

Sostenibilità ambientale dell'uso agronomico di residui dai processi zootecnici e agro-industriali

ALLEVAMENTO ZOOTECNICO E NECESSITÀ DI EQUILIBRIO CON IL TERRITORIO

Negli ultimi anni il settore agricolo ha subito profonde trasformazioni e ha modificato sostanzialmente i suoi rapporti con gli altri settori produttivi e soprattutto con i consumatori.

Infatti si è ora molto distanti dall'idea di un settore primario indispensabile per assicurare la produzione di sufficienti derrate alimentari che aveva animato il periodo del dopoguerra e aveva connotato la costituzione della Politica Agricola Comune negli anni '50.

Attualmente, l'apertura dei mercati, l'allargamento della Comunità Europea e la incrementata capacità produttiva hanno reso i prodotti alimentari largamente disponibili e, in molti comparti, si è dovuto ricorrere al contingentamento per ridurre le eccedenze.

Contemporaneamente è aumentata l'attenzione verso le modalità con cui il settore agricolo si relaziona con le componenti sociali e con il territorio.

Infatti, nel corso degli ultimi decenni il rapporto tra agricoltura e territorio è andato mutando in modo significativo. Infatti, fino alla metà del secolo scorso l'agricoltura aveva un ruolo predominante in termini sia di numero di addetti sia di produzione lorda vendibile e tutto il territorio era ben integrato con l'attività primaria che realizzava anche il ruolo di manutenzione del territorio. La ruralità era di fatto presente in tutti contesti compreso quello urbano.

L'evoluzione del secondario prima e del terziario poi, con tutte le conseguenze sull'apertura dei mercati e dei trasporti, ha provocato un distacco

* *Dipartimento Ingegneria Agraria, Università degli Studi di Milano*

significativo tra il settore primario e l'utilizzatore dei suoi prodotti e servizi. Ciò ha comportato il non riconoscimento del ruolo attuale di questo comparto da parte di una rilevante porzione della popolazione e in particolare da quella cittadina.

Al contempo sta crescendo l'esigenza di una maggior qualità e tracciabilità dei prodotti unita alla evidenza di una situazione ambientale non sostenibile senza adeguati interventi di recupero e tutela. Tale necessità è chiaramente espressa anche dal regolamento (CE) 1698/2005 sul sostegno allo sviluppo rurale.

A fronte di questa situazione, la maggior parte delle iniziative attivate al fine di riconciliare il settore rurale con quello urbano hanno avuto il presupposto di avvicinare il cittadino all'attività agricola sia in termini di sistemi di produzione, sia in termini di fruizione del territorio.

Se questo ha portato un aumento significativo della coscienza e conoscenza del ruolo del primario, non ha contribuito a integrare le diverse componenti del territorio.

Questa carenza è attribuibile principalmente a un approccio che è sempre stato visto in modo unidirezionale dalla città verso la campagna ponendo il cittadino come "visitatore" e fruitore di un ambiente non suo e in cui non si sente partecipe.

I concetti di multifunzionalità dell'agricoltura sono stati spesso interpretati come aspetti di polifunzionalità, cioè di funzioni diverse ma non integrate, portando a risultati interessanti dal punto di vista dei redditi, ma fallendo nel recupero dei valori di ruralità nella cultura della popolazione.

In questo quadro, il settore agricolo, pur percependo le indicazioni che arrivano sia dal mercato sia dalle nuove regole comunitarie, non dispone di strumenti adeguati e di indicazioni tecniche validate per l'introduzione degli aspetti di salvaguardia ambientale che coinvolgono l'attività produttiva in modo integrato.

Ne risulta la necessità di sviluppare dei modelli di applicazione delle numerose acquisizioni della comunità scientifica a livello sia nazionale sia internazionale che possano essere adottati nella filiera produttiva tipica della agricoltura lombarda. Infatti, le numerose indicazioni volte alla tutela ambientale e salvaguardia del territorio sono sempre state affrontate in modo frammentario e non risulta evidente la sostenibilità degli interventi con la conseguente difficoltà e diffidenza nella loro adozione da parte degli agricoltori che temono una riduzione dei redditi.

Infatti, il concetto di sostenibilità richiede che l'attività agricola:

- sia ambientalmente compatibile;

- sia conveniente dal punto di vista economico e mantenga/crei l'occupazione per le attività produttive e "ambientali";
- produca beni alimentari con la qualità attesa dai consumatori intermedi e finali;
- promuova i valori sociali e culturali delle comunità rurali.

Inoltre, non è presente una sufficiente conoscenza del ruolo dell'agricoltura nella salvaguardia ambientale, tutela del territorio e manutenzione del paesaggio. Risulta a questo proposito necessario diffondere tali aspetti non solo agli operatori agricoli ma anche alle altre componenti del territorio in modo da far riconoscere i benefici indiretti che un'agricoltura rispettosa trasferisce al territorio su cui opera.

Emerge nel contesto della multifunzionalità che la competitività delle imprese agricole va considerata in termini globali, come globale è l'offerta del settore; ne deriva che è appropriato discutere di competitività a livello di spazio rurale, in cui l'attività agricola multifunzionale si svolge, e affrontare tale problematica a livello di sviluppo rurale. Le ricerche condotte in Europa e in Italia nelle aree rurali dimostrano che le aree rurali di "successo" sono quelle nelle quali l'offerta del settore agricolo è appunto globale e sostenibile.

Si tratta di un processo difficile e oneroso che non può essere realizzato in modo indifferenziato su tutto il territorio. Il risultato può essere conseguito solo grazie a una maturazione culturale degli imprenditori agricoli che richiede tempi lunghi e un programma di azione coerente nel tempo che veda coinvolti tutti i soggetti, compresi i fruitori, che ruotano attorno al "sistema agricoltura".

È necessario, quindi, recuperare l'attività dell'azienda agricola nel settore primario nel suo ruolo multifunzionale e territoriale. Questo significa considerare l'azienda un sistema complesso in cui la produzione è uno degli aspetti ma non esaurisce le funzioni. Infatti, l'effetto dell'attività agricola non si esaurisce con la produzione (latte, carne, cereali, foraggi) che viene in parte re-impiegata e in parte venduta, ma si concretizza anche in esternalità positive o negative che riguardano l'interazione dell'azienda con il territorio in cui si colloca.

Sicuramente positive solo le azioni di manutenzione del paesaggio e di conservazione del territorio che sono implicite nell'attività agricola produttiva. Si pensi, a esempio, alla manutenzione dei canali irrigui, delle strade poderali, ma anche alla conservazione del patrimonio edilizio rurale. Tutto ciò va a contribuire alla connotazione del paesaggio, che qualifica un territorio con un beneficio per la collettività. Anche dal punto di vista più propriamente ambientale l'attività agricola può portare a effetti positivi sul mantenimento di una elevata biodiversità e della qualità del sito.

Al tempo stesso, l'agricoltura genera esternalità negative alcune delle quali attribuibili a un uso non corretto dei fattori di produzione.

Una di queste è legata al rilascio di nutrienti e fitofarmaci verso le acque superficiali e di falda che costituisce una delle forme dell'inquinamento diffuso di origine agricola. Tale fenomeno è strettamente legato alle modalità di esecuzione delle operazioni colturali e, per questo motivo, è quello per cui sono più facilmente individuabili le modalità di riduzione.

L'aumento dei rilasci peraltro deriva sempre da un disequilibrio tra le esigenze delle colture praticate e l'apporto di elementi nutritivi, anche se gli effetti non sono facilmente quantificabili e non possono essere generalizzati poiché dipendono da condizioni locali che comprendono numerosi fattori, di tipo pedologico, topografico, idrologico, gestionale.

Sulla base di queste considerazioni, risulta evidente come il rischio di rilascio di nutrienti sia direttamente proporzionale alla loro disponibilità nel terreno in una forma tale da poter essere trasportata verso le acque.

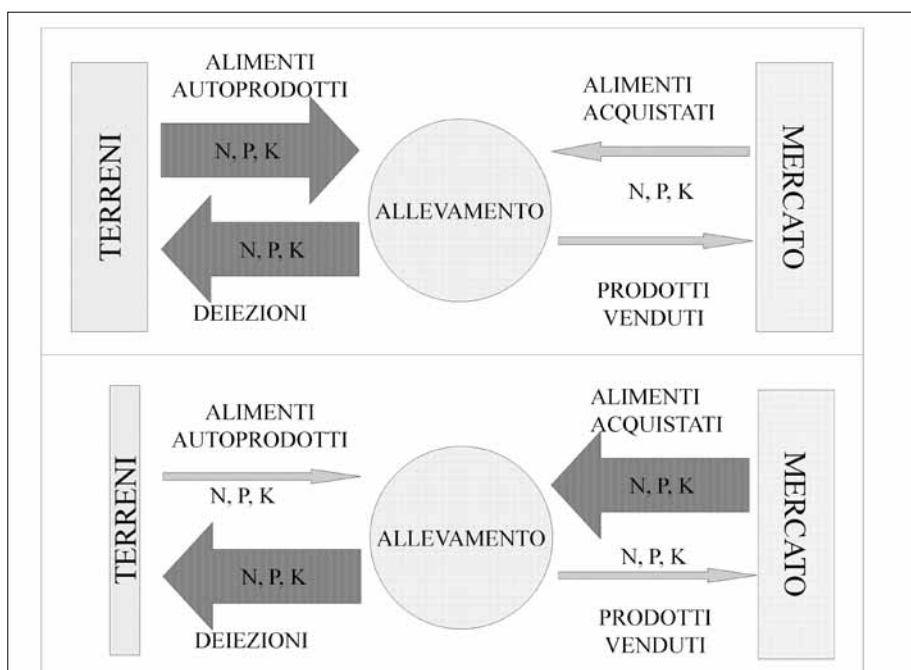


Fig. 1 Gli allevamenti sono in equilibrio con i terreni quando la quantità di elementi nutritivi che vengono asportati dalle colture è equivalente a quella prodotta con i reflui (sopra). Quando l'allevamento acquista dall'esterno la maggior parte degli alimenti, i reflui prodotti contengono elementi nutritivi in eccesso che aumentano il rischio di rilascio verso le acque (sotto)

Nel quadro delle attività agricole, la zootecnia viene considerata sicuramente quella su cui è necessario focalizzare l'attenzione in quanto potenzialmente più a rischio. Infatti, l'allevamento zootecnico pone alcune problematiche ambientali che derivano, sostanzialmente dal disequilibrio che si introduce nel sistema produttivo nel momento in cui l'acquisto di materie prime dall'esterno dell'azienda (alimenti) non viene compensato dai prodotti che vengono ceduti (carne, latte).

