

CONCIMARE BENE

Piacenza, 25 gennaio 2019



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Criteria per una fertilizzazione razionale ed efficiente - 2° parte

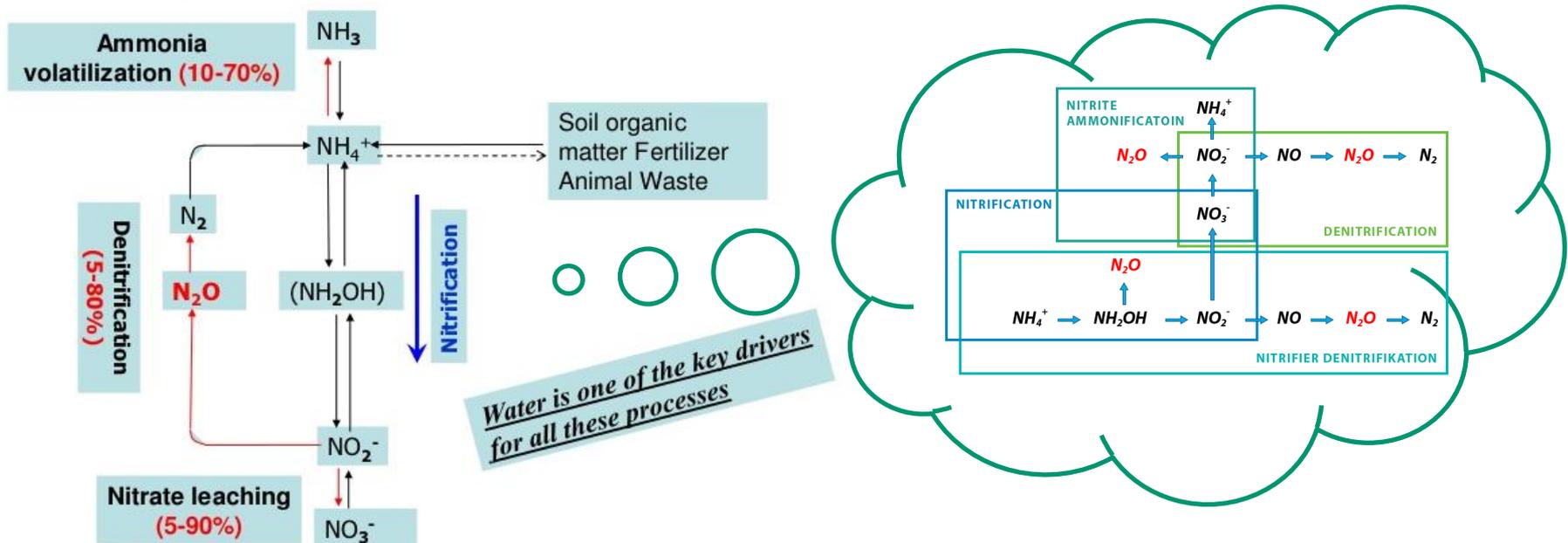




L'inefficienza dell'N: perdite dell'agro-ecosistema

Le perdite di N dal sistema suolo-pianta avvengono in varie fasi e forme molecolari:

- Fase liquida (principalmente ioni NO_3^- e NH_4^+);
- Fase gassosa (principalmente N_2 , N_2O e NH_3).





Quali sono i principali fattori che condizionano le perdite di N?

1. Tipologia di input

- Composizione (es. fertilizzante organico vs. chimico)
- Forme azotate prevalenti (dinamiche di disponibilità dell'N)
- Trattamenti di stabilizzazione (in caso di reflui)

2. Tipologia di distribuzione

- Modalità di intervento
- Tempistiche di intervento

3. Fattori pedo-climatici

- pH, temperatura ed umidità del suolo
- Composizione granulometrica e strutturale del suolo
- Agenti atmosferici (es. pioggia, vento,...)
- Comunità microbica endogena

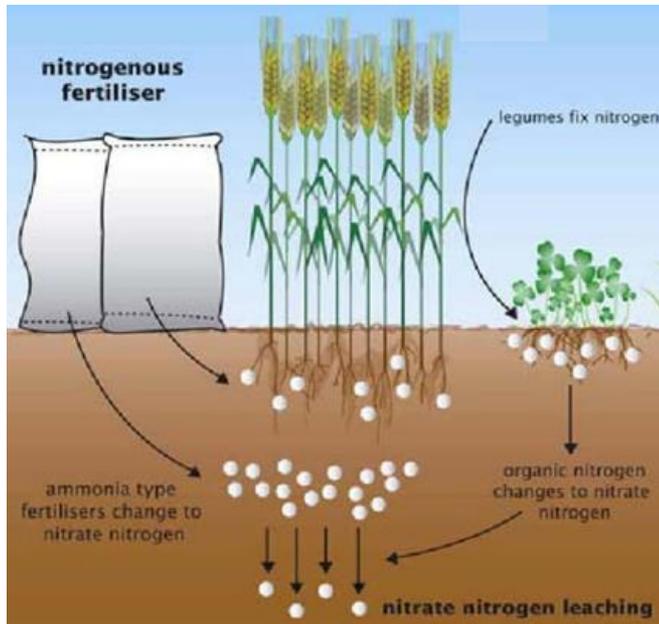
4. Fattori agronomici

- Lavorazioni e pratiche agricole
- Irrigazioni (modalità e tempistica)

...+ Interazioni $1 \times 2 \times 3 \times 4!$



Ridurre la lisciviazione dell'N

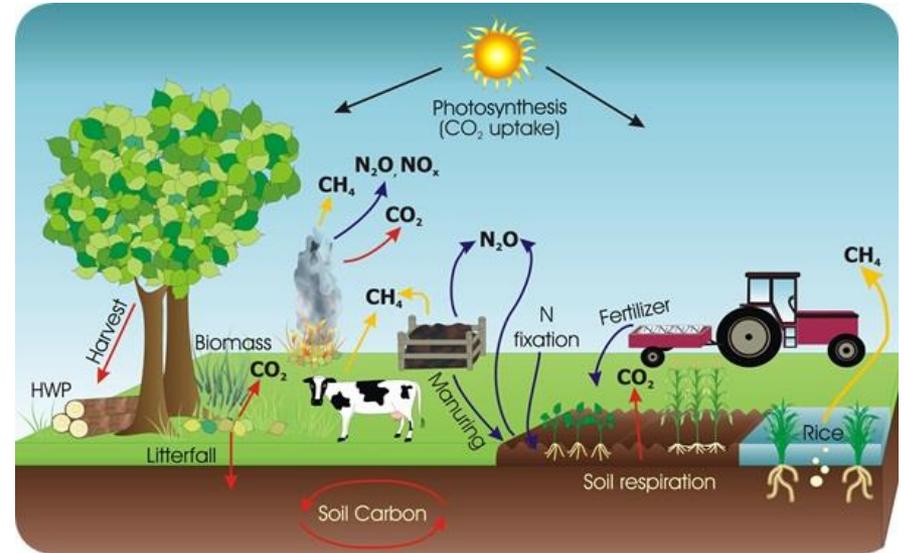
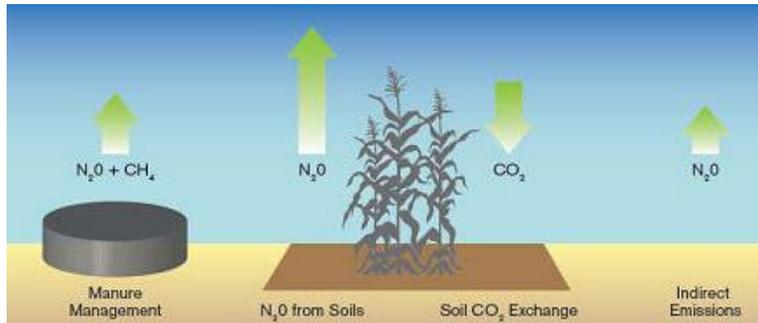


