



Ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali

BIOGAS_N

Sistemi di gestione e valorizzazione delle frazioni azotate nei digestati: valutazione delle tecnologie e bilancio dell'azoto

REPORT 1 IL DIGESTATO

A cura di:



Centro Ricerche Produzioni Animali C.R.P.A. S.p.A.

Viale Timavo 43/2 – 42121 Reggio Emilia

Tel. +39.0522.436999 – Fax +39.0522.435142

www.crpa.it

Reggio Emilia, dicembre 2017



CERTIFICATO
N. IT10/0274.01

IL DIGESTATO

Il digestato è il sottoprodotto del processo di digestione anaerobica e può essere utilizzato come materiale fertilizzante sulle principali colture agrarie.

La digestione anaerobica, infatti, determina una riduzione della sostanza organica meno stabile, ma non riduce la dotazione di azoto, fosforo e potassio della biomassa caricata nel digestore.

In particolare, durante il processo di digestione anaerobica si assiste alla mineralizzazione di parte dell'azoto organico in azoto ammoniacale, con una ripartizione che dipende strettamente dalle caratteristiche iniziali della biomassa; è chiaro che la tipologia di biomassa condiziona anche la quantità degli altri nutrienti che si ritrovano nel digestato.

Il processo che dà origine al digestato

Nell'impianto di digestione anaerobica le biomasse agricole e agro-industriali in ingresso sono degradate per via biologica e i prodotti che si ottengono sono:

- il biogas, il prodotto principale formato principalmente da CH_4 e CO_2 , cioè da carbonio, idrogeno e ossigeno (elementi "catturati" dalle colture dall'ambiente di coltivazione - aria, acqua, suolo), avviato a valorizzazione energetica con produzione di energia elettrica e calore e/o biometano, cioè biogas raffinato a metano;
- il digestato, un materiale che, rispetto alle biomasse di partenza, si presenta omogeneo, con un tenore di umidità più elevato perché parte della sostanza secca è stata degradata biologicamente, cioè demolita dai batteri per la produzione di biogas. La sostanza organica che rimane risulta più stabile e contiene elementi della fertilità, quali azoto, fosforo e potassio, che possono tornare utile al suolo per fornire nutrimento alle colture.

In tabella 1 vengono riportate le principali caratteristiche chimiche di alcuni digestati di diversa origine; il tenore di sostanza secca è variabile generalmente tra il 2 e il 10% a seconda delle matrici caricate (più alto laddove si caricano insilati) e il tenore di azoto può arrivare a valori di 5-7 kg per tonnellata; nei digestati derivanti da effluenti zootecnici la quota maggiore dell'azoto è in forma ammoniacale, mentre per quelli derivanti da biomasse vegetali può ancora prevalere l'azoto di tipo organico (calcolabile come la quota dell'azoto totale che non è ammoniacale).

Tabella 1 – Caratteristiche medie di digestati di varia natura (Fonte: Banca dati CRPA)

Matrici caricate all'impianto	Sostanza secca (SS) (%)	Sostanza organica (% SS)	Azoto totale (NTK) (kg/t)	Azoto ammoniacale (% NTK)	P₂O₅ (kg/t)	K₂O (kg/t)
Liquame suino (1)	2-4	40-60	2-5	70-85	0,5-4	1,5-5
Liquame bovino o liquame bovino + colture energetiche	4-8	65-80	2,5-4,5	40-65	1-2,2	2,5-6
Colture energetiche + sottoprodotti agro-industriali	5-10	65-80	3,5-7	30-65	1-2	3-8

Legenda:

(1) nel caso di liquame suino sottoposto a flottazione il tenore di sostanza secca e di nutrienti (P in particolare) risulta più elevato

Sostanza secca (SS) = solidi totali (ST)

Sostanza organica = solidi volatili (SV)

NTK = azoto totale Kjeldahl

Nella maggior parte degli impianti di biogas il digestato è sottoposto a separazione solido/liquido con produzione di due frazioni, quella palabile e quella chiarificata. I motivi di tale scelta sono diversi; si ricordano, tra i principali, la possibilità di ricircolare la frazione liquida, l'assenza di formazione di croste superficiali negli stoccaggi, una migliore gestione delle due frazioni in fase di uso agronomico.

