Università degli Studi di Padova

DAFNAE
Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente

Uso razionale degli effluenti zootecnici e fertilizzazione razionale

Francesco Morari

francesco.morari@unipd.it

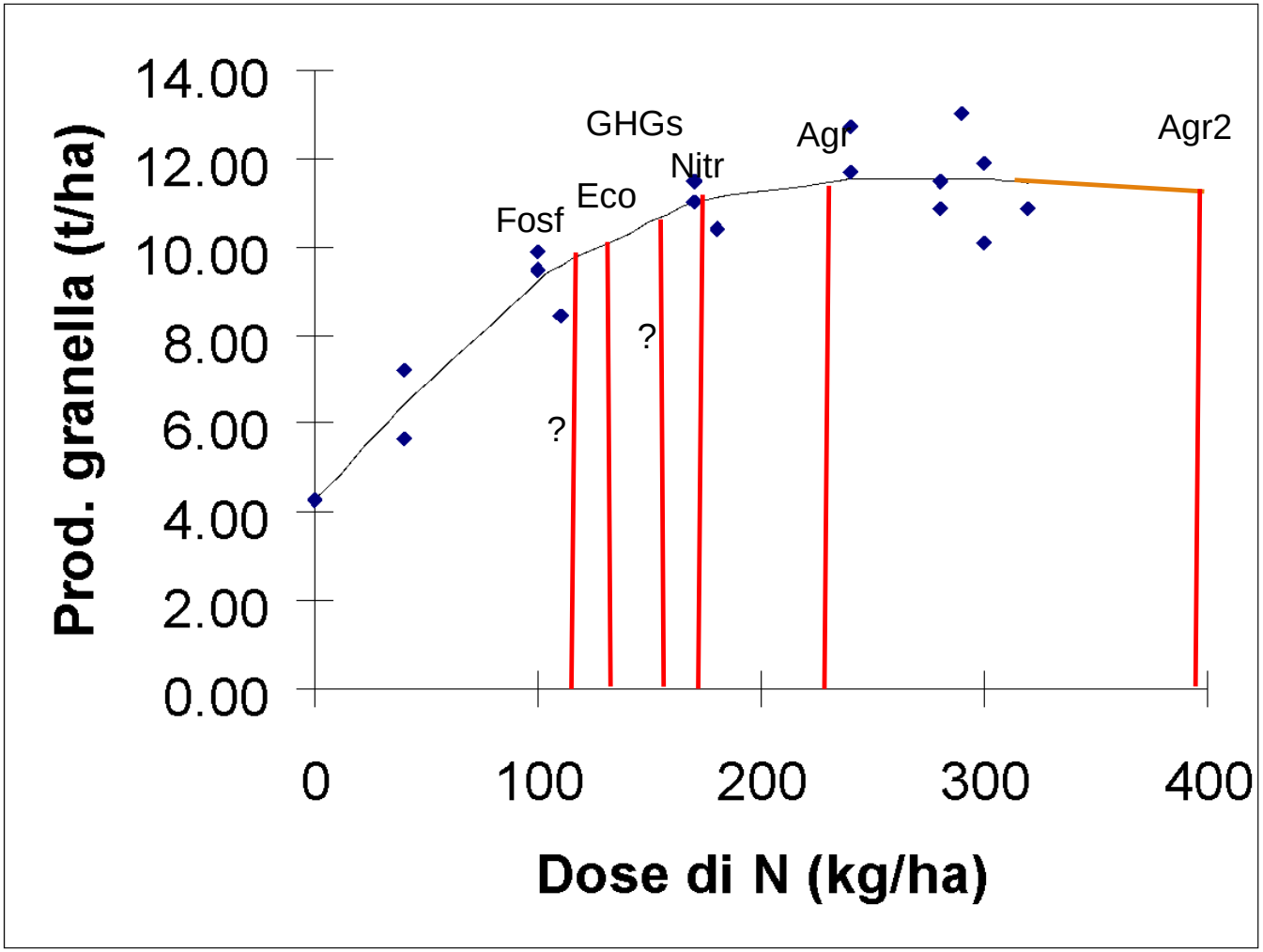
Outline

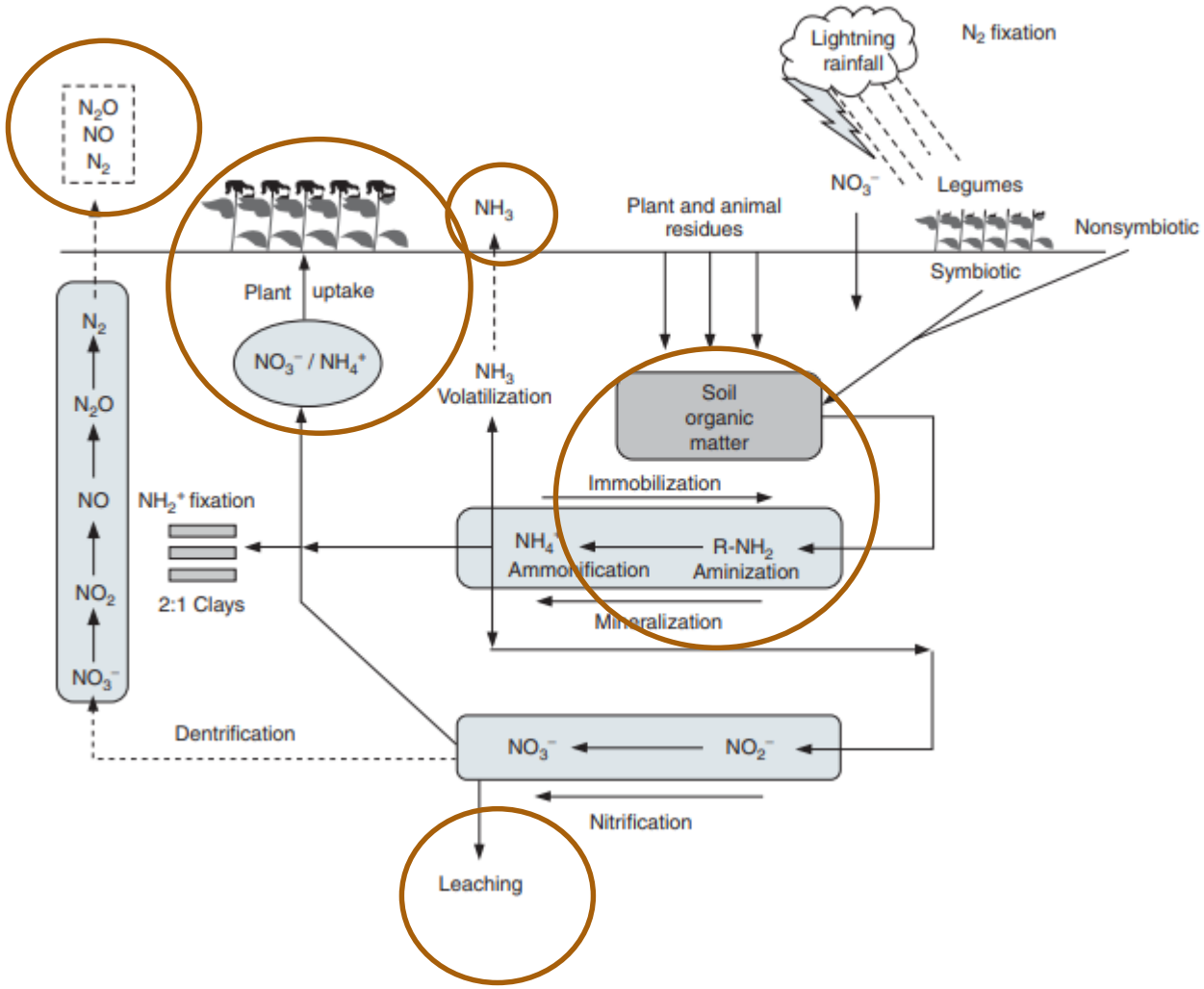
Parte 1

Volatilizzazione dell’ammoniaca
L’emissione del protossido di azoto

Parte 2

Come ottimizzare la fertilizzazione


Prod. granella (t/ha)
14.00
12.00
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
0
100
200
300
400
Dose di N (kg/ha)
Fosf
Eco
GHGs
Nitr
Agr
Agr2
?
?


Lightning rainfall
N_2 fixation
N_2O
NO
N_2
NH_3
Plant and animal residues
NO_3^-
Legumes
Nonsymbiotic
Symbiotic
Plant uptake
NO_3^- / NH_4^+
NH_3 Volatilization
Soil organic matter
Immobilization
NH_2^+ fixation
2:1 Clays
NH_4^+ Ammonification
R-NH_2 Aminization
Mineralization
N_2
N_2O
NO
NO_2
NO_3^-
Dentrification
NO_3^-
NO_2^-
Nitrification
Leaching

Visione integrata dei cicli

Volitilizzazione dell’NH3 e emissione di N20 dai suoli veneti

Effetti dell'N in atmosfera

- N_20 e NO negli strati bassi precursori ozono, con conseguenti problemi respiratori

- N_20 ad altitudine medie agisce come gas serra, con una t ½ di 120 anni

- N_20 ad altitudine elevate sotto l'azione dei raggi UV riduce lo strato di ozono

Ricadute dell'N in atmosfera sul suolo, acque e vegetazione

- NOx reagiscono con l'umidità atmosferica e formano acido nitrico (acidificazione + eutrofizzazione)

- NH4 acidificazione + eutrofizzazione + danni alla vegetatione se elevata

- NH_3 reagisce in atmosfera con gli acidi inorganici(es. acido nitrico) e forma le PM2.5 (polveri sottili con diametro < 2.5 µm)

- Effetti indiretti sulle emission di N_20

Global warming potential (GWP): è un numero che esprime il potere riscaldante di un inquinante rispetto alla CO2 in un certo arco temporale, tenendo conto dei diversi tempi di residenza in atmosfera della CO2 e dell'inquinante stesso.

Valori di GWP proposti nel Quarto Rapporto IPCC

	GWP20	GWP100		GWP500
CO2	1	1	1	1
CH4	72	25	21*	7,6
N2O	289	298	310*	153
BC	690 - 4700	210 - 1500	-	180 - 200

* valore definito nel Secondo Rapporto IPCC, utilizzato ai fini degli inventari delle emissioni realizzati per il Protocollo di Kyoto, fino all'anno 2012

Volatilizzazione dell’NH_3

Perdite di NH_3

Distribuzione degli effluenti

Stabulazione

Stoccaggio dei liquami

Pascolo

Distribuzione dei fertilizzanti

Colture

Ordine di importanza

$NH3_{gas}$

atmosfera

$NH3_{gas}$

Suolo

$NH4^{+} \longrightarrow NH3_{sol} + H+$

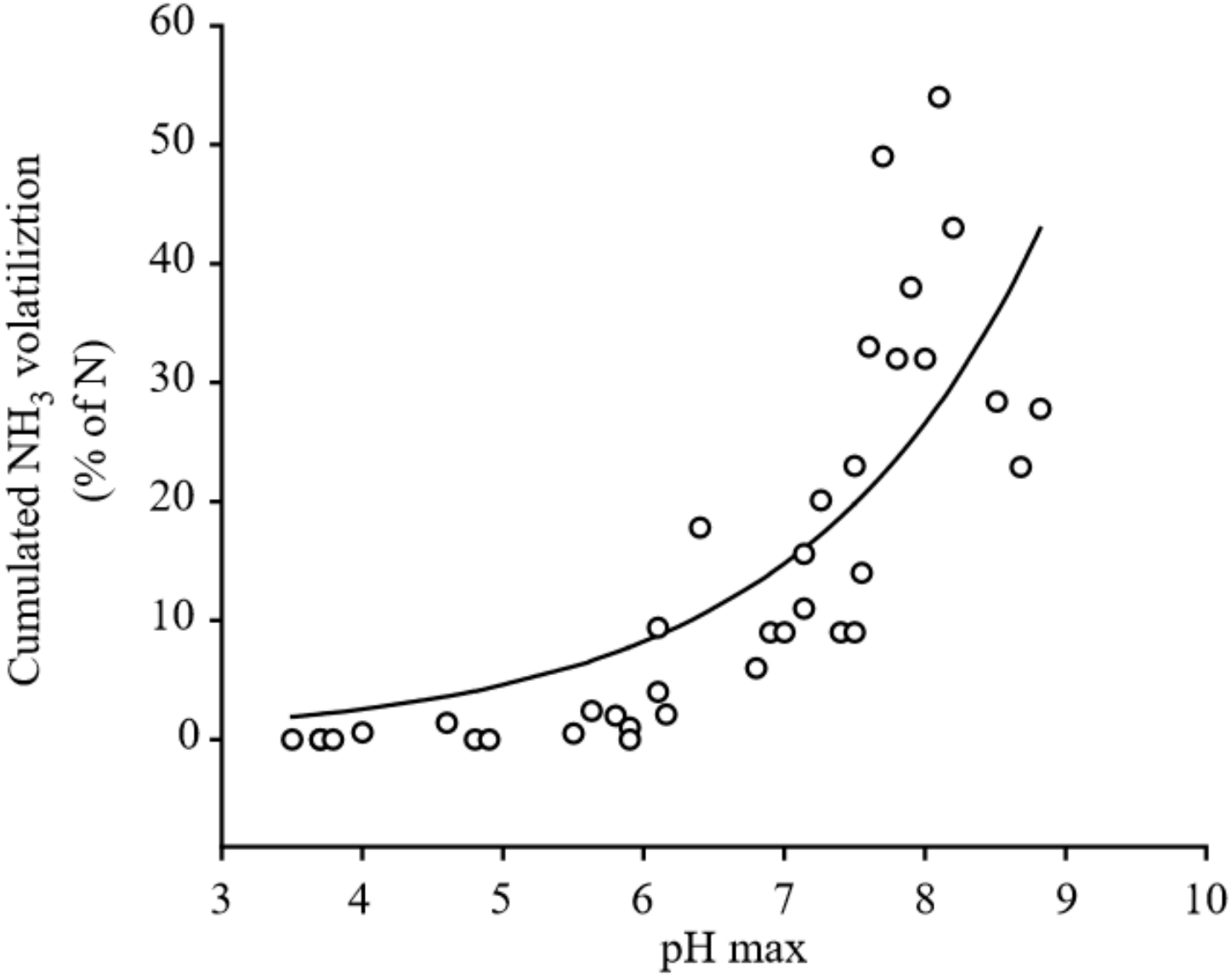
Reazione del suolo

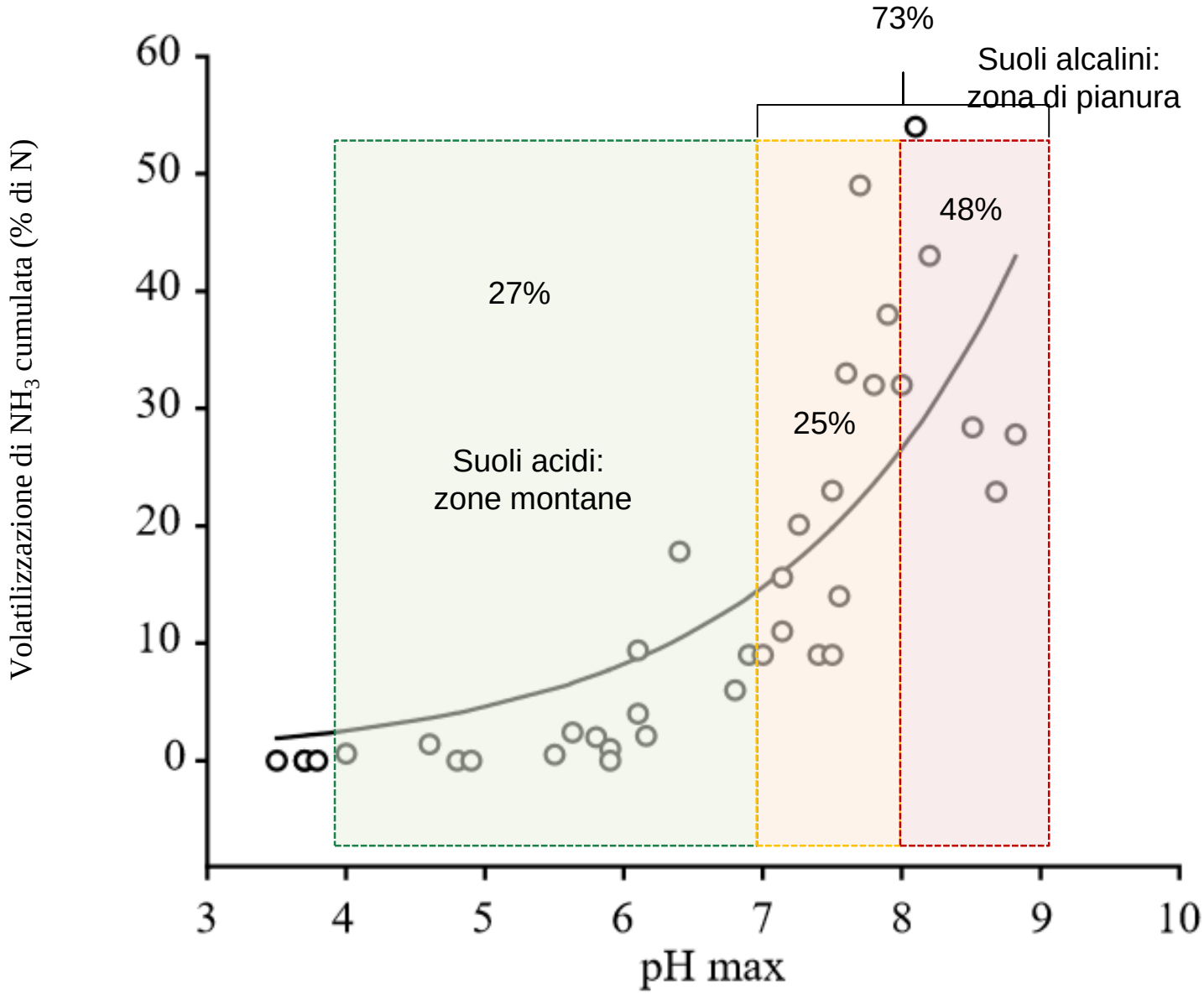
Dipende dalla quantità di NH3 e NH4+ presenti in soluzione nel suolo, a sua volta dipendente dal pH

$$NH4^{+} \rightleftharpoons NH_3 + H^{+}$$

In genere quantità apprezzabile di NH3 si osservano solo quanto il pH del suolo > 7.5

