



Accademia dei
Georgofili



GEORGOFILI - FIDAF

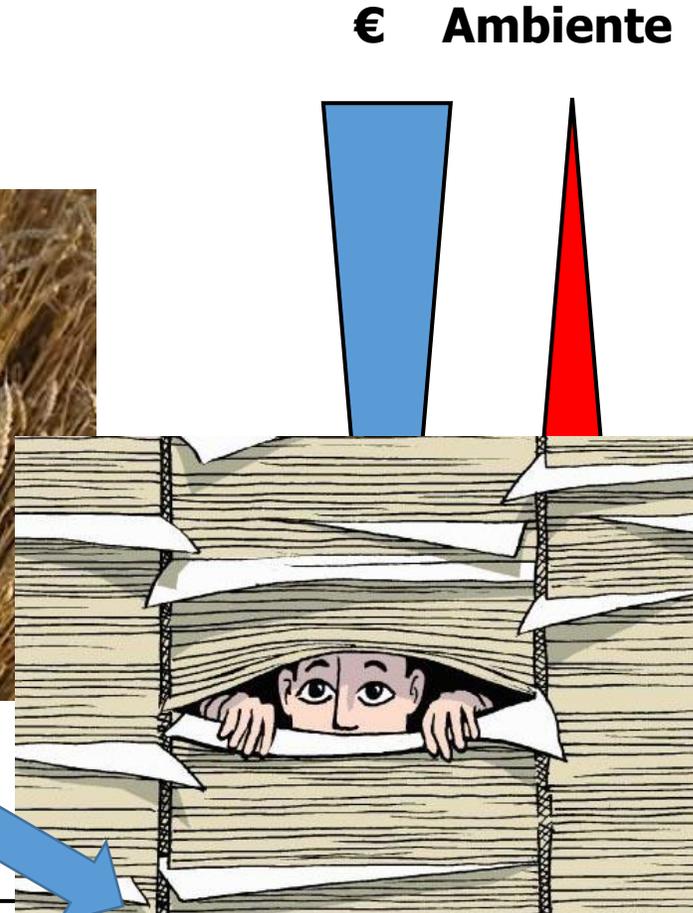
Razionalizzazione dei sistemi colturali e zootecnici per la salvaguardia ambientale

13-14/11/2024

Carlo GRIGNANI (Università di Torino – DISAFA)

Gestione degli effluenti zootecnici e della concimazione minerale

I VINCOLI DELLA FERTILIZZAZIONE: VISIONE TRADIZIONALE NON PIU' ATTUALE



Premi di eco-compat

Regolamenti ambientali (Direttiva nitrato)

**VISIONE MODERNA: CONIUGARE AMBIENTE , COMPETITIVITA'
ECONOMICA DELLE AZIENDE AGRICOLE, QUALITA' DEL PRODOTTO
INNOVAZIONE NECESSARIA**