Questo disequilibrio si traduce nella produzione di effluenti di allevamento che costituiscono un valido fertilizzante, ma il cui apporto in elementi nutritivi ai terreni che li ricevono è spesso in esubero rispetto alle esigenze delle colture praticate. Da ciò deriva un rischio di rilascio dei nutrienti in eccesso e, quindi, un possibile inquinamento dell'ambiente (fig. 1).

INQUINAMENTO DA FONTI DIFFUSE

La situazione nelle aree ad agricoltura intensiva con elevato carico zootecnico risulta critica per quanto riguarda il rischio di inquinamento delle acque legato in particolare ai nitrati.

I principali fattori di rischio di inquinamento da nitrati di origine agricola, oltre a quelli rappresentati dalla concentrazione degli allevamenti e dal numero di capi allevati, sono così riassumibili:

- lo squilibrato rapporto tra i capi allevati, le superfici disponibili per lo spandimento degli effluenti prodotti e la capacità di assorbimento di nutrienti da parte delle colture praticate;
- l'andamento meteorico (che facilita il trasporto superficiale e la lisciviazione di nutrienti provenienti dal terreno, dagli effluenti di allevamento, dai fertilizzanti di sintesi);
- l'uso molto diffuso dei sistemi di irrigazione per scorrimento superficiale;
- l'applicazione di calendari di distribuzione degli effluenti non coerenti con i periodi di maggiore fabbisogno di elementi nutritivi da parte delle colture;
- il non adeguato dimensionamento dei contenitori per lo stoccaggio degli effluenti per far fronte ai periodi in cui è impossibile, ovvero proibita, la loro applicazione al suolo, ovvero la loro inidoneità (platee non impermeabilizzate, ecc.).

Il tipo di inquinamento che può essere generato dall'attività agricola e zootecnica è sia di tipo puntuale che diffuso. L'agricoltura, e l'allevamento zootecnico in particolare, sono spesso considerati come i principali responsabili dell'inquinamento diffuso.

Questo è in contrasto con la tradizione contadina che ha sempre considerato una “ricchezza” le deiezioni animali e non le ha mai valutate negativamente da un punto di vista ambientale.

I profondi cambiamenti introdotti nel sistema produttivo a partire dall'ultimo dopoguerra hanno portato, fra le altre cose, a una alterazione delle modalità di produzione e utilizzazione dei reflui zootecnici. In particolare, l'apertura dei mercati e la reperibilità di alimenti al di fuori del sistema produttivo aziendale ha consentito di svincolare l'allevamento dalla superficie coltivata, fino ad arrivare all'estremo dell'allevamento “senza terra”. In queste condizioni, la tendenza degli allevatori è stata quella di non considerare più i reflui come fonte di nutrienti, con la conseguente loro gestione non sempre corretta. Ciò ha portato l'agricoltura, e la zootecnia in particolare, a essere additata come maggiore responsabile dei fenomeni di inquinamento diffuso.

La risposta a questa problematica dal punto di vista normativo, a livello sia comunitario sia nazionale, è orientata verso la riduzione dell'impatto degli allevamenti zootecnici sull'inquinamento diffuso, con particolare riguardo a quello da nitrati, da raggiungere mediante il corretto utilizzo agronomico degli effluenti di allevamento.

L'aspetto più importante dell'inquinamento diffuso è che viene causato da eventi climatici non controllabili dall'uomo. I processi che influenzano il trasporto degli inquinanti verso le acque superficiali sono parte del ciclo idrologico (fig. 2). L'acqua presente in atmosfera sotto forma di vapore acqueo, ritorna sulla superficie della terra sotto forma di precipitazioni. La maggior parte di queste cade su mari e oceani; solo una piccola parte (circa il 20%) cade sulla terraferma. Queste sono le precipitazioni coinvolte nei fenomeni di inquinamento diffuso.

Quando la pioggia giunge al suolo, una parte evapora direttamente in atmosfera o viene intercettata dalla vegetazione. La parte rimanente raggiunge il terreno e può entrare nel suolo per infiltrazione. L'acqua continua a penetrare nel terreno fino a quando l'intensità con cui cade non supera quella che può essere accettata dal terreno. A questo punto, la pioggia in eccesso inizia a riempire i piccoli avvallamenti della superficie del terreno. Se la precipitazione continua a superare la capacità di infiltrazione, l'acqua comincia a fluire sulla superficie dando origine allo scorrimento superficiale.

Prendendo in considerazione i due elementi che intervengono direttamente nel processo di eutrofizzazione, azoto e fosforo, è importante ricordare che il loro rilascio nelle acque avviene indipendentemente dall'attività agricola ed è una componente del loro ciclo naturale.

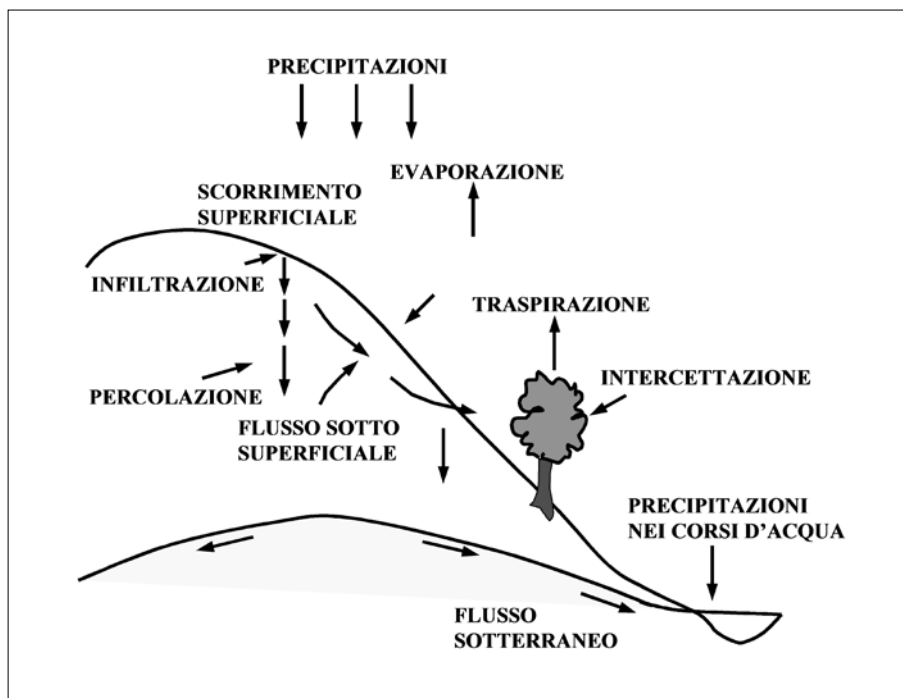


Fig. 2 Schematizzazione del ciclo idrologico (Magette, 1991)

Sicuramente le pratiche agricole possono accentuare significativamente questo rilascio fino a influenzare significativamente la qualità delle acque. Da questo punto di vista, l'elemento su cui è stata maggiormente concentrata l'attenzione è l'azoto, specialmente nella sua forma nitrica, in quanto estremamente mobile nel terreno e fonte di inquinamento delle acque superficiali e di falda (direttiva 91/676/CE). Peraltro, il rilascio di fosforo risulta altrettanto critico in quanto, come noto, fattore chiave dei fenomeni di eutrofizzazione.

A questo proposito, l'Agenzia europea dell'ambiente stima che il 50-80% dell'input totale di azoto nelle acque dell'UE sia di origine agricola, con variazioni a seconda degli stati membri, dei bacini idrografici e delle variazioni annue.

D'altra parte, azoto e fosforo sono, insieme al potassio, i macronutrienti per le piante che vengono coltivate e risultano pertanto dei mezzi tecnici di produzione essenziali per mantenere elevate le produzioni agricole e, in questo modo, garantire il reddito degli operatori del settore.

È da mettere in evidenza come un aumento del rilascio di nutrienti sia insito nel loro utilizzo come fattori di produzione, in quanto, da quando ven-

gono distribuiti, entrano a far parte del complesso meccanismo di interazione e trasformazione del sistema atmosfera/suolo/acqua.

