

• RAVENNA, SUOLO MONITORATO PER 18 ANNI

Buona qualità dei terreni con i fanghi di depurazione

I terreni che hanno ricevuto fanghi per 18 anni consecutivi hanno manifestato, rispetto ai terreni trattati con i concimi chimici, incrementi significativi del tenore di sostanza organica (+13%), dell'azoto totale (+15%) e del fosforo assimilabile (+83%) e nessuna differenza per pH, salinità, potassio assimilabile, elementi e composti nocivi

di P. Mantovi, D. Sassi,
G. Baldoni, L. Dal Re

L'uso agronomico dei fanghi di depurazione su un terreno del Ravennate è stato protratto per 18 anni consecutivi, al termine dei quali sono state verificate le concentrazioni di elementi e composti nocivi nello strato arato.

Non sono stati riscontrati accumuli di contaminanti organici di sintesi né di metalli pesanti nocivi mentre è cresciuta la dotazione di sostanza organica, azoto e fosforo.

I fanghi prodotti dal processo di depurazione delle acque reflue urbane sono da tempo utilizzati in agricoltura in sostituzione dei fertilizzanti tradizionali, grazie al loro buon contenuto di

sostanza organica ed elementi di fertilità (N, P, K). Negli ultimi anni si è reso tuttavia necessario concentrare l'attenzione sul loro contenuto, oltre che di metalli pesanti, anche di contaminanti organici derivati dalle attività umane; la composizione chimica delle acque reflue convogliate ai depuratori e dei fanghi prodotti è infatti progressivamente mutata nel corso del tempo in relazione ai forti cambiamenti delle aree urbane (aumento di popolazione, intensificazione del traffico, forte industrializzazione) e all'incremento dell'utilizzo di prodotti di sintesi nelle abitazioni, in particolare detersivi (Mantovi e Piccinini, 2005; Mantovi *et al.*, 2008).

Si consideri inoltre che, per le loro proprietà chimiche (non affinità con

l'acqua), nel corso dei trattamenti di depurazione le molecole organiche tendono a essere trattenute nei fanghi.

Sviluppi della normativa

L'impiego dei fanghi sui terreni agricoli non può quindi prescindere da approfondimenti che sono più che mai attuali.

È da tener presente che a livello di Unione Europea è stato avviato ormai da alcuni anni un processo di revisione della direttiva sull'utilizzo dei fanghi in agricoltura (86/278/Cee), che però non è ancora scaturito in un nuovo provvedimento. La Regione Emilia-Romagna, con la dgr 2773/04 e successiva modifica, ha cercato di anticipare l'applicazione di alcune delle disposizioni previste in ambito europeo, definendo tra l'altro limiti di concentrazione per diverse classi di contaminanti organici nei fanghi destinati all'utilizzo agricolo (tabella 1).

Gli inquinanti organici che si ritrovano nei fanghi di depurazione in generale derivano dalla combustione incompleta o pirolisi di diversi materiali organici come i rifiuti e i combustibili fossili (AOX, PAH, PCB, PCCD/F) o sono utilizzati nei sistemi di produzione delle plastiche (AOX, DEHP) e dei detersivi (LAS, NPE) o come emulsionanti in prodotti industriali di uso comune (DEHP, NPE).

La fertilità del terreno può essere incrementata con l'utilizzo agronomico dei fanghi di depurazione



TABELLA 1 - Limiti fissati dalla Regione Emilia-Romagna per i contaminanti organici in fanghi di depurazione destinati all'agricoltura

Composti organici	Valori limite
AOX - somma dei composti organici alogenati assorbibili (mg/kg s.s.)	500
LAS - alchilbenzolfonati lineari (mg/kg s.s.)	2.600
DEHP - di(2-etilesile)ftalato (mg/kg s.s.)	100
NPE - nonilfenoli e nonilfenoli etossilati con uno o due gruppi etossi (mg/kg s.s.)	50
PAH - somma dei seguenti idrocarburi policiclici aromatici: acenaftene, fenantrene, fluorene, fluorantene, pirene, benzo(b+j+k)fluorantene, benzo(a)pirene, benzo(g,h,i)perilene, indeno(1,2,3-c,d)pirene (mg/kg s.s.)	6
PCB - somma dei policlorobifenili cogeneri 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 (mg/kg s.s.)	0,8
PCCD/F - policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani (ng tossicità equivalente/kg s.s.)	100

Fonte: dgr 2773/04.