GLI ERRORI PIU' FREQUENTI



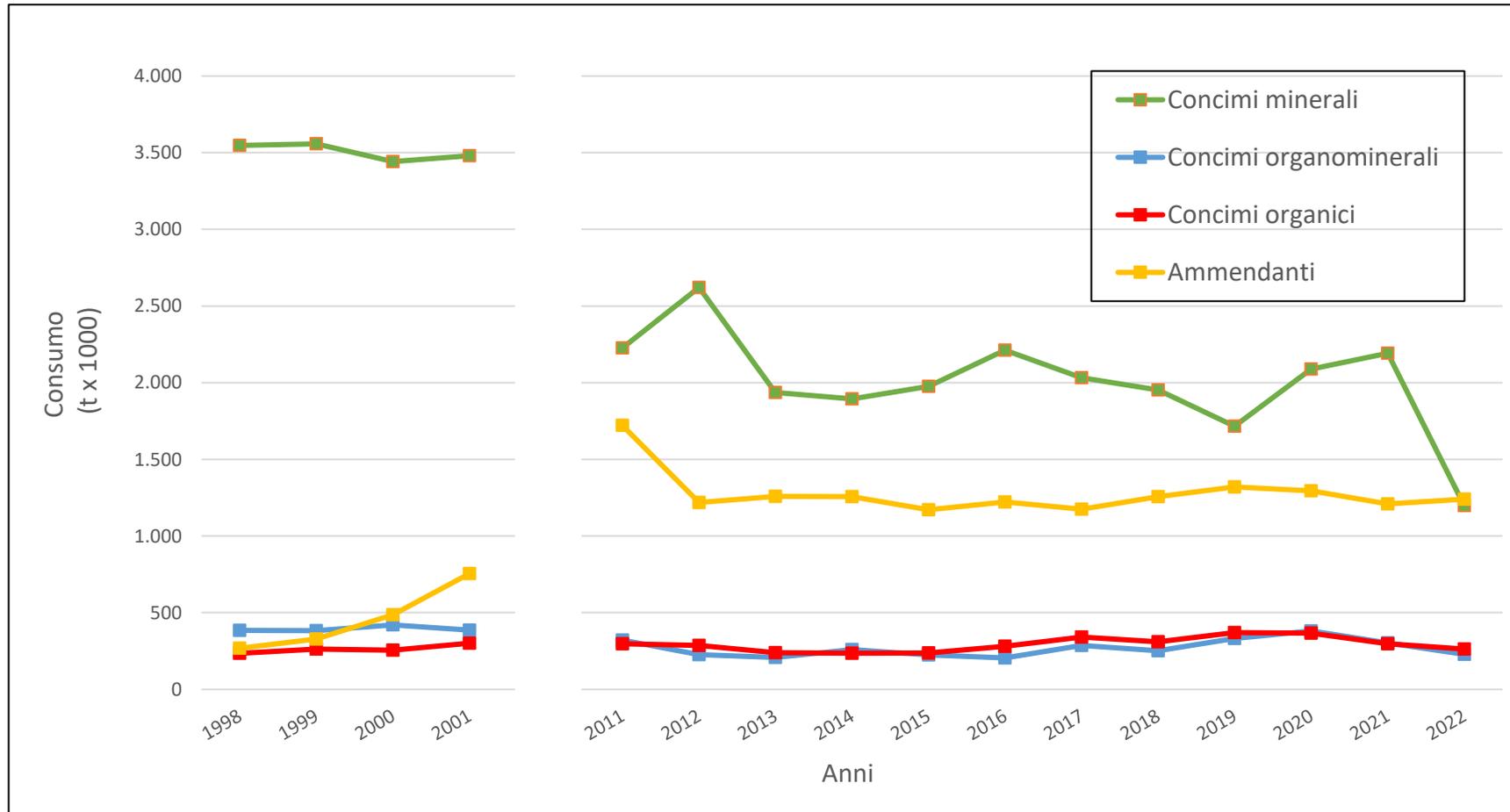
CONCIMAZIONE DI ARRICCHIMENTO: tanto concime, tanto servirà (arricchimento di chi?) Danni all'ambiente	QUANTITA' FISSE
TUTELA A PRESCINDERE: riduciamo la baseline! Danni alla sostenibilità del sistema (qualità!)	

LA VISIONE MODERNA: adattamento

FERTILIZZAZIONE DINAMICA E MODULATA NEL TEMPO
FERTILIZZAZIONE SOSTENIBILE

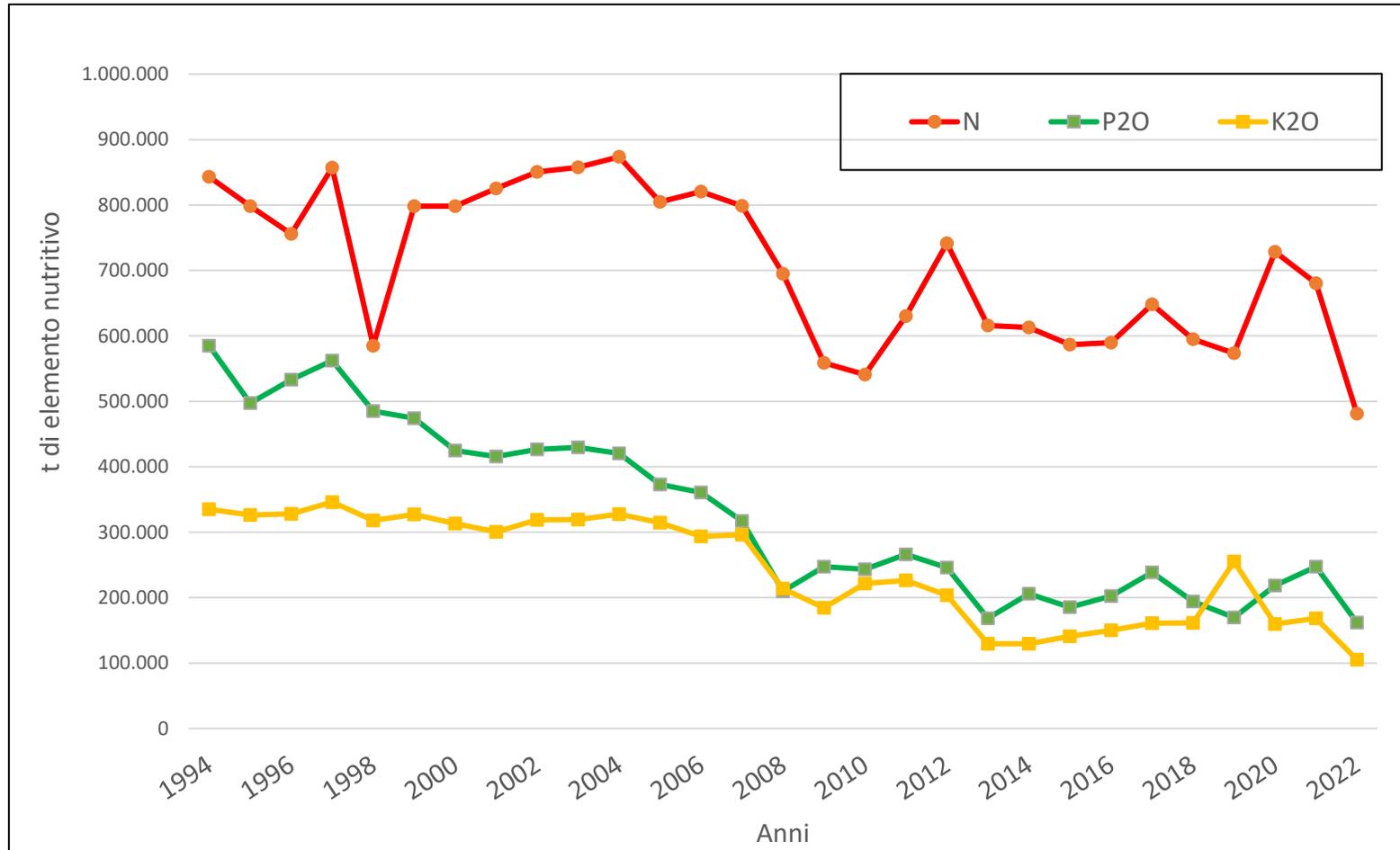
Evoluzione dell'utilizzazione di concimi e ammendanti

