



Università
degli Studi
di Ferrara

Dipartimento
di Scienze dell'Ambiente
e della Prevenzione

Minime lavorazioni e biodisponibilità dell'azoto da digestati in relazione agli eventi estremi di pioggia

Convegno finale

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

Maria Pia Gervasio, Fabio Vincenzi, Nicolò Colombani,

Elisa Soana, Elena Tamisari, Micol Mastrocicco,

Giuseppe Castaldelli

Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30
Fondazione per l'Agricoltura F.lli Navarra
Via Conca, 73/B
Malborghetto di Boara (FE)



Divulgazione a cura di Fondazione per l'Agricoltura F.lli Navarra e Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. 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 la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura — Focus Area 4B — Qualità delle acque - Migliore gestione delle risorse idriche, compresa la gestione dei fertilizzanti e dei pesticidi - Progetto "Digestato, Cover crops e Operazioni colturali per aumentare la Sostanza Organica del Suolo. DICO-SOS".



Gherardi Ravalli
Modoni Nicola

Società Agricola Tiziana di Preti
Tiziana e Gherardi Nicola s.s.





Tecniche agronomiche per la prevenzione dell'inquinamento da nitrati e la conservazione della sostanza organica

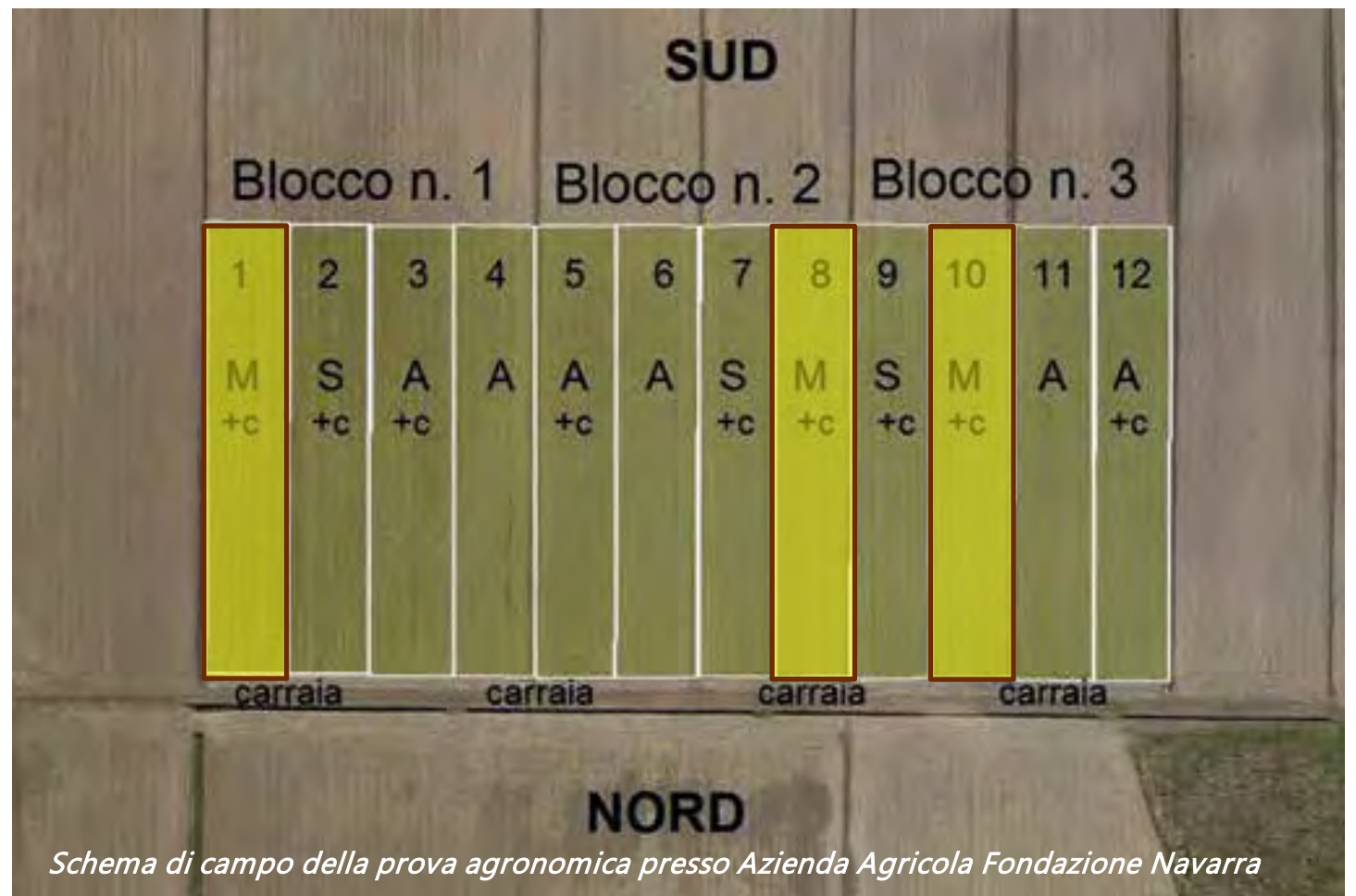


Azione e esercizio della cooperazione a cura della Fondazione per l'Agricoltura Bli Navarra
 FONTE FINANZIAMENTO: PSR 2014-2020 REGIONE EMILIA-ROMAGNA Misura 16.101 - Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura - % FINANZIAMENTO: 90% - COSTO TOTALE: 362.407,21 € - CONTRIBUTO RICHIESTO: 326.067,29 €



L'Europa investe nelle zone rurali

GRUPPO OPERATIVO NITRATI FERRARA



Schema di campo della prova agronomica presso Azienda Agricola Fondazione Navarra