L'aumento dei rilasci deriva sempre da un disequilibrio tra le esigenze delle colture praticate e l'apporto di elementi nutritivi, anche se gli effetti non sono facilmente quantificabili e non possono essere generalizzati poiché dipendono da condizioni locali che comprendono numerosi fattori, di tipo pedologico, topografico, idrologico, gestionale.

Sulla base di queste considerazioni, risulta evidente come il rischio di rilascio di nutrienti sia direttamente proporzionale alla loro disponibilità nel terreno in una forma tale da poter essere trasportata verso le acque.

Se l'apporto in elementi nutritivi ai terreni che li ricevono è in esubero rispetto alle esigenze delle colture praticate, ne deriva un rischio di rilascio dei nutrienti in eccesso e, quindi, un possibile inquinamento dell'ambiente.

Al fine di valutare i rilasci di nutrienti da fonte diffuse agricole, occorre identificare i fattori che influenzano il trasporto dei nutrienti verso le acque superficiali e sotterranee.

Questi possono essere suddivisi in fattori di carico, comprendenti quelli che determinano l'intensità delle fonti diffuse, e in fattori di trasporto che considerano le componenti in grado di regolare la mobilità degli elementi nutritivi nel suolo.

Due condizioni, infatti, devono essere soddisfatte affinché un elemento possa essere definito come potenziale inquinante:

- l'elemento inquinante deve essere presente in quantità e forma tali da poter essere rilasciato dal sistema suolo;
- un agente di trasporto deve essere presente cosicché l'inquinante si muova dal suolo verso le acque di raccolta.

I nutrienti possono arrivare nelle acque per ruscellamento superficiale, che porta all'immissione nel corso d'acqua degli elementi; fenomeno che si può verificare nel caso di condizioni avverse quale può essere uno spandimento in campo seguito da un periodo prolungato di piogge, o per drenaggio, ovvero passando attraverso il naturale "filtro" composto dalla granulometria del terreno, fino ad arrivare al corso d'acqua.

Il potenziale impatto ambientale del ruscellamento da terreni agrari riguarda in primo luogo il fosforo, poi l'azoto in forma nitrica e ammoniacale (si fa rilevare, però, che in parecchi casi il terreno agrario agisce da filtro, e che talvolta si registrano nelle acque di ruscellamento tenori di azoto minerale inferiori a quelli delle acque di pioggia); spesso anche i fitofarmaci possono essere veicolati nei corpi idrici di superficie dalle acque di ruscellamento.

EMISSIONI IN ARIA

Altre forme di emissione consistenti, sono ovviamente quelle gassose.

Le emissioni atmosferiche di natura zootecnica si originano in diversi punti del ciclo di produzione e di smaltimento dei reflui:

- all'interno degli edifici;
- durante le operazioni di allontanamento delle deiezioni dai ricoveri;
- nel corso dei trattamenti (stabilizzazione, stoccaggio);
- al momento del prelievo dai contenitori di stoccaggio e durante la distribuzione in campo;
- successivamente alle operazioni di spandimento, in particolare nelle prime ore che seguono tale operazione.

L'entità delle emissioni dai ricoveri dipende da diversi fattori così riassumibili:

- microclima (temperatura e umidità);
- densità degli animali;
- stato igienico della stalla;
- soluzione costruttiva (separazioni delle aree di riposo, defecazione, alimentazione; tipo di pavimentazione; tipo di asportazione dei reflui).

L'entità delle emissioni dagli stoccaggi dipende da:

- area esposta;
- presenza di coperture;
- geometrie dei contenitori (maggiori le esposizioni dei contenitori con elevate superfici libere);
- assenza /presenza di sistemi di trattamento (che possono aumentare la superficie a contatto con l'aria e quindi emettente);
- velocità dell'aria sopra lo stoccaggio e temperatura ambiente.

Tra le emissioni in atmosfera la sostanza sicuramente più consistente è rappresentata dall'ammoniaca, composto gassoso derivato dalla demolizione dell'urea e dell'acido urico contenuti nelle urine e da vari composti azotati presenti nelle feci. Anche altri gas quali il metano, l'anidride carbonica e il protossido di azoto sono significativamente presenti nelle emissioni dagli allevamenti.

Inoltre, la gestione degli effluenti negli allevamenti zootecnici comporta una significativa emissione di gas (ammoniaca, metano, protossido di azoto, ecc.) che sono nocivi per l'ambiente essendo gas che inquinano o che favoriscono l'effetto serra.

In particolare, l'emissione di inquinanti verso l'atmosfera, il suolo e le acque si riscontra nelle diverse fasi della gestione degli allevamenti zootecnici.

Infatti, nelle zone di stabulazione degli animali, in particolare dove permangono le deiezioni in fosse sottofessurate, si riscontrano emissioni di azoto in forma ammoniacale e di metano.

L'azoto ammoniacale è presente nelle deiezioni degli animali al momento della loro escrezione (il 40-65% dell'azoto escreto è ammoniacale). Successivamente la mineralizzazione della sostanza organica che deriva dalla degradazione microbica incrementa la quota ammoniacale dell'azoto presente nelle deiezioni fino a raggiungere il 75-80% di quello totale al momento della distribuzione in campo.

L'azoto ammoniacale si trova in forma disciolta nei liquami e tende a essere rilasciato in forma gassosa. Infatti, l'ammoniaca tende a spostarsi da zone ad alta concentrazione (deiezioni) a zone a bassa concentrazione (atmosfera).

All'interno dei ricoveri una elevata concentrazione di ammoniaca può essere percepita dal caratteristico odore pungente e provoca irritazioni e malessere sia agli addetti, sia agli animali. Ciò comporta seri rischi per la salute dei lavoratori e una riduzione delle performance degli animali.

Molto spesso le concentrazioni rilevate negli allevamenti di suini superano i valori ammissibili di 10 ppm fissati per l'esposizione continuativa da parte di uomini e animali. Inoltre l'effetto delle emissioni di azoto in forma ammoniacale hanno come detto un effetto negativo sull'ambiente in quanto in atmosfera questo composto è molto reattivo e può avere effetti diretti sulla vegetazione in prossimità delle zone di emissione (allevamenti).

La maggior parte dell'ammoniaca emessa ricade rapidamente sul territorio limitrofo al punto di emissione, intercettato dalla vegetazione, o depositandosi sul suolo o sulle acque. Una parte si combina con altri composti e può essere trasportata a lunga distanza, anche per centinaia di chilometri (fig. 3). La deposizione dell'ammoniaca può causare un danno diretto alla vegetazione, provocare squilibri negli ambienti naturali alterando gli ecosistemi, favorire i fenomeni di eutrofizzazione delle acque. Inoltre, può causare l'acidità dei suoli. Infatti, raggiunto il suolo l'ammoniaca viene trasformata in nitrati con reazioni che aumentano l'acidità del suolo. Quando questo aumento di acidità non può essere tamponato dal terreno, possono essere rilasciate delle sostanze tossiche che vengono poi trasportate nelle acque causando ulteriori fenomeni di inquinamento.

Le zone di stabulazione degli animali sono fonti anche di metano (CH_4) un gas ben noto per i suoi utilizzi come combustibile per il riscaldamento delle abitazioni, per la cottura degli alimenti e per autotrazione. Peraltro, il metano è uno tra i gas a effetto serra e, pertanto, le emissioni in atmosfera di questo gas devono, per quanto possibile, essere controllate.

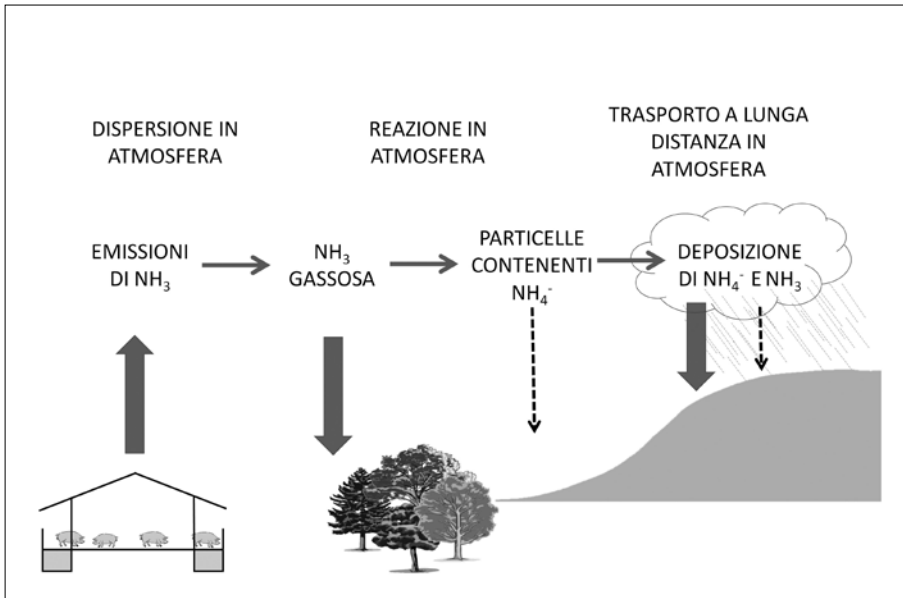


Fig. 3 L'ammoniaca presente nelle deiezioni volatilizza per poi ricadere a breve o lunga distanza causando fenomeni di inquinamento e acidificazione dei suoli

La produzione di metano deriva in parte dal metabolismo animale, nei processi digestivi. Questo processo prosegue nelle deiezioni a opera di microrganismi che si sviluppano in assenza di ossigeno. La produzione di metano è favorita quindi dallo stoccaggio delle deiezioni nelle fosse sotto fessurato e nelle strutture per lo stoccaggio degli effluenti.