Quantitativo di fertilizzanti (concimi e ammendanti) di origine industriale consumati in Italia (fonte dati ISTAT e rielaborazioni ISPRA). Valori sono espressi in t * 10³. Periodo 1998-201 e periodo dal 2011



Evoluzione nei quantitativi di elementi nutritivi derivanti da fertilizzanti commerciali

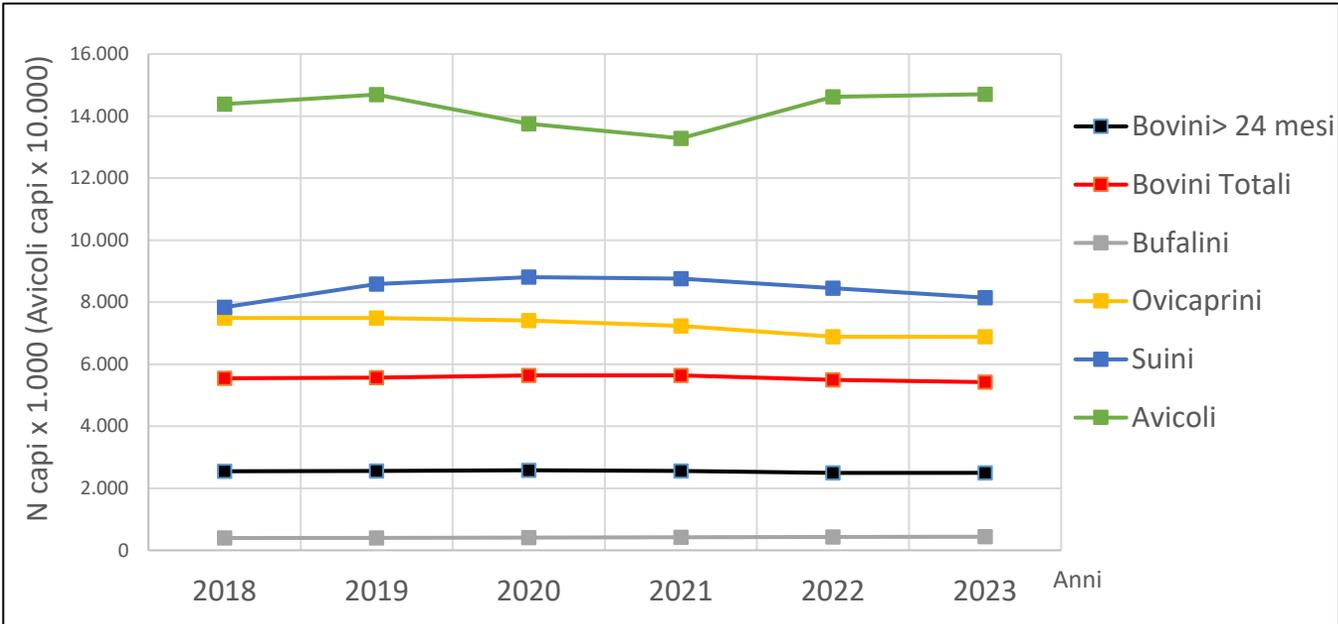
(fonte dati ISPRA). Valori sono espressi in t