- **Lavorazioni convenzionali** con aratura a 40 cm (**A**)
- **Lavorazioni convenzionali** con aratura a 40 cm e distribuzione di ammendante organico (**compost**) all'inizio del ciclo triennale di prove (**A+c**)
- **Minime lavorazioni** utilizzando attrezzi combinati con dischi e ancore e distribuzione di ammendante organico (**compost**) all'inizio del ciclo triennale di prove (**M+c**)
- **Non lavorazione** con semina su sodo e distribuzione di ammendante organico (**compost**) all'inizio del ciclo triennale di prove (**S+c**)

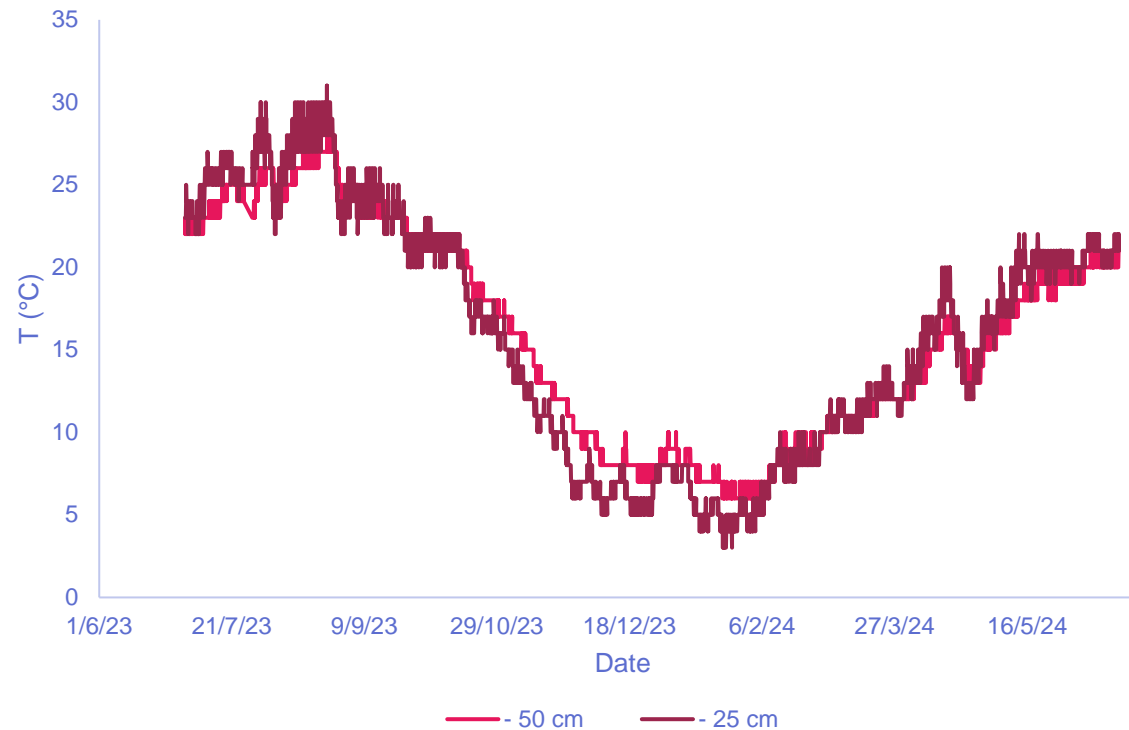
In campo

Watermark™ - Soil moisture probes (Irrormeter Company, Riverside, CA, USA) per monitorare in continuo i seguenti parametri del suolo:

- *Temperatura* (°C)
- *Conducibilità elettrica* (EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$)
- *Potenziale Redox* (ORP)

a 4 profondità:

- 25 cm
- 50 cm
- 75 cm
- 100 cm



DOMANDE:

Cosa succede all'azoto (nel nostro caso da digestato) distribuito in presemina quando nel periodo da ottobre ad aprile-maggio si verifica parziale o completa saturazione idrica del suolo superficiale ?

Quanto dell'azoto distribuito rimarrà disponibile per la coltura e in che forma?

Quanto azoto sarà andato perso e per quale via?



Ferrara, maggio 2023

AZIONE 2 – Monitoraggio rimozione nitrati Campionamento



Carotatore:
18.5 cm Øi , 19.5 cm Øe;
70 cm altezza



Prelievo dal trattamento di **minima lavorazione**



Prelievo della carota di
suolo, effettuato a
strati di 20 cm
ciascuno, per evitare il
compattamento.

Ricomposizione delle carote di suolo



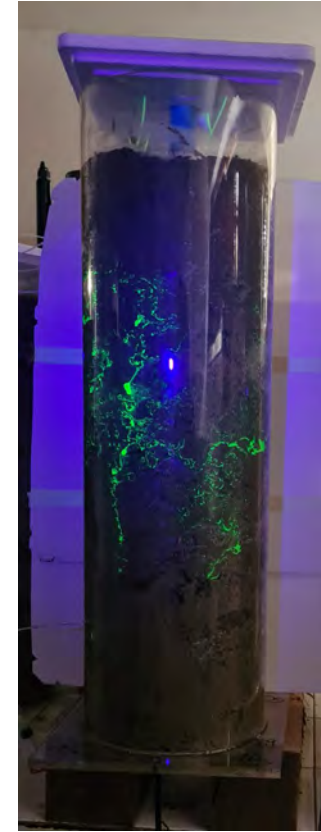
Le carote di suolo sono state ricomposte immediatamente dopo il prelievo, a partire dei singoli strati di 20 cm prelevati (0-20, 20-40, 40-60 cm), riposizionati nello stesso ordine in cilindri di plexiglass opportunamente attrezzati con tubi forati per il prelievo dell'acqua di percolazione a diversi orizzonti di profondità.



In laboratorio abbiamo studiato:

1. **le proprietà idrauliche del suolo**

Verifica delle vie preferenziali di percolazione mediante impiego di un tracciante (es. fluoresceina).



