contribuire a ridurre i problemi sociali relativi al loro smaltimento

In tempi recenti l'idea che i materiali organici di origine civile e agroindustriale non debbano essere trattati come rifiuti, ma riciclati trova sempre maggiori consensi. Tali prodotti, denominati biomasse, sono definibili come *tutti i materiali organici animali o vegetali, nonché i residui e/o i sottoprodotti organici derivati dalla loro trasforma-*

zione ed utilizzazione, nonché i residui prevalentemente organici solidi, semisolidi e liquidi, sia urbani che derivati da attività industriali.

L'idea del riciclo delle biomasse è strettamente legata a quella dello sviluppo sostenibile che prevede un maggior impiego di risorse rinnovabili a scapito di quelle non rinnovabili. In campo agricolo, e in particolare nell'ambito degli interventi di concimazione, questo si può tradurre nell'uso di biomasse come fertilizzanti in sostituzione dei concimi minerali la cui sintesi prevede un elevato consumo energetico e l'utilizzo di risorse non rinnovabili.

[I NODI]

L'azoto (N) è l'elemento della nutrizione vegetale maggiormente capace d'influenzare i livelli quali-quantitativi delle

produzioni. Dagli anni '50 è costantemente aumentato l'impiego di concimi azotati minerali che, a fronte di costi contenuti, sono stati in grado di garantire un notevole incremento produttivo delle colture.

L'uso massiccio, talvolta eccessivo, di tali prodotti ha però causato l'insorgere di una serie di problematiche prevalentemente causate dal fatto che consistenti quantità di N apportato con i fertilizzanti tendono a disperdersi in comparti ambientali diversi dal sistema suolo/pianta.

Tra queste ricordiamo:

- peggioramento della qualità delle acque superficiali e profonde in seguito all'aumento della concentrazione di NO_3^- ;
- dispersione in atmosfera di N sotto forma di ammoniaca (NH_3) gassosa;
- formazione in atmosfera

di acido nitrico (HNO_3) a partire dagli ossidi nitrici emessi da attività antropiche, con conseguente formazione di "piogge acide";

- accumulo in atmosfera di protossido di N (N_2O);

- foto-ossidazione dell'ozono (O_3) della stratosfera, provocata dal protossido di N (N_2O) e conseguente aggravamento dei problemi legati alla formazione del "buco dell'ozono".

Il problema di base delle concimazioni azotate si può quindi individuare nella loro scarsa efficienza ($\text{N somministrato}/\text{N assorbito} \times 100$). È del resto documentato che, a livello globale, l'efficienza delle concimazioni azotate dei cereali raggiunga appena il 33%. In genere l'efficienza oscilla tra il 30 e il 70%, con una media attorno al 50%.

La bassa efficienza delle

[La pratica della **concimazione azotata** è oggi sottoposta a una profonda revisione con l'obiettivo di aumentarne l'efficienza.



concimazioni azotate comporta quindi maggiori problemi ambientali, un aumento dei costi di produzione e una diminuzione della redditività. Questo aspetto è ancora più aggravato dall'enorme aumento, registrato nell'ultimo anno, a carico dei prezzi dei concimi (> 50%). Una maggiore efficienza delle concimazioni azotate comporterebbe un immediato aumento della redditività e un miglioramento della qualità ambientale.

[L'USO DI BIOMASSE

La pratica della concimazione azotata è oggi sottoposta ad una profonda revisione con l'obiettivo di aumentarne l'efficienza. Una delle soluzioni proposte è quella di utilizzare fertilizzanti capaci di modulare il rilascio di N assimilabile in funzione delle esigenze nu-

tritive delle piante. In questa categoria rientrano i concimi a lenta cessione dell'N ottenuta sia con mezzi fisici che chimici. Nel primo caso si tratta di prodotti che presentano un rilascio dell'N minerale rallentato dalla presenza di una protezione di natura fisica posta all'esterno del granulo di concime (per esempio con ricoperture). Nel secondo caso, invece, rientrano prodotti in cui l'N organico deve essere trasformato, in genere attraverso processi di natura microbica, in forme direttamente assimilabili dalle radici (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻). In alcuni casi si può anche ricorrere all'impiego di inibitori dell'ureasi e della nitrificazione.