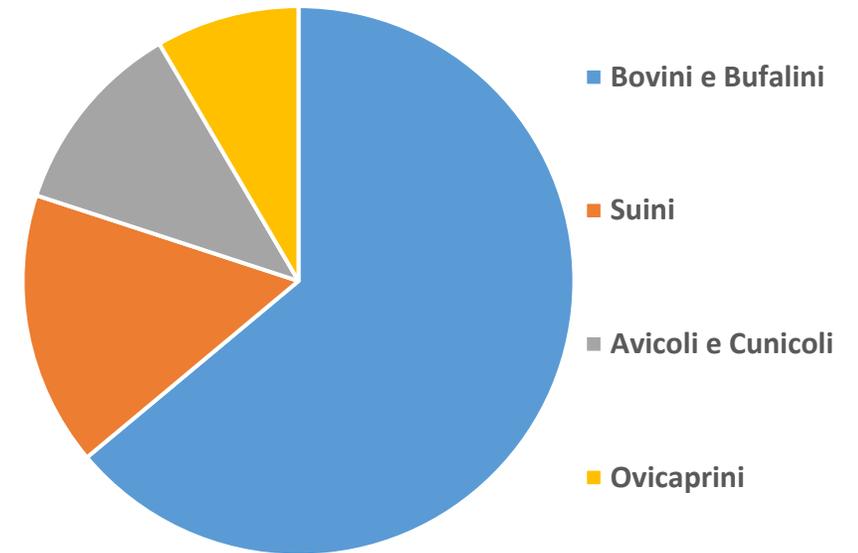
Importanza della zootecnia e dei tipi di allevamento sulla disponibilità di azoto per la fertilizzazione

Fonte: dati ISTAT e ISPRA e rielaborazioni in base ai dati di N al campo sulla base dell'applicazione Italiana delle Dir. Nitrati

Evoluzione del carico zootecnico per diverse tipologie di animali allevati (dati ISPRA rielaborati)



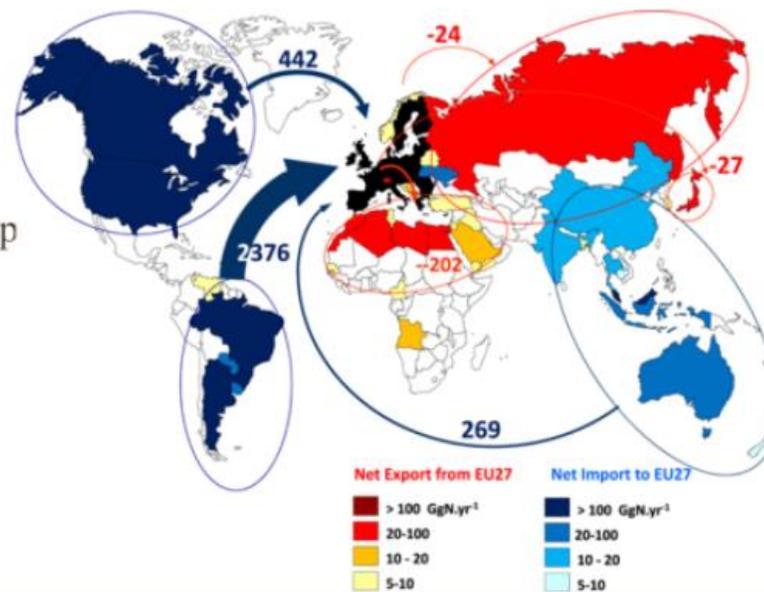
Riparto percentuale in Italia della produzione di azoto al campo da effluenti zootecnici: contributo delle diverse tipologie animali allevati (dati ISPRA rielaborati)