Nella normazione dell'uso agricolo dei fanghi, però, a oggi non sono state specificate soglie di concentrazione dei contaminanti organici per i terreni. Un riferimento di legge che è possibile considerare per una valutazione delle concentrazioni di questi composti nei suoli può essere il decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, recante «Norme in materia ambientale», che include le norme già dettate dal dm 471/99 sui criteri, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati.

Valutazione concreta dei rischi

Presso l'azienda agraria sperimentale «Mario Marani» di Ravenna, nell'ambito della prova agronomica sull'impiego dei fanghi in corso dal 1988 (vedi riquadro a fianco), nell'anno 2006 sono stati sottoposti a controllo nei terreni, oltre che i parametri della fertilità e i metalli pesanti, anche gli inquinanti organici già presi in considerazione nell'ambito del processo di revisione della normativa descritta precedentemente.

Le analisi chimiche effettuate sui fanghi utilizzati nella prova agronomica nell'ultimo triennio hanno evidenziato la presenza di contaminanti organici appartenenti a tutte e sette le diverse classi, con concentrazioni assai variabili di anno in anno ma comunque inferiori ai limiti definiti nella norma regionale dell'Emilia-Romagna.

Caratteristiche dei terreni trattati

I terreni che hanno ricevuto fanghi per 18 anni consecutivi hanno manifestato, rispetto ai terreni trattati con i concimi chimici, incrementi significativi del tenore di sostanza organica (+13%), dell'azoto totale (+15%) e del fosforo assimilabile (+83%) e nessuna differenza per pH, salinità, e potassio assimilabile. La sostanza organica, così come l'azoto, è aumentata in risposta alla dose di apporto e soprattutto, nel caso del fango compostato, per i più alti valori di umificazione del materiale (grafico 1).

Il rapporto carbonio/azoto non è stato influenzato dai trattamenti.

La somministrazione dei fanghi di depurazione ha contribuito anche a un lieve incremento delle concentrazioni assimilabili di alcuni metalli pesanti nei terreni rispetto a quelli trattati con i concimi chimici ma non per gli elementi ritenuti

Ricerca sull'utilizzo agronomico dei fanghi di depurazione

Avviata nel 1988 presso l'azienda agraria sperimentale «Mario Marani» di Ravenna, con il coordinamento del Crpa e la responsabilità scientifica del Dista dell'Università di Bologna, la prova agronomica con utilizzo dei fanghi di depurazione su colture erbacee è tuttora attiva, grazie al finanziamento dell'Assessorato agricoltura della Regione Emilia-Romagna e ai contributi delle aziende multiservizi Enia ed Hera. La prova si compone di 3 appezzamenti contigui pianeggianti, su terreno franco-limoso e subcalcinoso, soggetti a rotazione triennale con mais da granella, frumento tenero e girasole (che ha sostituito dal 2004 la barbabietola da zucchero); in ciascun appezzamento vengono confrontate 16 tesi di concimazione replicate 4 volte, in parcelle di 49 m² ciascuna distribuite in campo secondo uno schema a blocchi randomizzati (per un totale di 192 parcelle).