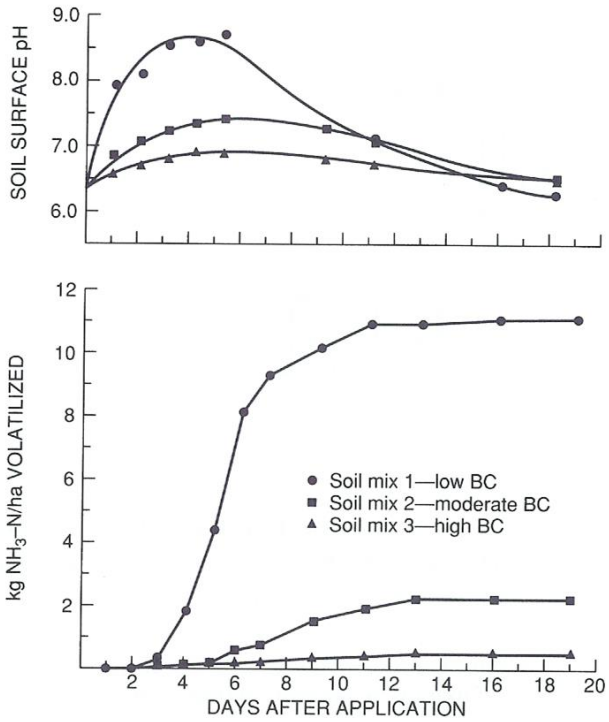
Es. pH 8: NH3 10% del totale NH_3 + $NH4^{+}$
pH 9.3 NH3 50% del totale NH_3 + $NH4^{+}$

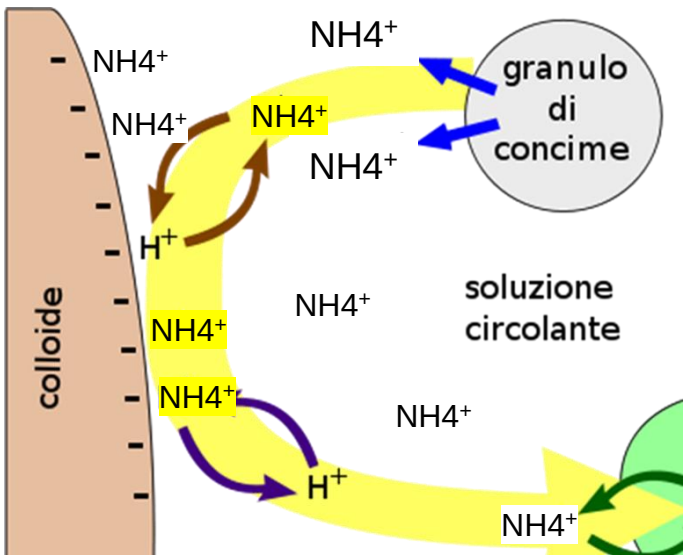

Cumulated NH_3 volatiliztion
(% of N)
60
50
40
30
20
10
0
3
4
5
6
7
8
9
10
pH max


73%
Suoli alcalini:
zona di pianura
48%
27%
25%
Suoli acidi:
zone montane
Volatilizzazione di NH_3 cumulata (% di N)
60
50
40
30
20
10
0
3
4
5
6
7
8
9
10
pH max

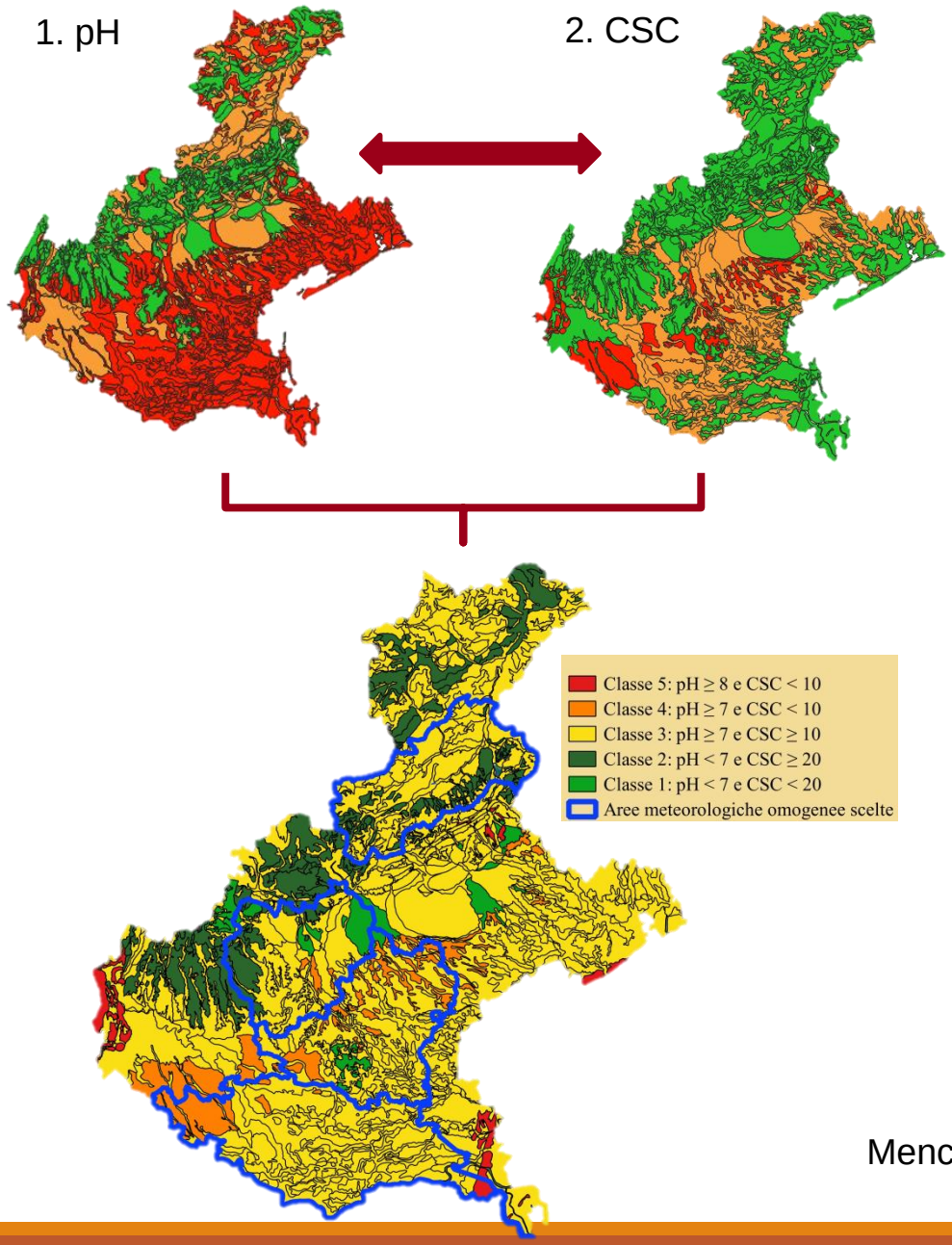
Potere tampone del terreno e capacità di scambio cationico

- viene tamponato l'incremento di pH
- rimuove parte dell'NH_4^+ dalla soluzione (adsorbimento)





Mappa di potenziale volatilizzazione della Regione Veneto



Mencaroni et al., 2021

Alcuni altri fattori

- Temperatura

La volatilizzazione aumenta con la T° fino a circa 45°C (legata alla cinetica delle reazioni)

- Umidità del suolo

se il suolo è secco le reazioni chimiche e microbiologiche sono ostacolate, se umido è ostacolo il trasporto del gas

max attività quando il suolo è alla capacità di campo

- Presenza di residui

- Velocità del vento

Tipologia di fertilizzanti e effluent zootecnici

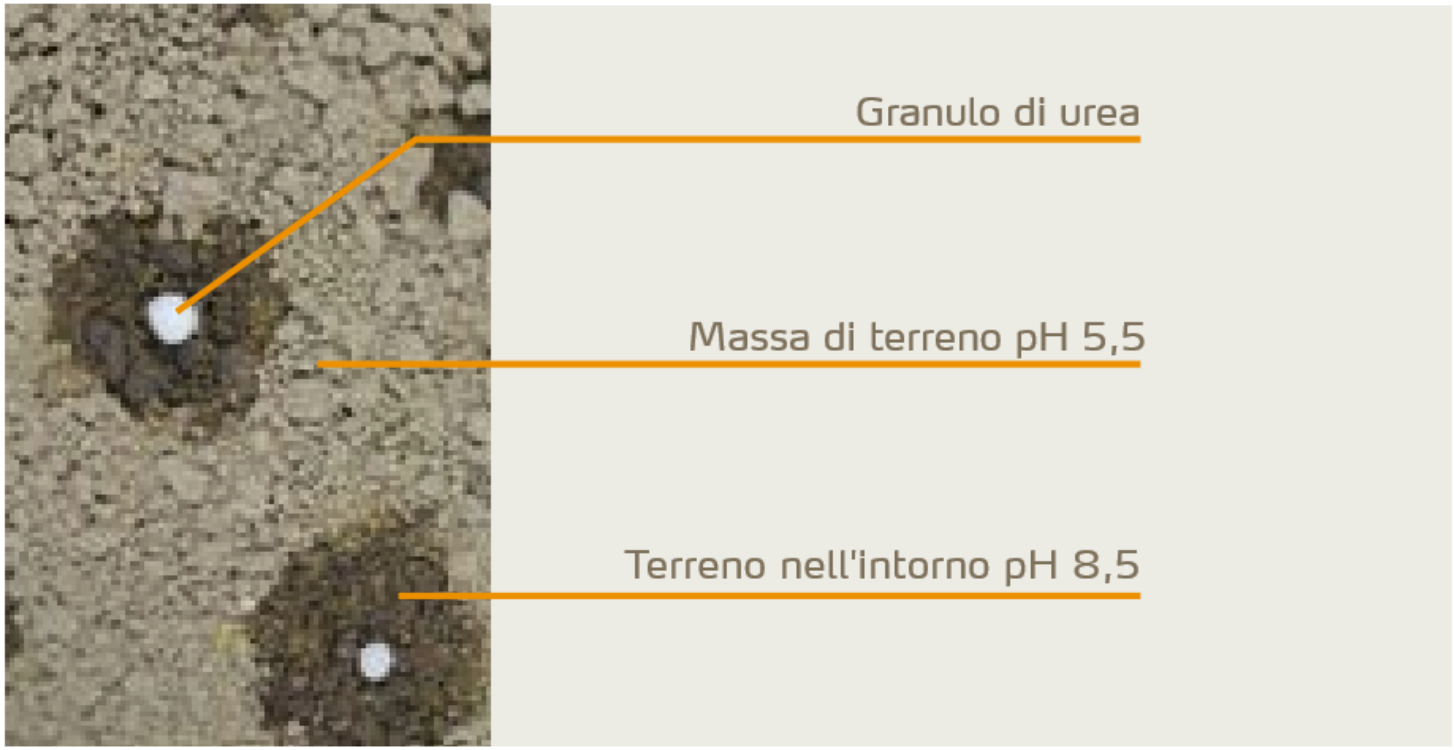
Concimi $NH4^+$

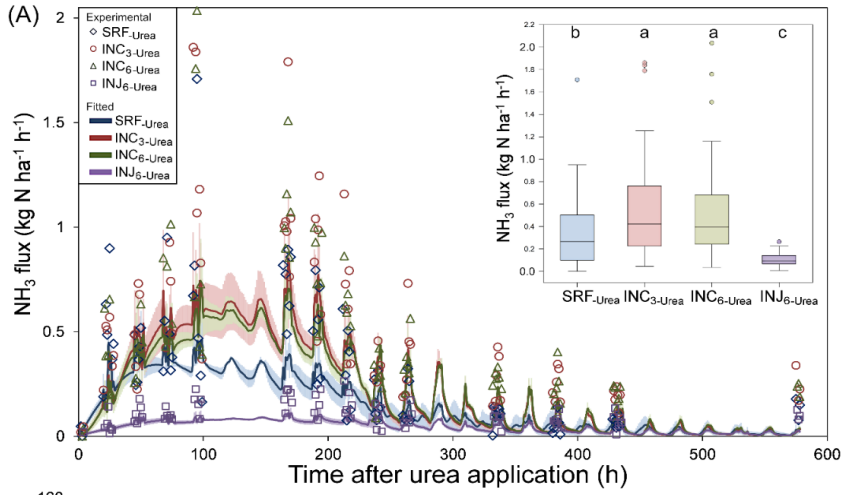
se distribuiti su suoli acidi o neutri: bassa volatilizzazione
se distribuiti su suoli basici: alta volatilizzazione

Concimi ureici o liquami:

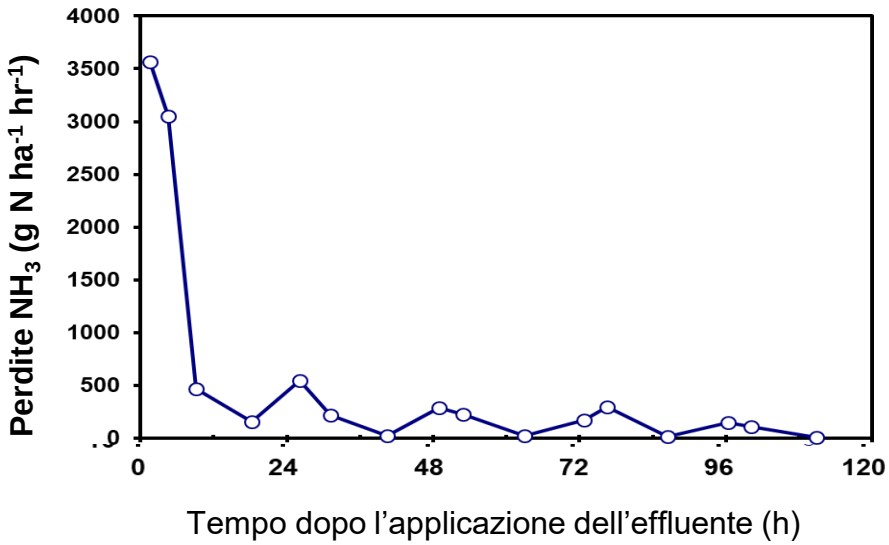
$$CO(NH_2)_2 + H^+ + 2H_20 \longrightarrow 2NH_4^+ + HCO_3^-$$