2. **l'attività microbica respiratoria (flussi di CO₂) proxy della cinetica di mineralizzazione del digestato e di liberazione di azoto in forma ammoniacale**

3. **le trasformazioni e il destino dell'azoto**



Tabella 5a: Coefficienti di efficienza dei liquami⁽²⁾ provenienti da allevamento (Ko)

	Dose ⁽¹⁾	Avicoli		Suini ⁽³⁾		Bovini	
		alta	bassa	alta	bassa	alta	bassa
Efficienza		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Alta		75	82	65	71	55	60
Media		55	60	48	52	41	44
Bassa		36	38	31	33	26	28

- (1) La dose è da considerarsi bassa se inferiore a 125 kg/ha di Azoto.
- (2) I coefficienti di efficienza riportati in tabella, oltre che per i liquami propriamente detti, sono validi anche per le frazioni palabili ottenute col trattamento di separazione.
- (3) Coefficienti validi anche per i cunicoli e ovicaprini.

Per gli ammendanti (letame e compost), le frazioni palabili dei digestati, i correttivi da materiali biologici e le biomasse vegetali, il coefficiente di efficienza è unico, pari al **40%** ed è indipendente dall'epoca di distribuzione e dalla coltura.

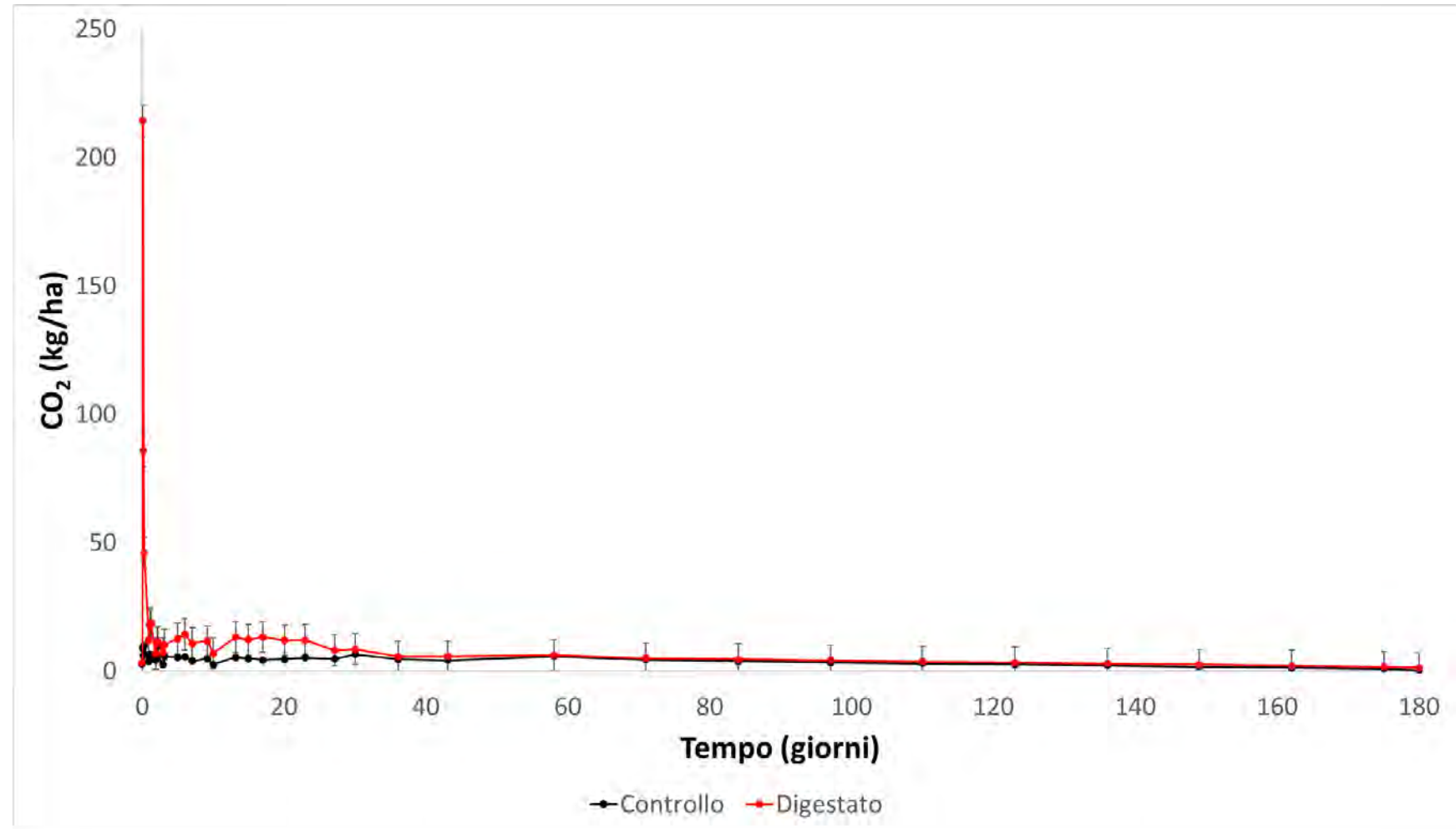
Tabella 5b: Coefficienti di efficienza dell'azoto da digestati destinati all'utilizzo agronomico

	1	2	3	4
Livello di efficienza	Da liquami bovini, da biomasse vegetali e loro miscele [%]	Da liquami suini [%]	Da effluenti avicoli [%]	Frazioni chiarificate di digestati [%]
Alta	55	65	75	75
Media	41	48	55	55
Bassa	26	31	36	36

Note:

- I coefficienti di efficienza delle frazioni palabili di digestati si assumono pari a quelli dei letami (40%).
- Nel caso che le matrici in ingresso al digestore siano di diverso tipo, si utilizzeranno i coefficienti di efficienza della matrice prevalente.
- In caso di dosi inferiori a 125 kg/ha di N, i suddetti coefficienti di efficienza possono essere incrementati di un 10% rispetto al valore riportato in tabella (ad es. per liquami suini e biomasse il livello di efficienza alta passa dal 65% al 71%).

