



Paolo Mantovi - Fondazione CRPA Studi Ricerche, Reggio Emilia

Giuseppe Moscatelli, Stefano Pignedoli - Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA S.p.A., Reggio Emilia

Guido Bezzi - Consorzio Italiano Biogas - CIB, Lodi

Abstract

Il GOI Digestato_100% ha messo a punto e validato un sistema integrato innovativo di impiego del digestato in fertirrigazione, applicabile al digestato ottenuto da colture vegetali ed effluenti zootecnici, che rappresenta la tipologia più importante in termini di quantità disponibili sul territorio. Il sistema prevede la separazione solido-liquido seguita dalla microfiltrazione e dall'impiego del digestato microfiltrato in fertirrigazione, per mezzo di ali gocciolanti.

Digestato_100% si è dimostrato una soluzione tecnicamente praticabile che valorizza la frazione chiarificata del digestato e permette di ottenere elevata efficienza dell'azoto distribuito, riducendo le emissioni in aria di ammoniaca, odori e gas serra. È possibile ampliare il periodo di utilizzo agronomico del digestato e ridurre, o addirittura azzerare, l'impiego dei concimi di sintesi.

Il sistema Digestato_100% si inserisce a pieno titolo nella rosa delle tecniche utilizzabili per il BiogasFattoBene®.

Cos'è Digestato_100%

Il digestato è il sottoprodotto degli impianti di digestione anaerobica in cui si produce biogas. Ricco di elementi della fertilità, quali azoto, fosforo, potassio ed altri meso e micronutrienti, si presenta come matrice liquida densa e piuttosto omogenea rispetto alle biomasse in ingresso all'impianto. Il digestato viene generalmente sottoposto a separazione solido-liquido, ottenendo una frazione solida, utilizzabile come ammendante in sostituzione del letame, e una frazione chiarificata a pronto effetto nutritivo per le colture.

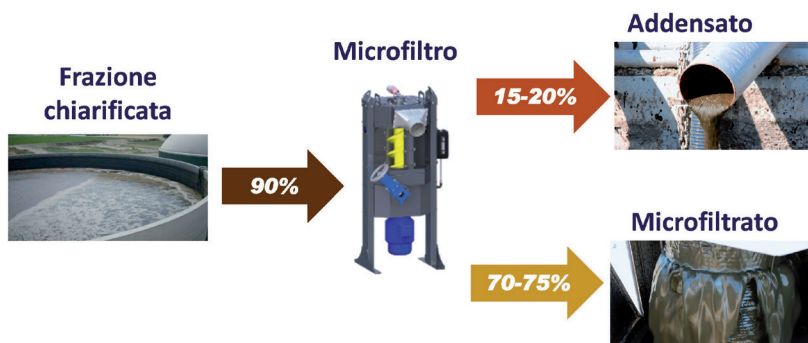
Nel sistema integrato innovativo di Digestato_100%, dopo la separazione solido-liquido con attrezzatura a compressione elicoidale, la frazione chiarificata è stata sottoposta a microfiltrazione per mezzo di un'attrezzatura innovativa, il microfiltro SEPCOM® MFT, e la frazione microfiltrata è stata impiegata nella fertirrigazione del mais per mezzo di ali gocciolanti Netafim.

Le attività sperimentali sono state condotte negli anni 2017 e 2018 presso le aziende agricole Maiero Energia e Fratelli Migliari, a Portomaggiore nella provincia di Ferrara.

Fase 1 – Separazione solido-liquido



Fase 2 – Microfiltrazione



Fase 3 – Fertirrigazione con ali gocciolanti



La microfiltrazione del digestato

Il microfiltro innovativo SEPCOM® MFT sfrutta l'azione di un utensile all'interno di un filtro a bassissima spaziatura (micrometri), per ottenere una frazione microfiltrata utilizzabile in fertirrigazione senza incorrere nel rischio di intasamenti di ugelli o labirinti gocciolatori.