Anche se distribuiti su suoli acidi/neutri, l'urease tende a portare il pH al di sopra di 7 e a favorire la volatilizzazione dell'NH_3


Granulo di urea
Massa di terreno pH 5,5
Terreno nell'intorno pH 8,5



urea



Liquame bovino

dopo 8 giorni = perdite 71% of NH_4^+-N

Natura dell’effluente

Maggiore è la quantità di sostanza secca (ss) e maggiori sono le perdite di ammoniaca

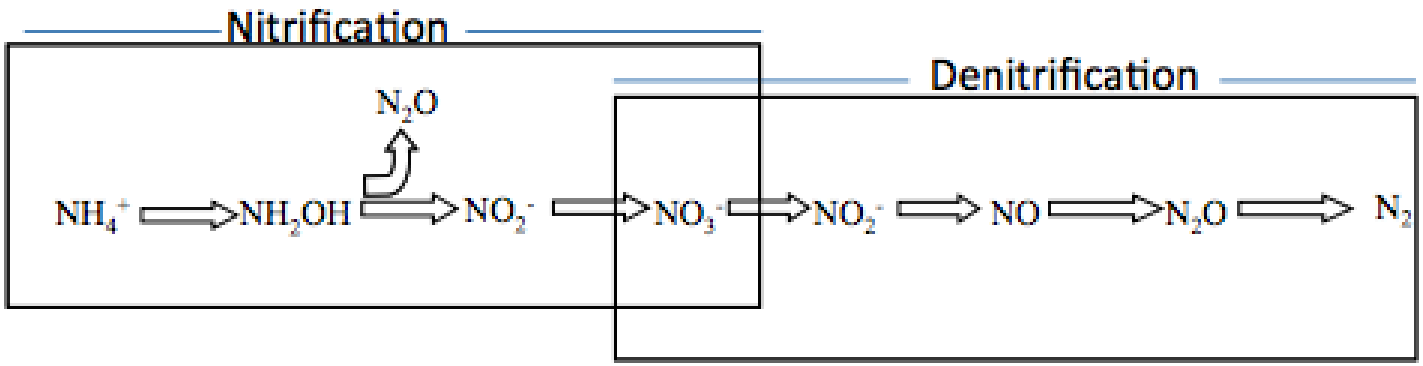
< ss, maggiore infiltrazione del liquame e pertanto maggiore protezione da parte dei colloidi argillosi

NB 5% in + di perdite di NH3 > ogni 1% di ss

Nel caso della pollina alta ss (55-75%) le perdite sono ridotte (volatilizzazione NH3 paragonabile a evaporazione acqua)

Emissioni di N_2O

Emissione di N_2O



Le emissioni di N2O che risultano dagli apporti antropogenici di N o dalla mineralizzazione di N avvengono:

1. attraverso un percorso diretto cioè, direttamente dai suoli a cui viene aggiunto/rilasciato l'N;

2. indirettamente attraverso la volatilizzazione di NH3 e NOx dai suoli e dalla combustione di combustibili fossili e di biomassa, e la successiva rideposizione di questi gas e dei loro prodotti $NH4^+$ e $NO3^-$ nei suoli e nelle acque;

3. indirettamente attraverso la lisciviazione e il runoff di N, principalmente come $NO3^-$ dai suoli

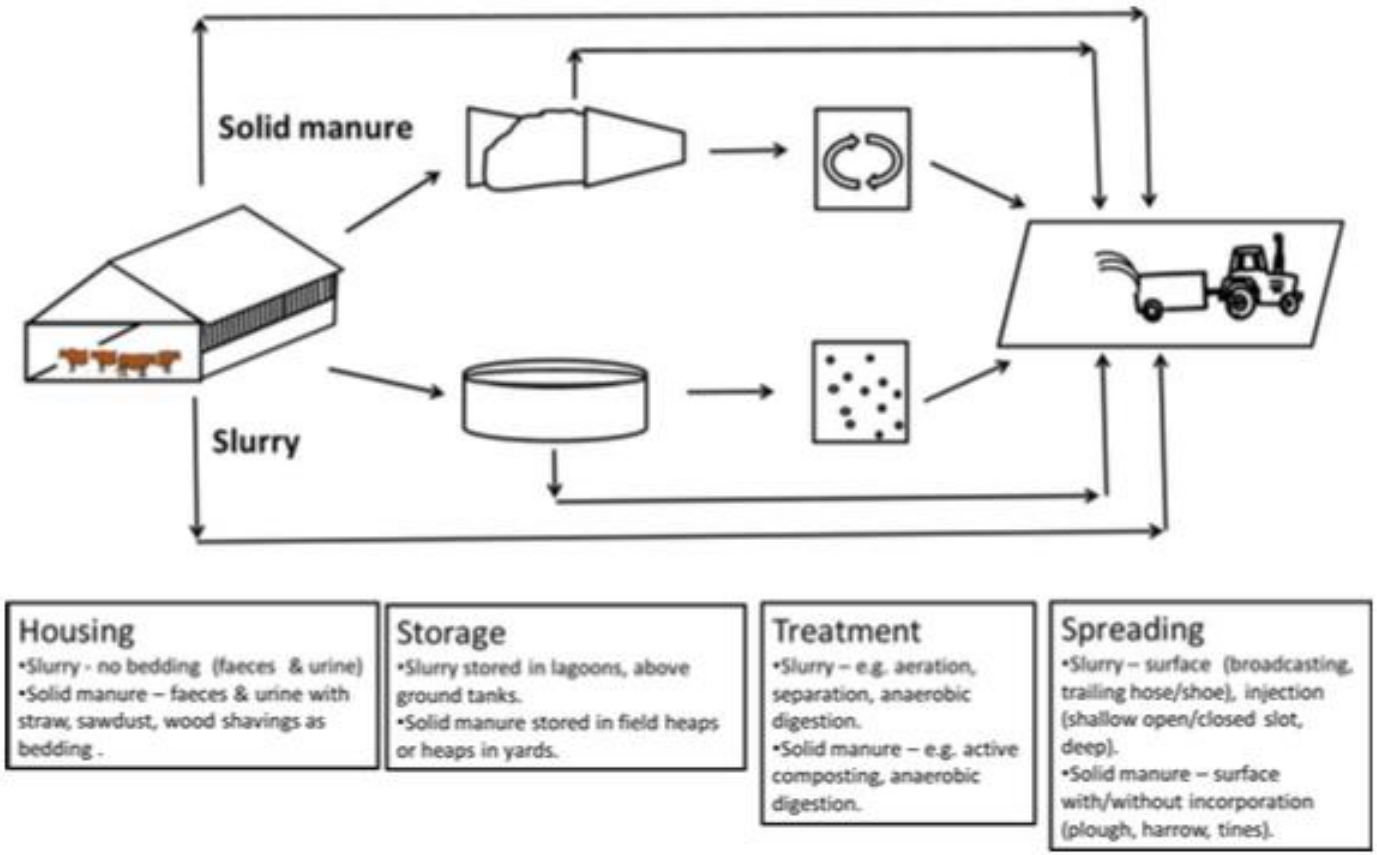
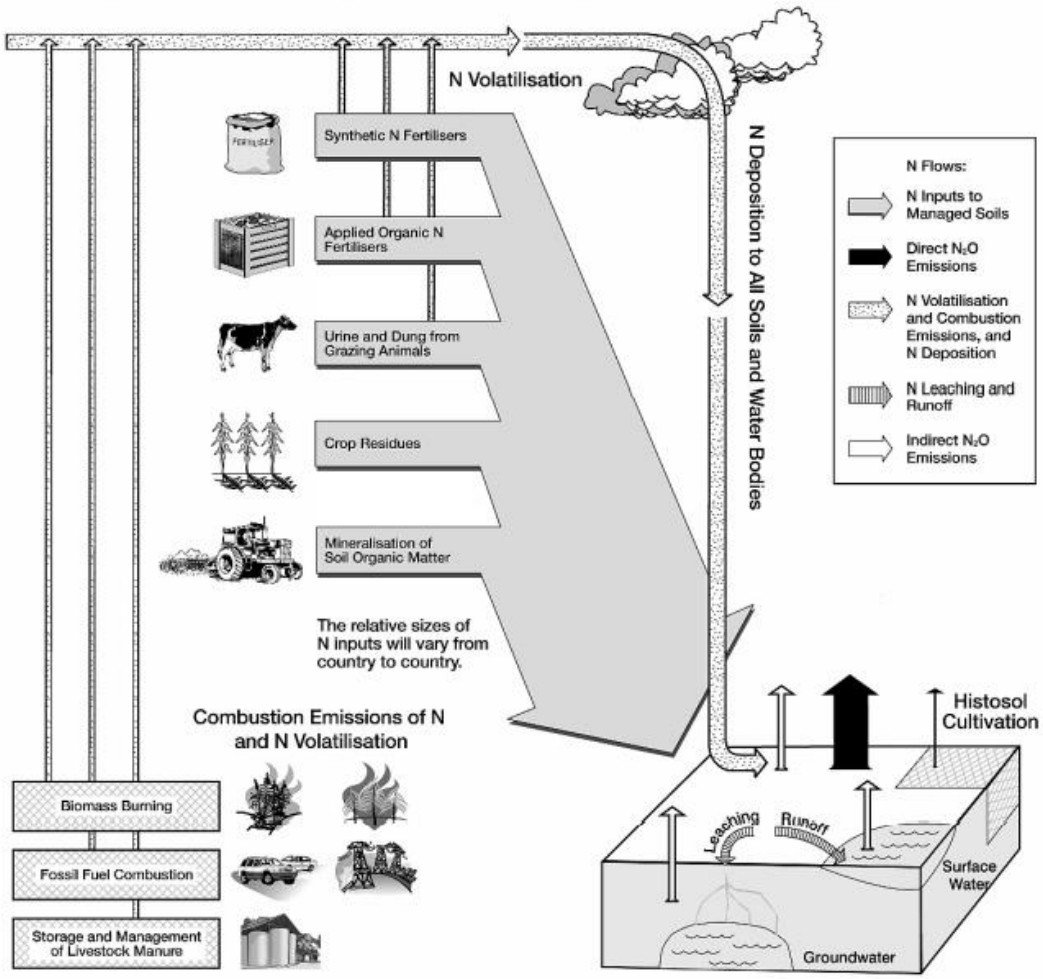
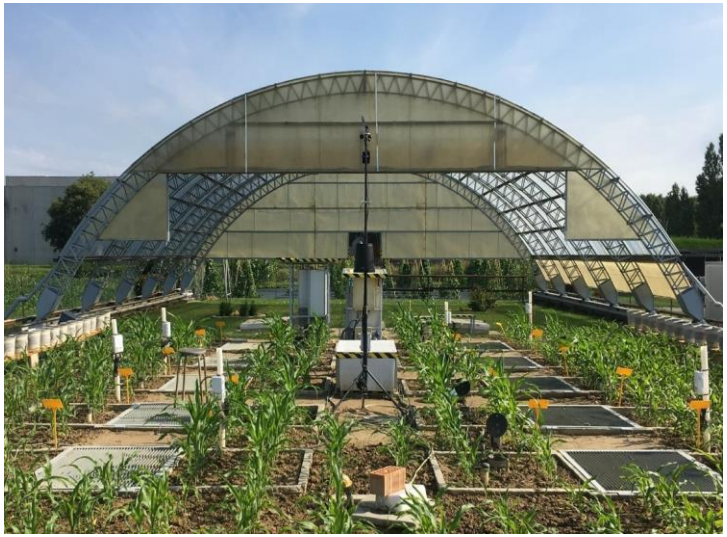
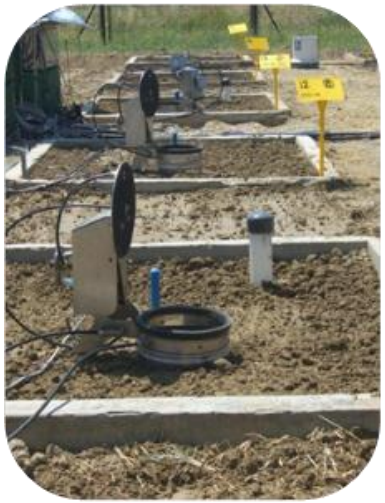


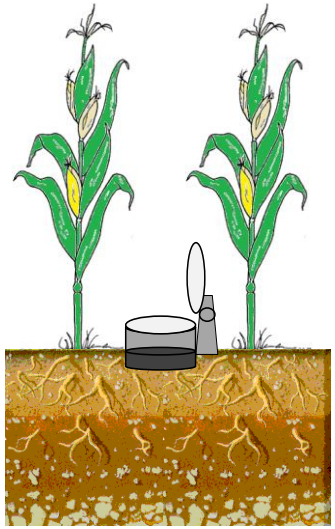
Fig. 2. A schematic representation of the sources of N_2O and CH_4 from the manure management continuum.

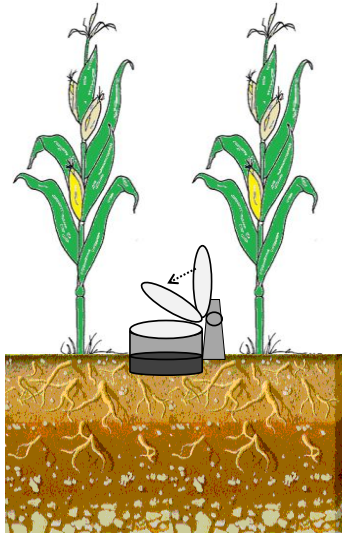

N Volatilisation
Synthetic N Fertilisers
Applied Organic N Fertilisers
Urine and Dung from Grazing Animals
Crop Residues
Mineralisation of Soil Organic Matter
The relative sizes of N inputs will vary from country to country.
N Deposition to All Soils and Water Bodies
N Flows:
N Inputs to Managed Soils
Direct N_2O Emissions
N Volatilisation and Combustion Emissions, and N Deposition
N Leaching and Runoff
Indirect N_2O Emissions
Combustion Emissions of N and N Volatilisation
Biomass Burning
Fossil Fuel Combustion
Storage and Management of Livestock Manure
Histosol Cultivation
Leaching
Runoff
Surface Water
Groundwater

