

G. ZICARI¹, V. SOARDO²,
D. RIVETTI³

La gestione delle deiezioni zootecniche: il rischio chimico

PROGRESS IN NUTRITION
VOL. 15, N. 2, 81-89, 2013

TITLE

The management of livestock
manure: chemical risk

KEY WORDS

Livestock manure, metal,
fertilization, water, hormone,
nitrogen, antibiotic.

PAROLE CHIAVE

Deiezioni zootecniche, metalli,
fertilizzazione, acqua, ormoni,
azoto, antibiotici

Summary

The agronomic spreading of livestock manure is almost exclusively carried out considering the nitrogen and a few other crop nutrients such as phosphorus and potassium. The contaminants that can be found in manure are different: pathogens, drug residues, heavy metals such as copper and zinc. These could lead to contamination of water, soil and food. In some areas, due to the presence of farms, the probability of increasing the risks to health and the environment increase. The contribution of manure, such as to distribute the maximum amount of nitrogen fixed by the regulations, may result in increased concentrations of unwanted substances at levels higher than those naturally present in soil and water. It is estimated that in Piedmont, for every 10,000 square meters of agricultural land, we have the availability of manure derived from 2 cows, 3 pigs, 22 chickens and 700 kg of compost from municipal solid waste and up to 200 kg of sludge from wastewater treatment. Still to be added chemical fertilizers and digested by anaerobic fermentation also using the dedicated crops such as corn. In this paper we examine some risks of chemical and preventive measures are proposed.

Riassunto

Lo spandimento agronomico delle deiezioni zootecniche è attuato considerando quasi esclusivamente l'apporto di azoto e di pochi altri nutrienti per le colture come il fosforo ed il potassio. I contaminanti che si possono trovare nei reflui zootecnici sono però diversi: agenti patogeni; residui di medicinali; metalli pesanti quali rame e zinco. Questi potrebbero determinare una contaminazione di acqua, suolo e alimenti. In alcuni territori, a causa dell'elevata presenza di allevamenti intensivi (senza terra), la probabilità di aumentare i rischi per la salute e l'ambiente aumentano. L'apporto di deiezioni zootecniche tali da distribuire la massima quantità di azoto stabilita dalla normativa può comportare un aumento delle concentrazioni di sostanze indesiderate a livelli superiori a quelle naturalmente presenti nel suolo e nelle acque. Si può stimare che in Piemonte, per ogni 10.000 metri quadrati di suolo agricolo, si ha la disponibilità di deiezioni derivanti da 2 bovini, 3 suini, 22 polli e 700 Kg di compost da rifiuti solidi urbani (cioè la frazione organica prodotta da 5-7 persone in un anno) e fino a 200 Kg di fanghi dalla depurazione di acque reflue. A queste matrici vanno ancora aggiunti i concimi chimici ed i digeriti dalla fermentazione anaerobica che usano anche le colture dedicate come il mais. In questo lavoro si esaminano alcuni rischi di tipo chimico e sono proposte misure preventive.

¹Health service consultant and
corresponding author.

²Medical doctor Head of SIAN,
Asti Hospital.

³Director Prevention Department,
Asti Hospital.

Address for correspondence:

Giuseppe Zicari, PhD, Sanitary consultant,
Alessandria, Italy,

E-mail: giuzic@tin.it;

web: <https://sites.google.com/site/zicari73/home>

Lo spandimento agronomico di matrici come le deiezioni zootecniche, o del compost che deriva anche da reflui zootecnici, è attuato considerando quasi esclusivamente la concentrazione di azoto e di pochi altri nutrienti come il fosforo ed il potassio. Per l'azoto sono stati stabiliti dei limiti massimi con l'obiettivo di tutelare l'ambiente e soprattutto le acque. Molti territori agricoli, tra cui più di un quarto della Superficie Agricola Utilizzabile in Piemonte, sono stati classificati vulnerabili all'azoto in quanto le acque presentano concentrazioni pericolose di nitrati. Pertanto sono state fissati due valori limite sulle quantità di azoto da poter distribuire per anno in un ettaro di superficie: 340 Kg/N/ha/anno per i territori considerati non vulnerabili e 170 Kg/N/ha/anno per i territori considerati già compromessi. L'utilizzo del solo parametro "concentrazione di azoto" nei concimi organici come le deiezioni zootecniche non fornisce garanzie sanitarie sufficienti, in quanto molti altri composti possono essere pericolosi per l'ambiente e la nostra salute. L'apporto di deiezioni zootecniche tali da distribuire 340 Kg/N/ha/anno o anche 170 Kg/N/ha/anno può comportare un aumento delle concentrazioni di sostanze indesiderate a livelli superiori a quelle naturalmente presenti nel suolo. Questo è il problema degli allevamenti senza terra che sono la gran parte di quelli intensivi. Nel

