



# **DIMINUIZIONE DELLE EMISSIONI DI AMMONIACA NEGLI ALLEVAMENTI**

**BENESSERE ANIMALE, VALORIZZAZIONE DEGLI  
EFFLUENTI E SOSTENIBILITÀ PRODUTTIVA**

**Caratteristiche fisico-chimiche e fertilizzanti degli effluenti**

**Valorizzazione agronomica degli effluenti**

**Marco Acutis**



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DISAA**

# Oggi l'agricoltura è un fornitore di servizi ecosistemici

- Sono i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano.



# Aspetti normativi. Ecoschemi

## Eco-schema 4: Sistemi foraggeri estensivi con avvicendamento

A.D. 1308  
**unipg**  
DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE AGRARIE,  
ALIMENTARI E AMBIENTALI

| Contenuto                   | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Obiettivo</b>            | L'introduzione in <b>avvicendamento di colture leguminose e foraggere, nonché da rinnovo</b> con l'impegno alla gestione dei residui con un ottica di carbon sink. L'avvicendamento colturale rappresenta uno strumento fondamentale per preservare la fertilità dei suoli e la biodiversità, e per ridurre lo sviluppo di infestanti e l'insorgenza dei patogeni, salvaguardando/migliorando la qualità delle produzioni. |
| <b>Ammissibilità</b>        | Tutte le superfici a seminativo in avvicendamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Pagamento</b>            | <b>110 €/ha</b> aggiuntivi al sostegno di base (integrazione per impegni in Natura 2000 e ZVN).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Controllo</b>            | SIPA-LPIS e monitoraggio con dati Sentinel e visite in campo, ove necessario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Costo dell'ecoschema</b> | l'impatto è di <b>162,9</b> milioni di euro (18,6% del budget).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



# Incrementare la sostanza organica.

Fertilizzazione organica, interramento residui, lavorazioni ridotte permettono

Incremento della SO e riduzione della sua mineralizzazione



Miglioramento della struttura e della sua stabilità

Miglior nutrimento delle colture (anche microelementi e molecole con azione di biostimolatori)

Incremento biodiversità e biomasse microbiche (= meno malattie)

Miglioramento dell'efficienza idrica oer via del miglioramento del suolo

Sequestro di carbonio nei suoli (carbon credits ?)

# COSTI DI CONCIMAZIONE (minacce)

## Costo delle UF (Euro/kg) al dettaglio

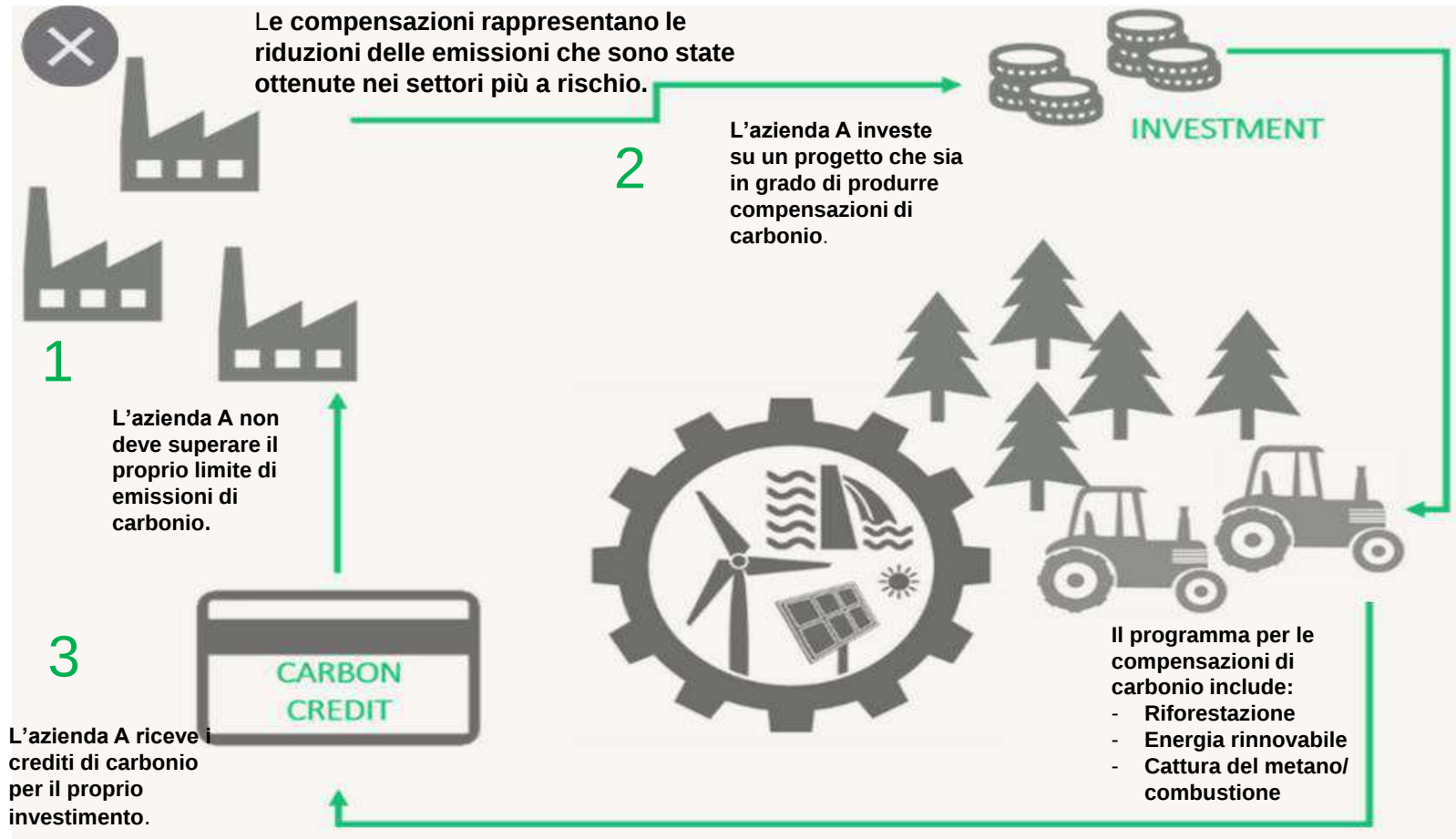
| Unità Fertilizzante Mese | giugno '21 | marzo '22 | giugno '22 |     |
|--------------------------|------------|-----------|------------|-----|
| Azoto (CAN 26/27)        | 1,21       | 4,22      | 2,95       |     |
| Azoto (NA 33/34)         | 1,13       | 4,15      | 2,78       | 59% |
| Azoto (urea prilled)     | 1,09       | 2,95      | 2,30       | 59% |
| Azoto (urea granulare)   | 1,08       | 3,05      | 2,06       | 53% |
| Azoto organico           | 3,20       | 5,80      | 5,70       | 48% |
| Anidride fosforica (1)   | 1,18       | 2,65      | 2,45       | 44% |
| Ossido di potassio (2)   | 0,70       | 1,50      | 1,74       | 52% |
| Ossido di potassio (3)   | 1,40       | 2,45      | 2,85       | 60% |
|                          |            |           |            | 51% |

(1) media tra perfosfato semplice e perfosfato triplo

(2) da cloruro di potassio (3) da solfato di potassio

Elaborazione SILC Fertilizzanti Srl

# Come lavora il mercato del carbonio



# Compensazione di carbonio: Carbon offset



*Dimostrare che il progetto deve essere reale e deve consentire di poter essere esaminato in qualsiasi momento.*

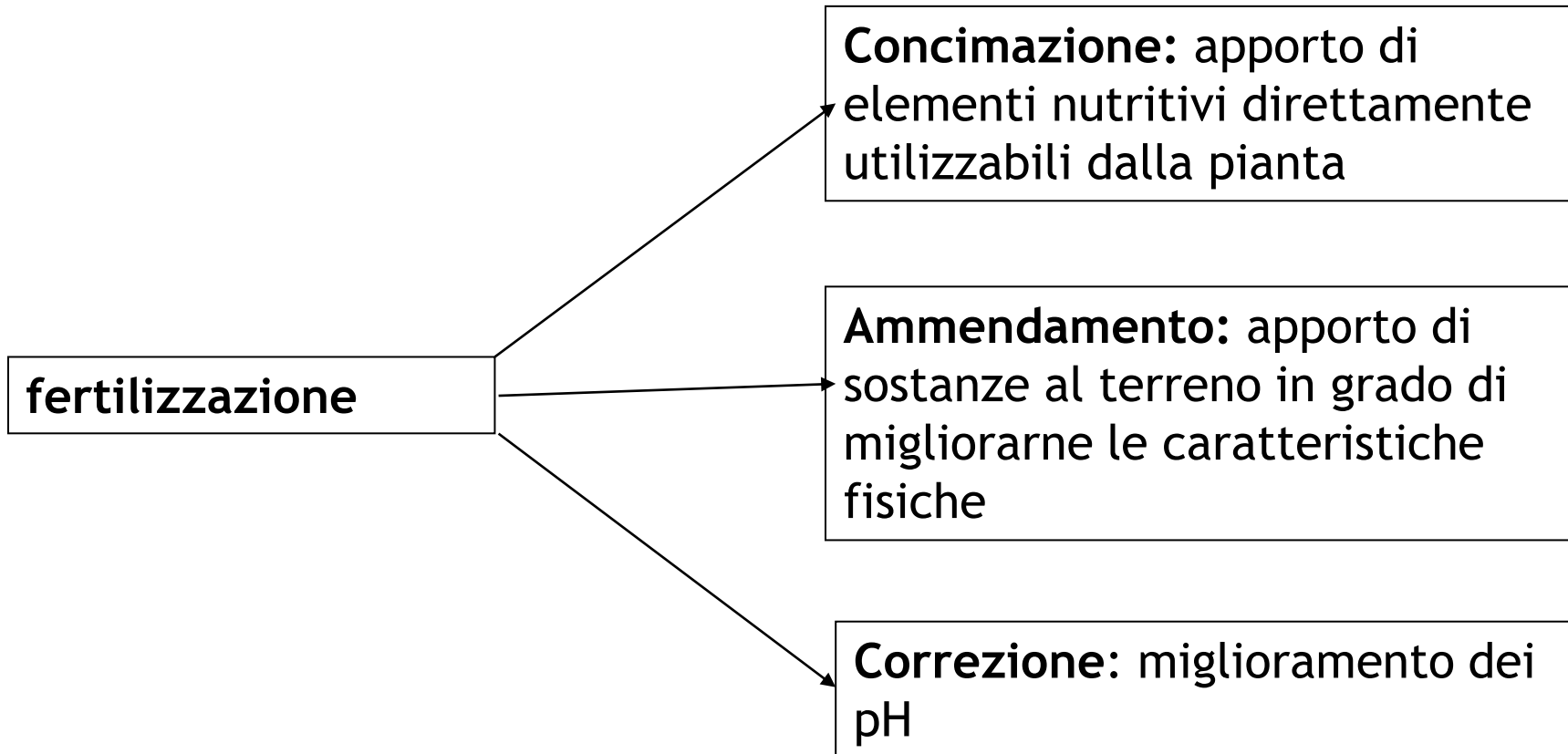
*Il progetto realizzato abbia effettivamente ottenuto la compensazione di carbonio prefissata.*

*Dimostrare che il progetto sia permanente, ovvero che duri nel tempo.*

*Il progetto deve essere quantificato economicamente (1t di CO<sub>2</sub> = 1 credito di Carbonio) e monitorato nel tempo.*

# Fertilizzazione

Apporto di sostanze al terreno in grado di migliorarne la fertilità.