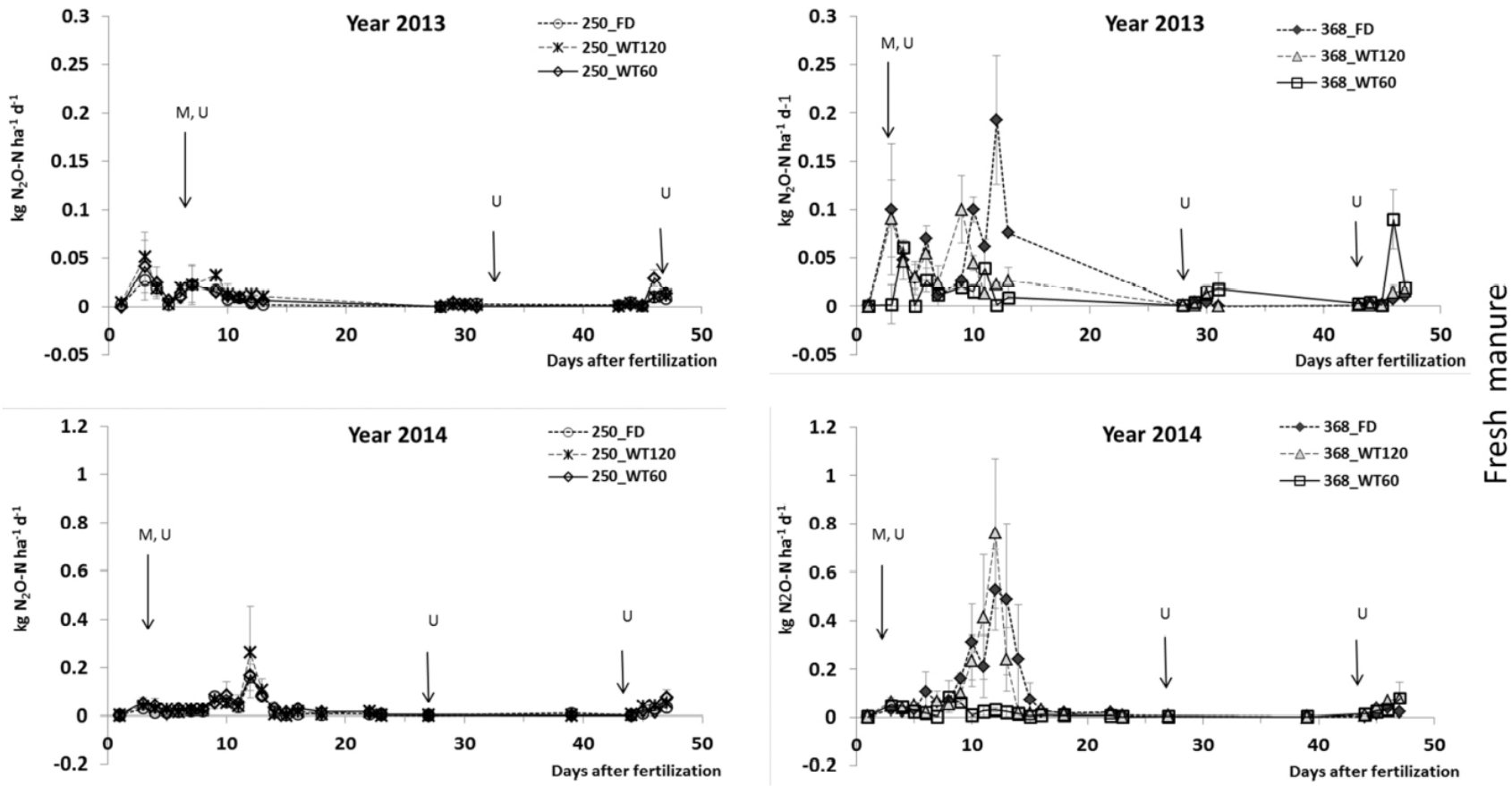


Misura delle emissioni di N_2O

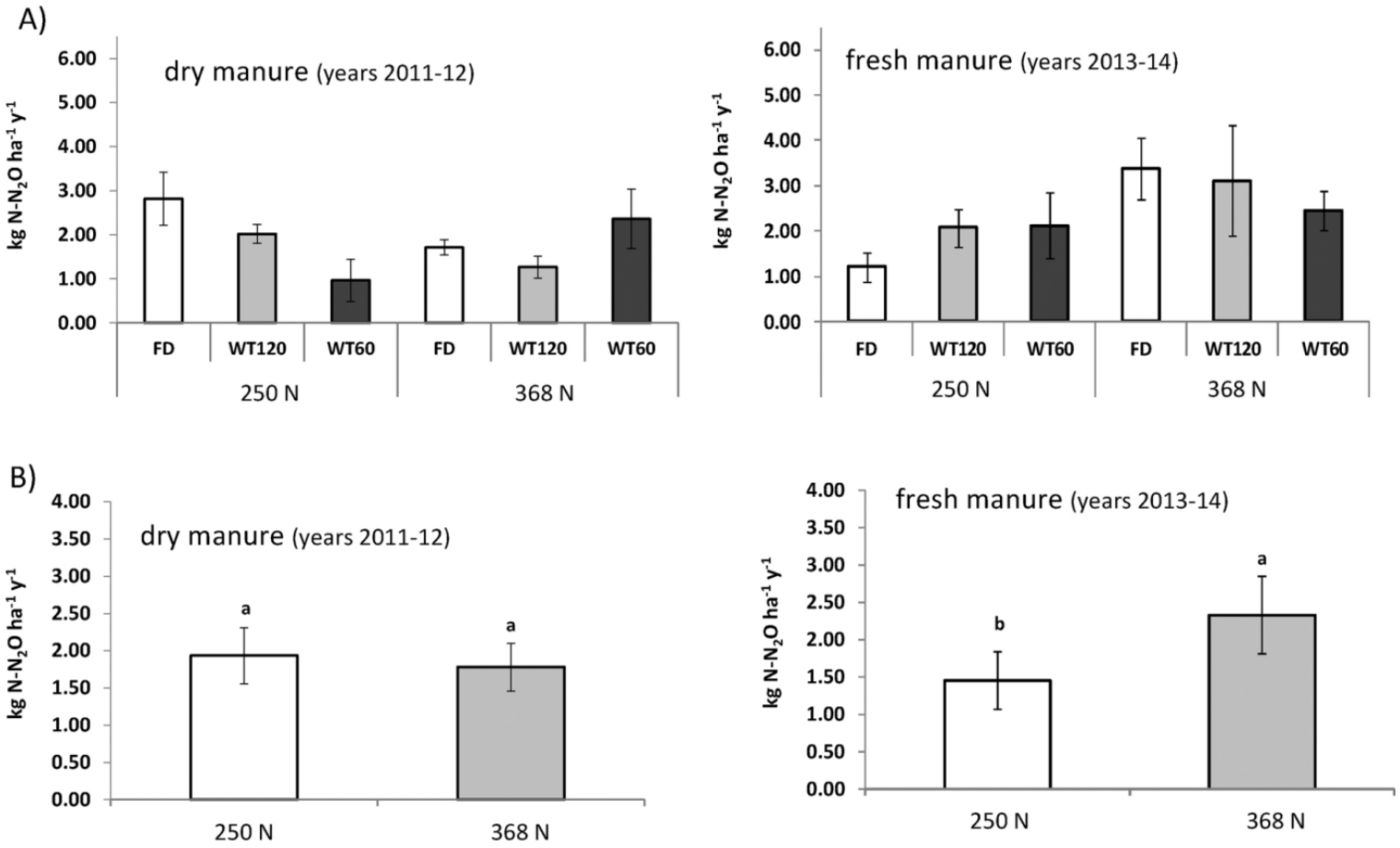








Cocco et al. (2018)



Cocco et al. (2018)

EQUATION 11.1
DIRECT N_2O EMISSIONS FROM MANAGED SOILS (TIER 1)

$$N_2O_{Direct}\text{–}N = N_2O\text{–}N_{N\ inputs} + N_2O\text{–}N_{OS} + N_2O\text{–}N_{PRP}$$

Where:

$$N_2O\text{–}N_{N\ inputs} = \left[\begin{array}{l}\left[\left(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}\right) \bullet EF_1\right] + \\ \left[\left(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}\right)_{FR} \bullet EF_{1FR}\right]\end{array}\right]$$

$$N_2O\text{–}N_{PRP} = \left[\left(F_{PRP,CPP} \bullet EF_{3PRP,CPP}\right) + \left(F_{PRP,SO} \bullet EF_{3PRP,SO}\right)\right]$$

N_2O_{Direct}–N = annual direct N_2O–N emissions produced from managed soils, kg N_2O–N yr^{-1}

N_2O–$N_{N\ inputs}$ = annual direct N_2O–N emissions from N inputs to managed soils, kg N_2O–N yr^{-1}

N_2O–N_{OS} = annual direct N_2O–N emissions from managed organic soils, kg N_2O–N yr^{-1}

N_2O–N_{PRP} = annual direct N_2O–N emissions from urine and dung inputs to grazed soils, kg N_2O–N yr^{-1}

F_{SN} = annual amount of synthetic fertiliser N applied to soils, kg N yr^{-1}

F_{ON} = annual amount of animal manure, compost, sewage sludge and other organic N additions applied to soils (Note: If including sewage sludge, cross-check with Waste Sector to ensure there is no double counting of N_2O emissions from the N in sewage sludge), kg N yr^{-1}

F_{CR} = annual amount of N in crop residues (above-ground and below-ground), including N-fixing crops, and from forage/pasture renewal, returned to soils, kg N yr^{-1}

F_{SOM} = annual amount of N in mineral soils that is mineralised, in association with loss of soil C from soil organic matter as a result of changes to land use or management, kg N yr^{-1}

IPCC (2006, mod)

EF_1 = emission factor for N_2O emissions from N inputs, kg N_2O–N (kg N input)$^{-1}$(Table 11.1)

EF_{1FR} is the emission factor for N_2O emissions from N inputs to flooded rice, kg N_2O–N (kg N input)$^{-1}$ (Table 11.1) [5]

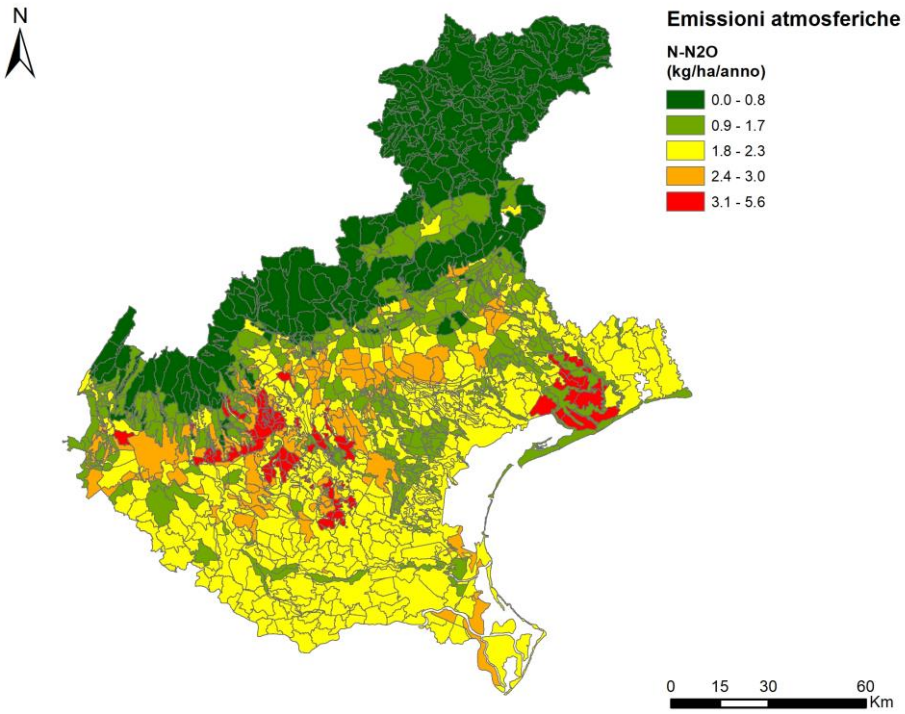
EF_{3PRP} = emission factor for N_2O emissions from urine and dung N deposited on pasture, range and paddock by grazing animals, kg N_2O–N (kg N input)$^{-1}$; (Table 11.1) (Note: the subscripts CPP and SO refer to Cattle, Poultry and Pigs, and Sheep and Other animals, respectively)

TABLE 11.1
DEFAULT EMISSION FACTORS TO ESTIMATE DIRECT N_2O EMISSIONS FROM MANAGED SOILS

Emission factor	Default value	Uncertainty range
EF_1 for N additions from mineral fertilisers, organic amendments and crop residues, and N mineralised from mineral soil as a result of loss of soil carbon [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]	0.01	0.003 - 0.03
EF_{1FR} for flooded rice fields [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]	0.003	0.000 - 0.006
$EF_{3PRP, CPP}$ for cattle (dairy, non-dairy and buffalo), poultry and pigs [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]	0.02	0.007 - 0.06
$EF_{3PRP, SO}$ for sheep and 'other animals' [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]	0.01	0.003 - 0.03

TABLE 11.3
DEFAULT EMISSION, VOLATILISATION AND LEACHING FACTORS FOR INDIRECT SOIL N_2O EMISSIONS

Factor	Default value	Uncertainty range
EF_4 [N volatilisation and re-deposition], kg N_2O–N (kg NH_3–N + NO_X–N volatilised)$^{-1}$ [22]	0.010	0.002 - 0.05
EF_5 [leaching/runoff], kg N_2O–N (kg N leaching/runoff)$^{-1}$ [23]	0.0075	0.0005 - 0.025



		N-N_2O	
Zona	Media	Massima	Minima
		(kg ha^{-1} $anno^{-1}$)	
BL	0.46	1.72	0.06
PD	1.99	3.40	1.54
RO	1.99	2.34	1.72
TV	1.72	2.53	0.55
VE	1.90	2.98	1.60
VI	1.74	3.88	0.10
VR	1.69	4.09	0.19
VENETO	**1.66**	**4.09**	**0.06**

Longo et al. (2021)

Come ottimizzare la fertilizzazione?

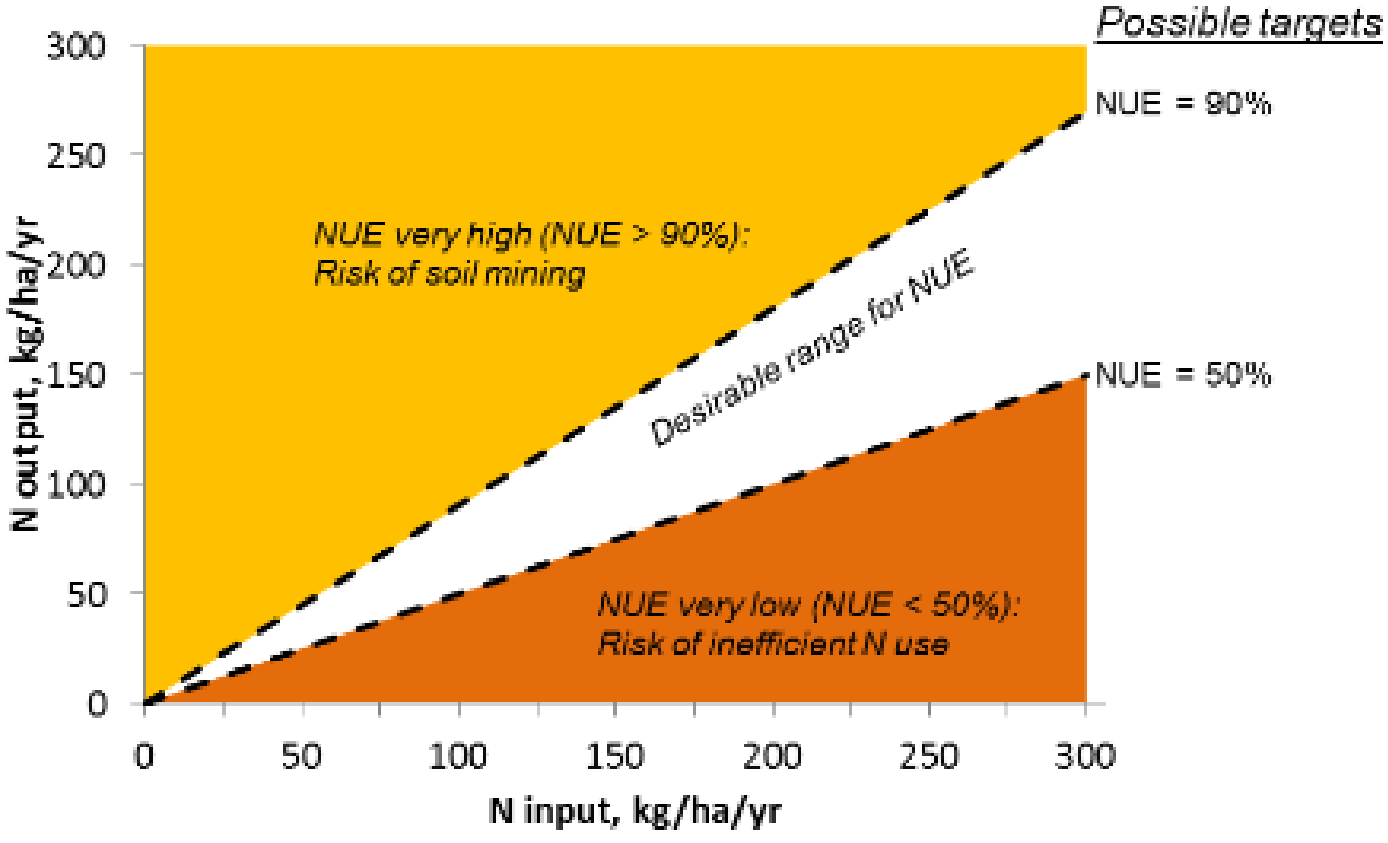
Nitrogen Use Efficiency (NUE)

- **an indicator for the utilization of nitrogen in agriculture and food systems**