lungo periodo può essere previsto un rischio di bioaccumulo nella catena alimentare e di tossicità nel suolo e nelle acque. Per la programmazione dei piani di spandimento agricolo bisognerebbe valutare con maggiore attenzione questi rischi.

La migliore pratica agricola suggerisce di distribuire in campo le dosi di deiezioni strettamente necessarie all'integrazione di nutrienti alla coltura evitando di eccedere. Lo spandimento dovrebbe essere preceduto dalla progettazione di un piano di utilizzazione agronomica. Si potrà redigere un bilancio della sostanza organica che dovrà considerare le quantità di nutrienti presenti nel suolo, quelle lasciate dalla coltura antecedente, quelle cedute dall'atmosfera e quelle stimate essere necessarie alla coltura programmata. Non dovrebbe, quindi, essere limitato alla sola stima delle quantità massime previste per l'azoto da norme sulla tutela delle acque.

L'azoto che è il parametro più utilizzato per programmare le concimazioni costituisce un rischio, ad esempio per le acque che possono ricevere il 30% dell'azoto distribuito in campo. La quantità dispersa nell'ambiente sarà in funzione di diversi fattori quali il carico organico del suolo, la tipologia di suolo e di coltura, la modalità di spandimento, il clima e le piogge. I nitrati derivati possono contaminare le acque utilizzate anche per scopi potabili con i conseguenti problemi. A parità di

quantità di azoto fornito all'anno per ettaro, le quantità di azoto che contamineranno le acque saranno superiori se prevarranno le forme più mobili come l'ammoniaca.

35 t/ha anno di letame bovino corrispondono a circa 255 Kg di azoto per ha all'anno e sono la quantità che può essere prodotta da una mucca da latte. La frazione di azoto che si perde è in relazione esponenziale con le quantità di azoto fornite. Al superamento dei 100 Kg di azoto per ettaro all'anno la velocità di perdita dell'azoto aumenta rapidamente con una funzione esponenziale (1). Proprio per questo motivo, in alcuni Paesi come la Svezia, è permesso l'uso del letame prodotto da una mucca solo se si hanno a disposizione 1,6 ha.

Si rischi di sottovalutare i seguenti aspetti:

- non tutta la superficie agricola è disponibile all'utilizzazione agronomica e, comunque, solo in alcuni periodi dell'anno;
- trasportare le deiezioni zootecniche è anti-economico ed ha effetti negativi proporzionali alle distanze percorse (es.: emissioni di gas clima-alteranti).

I metalli

Un problema correlato allo spandimento delle deiezioni è il rilascio nel terreno di sostanze chimiche contaminanti come, ad esempio, i

metalli. Questi a basse concentrazioni costituiscono nutrienti per i vegetali (boro, zinco, rame, nickel), ma a concentrazioni superiori diventano fitotossici. Quindi, i problemi che ne possono derivare sono i seguenti:

- accumulo nel suolo di sostanze contaminanti con effetti fito-tossici (ad esempio da zinco) ed effetti nocivi sugli organismi del suolo;
- bioaccumulo di sostanze inquinanti in organismi vegetali ed animali con rischi per la catena alimentare e contaminazione delle acque. Ad esempio, spinaci, orticole a foglia e colture per foraggio accumulano cadmio: 0,5 mg/Kg è considerata una concentrazione soglia per il cadmio

nei vegetali destinati all'alimentazione animale.

Bisogna considerare che piante e terreni diversi reagiscono diversamente alle stesse concentrazioni di metalli.

