



PSR
2014 2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI



Regione
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali



FERTILIZZAZIONE AZOTATA SITO-SPECIFICA DEL MAIS SUPPORTATA DA SENSORI

3 marzo 2022

Le prove di incubazione a supporto della gestione dei fertilizzanti organici

Luca Bechini
Università degli Studi di Milano
luca.bechini@unimi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

CONDIFESA
LOMBARDIA NORD EST



**SOCIETÀ
AGRICOLA
BONETTI**
DI ALESSANDRO E GIACOMO BONETTI

**SOCIETÀ
AGRICOLA**
Penati Luigi & Co

**AZIENDA
Agricola
MOTTI**

EVERGREEN
ITALIA
FRATELLI VISCONTI



Contenuti di questa presentazione

- Cosa sono e perché usiamo le incubazioni
- Come le realizziamo
- Come ne interpretiamo i risultati
- Esempi
- Significato agronomico
- I modelli di simulazione applicabili ai risultati delle incubazioni



Cosa sono le incubazioni

- Esperimenti di laboratorio che consentono la misura della mineralizzazione del carbonio e dei nutrienti (N tipicamente) contenuti nel fertilizzante organico
- Si svolgono in condizioni controllate e costanti, nelle quali:
 - Non ci sono perdite di nutrienti
 - L'asportazione colturale è assente
 - È possibile studiare la mineralizzazione sia del carbonio (misurando la produzione di CO₂) sia dell'azoto (misurando le variazioni di N minerale)
 - Il suolo è omogeneo
 - Il fertilizzante organico è omogeneo ed è incorporato omogeneamente
- È possibile confrontare facilmente diversi suoli
- È possibile confrontare facilmente diversi fertilizzanti organici



Come realizziamo le incubazioni / 1

Scegliamo e prepariamo suoli e fertilizzanti

- Suolo o suoli
 - Meglio senza aggiunte recenti di fertilizzanti organici
 - Possibile confrontare suoli con caratteristiche diverse (es. tessitura)
 - Possibile confrontare aree diverse del medesimo appezzamento
 - Opportuna pre-incubazione per mineralizzare la sostanza organica labile
- Fertilizzanti organici (o più in generale materiali organici, come residui colturali e cover crop)
- Definiamo i trattamenti
 - Tipicamente studiamo tutte le combinazioni suolo × fertilizzante
 - Deve sempre essere previsto un trattamento di «controllo non concimato», che non contiene il fertilizzante organico

Come realizziamo le incubazioni / 2

Preparazione delle unità sperimentali



- Ogni unità sperimentale dei terreni trattati contiene:
 - Suolo (equivalente a 50-100 g suolo secco) +
 - Fertilizzante organico (quantità in «proporzione agronomica») +
 - Acqua per raggiungere il contenuto idrico di riferimento (di solito simile alla capacità di campo)
- Le unità sperimentali del controllo contengono
 - Suolo +
 - Acqua
- Il numero di unità sperimentali dipende dal numero di date di campionamento (se i campionamenti sono «distruttivi»)