In Digestato_100% il microfiltro è stato impiegato nel trattamento del digestato da colture vegetali ed effluenti zootecnici dell'azienda Maiero Energia. Le efficienze di separazione e le capacità di lavoro del microfiltro sono state monitorate dal CRPA, caratterizzando il digesta-

to in ingresso e le frazioni in uscita, per mettere a punto le migliori condizioni di funzionamento della macchina.

Nonostante l'elevato contenuto di sostanza secca residua (5-6%) della frazione chiarificata che dal separatore a compressione elicoidale è stata inviata al microfiltro, nelle condizioni testate, con filtro a 50 micron, la macchina ha prodotto sino a 6 m3/ora di digestato microfiltrato.

Il digestato microfiltrato ha avuto un contenuto medio di sostanza secca residua pari al 4,6%, con 4,4 kg di azoto totale per tonnellata, di cui quasi il 70%, in forma ammoniacale (il resto in forma organica).

Tabella 1 - Range delle caratteristiche chimiche del digestato e delle frazioni derivate (Azienda Maiero Energia, anni 2017-2018)

	Solidi Totali (%)	Azoto totale NTK (kg/t)	N-ammoniacale (%NTK)
Digestato tal quale	7,0 – 8,1	3,6 – 5,8	58 – 66
Digestato solido	22,0 – 26,0	6,0 – 7,3	38 – 46
Digestato chiarificato	5,2 – 6,5	4,7 – 5,4	60 – 69
Digestato addensato	6,7 – 8,1	5,0 – 5,7	57 – 68
Digestato microfiltrato	3,5 – 5,6	3,7 – 5,7	57 – 73

La fertirrigazione con ali gocciolanti

Le performance agronomiche della tecnica di fertirrigazione con digestato microfiltrato sono state seguite in particolare presso l'Azienda Agricola dei Fratelli Migliari.

Negli anni 2017 e 2018, su uno stesso appezzamento della superficie totale di 5 ettari, è stata eseguita una prova agronomica su mais posizionando le ali gocciolanti Netafim Typho-plus™ alternate nell'interfila della coltura.

Metà superficie è stata fertirrigata con una miscela di acqua e digestato microfiltrato mentre l'altra metà è stata solo irrigata a goccia e concimata con urea granulare distribuita con lo

spandiconcime sulla coltura in atto dilazionata in due interventi.

Gli interventi irrigui e fertirrigui sul mais si sono protratti per oltre due mesi.

Tabella 2 - Interventi irrigui e di concimazione

Anno del monitoraggio	Settore acqua + digestato		Settore urea e sola acqua	
	2017	2018	2017	2018
Ore di irrigazione	158	90	156	82
Turni irrigui	20	11	18	10
(di cui con digestato)	(13)	(11)	(-)	(-)
Acqua distribuita (mm)	279	152	274	157
Digestato iniettato (m ³ /ha)	52	49	0	0
Azoto nel digestato microfiltrato (kg/m ³)	4,3	4,5	-	-
Azoto totale distribuito in fertirrigazione (kg/ha)	221	220	-	-
Azoto totale distribuito come urea (kg/ha)	0	0	276	250

Nella fase di iniezione del digestato microfiltrato, la sua diluizione in acqua è generalmente variata tra 1:10 e 1:30.

Da notare che su tutto il campo erano stati effettuati anche interventi di fertilizzazione con

digestato tal quale alla dose di circa 50 m³/ha nel corso della preparazione del terreno negli autunni precedenti le semine (corrispondenti a circa 240 kg N/ha con efficienza del 26% da normativa).