Dall'inizio della prova si confrontano gli effetti su terreni e colture dovuti all'utilizzo di concimi chimici oppure fanghi urbani nelle forme liquida, disidratata e compostata con paglia, a diverse

dosi (Baldoni e Mantovi, 2004; Mantovi et al., 2005 e 2007). Nel 2006, su campioni di terreno prelevati dallo strato arato (sino a 40 cm di profondità) sono stati determinati il pH e la salinità, i contenuti di sostanza organica, di azoto totale, di fosforo assimilabile (Olsen), di potassio assimilabile e di metalli pesanti assimilabili (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn), secondo le procedure indicate nel decreto Mipaf n. 185 del 13 settembre 1999.

Nell'attività di monitoraggio dei contaminanti organici il confronto è stato effettuato tra il testimone non concimato con azoto e 6 trattamenti con tre diverse tipologie di fango (liquido, disidratato, compostato), ognuna utilizzata a due diverse dosi (5 e 10 t/ha di sostanza secca per ettaro e per anno).

Per ciascuno dei 7 trattamenti sono stati prelevati 9 campioni di terreno, per un totale di 63 campioni equamente suddivisi tra i 3 appezzamenti.

L'elaborazione statistica dei dati è stata eseguita mediante analisi della varianza secondo il disegno sperimentale a blocchi randomizzati.

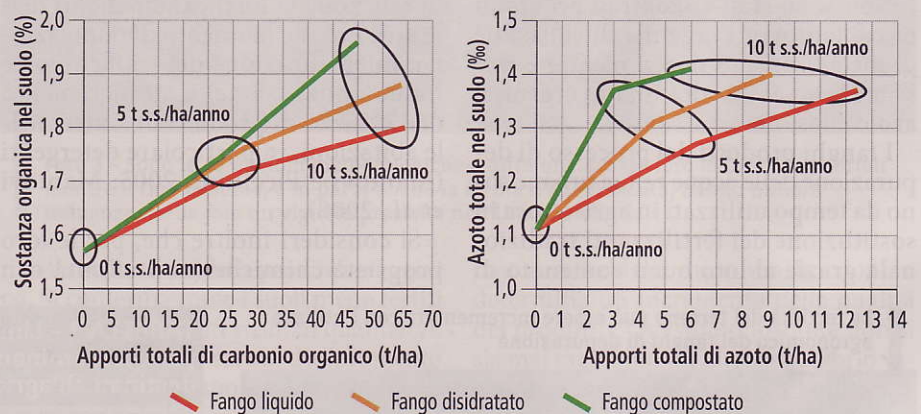


GRAFICO 1 - Contenuti di sostanza organica e azoto nel terreno come funzione degli apporti totali di carbonio e azoto per 18 anni

La sostanza organica e l'azoto sono aumentati con l'apporto di sostanza secca da fanghi, soprattutto nel caso del fango compostato a causa dei valori più alti di umificazione.

nocivi (Cd, Cr, Pb). Per le diverse classi di contaminanti organici considerate nell'indagine, nessuna differenza è stata riscontrata nei terreni trattati con fanghi rispetto al testimone non concimato. In tabella 2 è ripartita la media dei rilevamenti eseguiti per ciascun trattamento. Nel caso di LAS e PCB i valori di concentrazione sono sempre risultati non quan-

tificabili, NPE e PAH sono stati rilevati solo sporadicamente in alcuni campioni. In particolare, NPE è stato rilevato in 8 campioni sui 63 totali, con valori sempre inferiori a 60 µg/kg s.s.; PAH è stato invece rilevato in 9 campioni, con valori generalmente inferiori a 1 mg/kg ss (ad eccezione di un dato pari a 1,368 mg/kg s.s.) e a fronte di un limite normativo

per i suoli pari a 10 mg/kg s.s. Per quanto riguarda DEHP, sebbene in nessuno dei campioni i valori siano risultati sotto il limite di rilevanza, essi si sono mantenuti generalmente bassi e per la maggior parte compresi tra 0,11-0,58 mg/kg s.s.; soltanto 4 valori hanno oltrepassato l'estremo superiore di tale intervallo, con il massimo (corrispondente a 3,60 mg/kg s.s.) comunque al di sotto del limite normativo per i suoli fissato a 10 mg/kg s.s. (esteri dell'acido ftalico).