Come per molti altri parametri, attualmente non esiste una regolamentazione relativa alle concentrazioni massime ammissibili di metalli pesanti nei reflui zootecnici, usati tal quale o dopo stoccaggio o dopo digestione anaerobica. Però esistono dei limiti per il compost (può derivare anche da deiezioni zootecniche) e per i fanghi da depurazione utilizzati in agricoltura. Nella Tabella 1 sono riportate le concentrazioni previste dalle seguenti norme:

- La Decisione della Commissione n. 2006/799/CE, del 3 no-

vembre 2006 che istituisce criteri ecologici aggiornati e i rispettivi requisiti di valutazione e verifica per l'assegnazione di un marchio comunitario di qualità ecologica agli ammendanti del suolo (l'applicazione di questa norma è volontaria e consente l'attribuzione del marchio europeo eco-label al compost);

- Il Decreto Legislativo 29 aprile 2006, n. 217, "Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 141 del 20 giugno 2006, Supplemento Ordinario n. 152, (Allegato 2);
- La Delibera della Giunta Regionale della Lombardia del 16/04/2003 n. 7/12764, Linee guida relative alla costruzione ed

Tabella 1 - Concentrazioni massime dei metalli regolamentate per il compost e per i fanghi da depurazione.

Metalli ppm	Concentrazione massima su sostanza secca prevista dal D.Lgs. 217/2006 (compost)	Concentrazione massima su ss prevista dalla Decisione 2006/799/CE (ecolabel ammendanti)	Concentrazione massima su sostanza secca prevista dalla Regione Lombardia da non superare in nessun caso per il compost in agricoltura (DGR n. 7/12764 del 2003)*	Concentrazione massima su ss prevista dal D.Lgs. 99/1992 (fanghi di depurazione)
Cadmio	1,5	1	4	20
Mercurio	1,5	1	5	10
Nichel	100	50	150	300
Piombo	140	100	300	750
Rame	150	100	400	1000
Zinco	500	300	1500	2500

*Il compost che non supera questi valori ma supera quelli previsti dal D.Lgs. 217/2006 può essere utilizzato in agricoltura previa autorizzazione (Provincia) e nella quantità massima di 10 t/ha di sostanza secca.

all'esercizio degli impianti di produzione di compost (S.O. BUR n. 20 del 13/5/03). Si osservi che i limiti previsti da questa regolamentazione superano quelli prescritti dalla norma nazionale, pertanto non potrebbe essere applicata per il principio che le norme locali non potrebbero essere più permissive di quelle nazionali o europee;

- Il Decreto Legislativo del 27 gennaio 1992, n. 99, Attuazione della Direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura; GU n. 038 Suppl. Ord. del 15/02/1992.

Nelle Tabella 2 sono riportati i risultati relativi alla misurazione di alcuni metalli effettuata nel liquame bovino (2).

Le concentrazioni nelle deiezioni zootecniche possono essere superiori a quelle previste dalle norme per il compost anche perché alcuni metalli sono aggiunti nella dieta (es.: zinco per i suini). Quindi, le deiezioni dei bovini o dei suini possono non rispettare i requisiti richiesti da norme per il compost che può derivare da raccolta differenziata di rifiuti solidi urbani e da deiezioni zootecniche. Inoltre, le quantità distribuite calcolando il solo parametro azoto, possono facilmente apportare quantità di metalli superiori a quelle naturalmente presenti nel suolo.

Un lavoro attuato in Svezia ha misurato le concentrazioni residue nel suolo prima e dopo lo spandimento di diverse matrici, i cui risultati sono riportati nella Tabella 3 (3). Le quantità distribuite sono 7 volte in-

feriori a quelle che realmente possono essere distribuite in campo, se si fa riferimento al parametro azoto: 50 Kg/N/ha/anno contro 340 Kg/N/ha/anno. Utilizzando questa bassa quantità di apporto di deiezioni le concentrazioni di metalli non sono variate.

La gestione dello spandimento in campo dovrebbe porre maggiore attenzione al rischio chimico ed al conseguente prevedibile bioaccumulo. La programmazione degli spandimenti dovrebbe valutare i cambiamenti che possono essere generati nel lungo periodo sulle caratteristiche chimiche del suolo, ad esempio, per i seguenti parametri: Ni, Cd, Pb, Mg, Mn, Hg, Zn, Cu, Fe, Cr. Purtroppo, le sostanze potenzialmente pericolose che possono essere distribuite con le deiezioni zootecniche non sono solo i metalli. Inoltre, fertilizzanti diversi hanno, a parità di concentrazioni di azoto, differenti concentrazioni di metalli anche di un fattore 10 o maggiore. Pertanto i piani di concimazione dovrebbero tenere conto di questi apporti al suolo ed all'ambiente.