Tabella 3 - Esempio delle caratteristiche delle matrici impiegate in fertirrigazione

Intervento con diluizione digestato: acqua = 1:10	Digestato microfiltrato	Acqua canale	Acqua + digestato
Solidi Totali (%)	5,27	0,04	0,53
Solidi Sospesi Totali (g/l)	45,20	0,02	4,30
Azoto totale NTK (mg/kg)	4659,00	6,00	462,00
Azoto ammoniacale (%NTK)	63,80	2,60	
Fosforo (mg/kg)	439,00	0,35	47,00
pH (-)	8,10	7,70	8,00
Conducibilità (mS/cm)	27,90	0,35	3,90

Le rese produttive sono state maggiori nel trattamento con digestato microfiltrato in fertirrigazione anche se le differenze non sono risultate statisticamente significative. Interessante notare, invece, come sia risultata significativa la

differenza nelle asportazioni azotate delle piante, dovuta anche al maggior contenuto proteico nei tessuti del mais fertirrigato col digestato, a riprova dell'elevata efficienza d'uso dell'azoto che si deve alla tecnica sperimentata.

Tabella 4 - Rese e caratteristiche del mais trinciato

Anno del monitoraggio	Settore acqua + digestato		Settore urea e sola acqua		Rotolone aziendale
	2017	2018	2017	2018	2017-2018
Trinciato normalizzato al 33% di s.s. (t/ha)	69,1	67,3	66,6	63,9	~ 60,0
Trinciato (t s.s./ha)	22,8	22,2	22,0	21,1	
Amido (% s.s.)	33,2	31,3	31,4	31,0	
Amido (t s.s./ha)	7,6	6,9	6,9	6,5	
Proteine (% s.s.)	7,1	6,5	6,4	6,1	
N asportato (kg/ha)	259	231	225	206	

Sostenibilità economica

Si è preso a riferimento un caso di studio costituito da un impianto di biogas da 1 MWe che gestisce una superficie agricola di 250 ettari di cui 100 ha a mais di primo raccolto e 150 ha a triticale (di cui 75 a mais in secondo raccolto).

Le matrici in ingresso all'impianto sono effluenti zootecnici, colture dedicate (mais e triticale) e sottoprodotti agroindustriali. Il digestato prodotto è pari a circa 60 t/giorno (22.000 t/anno) con un contenuto medio di azoto totale di 5 kg/t (110.000 kg N/anno).

Dalla separazione solido-liquido di tutto il digestato si ottengono circa 2.200 t/anno di frazione solida con 6,1 kg N/t e 19.800 t/anno di frazione chiarificata con 4,8 kg N/t. Dalla microfiltrazione del digestato si ricavano 12.100 t/anno di microfiltrato con 4,7 kg N/t e 7.700 t/anno di addensato con 4,9 kg N/t.

Nello scenario agronomico attuale (Business as usual), dove il digestato viene impiegato tal quale, questo è distribuito alla preparazione dei terreni, prevalentemente in periodo estivo-autunnale e a maggio solo su stoppie di triticale che ospitano mais in secondo raccolto; l'efficienza d'uso dell'azoto è complessivamente medio-bassa (da normativa pari al 32%) e necessitano circa 60 t di urea a integrazione

su mais. I 175 ha a mais vengono irrigati da 4 rotoloni in grado di dominare 44 ha ciascuno. Con 250 mm/anno di restituzione in 4 turni da 62 mm, il costo dell'irrigazione è stato calcolato in 495 €/ha/anno, tutto incluso.

Nello scenario agronomico con Digestato_100%, le frazioni solide e addensate sono impiegate in pre-aratura autunnale mentre il microfiltrato è distribuito in fertirrigazione su mais (sia 1° che 2° raccolto), con ala gocciolante; l'efficienza d'uso dell'azoto è complessivamente medio-alta (da normativa pari al 55%) e non necessita urea a integrazione su mais.

I 175 ha a mais vengono irrigati da 4 stazioni di pompaggio e filtraggio in grado di dominare 44 ha ciascuna.