Relativamente agli AOX, tutti i campioni, a eccezione di uno (avente valore pari a 55 µg/kg s.s.), sono risultati compresi nel range 0-28 µg/kg s.s. Tali valori risultano più che accettabili se si osserva in particolare che la classe di composti chimici che contribuisce quasi totalmente al valore somma trovato è quella dei clorobenzeni e che gli insetticidi organoclorurati (i più tossici) e i composti organo-alogenati o sono inferiori al limite di rilevanza del metodo analitico utilizzato o, quando presenti, sono comunque molto bassi (inferiori a 10 µg/kg s.s.).

Particolare attenzione è da riservare alla valutazione dei risultati ottenuti per diossine e furani (PCDD, PCDF), sia perché in tutti i terreni ne è stata riscontrata la presenza sia per la maggiore tossicità che caratterizza tali composti rispetto agli altri inquinanti ricercati. I valori somma rilevati per PCCD/PCDF sono risultati compresi nel range 0,2-4,8 ng tossicità equivalente/kg

TABELLA 2 - Valori medi (1) dei contaminanti organici nei terreni dopo 18 anni di trattamenti

Trattamento (2)	AOX (mg/kg s.s.)	LAS (mg/kg s.s.)	DEHP (mg/kg s.s.)	NPE (mg/kg s.s.)	PAH (mg/kg s.s.)	PCB (mg/kg s.s.)	PCDD/F (ng TE(3)/kg s.s.)
N0	0,010	n.r. (4)	0,20	n.r.	n.r.	n.r.	1,24
L1	0,014	n.r.	0,34	n.r.	n.r.	n.r.	1,10
D1	0,013	n.r.	0,60	n.r.	n.r.	n.r.	1,12
C1	0,014	n.r.	0,23	n.r.	n.r.	n.r.	1,20
L2	0,016	n.r.	0,30	n.r.	n.r.	n.r.	1,06
D2	0,016	n.r.	0,17	n.r.	n.r.	n.r.	1,42
C2	0,017	n.r.	0,43	n.r.	n.r.	n.r.	1,10
N0	0,010		0,20				1,24
Media L, D, C	0,015		0,35				1,17
Significatività	n.s. (5)		n.s.				n.s.
Media 1	0,014		0,39				1,14
Media 2	0,016		0,30				1,19
Significatività	n.s.		n.s.				n.s.
Media L	0,015		0,32				1,08
Media D	0,015		0,39				1,27
Media C	0,016		0,33				1,15
Significatività	n.s.		n.s.				n.s.
Limiti dlgs 3-4-2006, n. 152			10		10	0,06	10

(1) Media di 9 valori, i dati inferiori ai limiti di quantificazione sono stati assunti uguali a zero. (2) N0 = testimone non concimato con azoto; L1 e L2 = fango liquido dose 1 e dose 2; D1 e D2 = fango disidratato dose 1 e dose 2; C1 e C2 = fango compostato dose 1 e dose 2 (dose 1 = 5 t s.s./ha/anno, dose 2 = 10 t s.s./ha/anno). (3) Tossicità equivalente. (4) n.r. = non rilevabile (nella fattispecie non quantificabile). (5) n.s. = non significativo. Limiti di quantificazione (LOQ): LAS: 1 mg/kg; NPE: 0,01 mg/kg; PAH: 0,04 mg/kg; PCB: 0,01 mg/kg.

s.s. e sono quindi inferiori al limite normativo per i suoli (fissato a 10 ng tossicità equivalente/kg s.s.).