In questa fase, oltre alla produzione di metano, continua la volatilizzazione dell'azoto in forma ammoniacale a cui si accompagna l'emissione di protossido di azoto (N_2O). Questo gas è anch'esso annoverato tra i gas a effetto serra e contribuisce all'arricchimento del contenuto in azoto dell'aria. Costituisce un prodotto delle trasformazioni di nitrificazione/denitrificazione che avvengono negli effluenti di allevamento durante lo stoccaggio, ma soprattutto nei terreni coltivati dopo la distribuzione di fertilizzanti azotati, sia organici sia minerali.

La volatilizzazione dell'ammoniaca viene favorita dalla agitazione dei liquami e dalla loro distribuzione con modalità che favoriscono la creazione di piccole gocce, con aumento della superficie di contatto tra liquido e atmosfera. È per questo motivo che l'operazione di distribuzione dei liquami con carri spandiliquame in pressione con piatto deviatore comporta una notevole emissione di questo gas rispetto a sistemi a bassa pressione o che prevedono l'interramento dei reflui.

Infine, gli effluenti di allevamento che raggiungono il terreno sono soggetti a ulteriori trasformazioni e emissioni. Il processo di volatilizzazione dell'ammoniaca prosegue, soprattutto se il refluo viene lasciato in superficie. La trasformazione dell'azoto ammoniacale in nitrati e la loro successiva denitrificazione ad azoto molecolare ha come conseguenza la produzione di protossido di azoto, come precedentemente evidenziato.

NORMATIVE SULL'USO AGRONOMICO DEI FERTILIZZANTI ORGANICI

Le nuove normative introdotte a livello nazionale e regionale in applicazione della direttiva nitrati pongono la gestione dell'azoto come elemento centrale della sostenibilità ambientale dell'attività agricola. Uno dei limiti più significativi che derivano dalla "Direttiva Nitrati" (91/676/CEE), recepita a livello nazionale con il dlgs. 152/2006 e il DM del 4 aprile 2006, riguarda la quantità massima di azoto da effluenti di allevamento utilizzabile, che nelle zone vulnerabili viene fissata in 170 kg per ettaro e per anno. Parallelamente il decreto nazionale regola l'utilizzo dell'azoto anche nelle zone non vulnerabili fissando il tetto di utilizzo di quello di origine zootecnica a 340 kg per ettaro e per anno.

Inoltre, vengono poste limitazioni anche all'utilizzo di azoto minerale che deve essere distribuito in relazione alle esigenze delle colture e in vicinanza del momento di maggiore assorbimento da parte delle piante.

I provvedimenti normativi sollecitano gli imprenditori agricoli ad affrontare una corretta gestione dell'azoto al fine di limitare i rilasci verso l'aria, per volatilizzazione dell'ammoniaca, e verso le acque, per lisciviazione e ruscellamento dell'azoto presente nel terreno e non utilizzato dalle colture.

Queste perdite sono particolarmente elevate nella gestione degli effluenti di allevamento raggiungendo valori complessivi che superano l'85% dell'azoto escreto dagli animali (fig. 4).

Indipendentemente dalla rispondenza alle normative, l'aumento dell'efficienza dell'azoto zootecnico è un obiettivo che dovrebbe essere perseguito per due motivi principali. Il primo è che gestendo bene l'azoto zootecnico si può risparmiare sull'acquisto di quello minerale.

Infatti, attraverso l'attenta programmazione ed esecuzione della utilizzazione agronomica degli effluenti è possibile aumentare la quantità di azoto che viene utilizzato dalle colture, riducendo o annullando la necessità di integrazione minerale.

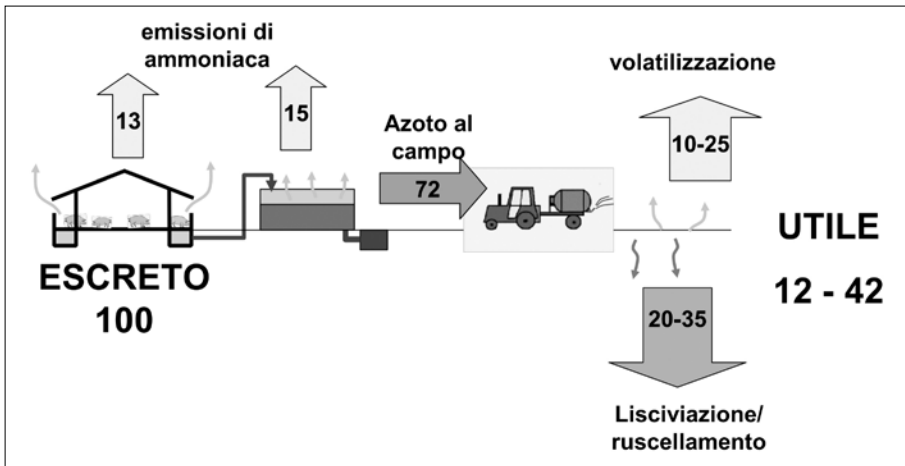


Fig. 4 L'azoto contenuto negli effluenti viene solo parzialmente utilizzato dalle colture

Con una gestione attenta, si possono ridurre significativamente le perdite e migliorare l'efficienza di utilizzazione. Aumentare del 10% la quota di azoto utilizzato significa risparmiare 1 centesimo di euro per litro di latte e 0,5 centesimi per kg di carne suina prodotta grazie alla riduzione dell'acquisto e distribuzione di concimi azotati minerali.

Il secondo motivo riguarda la necessità di garantire un apporto di azoto alle colture adeguato agli obiettivi di resa previsti. Infatti, la normativa prevede il contingentamento anche delle quantità di fertilizzanti minerali in base a un piano di concimazione. Inoltre stabilisce che l'azoto contenuto deve essere considerato completamente utilizzato dalle piante, cioè che l'efficienza sia pari al 100%, valore oggettivamente difficile da raggiungere. La poco attenta gestione dell'azoto zootecnico non può quindi essere compensata da un aumento delle quantità di azoto minerale e può comportare una riduzione delle produzioni.

Le tecniche per il contenimento delle perdite di azoto e per l'aumento dell'efficienza di utilizzo da parte delle colture sono ampiamente note e sono riconducibili alle Migliori Tecnologie Disponibili per la riduzione delle emissioni riportate anche nel D.M. 29-1-2007 che fornisce le linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per gli allevamenti.

Ad esempio, la distribuzione raso terra con incorporazione entro le 4 ore consente di aumentare del 20% l'azoto disponibile per le colture rispetto all'utilizzo del carrobotte con piatto deviatore. La scelta di un'ideale epoca di distribuzione può incidere per un altro 15-20%. Limitare l'esposizione

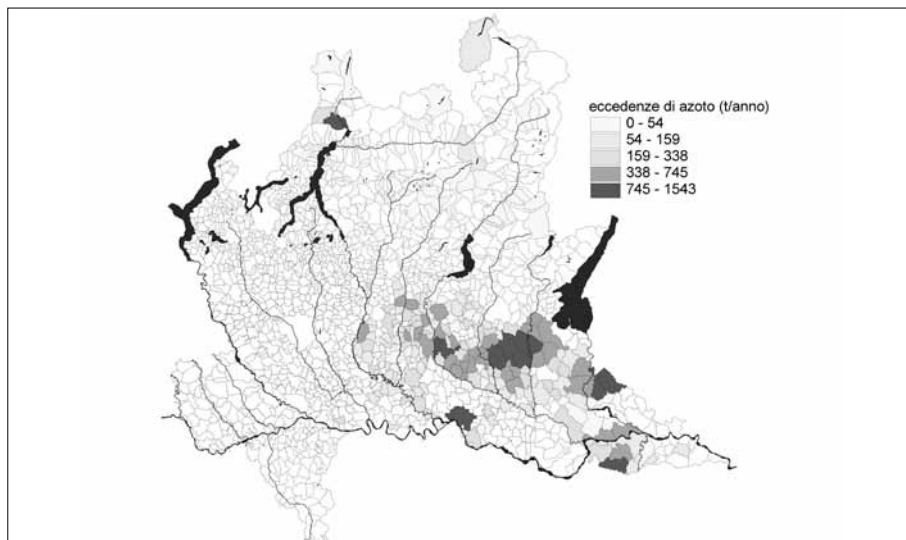


Fig. 5 *Classificazione dei comuni lombardi in relazione alle eccedenze di azoto prodotto sul territorio comunale in relazione alla superficie disponibile e ai vincoli normativi*

all'aria del liquame nelle zone di stabulazione e nelle vasche di stoccaggio può consentire una riduzione delle perdite del 10-15%.

Anche se la riduzione dei rilasci di azoto è un elemento importante per le aziende zootecniche, la preoccupazione attuale riguarda in molti casi l'adeguamento ai limiti normativi, soprattutto nelle zone vulnerabili. In particolare il vincolo dei 170 kg di azoto di origine zootecnica per ettaro colloca molte aziende in esubero e la densità zootecnica delle aree vulnerabili non consente di rientrare nei carichi consentiti attraverso la pratica della distribuzione degli effluenti sui terreni di aziende non zootecniche limitrofe.

Ciò è ben rappresentato dall'analisi delle eccedenze del carico di azoto di origine zootecnica rispetto alla superficie agricola utilizzata a livello comunale (fig. 5).