# Concimazione

14 elementi indispensabili all'accrescimento e alla produzione delle piante

**Macroelementi maggiori (elementi nutritivi principali)** : sono quelli più assorbiti e maggiormente limitanti le rese:

- azoto
- fosforo
- potassio

**Elementi nutritivi secondari**, sono in genere sempre presenti nel terreno in quantità non limitante:

- Calcio
- Zolfo (sempre meno presente....)
- Magnesio
- Sodio

**Microelementi o oligoelementi**: agiscono in quantità ridottissime, entrando nella costituzione di enzimi:

- Boro • Ferro • cobalto
- Manganese • Rame • Molibdeno • Zinco



# Problemi ambientali dovuti all'azoto

---

Le principali perdite di azoto dal sistema agricolo sono:

- **Lisciviazione di nitrati** verso il comparto acqua (problema relativo al comparto colturale)
- **Volatilizzazione dell'ammoniaca** verso il comparto atmosferico (problema relativo sia al comparto colturale che zootecnico)
- **Emissione di ossidi di azoto** verso il comparto atmosferico (problema relativo sia al comparto colturale che zootecnico)



# Principi della concimazione

## SI DEVE ANDARE A BILANCIO!!!

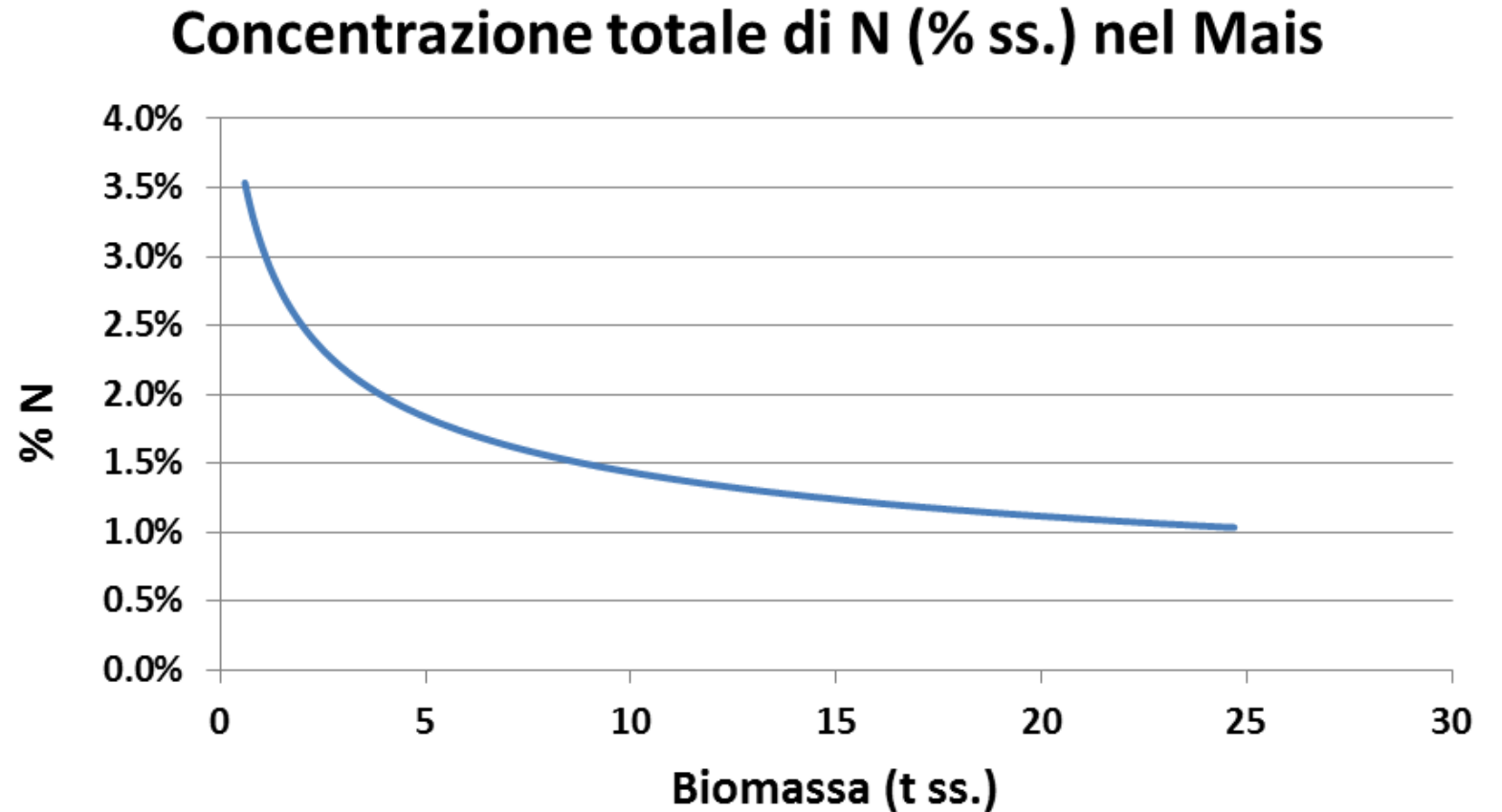
- **l'obiettivo di produzione** e il contenuto in N del prodotto e della biomassa totale
- **precedente colturale**: bassi apporti se leguminosa, intermedi se la coltura precedente è stata letamata, alti in monocoltura.
- **Mineralizzazione della SO dei suoli.**
- **Nitrati e ammoniaca nelle piogge** (da 10 a 80 kg/ha) (anche in acque di irrigazione, sia da canali sia da pozzi)
- **urgenza dei fabbisogni da soddisfare**: se elevata, N minerale (ma anche dei digestati a 75-80 % di NH<sub>3</sub>)
- **costo del concime** (gli organici costano per il trasporto i minerali per la guerra)
- **l'andamento meteorico** nel periodo precedente: in caso di relativa siccità si può presumere disponibilità di N minerale, in caso di piogge dilavanti, aumentare la concimazione
- **epoca d'impiego**: concimare il più possibile in prossimità della richiesta di N. N non assorbito costa e inquina;  
es.: frumento: nulla o pochissimo alla semina, tutto in primavera; Mais: ½ alla semina, ½ in copertura
- **irrigazione**



# Azoto

**5-6% tessuti giovani, 1-3% tessuti maturi.** Costituente delle proteine (convenzionalmente  $\text{proteina} = \text{N tot} \times 6,25$ ) presente in clorofilla, acidi nucleici, glucosidi e alcaloidi

**Il livello produttivo è** primariamente condizionato dall'**assorbimento di N:** stimolo all'accrescimento, clorofilla abbondante



## Eccesso azoto

- Rallentamento della velocità di sviluppo: ritardo nelle date di fioritura, fruttificazione e maturazione.
  - stretta da caldo nei cereali (problematica non solo più esclusivamente del sud)
- Minor resistenza a avversità climatiche e parassitarie
  - scarsa resistenza meccanica
  - suscettibilità a fitopatie
  - sensibilità al freddo (> acquosità)
- Accumulo di nitrati nella pianta: l'attività nitrato-reduttasica diviene insufficiente. Potenziali danni agli utilizzatori (metaemoglobinemia)



# Fabbisogni di N della pianta/1

---

Fabbisogno totale = asporti di una coltura in condizioni non limitanti (N potenzialmente assorbibile)

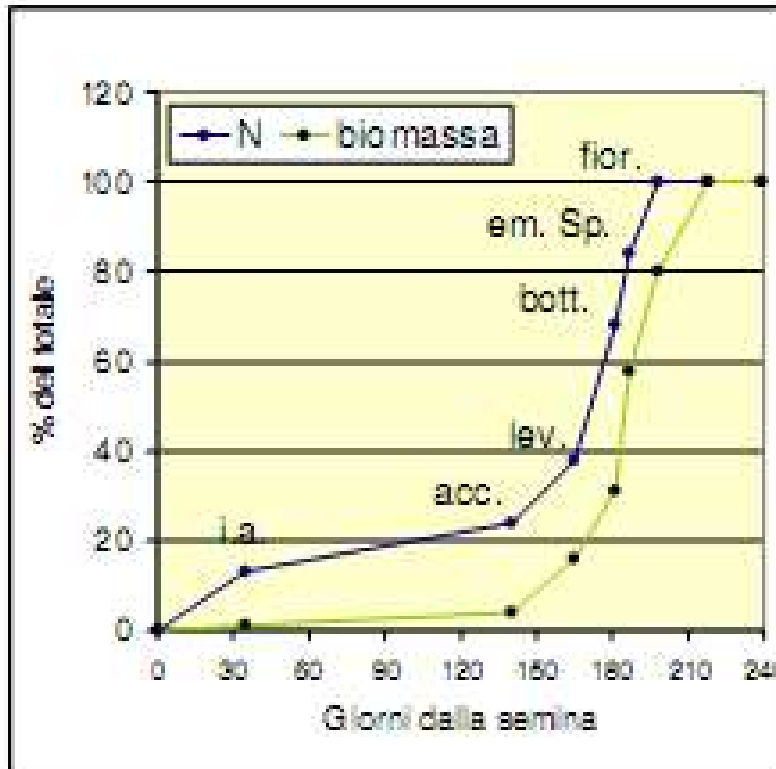
L'asporto di N non è lineare, segue un andamento approssimativamente sigmoidale:

- **Fasi iniziali:** poca fitomassa, **poco assorbimento**  
nei cereali:
- **levata e fioritura** elevato assorbimento
- **Maturazione:** rallentamento assorbimento N

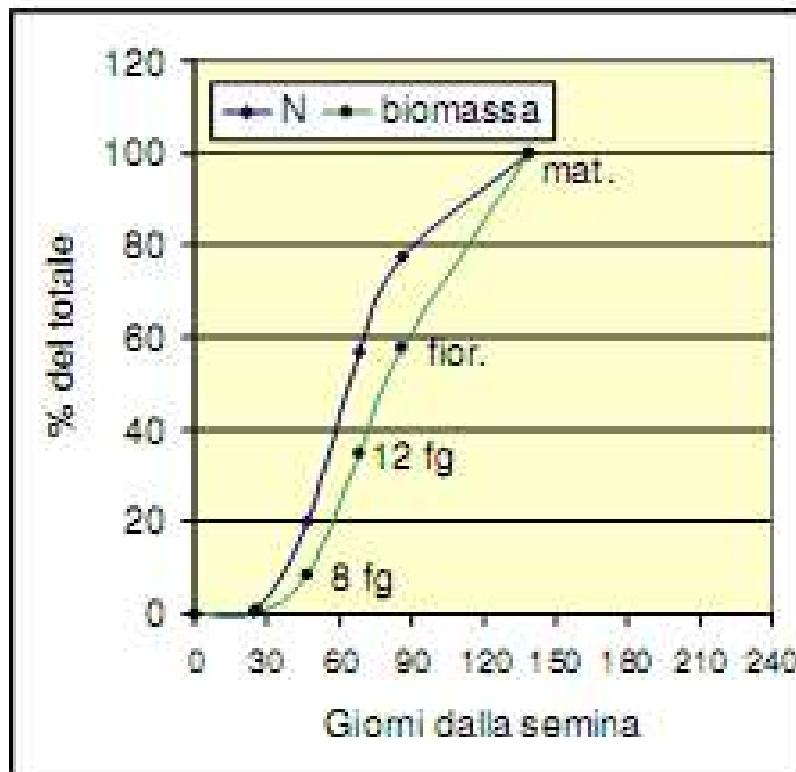


# Fabbisogni di N della pianta/2

Ritmo  
assorbime  
nto azoto



Frumento

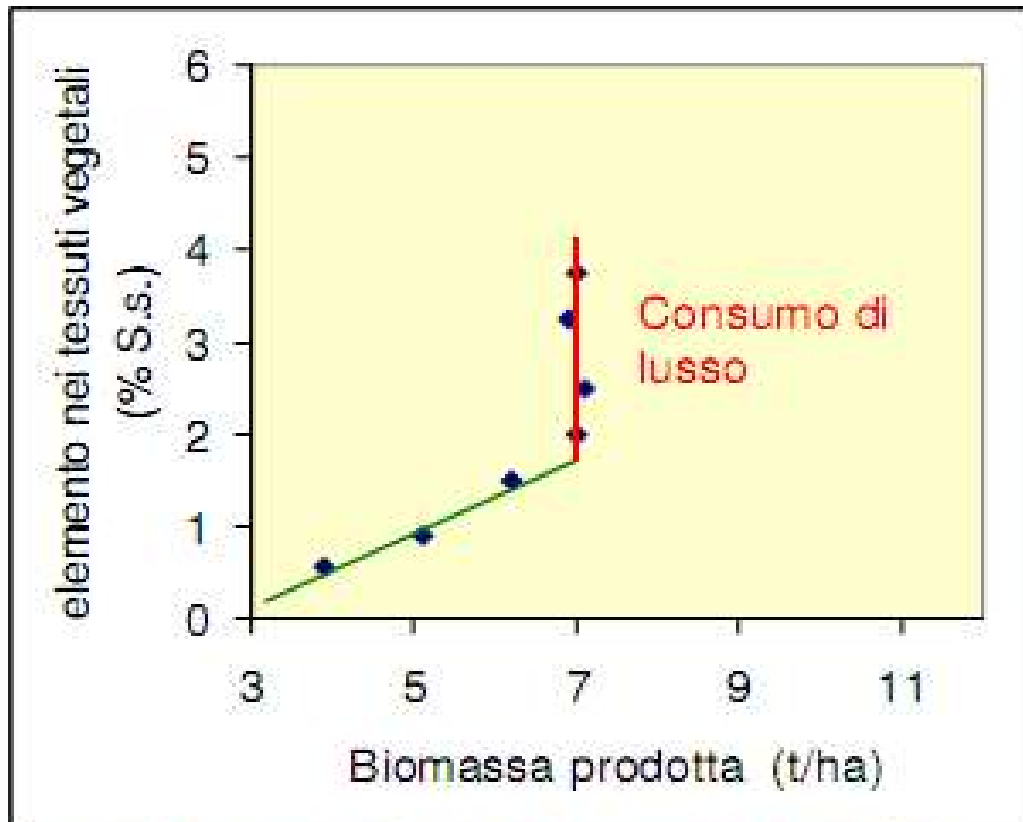


Mais

Problemi nella sincronizzazione dell'assorbimento con la disponibilità dell'N (poco N  $\Rightarrow$  carenze, troppo N  $\Rightarrow$  inquinamento)

# Fabbisogni di N

## Consumo di lusso

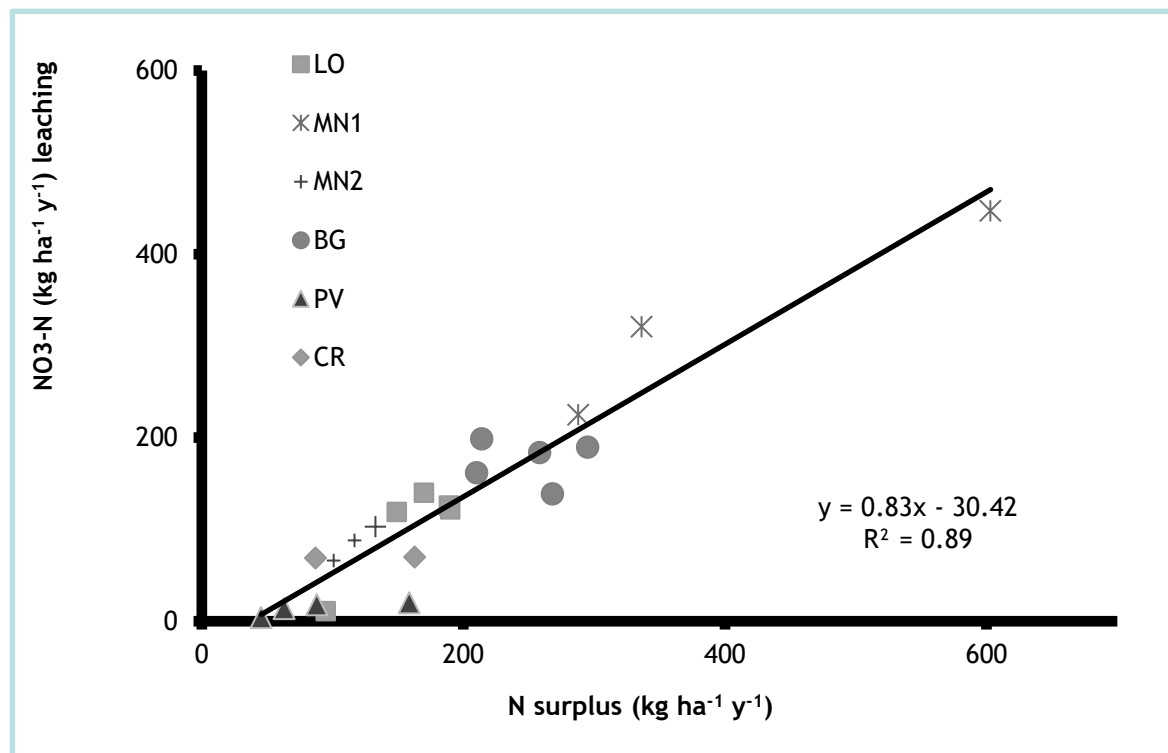


I punti in successione rappresentano livelli di applicazione crescente di elemento nutritivo