Come realizziamo le incubazioni / 3

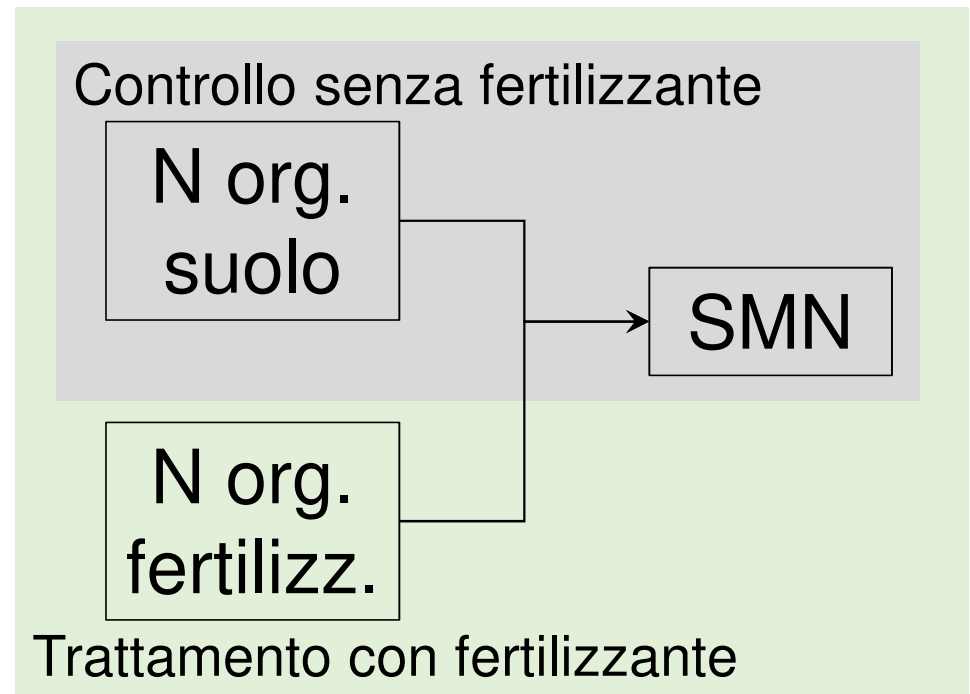
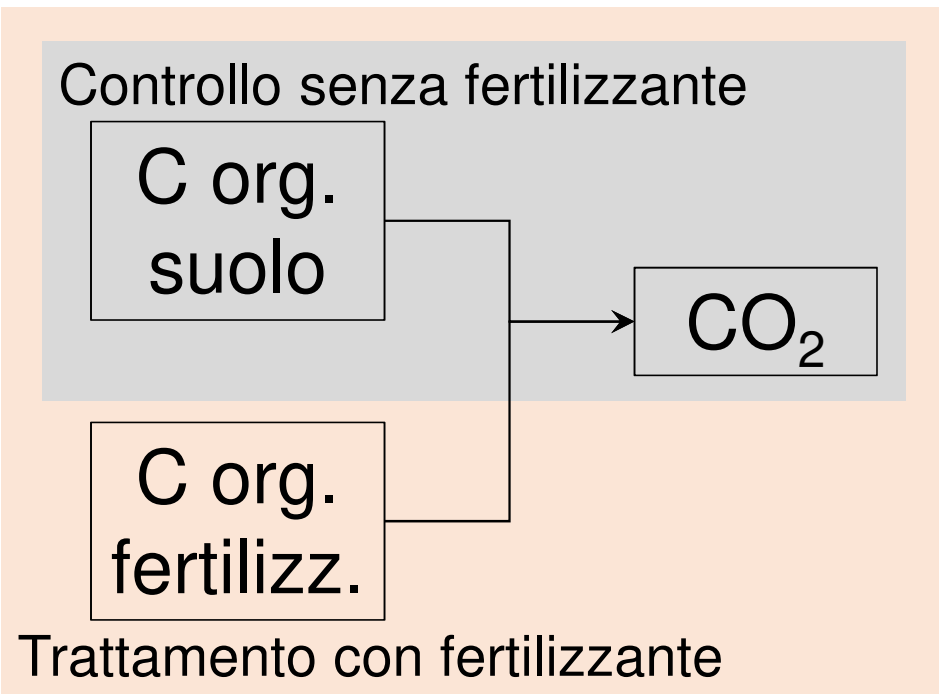
Conduzione dell'esperimento



- Buio, 20-25 °C, contenuto idrico ottimale
- Periodica verifica del contenuto idrico ed eventuale aggiunta di acqua alle unità sperimentali
- Durata: di solito diversi mesi
- Esecuzione delle misure:
 - Quando: più frequenti all'inizio (la decomposizione è più rapida) e meno frequenti successivamente
 - Cosa: CO₂ respirata, concentrazione di azoto minerale (SMN), [eventuali emissioni N]

Come interpretiamo i risultati delle incubazioni / 1

- **Effetto netto** del fertilizzante organico aggiunto =
= Effetto misurato nei trattamenti **con fertilizzante** –
Effetto misurato nel controllo **senza fertilizzante**