Negli impianti di biogas realizzati presso aziende agricole e zootecniche la separazione solido-liquido è solitamente attuata con separatori a compressione elicoidale oppure a rulli contrapposti, mentre è più rara la presenza di centrifughe o nastropresse. Le due frazioni che si generano si presentano con le seguenti caratteristiche:

- la frazione solida o palabile (tabella 2) rappresenta in genere non più del 10 - 15% circa del peso del digestato tal quale ed è caratterizzata da un contenuto di sostanza secca relativamente alto, solitamente superiore al 20% circa. In essa si concentrano la sostanza organica residua, l'azoto organico e il fosforo, seppure con efficienze di separazione variabili in funzione delle condizioni operative di riferimento (tipo di digestato, tipo e modalità d'uso del dispositivo utilizzato);
- la frazione liquida o chiarificata (tabella 3) rappresenta in genere almeno l'85-90% del volume del digestato tal quale ed è caratterizzata da un tenore di sostanza secca mediamente compreso tra l'1,5 e l'8%. In essa si concentrano i composti solubili, tra cui l'azoto in forma ammoniacale, che può arrivare a rappresentare sino al 70-90% dell'azoto totale presente.

Premesso che ai fini dell'uso agronomico è necessario caratterizzare periodicamente il digestato e le sue frazioni per conoscerne il reale potere fertilizzante, in sintesi si può osservare che:

- le frazioni palabili hanno una maggiore dotazione di sostanza organica o solidi volatili, una dotazione di azoto sottoforma essenzialmente organica e un rapporto N/P spostato a favore del secondo elemento;

- le frazioni chiarificate hanno una minore dotazione di sostanza organica, una dotazione di azoto rappresentata per oltre il 45-50% da azoto ammoniacale e da un rapporto N/P spostato a favore del primo elemento.

Tabella 2 - Principali caratteristiche chimiche di **frazioni solide** di digestati di diversa origine (Fonte: Banca dati CRPA)

Matrici caricate all'impianto	Sostanza secca (SS) (%)	Sostanza organica (% ss)	Azoto totale (NTK) (kg/t)	Azoto ammoniacale (% NTK)	P₂O₅ (kg/t)	K₂O (kg/t)
Liquame suino	20-30	65-90	5-10	15-45	5-15	1,5-5
Liquame bovino o liquame bovino + colture energetiche	14-26	80-90	3-7	20-40	2-8	2-5
Colture energetiche + sottoprodotti agro-industriali	20-30	85-90	4-12	15-45	2-8	3-7

Tabella 3 - Principali caratteristiche chimiche di **frazioni chiarificate** di digestati di diversa origine (Fonte: Banca dati CRPA)

Matrici caricate all'impianto	Sostanza secca (SS) (%)	Sostanza organica (% SS)	Azoto totale (NTK) (kg/t)	Azoto ammoniacale (% NTK)	P₂O₅ (kg/t)	K₂O (kg/t)
Liquame suino	1,5-3,5	30-50	2-4,5	75-90	0,3-3	1,5-5
Liquame bovino o liquame bovino + colture energetiche	2,5-6	55-75	2-4	45-70	1,2-2	2,5-5
Colture energetiche + sottoprodotti agro-industriali	4-8	60-75	3,5-7	35-70	0,7-1,7	3-8

L'uso agronomico del digestato

Quando usare il digestato

L'impiego del digestato sui terreni ai fini fertilizzanti rappresenta la chiusura naturale di un ciclo che partendo dagli organismi vegetali passa o meno attraverso l'allevamento animale e l'impianto di biogas, per sfruttare il più possibile il contenuto nutritivo ed energetico delle biomasse.

Come ampiamente dimostrato ormai da diversi studi, il digestato, infatti, garantisce un valido effetto fertilizzante sulle principali colture agrarie. Non solo, è stato verificato che può garantire una concimazione completa, anche senza integrazione con concimi minerali.

Ai fini dell'uso agronomico delle frazioni palabile e chiarificata del digestato è importante sapere che:

- la frazione chiarificata, ben dotata di azoto sotto forma ammoniacale ha un pronto effetto nutritivo per le colture. Grazie alla più facile infiltrazione nel suolo subito dopo lo spandimento, la distribuzione della frazione chiarificata in luogo del digestato tal quale può ridurre le emissioni di ammoniaca in atmosfera; quando il tenore di solidi è abbastanza ridotto può essere possibile la distribuzione anche senza interrimento o con interrimento poco profondo. Si tratta di un materiale che si presta anche ad un uso in copertura con tecniche di fertirrigazione o nuove tecniche di distribuzione;
- la frazione solida del digestato, ben dotata di sostanza organica e di nutrienti sotto forma organica, è invece più adatta a un uso ammendante. Si tratta di un valido sostituto del letame, che contribuisce a mantenere la dotazione di sostanza organica del suolo e rilascia i nutrienti in modo più graduale. Questa frazione può essere convenientemente utilizzata in pre-aratura su colture da rinnovo o autunno-vernine, oppure in orticoltura e frutticoltura, quando occorre fornire un fertilizzante organico capace di cedere lentamente gli elementi nutritivi.

Efficienza delle concimazioni con digestato e tecniche di distribuzione

Per ottimizzarne l'uso agronomico e massimizzarne il reale potere fertilizzante è essenziale che gli operatori del settore conoscano e valutino in modo adeguato le differenze esistenti fra le due frazioni del digestato, al fine di scegliere la corretta epoca e modalità di utilizzo agronomico dei due materiali.