LA GESTIONE DELLE ECCEDENZE DI AZOTO

È necessario, quindi, che vengano individuate soluzioni che consentano di affrontare l'adeguamento alle normative mantenendo la sostenibilità anche economica delle aziende.

Si tratta, in altri termini, di valutare i possibili interventi modulandoli nelle diverse aree e condizioni aziendali sulla base dell'entità degli esuberi di azoto. Le soluzioni possono essere di tipo gestionale, nelle zone dove la ridi-

stribuzione degli effluenti sul territorio può essere sufficiente a riequilibrare i carichi di azoto.

Dove ciò non risulta possibile è necessario prevedere l'introduzione di tecnologie per la rimozione dell'azoto. In ogni caso, l'introduzione di soluzioni impiantistiche va attentamente valutata e orientata anche verso sistemi di gestione consortile e soluzioni di recupero energetico al fine di ridurne i costi di gestione.

In termini generali e senza la pretesa di individuare soluzioni che possano essere adatte alle diverse aree e alle variegate situazioni aziendali, si possono individuare alcuni modelli gestionali differenziati in base all'esubero di azoto rispetto ai limiti normativi, fermo restando che l'utilizzo di terreni in convenzione è la soluzione più sostenibile se le distanze da percorrere sono contenute.

Una soluzione per aziende che hanno eccedenze di azoto limitate (<30% del totale prodotto) può essere quella di effettuare una separazione dei solidi e trasporto del palabile in altra area. In questo caso, il volume contenuto e la maggior facilità di trasporto consente di rendere sostenibile la soluzione anche con distanze decisamente più elevate (100-150 km).

Quando la quantità di azoto in esubero rispetto ai limiti normativi supera il 30% sembra inevitabile ricorrere a un trattamento più o meno energico di rimozione dell'azoto.

Le tecniche utilizzabili a questo fine possono essere suddivise in due grandi categorie in relazione al metodo di rimozione dell'azoto: conservazione o dispersione.

Alcuni trattamenti infatti consentono di conservare l'azoto e trasformarlo in un prodotto minerale che potrebbe essere utilizzato come fertilizzante o dall'industria chimica. Altre tecniche prevedono la riduzione dell'azoto presente nelle deiezioni alla forma molecolare, gas inerte che compone per circa il 78% l'aria che respiriamo.

L'individuazione delle soluzioni tecnologiche da adottare deve avvenire in modo da rispondere alle esigenze delle singole aziende inserite nel loro contesto territoriale.

In ogni caso, nella valutazione delle alternative è indispensabile tener conto delle caratteristiche e delle prestazioni delle diverse tecniche.

SEPARAZIONE SOLIDO-LIQUIDO

Nei liquami zootecnici le sostanze minerali e organiche sono in parte disciolte e in parte sospese. La componente sospesa è costituita da particelle con diver-

sa granulometria. Il trattamento di separazione solido-liquido adotta tecniche per la rimozione di queste particelle in modo da rendere la componente liquida più facile da gestire, con minore formazione di odori e riduzione della formazione di sedimenti o crostoni nelle vasche di stoccaggio (fig. 6). La componente separata è palabile con un contenuto in solidi dell'ordine del 20-40%. Come detto, può essere trasportata in modo più agevole e distribuita sui terreni con un minor rischio ambientale rispetto ai liquami. Infatti, in questa frazione si concentra la maggior parte della sostanza organica. Di conseguenza anche l'azoto è presente principalmente in forma organica (60-80% dell'azoto totale). Il separato ha quindi caratteristiche ammendanti che lo rendono particolarmente adatto alle fertilizzazioni prima delle lavorazioni principali del terreno e utile per i terreni poveri di sostanza organica.

Le tipologie di separatori in commercio sono finalizzate al trattamento del liquame grezzo per migliorare la gestione dell'effluente. Sono sistemi meccanici che si basano, essenzialmente, sullo stesso principio: separare le particelle di dimensione superiore mediante il passaggio del liquame attraverso una superficie grigliata o forata. Le dimensioni dei fori o delle aperture definisce il grado di separazione che si ottiene. In genere questo è un compromesso tra la portata delle attrezzature, il rischio di intasamento e una buona efficienza di separazione.

La quantità di frazione palabile (fig. 7) che si ottiene non deve essere confusa con l'efficienza di separazione che rappresenta il rapporto tra la frazione di solidi, azoto, fosforo che viene separata e quella contenuta nel liquame in ingresso al trattamento. A parità di efficienza di separazione, i volumi di palabile possono variare notevolmente in relazione al contenuto in acqua del separato.

L'efficienza di separazione di tre tipologie di attrezzature è riportata in tabella 1; i dati riportati sono orientativi e possono variare notevolmente in relazione tipologia alle caratteristiche dell'effluente che viene avviato al trattamento. I liquami bovini hanno in genere un contenuto di solidi e una frazione di azoto organico più elevati.

La riduzione di volume dei liquidi che si ottiene è in genere modesta. Può diventare significativa (>10%) solo nel caso si utilizzi del liquame bovino con un contenuto di solidi rilevante (>5%).

La separazione ottenuta con queste attrezzature può essere utilizzata vantaggiosamente per motivi gestionali, ma non modifica il problema delle eccedenze di azoto prodotto se non di entità particolarmente contenute.

Per ottenere una separazione più efficiente dell'azoto è possibile utilizzare altre tipologie di separatori (centrifughe, nastro presse, flottatori, sedimenta-

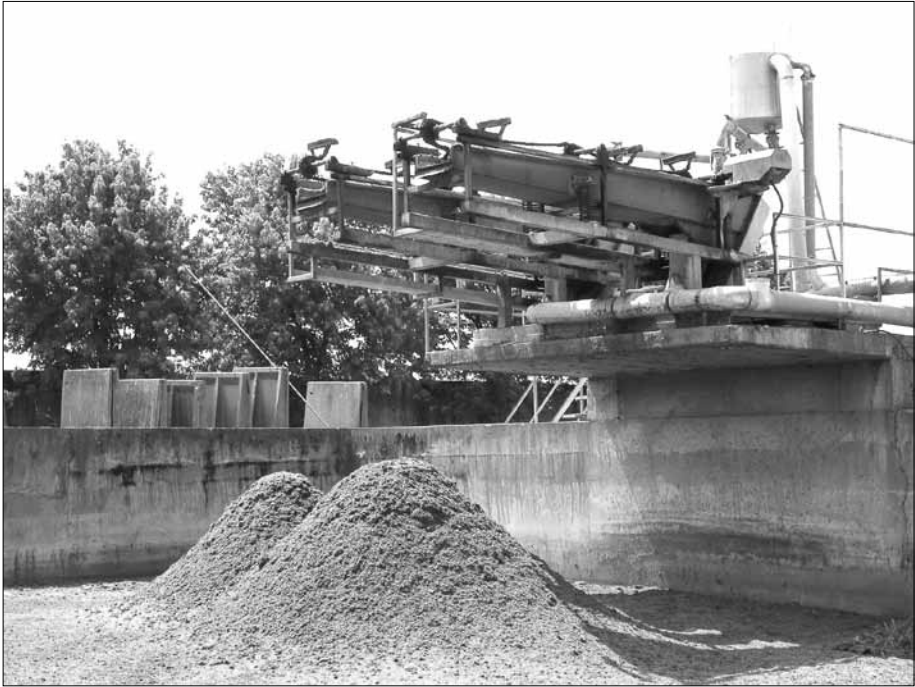


Fig. 6 Separatore solido-liquido a vite elicoidale

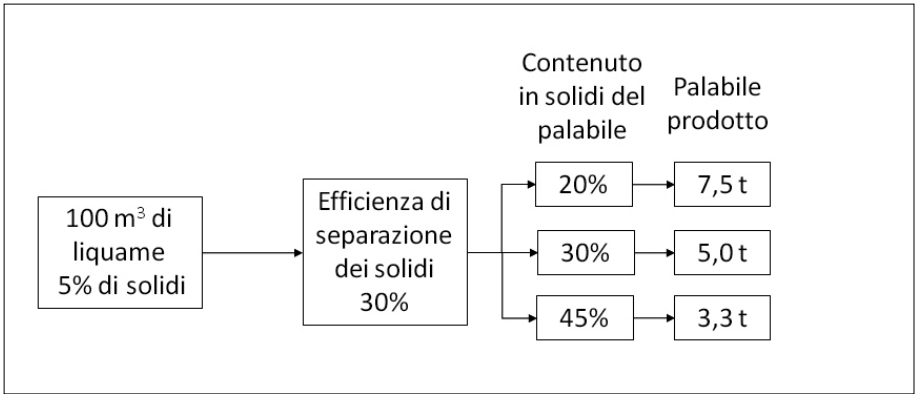


Fig. 7 Frazione palabile ottenibile attraverso la separazione solido-liquido di effluenti di allevamento

TIPO DI SEPARATORE	EFFICIENZA DI SEPARAZIONE (%)			COSTO €.m ⁻³
	solidi	N	P	
vagli	20-25	4-7	8-12	0,2-0,4
cilindrico	28-40	8-15	30-42	0,6-1,2
elicoidale	35-48	6-16	28-42	0,6-1,2

Tab. 1 *Efficienza di tre tipologie di separatore*

tori) che, grazie anche all'uso di additivi e di uso combinato di diverse attrezzature, possono consentire di separare fino al 25-30% dell'azoto contenuto nei liquami prodotti.