Come interpretiamo i risultati delle incubazioni / 2

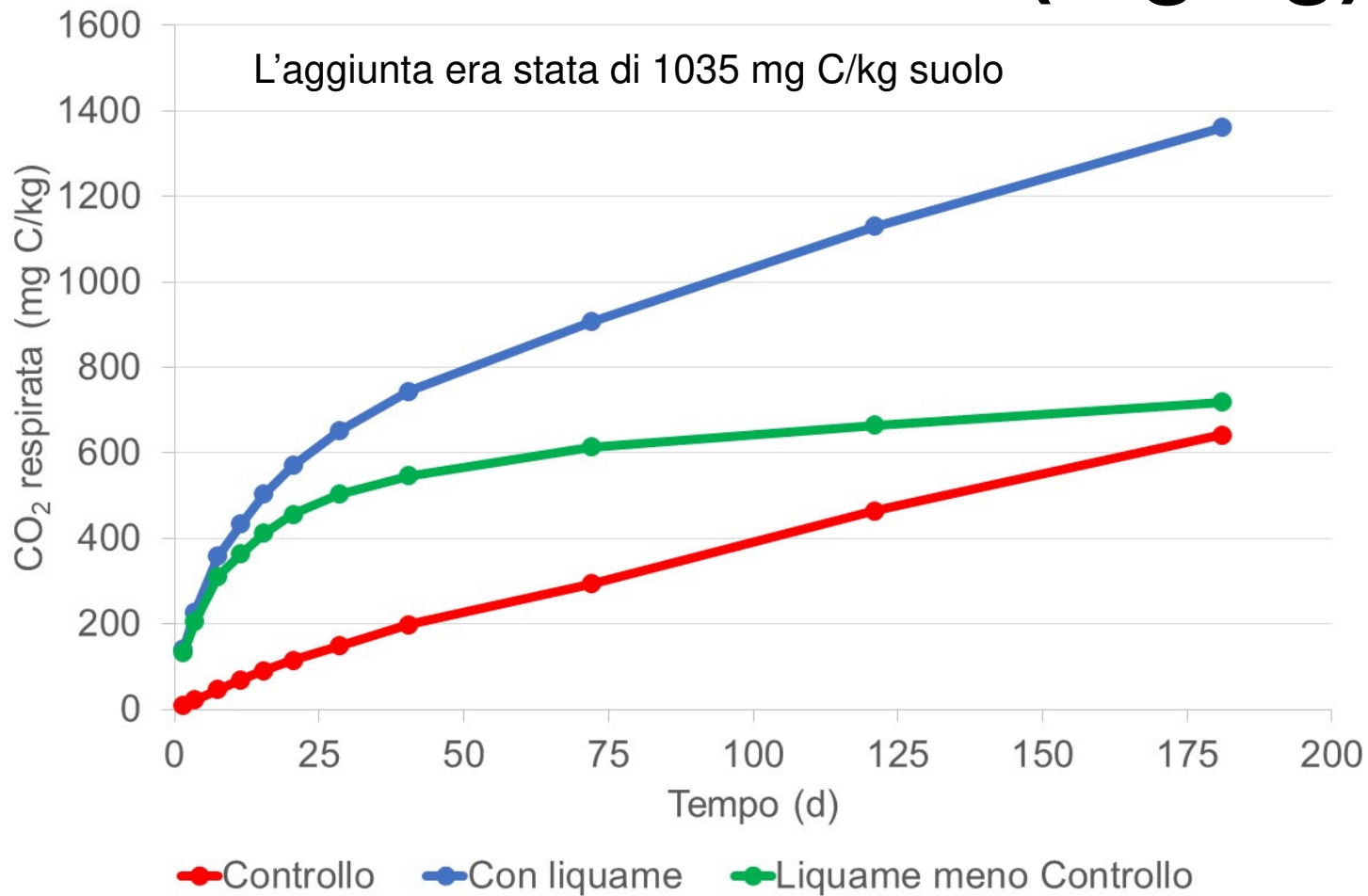


- L'effetto netto è poi standardizzato dividendolo per la quantità di carbonio o azoto aggiunti