I quantitativi in gioco per la fertilizzazione delle colture in Italia

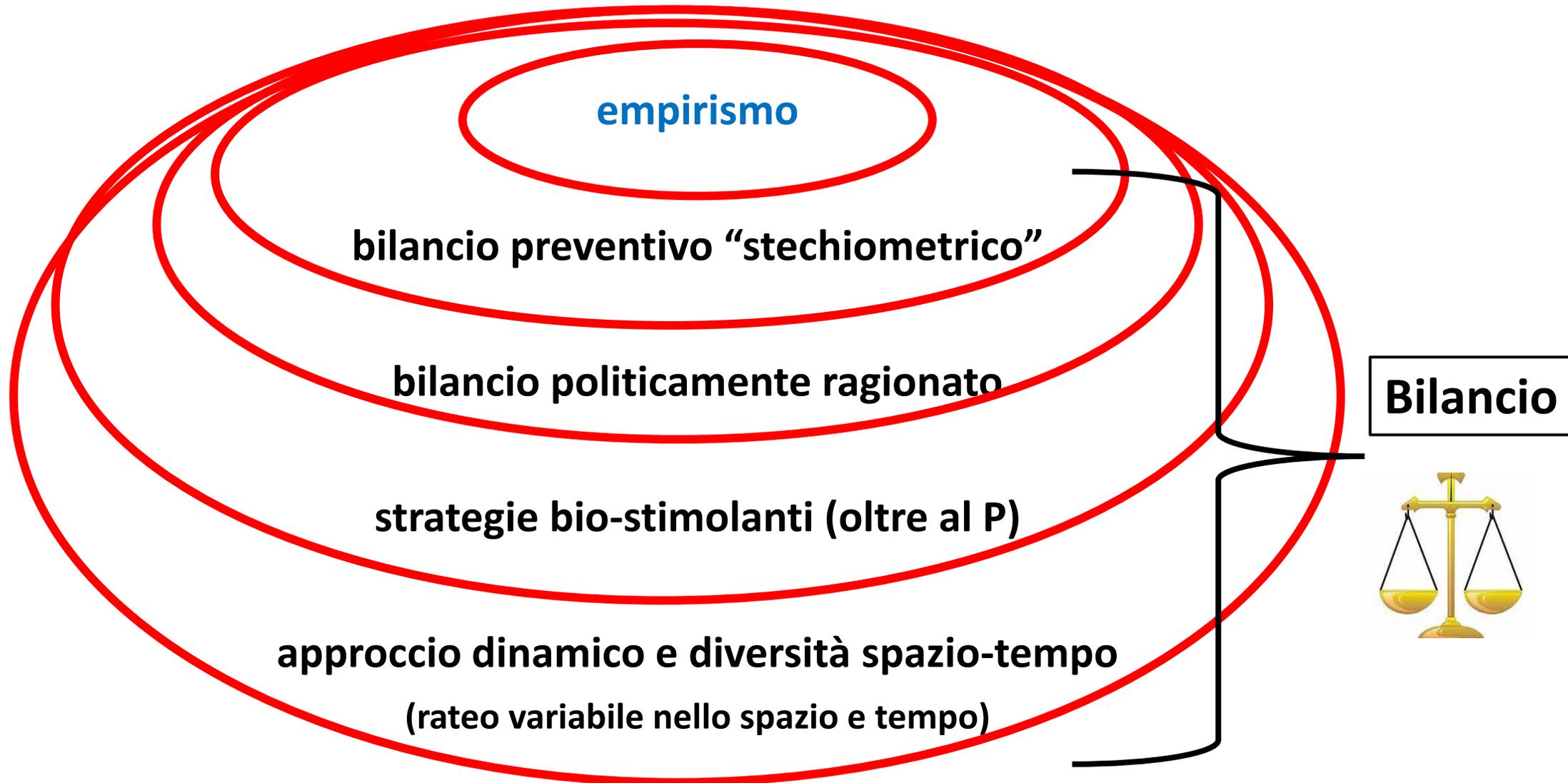
	N	P₂O₅
Fertilizzanti commerciali	600-700 kt	200-220 kt
Effluenti zootecnici	380-430 kt	100-110 k t

Flussi di N da e verso L'Europa
(database FAO 2004)



Esternalità positiva delle zootecnia: *C il buon compagno di viaggio* dell'N e P: SOM migliora il suolo e attenua i problemi di perdite di N e P

Razionalizzare l'uso di concimi e effluenti: un percorso dall'empirico all'automatizzato

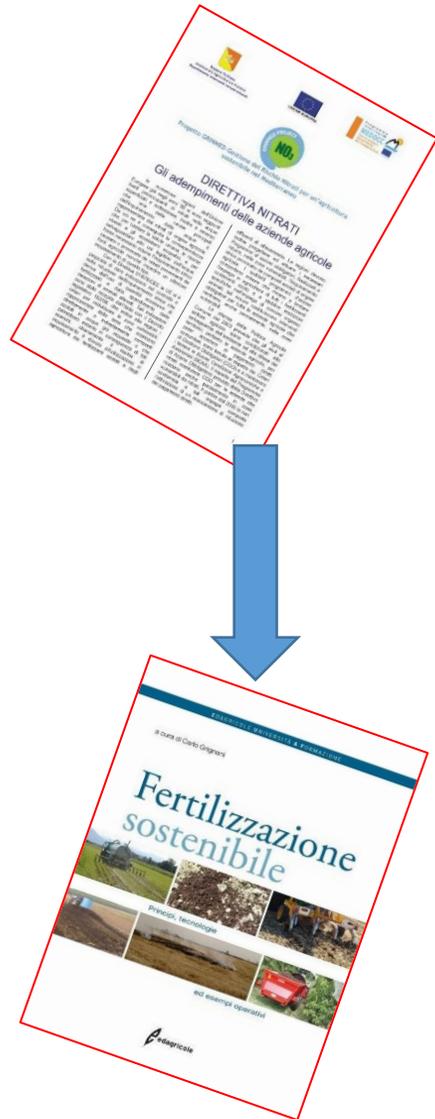


L'approccio più generale: il bilancio

$$Y * b = B_{fx} + (D_a + M_f \pm M_c \pm S) * K_t + (F_c * K_c + F_o * K_o)$$

Termine	Descrizione	
Y	Produzione della coltura	S.S.
b	Contenuto in elementi nutritivi	NPK
B _{fx}	Azotofissazione (per le leguminose)	N
D _a	Deposizioni atmosferiche, secche e umide	N
M _f	Effetto residuo effluenti, compost o ammendanti	N
±M _c	Mineralizzazione/Organicazione da paglie o residui	N
±S	Rilascio / immobilizzazione nel suolo	NPK
K _t	Stagionalità crescita coltura	%
F _c	Concimi minerali, organo-minerali o organici	NPK
F _o	Effluenti zootecnici, compost o altri ammendanti	NPK
K _c e K _o	Coefficienti di efficienza della fertilizzazione	%