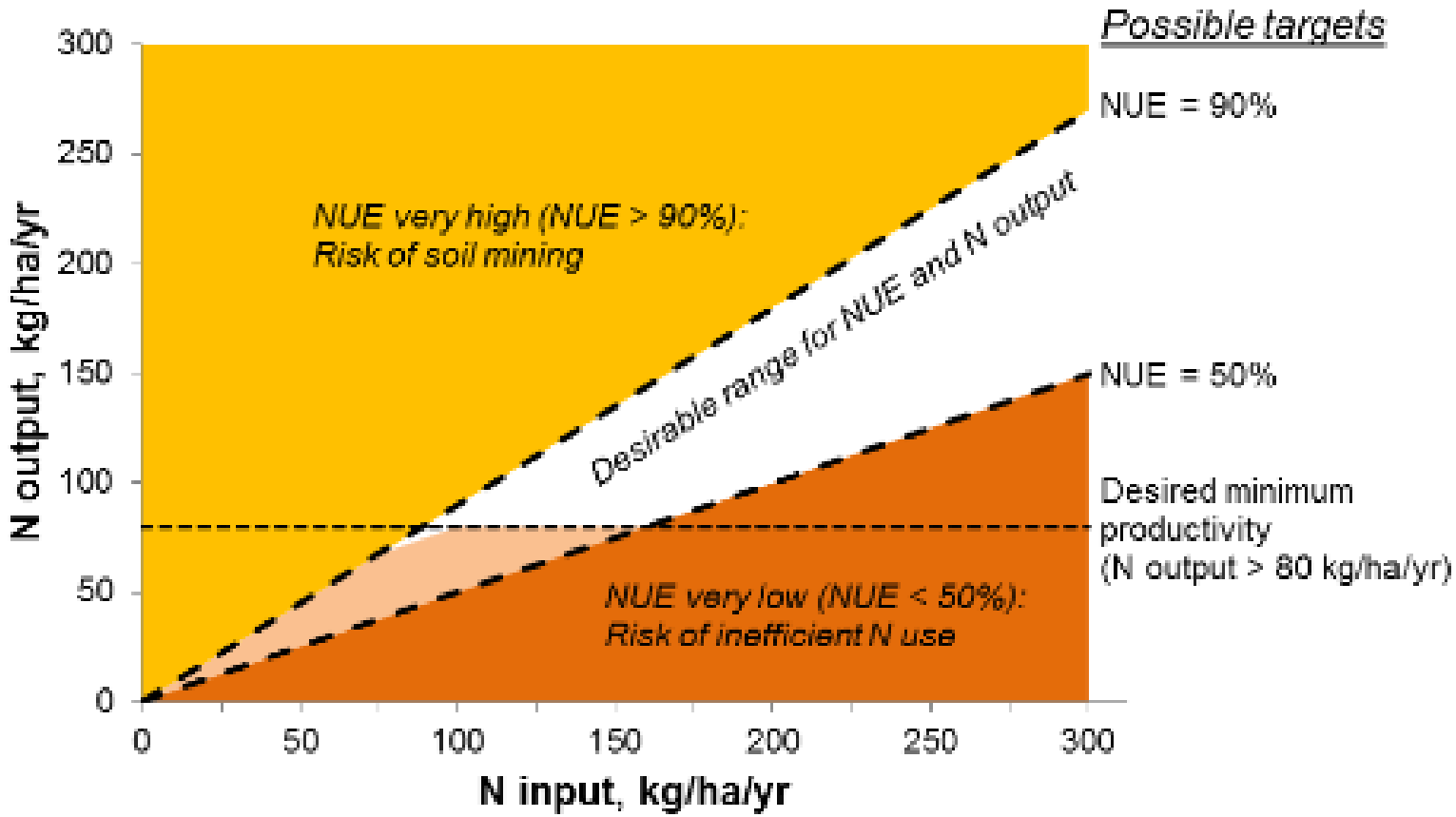
EU Nitrogen Expert Panel

NUE = N output / N input.

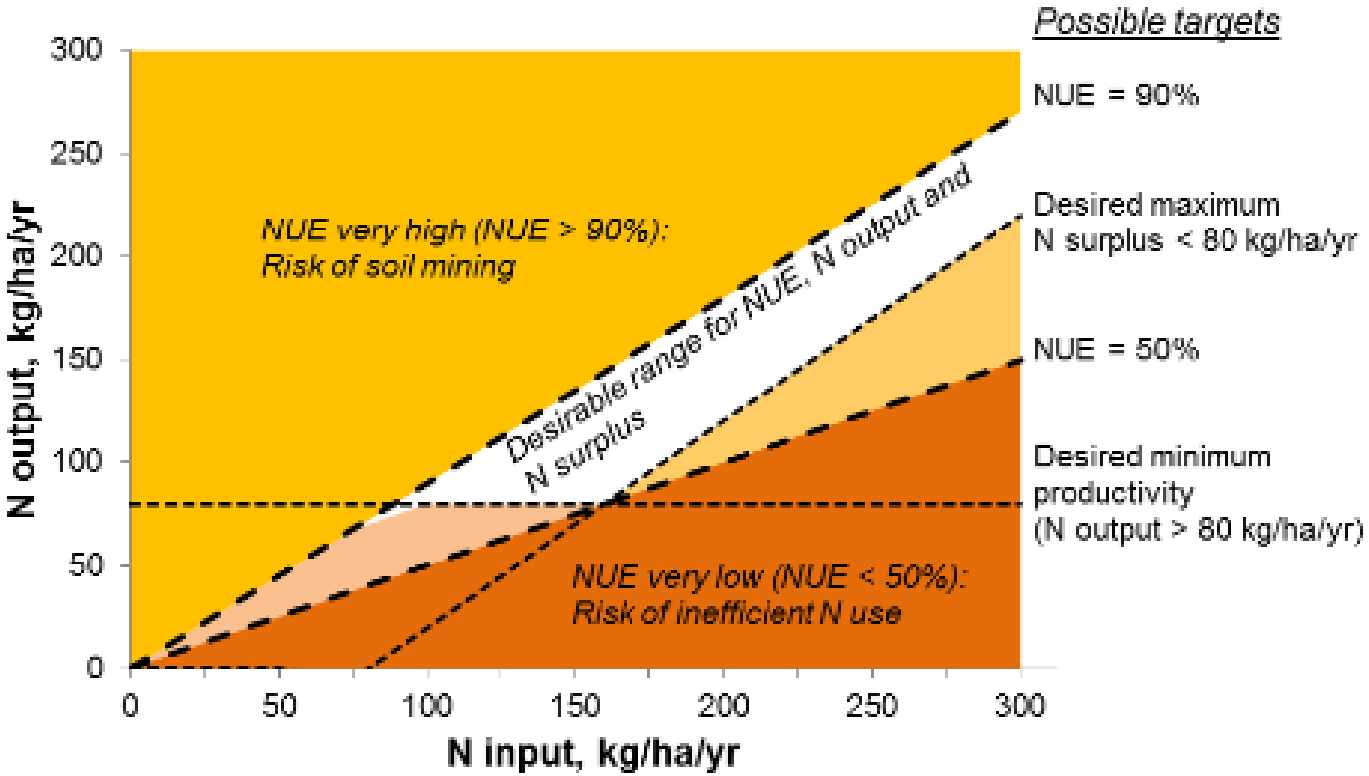
N surplus = N input - N output


Possible targets
NUE = 90%
NUE = 50%
NUE very high (NUE > 90%):
Risk of soil mining
Desirable range for NUE
NUE very low (NUE < 50%):
Risk of inefficient N use
N output, kg/ha/yr
N input, kg/ha/yr
0
50
100
150
200
250
300

a.


Possible targets
NUE = 90%
NUE = 50%
Desired minimum productivity (N output > 80 kg/ha/yr)
NUE very high (NUE > 90%): Risk of soil mining
Desirable range for NUE and N output
NUE very low (NUE < 50%): Risk of inefficient N use
N output, kg/ha/yr
N input, kg/ha/yr
0
50
100
150
200
250
300

b.


Possible targets
NUE = 90%
Desired maximum
N surplus < 80 kg/ha/yr
NUE = 50%
Desired minimum
productivity
(N output > 80 kg/ha/yr)
NUE very high (NUE > 90%):
Risk of soil mining
Desirable range for NUE, N output and
N surplus
NUE very low (NUE < 50%):
Risk of inefficient N use
N output, kg/ha/yr
N input, kg/ha/yr
0
50
100
150
200
250
300

c.

N emissione/ volatilizzazione

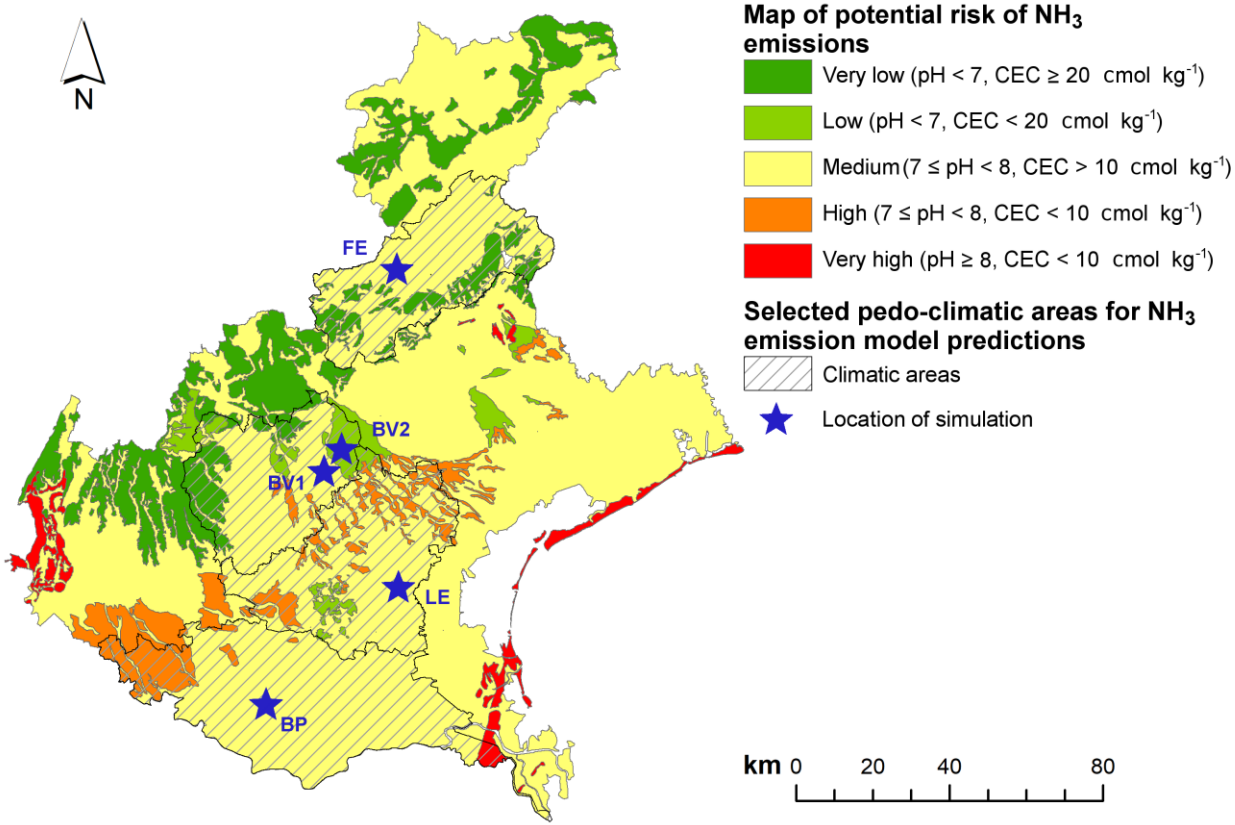
Principi	Strategie	Azioni
Ridurre la disponibilità di N	Redurre la concentration di N nel suolo	-ridurre l'input di N - applicazioni sito specifiche -promuovere l'assorbimento di N da parte delle colture
	Limitare l'esposizione dell'N nel suolo	-applicazioni multiple -selezionare fertilizzanti a lento effetto

N emissione/ volatilizzazione

Principi	Strategie	Azioni
Ridurre il trasporto	Ridurre la dissociazione da NH4+ a NH3 Ridurre la trasformazione da NH4 a NO3	- Acidificazione - Inibitore dell'ureasi -selezionari inibitori della nitrificazione
	Redurre il passaggio di NH3 dalla soluzione del suolo all'atmosfera	- Incorporamento - Distribuzione in bande

1) **Conoscere le caratteristiche del sito**

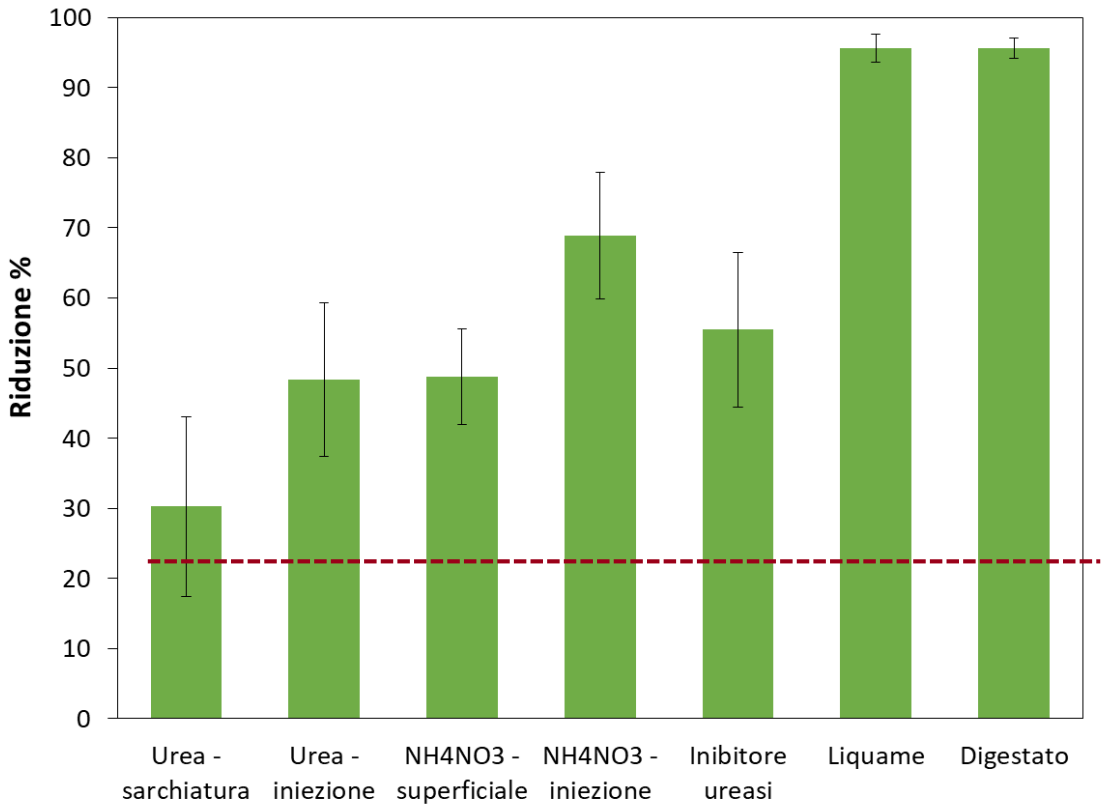
- **potenzialità produttive**
- **NUE**
- **Vulnerabilità ambientale**


N
FE
BV2
BV1
LE
BP
Map of potential risk of NH_3 emissions
Very low (pH < 7, CEC ≥ 20 cmol kg^{-1})
Low (pH < 7, CEC < 20 cmol kg^{-1})
Medium (7 ≤ pH < 8, CEC > 10 cmol kg^{-1})
High (7 ≤ pH < 8, CEC < 10 cmol kg^{-1})
Very high (pH ≥ 8, CEC < 10 cmol kg^{-1})
Selected pedo-climatic areas for NH_3 emission model predictions
Climatic areas
Location of simulation
km 0 20 40 80

Abbreviation	Description	Maize	Winter Wheat
$SRF_{\text{-Urea}}$	Surface broadcast distribution of urea	x[a]	x[a]
$SRF_{\text{-AN}}$	Surface broadcast distribution of ammonium nitrate	x	x[b]
$SRF_{\text{-UAN}}$	Surface broadcast distribution of urea-ammonium nitrate (UAN, liquid)		x
$INJ_{6\text{-AN}}$	Closed-slot injection of ammonium nitrate at 6 cm depth	x	x
$INJ_{6\text{-Urea}}$	Closed-slot injection of urea at 6 cm depth	x	x
$INH_{\text{-Urea}}$	Surface broadcast distribution of urea with urease inhibitor	x	x
$INC_{15\text{-Slu}}$	Incorporation of slurry over 15 cm depth	x	x
$INC_{15\text{-Dig}}$	Incorporation of slurry over 15 cm depth	x	x
$INC_{5\text{-Urea}}$	Incorporation of urea at 5 cm depth	x[b]	