- CO_2 (%) = $(CO_2_{\text{trattati}} - CO_2_{\text{controlli}}) / C$ aggiunto
- SMN (%) = $(SMN_{\text{trattati}} - SMN_{\text{controlli}}) / N$ aggiunto



Esempio

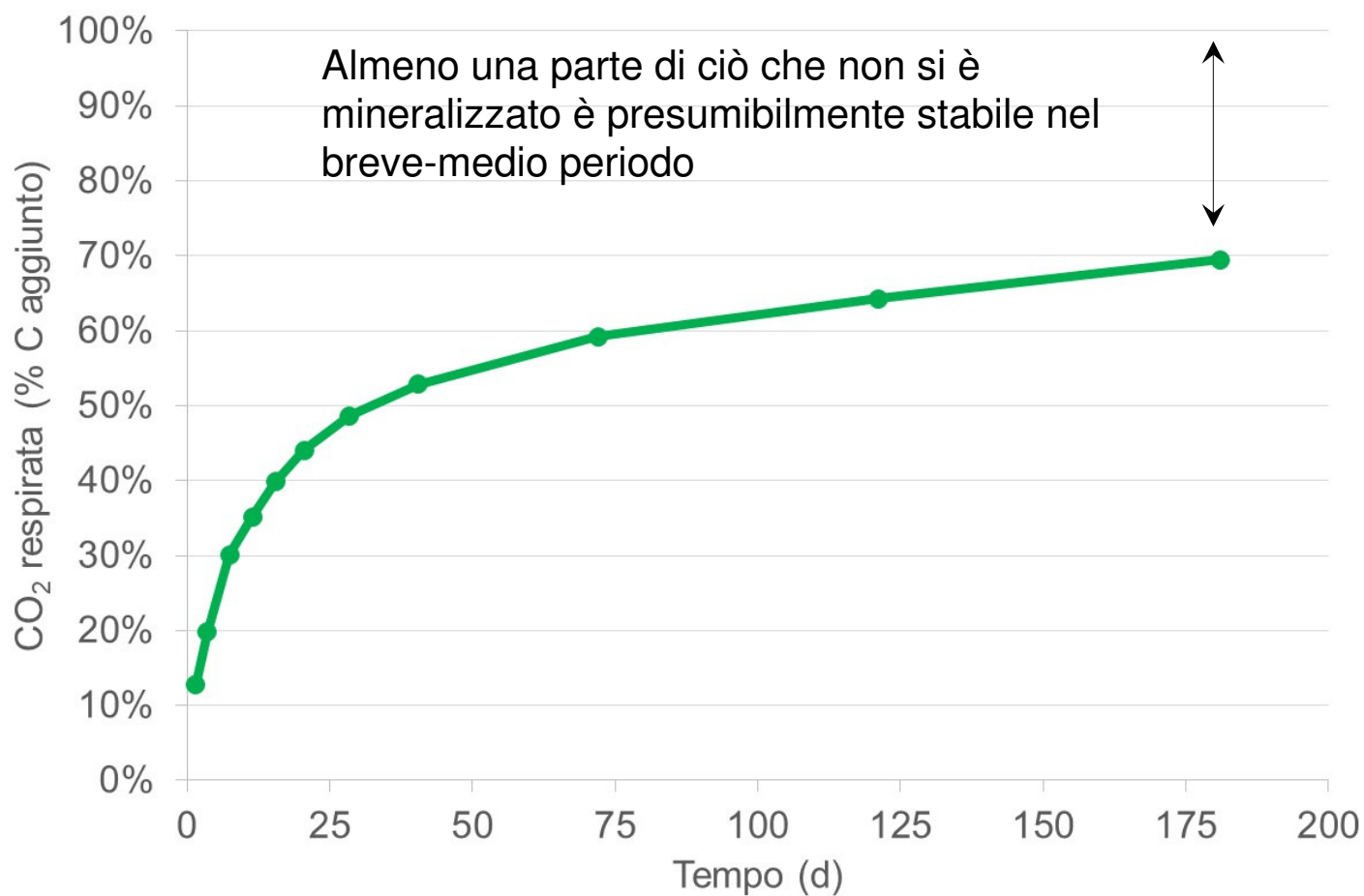
Respirazione del carbonio (mg/kg)