Il bilancio serve ancora? E' un quadro appeso che si guarda per vedere se è fatto bene? E' un'opera di accademia?



(Per superare la fase di osservazione del quadro al muro)

Razionalizzazione 1: non solo N

Almeno P e K.

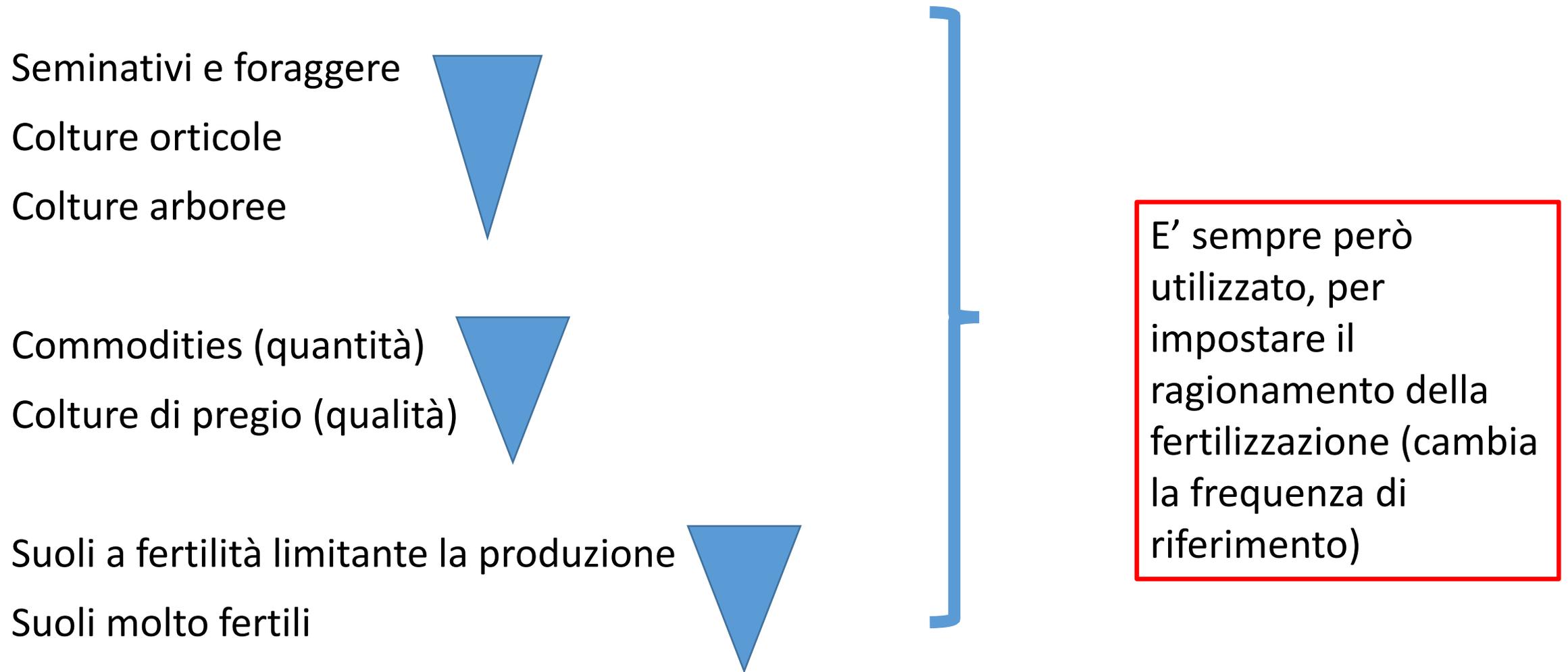
Sicuramente P, di crescente importanza

Forse anche S

(grande difetto dei Programmi di Azione in applicazione della Direttiva Nitrati)

Razionalizzazione 2: diverso interesse per diverse tipologie colturali

Gradiente di interesse applicativo del metodo del bilancio:



Razionalizzazione 3: eliminare le applicazioni inutilmente distorte

$$Y * b = Bfx + (Da + Mf \pm Mc \pm S) * Kt + (Fc * Kc + Fo * Ko)$$

Maximum Application Standard (MAS)

valore non superabile per ogni coltura in Italia (o nella Regione)

$$MAS = (Fc + Fo) \text{ per coltura}$$

$$MAS = (Fo * Ko + Fc) - (Y * b) \rightarrow ?$$



Limite al carico zootecnico nella Direttiva Nitrati (170 o 340 kg N_{zoot} ha⁻¹)

Nessuna relazione con il metodo del bilancio

E' un limite al rapporto tra allevamento e superficie

E' l'obbligo di creare un sistema effluenti zootecnici sovra-aziendale

Non indica nulla del bilancio (Programma di azione è altra cosa)

Conseguenza della confusione: assurda rivendicazione azienda vs PA per **Ko molto bassi**



Efficienza della concimazione azotata minerale uguale a 1

Nessuna relazione con il ciclo dell'azoto in natura,

Razionalizzazione 4: fare sintesi con il Metodo a Dose Standard

Non è un approccio diverso rispetto al metodo del bilancio, è un proto-DSS del bilancio

FRUMENTO TENERO e DURO - CONCIMAZIONE

Scheda a dose standard

	Note decrementi	Apporto standard (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) in situazione normale per una produzione di: 5-7 t/ha	Note incrementi
	Quantitativo (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) da sottrarre (-) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni: (barrare le opzioni adottate)		Quantitativo (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni. (barrare le opzioni adottate)
N - Azoto	<input type="checkbox"/> -30 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 5 t/ha <input type="checkbox"/> -20 kg: in caso di elevata dotazione di sostanza organica (All.I Fertilizzazione - interpretazione delle analisi) <input type="checkbox"/> -20 Kg: in caso di apporti di letame l'annata precedente <input type="checkbox"/> -30: in caso di successione a leguminose <input type="checkbox"/> -80: in caso di successione a medicai o prati > 5 anni	DOSE STANDARD: 140 kg/ha di N Varietà Biscottiere: 125 Kg/ha di N F.Duro e Varietà FF/FPS:155 Kg/ha di N	<input type="checkbox"/> 30 kg: se si prevedono produzioni superiori a 7 t/ha <input type="checkbox"/> 20 kg: in caso di scarsa dotazione di sostanza organica (All.I Fertilizzazione - interpretazione delle analisi) <input type="checkbox"/> 15 kg: in caso di forte lisciviazione dovuta a surplus pluviometrico in specifici periodi dell'anno (es. pioggia superiore a 300 mm nel periodo ottobre-febbraio) Incremento massimo: 40 Kg/ha
P₂O₅ - Fosforo	<input type="checkbox"/> -50 Kg: in caso di terreni con dotazione elevata <input type="checkbox"/> -15 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 5 t/ha	DOSE STANDARD: 60 kg/ha di P₂O₅	<input type="checkbox"/> 15 kg: se si prevedono produzioni superiori a 7 t/ha <input type="checkbox"/> 10 kg: nel caso di concimazioni prevalentemente organiche
K₂O - Potassio	<input type="checkbox"/> -20 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 5 t/ha <input type="checkbox"/> -100 kg: in caso di terreni con dotazione elevata <input type="checkbox"/> - 70 Kg/ha: se si lasciano le paglie in campo	DOSE STANDARD: 120 kg/ha di K₂O	<input type="checkbox"/> 20 kg: se si prevedono produzioni superiori a 7 t/ha

Razionalizzazione 4: fare sintesi con il Metodo a Dose Standard

CBPA – Disciplinari di produzione integrata: Proto-DSS del bilancio

Si considerano molti fattori (ma non tutti, es. Da e Kc Ko e Dt restano implicite)

$Y * b = Bfx + (Da + \text{Mf} \pm \text{Mc} \pm S) * Kt + (Fc * Kc + Fo * Ko)$ in rosso le componenti esplicite, in nero quelle implicite