RIMOZIONE BIOLOGICA DELL'AZOTO CON RILASCIO IN ARIA DI AZOTO IN FORMA MOLECOLARE

È l'unico sistema che consente di ridurre l'azoto senza doverlo ulteriormente gestire.

A questa tipologia appartengono diverse tecnologie che hanno in comune alcuni elementi e la modalità di riduzione dell'azoto che viene portato alla forma molecolare e liberato in aria. Questo risultato viene ottenuto mediante due fasi: ossidazione dell'azoto in ambiente aerobico; successiva denitrificazione in ambiente anossico (assenza di ossigeno disciolto).

Il risultato di questo trattamento è una degradazione della sostanza organica che viene ossidata con la conseguente riduzione degli odori e la rimozione dell'azoto che può raggiungere rendimenti anche elevati, liberando in atmosfera fino al 70-80% dell'azoto in ingresso all'impianto.

Il trattamento vero e proprio viene spesso, ma non necessariamente, preceduto dalla separazione dei solidi e seguito dalla rimozione della biomassa in eccesso in uscita dall'impianto (fanghi di supero). Inoltre viene in alcuni casi prevista la rimozione del fosforo mediante precipitazione e sedimentazione. L'obiettivo del trattamento va dalla semplice riduzione del carico organico e azotato alla depurazione completa con scarico in acque superficiali.

Una interessante applicazione di questa tecnologia è costituita dai reattori SBR (Sequencing Batch Reactors). Questi sistemi di trattamento biologico a flusso discontinuo sono costituiti generalmente da uno o due bacini in cui hanno luogo i processi di ossidazione biologica e di sedimentazione. Le fasi del processo sono condotte in tempi diversi, variando ciclicamente le condizioni operative dell'impianto.

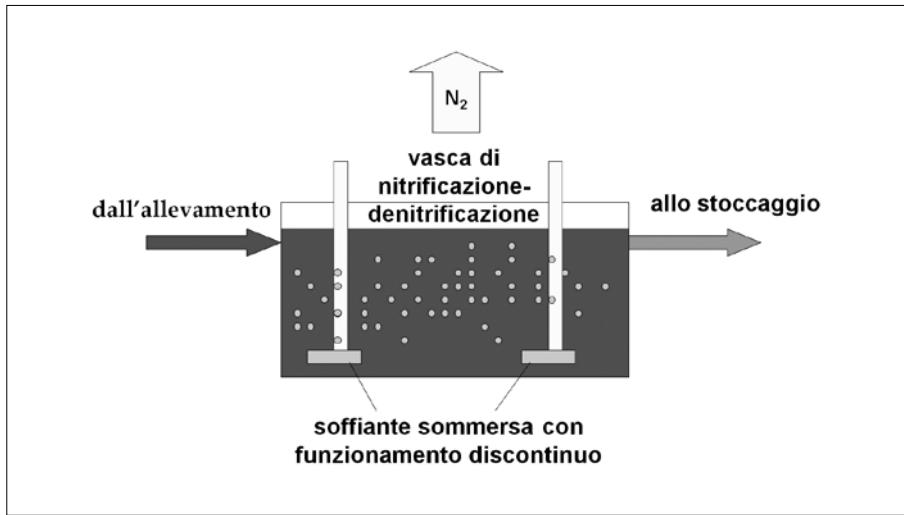


Fig. 8 Schema di un impianto semplificato di riduzione biologica dell'azoto

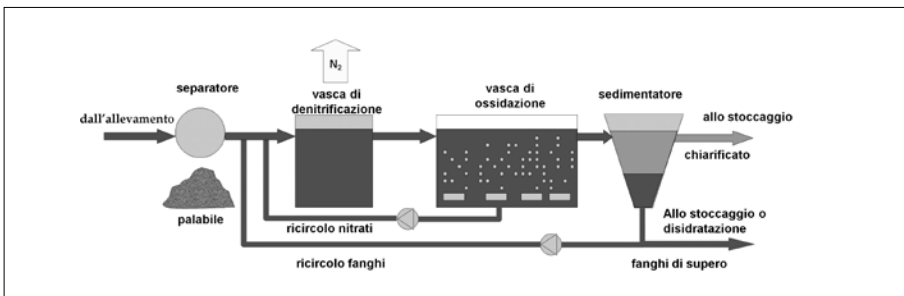


Fig. 9 Schema di un impianto per la rimozione biologica dell'azoto mediante nitrificazione-denitrificazione in vasche separate

La soluzione più semplificata consiste nell'alternare periodi di aereazione con periodi di stasi in una vasca dove viene convogliato il liquame tal quale. La produzione di fanghi è limitata perché il processo non è particolarmente spinto e fuoriescono con l'effluente (fig. 8).

La soluzione più articolata, prevede, oltre al separatore dei solidi grossolani, una fase di sedimentazione dell'effluente in modo da consentire un ricircolo dei fanghi biologici con il conseguente aumento della loro concentrazione nella vasca di trattamento.

L'effettuazione dell'aereazione in vasca separata rispetto alla fase anossica consente di ottenere efficienze di rimozione più elevate a fronte di una significativa complicazione impiantistica e maggior difficoltà di gestione (figg. 9 e 10).



Fig. 10 Vasca di ossidazione di un impianto per la rimozione biologica dell'azoto

Questa tipologia di trattamento è adatta per le aziende che non trovano altre soluzioni alla gestione delle eccedenze azotate. I costi elevati di investimento e di gestione rendono questi impianti molto onerosi e la loro scelta deve essere valutata in modo oculato e con un supporto tecnico qualificato.

ESTRAZIONE DI AZOTO IN FORMA MINERALE

Nelle tecniche conservative l'azoto e il fosforo vengono separati e concentrati in un prodotto che può essere facilmente trasportato e utilizzato al di fuori dell'azienda.

L'azoto negli effluenti è presente in forma organica (20-60%) e ammoniacale (40-80%). La frazione organica viene naturalmente degradata e tende, quindi a trasformarsi nella frazione ammoniacale non rimovibile con i normali sistemi di separazione. L'estrazione dell'azoto in una forma concentrata e riutilizzabile come concime minerale ha tre alternative: estrazione dell'ammonica come gas e successiva concentrazione come solfato ammonico liquido; precipitazione come sale ammonico; concentrazione mediante osmosi inversa.

Queste tecniche sono consolidate dal punto di vista del processo in quanto ampiamente utilizzate in altri settori, e sono commercializzate da alcune ditte, ma non sono ancora state pienamente sperimentate per il trattamento degli effluenti di allevamento. Un elemento comune è la preventiva separazione spinta dei solidi da effettuare prima del trattamento di estrazione. Questo produce una significativa quantità di materiale palabile che contiene il 20-35% dell'azoto degli effluenti in ingresso.

IL RUOLO DEL BIOGAS

Gli impianti di digestione anaerobica con produzione di biogas anche se non hanno effetto sul contenuto di azoto dei liquami possono fornire un importante contributo nella gestione degli effluenti di allevamento. Un primo aspetto riguarda le trasformazioni che avvengono in questo impianto che comportano una mineralizzazione dell'azoto che si trova, al termine della digestione, prevalentemente in forma ammoniacale. Inoltre, i liquami risultano stabilizzati e la formazione di odori notevolmente ridotta. Quindi, viene agevolata la gestione degli effluenti e favorita l'utilizzazione dell'azoto. Un secondo aspetto è relativo alla possibilità di utilizzare l'energia termica ed elettrica, prodotta da un cogeneratore azionato dal biogas prodotto, per il trattamento di rimozione dell'azoto. Questo può comportare una riduzione dei costi del trattamento stesso. Pertanto, l'utilizzo di impianti combinati per la rimozione dell'azoto e la produzione di energia possono fornire un'interessante soluzione anche se la loro adozione deve essere attentamente valutata sia per l'impegno tecnico della gestione dell'impianto, sia dal punto vista economico.

SOLUZIONI TERRITORIALI E CONDIVISE

La breve analisi delle problematiche legate alla gestione e riduzione dell'azoto di origine zootecnica mette in luce come le soluzioni percorribili anche se effettuate nelle singole aziende devono essere affrontate in modo organico e condiviso, con un approccio territoriale e non individuale. Al fine di rendere sostenibile l'adeguamento delle aziende zootecniche ai vincoli normativi è necessario modulare gli interventi in relazione alle condizioni locali fornendo alternative tecnologiche adatte alle singole esigenze. In questo quadro, le soluzioni aziendali dovrebbero essere affiancate da soluzioni consortili e dal contoterzismo. Inoltre dovrebbe essere enfatizzato il ruolo

di supporto e coordinamento svolto dall'assistenza tecnica e dall'amministrazione pubblica.

Affrontare queste problematiche con strategie condivise e supportate a livello territoriale può anche consentire di sollevare le singole aziende, almeno in parte, dalla responsabilità e dalla difficoltà dell'individuazione delle soluzioni di riduzione della pressione ambientale. L'adeguamento alle normative potrebbe in questo modo diventare non solo tecnicamente ed economicamente sostenibile, ma anche un elemento di valorizzazione e aumento di competitività delle produzioni zootecniche.

In questo contesto si inserisce il progetto di ricerca svolto dal Dipartimento di Ingegneria Agraria dell'Università degli Studi di Milano volto a definire le modalità con cui possono essere individuate le soluzioni più adatte nelle diverse condizioni operative.