Con 250 mm/anno di restituzione a 1,5 mm/ora, il costo dell'irrigazione è stato calcolato in 835 €/ha/anno, tutto incluso (tranne trattamento separazione e microfiltrazione digestato che invece nelle condizioni ipotizzate ha un costo di circa 0,8 €/m³ trattato)

Con una distanza media degli appezzamenti dal centro aziendale di 3 km (variabile da 0,5 a 5,5 km) e carbotte del volume tra 15-20 m³, il costo per il trasporto e la distribuzione del digestato è stato calcolato in 1,70 €/m³, tutto incluso, sia per lo scenario attuale che per quello con Digestato_100%.

Tabella 5 - Risultati dell'analisi costi-benefici

<i>Costi dell'irrigazione e della fertilizzazione (€/ha)</i>	Digestato_100%	Business as usual	Digestato_100% - Business as usual
Irrigazione	835,00	495,00	340,00
Separazione + microfiltrazione	100,00	0,00	100,00
Trasporto e distribuzione digestato	120,00	120,00	0,00
Concime chimico (urea)	0,00	170,00	-170,00
TOTALE	1.055,00	785,00	270,00
<i>Ricavi dalla produzione di mais trinciato</i>			
Produzione (t/ha trinciato 33% s.s.)	68	60	8
€/t	45,00	45,00	
TOTALE	3.060,00	2.700,00	360,00
<i>Profittabilità</i>			
Ricavi	3.060,00	2.700,00	360,00
Costi (solo irrigazione e fertilizzazione)	1.055,00	785,00	270,00
Profitto netto			90,00

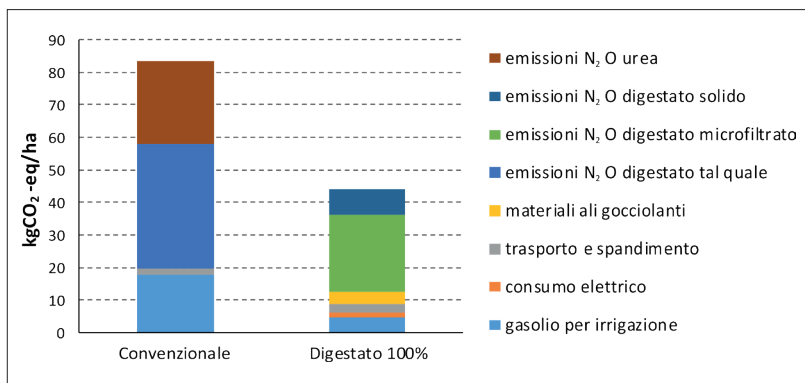
Sostenibilità ambientale

La sostenibilità ambientale del sistema di fertirrigazione innovativo proposto con il modello Digestato_100%, a confronto con il sistema convenzionale, è stata valutata mediante metodologia LCA (Life Cycle Assessment), quantificando le emissioni di gas serra associate al ciclo di vita dei due sistemi.

L'analisi ha fatto riferimento al caso di studio già esaminato per l'analisi economica e in particolare alla sola di coltivazione del mais (di primo e di secondo raccolto) in quanto le differenze operative avvengono in questo segmento. Risulta che il modello innovativo Digestato_100% consente una riduzione della impronta carbonica di 39kg CO₂eq/t di

silomais, ossia una riduzione del 47% delle emissioni di gas serra associate al processo di coltivazione del modello convenzionale.

Si evidenzia come sul bilancio complessivo delle emissioni prevalgano, per entrambi i sistemi, le emissioni di protossido di azoto (N₂O) che avvengono a seguito delle fertilizzazioni azotate. La completa sostituzione del fertilizzante minerale con il digestato in Digestato_100% consente di azzerare le emissioni di CO₂ per la produzione del fertilizzante stesso e la maggiore efficienza dell'azoto, resa possibile dalle modalità di distri-



Emissioni di gas serra per tonnellata di silomais prodotto

buzione, minimizza i rilasci di composti azotati in aria e in acqua. Anche i consumi energetici per pompaggio sono molto inferiori per Dige-

stato_100%, riducendo significativamente le emissioni di CO₂ relative a questa operazione.