Effetto delle BAT nella regione del Veneto - Mais

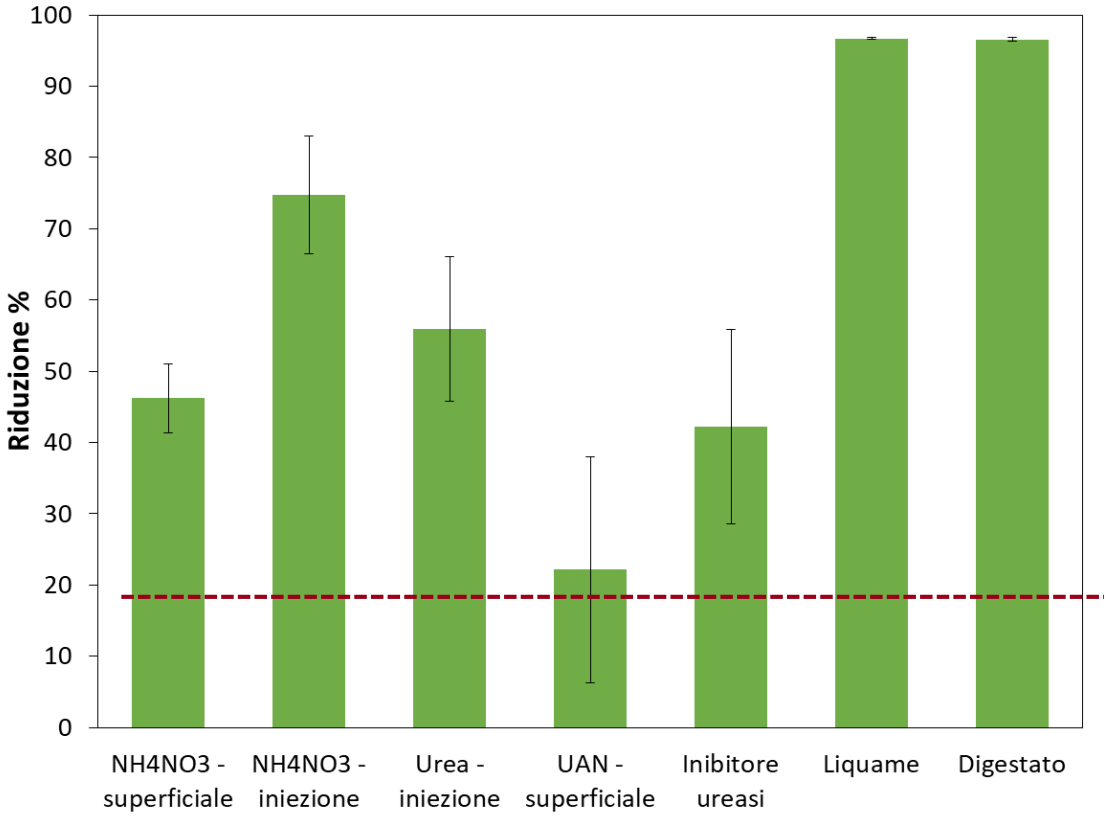
Dato medio delle aree considerate in Veneto



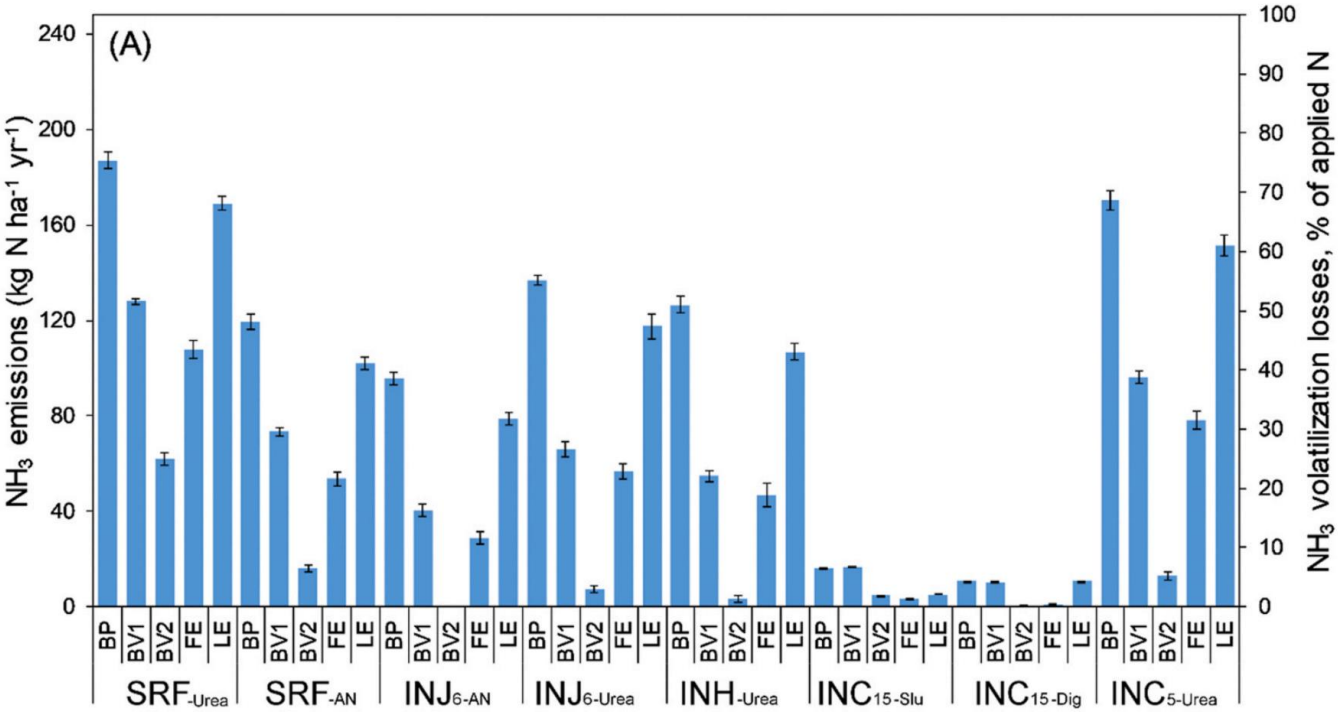
LIFE 15 IPE IT 013
C'È ARIA PER TE!
Insieme per le politiche della qualità dell'aria
prepAIR

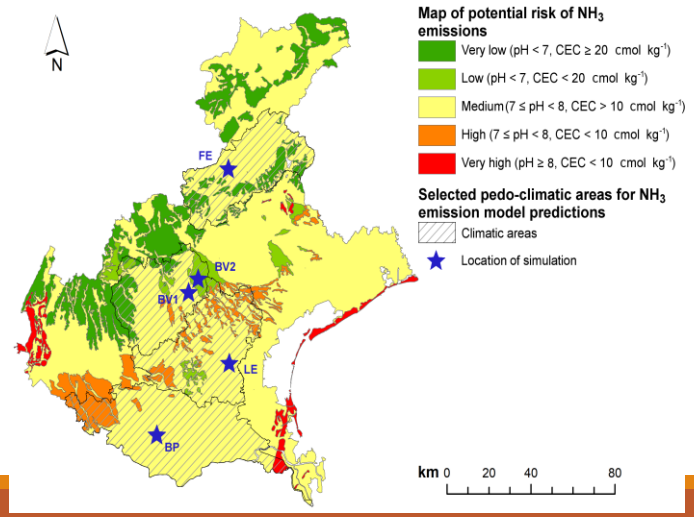
Effetto delle BAT nella regione del Veneto - Frumento

Dato medio delle aree considerate in Veneto



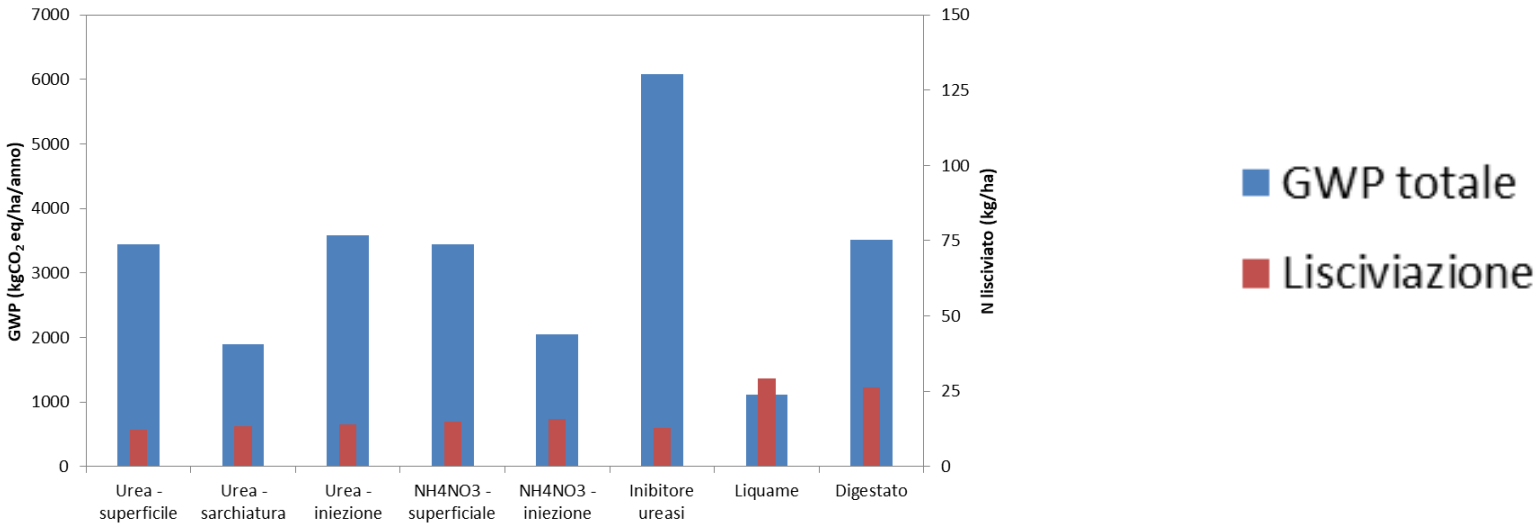
LIFE 15 IPE IT 013 C'È ARIA PER TE! Insieme per le politiche della qualità dell'aria prepAIR