Consigli di tecnica agronomica:

- **Frazionare gli apporti azotati** (non eccedere la capacità di assorbimento della pianta)
- **Differenziare le forme di azoto chimico** in funzione della condizione climatica e dello stadio fisiologico
- **Differenziare la tipologia di fertilizzanti** (es. organico solido, organico liquido, chimico)
- **Utilizzare inibitori** dell'ureasi e/o della denitrificazione
- **Favorire l'utilizzo di colture di copertura** (catch crop) in grado di captare l'N residuo (quando possibile)



Le emissioni di N₂O: perché?



Perché...

...il 58% delle emissioni totali di GHGs derivanti dall'agricoltura sono attribuibili al N₂O (Smith *et al.*, 2017);

...il 61% delle emissioni antropogeniche totali di N₂O sono attribuibili alla gestione delle colture in campo (Montzka *et al.*, 2011);

...il GWP del N₂O è 12 volte maggiore di quello del CH₄ e 298 volte maggiore di quello della CO₂ (IPCC, 2014).



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Il progetto (E)MISSION

I partner del Gruppo Operativo

GOi (E)MISSION

Gruppi Operativi per l'Innovazione



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Capofila



Fondazione CRPA Studi Ricerche



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

Parmigiano Reggiano vacche rosse
Grana d'Oro



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali



Motivazioni:

- 1) Ottimizzare l'utilizzo fertilizzante dei liquami riducendo le emissioni (in atmosfera e verso le acque)
- 2) Valutare gli effetti ambientali e agronomici di tempistiche e sistemi alternativi di distribuzione dei liquami
- 3) Promuovere le agrotecniche a minore impatto ambientale, misurando l'efficienza d'uso dell'azoto.

Prove sperimentali (2):

- 1) Nell'ambito del sistema Parmigiano-Reggiano: con liquami bovini su prato stabile (presso l'Azienda Grana d'Oro a Cavriago, 2017-2018)
- 2) Nell'ambito del sistema Grana Padano: con digestato da liquami bovini e altre biomasse su cover crops seguite da mais (presso il CERZOO a San Bonico di Piacenza, 2018-2019)



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Il prato stabile: l'Azienda Grana d'Oro di Cavriago (RE)

Tre momenti di utilizzo dei liquami:

M1 - Autunnale → metà ottobre 2017

M2 - Invernale → metà gennaio 2018
(in deroga per motivi sperimentali)

M3 - Primaveraile → fine marzo 2018





UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

La prova con liquami bovini su prato stabile

Due modalità di distribuzione:

superficiale (S)

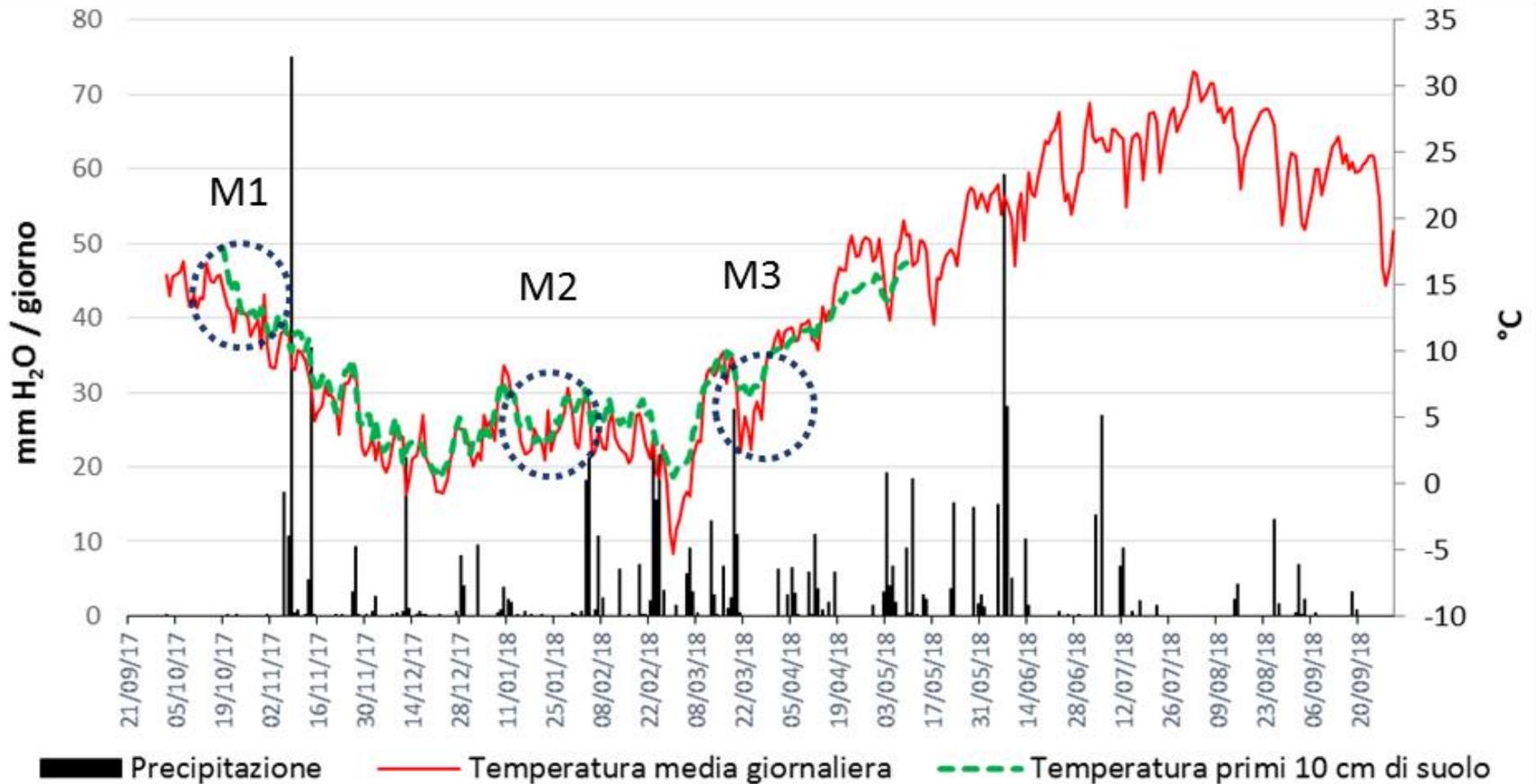
vs

interrato (I)