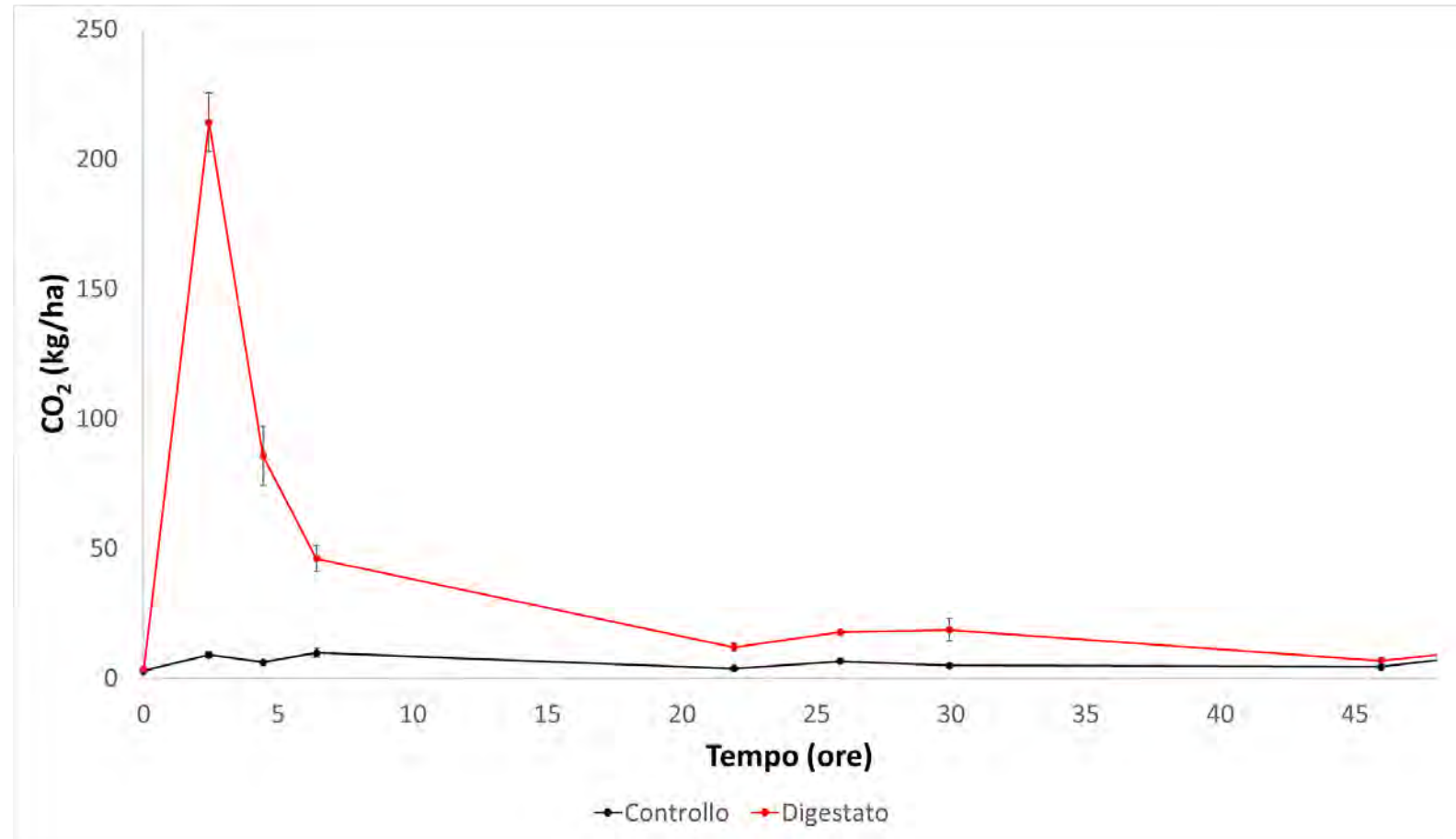
2. l'attività microbica respiratoria (flussi di CO₂) di mineralizzazione del digestato proxy della produzione di azoto ammoniacale. E' stato usato un Portable CO₂ Gas Analyzer EGM-5 - PP systems, utilizzato in modalità Soil Respiration Chamber.