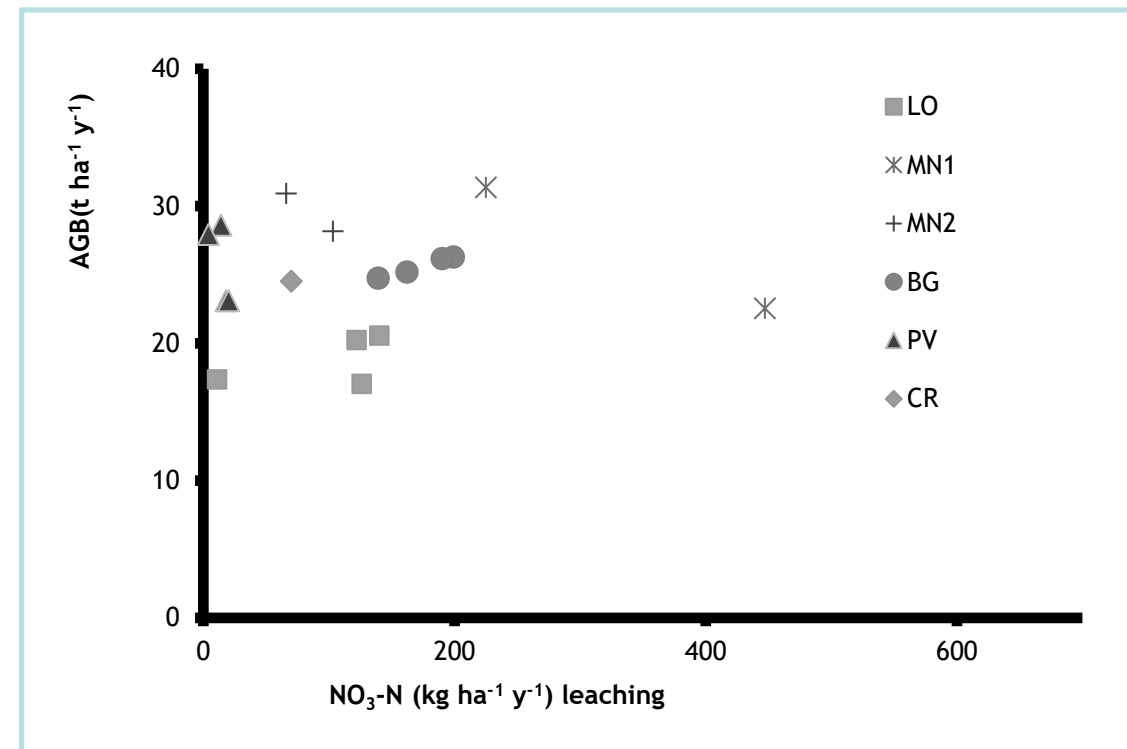
E dopo il consumo di lusso che talvolta è voluto (aumento proteina) le perdite "esplodono"

# Lisciviazione e produzione

- Liquame, letame, digestato sono ottimi fertilizzanti, ma vengono considerati rifiuti



La lisciviazione è funzione del surplus di N



MA I RISULTATI PRODUTTIVI NON AUMENTANO !!!!

# Fertirrigazione

**Aggiunta di fertilizzanti all'acqua di irrigazione.** Migliora l'efficacia dei fertilizzanti, che sono portati a diretto contatto con le radici

Modalità:

- irrigazione a goccia (per gli organici il problema è il filtraggio)
- aspersione



# Subirrigazione 27 cm e semina su sodo



Le produzioni (14% umidità) sono state: **coltivazione su sodo:** 12.8 t ha<sup>-1</sup>  
manichette a 70 cm

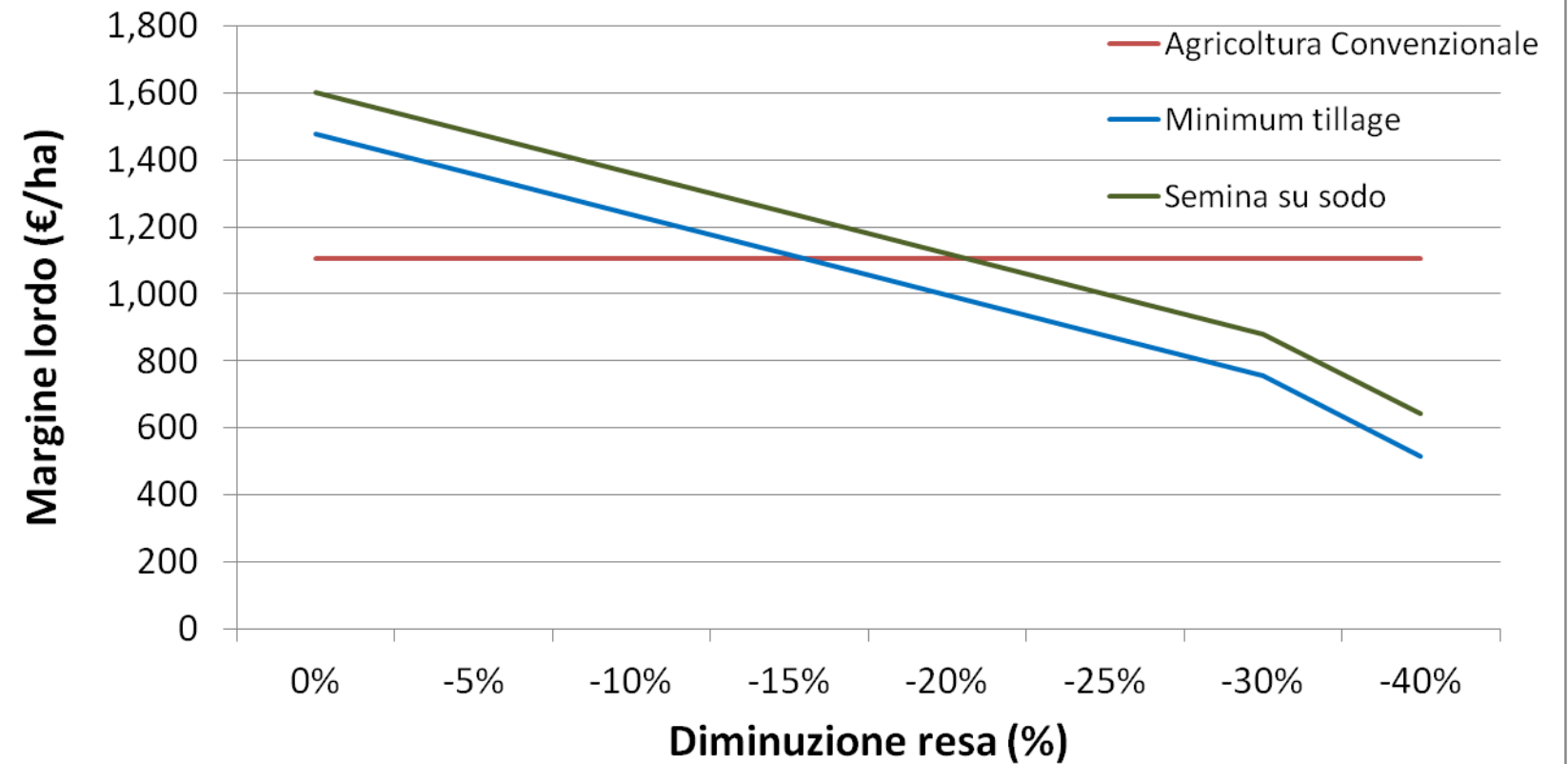
11.8 t ha<sup>-1</sup> manichette a 120

**coltivazione convenzionale**  
10,1 t ha<sup>-1</sup>

Emissioni ammoniacali e lisciviazione nettamente inferiori per la subirrigazione

# Tecniche di lavorazione

Andamento del margine lordo in funzione alla diminuzione di resa tra convenzionale vs minima e convenzionale vs sodo



# Letame caratteristiche

Composizione:

deiezioni+materiali della lettiera

varia in funzione di

- tipo di animali
- tipo di allevamento
- lettiera
- preparazione
- rapporto paglia/deiezioni
- conservazione

NPK sono approssimativamente in rapporto 1:0,5:1

|        | N ‰ | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ‰ | K <sub>2</sub> O ‰ |
|--------|-----|---------------------------------|--------------------|
| bovino | 3.4 | 1.3                             | 3.5                |
| suino  | 4.5 | 2                               | 6                  |
| equino | 6.7 | 2.3                             | 7.2                |
| ovino  | 8.2 | 2.1                             | 8.4                |

# Letame produzione preparazione/1

---

Ha ripreso un poco importanza (..forse..) per via del biologico.

Il letame fresco non è adatto alla concimazione.

Occorre ridurre l'ossidazione: farne cumuli pressati di circa 2 m, per 3 mesi scalda, poi è idoneo per terreni argillosi (letame mediamente maturo). Per terreni sciolti occorrono circa 6 mesi, fino a che la paglia e le deiezioni appaiono difficili da distinguere (letame maturo).

Solo capi giovani, stabulazione libera, circa 10 m<sup>2</sup> per bovino richiede molta paglia (10-12 kg per animale al giorno), ma non ci sono coli.

la lettiera è asportata almeno 2 volte all'anno.



# Letame - utilizzazione

Il letame ha un valore fertilizzante che non è dovuto solo al suo contenuto di elementi chimici, ma anche all'**azione ammendante** della sostanza organica. Vero **concime a lenta cessione**. Spesso troppo lenta, occorre l'aggiunta di N minerale.

## Modalità di distribuzione:

- Distribuzione in autunno, seguita da immediato interramento: in primavera sarà ben decomposto. In primavera in terreni sciolti.
- Colture: tradizionalmente alle sarchiate: pochi problemi da malerbe.
- Non usare sui cereali autunno vernini: non è ancora ben decomposto in marzo, troppi semi di malerbe e patogeni.

**Dosi:** min. 30 t ha<sup>-1</sup>, usualmente 40-50 t ha<sup>-1</sup>. Azione per più di un anno, miglioramenti fisici  
La dose dipende dalla concentrazione in N, ma nessuno fa analisi anche per difficoltà di campionamento

**Spandimento:** con carri spandi-letame. Non distribuirlo assieme a prodotti ricchi in calce per volatilizzazione dell'ammoniaca



# Liquame caratteristiche

Da allevamenti su grigliato (i più diffusi)

Liquame = deiezioni liquide + solide + acque di lavaggio

Valore del liquame molto inferiore al letame, solo contenuto in elementi chimici: manca lignina e cellulosa. L'incremento di SO dei suoli usando liquame è trascurabile

composizione molto variabile, mediamente:

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| s. o.                         | 2-4%     |
| N                             | 0,1-0,5% |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0,1-0,5% |
| K <sub>2</sub> O              | 0,2-0,3% |

L'N è organico e ammoniacale, **ammoniacale circa al 40%**. Si considera l'N organico disponibile nell'annata

Si conservano in lagoni impermeabilizzati sul fondo o in serbatoi, occorre una capacità di immagazzinamento di almeno 120 giorni. 180 giorni in area vulnerabile.