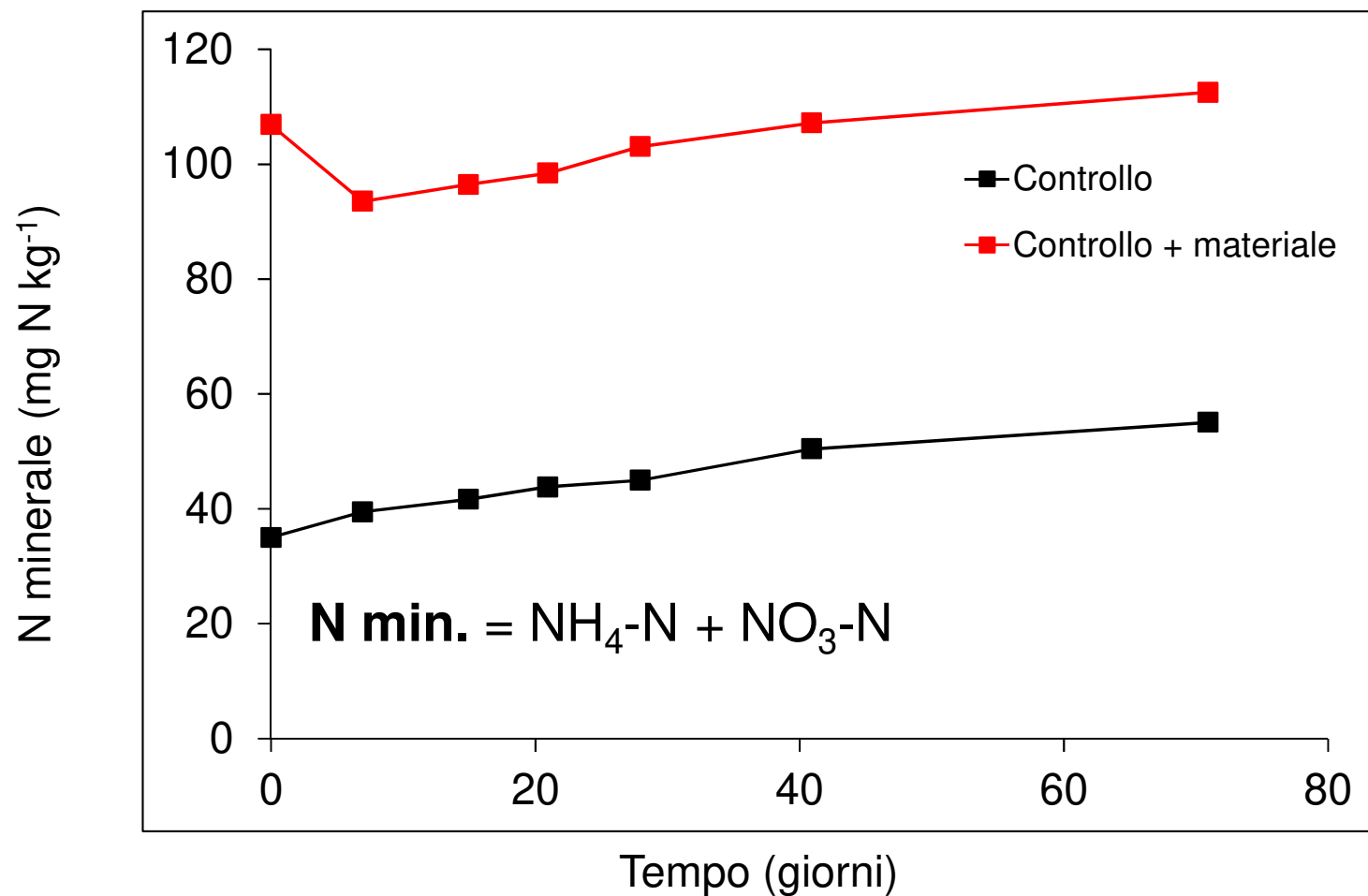


Esempio

Respirazione del carbonio (%)