L'attività svolta ha riguardato, come fase iniziale, l'analisi delle tecnologie disponibili per la gestione degli effluenti, in modo da definirne le caratteristiche sia dal punto di vista operativo (efficienze di rimozione, prestazioni, ecc.) sia dal punto di vista economico (costi di investimento e gestione).

Successivamente la ricerca si è concentrata sui modelli gestionali, cioè sulle soluzioni operative che le aziende, singolarmente o in forma consorziata, possono adottare per gestire l'azoto disponibile in relazione alla disponibilità di terreni aziendali e extra aziendali.

L'approccio utilizzato è di tipo territoriale in quanto non è possibile svincolare questo tipo di analisi dalla situazione specifica dell'area presa in considerazione. Infatti, la soluzione ambientalmente più corretta ed economicamente più vantaggiosa risulterebbe sempre quella di distribuire gli effluenti di allevamento sui terreni limitrofi all'azienda, utilizzando anche quelli delle aziende non zootecniche presenti nel circondario.

Tale soluzione risulta in alcuni casi di difficile applicazione o limitato interesse. In alcune aree la stipula di una convenzione per la distribuzione degli effluenti tra l'azienda zootecnica e quella non zootecnica avviene a titolo oneroso e, di conseguenza, aumenta significativamente i costi di distribuzione anche di 2-3 euro per metro cubo di liquame. Inoltre, alcuni terreni sono poco adatti alla distribuzione degli effluenti sia per il rischio di rilascio di azoto (vicinanza ai corsi d'acqua, facilità di trasporto verso la falda, ecc.), sia l'interazione con altre attività e con i centri abitati.

Infine, la possibilità di utilizzo dei terreni delle aziende limitrofe, in molti casi non consente di distribuire tutti gli effluenti prodotti nella zona e, di conseguenza, è necessario adottare altre opzioni per la riduzione dell'azoto.

IL MODELLO DI SIMULAZIONE

L'individuazione delle soluzioni proponibili in un determinato territorio derivano dalla combinazione di:

- conoscenza delle caratteristiche delle aziende zootecniche presenti e della loro collocazione geografica;
- mappatura dei terreni utilizzati per la coltivazione e definizione della loro disponibilità alla ricezione di effluenti di allevamento;
- valutazione delle possibili strategie di trattamento in relazione alle singole situazioni aziendali;
- analisi dei costi legati alla distribuzione degli effluenti e ai trattamenti previsti.

Per tener conto di tutte le variabili da considerare, è stato sviluppato un modello di simulazione che consente di prendere in considerazione le informazioni relative all'area di studio, derivanti anche da un Sistema Informativo Territoriale, e le ipotesi per la gestione degli effluenti, definite dall'utente, in base a due aspetti:

- propensione a rendere disponibili i terreni per la distribuzione degli effluenti da parte delle aziende non zootecniche e a una gestione consortile da parte delle aziende zootecniche;
- tipologie di trattamento che si è disposti a introdurre, a livello aziendale o consortile, nel territorio in esame.

UN CASO DI STUDIO

L'applicazione del modello di simulazione ad aree specifiche ha consentito di individuare la validità di soluzioni alternative e di evidenziare l'entità degli interventi necessari e le modalità di accordo che devono essere conseguite per raggiungere gli obiettivi previsti.

A titolo di esempio si riportano sinteticamente i risultati di alcune simulazioni effettuate su un territorio della Provincia di Lodi, comprendente 6 comuni a elevato carico zootecnico, con una superficie coltivata di 4.500 ha di cui 1.900 in zona vulnerabile. Sono presenti 93 imprese agricole di cui 55 zootecniche. Queste ultime conducono direttamente 3.200 ha di SAU e le 7.600 tonnellate di peso vivo allevato producono annualmente circa 1.000 tonnellate di azoto al campo. Considerando un criterio di disponibilità dei terreni in base alla loro attitudine a ricevere i liquami e alla colture praticate, anche se si ipotizza di distribuire su tutto il territorio, risulta un eccesso di azoto pari a 220.000 kg (fig. 11).

Una prima ipotesi riguarda l'introduzione di sistemi di trattamento solo nelle aziende in cui le eccedenze sono elevate (>60%) mentre nelle altre aziende eccedentarie si provvede alla redistribuzione degli effluenti sul territorio. Con questa soluzione è possibile riportare l'equilibrio azotato sul territorio, minimizzando gli interventi.

Adottando, invece una soluzione in cui ogni azienda in eccesso adotta un sistema di riduzione dell'azoto (mediante la separazione con trasporto del separato in altra area, quando le eccedenze aziendali sono limitate, e trattamenti di rimozione dell'azoto negli altri casi) porta a una situazione in cui permangono solo moderate eccedenze che possono essere distribuite su terreni di aziende limitrofe con limitate distanze medie di percorrenza (fig. 12). In questa ipotesi si potrebbero addirittura utilizzare quantitativi ulteriori di azoto. Ovviamente, dal punto di vista economico, questa soluzione richiede investimenti superiori. Se si analizzano i costi le cui componenti principali sono riportate in tabella 2, si evidenzia come la soluzione più conveniente risulta quella con un livello minimo di trattamenti, in modo da ottimizzare dal punto di vista territoriale la gestione degli effluenti.

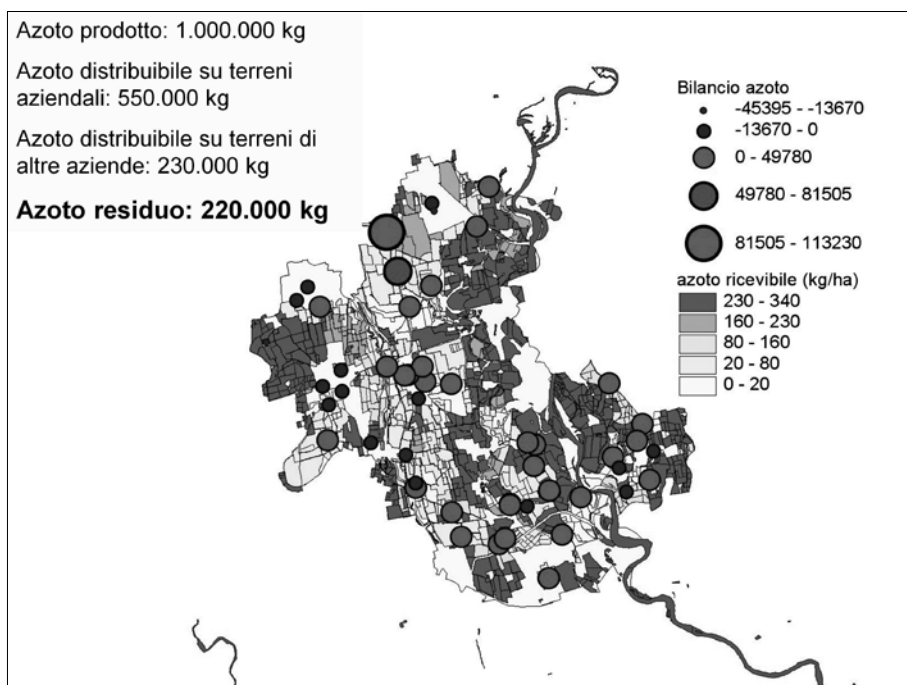


Fig. 11 Area di studio con la localizzazione delle aziende zootecniche e il bilancio dell'azoto. I terreni sono caratterizzati dalla quantità di azoto ricevibile

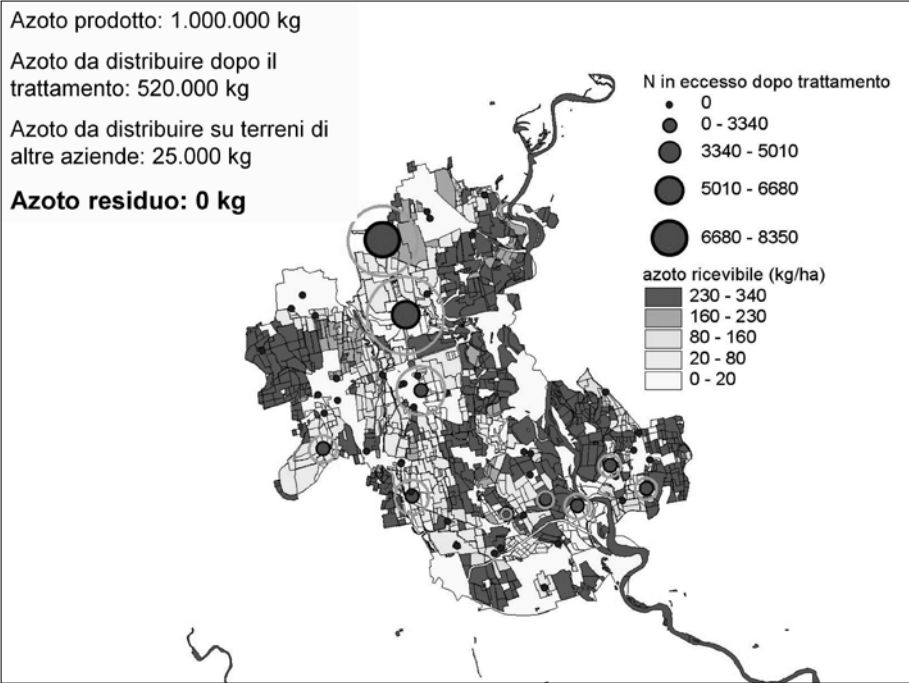


Fig. 12 Aziende zootecniche dell'area di studio e loro bilancio dell'azoto dopo l'applicazione di interventi di rimozione dell'azoto

	NESSUN TRATTAMENTO	TRATTAMENTO MIRATO	TRATTAMENTO INDIVIDUALE
Distribuzione	€ 289.000	€ 298.000	€ 135.000
Trattamento	€ 0	€ 416.000	€ 820.000
smaltimento eccedenze	€ 874.000	€ 0	€ 0
Totale	€ 1.163.000	€ 714.000	€ 955.000
costo unitario	5,20 €.m ⁻³	3,20 €.m ⁻³	4,28 €.m ⁻³

Tab. 2 Valutazione dei costi che dovrebbero essere sostenuti annualmente dalle aziende del territorio esaminato e costo per metro cubo di liquame prodotto in relazione alle tre ipotesi considerate. La soluzione a minor costo prevede la realizzazione di impianti di trattamento solo nelle aziende con maggiori eccedenze e la distribuzione degli effluenti su tutti i terreni disponibili

CONCLUSIONI

I risultati dell'attività svolta hanno permesso di sviluppare un modello di valutazione tecnica-economica delle possibili alternative per la gestione degli effluenti di allevamento in aree a elevata intensità zootecnica.