Anche per questi composti non sono risultate differenze tra i diversi trattamenti, con e senza fanghi. L'analisi delle frequenze percentuali delle concentrazioni di PCDD/PCDF ha messo invece in evidenza marcate differenze tra i tre appezzamenti che costituiscono l'impianto della prova (grafico 2). Le concentrazioni più elevate sono state riscontrate nei terreni prelevati dall'appezzamento n. 1: il 38% dei campioni effettuati presenta valori superiori a 2 ng tossicità equivalente/kg s.s. (in 5 casi anche oltre 3). Relativamente all'appezzamento n. 2, nessuno dei valori somma trovati per PCCD/PCDF supera i 2 ng tossicità equivalente/kg s.s. Nell'appezzamento n. 3 solo un campione ha superato la soglia di 1 ng tossicità equivalente/kg s.s.

Buone possibilità di utilizzo

Recentemente sono stati ipotizzati nuovi rischi sanitari e ambientali, collegabili all'impiego in agricoltura dei fanghi di depurazione, per il loro contenuto di composti organici nocivi.

L'analisi di terreni trattati con fanghi urbani per 18 anni consecutivi, nell'ambito della prova agronomica in corso nel Ravennate, non ha fatto rilevare effetti dovuti ai fanghi sulle concentrazioni nel suolo di diverse classi di contaminanti organici già considerate nelle più recenti disposizioni normative (AOX, DEHP, LAS, NPE, PAH, PCB, PCDD/PCDF).

Tale mancata evidenza riveste notevole interesse al fine di supportare la validità dei fanghi per l'impiego agronomico, anche perché le concentrazioni dei contaminanti organici rilevate nei suoli della prova sono risultate assimilabili a quelle già determinate per altri terreni agrari e in linea con i livelli di fondo riportati da altri studi a livello europeo (Capuano *et al.*, 2005; Schmid *et al.*, 2005). L'eterogeneità stessa delle concentrazioni, che nel caso specifico delle diossine contraddistingue anche i replicati degli stessi trattamenti fertilizzanti, suggerisce che probabilmente altre fonti di contaminazione (traffico stradale, presenza di zone industriali) ne abbiano influenzato la storia. In ogni caso, l'utilizzo agronomico dei fanghi non può prescindere dal pieno rispetto delle condizioni imposte dalle norme, compresa la verifica dei livelli di contaminazione organica e, come per ogni altro concime, dalla precisa considerazione dei fabbisogni colturali e delle migliori epoche e tecniche di distribuzione. Si possono così ottenere, come testimoniato dai risultati delle verifiche agronomiche presentate anche su questa rivista (Mantovi *et al.*, 2005 e 2007), ottime rese delle colture, accompagnate da incrementi delle dotazioni di sostanza organica ed elementi della fertilità nel terreno.

Paolo Mantovi, Daniela Sassi

Crpa-Reggio Emilia

p.mantovi@crpa.it

Guido Baldoni

Dipartimento di scienze e tecnologie agroambientali (Dista) - Università di Bologna

Lamberto Dal Re

Azienda agraria sperimentale

«Mario Marani», Ravenna

Si ringrazia per la collaborazione Marco Trevisan della Sezione di chimica vegetale dell'Istituto di chimica agraria e ambientale dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza.



Per consultare la bibliografia:

www.informatoreagrario.it/rdLia/081a31_3609_web

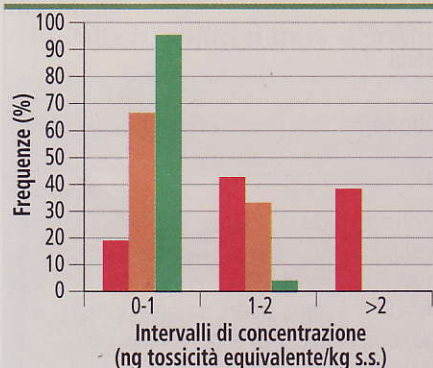


GRAFICO 2 - Concentrazione di PCCD e PCDF

Le frequenze percentuali delle concentrazioni di PCCD e PCDF risultano molto diverse tra i tre appezzamenti ma non fra trattamenti con e senza fanghi.