Antibiotico resistenza

Il fenomeno dell'antibiotico-resistenza consiste essenzialmente in un adattamento evolutivo dei batteri di fronte all'uso degli antibiotici. L'elevato utilizzo di antibiotici in zootecnia ed in medicina veterina-

Tabella 2 - Concentrazioni massime dei metalli nel liquame bovino (2).

METALLI	Sulla sostanza secca (mg/kg ss; 6,7% ss)	Sul tal quale (mg/kg)
Cadmio	0,8	0,054
Ferro	5.668	340
Mercurio	1,5	0,2
Nichel	65,1	3,9
Piombo	5,2	0,3
Rame	98,5	5,9
Zinco	1.152	69
Sodio	4.763	292

ss : sostanza secca.

Tabella 3 - Quantità di metalli rilevate nel suolo prima e dopo 4 anni di spandimento di diverse matrici nelle quantità pari a 50 Kg di azoto ettaro all'anno (3).

Metalli	Suolo* (min-max in ppm/ss)	Suolo con letame bovino (ppm/ss)	Suolo con letame suino (ppm/ss)	Suolo con fanghi di depurazione (ppm/ss)
Cadmio	0,2-0,3	0,3	0,3	0,3
Nichel	20-29	23	23,1	23,4
Piombo	19-23	20	20,3	20,3
Rame	22-31	28,6	28,6	28,5
Zinco	82-98	98,8	99,4	99,2
Cromo	34-42	36,7	37,2	37,6

* Suolo in Svezia prima dello spandimento.

ss = sostanza secca; ppm = parti per milione.

ria, ma anche in terapia umana ha determinato la selezione di ceppi batterici resistenti, che si sono poi diffusi sia in comunità che a livello ospedaliero, creando così un problema di Sanità Pubblica.

La possibilità di diffusione dell'antibiotico resistenza dai microrganismi animali a quelli umani ed, in generale, la diffusione di questa capacità nell'ambiente è ormai nota da tempo. Antibiotico resistenze sono state ritrovate in microrganismi del suolo e di mammiferi in ambienti che teoricamente non hanno mai incontrato né l'uomo, né i suoi animali (4). Antibiotico resistenza è stata anche riscontrata nella flora microbica di feci di uomini che vivono in condizioni primitive e che sicuramente non hanno mai assunto antibiotici (5).

Pertanto la possibilità che l'utilizzo degli antibiotici negli allevamenti

amenti la probabilità di diffondere i fattori di antibiotico resistenza nell'ambiente e nei patogeni per l'uomo è ormai un fatto accertato. Di seguito si riportano alcuni risultati di ricerche scientifiche. Un potenziale agente zoonosico emergente, collegato a fenomeni di antibiotico-resistenza è rappresentato da un particolare tipo di *Staphylococcus aureus* meticillino resistente, il MRSA ST 398. Questo è risultato essere diffuso nella popolazione suina, ed in letteratura sono descritti alcuni episodi infettivi che documentano la trasmissione di tale patogeno dai suini ad un allevatore, ed anche da un allevatore alla propria moglie (6, 7).

Uno studio condotto negli Stati Uniti (dove è consentito l'utilizzo non-terapeutico degli antibiotici) nel 2006, ha rilevato la presenza di batteri antibiotico-resistenti fino a 150 m di distanza sottovento da un

allevamento intensivo di suini da riproduzione, facendo così ipotizzare una possibile esposizione da parte dei lavoratori e delle comunità vicine (8). Un progetto che ha monitorato la suscettibilità agli antibiotici nelle feci bovine, ma anche in polli e maiali in tutta Europa ha confermato l'elevata presenza di antibiotico resistenze e multi resistenze (9). Le multi resistenze sono la capacità di inibire l'effetto di più di 4 antibiotici contemporaneamente.

Le feci bovine, in questo lavoro (9), sono state testate per le resistenze agli antibiotici per *E. coli* e *Campylobacter*. In Italia il 98% di 189 campioni di feci bovine presentava antibiotico-resistenza. In Francia e Regno Unito il 100% di 21 e 99 campioni rispettivamente.