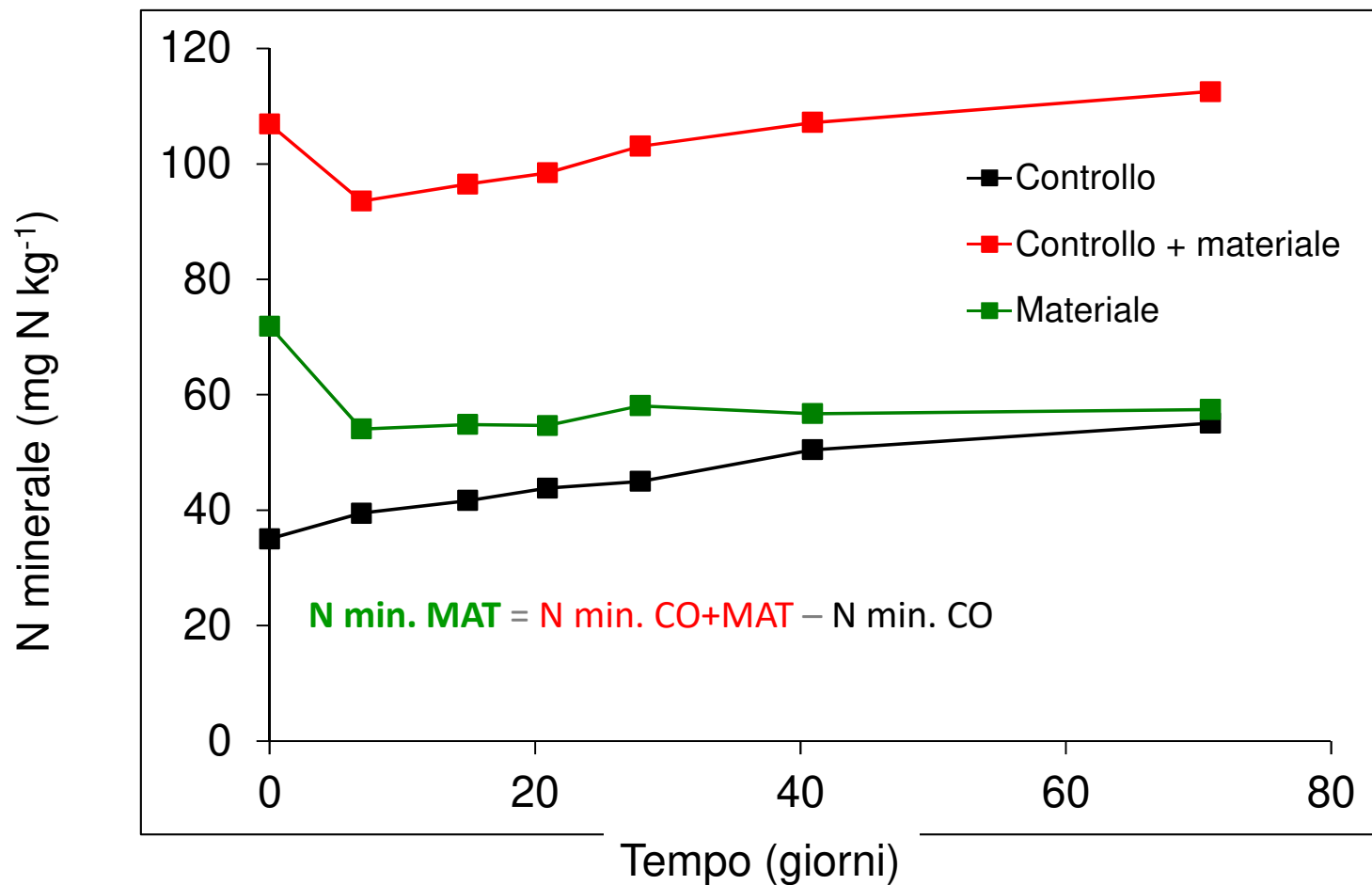


Calcolo dell'N minerale



Fonte: Dott. Daniele Cavalli, CREA-ZA, Lodi

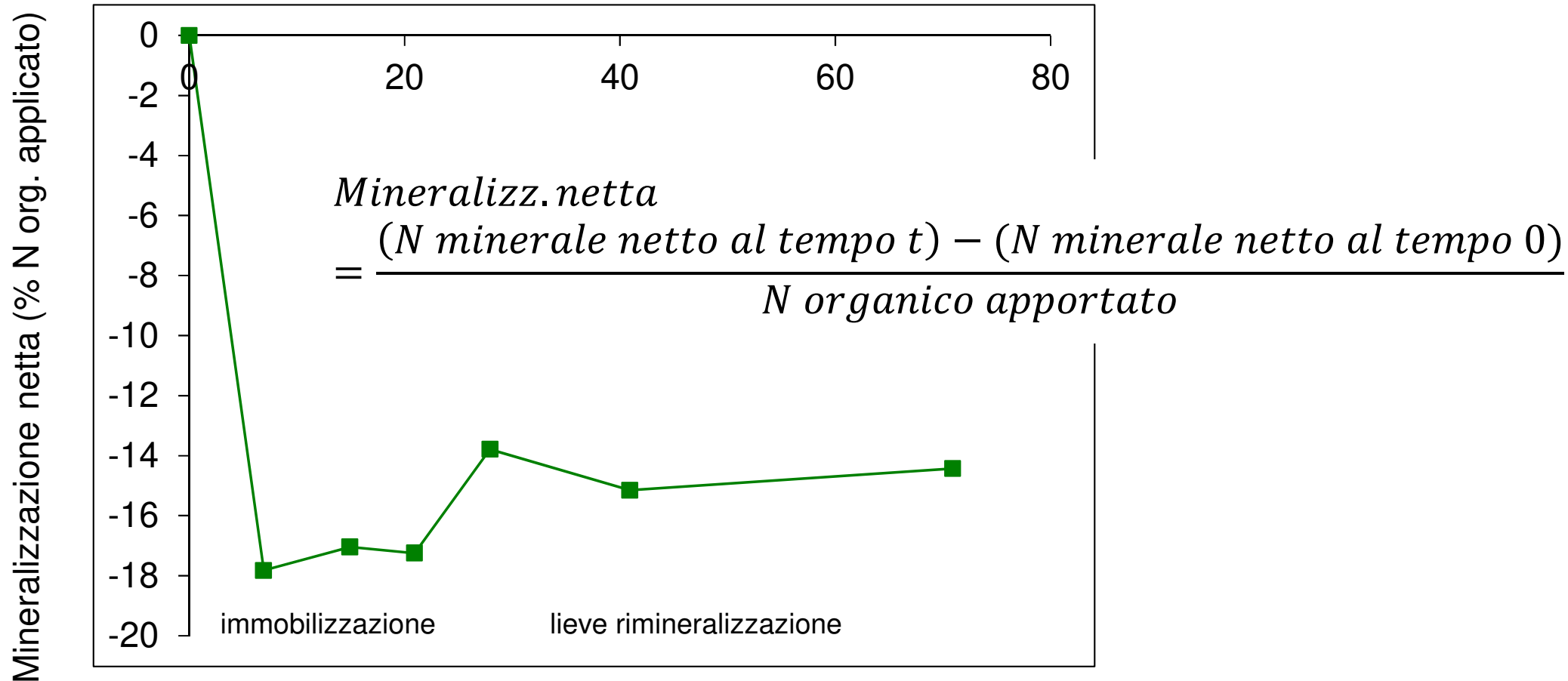
Calcolo dell'N minerale netto



Fonte: Dott. Daniele Cavalli, CREA-ZA, Lodi



Calcolo della mineralizzazione netta di N organico (valore fertilizzante)