Convegno finale - Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

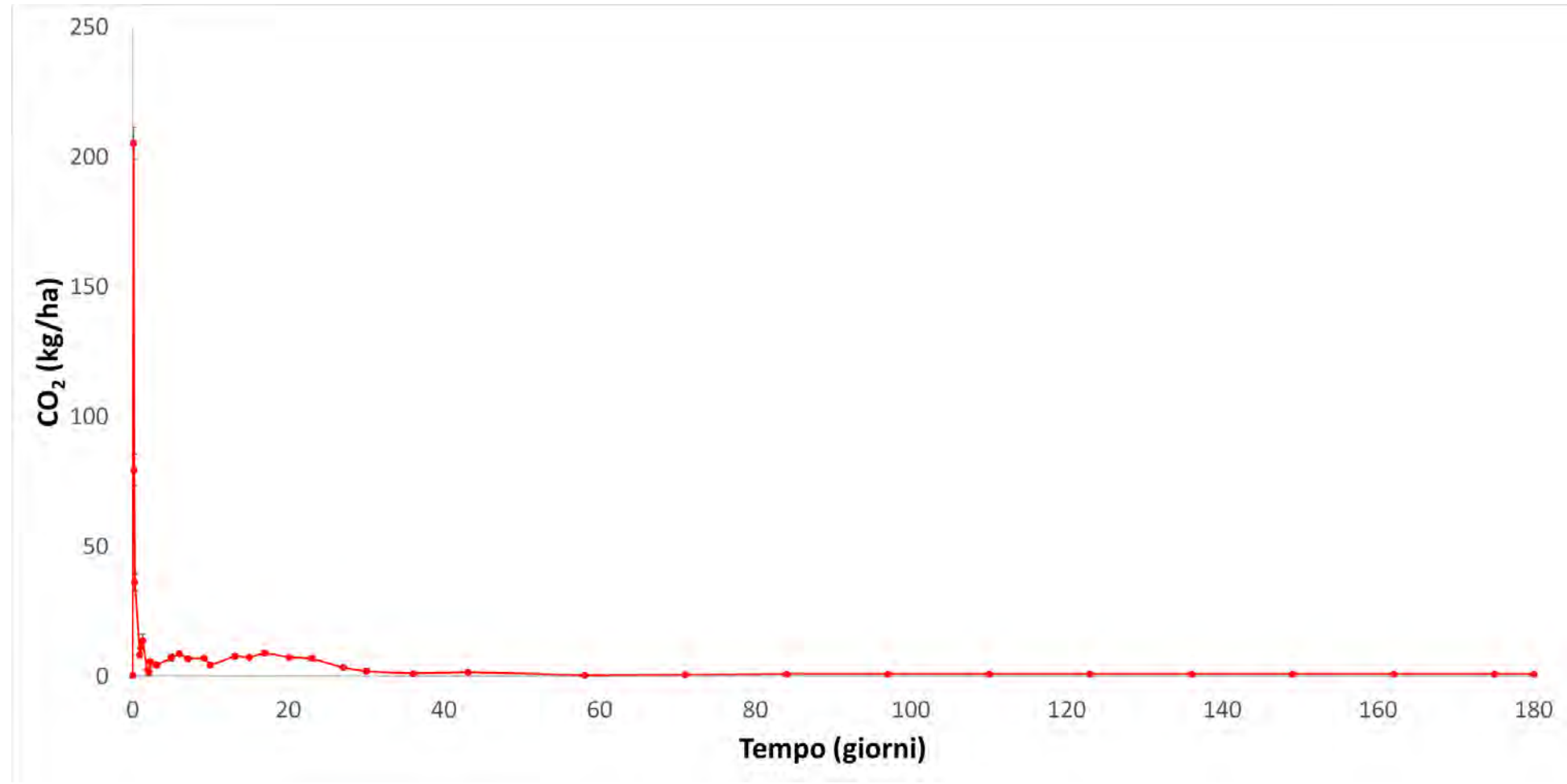
2. l'attività microbica respiratoria (flussi di CO₂) di mineralizzazione del digestato proxy della produzione di azoto ammoniacale. E' stato usato un Portable CO₂ Gas Analyzer EGM-5 - PP systems, utilizzato in modalità Soil Respiration Chamber.



Convegno finale - Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

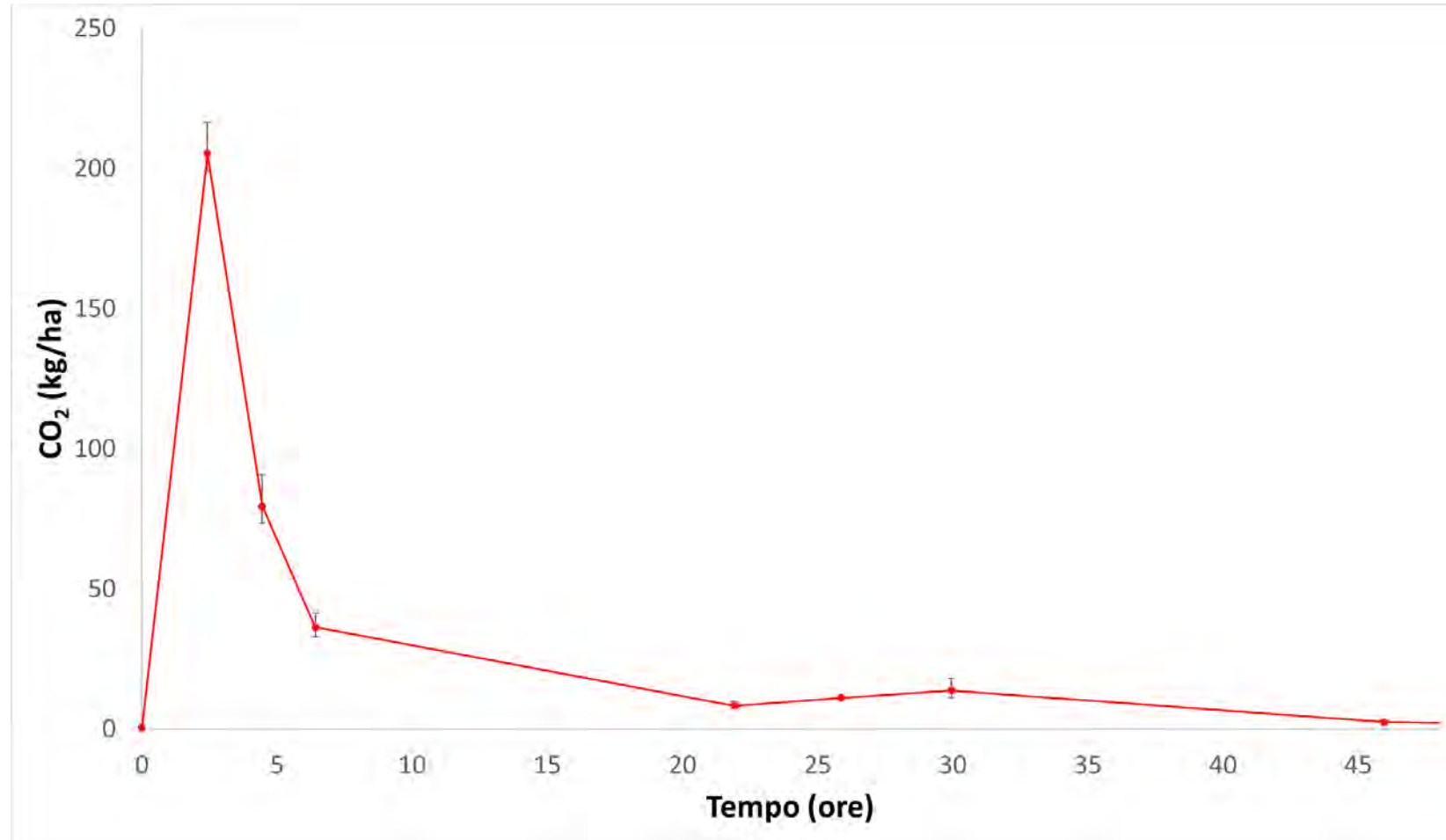
2. l'attività microbica respiratoria (flussi di CO₂) di mineralizzazione del digestato proxy della produzione di azoto ammoniacale. E' stato usato un Portable CO₂ Gas Analyzer EGM-5 - PP systems, utilizzato in modalità Soil Respiration Chamber.