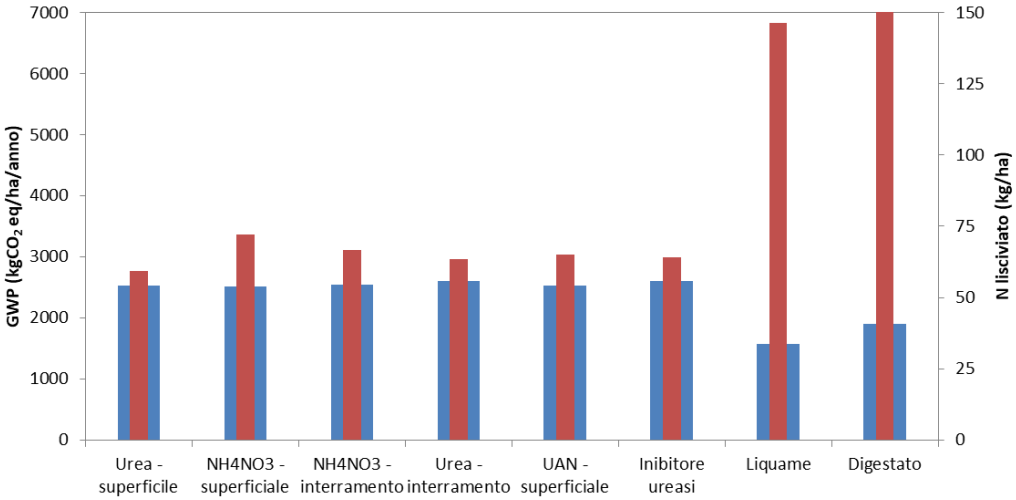


Mencaroni et al., 2021

2) Gestione della fetilizzazione considerando l'intero ciclo dell'azoto

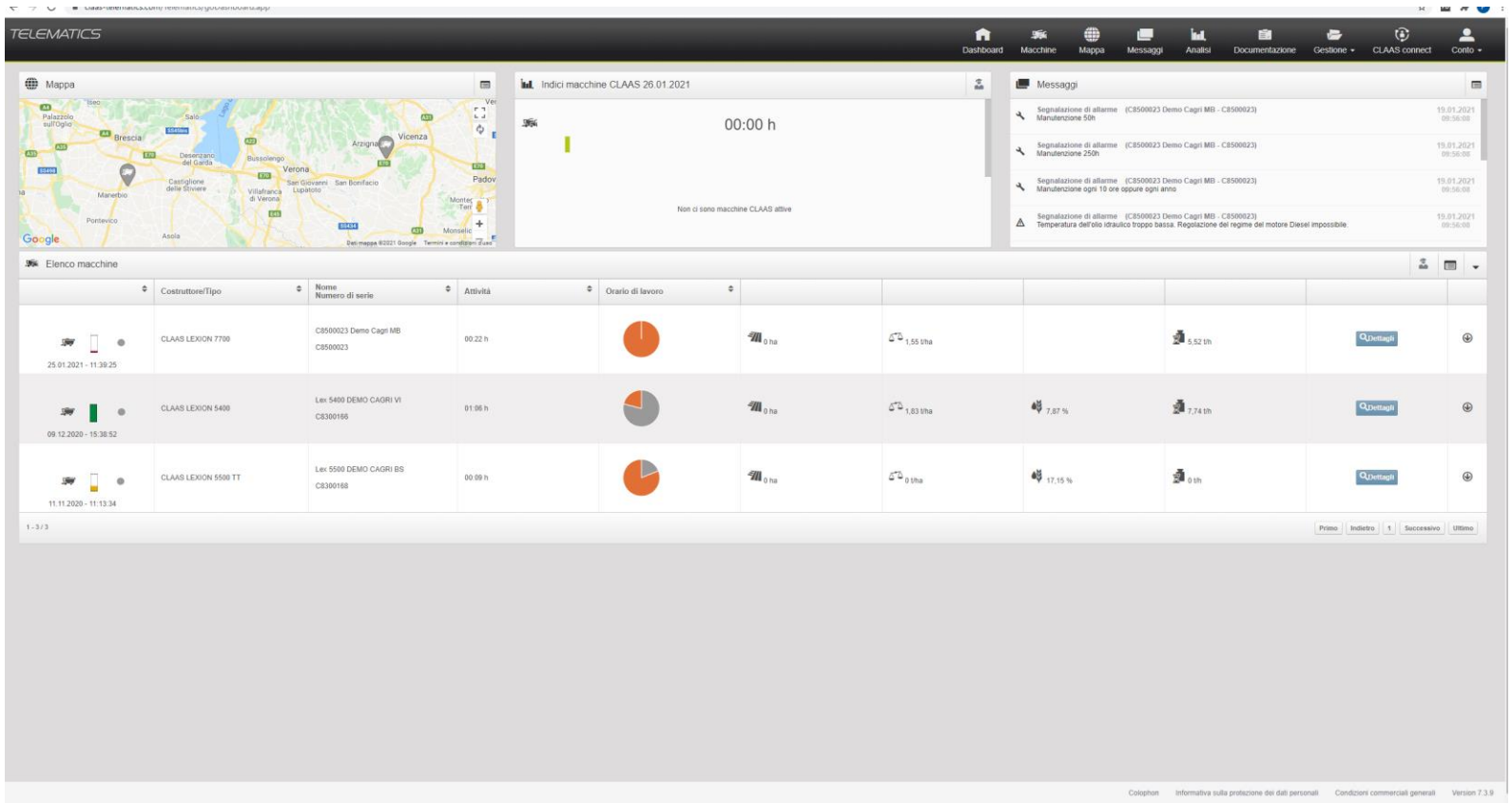


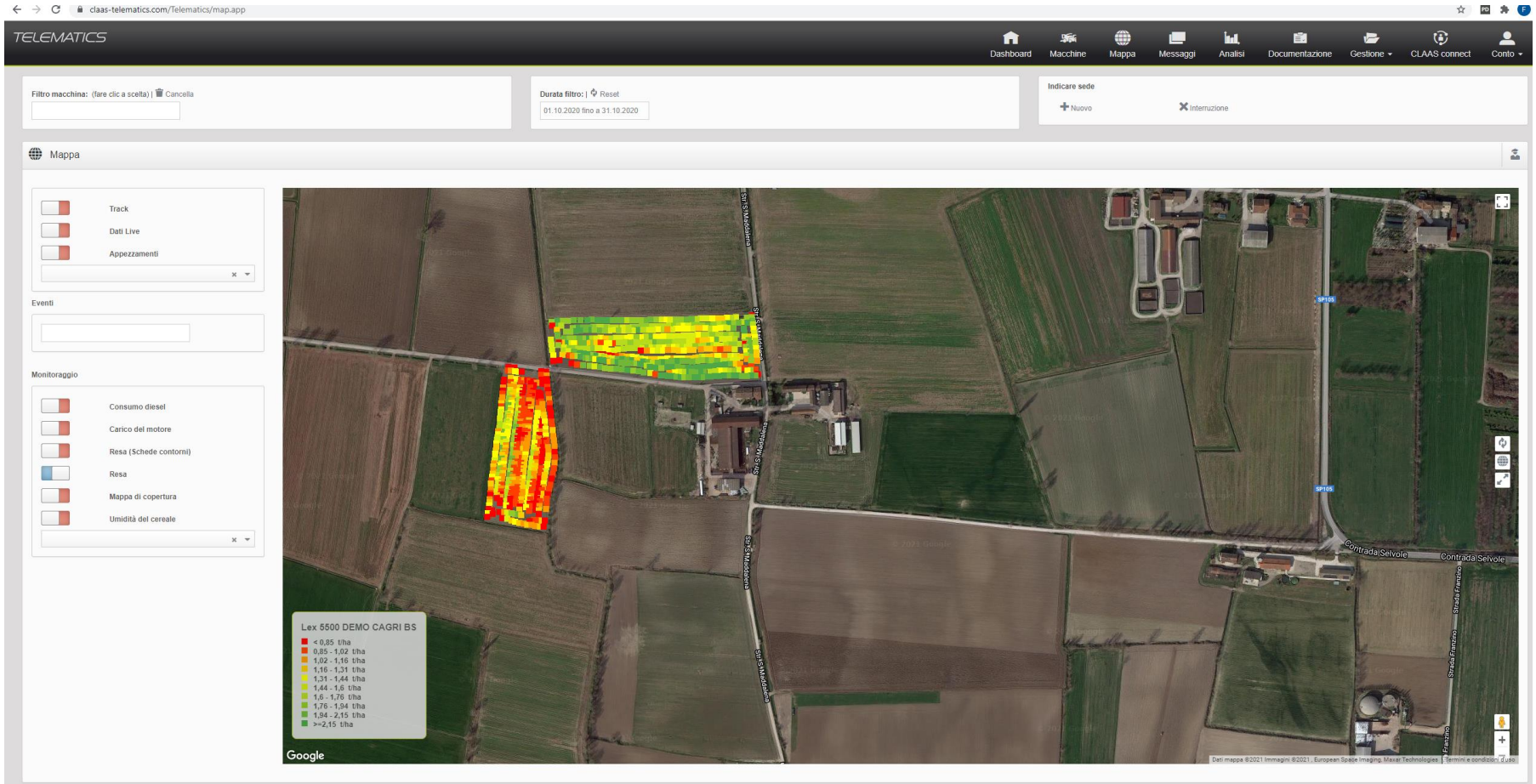
* Global Warming Potential: esprime il contributo all'effetto serra di un gas relativamente all'effetto della CO2 (potenziale di riferimento pari a 1)

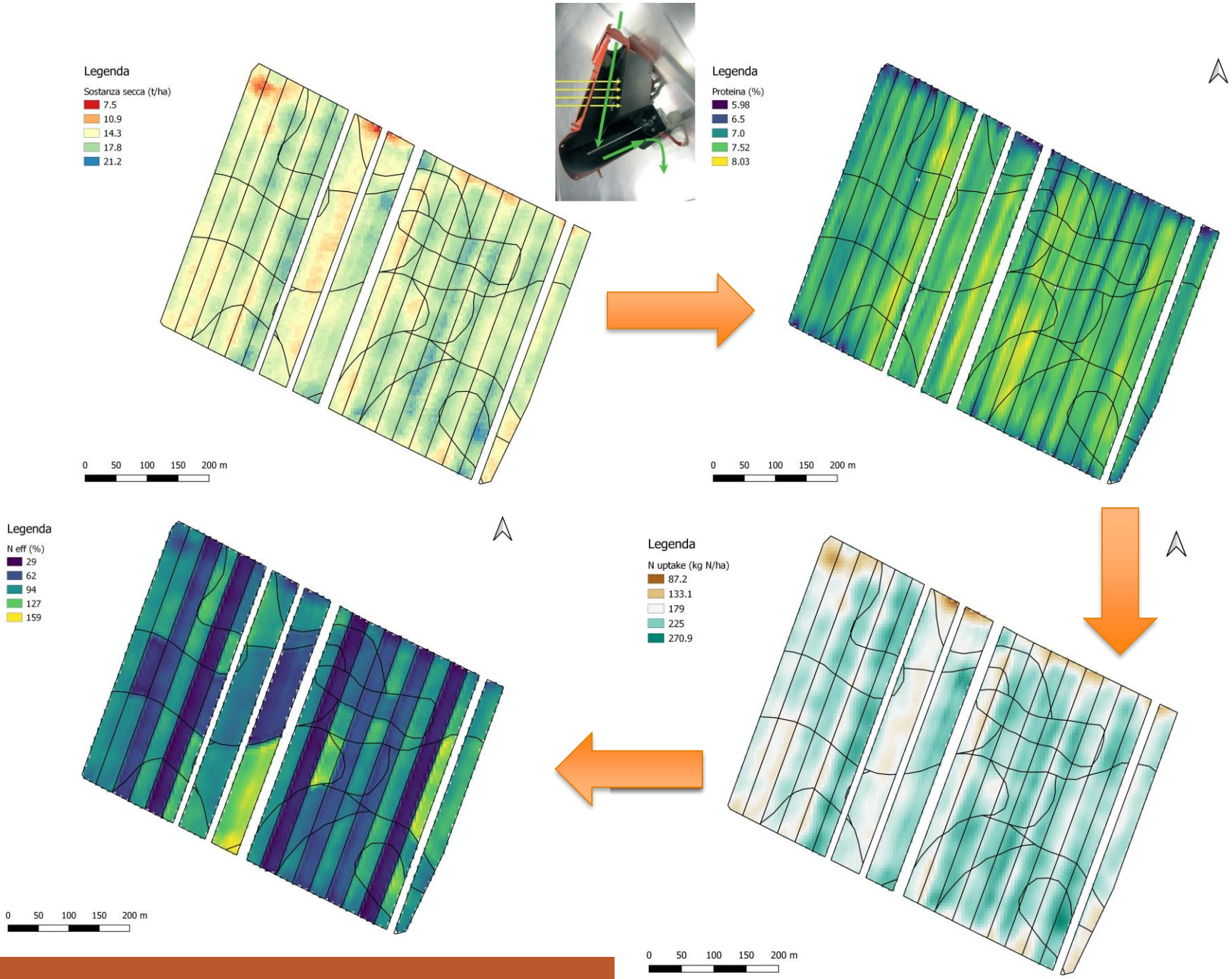


3) Valutare le performances agronomiche delle fertilizzazione

3) Valutare le performances agronomiche delle fertilizzazione



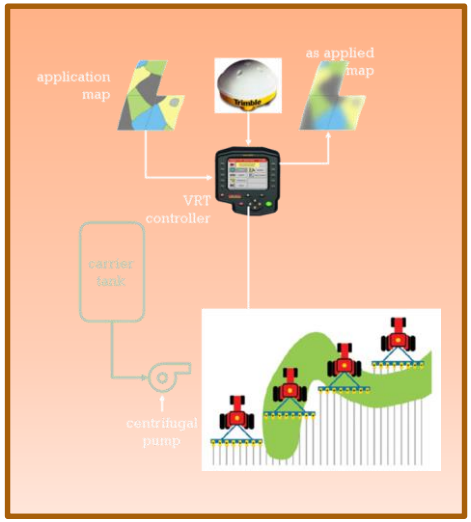

claas-telematics.com/Telematics/map.app
TELEMATICS
Dashboard
Macchine
Mappa
Messaggi
Analisi
Documentazione
Gestione
CLAAS connect
Conto
Filtro macchina: (fare clic a scelta) | Cancella
Durata filtro: | Reset
01.10.2020 fino a 31.10.2020
Indicare sede
Nuovo
Interruzione
Mappa
Track
Dati Live
Appezzamenti
Eventi
Monitoraggio
Consumo diesel
Carico del motore
Resa (Schede contorni)
Resa
Mappa di copertura
Umidità del cereale
Lex 5500 DEMO CAGRI BS
< 0,85 t/ha
0,85 - 1,02 t/ha
1,02 - 1,16 t/ha
1,16 - 1,31 t/ha
1,31 - 1,44 t/ha
1,44 - 1,6 t/ha
1,6 - 1,76 t/ha
1,76 - 1,94 t/ha
1,94 - 2,15 t/ha
>=2,15 t/ha
Contrada Selvole
Google


Legenda
Sostanza secca (t/ha)
7.5
10.9
14.3
17.8
21.2
0 50 100 150 200 m
Legenda
Proteina (%)
5.98
6.5
7.0
7.52
8.03
0 50 100 150 200 m
Legenda
N uptake (kg N/ha)
87.2
133.1
179
225
270.9
0 50 100 150 200 m
Legenda
N eff (%)
29
62
94
127
159
0 50 100 150 200 m

4) Considerare la variabilità del campo: applicare tecniche sito-specifiche

Applicazione a rateo variabile

Mappe di prescrizione



Sensori in real time

Mappe di prescrizione

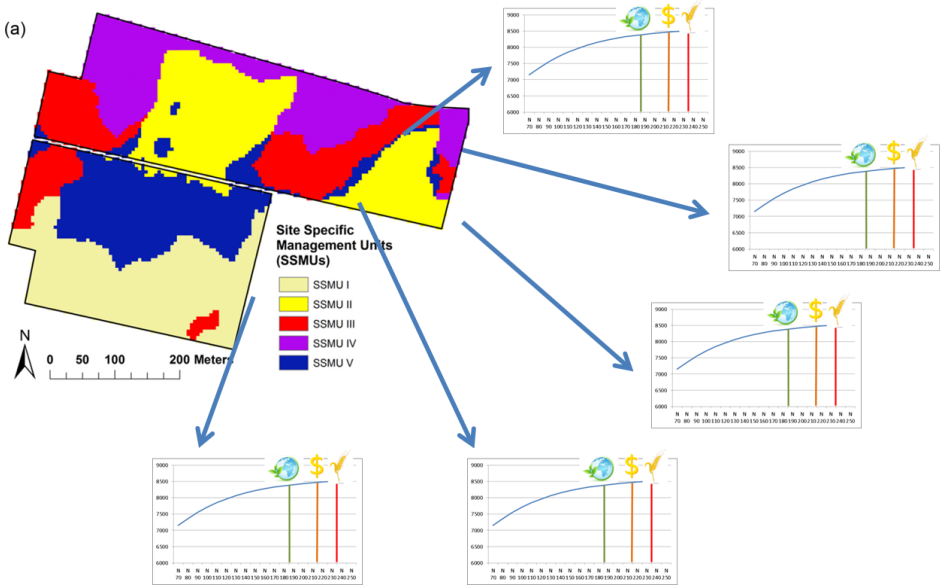
1) Identificazione delle zone di gestione

2) Calcolo dell’input

3) Valutazione dei risultati

Come definire l'input?

1. Esperienza dell'agricoltore
2. Assistenza tecnica case produttrici
3. Sperimentazioni aziendale
4. Modellistica



5) Valorizzare gli effluenti per quello che sono, fertilizzanti organici e non reflui da smaltire

- Potenzialità della tecnologia NIRs per analisi veloci, da utilizzare anche per applicazioni di agricoltura di precisione

- Calcolare il reale apporto di N in funzione della efficienza di distribuzione e della potenziale mineralizzazione del N organico

6) Integrare i cicli biogeochimici

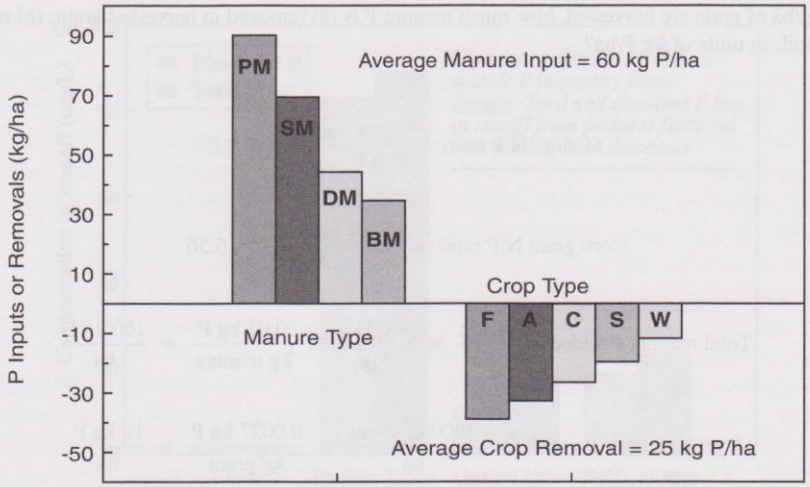
Potenziale sequestro di carbonio

Measure	Type	Cost	Actor	Effectiveness
Arable land				
Minimum tillage	HW/SW	***	Farmer	**
No tillage	HW/SW	***	Farmer/Consultant	****
Residue management	HW	**	Farmer	**
Organic fertilisation	HW/OW	*	Farmer/Policy maker	*****
Mineral fertilisation	HW	***	Farmer	**
Cropping systems	HW/SW/OW	**	Farmer/ Policy maker	***
Cover crops	HW/SW	*	Farmer	***
Irrigation	HW/SW	***	Farmer	**
Grassland				
Improved management	SW	*	Farmer/Consultant	*
Fertilisation	HW/SW	***	Farmer	*
Species selection	SW	*	Farmer	**
Number cuts	SW	**	Farmer	*
Agroforesty/LU change				
Short rotation forestry	HW/OW	**	Farmer/ Policy maker	***
Conversion arable to forestry	HW/OW	**	Farmer/ Policy maker	***
Conversion arable to grassland	HW/OW	**	Farmer/ Policy maker	***

Potenzialità di sequestro di carbonio in Veneto

RMPs	Riferimento	Sequestro Carbonio ($t\ C\ ha^{-1}\ yr^{-1}$)
Rotazione	Monocoltura	0.02 (± 0.001)
Prato	Rotazione	0.4 (± 0.05)
Incorporazione residui	Rimozione	0.10 (± 0.07)
Alto input N	Basso input N	0.038 (± 0.016);
Fertilizzante organico	Inorganic fertilizer	0.58 (± 0.15) Letame 0.27 (± 0.13) Liquame

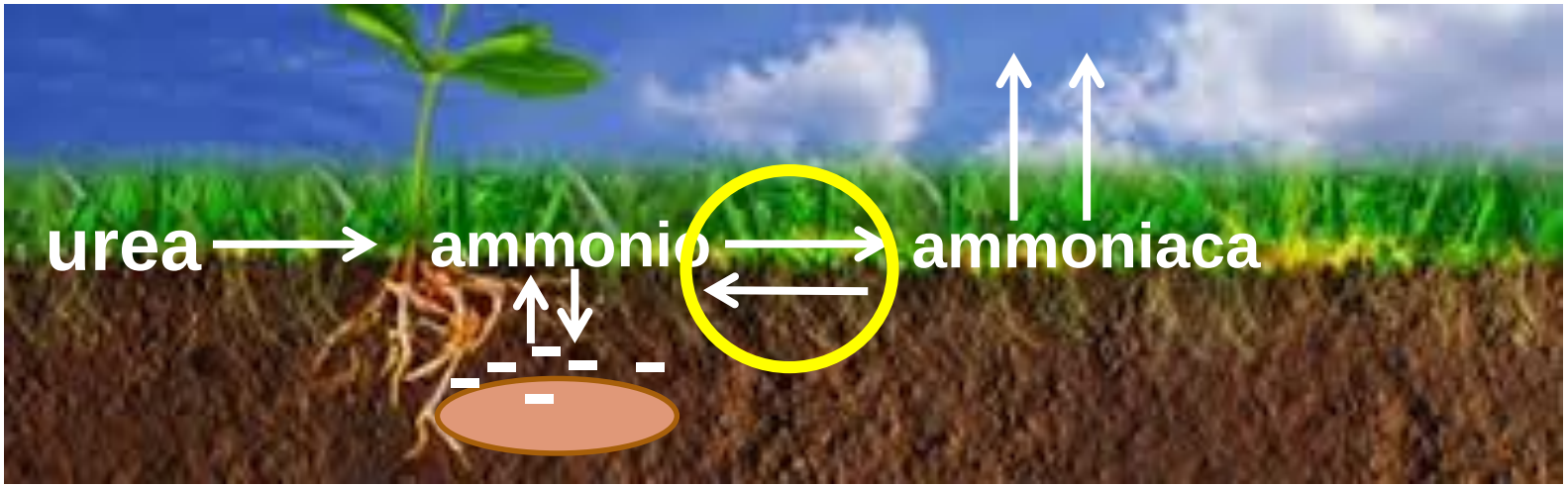
Controllo degli apporti di P con gli effluenti: evitare fenomeni di saturazione del suolo



6.12 Comparison of typical inputs of P from animal manures and crop removal in harvested grain or forage (PM = poultry manure, SM = swine manure, DM = dairy manure, BM = beef manure; F = fescue, A = alfalfa, C = corn, S = soybeans, and W = wheat).