L'applicazione in casi di studio ha consentito di confermare la validità di un approccio territoriale al problema e della sostenibilità di una gestione integrata degli effluenti unico modo per limitare gli investimenti e i costi di gestione.

Le soluzioni realizzate indipendentemente da singole aziende, anche se tecnicamente corrette, rischiano di non essere sostenibili e portano comunque a diseconomie a livello territoriale che difficilmente il settore zootecnico può permettersi di sostenere. Inoltre, è stato evidenziato come non si possano individuare soluzioni valide in assoluto, confermando la necessità di analisi specifiche per ogni realtà produttiva.

In questo contesto diventa fondamentale il ruolo dell'assistenza tecnica che ha il compito di informazione e affiancamento alle scelte imprenditoriali e della ricerca per fornire una valutazione oggettiva delle tecnologie disponibili ed emergenti.

RIASSUNTO

Negli ultimi decenni sono cresciute le preoccupazioni per lo stato dell'ambiente e di conseguenza è aumentata l'attenzione alla riduzione dell'inquinamento di origine antropica. Una delle tematiche ambientali che è maggiormente sentita e coinvolge in modo rilevante l'attività agricola, riguarda la qualità delle acque sia per quanto concerne la presenza di composti pericolosi per la salute, come a esempio i nitrati, sia per l'arricchimento di sostanze nutritive, in particolare azoto e fosforo, che favoriscono fenomeni di eutrofizzazione.

Il ruolo dell'agricoltura in questo contesto è tutt'altro che trascurabile. Infatti, pur non essendo l'unico comparto coinvolto, è quello a cui vengono attribuiti la maggior parte dei rilasci di azoto verso le acque sia superficiali, sia sotterranee.

La preoccupazione verso gli elevati input di fertilizzanti azotati nel sistema agricolo, che si traducono in un maggior rischio di rilascio verso l'ambiente, cresce nelle zone a zootecnia intensiva dove si somma l'uso fertilizzanti minerali azotati con l'elevata disponibilità di effluenti di allevamento e residui agro-industriali. Questi hanno dal punto di vista ambientale degli aspetti positivi in quanto consentono di riportare fertilità al terreno sotto forma di sostanza organica e microelementi evitandone l'impoverimento. Quando sono distribuiti in quantità elevate possono però incrementare i rilasci di azoto verso le acque anche perché la modalità con cui vengono somministrati ne comporta una solo parziale utilizzazione da parte delle colture.

Queste considerazioni hanno portato all'emanazione a livello comunitario della direttiva "nitrati" (91/676/CEE) che ha avuto il suo pieno recepimento a livello nazionale solo con il decreto ministeriale del 4 aprile 2006. Come noto la direttiva richiede la designazione di zone vulnerabili, cioè di zone dove la gestione dell'azoto e in particolare quello di origine zootecnica è fortemente regolamentata attraverso dei "programmi di azione".

Per garantire che l'utilizzo agronomico dei residui dei processi zootecnici e agro-industriali sia ambientalmente ed economicamente sostenibile, è necessario, quindi, che vengano individuate delle soluzioni tecniche che consentano di valorizzare il contenuto fertilizzante di questi prodotti nel rispetto delle normative. Si tratta, in altri termini, di valutare i possibili interventi modulandoli nelle diverse aree e condizioni aziendali sulla base dell'entità degli esuberi di azoto. Le soluzioni possono essere di tipo gestionale, nelle zone dove la ridistribuzione degli effluenti sul territorio può essere sufficiente a riequilibrare i carichi di azoto. Quando ciò non risulta possibile è necessario prevedere l'introduzioni di tecnologie per la separazione dell'azoto, da trasportare successivamente in altre aree non zootecniche, o per la rimozione dell'azoto, liberandolo in aria in forma molecolare o recuperandolo come fertilizzante minerale.

ABSTRACT

The change towards intensification in recent decades by agriculture, maximizing productivity from a minimal surface area, has reduced the use of manure as fertilizers, with a subsequent increase of pollution risk and agricultural cost. Many farms are facing the introduction of Best Available Technologies in order to reduce emissions and to decrease the nitrogen load on the land. The spatial analysis of structural characteristics and management of livestock enterprises with regard to the production of manures and their use has highlighted the critical situations and made it possible to quantify the amount of nitrogen applied in different areas to comply with the requirements of legislation. Based on the Italian and international experience the advantages and disadvantages of various management techniques have been analysed, taking into account solutions to be implemented both in individual farms and in consortium manure management. The resulting management models are defined by their characteristics in terms of applicability, and cost effectiveness in reducing nitrogen application to fields. The results may allow the identification of appropriate solutions to handle with a common strategy the application of laws that creates a high pressure on agriculture and if not guided may lead to unsuitable investment and results not in line with expectations.

BIBLIOGRAFIA

- BALSARI ET AL. (1992): *Primi risultati di prove sulle perdite di azoto ammoniacale durante e a seguito della distribuzione in campo dei liquami*, Atti del seminario internazionale sul trattamento e riutilizzo dei reflui agricoli e dei fanghi, pp. 231-245.
- BARBARI M., FERRARI P., ROSSI P. (2007): *Technical and Economical Analysis of Manure*

- Management in Loose Housing Systems for Dairy Cows*, Sixth International Dairy Housing Conference Proceeding, 16-18 June 2007, (Minneapolis, Minnesota, USA). Publication Date 16 June 2007. ASABE Publication Number 701P0507e.
- BURTON C.H., JAUEN V., MARTINEZ J. (2007): *Traitement des effluents d'élevage des petites et moyennes exploitations. Guide technique à l'usage des concepteurs, bureaux d'études et exploitants*, Editions Quae, Versailles, France, pp. 42.
- BURTON C.H., TURNER C. (2003): *Manure Management: Treatment Strategies for Sustainable Agriculture*, 2nd Edition, Silsoe Research Institute, Bedford (UK).
- CARTON O.T. AND MAGETTE W.L. (1999): *Land Spreading of Animal Manures, Farm Wastes and Non-agricultural Organic Wastes: Manure (and Other Organic Wastes) Management Guidelines for Intensive Agricultural Enterprises*, Teagasc, Dublin, Ireland, 50 pp.
- CHIUMENTI A., CHIUMENTI R., DA BORSO F. (2007): *La digestione anaerobica*, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Università di Udine, Udine.
- CRPA (2001): *Liquami zootecnici. Manuale per l'utilizzazione agronomica*, Edizioni L'informatore Agrario, Verona, 320 pp.
- EUROPEAN IPPC BUREAU (2003): *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Best Available Techniques Reference Document on the Intensive Rearing of Poultry and Pigs*, Seville (Spain).
- FINZI A., RIVA E., PROVOLO G. (2008): *Biogas, il digestato e l'impiego agronomico*, «Rivista di Suinicoltura», XLIX, 6, pp. 64-71.
- MARTÍNEZ-SULLER L., AZZELLINO A., PROVOLO G. (2008): *Analysis of livestock slurries from farms across Northern Italy: Relationship between indicators and nutrient content*, «Biosystems Engineering», 99, pp. 550-552.
- HATFIELD J.L. AND STEWART B.A. (1998): *Animal Waste Utilization: Effective Use of Manure as a Soil Resource*, Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan, USA, pp. 283-315.
- MAGETTE W.L. (2000): *Controlling agricultural losses of pollutants to water and air: challenges for technology transfer*, Proceedings 9th Workshop of the Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture (RAMIRAN) FAO European Cooperative Research, Gargnano, ITALY, 6-9 September 2000. pp. 1-15.
- MASOTTI L. (2002): *Depurazione delle acque*, Calderini, Bologna, 2002, pp. 1145.
- PROVOLO G. (2005): *Manure management practices in Lombardy (Italy)*, «Bioresource Technology», 96/2, pp. 145-152.
- PROVOLO G., MARTINEZ-SULLER L. (2007): *In situ determination of slurry nutrient content by electrical conductivity*, «Bioresource technology», 98, pp. 3235-3242.
- SANGIORGI F. (2002): *I reflui zootecnici: risorsa e problema. La gestione dei reflui zootecnici fra problemi aziendali e territoriali*, Firenze, Italia, 27 giugno 2002, Accademia dei Georgofili, Firenze.

Finito di stampare in Firenze
presso la tipografia editrice Polistampa
nel febbraio 2011