Convegno finale - Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

2. l'attività microbica respiratoria (flussi di CO₂) di mineralizzazione del digestato proxy della produzione di azoto ammoniacale. E' stato usato un Portable CO₂ Gas Analyzer EGM-5 - PP systems, utilizzato in modalità Soil Respiration Chamber.



Convegno finale - Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30

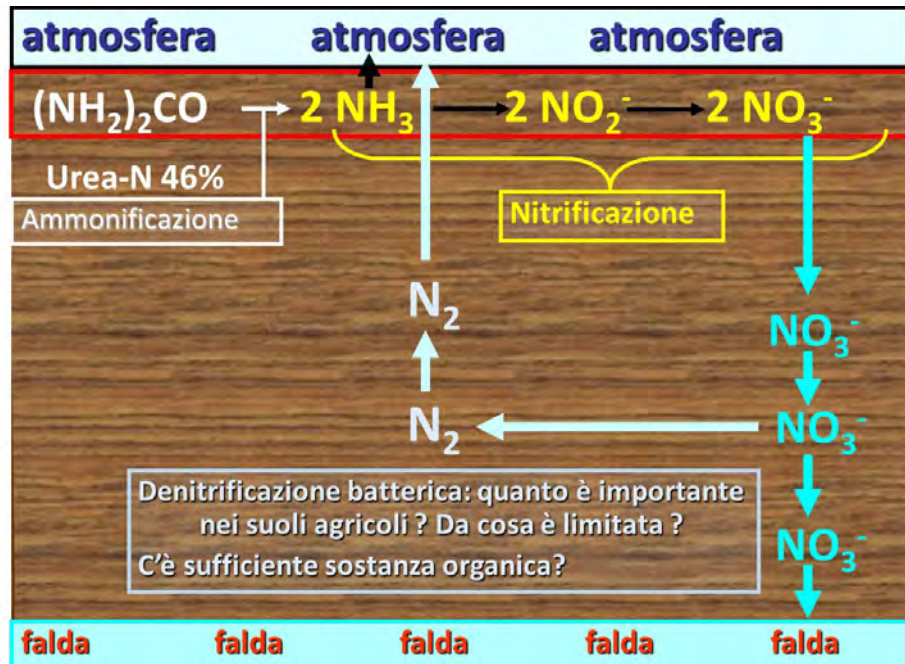
Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

- La distribuzione di digestato sulla minima lavorazione è stata pari a **45 t/ha**, contenenti **1395 kg/ha di carbonio organico** (dato CRPA), corrispondente a **286 kg/ha di azoto Kjeldahl**, ovvero in forma organica e ammoniacale (dati CRPA).
- **Di 286 kg/ha, 115 kg/ha erano in forma ammoniacale e 171 in forma organica**. Ciò rende questo digestato un fertilizzante azotato di immediata assimilazione per il **40 % dell'azoto contenuto**.
- Alla distribuzione il pH del digestato era 8,1 e questo potrebbe determinare il passaggio in atmosfera del 10 % dell'azoto ammoniacale (115 kg/ha). Dato che non sono state fatte misure dedicate, abbiamo tralasciato questo termine nel bilancio.
- **In 6 mesi sono stati mineralizzati 611 kg/ha di carbonio organico** da digestato, dato corretto per il fondo e corrispondente al **44 % del totale** distribuito.
- Assumendo che l'azoto presente nelle sostanze organiche sia stato mineralizzato in modo proporzionale al carbonio, **dei 171 kg/ha inizialmente presenti in forma organica, in sei mesi, 124 kg/ha sono divenuti ammoniacali**.
- Quindi, **in sei mesi 239 dei 286 kg/ha di azoto da digestato è divenuto ammoniacale**, percentuale molto maggiore del 40 %. La domanda che si pone è: **a quali trasformazioni e destino è andato incontro questo azoto ammoniacale?**

3. le trasformazioni e il destino dell'azoto

Per proseguire nella analisi del destino dei 239 kg/ha di azoto ammoniacale ci serve riprendere il ciclo dell'azoto e alcuni risultati di un articolo pubblicato alcuni anni fa, riguardante proprio i terreni in questione.

Da queste evidenze si ricava che i **239 kg/ha di azoto ammoniacale sono stati ossidati a nitrati**.