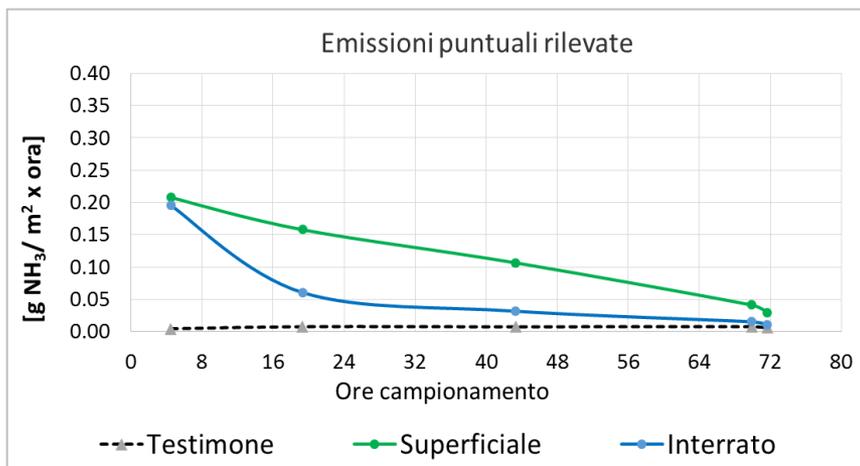


Condizioni climatiche

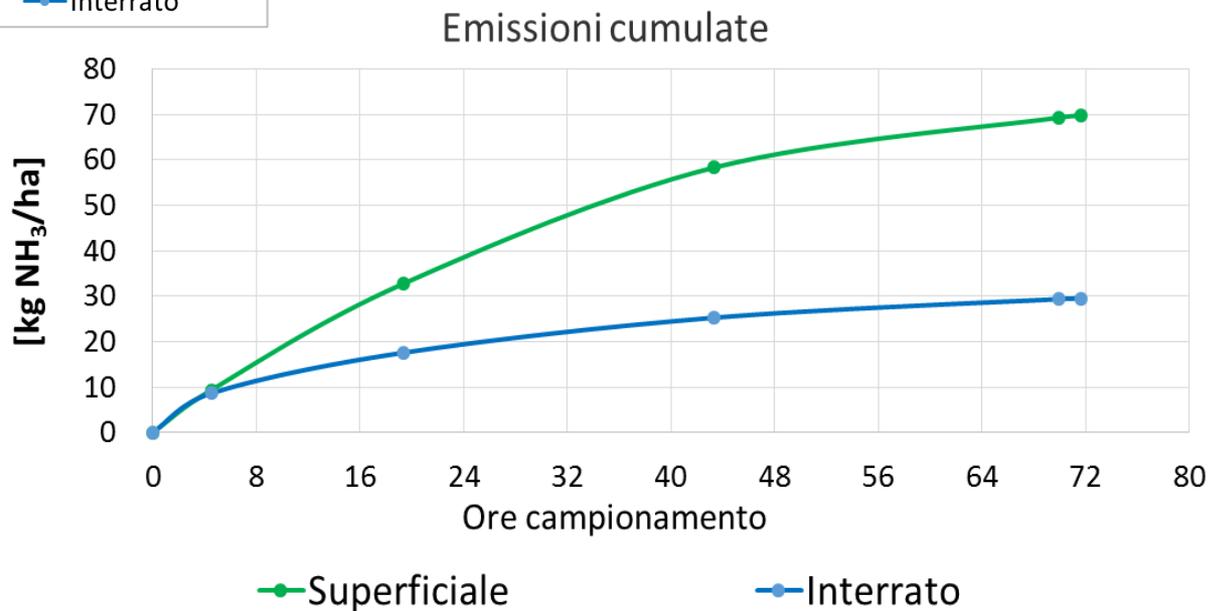




Emissioni di ammoniaca (M1_17-20 ottobre)

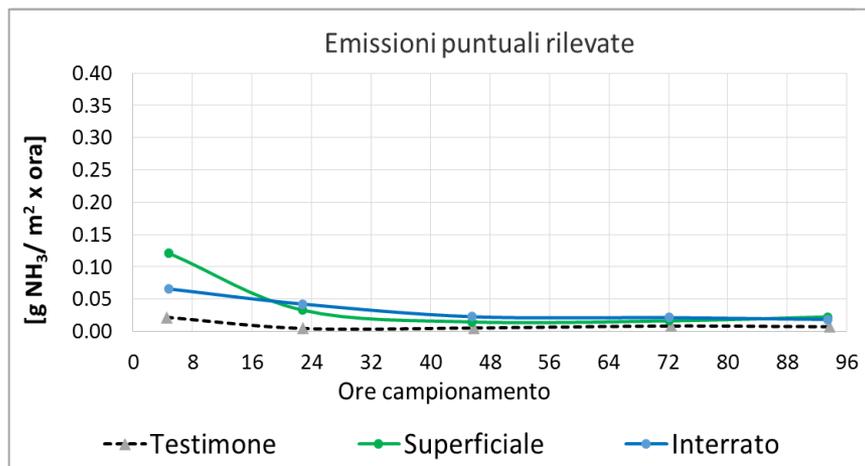


N-NH₃ su N totale distribuito
Superficiale: 30,6% (57,5 kg N/ha)
Interrato: 12,9% (24,3 kg N/ha)

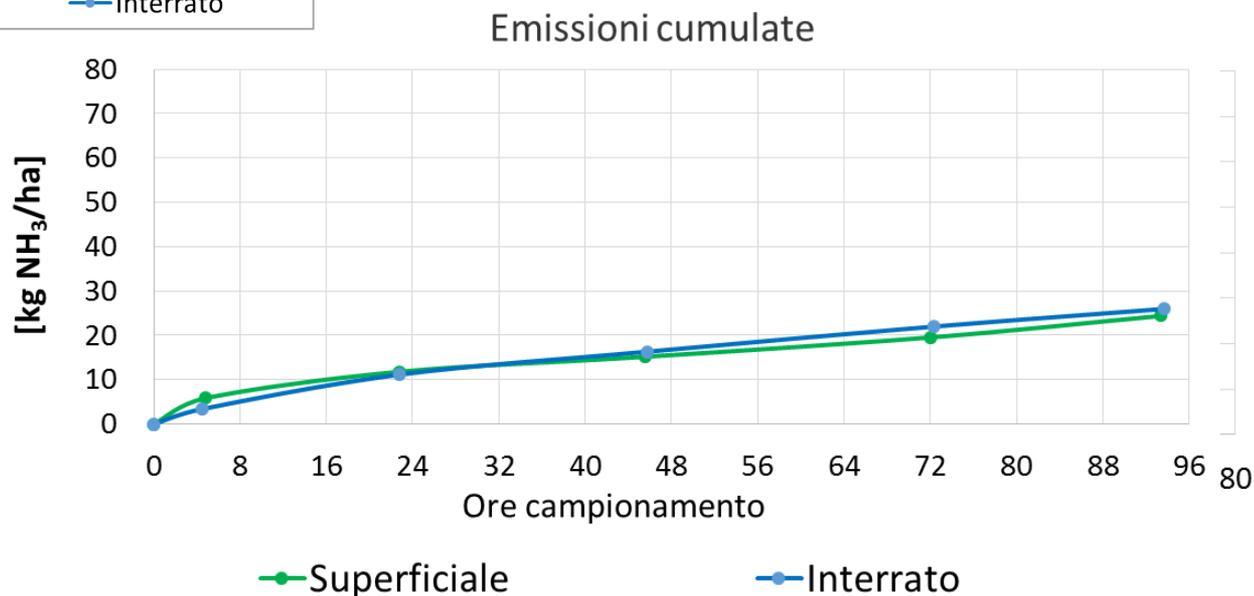




Emissioni di ammoniaca (M2_15-19 gennaio)