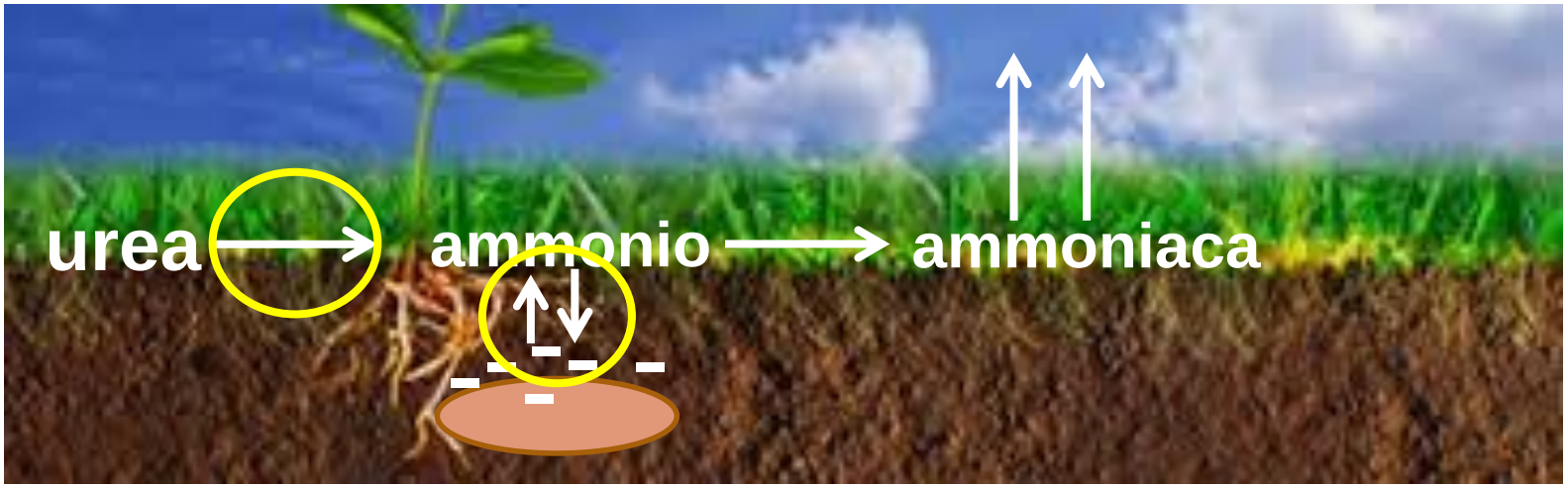
- Analisi del suolo
- Riduzione P negli effluenti o creazioni di matrici con contenuto differente

7
) Regolare le trasformazioni dell’N nel suolo



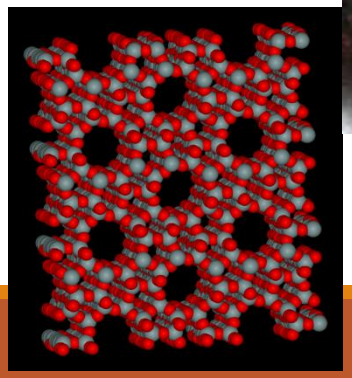
Acidificazione

- Solfato di alluminio (allume)



Controllo disponibilità

Zeolite



Riduzione ammonio

- concimi lento effetto

Sostituzione ammonio

- concimi nitrici
- concimi organici

ACIDIFICANTI

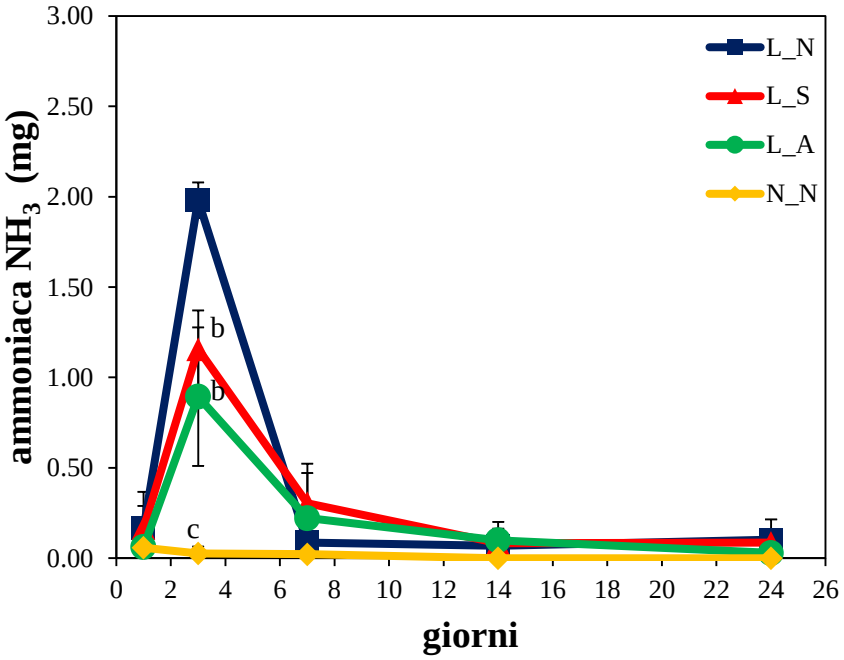
Siero di latte

pH iniziale 3,2

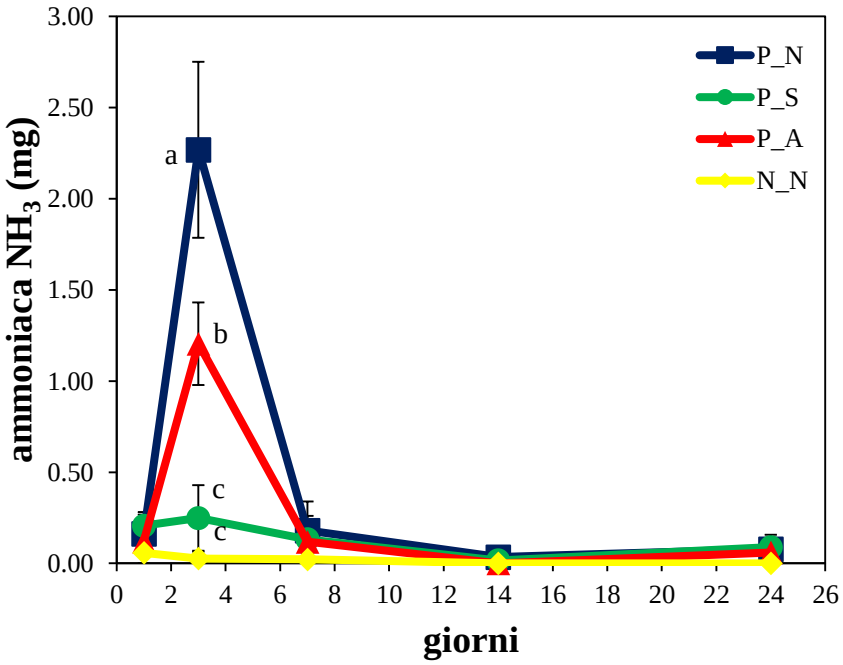
Allume potassico ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$)

pH iniziale 2,5

LETAME



POLLINA



7) Migliorare le tecniche di distribuzione

TECNICA	Tipo di suolo	Riduzione delle emissioni di NH3	Best Available Technique (BAT)
Superficiale alta pressione	Prato, arativi con o senza coltura	0	NO
Superficiale bassa pressione + interramento 6h	Prato, arativi con o senza coltura	< 30 %	NO ?
Rasoterra in banda	Prato, arativi senza coltura o con coltura (< 30 cm)	30 %	SI
Rasoterra in banda + interramento 4 h	Prato, arativi senza coltura o con coltura (< 30 cm)	80 %	SI
Rasoterra in banda con deflettori	Prato	40 %	SI
Sottosuperficiale solco aperto	Prato	60 %	SI
Sottosuperficiale solco chiuso	Prato e arativi	80 %	SI
Interramento profondo			SI ?

Sartori, 2015

Il prototipo ALPEGO per l’interramento dei fertilizzanti minerali

- Iniezione a solchi chiusi
- <u>Applicazione variabile</u>

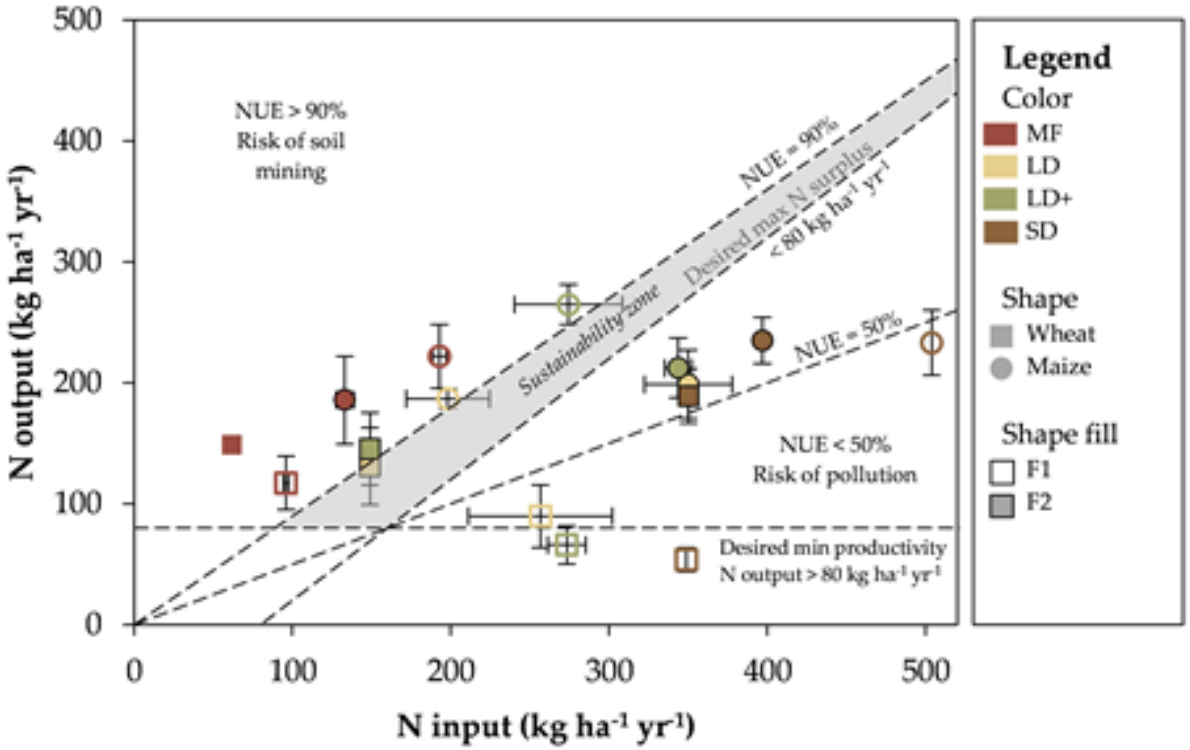
- Mais e frumento in copertura

Progetto Dig-Control PSR Veneto 2014-2020.

https://www.digcontrol.it/

1. **MIN**: concimazione minerale
2. **VRA-MIN**: concimazione minerale a rateo variabile (VRA)
3. **DIG_{l+}**: concimazione con digestato liquido con inibitore
4. **DIG_s**: concimazione con digestato solido
5. **VRA-DIG_l**: concimazione a rateo variabile con digestato liquido (tecnologia NIRS e VRA) senza inibitore
6. **VRA-DIG_{l+}**: concimazione a rateo variabile con digestato liquido (tecnologia NIRS e VRA) con inibitore

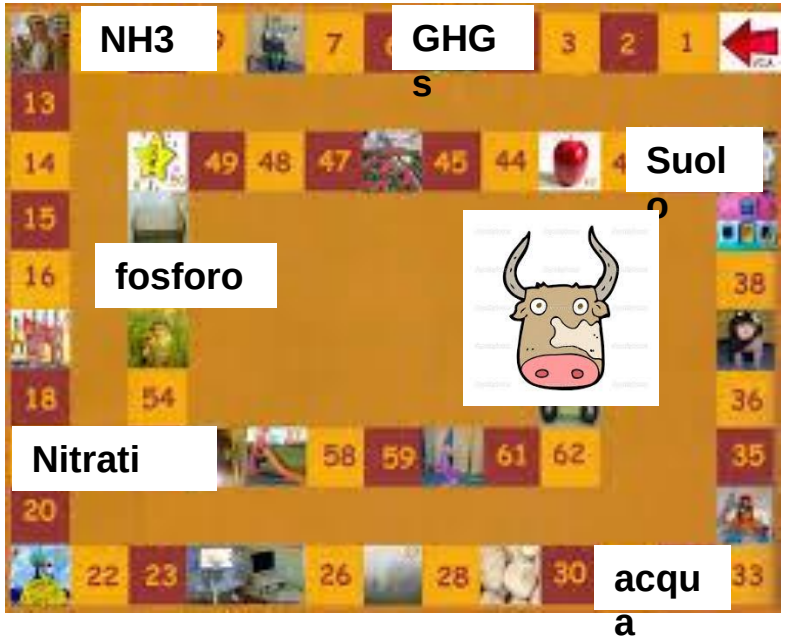
AZIENDA AGRICOLA AGRIVAL
AZIENDA AGRICOLA VALBISSARA



Grillo et al., 2021

Conclusioni

Per gli agricoltori la “Via” si fa sempre più stretta…



E’ necessario aumentare l’efficienza dei processi…

Valorizzare gli effluenti

GREENTOWN®.it

GROWSTORE & BIOGARDENING SINCE 2007

TORNA A: HOME PAGE DEL NEGOZIO

Product Code: art 909090

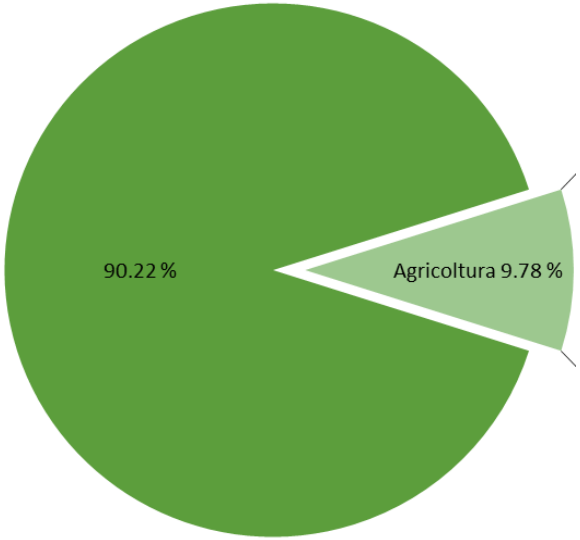
REAL SHIT – 100% LETAME DI CAMPAGNA

9,90 €

AVVISAMI!

Add To Whishlist Add To Compare

Recommend to friend

Fai una domanda su questo prodotto

Migliorare la comunicazione verso l' "esterno"