Alcune biomasse d'origine civile e agroindustriale potrebbero rappresentare una potenziale fonte di N organico

a lenta cessione a basso costo; e il loro riutilizzo faciliterebbe la diffusione di piani di concimazione che prevedano, almeno in parte, l'impiego di concimi a lenta cessione dell'N.

Inoltre, deve essere verificata la velocità con cui l'N organico della biomassa si trasforma in N minerale: aspetto determinante per stabilire se il prodotto è perfettamente compatibile con le esigenze nutrizionali delle piante.

Pertanto per un razionale impiego agricolo di biomasse è necessaria un'attenta valutazione non solo delle loro caratteristiche chimico-fisiche e biologiche, ma anche della dinamica di mineralizzazione dell'N organico in esse contenuto.

L'N è presente nelle biomasse in forma prevalente-

mente organica che, come è noto, non è direttamente utilizzabile per la nutrizione vegetale: lo potrà divenire solo in seguito a trasformazioni operate dai microrganismi del suolo.

[AZOTO MINERALIZZATO

Tra i processi più importanti cui vanno incontro nel suolo le biomasse contenenti C e N organici, annoveriamo la mineralizzazione. La mineralizzazione dell'N organico (ammonificazione) porta nel suo complesso alla formazione di N ammoniacale ed avviene, essenzialmente, grazie all'attività di microrganismi eterotrofi che utilizzano composti carboniosi come fonte di energia per il loro sostentamento.

L'N ammoniacale può poi sottostare, nel suolo, a diverse

[VANTAGGIO Sostenibilità ambientale

Piani di concimazione che utilizzino biomasse contenenti N organico potrebbero portare vantaggi legati alla sostenibilità ambientale della fertilizzazione, quali:

- operare un riciclo di risorse almeno in parte rinnovabili;
- trovare una conveniente collocazione delle biomasse che ne riduca i costi ed i rischi ambientali legati al loro stoccaggio;
- ridurre l'impiego di concimi di sintesi, prodotti mediante lo sfruttamento di fonti energetiche non rinnovabili;
- contribuire al mantenimento della biodiversità nel suolo;

- contribuire al mantenimento di un buon livello di C organico nel suolo e quindi anche alla sua funzione di carbon sink.

Biomasse di diversa origine, però, non sempre presentano caratteristiche fisiche e compatibili con le esigenze del settore agricolo, in quanto possono:

- contenere un'elevata quantità di acqua, caratteristica che rende piuttosto oneroso il costo di trasporto e di distribuzione;
- presentarsi in una forma fisica tale da rendere difficile una uniforme distribuzione in campo;
- avere contenuti di N organico modesti;
- contenere composti organici e inorganici indesiderati. ■



trasformazioni che hanno la capacità di influenzarne la disponibilità per la nutrizione delle piante. Dal punto di vista quantitativo il processo prevalente è rappresentato, in condizioni aerobiche, dalla nitrificazione (trasformazione dell'N ammoniacale in N nitrico).

L'N ammoniacale non nitrificato può invece distribuirsi:

- nella frazione solubile direttamente assorbibile dalle piante: di norma questa frazione è quantitativamente molta ridotta;

- nella frazione adsorbita sulla superficie dei colloidi del suolo (ammonio scambiabile) che stabilisce un equilibrio veloce con la frazione solubile: anche in questo caso si tratta di una quantità piuttosto ridotta;

- nella frazione ammoniacale fissata all'interno degli spazi interstrato di particolari fillosilicati del tipo 2:1 (per es. vermiculiti): questa frazione presenta una disponibilità per la nutrizione vegetale bassa, stimabile attorno al 30%. L'importanza nutrizionale è però rilevante nei suoli ricchi di vermiculiti e di smectiti;