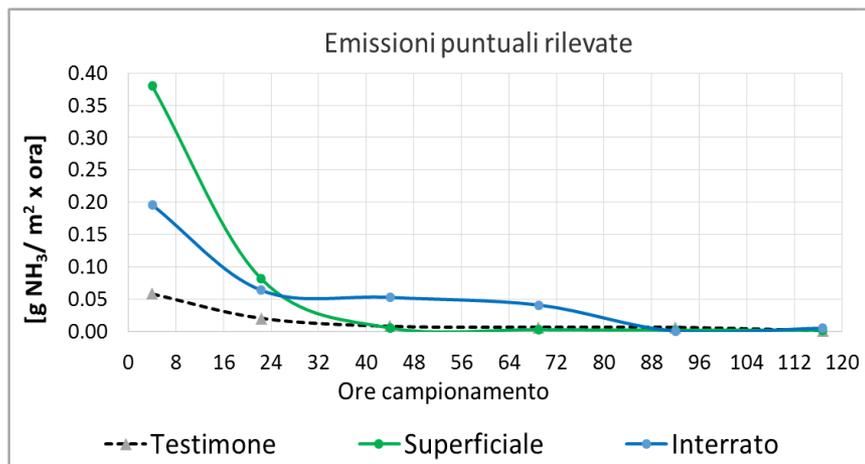


N-NH₃ su N totale distribuito
Superficiale: 12,1% (20,1 kg N/ha)
Interrato: 12,6% (21,4 kg N/ha)

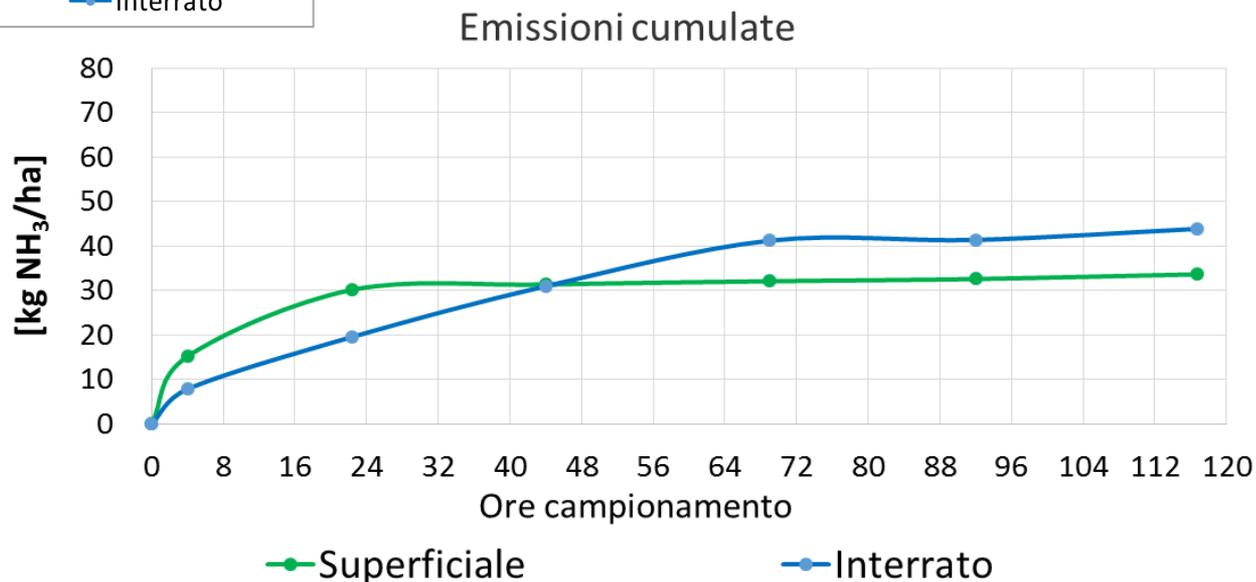




Emissioni di ammoniaca (M3_26-31 marzo)



N-NH₃ su N totale distribuito
Superficiale: 17,7% (27,7 kg N/ha)
Interrato: 21,7% (36,1 kg N/ha)