# Liquame caratteristiche

| Variable / unit                                        | Heifer<br>slurry (HEI) | Dairy cow<br>slurry (COW) |
|--------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Dry matter / g kg <sup>-1</sup>                        | 39.0                   | 81.7                      |
| Ash / g kg <sup>-1</sup>                               | 10.4                   | 12.6                      |
| pH <sub>w</sub>                                        | 8.82                   | 7.97                      |
| K / g K kg <sup>-1</sup>                               | 2.5                    | 1.9                       |
| Total C (TC) / g C kg <sup>-1</sup>                    | 13.9                   | 34.9                      |
| Water soluble C / g C kg <sup>-1</sup>                 | 2.2                    | 10.5                      |
| Volatile fatty acids / g C kg <sup>-1</sup>            | 0                      | 4.2                       |
| Total nitrogen (TKN) / g N kg <sup>-1</sup>            | 1.36                   | 3.98                      |
| Soluble N / g N kg <sup>-1</sup>                       | 0.51                   | 2.49                      |
| Ammonium N (NH <sub>4</sub> -N) / g N kg <sup>-1</sup> | 0.33                   | 2.08                      |
| NH <sub>4</sub> -N/TKN                                 | 24.3                   | 52.3                      |
| TC/TKN                                                 | 10.2                   | 8.8                       |
| TC/organic N                                           | 13.5                   | 18.4                      |



# Liquame utilizzazione - possibili danni

---

## Danni alle colture

- eccesso elementi nutritivi
- tossicità foraggio per eccesso di nitrati
- scarsità di Mg per troppo K (ipomagnesioemia degli animali)
- scarsa appetibilità foraggi
- metalli pesanti (soprattutto letame suino)

## Danni all'ambiente

- danni al suolo: degradazione struttura (K, Na), salinità, microflora, acidificazione
- nitrati in falda e corpi idrici superficiali
- odori e mosche (appositi prodotti)



# Digestati

---

Sempre più importanti per via della produzione di energia

Sono nettamente migliori dei liquami, la sostanza organica è molto più stabile e hanno un effettivo miglioramento della struttura del terreno.

Possono avere contenuti in ammoniaca molto elevati (anche il 75% dell'N può essere in forma ammoniacale)

Dovrebbero essere iniettati così le perdite di ammoniaca sono minime e nettamente inferiori all'urea



# Digestati

---

Possono sostituire la fertilizzazione chimica (distribuzione anche in copertura con botti e mezzi speciali)

Vizura e N-lock Inibitore della Nitrificazione, aumenta l'efficienza e riduce le perdite di  $N_2O$  nei nostri ambienti. Costa poco e si ripaga. Vizura: 2-4 DMPP, lo stesso dell'Entec, N-Lock Nitrapirina.

Si possono usare in agricoltura biologica se prodotti da vegetali o anche se prodotti con deiezioni animali se da «allevamenti non intensivi»



# Digestati caratteristiche

**Table 1**  
Chemical–physical characteristics of the manures used in the field experiment (average  $\pm$  standard deviation).

| Manure <sup>a</sup> | Year | DM <sup>b</sup><br>(g kg <sup>-1</sup> ) | pH (water)    | Organic C<br>(g kg <sup>-1</sup> DM) | Total N        | NH <sub>4</sub> -N | Organic C/organic N | NH <sub>4</sub> -N/total N |
|---------------------|------|------------------------------------------|---------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
| DSMM                | 2011 | 65.1                                     | 8.0 $\pm$ 0.0 | 395.8 $\pm$ 5.8                      | 55.9 $\pm$ 0.3 | 25.5 $\pm$ 0.3     | 13.0                | 45.6                       |
|                     | 2012 | 61.3                                     | 8.2 $\pm$ 0.0 | 389.4 $\pm$ 0.3                      | 61.3 $\pm$ 0.3 | 28.6 $\pm$ 0.1     | 11.9                | 46.6                       |
|                     | 2013 | 57.8                                     | 8.1 $\pm$ 0.0 | 368.7 $\pm$ 0.2                      | 64.2 $\pm$ 0.2 | 32.0 $\pm$ 0.2     | 11.5                | 49.9                       |
| LF                  | 2011 | 47.9                                     | 8.0 $\pm$ 0.0 | 363.6 $\pm$ 2.2                      | 67.0 $\pm$ 0.1 | 34.2 $\pm$ 0.0     | 11.1                | 51.1                       |
|                     | 2012 | 53.6                                     | 7.9 $\pm$ 0.0 | 383.6 $\pm$ 4.3                      | 65.2 $\pm$ 0.0 | 32.9 $\pm$ 0.1     | 11.9                | 50.5                       |
|                     | 2013 | 40.8                                     | 8.3 $\pm$ 0.0 | 357.4 $\pm$ 1.9                      | 67.0 $\pm$ 0.0 | 34.3 $\pm$ 0.5     | 10.9                | 51.3                       |
| SF                  | 2011 | 256.5                                    | 9.6 $\pm$ 0.0 | 439.8 $\pm$ 5.5                      | 21.9 $\pm$ 0.2 | 5.1 $\pm$ 0.0      | 26.2                | 23.4                       |
|                     | 2012 | 296.3                                    | 9.0 $\pm$ 0.2 | 436.7 $\pm$ 4.5                      | 20.9 $\pm$ 0.4 | 7.8 $\pm$ 0.3      | 33.3                | 37.3                       |
|                     | 2013 | 276.0                                    | 9.8 $\pm$ 0.1 | 431.6 $\pm$ 5.2                      | 22.9 $\pm$ 0.9 | 6.2 $\pm$ 0.3      | 25.8                | 27.0                       |
| US                  | 2011 | 82.3                                     | 7.3 $\pm$ 0.0 | 436.4 $\pm$ 1.3                      | 39.2 $\pm$ 0.2 | 20.8 $\pm$ 0.2     | 23.7                | 53.0                       |
|                     | 2012 | 84.2                                     | 7.3 $\pm$ 0.0 | 427.7 $\pm$ 5.8                      | 43.1 $\pm$ 0.3 | 21.7 $\pm$ 0.1     | 20.0                | 50.4                       |
|                     | 2013 | 37.5                                     | 7.9 $\pm$ 0.0 | 407.0 $\pm$ 0.6                      | 57.4 $\pm$ 0.1 | 29.7 $\pm$ 0.2     | 14.7                | 51.8                       |

<sup>a</sup> DSMM: unseparated digestate from a mix of cattle slurry and maize; LF: liquid fraction of DSMM; SF: solid fraction of DSMM; US: untreated cattle slurry.

<sup>b</sup> Dry matter, single determination.

# Digestati caratteristiche

**Table 3**

Chemical characterization of digestate and liquid fraction of digestate used in field trials.

|                 |             |                                        | TS (% ww)                | VS (% ww)                       | pH          | TKN (g N kg <sup>-1</sup> ww)    | TAN (g NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> ww) | TAN/TKN (%)          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g kg <sup>-1</sup> ww) |
|-----------------|-------------|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|
| First campaign  | Pre-sowing  | Digestate                              | 7.4 ± 0.1 e <sup>a</sup> | 5.7 ± 0.1 e (76.8) <sup>b</sup> | 8.1 ± 0.4 a | 3.4 ± 0.1 c (45.9) <sup>a</sup>  | 2 ± 0 b (27) <sup>a</sup>                                | 59                   | 1.88 ± 0.02 d (25.46) <sup>a</sup>                    |
|                 | Topdressing | Digestate                              | 6.3 ± 0.1 d              | 4.7 ± 0.1 d (76.2) <sup>a</sup> | 7.8 ± 0.1 a | 4.1 ± 0.1 d (65.1) <sup>a</sup>  | 2.4 ± 0.1 c (38.1) <sup>a</sup>                          | 59                   | 1.58 ± 0.02 c (25.45) <sup>a</sup>                    |
|                 |             | Separated liquid fraction of digestate | 2.2 ± 0.1 a              | 1.6 ± 0.1 a (72.4) <sup>a</sup> | 8.0 ± 0.2 a | 2.7 ± 0.1 a (122.7) <sup>a</sup> | 2.1 ± 0.1 b (95.4) <sup>a</sup>                          | 78                   | 0.54 ± 0.02 a (24.72) <sup>a</sup>                    |
| Second campaign | Pre-sowing  | Separated liquid fraction of digestate | 3.5 ± 0.1 b              | 2.3 ± 0.1 b (71.0)              | 7.9 ± 0.3 a | 3 ± 0 b (85.7) <sup>a</sup>      | 1.9 ± 0.1 a (54.8) <sup>a</sup>                          | 63 (51) <sup>c</sup> | 0.72 ± 0.02 b (22.64)                                 |
|                 | Topdressing | Separated liquid fraction of digestate | 3.9 ± 0.1 c              | 2.7 ± 0.1 c (69.9) <sup>a</sup> | 7.8 ± 0.2 a | 3 ± 0 b (76.9) <sup>a</sup>      | 1.7 ± 0.1 a (17.9) <sup>a</sup>                          | 59 (50) <sup>c</sup> | 0.54 ± 0.01 a (14.1) <sup>a</sup>                     |

<sup>a</sup> Values of the same column followed by the same letter are not statistically different (ANOVA bootstrap and Tukey test, p < 0.05).

<sup>b</sup> Data reported on TS basis.

<sup>c</sup> TAN/TKN (%) of digestate from which liquid fraction was derived.