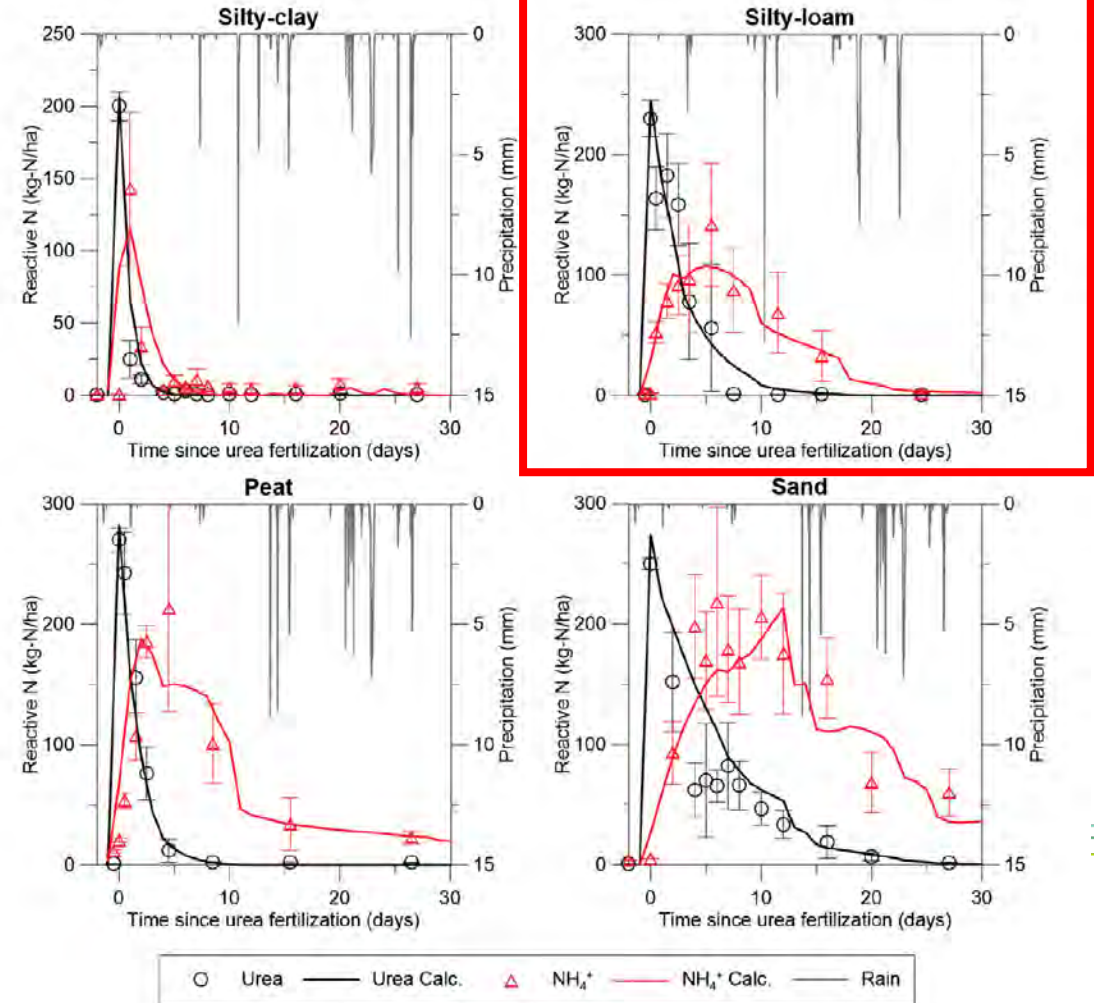


Convegno finale - Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

Soil type and microclimatic conditions as drivers of urea transformation kinetics in maize plots

Giuseppe Castaldelli^a, Nicolò Colombani^a, Elena Tamburini^a, Fabio Vincenzi^a, Micòl Mastrocicco^{b,*}





Ferrara, maggio 2023

aggiunta
digestato

dopo 6 mesi

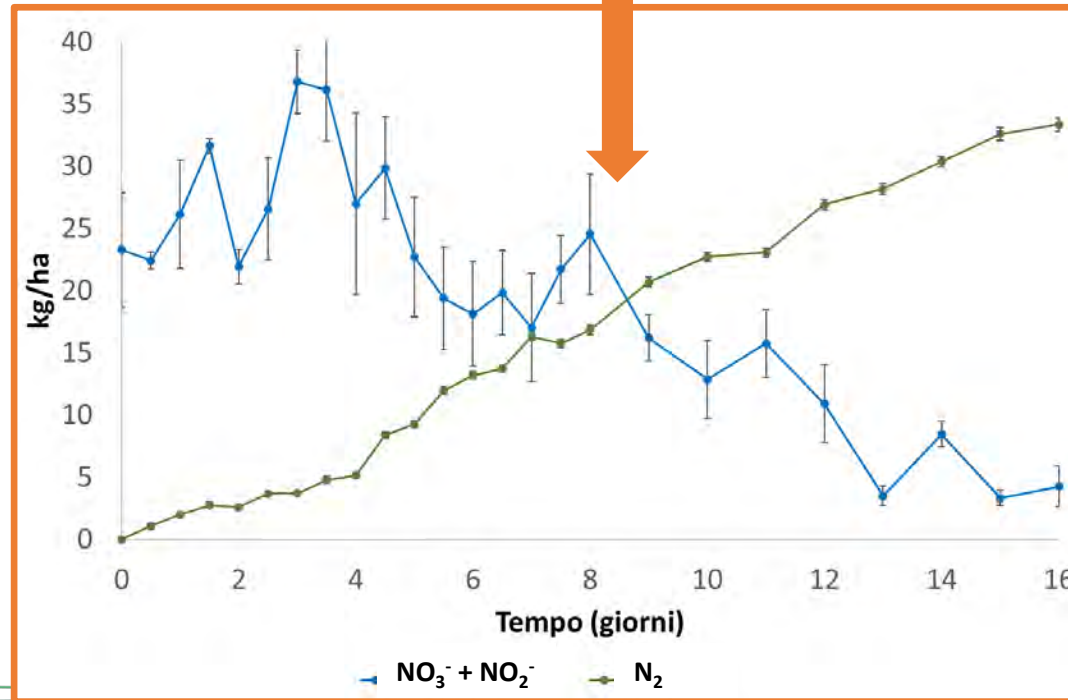
evento
piovoso

dopo 16 giorni in cui il suolo
superficiale è saturo

kg/ha	
NH ₄ ⁺	115
N _{org}	171
<i>totale</i>	286

kg/ha	atteso	misurato
NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻	239	243
NH ₄ ⁺	5	-

kg/ha	misurato
NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻	215
NH ₄ ⁺	<1
N₂	33