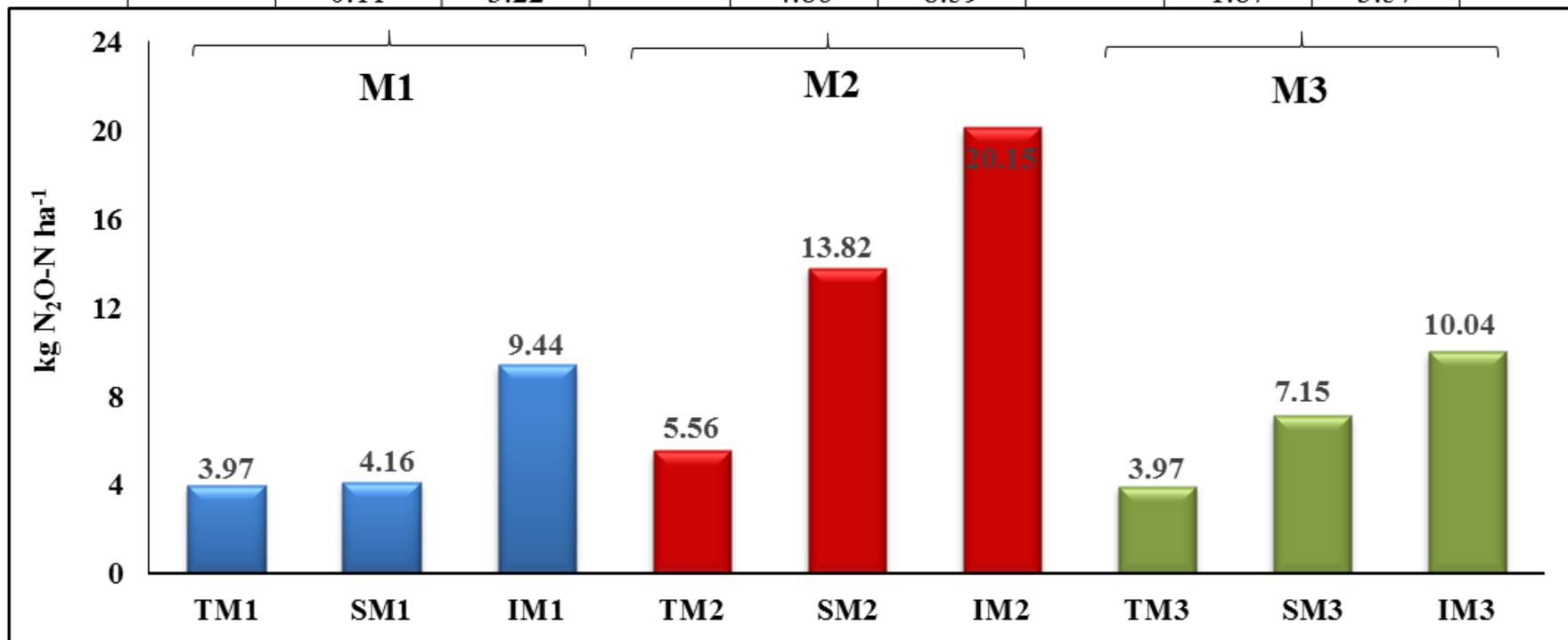




N₂O: emissioni cumulative annue

Cumulativo kg N ₂ O-N ha ⁻¹ totale								
TM1	SM1	IM1	TM2	SM2	IM2	TM3	SM3	IM3
3.97	4.16	9.44	5.56	13.82	20.15	3.97	7.15	10.04

% di N perso del totale applicato (170 kg N ha ⁻¹) (EF)								
TM1	SM1	IM1	TM2	SM2	IM2	TM3	SM3	IM3
-	0.11	3.22	-	4.86	8.59	-	1.87	3.57





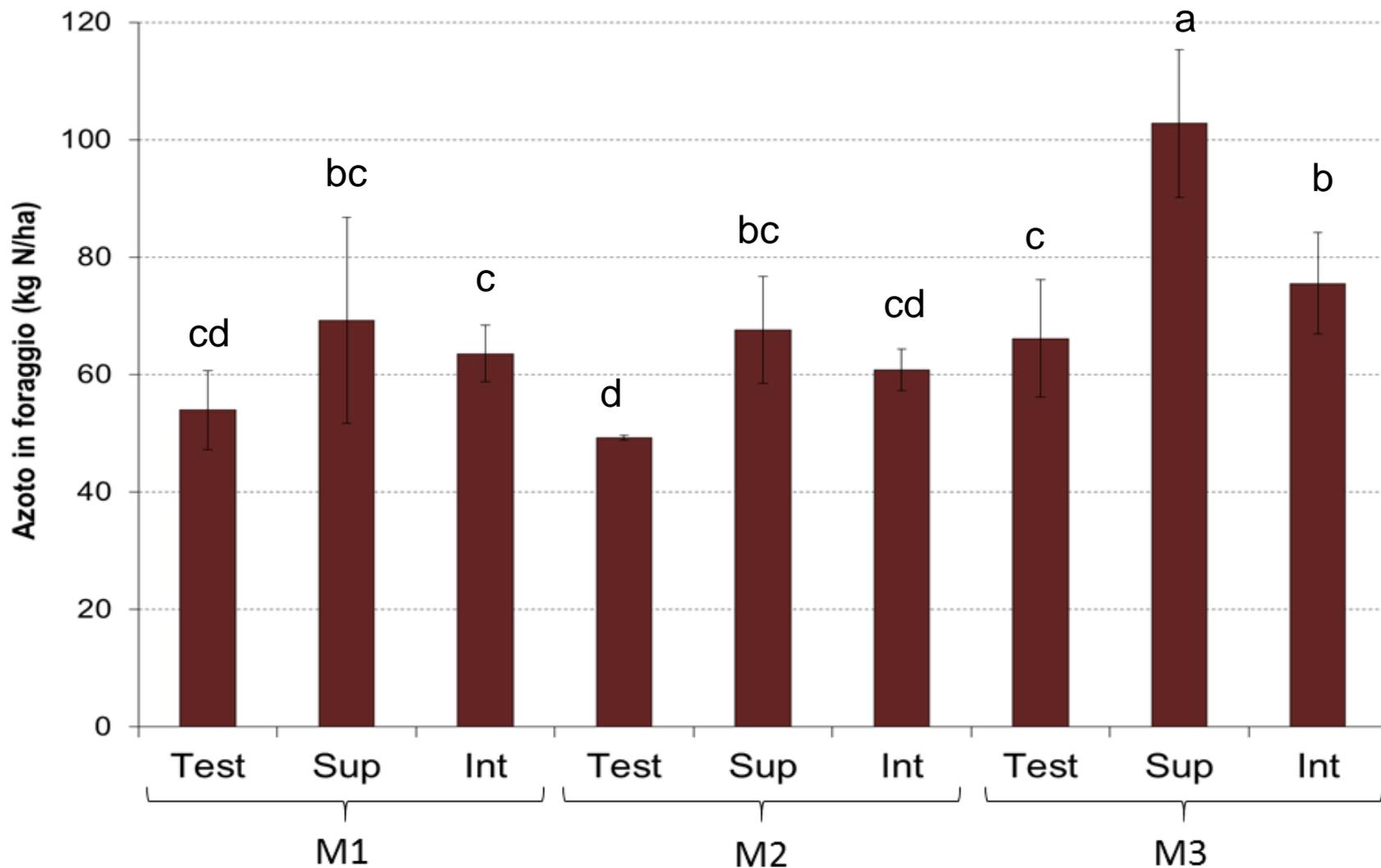
Bilancio finale: perdite gassose

Momento	Distribuzione	Input N	Perdite N-NH ₃		Perdite N-N ₂ O		TOT Perdite N-gas	
		kg N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹	%	kg N ha ⁻¹	%	kg N ha ⁻¹	%
1 (autunnale)	T (no spand.)	0	3.2	-	4	-	7.2	-
	Superficiale	170	57.5	34	4.2	2	61.7	36
	Interrato	170	24.3	14	9.4	6	33.7	20
2 (invernale)	T (no spand.)	0	1.9	-	5.6	-	7.5	-
	Superficiale	170	20.1	12	13.8	8	33.9	20
	Interrato	170	21.4	13	20.2	12	41.6	24
3 (primaverile)	T (no spand.)	0	2.5	-	4	-	6.5	-
	Superficiale	170	27.7	16	7.2	4	34.9	21
	Interrato	170	36.1	21	10	6	46.1	27