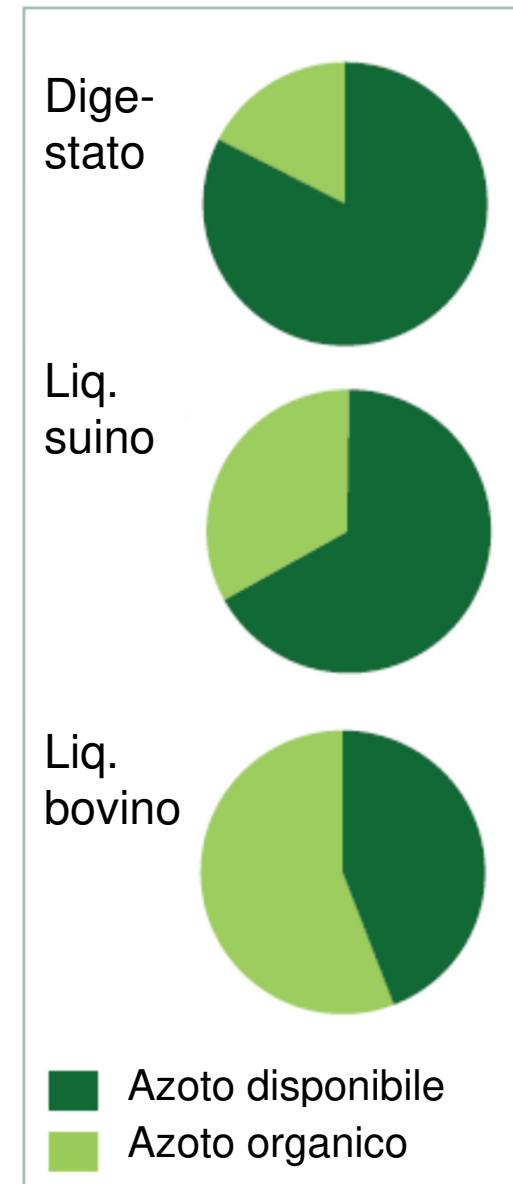


Fonte: Dott. Daniele Cavalli, CREA-ZA, Lodi

La ripartizione dell'azoto

- Oltre alla forma organica il cui destino abbiamo appena descritto, una parte più o meno consistente dell'azoto presente negli effluenti è in **forma inorganica** (tipicamente ammoniacale nel caso di molti effluenti), quindi considerata **disponibile per le colture**
- Che contributo danno queste due forme alla disponibilità azotata?

Using quality anaerobic digestate to benefit crops, 2012.
Waste & Resources Action Programme, www.wrap.org.uk



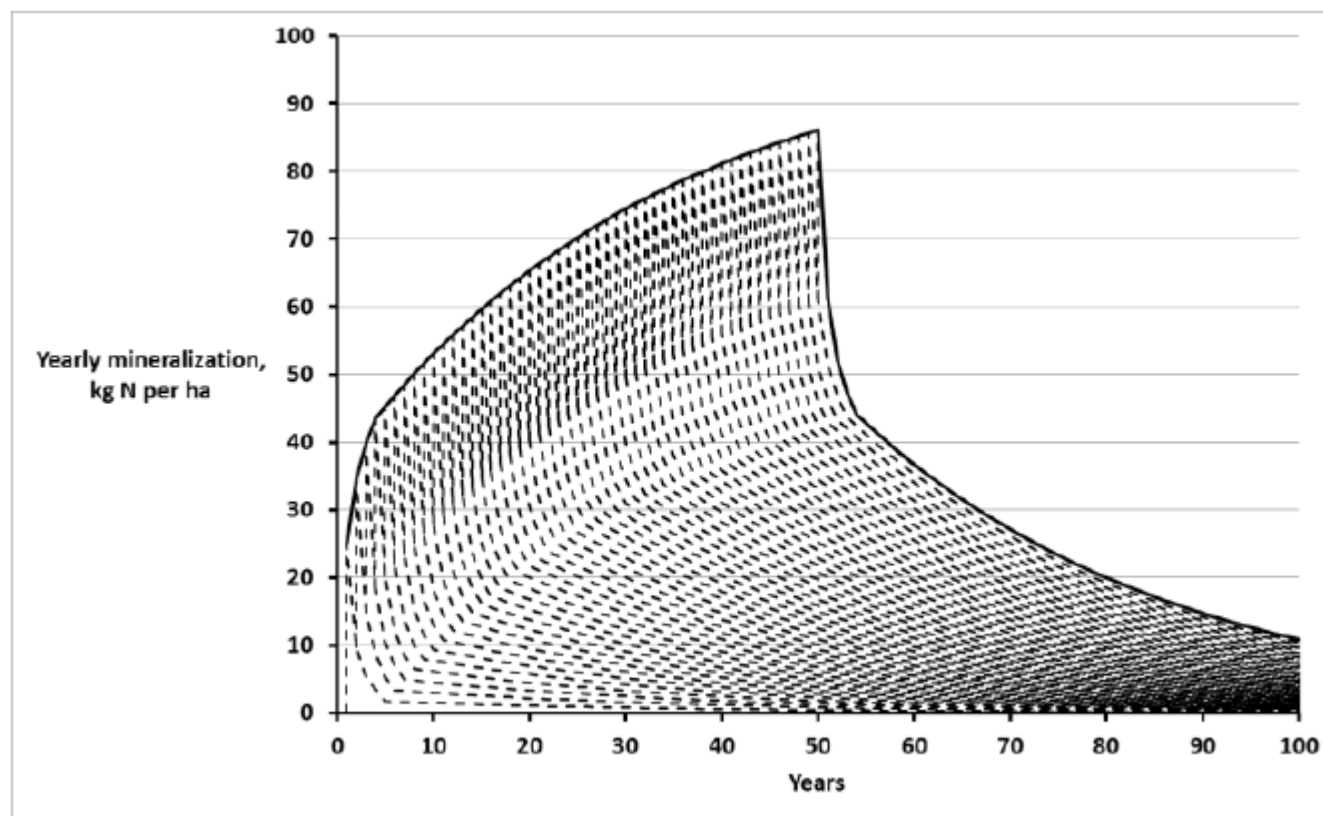


Valore fertilizzante

- Nel breve periodo
 - Dovuto **principalmente all'ammonio**
 - La mineralizzazione dell'azoto organico nel breve periodo è scarsa
 - Ma **non tutto** l'ammonio è disponibile
 - Parte può essere immobilizzato dalla biomassa microbica o fissato in modo non scambiabile dai minerali argillosi
- Nel medio-lungo periodo
 - La **componente organica** diventa più importante
 - Si mineralizzano quote dell'azoto organico applicato negli anni precedenti
 - Più importante per matrici recalcitranti (es. separato solido)
 - Si ri-mineralizza parte dell'azoto minerale immobilizzato dopo l'applicazione del refluo