In Germania il 92% di 355 campioni presentava antibiotico resistenza per *E. coli*.

I *Campylobacter* presentavano una frequenza di antibiotico resistenza inferiore: il 14% di 27 campioni in Italia, il 66% di 126 campioni in Germania, il 50% di 36 campioni nel Regno Unito.

La *Salmonella* è stata testata nei polli e nei maiali ed ha registrato frequenze di antibiotico resistenze ancora più basse: al massimo l'8% di 31 campioni di maiali in Olanda ed il 13% di 75 campioni di polli in Francia.

Gli antibiotici testati in Italia per *E. coli* in feci bovine sono stati i seguenti, in parentesi si riportano le percentuali di antibiotico resistenze registrate su 189 campioni: Ampicillina (14%), Cefepime (0), Cefotaxime (0), Cloramfenicolo (5,3%), Ciprofloxacina (2,1%), Gentamicina (2,1%), Streptomina (15,3%), Tetraciclina (19,6%), Trimetoprim/Sulfametoxazole (8,5%). L'antibiotico resistenza registrata nei bovini in Italia è stata molto più alta di quella registrata in Francia, Germania e Regno Unito.

Per quanto riguarda le antibiotico resistenze rilevate per la *Salmonella* in polli e maiali per alcune molecole si è registrato il 100% di resistenza (es.: Tetraciclina nei maiali spagnoli).

Nel caso del *Campylobacter* nei bovini si è testata l'antibiotico resistenza alle seguenti molecole (in parentesi è indicata la frequenza di antibiotico resistenza registrata in 27 campioni di feci di bovini italiani): Ciproflo-

xacina (3,7%), acido Nalidixico (44%), Eritromicina (3,7%), Gentamicina (3,7%) e Tetraciclina (7,4%). Rispetto ad altri Paesi testati l'Italia ha registrato la più alta resistenza alla Gentamicina. Il Regno Unito ha registrato la maggiore frequenza di resistenza all'acido Nalidixico (64% di 36 campioni) ed Eritromicina (5,6% di 36 campioni), la Germania alla Tetraciclina (26% di 126 campioni).

La multi resistenza in *E. coli* è stata registrata nel 9,5% dei campioni di polli, nel 2,5% dei campioni di suini e nell'1% dei bovini testati in Europa. Alcune differenze nei dati rilevati nei diversi Paesi possono essere spiegate a causa del differente uso che viene fatto degli antibiotici. Ma sono ritrovate resistenze anche ad antibiotici come il Cloramfenicolo il cui uso è stato vietato in Europa da alcuni anni. L'uso degli antibiotici è quindi molto diffuso, tanto che solo nel 7% dei campioni di feci suine in Spagna è stato possibile riscontrare *E. coli*.

La presenza di alcuni antibiotici è dimostrato produrre l'effetto di aumentare la carica di determinati microrganismi nelle feci bovine come *Cryptosporidium* e *Campylobacter* (10, 11).

Quindi lo spandimento di deiezioni zootecniche aumenta sicuramente la probabilità di diffondere fattori utili per la sopravvivenza di alcuni microrganismi, generando un potenziale rischio per la nostra salute.

Gli ormoni steroidei rilasciati nell'ambiente

Gli animali, uomo compreso, rilasciano nell'ambiente con le feci e le urine ormoni steroidei in quantità tra 0,02 e 2,3 mg per animale al giorno (12). Questi ormoni direttamente o indirettamente, finiscono nell'ambiente (es.: deiezioni zootecniche e fanghi di depurazione usati come fertilizzanti). Un effetto che è stato misurato a seguito di questa distribuzione nell'ambiente è la femminilizzazione di maschi di pesci che può avvenire a concentrazioni di 1 ng/l. Gli ormoni steroidei non sono completamente degradati né dai trattamenti aerobici, né da quelli anaerobici finalizzati a produrre biogas. In particolare, nel letame bovino è possibile registrare tra 200 e 900 g/l, corrispondenti a 3,3-14,8 g/g sostanza secca di 17-estradiolo equivalente. Il trattamento anaerobico termofilo a 56°C (13) riduce queste quantità a 40-100 g/l. Quindi vengono immessi nell'ambiente e nelle acque dei quantitativi di ormoni che non sono stati degradati e che possono avere effetti sulla fauna selvatica, soprattutto quella acquatica.