- Superficiale vs. Interrato = ???!
- Invernale < Primaverile < Autunnale

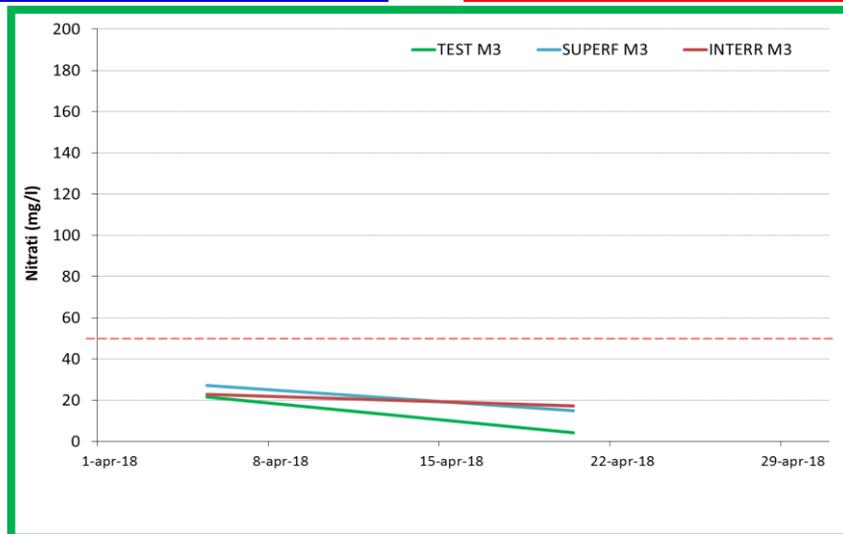
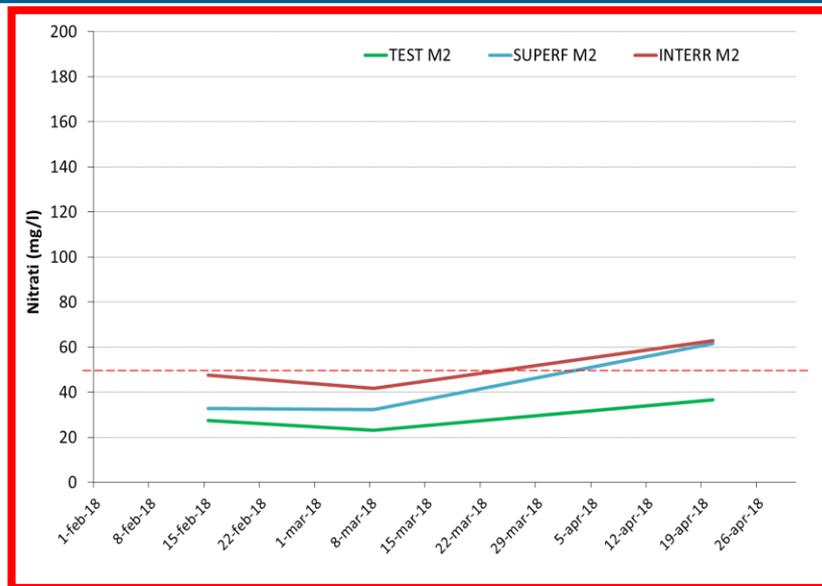
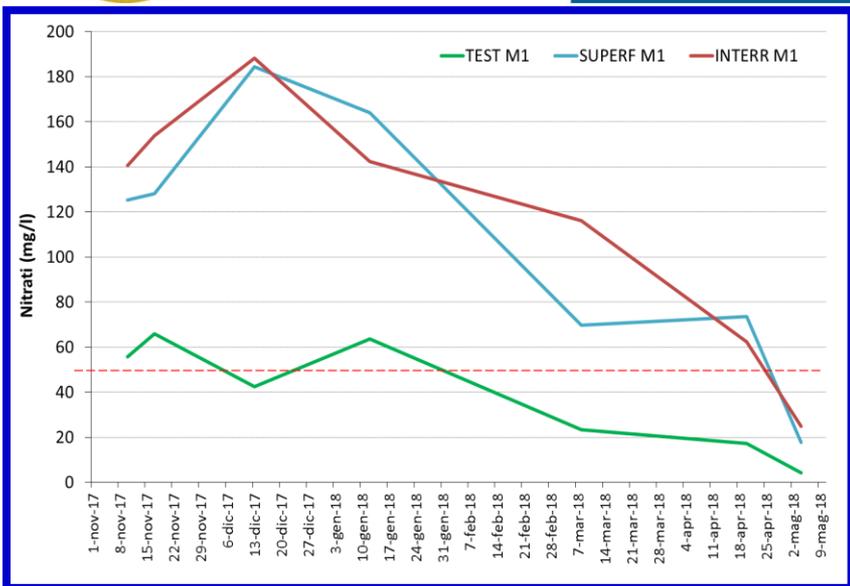


N asportato dal prato (kg N ha^{-1})





...e la lisciviazione del NO_3^-





Sistemi Agricoli Efficienti



- Analisi del suolo (Fondamentale!)
- Redigere un piano di concimazione in funzione dei fabbisogni (quantità e distribuzione temporale)
- Combinare gli apporti di input (spesso aumenta l'efficienza di utilizzo della pianta)
- Evitare sistemi agricoli stressati (monosuccessioni, avvicendamenti stretti)
- Favorire il recupero e il ricircolo dei nutrienti in eccesso (es. cover crop)
- Provvedere a congrui apporti di sostanza organica (anche restituzione dei residui colturali)
- Promuovere le interazioni positive suolo-pianta-microrganismi (es. micorrize, attività enzimatica)
- Pianificazione e Smart-Farming Approach



Contesto Aziendale Cerealicolo-Zootecnico:

- Rotazioni strette o mono-successioni (principalmente mais).
- Alto carico di animali (e di reflui!)
- Alte disponibilità di nutrienti derivanti dai reflui
- Basse efficienze di utilizzo dei nutrienti da reflui dovute a strategie di spandimento non ottimali





UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Esempio: Azienda zootecnica – bovini da latte

Superficie aziendale:

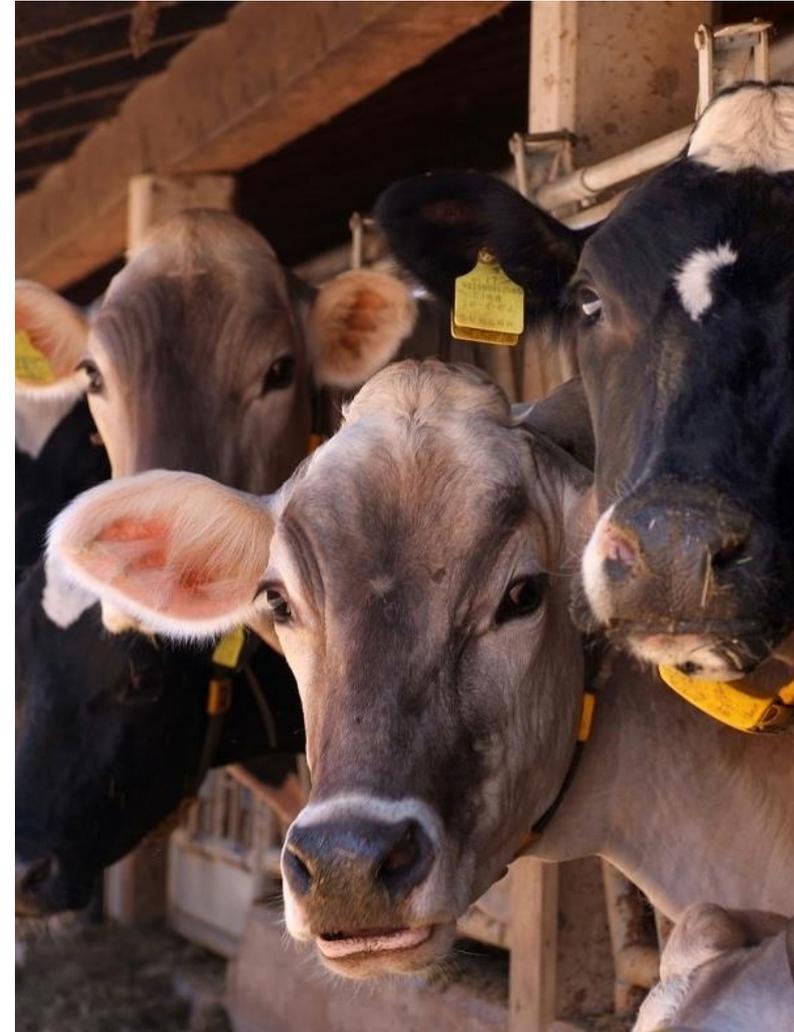
210 ha

Riparto colturale:

- Mais – 75 ha
- Grano tenero – 15 ha
- Mais (secondo raccolto) – 15 ha
- Prato stabile – 5 ha
- Erba medica – 100 ha

Carico N da reflui (al campo):

45863 kg N





Azoto al campo e... azoto efficiente!