Convegno finale - Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

Per concludere

- L'azoto nel digestato, 40,2 % era disponibile in forma ammoniacale alla distribuzione, e dopo sei mesi la frazione ammoniacale è risultata pari al 84%.
- L'azoto ammoniacale non è rimasto come tale nel suolo ma al contrario è rapidamente ossidato a nitrato.
- Piogge consistenti (es. maggio 2023) che possono intercorrere tra la distribuzione (ottobre) e l'assimilazione (aprile) possono favorire la rimozione, per denitrificazione batterica, di una frazione anche consistente della dotazione azotata, che dal suolo passa all'atmosfera in forma di azoto molecolare (N_2).
- Ciò può causare una inaccuratezza della fertilizzazione azotata.
- Inoltre, la perdita di azoto per denitrificazione non esclude la contestuale liberazione di protossido di azoto (N_2O), pericoloso gas serra. Questo aspetto necessita approfondimenti.

Articoli sul ruolo della sostanza organica nelle trasformazioni e destino dell'azoto in provincia di Ferrara

- Castaldelli, G., Colombani, N., Vincenzi, F., & Mastrocicco, M. (2013). Linking **dissolved organic carbon, acetate and denitrification** in agricultural soils. *Environmental Earth Sciences*, 68, 939-945.
- Castaldelli, G., Soana, E., Racchetti, E., Pierobon, E., Mastrocicco, M., Tesini, E., ... & Bartoli, M. (2013). Nitrogen budget in a lowland coastal area within the Po river basin (Northern Italy): multiple evidences of equilibrium between sources and **internal sinks**. *Environmental management*, 52, 567-580.
- Castaldelli, G., Colombani, N., Soana, E., Vincenzi, F., Fano, E. A., & Mastrocicco, M. (2019). Reactive **nitrogen losses via denitrification** assessed in saturated agricultural soils. *Geoderma*, 337, 91-98.
- Colombani, N., Mastrocicco, M., Castaldelli, G., & Aravena, R. (2019). Contrasting biogeochemical processes revealed by stable isotopes of H₂O, N, C and S in shallow aquifers underlying agricultural lowlands. *Science of the Total Environment*, 691, 1282-1296.
- Mastrocicco, M., Colombani, N., & Castaldelli, G. (2019). Direct **measurement of dissolved dinitrogen** to refine reactive modelling of denitrification in agricultural soils. *Science of the total environment*, 647, 134-140.
- Mastrocicco, M., Colombani, N., Soana, E., Vincenzi, F., & Castaldelli, G. (2019). Intense rainfalls trigger nitrite leaching in agricultural soils depleted in organic matter. *Science of The Total Environment*, 665, 80-90.
- Mastrocicco, M., Soana, E., Colombani, N., Vincenzi, F., Castaldi, S., & Castaldelli, G. (2019). Effect of ebullition and groundwater temperature on estimated dinitrogen excess in contrasting agricultural environments. *Science of The Total Environment*, 693, 133638.
- Castaldelli, G., Vincenzi, F., Fano, E. A., & Soana, E. (2020). In search for the missing nitrogen: Closing the budget to assess the role of **denitrification in agricultural watersheds**. *Applied Sciences*, 10(6), 2136.
- Colombani, N., Gervasio, M. P., Castaldelli, G., & Mastrocicco, M. (2020). Soil conditioners effects on hydraulic properties, **leaching processes and denitrification on a silty-clay soil**. *Science of The Total Environment*, 733, 139342.
- Colombani, N., Mastrocicco, M., Vincenzi, F., & Castaldelli, G. (2020). Modeling soil nitrate accumulation and leaching in conventional and **conservation agriculture** cropping systems. *Water*, 12(6), 1571.
- Alessandrino, L., Gervasio, M. P., Vincenzi, F., Colombani, N., Castaldelli, G., & Mastrocicco, M. (2021). Nutrients and carbon fate in two lowland contrasting soils amended with compost. *Catena*, 206, 105493.
- Soana, E., Vincenzi, F., Colombani, N., Mastrocicco, M., Fano, E. A., & Castaldelli, G. (2022). **Soil denitrification**, the missing piece in the puzzle of nitrogen budget in lowland agricultural basins. *Ecosystems*, 25(3), 633-647.

Convegno finale - Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni





Minime lavorazioni e biodisponibilità dell'azoto da digestati in relazione agli eventi estremi di pioggia

Grazie per l'attenzione!

Convegno finale

Semina su sodo, minima lavorazione e aratura, un confronto lungo 7 anni

<https://goi.crpa.it/go/dico-sos>

Mercoledì 24 luglio 2024, ore 9:30
Fondazione per l'Agricoltura F.lli Navarra
Via Conca, 73/B
Malborghetto di Boara (FE)



Divulgazione a cura di Fondazione per l'Agricoltura F.lli Navarra e Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. 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 la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura — Focus Area 4B – Qualità delle acque - Migliore gestione delle risorse idriche, compresa la gestione dei fertilizzanti e dei pesticidi - Progetto "Digestato, Cover crops e Operazioni colturali per aumentare la Sostanza Organica del Suolo. DICO-SOS".