# Tabelle ancora in uso... dobbiamo fare di meglio per risparmiare

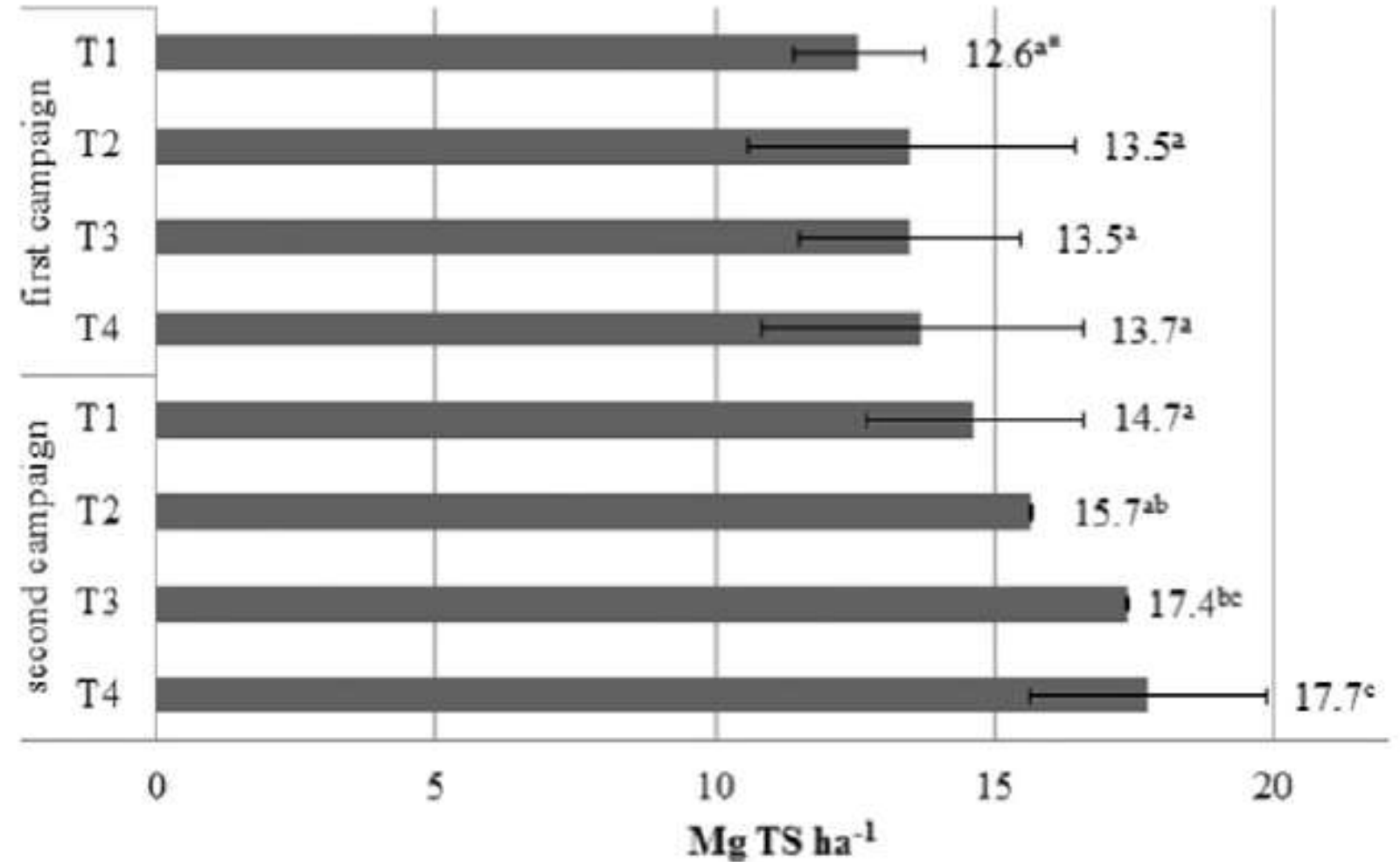
**Tabella 12 - Valori medi di efficienza globale (% dell'N totale apportato) dei fertilizzanti organici in funzione dell'epoca e modalità di distribuzione, nonché della coltura fertilizzata. Dati rielaborati dagli Autori citati in tabella 11. L'efficienza globale si riferisce al medio periodo (3 anni).**

**Table 12 - Average global efficiency (% total N) for solid and liquid manure, as a function of time and type of distribution, and fertilized crop. Data from the same Authors of the table 11. Global efficiency refers to a three-years period.**

|                |               | cereali vernini |         | sarchiate primaverili |         | prati     |         |
|----------------|---------------|-----------------|---------|-----------------------|---------|-----------|---------|
|                |               | primavera       | autunno | primavera             | autunno | primavera | autunno |
| letame         | interrato     | -               | 42      | 54                    | 46      | 63        | 62      |
|                | non interrato | 41              | 39      | 52                    | 44      | 55        | 54      |
| liquame bovino | interrato     | 65              | 47      | 75                    | 54      | 79        | 63      |
|                | non interrato | 59              | 41      | 66                    | 45      | 66        | 50      |
| liquame suino  | interrato     | 73              | 49      | 83                    | 54      | 87        | 65      |
|                | non interrato | 61              | 37      | 68                    | 39      | 67        | 45      |
| pollina        | interrato     | -               | 50      | 85                    | 55      | 86        | 66      |
|                | non interrato | 61              | 38      | 76                    | 46      | 69        | 49      |

(da Grignani et al., 2003)

# Digestati vs Urea - produzione



---

# EMISSIONI GASSOSE

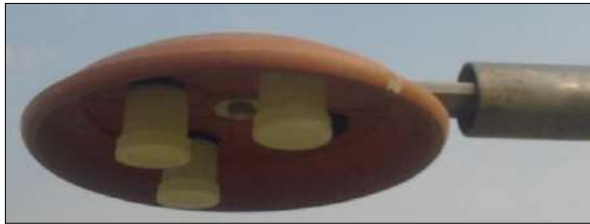


# Metodologia - Emissioni di ammoniaca

## Modello a dispersione inversa

Mette in relazione la concentrazione di un gas misurata in uno o più punti dell'atmosfera, con il suo tasso di emissione da una data sorgente

## Misura diretta della concentrazioni di ammoniaca



ALPHA:

- Concentrazione in campo
- Concentrazione ambientale

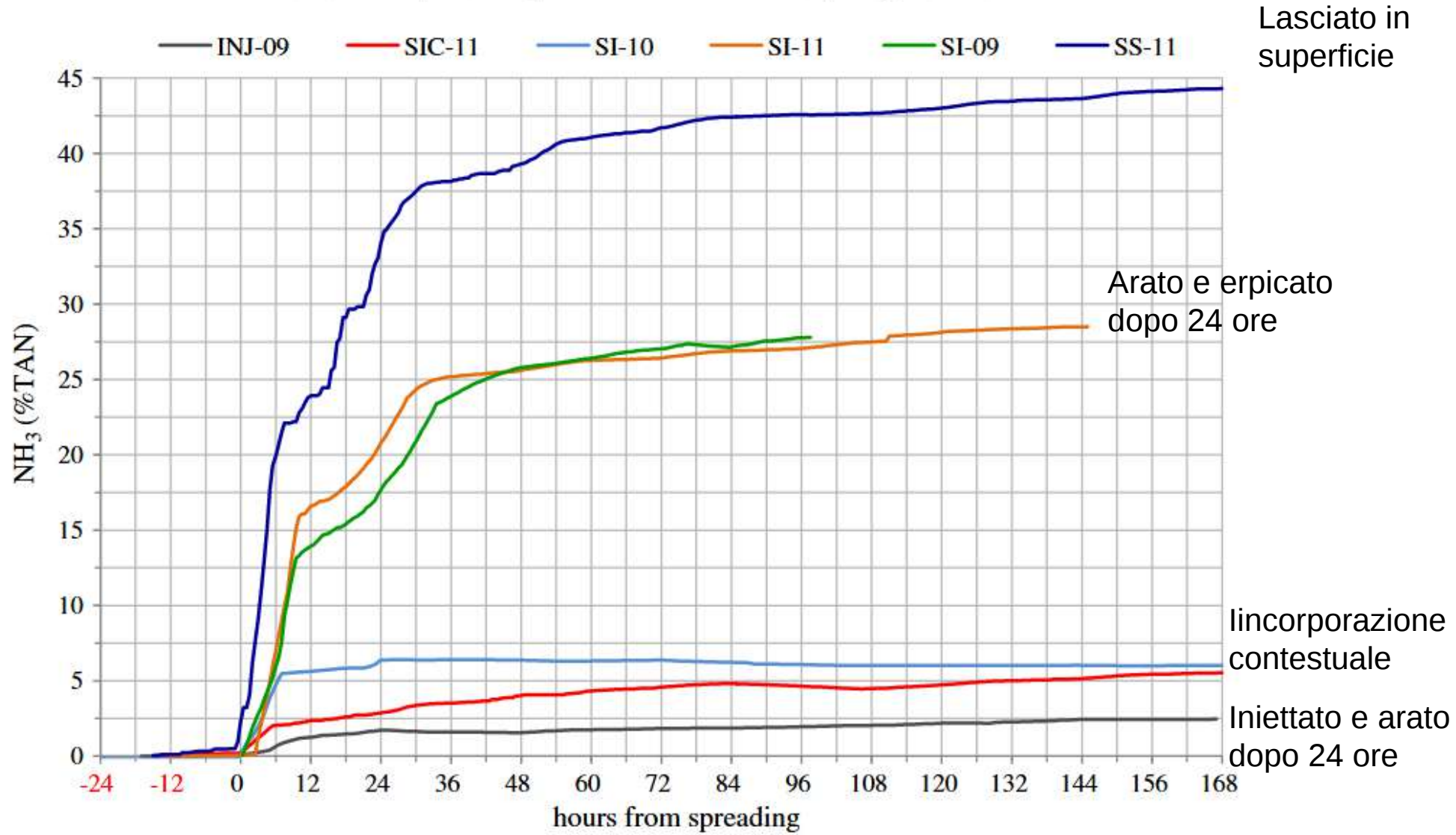
## Analisi della dispersione in atmosfera



ANEMOMETRO:

- la velocità di frizione,  $u_*$
- la lunghezza di Monin-Obukhov,  $L$
- altezza di rugosità,  $z_0$
- la direzione del vento,  $WD$

$$F = \frac{C - C_{bgd}}{D}$$



**Fig. 1.** Cumulated ammonia ( $\text{NH}_3$ ) fluxes as percentage of total ammoniacal nitrogen applied (%TAN), obtained using WindTrax model (see text for explanation of the model) for different slurry spreading techniques: surface spreading (SS-11), surface incorporation (SI-09, SI-10, SI-11, SIC-11) and injection (INJ-09).