Tabella 4: Livello di efficienza della fertilizzazione azotata con liquami in funzione della coltura, epoca e modalità di distribuzione ⁽¹⁾

Gruppo colturale e ciclo	Modalità di distribuzione in relazione alla coltura e all'epoca	Efficienza
Primaverili_estive (es. mais, sorgo, barbabietola)	Su terreno nudo o stoppie prima della preparazione del terreno e semina nell'anno successivo	Bassa
	Sui residui pagliosi prima della preparazione del terreno e semina nell'anno successivo ⁽²⁾	Media
	Prima della preparazione del terreno e semina nel medesimo anno	Alta
	In copertura con fertirrigazione	Media
	In copertura con fertirrigazione a bassa pressione	Alta
	In copertura con interrimento	Alta
	In copertura in primavera senza interrimento	Media
Autunno_vernine (es. grano, colza)	Su terreno nudo o stoppie prima della preparazione del terreno	Bassa
	Sui residui pagliosi prima della preparazione del terreno ⁽²⁾	Media
	Presemina	Bassa
	In copertura nella fase di pieno accostamento (fine inverno)	Media
	In copertura nella fase di levata	Alta
Secondi raccolti	Presemina	Alta
	In copertura con interrimento	Alta
	In copertura in fertirrigazione	Media
	In copertura senza interrimento	Bassa
Pluriennali erbacee (es. prati, erba medica)	Su terreno nudo o stoppie prima della preparazione del terreno ed impianto nell'anno successivo	Bassa
	Sui residui pagliosi prima della preparazione del terreno ed impianto nell'anno successivo ⁽²⁾	Media
	Prima della preparazione del terreno e semina nel medesimo anno	Alta
	Ripresa vegetativa e tagli primaverili	Alta
	Tagli estivi o autunnali precoci	Media
	Tardo autunno > 15/10	Bassa
Arboree	Preimpianto	Bassa
	In copertura in primavera su frutteto inerbito o con interrimento	Alta
	In copertura in estate su frutteto inerbito o con interrimento	Media
	In copertura nel tardo autunno (>15/10)	Bassa
	In copertura su frutteto lavorato senza interrimento	Bassa

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

Dose ⁽¹⁾	Avicoli		Suini		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.

Per gli ammendanti (letame e compost), le frazioni palabili dei digestati, i correttivi da materiali biologici e altre sostanze vegetali naturali non pericolose di provenienza agricola o da industrie connesse, 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 15% rispetto al valore riportato in tabella (ad es. per liquami suini e biomasse il livello di efficienza alta passa dal 60% al 69%).

Nel calcolo delle superfici necessarie per l'utilizzo agronomico la quota di azoto del digestato contribuisce al raggiungimento dei fabbisogni delle colture in ragione dei livelli di efficienza previsti.



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Azoto efficiente e... fabbisogni!

Carico N da reflui
(al campo):

45863 kg N

Carico N da reflui
(efficiente):

24426 kg N

Coltura	Superficie (ha)	MAS (kg N ha ⁻¹)	N tot (kg N)
Mais	74.63	280	20896
Grano tenero	15.32	180	2758
Mais (secondo raccolto)	13.85	280	3878
Prato stabile	5.05	340	1717
Erba medica - 1	10.83	170	1841
Erba medica - 2	40.00	0	0
Erba medica - 3	50.76	0	0
Erba medica - 4	0.00	170	0
Totale			31090

$$31090 - 24426 = 6664 \text{ kg N}$$

$6664 \text{ kg N} / 75 \text{ ha (mais I racc.)} = 88.85 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ (minerale)} =$
 $193 \text{ kg urea ha}^{-1} = 14 \text{ kg urea p.p.}^{-1}$



Cosa fare? Qual è la soluzione?

- Pratiche agricole (es. lavorazioni ridotte, cover crop) e tecniche di distribuzione (es. interratori) in grado di aumentare l'efficienza
- Diluizione degli apporti e programmazione degli interventi





UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

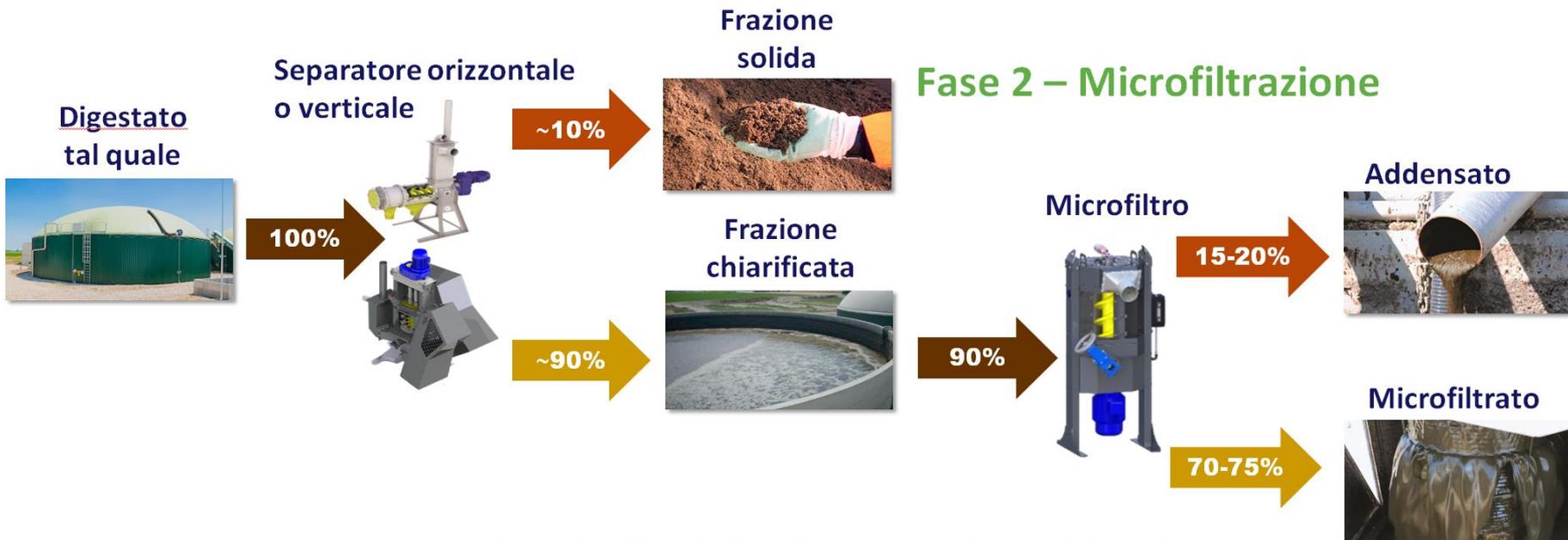
Interramento reflui in copertura





Microfiltrazione del separato liquido e fertirrigazione

Fase 1 – Separazione solido-liquido



Fase 3 – Fertirrigazione con ali gocciolanti





La microfiltrazione dei reflui: risultati in campo

Mais, classe 700

	Fertirrigazione con microfiltrato		Fertirrigazione con chimico	
	2017	2018	2017	2018
Ore di irrigazione	158	90	156	84
Turni irrigui	20	11	19	10
Acqua distribuita (mm)	279	152	274	157
Digestato iniettato (m ³ ha ⁻¹)	52	49		
Azoto totale distribuito (kg N ha⁻¹)	221	220	276	250
Resa trinciato 33% s.s. (Mg ha ⁻¹)	69.1	67.3	66.6	63.9
Amido (% s.s.)	33	31	31	31
Proteine (% s.s.)	7.1	6.5	6.4	6.1
N asportato (kg N ha⁻¹)	259	231	225	206



Piano di concimazione del mais: i fabbisogni N

	Produzione (Mg ha ⁻¹)	Contenuto N (kg Mg ⁻¹)	Fabbisogno N (kg N ha ⁻¹)
Granella	13	18.4	239
Stocchi	11	3.8	41
Totale			280



Strategia di concimazione n° 1

Strategia 1: liquamazione autunnale + concime chimico localizzato alla semina (18.46) e in copertura (urea)

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop			4.5	60	0	0
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)	80		0.3	26	240	62
Liquame bovino t.q. (primaverile)			0.3	60	0	0
18.46		150	18	90	27	24
Urea		466	46	90	214	193
Liquame bovino t.q. (copertura)			0.3	78	0	0
Totale					481	280

Efficienza N: 58%



Strategia di concimazione n° 2

Strategia 2: liquamazione frazionata (1/2 autunnale e 1/2 primaverile) + concime chimico localizzato alla semina (18.46) e in copertura (urea)

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop			4.5	60	0	0
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)	40		0.3	28	120	34
Liquame bovino t.q. (primaverile)	40		0.3	60	120	72
18.46		150	18	90	27	24
Urea		362	46	90	167	150
Liquame bovino t.q. (copertura)			0.3	78	0	0
Totale					434	280

Efficienza N: 65%



Strategia di concimazione n° 3

Strategia 3: semina cover crop + liquamazione (autunnale) sulla cover + concime chimico localizzato alla semina (18.46) e in copertura (urea)

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop	3.5		4.5	60	158	95
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)	80		0.3	44	240	106
Liquame bovino t.q. (primaverile)			0.3	60	0	0
18.46		150	18	90	27	24
Urea		134	46	90	62	55
Liquame bovino t.q. (copertura)			0.3	78	0	0
Totale					486	280

Efficienza N: 58%



Strategia di concimazione n° 4

Strategia 4: liquamazione primaverile + concime chimico localizzato alla semina (18.46) e in copertura (urea)

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop			4.5	60	0	0
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)			0.3	27	0	0
Liquame bovino t.q. (primaverile)	80		0.3	60	240	144
18.46		150	18	90	27	24
Urea		270	46	90	124	112
Liquame bovino t.q. (copertura)			0.3	78	0	0
Totale					391	280

Efficienza N: 72%



Strategia di concimazione n° 5

Strategia 5: concime chimico localizzato alla semina (18.46) e in copertura (urea)

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop			4.5	60	0	0
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)			0.3	27	0	0
Liquame bovino t.q. (primaverile)			0.3	60	0	0
18.46		150	18	90	27	24
Urea		618	46	90	284	256
Liquame bovino t.q. (copertura)			0.3	78	0	0
Totale					311	280

Efficienza N: 90%



Strategia di concimazione n° 6

Strategia 6: liquamazione primaverile + concime chimico in copertura (urea) + liquamazione di copertura

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop			4.5	60	0	0
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)			0.3	27	0	0
Liquame bovino t.q. (primaverile)	40		0.3	60	120	72
18.46			18	90	0	0
Urea		276	46	90	114	114
Liquame bovino t.q. (copertura)	40		0.3	78	120	94
Totale					354	280

Efficienza N: 79%



Strategia di concimazione n° 7

Strategia 7: Semina cover crop + liquamazione autunnale + concime chimico localizzato alla semina (18.46) + liquamazione di copertura

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop	3.5		4.5	60	158	95
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)	40		0.3	44	120	53
Liquame bovino t.q. (primaverile)			0.3	60	0	0
18.46		244	18	90	44	40
Urea			46	90	0	0
Liquame bovino t.q. (copertura)	40		0.3	78	120	94
Totale					441	280

Efficienza N: 64%



Strategia di concimazione n° 8

Strategia 8: Semina cover crop + liquamazione autunnale + fertirrigazione con liquame (ad oggi solo in Zona NV, domani?)

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop	3.5		4.5	60	158	95
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)	40		0.3	44	120	53
Liquame bovino t.q. (primaverile)			0.3	60	0	0
18.46			18	90	0	0
Urea			46	90	0	0
Liquame bovino t.q. (fertirrigazione)	57		0.3	78	171	133
Totale					449	281

Efficienza N: 63%



Strategia di concimazione n° 9

Strategia 8: liquamazione primaverile + fertirrigazione con liquame (ad oggi solo in Zona NV, domani?)

Apporto	Quant. organico (m ³ ha ⁻¹)	Dose chimico (kg ha ⁻¹)	N (%)	Efficienza (%)	Apporto N (kg N ha ⁻¹)	N alla coltura (kg N ha ⁻¹)
Cover crop			4.5	60	0	0
Letame bovino maturo (autunnale)			0.5	40	0	0
Liquame bovino t.q. (autunnale)			0.3	26	0	0
Liquame bovino t.q. (primaverile)	40		0.3	60	120	72
18.46			18	90	0	0
Urea			46	90	0	0
Liquame bovino t.q. (fertirrigazione)	89		0.3	78	267	208
Totale					387	280

Efficienza N: 72%



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



CONCIMARE BENE

CRITERI GENERALI DI OTTIMIZZAZIONE DELLA CONCIMAZIONE CHIMICA



Suggerimenti:

N: Frazionare il più possibile per ridurre perdite ed effetti sfavorevoli (pianta sbilanciata, distensione cellulare)

P: localizzato alla semina/trapianto, ne esalta l'azione starter a quantitativi inferiori

K: da distribuire in funzione dei fabbisogni (da valutare le dinamiche di disponibilità e le possibilità di distribuzione), per aumentarne l'efficienza di impegno e ridurre i costi

Anche i solidi si sciolgono!!!