Digestato_100% per il BiogasFattobene®

Alla luce dei risultati ottenuti, la fertirrigazione con digestato microfiltrato in ala gocciolante è risultata una soluzione oltretutto tecnicamente praticabile, anche sostenibile dal punto di vista economico ed ambientale.

La fertirrigazione con digestato in ala gocciolante, consentendo di raggiungere produttività elevate riducendo gli input esterni, si propone come una delle pratiche più efficienti e sostenibili nello scenario di gestione del digestato, sposando completamente le indicazioni del Biogasfattobene® (1) come modello sostenibile e concreto per la produzione di alimenti, foraggi ed energia che nel contempo permette la decarbonizzazione del settore agricolo.

Iniettare digestato microfiltrato in ala gocciolante consente di esaltarne le proprietà fertilizzanti grazie a un tipo di distribuzione che può seguire le esigenze della coltura in atto e che minimizza le perdite di azoto in atmosfera (per l'elevata diluizione del nutriente nella soluzione somministrata). Tra l'altro, tale tecnica oltre a un ridotto consumo energetico rispetto all'irrigazione più tradizionale con macroirrigatore ("gettone") non è causa di compattamento del suolo e ben si sposa con le pratiche di gestione del terreno di tipo conservativo. La sua applicazione richiede comunque una attenta valutazione della "logistica" del digestato: capacità di stoccaggio per microfiltrato, trasferimento al campo (via tubo o botte), eventuale necessità di contenimento a piè di campo.

Diversi altri benefici possono essere associati al sistema innovativo, ad esempio:

- l'aumento di resa per ettaro comporta una minore necessità di terreno per produzioni vegetali e spandimenti;
- la possibilità di iniettare digestato lungo quasi tutto il ciclo colturale del mais, senza accedere al campo, permette di ampliare il calendario di spandimento del digestato;
- minori stress idrici e nutritivi permettono di produrre mais di maggiore qualità e quindi a più elevato potere metanigeno.

Digestato_100% è innovazione tecnica alla portata dell'azienda agricola ed effettivamente applicabile; un sistema in grado di convertire l'onere del digestato in una valida risorsa aziendale. Digestato_100% è potenzialmente utilizzabile non solo nell'ambito della maiscoltura ma anche su colture orticole ed arboree, anche in regime di agricoltura biologica (2).

I concetti dell'economia circolare diventano sempre più applicabili anche nel mondo agricolo.

Per approfondimenti

- (1) Il modello del BiogasFattoBene®

<https://www.consorziobiogas.it/wp-content/uploads/2016/12/digestione-anaerobica-e-sequestro-di-carbonio-nel-suolo.pdf>

- (2) Il digestato in agricoltura biologica

<https://www.consorziobiogas.it/wp-content/uploads/2018/07/Linee-Guida-digestato-in-AB.pdf>



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



Fondazione CRPA Studi Ricerche



Euroforaggi
 Società agricola

Fratelli Migliari
 Società agricola

Maiero Energia
 Società agricola

in collaborazione con



digestato100.crpa.it



**Programma di
 Sviluppo Rurale
 dell'Emilia-Romagna
 2014-2020**



UNIONE EUROPEA
 Fondo Europeo Agricolo
 per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

Divulgazione a cura di Centro Ricerche Produzioni Animali - C.R.P.A. S.p.a. — Autorità di Gestione: Direzione Agricoltura, caccia e pesca della Regione Emilia-Romagna - Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 — Tipo di operazione 16.1.01 — Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "Produttività e sostenibilità dell'agricoltura" — Focus Area 4B - Qualità delle acque — Progetto "Digestato_100% - Sistema integrato innovativo di impiego del digestato in fertirrigazione".

PARTICIPATING IN