# Digestati Emissioni NH<sub>3</sub>

**Table 6**

NH<sub>3</sub> emission after fertilizers spreading and emission factors (EF) expressed as the ratio between the N-NH<sub>3</sub> emitted and the TAN applied.

|                 |                                           |                                      | kg N ha <sup>-1</sup> | NH <sub>3</sub> losses EF<br>(% TAN) |
|-----------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| First campaign  | Pre-sowing (130 kg N ha <sup>-1</sup> )   | T2 Digested surface                  | 23.3b <sup>b</sup>    | 30.4                                 |
|                 |                                           | T3 Urea surface                      | 17.8ab                | 13.7                                 |
|                 |                                           | T4 Digested injected                 | 7.1a                  | 9.3                                  |
|                 |                                           | T2 Digested injected                 | 2.5a                  | 1.6                                  |
|                 | Toppdressing (200 kg N ha <sup>-1</sup> ) | T3 Urea surface                      | 2.5a                  | 1.3                                  |
|                 |                                           | T4 Separate liquid fraction injected | 6.9b                  | 4.5                                  |
|                 |                                           | T2 Separate liquid fraction surface  | 52.6b                 | 46.3                                 |
|                 |                                           | T3 Urea surface                      | 17.6a                 | 9.7                                  |
| Second campaign | Pre-sowing (180 kg N ha <sup>-1</sup> )   | T4 Separate liquid fraction injected | 12.0a                 | 10.6                                 |
|                 |                                           | T2 Separate liquid fraction injected | 16.9 a                | 14.7                                 |
|                 | Toppdressing (160 kg N ha <sup>-1</sup> ) | T3 Urea surface                      | 13.7 a                | 6.8                                  |
|                 |                                           | T4 Separate liquid fraction injected | 13.2 a                | 8.5                                  |



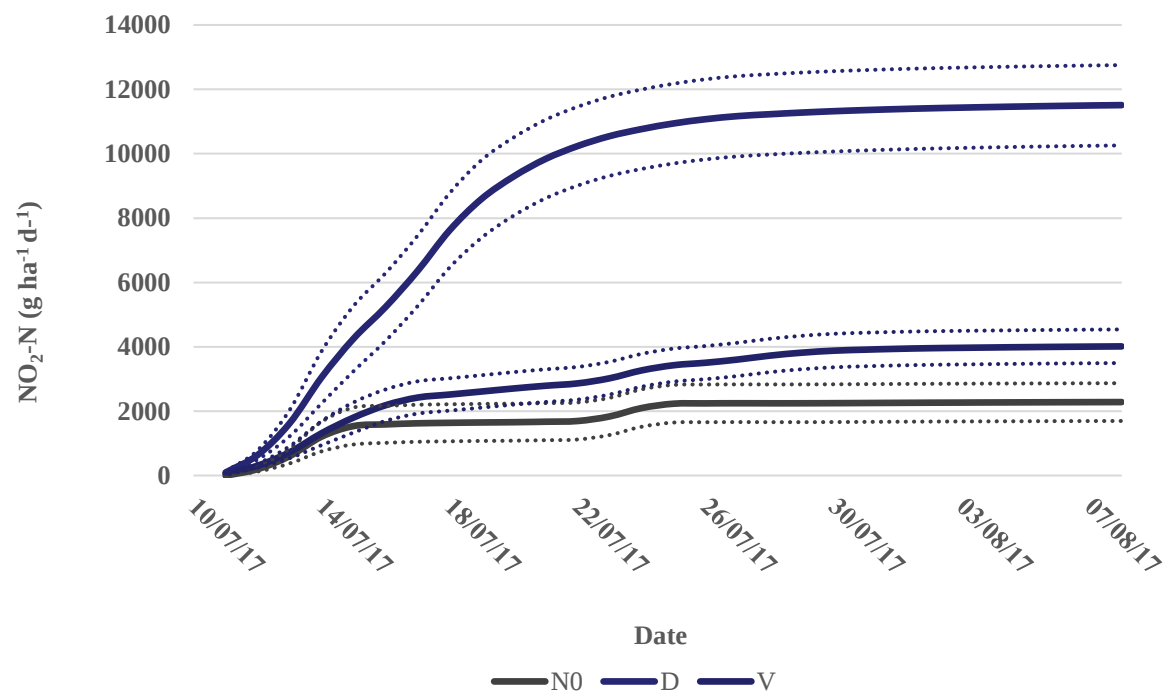
# Metodologia - Emissioni di N<sub>2</sub>O (2/3)

## Metodo di campionamento N<sub>2</sub>O

- ✓ Metodo basato sul sistema delle camere ad accumulo statico
- ✓ 3 camere per parcella
- ✓ Superficie delle camere: 0,09 m<sup>2</sup>
- ✓ Base ancorata nel terreno
- ✓ Campionamento basato su tre rilievi successivi a 0-20-40 minuti
- ✓ Campionamento intorno alle ore 12 (flusso medio giornaliero)
- ✓ Analisi gascromatografica in laboratorio con sensori ECD (UNITO)
- ✓ Misure ausiliarie di temperatura del suolo (0, -10, -20 cm) e contenuto idrico (gravimetrico e TDR)

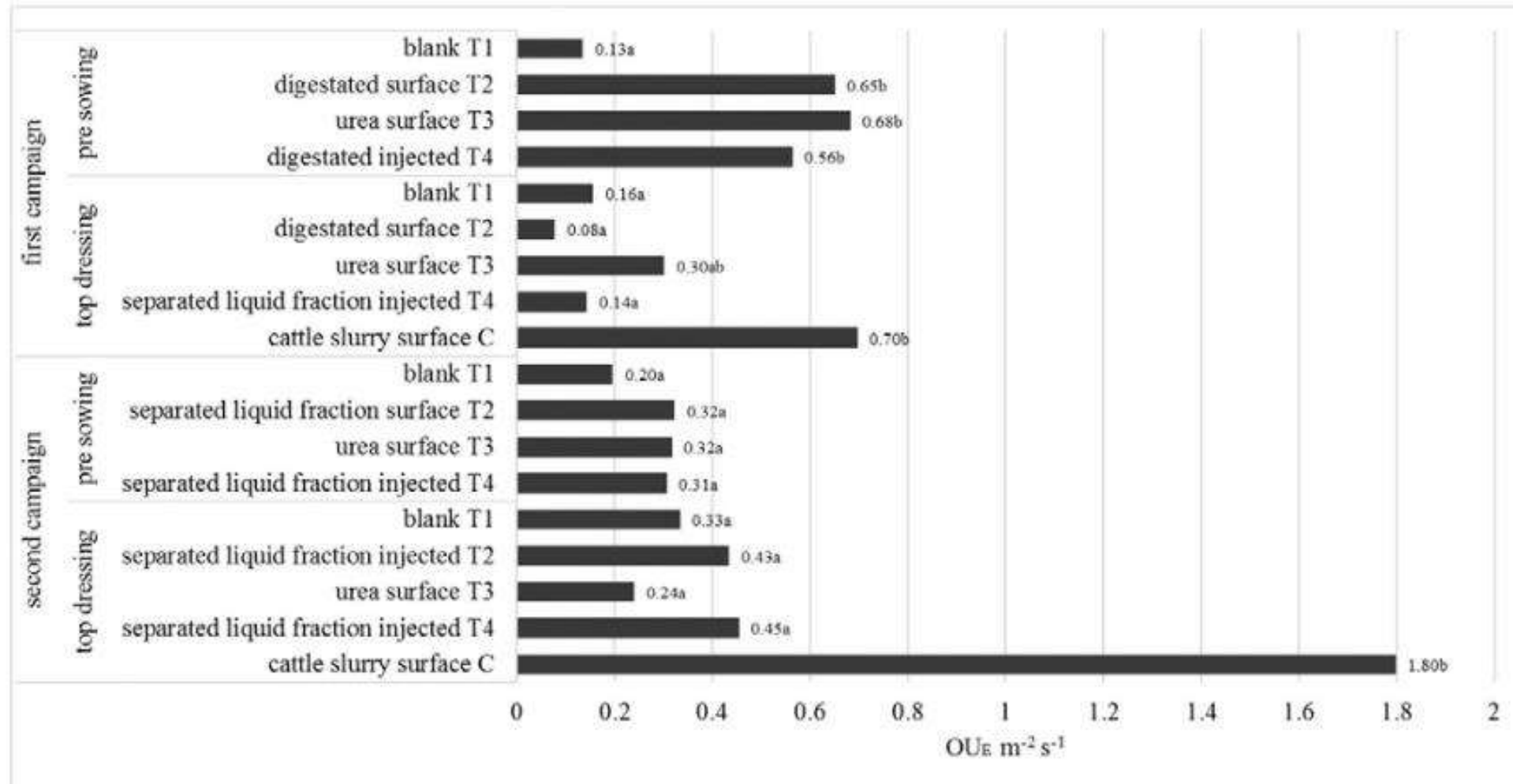


# Esempio - Flusso cumulate (suoli medi) N<sub>2</sub>O



- I flussi cumulati sono alti rispetto alla letteratura. (applicazione a temperature del suolo molto alte e irrigazione)
- Il Vizura ha ridotto le emissioni dell'80% rispetto al digestato tal quale.
- Il fattore di emissione è 3.9% per il non trattato e 0,7% per il Vizura