In proposito assume grande importanza conoscere l'efficienza di impiego dell'azoto che si apporta con il digestato, la quale è strettamente correlata a tecnica ed epoca di distribuzione.

In linea generale, l'efficienza di una concimazione organica dipende dalla possibilità di far coincidere gli apporti con le fasi di maggiore assorbimento dell'azoto da parte delle colture e di maggiore attività della microflora del terreno. In pratica, le distribuzioni in vicinanza dell'impianto o della fase di maggiore richiesta della coltura raggiungono l'efficienza maggiore; quelle effettuate con molto anticipo sortiscono risultati generalmente inferiori. I livelli di efficienza dell'azoto sono definiti nel Decreto Ministeriale che disciplina l'uso agronomico degli effluenti zootecnici e dei digestati (DM 25/02/2016).

Dal punto di vista operativo il momento in cui la distribuzione è più agevole è in concomitanza con la preparazione del terreno, quindi in assenza di coltura; la distribuzione in post emergenza, infatti, richiede il ricorso a mezzi adeguati.

Tra le tecniche di distribuzione dei digestati sulla colture in atto si menziona la fertirrigazione, che può conseguire elevati livelli di efficienza dell'azoto distribuito se ben calibrata. L'utilizzo dei digestati in fertirrigazione presuppone almeno il trattamento di separazione solido-liquido, per disporre di frazioni chiarificate alleggerite del carico di solidi al fine di ridurre i rischi di occlusione delle attrezzature.

Il CRPA ha condotto delle prove di fertirrigazione con digestati di origine zootecnica (sia suini che bovini), con distribuzione sia a pioggia a bassa pressione su colture foraggere che in microirrigazione con ali gocciolanti nell'interfila di mais. I rilievi hanno ribadito la buona efficacia fertilizzante che i digestati possono garantire e hanno permesso di ricavare dei parametri di dimensionamento e funzionamento dei sistemi fertirrigui.

Su quali colture e come utilizzare il digestato

Mais e sorgo hanno ottime capacità di utilizzazione dei digestati in quanto realizzano notevoli produzioni di sostanza secca e, quindi, elevate asportazioni azotate (anche oltre 250-300 kg N/ha per il mais). Il ciclo colturale si svolge in periodo caldo e relativamente secco, di conseguenza vi è un basso rischio di lisciviazione dell'azoto e un elevato sfruttamento del flusso di nitrati che si produce nel terreno anche a causa della mineralizzazione della sostanza organica fornita e già presente.

Sono da preferire le distribuzioni in presemina e in copertura, in questo secondo caso privilegiando le frazioni chiarificate. Per distribuzioni effettuate nel periodo estivo o autunnale antecedente alla semina primaverile, è raccomandabile il ricorso ad una coltura di copertura (cover crop). In caso contrario, se il terreno resta scoperto nel corso dell'inverno, non si possono che conseguire bassi livelli di efficienza fertilizzante. Le tecniche per distribuire in presemina sono varie e dipendono dalle condizioni del terreno, se già arato oppure no, dalla sua tessitura e dal suo stato di umidità. Ovviamente se il terreno è sodo si avranno maggiori possibilità di intervento, anche con carribotte, mentre se il terreno è già lavorato occorrerà scegliere un sistema a basso calpestamento.

I **prati polifiti** sono tra le colture con maggiore propensione a ricevere effluenti zootecnici/digestati per diversi motivi: data la copertura permanente del terreno nel corso dell'anno e le significative asportazioni di azoto dovute alla elevata produzione di sostanza secca (anche oltre 300 kg N/ha/anno se il regime è irriguo), sono giustificate dosi elevate; la ripartizione dei tagli permette il frazionamento della dose totale di azoto massimizzandone l'efficienza; la portanza della cotica prativa permette la distribuzione anche in periodi relativamente umidi, limitando i rischi di compattamento del terreno. Con l'impiego di digestati chiarificati, distribuiti entro pochi giorni dallo sfalcio, si riduce notevolmente il rischio di imbrattamento fogliare. L'uso delle frazioni solide è da prevedere in autunno o all'uscita dall'inverno.

I **cereali autunno-vernini** posseggono una più limitata propensione all'utilizzazione dei liquami/digestati. Il fabbisogno azotato è infatti abbastanza limitato e gli eccessi possono causare allettamenti (orzo in particolare); il periodo di coltivazione è spesso caratterizzato da precipitazioni e la distribuzione nel periodo di maggiore efficienza (alla levata, fine inverno) è in genere difficile da praticare a causa dello stato idrico del terreno che non consente l'ingresso in campo dei mezzi, a meno di utilizzare sistemi particolari a basso calpestamento. Se si hanno a disposizione frazioni solide di digestati è bene prevederne l'utilizzo in presemina.