- nella frazione azotata immobilizzata nella biomassa microbica del suolo: questo pool azotato organico è rappresentato dall'N minerale

(NH_4^+ e/o NO_3^-) che i microrganismi assorbono ed utilizzano per il loro metabolismo. Da un punto di vista quantitativo l'N della biomassa rappresenta, in media, solo il 5% dell'N organico totale, ma l'importanza di questa frazione azotata è rappresentata dalla sua elevata dinamicità. Si stima, infatti, che il contributo all'ammonizzazione sia di circa il 30%.

[AZOTO IN EQUILIBRIO

Pertanto l'immobilizzazione, processo inverso alla mineralizzazione, presiede all'assorbimento microbico dell'N minerale: nel suolo è simultaneo all'ammonizzazione e alla nitrificazione. Parte dell'N immobilizzato all'interno delle cellule microbiche sarà poi rilasciato nel suolo dopo la loro morte. Parte dell'N microbico sarà invece destinato ai processi di resintesi microbica che porteranno alla formazione delle sostanze umiche che sarà destinato a permanere nel suolo in forma organica per moltissimi anni per l'estrema stabilità che le sostanze umiche mostrano nei confronti della mineralizzazione.

Dato che mineralizzazione e immobilizzazione avvengono in contemporanea, l'N minerale presente nel terreno in un dato momento rappresen-

ta la differenza tra questi due opposti processi. Il prevalere della mineralizzazione sulla immobilizzazione determina l'aumento di N minerale nel suolo e comporta quindi una mineralizzazione azotata netta. Al contrario, il prevalere del fenomeno d'immobilizzazione porta alla riduzione della quantità di N minerale del suolo, favorendo invece l'accumulo di N microbico e causando un'immobilizzazione azotata netta. Se i livelli di N minerale del terreno non variano ciò non significa che i due processi non sono attivi, ma che mineralizzazione e immobilizzazione sono tra loro in equilibrio.

La dinamica e l'equilibrio che si stabiliscono tra mineralizzazione e immobilizzazione dipendono da numerosi fattori che possono però essere ricondotti alle caratteristiche della matrice organica, alle condizioni pedo-climatiche e a quelle agronomiche.

Tra le caratteristiche chimiche della matrice ricordiamo il rapporto C/N e la presenza di molecole organiche più o meno resistenti alla mineralizzazione. Tra le condizioni pedo-climatiche il pH del terreno, la temperatura dell'aria e l'umidità del terreno.

Nonostante gli innumerevoli studi compiuti, alcuni dei

[L'equilibrio che si stabilisce tra **mineralizzazione e immobilizzazione** dipende da numerosi fattori che possono essere ricondotti alle caratteristiche della matrice organica, alle condizioni pedoclimatiche e a quelle agronomiche.

quali condotti anche dagli scriventi, si può affermare che le trasformazioni cui va incontro una matrice organica aggiunta al suolo sono complesse ed a volte di difficile interpretazione, poiché numerosi sono i fattori chimici, fisici, biochimici e biologici che possono influenzarle. Ad oggi di fatto non esiste un modello previsionale capace di descrivere con sufficiente accuratezza destino e velocità di trasformazione dell'N contenuto in una biomassa aggiunta al suolo.

L'impiego di una determinata biomassa pertanto deve essere valutata caso per caso tenendo ben in considerazione:

- le caratteristiche chimico-fisiche della matrice;

- le caratteristiche pedologiche dei suoli nei quali si prevede l'applicazione;

- le caratteristiche agro-climatiche dell'areale produttivo d'applicazione.

L'utilizzo di condizioni sperimentali riproducibili è la premessa fondamentale per ottenere dati utilizzabili per una consistente banca dati utile alla creazione anche di modelli previsionali. ■

Gli autori sono del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali – Università di Bologna.