La tutela delle acque

La contaminazione di acqua e suolo può essere causata dai reflui zootec-

nici, soprattutto se non correttamente gestiti, o anche da una scorretta gestione delle carcasse animali e di liquidi biologicamente infetti.

I contaminanti che si possono trovare nei reflui zootecnici sono sostanzialmente:

- nutrienti (nitrati e fosfati);
 - agenti patogeni;
 - residui di medicinali;
 - metalli pesanti quali rame e zinco.
- Questi potrebbero determinare una contaminazione di acqua e suolo ad esempio attraverso:
- fuoriuscite dei reflui da strutture di stoccaggio non adeguatamente costruite;
 - applicazione agronomica non corretta;
 - fenomeni di percolazione.

La popolazione potrebbe venire a contatto con tali contaminanti principalmente a seguito di:

- ingestione accidentale o contatto dermico durante l'utilizzo ricreativo delle acque; negli USA sono stati ben documentati casi di malattie generati da forti piogge che hanno trasportato le deiezioni in acque utilizzate per il nuoto (14);
- ingestione di acque sotterranee (pozzi) o superficiali;
- ingestione di vegetali freschi contaminati con l'irrigazione o la fertirrigazione;
- ingestione di alimenti che derivano da organismi che hanno bioconcentrato alcune sostanze.

Particolare attenzione viene rivolta dal mondo scientifico al problema

della contaminazione delle acque da nitrati. I Regolamenti Regionali 9/R del 2002 e 12/R del 2007, ad esempio, definiscono le aree vulnerabili da nitrati di origine agricola presenti nel territorio piemontese.

Dal punto di vista sanitario, la tossicità del nitrato è legata alla sua riduzione in nitrito che si verifica all'interno dell'organismo. Il consumo di acqua contenente elevate quantità di nitrati può provocare la metaemoglobinemia nei neonati; inoltre, per reazione dei nitriti con ammine secondarie ed ammidi provenienti dalla dieta, possono formarsi le nitrosammine, sostanze cancerogene che hanno come bersaglio il sistema gastrointestinale. I composti azotati possono essere ritrovati a concentrazioni pericolose nei vegetali. Altri possibili effetti, che richiedono ulteriori valutazioni, riguardano complicazioni durante la gravidanza, malformazioni neonatali, ipertiroidismo (15).

Con lo scopo di prevenire la contaminazione delle acque sono state definite delle zone di rispetto dai punti di approvvigionamento idrico a scopo potabile pubblico che prevedono una distanza superiore a 200 metri, e la distanza di 200 metri dai centri abitati. I nuovi allevamenti dovranno fornire informazioni relative alle falde presenti ed alle sue escursioni. Le zone operative dovrebbero essere impermeabilizzate in modo da ridurre possibili contaminazioni accidentali.

Bisogna prevedere la gestione dei percolati in modo da evitare la contaminazione di acque potabili. Le fasi di stoccaggio delle matrici organiche dovrebbero avvenire su superfici impermeabilizzate, dotate di eventuali sistemi di drenaggio e di raccolta delle acque reflue. Gli automezzi devono essere tenuti puliti in modo da prevenire la distribuzione nell'ambiente di odori e di materiale organico pericoloso. Le acque di lavaggio degli automezzi e dei sistemi di trasporto dovranno essere raccolte in apposite vasche e gestite come acque reflue. Può essere consigliato, per le sole acque reflue da piazzali di transito e manovra, la separazione delle acque di prima pioggia (i primi 5 mm), da avviare a recupero e depurazione, da quelle di seconda pioggia che possono essere recapitate a suolo o in corpi idrici superficiali.

Conclusioni

Per la maggior parte dei parametri, che costituiscono una frazione di quelli che potremmo considerare importanti per la valutazione del rischio igienico-sanitario nelle deiezioni (prodotti fitosanitari, medicinali veterinari, inquinanti ambientali, microrganismi), non esistono dei limiti alla distribuzione nell'ambiente. Allo stesso tempo è noto che possono essere re-

sponsabili di problemi ambientali e per la nostra salute, soprattutto nel lungo periodo (es.: diminuzione fertilità dei suoli, bioaccumulo nella catena alimentare ed inquinamento delle acque). Sarebbe consigliabile prevedere in futuro l'approfondimento degli effetti e la progettazione di sistemi di prevenzione e controllo anche per questi parametri.