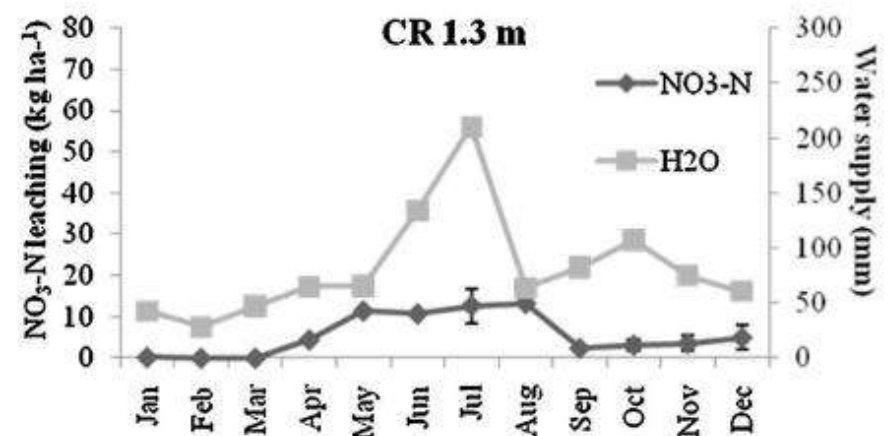
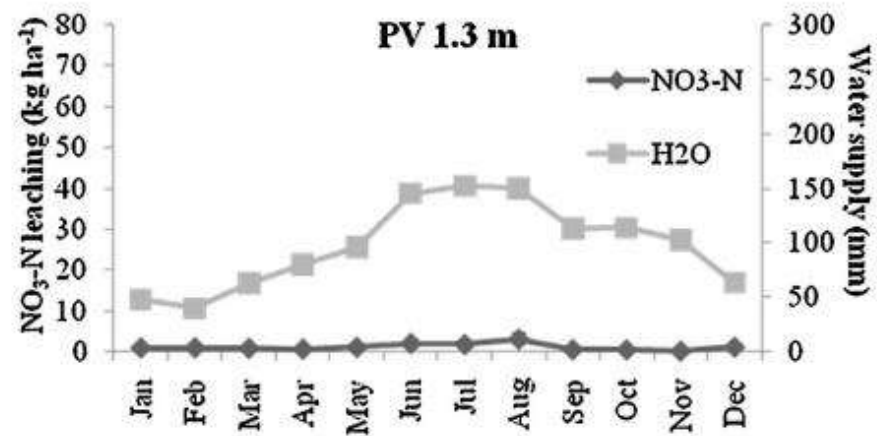
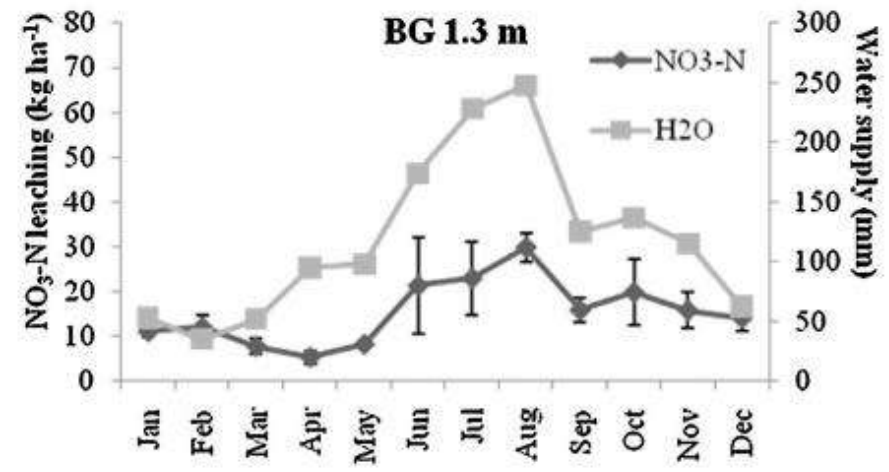
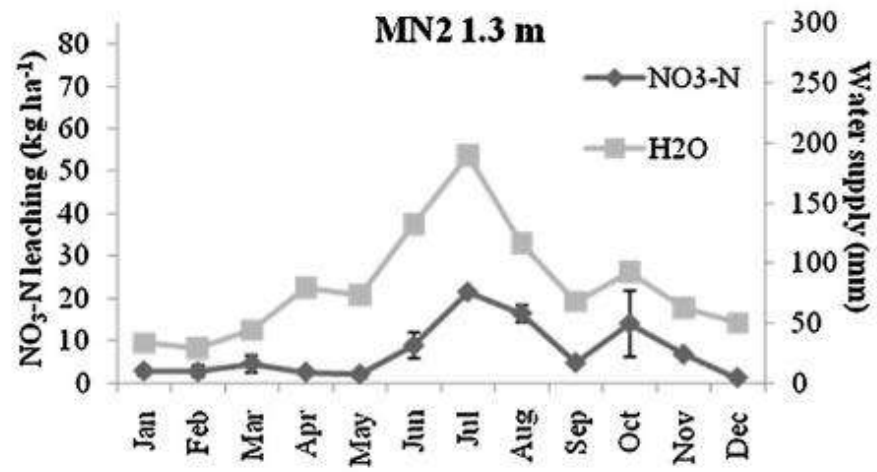
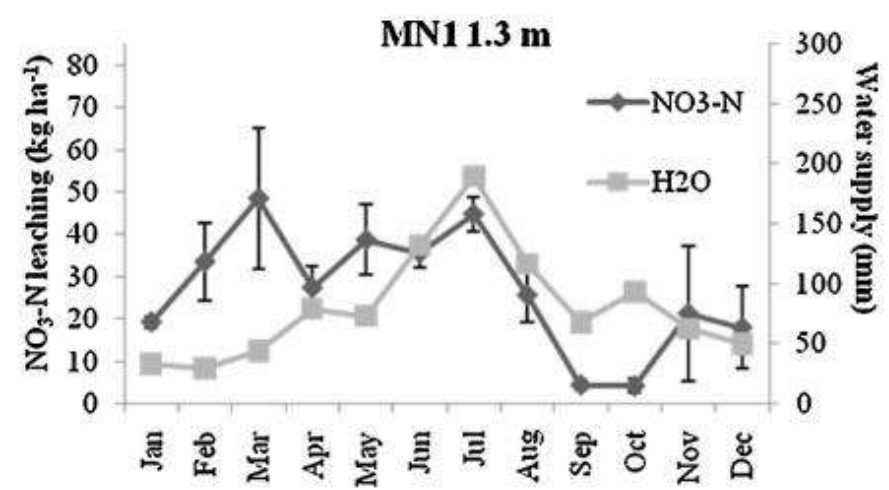
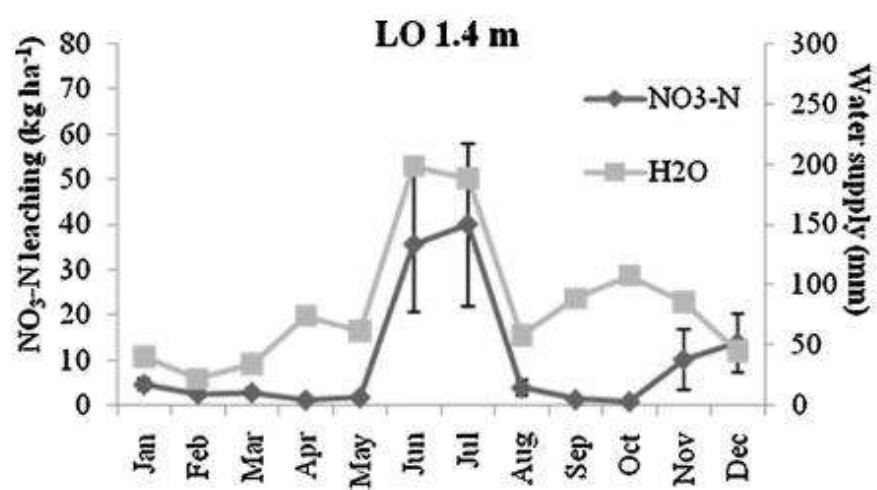
# Digestati - ODORI



---

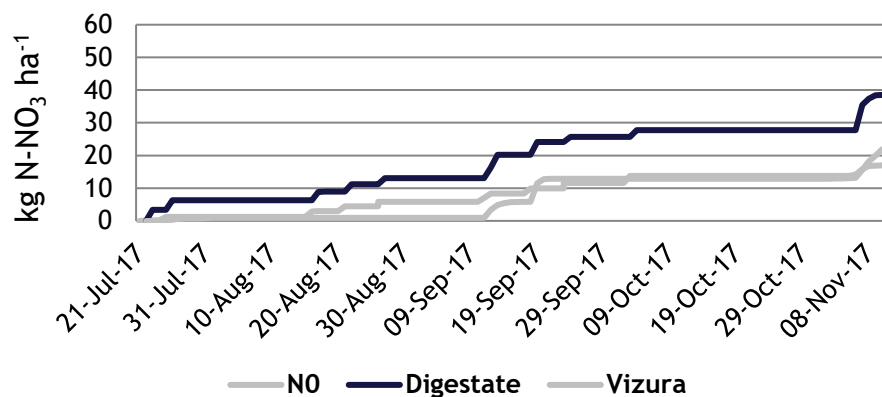
# Lisciviazione





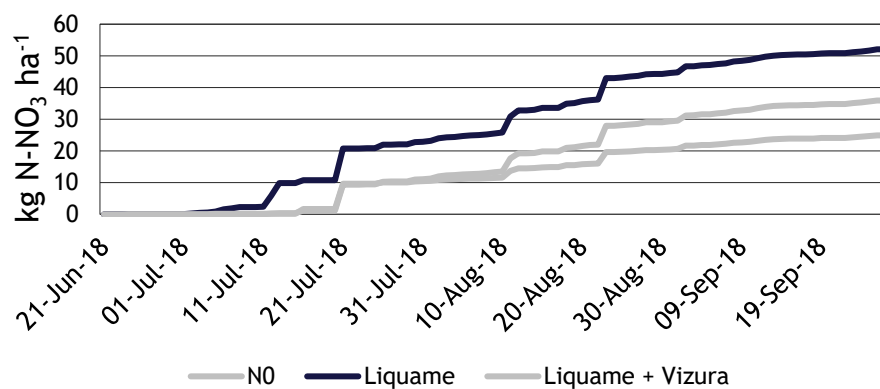
# Esempio: - Leaching (suoli medi)

## Lisciviazione Cumulata 2017



- IN generale la lisciviazione è in linea con le misure su questi tipi di sistemi colturali
- La lisciviazione diminuisce nettamente con inibitore della nitrificazione e diventa poco superiore al non fertilizzato.

## Lisciviazione Cumulata 2018



- Sono necessarie ulteriori verifiche sugli inibitori

# Azienda e sostanza organica /2

---

Attenzione all'estrema lentezza delle variazioni del contenuto di s.o. che spesso passa inosservato

Occorre:

- Lavorazioni appropriate
- Minime lavorazioni
- Valorizzare residui colturali
- Ordinamenti colturali con colture diversificate, leguminose)
- Gestione razionale dei reflui zootecnici
- Cover crop da sovescio
- Materia organica di origine extra agricola (attenzione!)



# Conclusioni

---

**ABBIAMO IN MANO UNA GRANDISSIMA POSSIBILITÀ PER MIGLIORARE REDDITIVITÀ, SOSTENIBILITÀ, AMBIENTE E AGIRE ATTIVAMENTE NELLA MITIGAZIONE DEL CLIMATE CHANGE. (ED È QUESTO CHE VUOLE LA SOCIETÀ CIVILE!)**

**GRAZIE DELL'ATTENZIONE !!!!!!!!!!!**