La **loiessa** è il più tipico tra gli erbai autunno-invernali negli ordinamenti colturali delle aree a zootecnia intensiva della pianura padana, nei quali spesso entra in avvicendamento con il mais da trinciato. Se la semina non è troppo tardiva la pianta possiede una buona capacità di sviluppo in periodo autunnale, per cui assorbe azoto proprio nel periodo in cui è più probabile la percolazione dei nitrati verso le falde. Per quanto riguarda le possibilità di fertilizzazione con digestato vale quanto specificato per i cereali autunno-vernini.

Essendo **l'erba medica** una coltura azotofissatrice, generalmente non risulta necessaria la concimazione azotata. Per favorire la nodulazione e l'avvio di un'efficiente azotofissazione, può però essere opportuno un modesto apporto azotato (30-50 kg/ha) con la funzione di starter, anche sottoforma di digestato. Una volta insediato, il medicaio non necessita di ulteriori somministrazioni. Verso la fine del ciclo produttivo, invece, se si interrompe il trattamento con erbicidi selettivi il medicaio si "contamina" spontaneamente di altre essenze graminacee e leguminose, per cui è motivata la distribuzione di un fertilizzante azotato come il digestato con lo scopo di spingere la produzione favorendo le specie non leguminose.

La **barbabietola da zucchero** è poco adatta a ricevere liquami/digestati in quanto le asportazioni azotate sono modeste; eventuali eccessi azotati nella fase terminale del ciclo, inoltre, vanno ad incidere negativamente sulle proprietà tecnologiche del prodotto (difficoltà di estrazione del saccarosio dalle radici per eccesso di azoto alfa-amminico).

Su **colture orticole e frutteti** è da privilegiare l'utilizzo della frazione solida del digestato, che dovrà avere un buon grado di stabilizzazione al fine di evitare effetti fitotossici quando vi sia contatto diretto tra il fertilizzante e gli apparati radicali (es. buca di piantagione). Lo stesso materiale solido stabilizzato può essere distribuito in copertura nell'interfilare dei frutteti, normalmente non interrato.

Il trattamento del digestato

La via della delocalizzazione degli effluenti zootecnici/digestati verso aree agricole potenzialmente ricettive non è sempre perseguibile, e per i costi, e per le difficoltà di convincere gli agricoltori che non allevano animali ad accettare effluenti zootecnici/digestato per la fertilizzazione dei loro terreni.

Da qui l'esigenza di ricorrere anche a tecnologie di riduzione dell'azoto contenuto nei liquami/digestati. A questa crescente domanda l'industria di mezzi tecnici sta cercando di dare una risposta offrendo soluzioni tecnologiche che dovrebbero rispondere ai requisiti della sostenibilità economica e dell'applicabilità in un contesto aziendale agricolo.

Le tecnologie di trattamento possono essere classificate in:

- **tecnologie di recupero:** sono tecnologie che lavorano sull'allontanamento delle diverse forme di azoto e/o altri elementi fertilizzanti, quali fosforo e potassio, in uno o più flussi in cui vengono concentrati per renderli più facilmente trasportati e utilizzabili ai fini agronomici. I processi di questo tipo sono sempre di natura chimica e/o fisica e sfruttano fonti energetiche spesso disponibili a basso costo in azienda, quale il calore da cogenerazione del biogas. Tali processi, in linea generale, operano sulla separazione fisica, sulla filtrazione, sulla precipitazione chimica, sullo strippaggio, sull'essiccamento e possono utilizzare reagenti chimici per aiutare il processo e/o bloccare in altre forme il flusso dell'elemento trattato;

- **tecnologie di abbattimento/rimozione:** le tecnologie di questo tipo operano quasi esclusivamente su sistemi biologici e hanno lo scopo di trasformare le forme di azoto presenti negli effluenti/digestati in azoto atmosferico (N₂). Una delle tecnologie più conosciute è la nitrificazione/denitrificazione biologica, ovvero sue varianti processistiche a ridotto consumo di ossigeno, con impiantistiche più o meno complesse.

Le tecnologie possono essere presenti in forma complessa e aggregata in un impianto e possono lavorare sia nel pretrattamento delle matrici in utilizzo per la digestione anaerobica che come post-trattamento del digestato. Molto spesso possono essere presenti linee di trattamento che prevedono prima una sezione chimico-fisica e successivamente una linea biologica con recupero ovvero abbattimento.

Di fronte a questa variegata offerta tecnologica, l'agricoltore/allevatore/gestore impianto biogas e le Autorità Competenti preposte al rilascio dei permessi e ai controlli, si trovano a volte privi di criteri di valutazione e di supporto tecnico adeguato.