Contributo cumulato degli effetti residui di 100 kg N-organico / ha, per 50 anni



Anno 1-50: Disponibilità del 25, 13, 8 e 6% nel 1°, 2°, 3° e 4° anno, e del 3% negli anni successivi.

Anno 51-100: nessun apporto di N organico

Schröder, J. et al., 2013. Residual N effects from livestock manure inputs to soils, in: Recycling of Organic Residues in Agriculture: From Waste Management to Ecosystem Services. Presented at the RAMIRAN 2013 - 15th International Conference, RAMIRAN - Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture, Versailles, France.

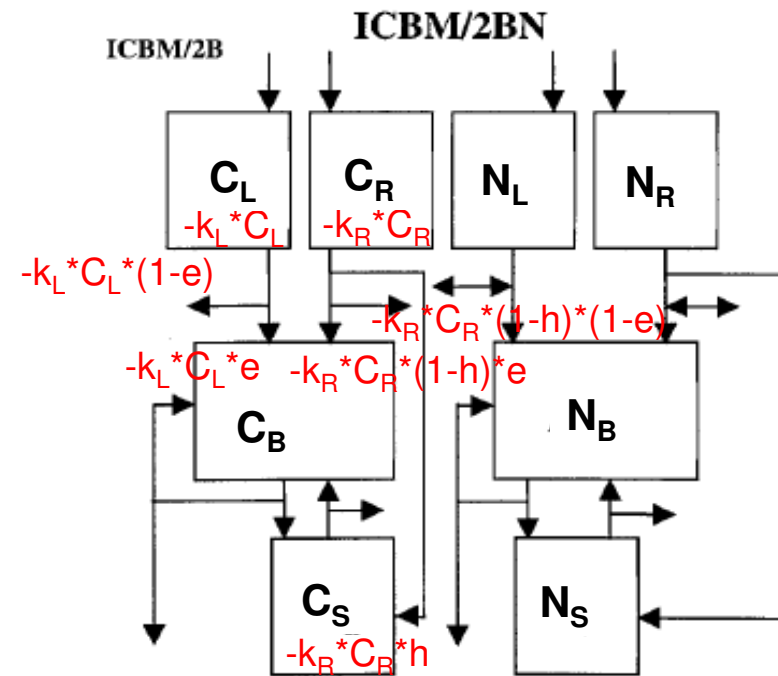
I modelli di simulazione applicati ai risultati delle incubazioni



- Le diverse forme di carbonio e azoto presenti nel suolo (o aggiunte con i fertilizzanti) sono allocate a dei *pool*
- I *pool* sono compartimenti «omogenei»
- Di ogni *pool* viene simulata dinamicamente
 - La decomposizione
 - La cessione del prodotto della decomposizione ad altri *pool*, come la biomassa microbica, i *pool* stabili del terreno, la CO₂, l'azoto minerale

Esempio di modello

- ✓ C_L e C_R sono il carbonio labile e resistente di due pool aggiunti (N_L e N_R sono l'azoto) = AOM
- ✓ C_B e N_B sono il carbonio e l'azoto della biomassa microbica
- ✓ C_S e $N_S = C$ e N stabili
- ✓ Flussi nel vuoto: produzione di CO_2 o NH_4-N
- ✓ Poi azoto minerale



Modificato da: Kätterer, T., Andrén, O., 2001. The ICBM family of analytically solved models of soil carbon, nitrogen and microbial biomass dynamics—descriptions and application examples. Ecological Modelling 136, 191–207.



Calibrazione del modello

- Perché il modello simuli correttamente i risultati dell'esperimento, i suoi parametri vanno modificati («calibrati») procedendo per tentativi ed errori, fino a ottenere un buon accordo con le misure
- Vediamo un esempio in Excel

Conclusioni

- Le incubazioni consentono di misurare in un microcosmo i processi di decomposizione dei fertilizzanti organici
- Questi processi sono importanti perché sono alla base del valore fertilizzante
- Otteniamo una stima della quantità di carbonio e azoto mineralizzato in un tempo noto in condizioni standard
- Usando i modelli possiamo indagare il legame tra i risultati relativi al carbonio e quelli relativi all'azoto (interconnessi)
- Dopo essere stati calibrati, i modelli possono essere applicati (all'interno di modelli più complessi) in pieno campo a supporto della gestione

Grazie dell'attenzione!

- Luca Bechini
- Università degli Studi di Milano
- luca.bechini@unimi.it