Per ridurre la probabilità di variare le concentrazioni di metalli presenti naturalmente nel suolo, si potrebbe proporre di ridurre le quantità da apportare e quindi non considerare solo le concentrazioni di pochi parametri, principalmente l'azoto, per gestire gli spandimenti. I piani di concimazione dovrebbero valutare attentamente anche l'apporto dei vari contaminanti e le concentrazioni naturali del suolo o di sicurezza. Si potrebbero adottare delle soglie di sicurezza da non superare come multipli delle concentrazioni naturali del suolo.

Si evidenzia il caso del Piemonte dove gravitano oltre 14 milioni di animali tra cui bovini, suini ed avicoli. Le deiezioni zootecniche vengono utilizzate praticamente esclusivamente per fertilizzare i

suoli agricoli. Il censimento agrario del 2008 riporta la seguente ripartizione delle diverse zone relativamente ai quantitativi di azoto distribuibili in campo (Tab. 4).

Nel 2007 in Piemonte risultava una Superficie Agricola Utilizzata di poco più di un milione di ettari (<http://www.sistemapiemonte.it>), di cui circa:

- 506.000 ha a superfici seminabili (es.: mais e frumento);
- 236.000 ha a pascoli;
- 119.000 ha a risaie;
- 63.000 ha a boschi;
- 45.000 ha a vite;
- 26.000 ha a frutteti (di cui 19.000 ha frutta a guscio e 5.000 ha a pesche e percoche).

Le deiezioni zootecniche potranno, di fatto, essere distribuite solo in una parte della superficie disponibile in quanto non sono utilizzate, ad esempio, nei pascoli, nei boschi e nei suoli in pendenza. Inoltre non è economicamente conveniente né ambientalmente sostenibile trasportarle per lunghe distanze. Pertanto, in alcuni territori, le sole deiezioni zootecniche superano le possibilità di spandimento previste dalle buone pratiche agronomiche e dai principi per la tutela delle acque (azoto) e del suolo.

Ma nei suoli agricoli vengono distribuiti anche altri concimi. Alle deiezioni zootecniche vanno aggiunti i quantitativi di compost (digestione aerobica di rifiuti solidi urbani e fanghi di depurazione; in Piemonte nel 2003 ne sono state prodotte 352.000 t*, dati APAT), di fanghi (nel 2007 ne sono state prodotte 99.000 t di sostanza secca da impianti di depurazione di acque reflue**) e di fertilizzanti chimici. A queste quantità oggi vanno aggiunti i digeriti anaerobicamente per produrre biogas da colture dedicate come il mais che apporteranno un ulteriore carico organico ed inorganico. Pertanto le molecole organiche ed inorganiche che vengono distribuite, potenzialmente pericolose, in molti territori genereranno dei cambiamenti negativi, in quanto eccessivi.

* La concentrazione di azoto totale prevista per il Compost di qualità (marchio ECOLABEL; Regolamento n.1980 del 17/7/2000) non deve superare il 3% (espresso in peso) e il contenuto di azoto inorganico non deve superare il 20% dell'azoto totale (o azoto organico \geq 80 %).

** La produzione totale di fanghi provenienti dalla depurazione delle acque reflue urbane in Piemonte nel 2007 risulta essere di circa 99.900 t di sostanza secca, di cui 1.855 t sono stati utilizzati direttamente in agricoltura. In Piemonte vengono avviati agli impianti di compostaggio oltre la metà (54%) delle 99.900 tonnellate (di sostanza secca) di fanghi prodotte. La restante quantità prodotta in Piemonte viene avviata a smaltimento in discarica. http://www.regione.piemonte.it/agri/psr2007_13/dwd/natura_biodiversita.pdf http://ctntes.arpa.piemonte.it/Indicatori/tabellefigure/tab_12.15.pdf

Tabella 4 - Le aree agricole vulnerabili all'azoto in Piemonte

Piemonte 2008	Superficie ettari	N. aziende con terreni
Comprese in ZV	262.944,3	22.819
Esterne ZV	820.114,4	52.171

Se si effettua la seguente ipotesi, semplificando la situazione piemontese:

- solo il 50% della Superficie Agricola Utilizzabile può essere regolarmente concimata;
 - le aziende zootecniche sono uniformemente distribuite sulla superficie agricola utilizzabile, pertanto il trasporto delle deiezioni non costituisce un limite (ipotesi molto ottimistica);
 - potenzialmente per ogni 10.000 metri quadrati si ha la disponibilità di deiezioni derivanti da 2 bovini, 3 suini, 22 polli, 700 Kg di compost da rifiuti solidi urbani (cioè la frazione organica prodotta da 5-7 persone in un anno) e fino a 200 Kg di fanghi dalla depurazione di acque reflue. A queste matrici vanno ancora aggiunti i concimi chimici ed i digeriti dalla fermentazione anaerobica che usano anche le colture dedicate come il mais. Come già evidenziato, una parte (probabilmente più di un quarto) di questa superficie è già stata classificata con acque contaminate dai nitrati, per cui è considerata vulnerabile.
- Probabilmente, dato che in alcuni territori si dispone di un eccesso di materiale organico rispetto alle capacità di ricezione da parte dei suoli agricoli sarebbe opportuno operare scelte cautelative come:
- la riduzione dell'uso dei fanghi

- di depurazione che, generalmente, possono essere considerati più pericolosi delle deiezioni;
- il non utilizzo delle colture dedicate in impianti biogas che aumenta il carico di inquinanti da gestire a parità di capi allevati, anche del doppio se costituiscono il 40% della miscela in ingresso alla digestione anaerobica;
- la riduzione dell'utilizzo dei fertilizzanti chimici;
- il non utilizzo delle deiezioni di animali malati o di allevamenti a rischio di zoonosi.

Bibliografia

1. Kirchmann H, Johnston AEJ, Bergström LF. Possibilities for reducing nitrate leaching from agricultural land. *Ambio* 2002; 31 (5).
2. Zicari G. Tesi di Dottorato, 2010.
3. Oldare M, Pell M, Svensson K. Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste Management*, 2007.
4. Gilliver M, Bennet M, et al. Enterobacteria: antibiotic resistance found in wild rodents. *Nature* 1999; 233-4.
5. Cartelloni A, Bartelsi F, et al. High prevalence of acquired antimicrobial resistance unrelated to heavy antimicrobial consumption. *J Infect Dis* 2004; 189: 1291-4.
6. Pan A, Battisti A, Zoncada A, et al. Community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 infection, Italy. *Emerg Infect Dis* 2009; 15(5): 845-7.
7. Huijsdens XW, van Dijke BJ, Spalburg E, et al. Community-acquired

- MRSA and pig-farming. *Ann Clin Microb Antimic* 2006; 5:26.
- 8. Gibbs SG, Green CF, Tarwater PM, et al. Isolation of antibiotic-resistant bacteria from the air plume downwind of a swine confined or concentrated animal feeding operation. *Environ Health Perspect* 2006; 114(7): 1032-7.
- 9. Bywater R., Deluyker H, et al. An European survey of antimicrobial susceptibility among zoonotic and commensal bacteria isolated from food-producing animals. *J Antimic Chemoth* 2004; 54: 744-54.
- 10. Hutchison ML, Walters LD, Moore A, Crookes KM, Avery SM. Effect of length of time before incorporation on survival of pathogenic bacteria present in livestock wastes applied to agricultural soil. *Appl Environ Microb* 2004; 70: 5111-8.
- 11. Hutchison ML, Walters LD, Avery SM, Munro F, Moore A. Analyses of livestock production, waste storage, and pathogen levels and prevalences in farm manures. *Appl Environ Microb* 2005; 71: 1231-6.
- 12. Lange IG, Daxenberger A, et al. Sex hormones originate from different livestock production systems: fate and potential disrupting activity in the environment. *Anal Chem Acta* 2002; 473: 27-37.
- 13. Ermawati R, Morimura S, Tang Y, Liu K, Kida K. Degradation and behavior of natural steroid hormones in cow manure waste during biological treatments and ozone oxidation. *J Biosci Bioeng* 2007;103(1):27-31.
- 14. Riccobono R. Digestione anaerobica contro odori e batteri. *Informatore Zootecnico* 2008; 18.
- 15. Burkholder JA, Libra B, Weyer P, et al. Impacts of waste from concentrated animal feeding operations on water quality. *Environ Health Perspect* 2007; 115(2): 308-12.