FRUMENTO TENERO e DURO - CONCIMAZIONE
 Scheda a dose standard

	Note decrementi	Apporto standard (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) in situazione normale per una produzione di: 5-7 t/ha	Note incrementi
	Quantitativo (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) da sottrarre (-) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni: (barrare le opzioni adottate)		Quantitativo (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) che potrà essere aggiunto (+) alla dose standard in funzione delle diverse condizioni. (barrare le opzioni adottate)
N - Azoto	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> -30 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 5 t/ha <input type="checkbox"/> -20 kg: in caso di elevata dotazione di sostanza organica (All.I Fertilizzazione - interpretazione delle analisi) <input type="checkbox"/> -20 Kg: in caso di apporti di letame l'annata precedente <input type="checkbox"/> -30: in caso di successione a leguminose <input type="checkbox"/> -80: in caso di successione a medicai o prati > 5 anni 	<p>DOSE STANDARD: 140 kg/ha di N Varietà Biscottiere: 125 Kg/ha di N F.Duro e Varietà FF/FPS:155 Kg/ha di N</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 30 kg: se si prevedono produzioni superiori a 7 t/ha <input type="checkbox"/> 20 kg: in caso di scarsa dotazione di sostanza organica (All.I Fertilizzazione - interpretazione delle analisi) <input type="checkbox"/> 40 kg: in caso di forte lisciviazione dovuta a surplus pluviometrico in specifici periodi dell'anno (es. pioggia superiore a 300 mm nel periodo ottobre-febbraio) <p>Incremento massimo: 40 Kg/ha</p>
P₂O₅ - Fosforo	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> -50 Kg: in caso di terreni con dotazione elevata <input type="checkbox"/> -15 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 5 t/ha 	DOSE STANDARD: 60 kg/ha di P₂O₅	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 15 kg: se si prevedono produzioni superiori a 7 t/ha <input type="checkbox"/> 10 kg: nel caso di concimazioni prevalentemente organiche
K₂O - Potassio	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> -20 kg: se si prevedono produzioni inferiori a 5 t/ha <input type="checkbox"/> -100 kg: in caso di terreni con dotazione elevata <input type="checkbox"/> - 70 Kg/ha: se si lasciano le paglie in campo 	DOSE STANDARD: 120 kg/ha di K₂O	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 20 kg: se si prevedono produzioni superiori a 7 t/ha

Y

-S

Mf

Mc

b

Lisciviazione!

Si considerano
P e K

Razionalizzazione 5 e auspicio per il futuro: attuali e futuri DSS

qualsiasi DSS descriva come applica il bilancio!



Innovazione 1: aggiornamento dei coefficienti di efficienza

Kc e Ko basati su risultanze scientifiche

Coefficienti di efficienza delle applicazioni della Direttiva Nitrati



Effetti medi del letame e liquame rispetto all'N minerale, RR (meta analisi)

Concordare bassi coefficienti di efficienza non è più un obiettivo politico

Solo questo usato in pratica

3 tipi di suolo, 3 tipi di refluo (liquame = letame)

Tab. 2 - Coefficienti di efficienza dei liquami provenienti da allevamenti di suini, bovini ed avicoli

Interazione tra epoche di applicazione e tipo di terreno

Efficienza (1)	Tessitura grossolana			Tessitura media			Tessitura fine		
	Avicoli	Suini	Bovini (2)	Avicoli	Suini	Bovini	Avicoli	Suini	Bovini
Alta efficienza	0,84	0,73	0,62	0,75	0,65	0,55	0,66	0,57	0,48
Media efficienza	0,61	0,53	0,45	0,55	0,48	0,41	0,48	0,42	0,36
Bassa efficienza	0,38	0,33	0,28	0,36	0,31	0,26	0,32	0,28	0,24

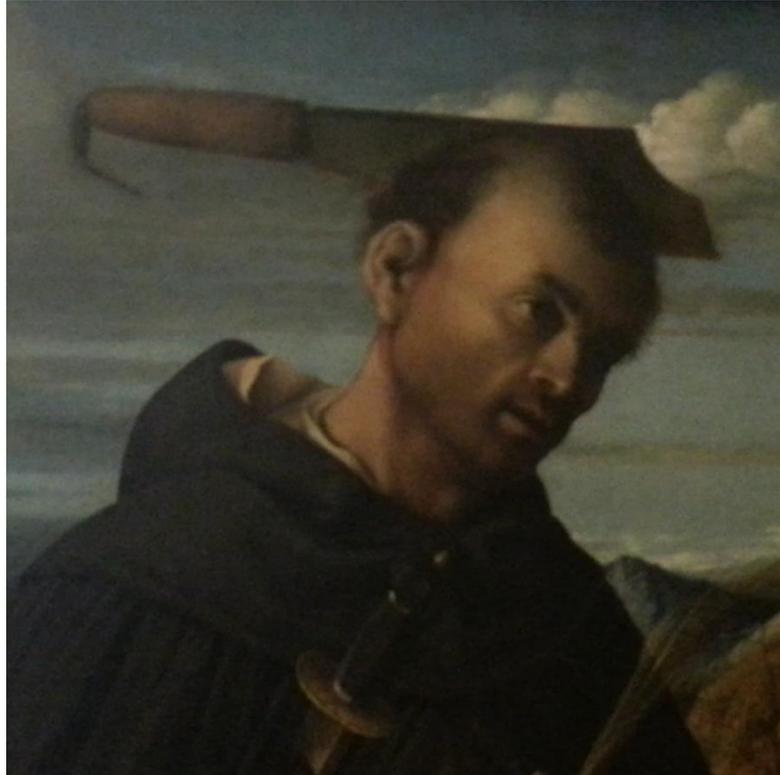
1) La scelta del livello di efficienza (alta, media o bassa) deve avvenire in relazione alle epoche di distribuzione

2) I coefficienti di efficienza indicati per i liquami bovini possono ritenersi validi anche per i materiali palabili non soggetti a processi di maturazione e/o compostaggio

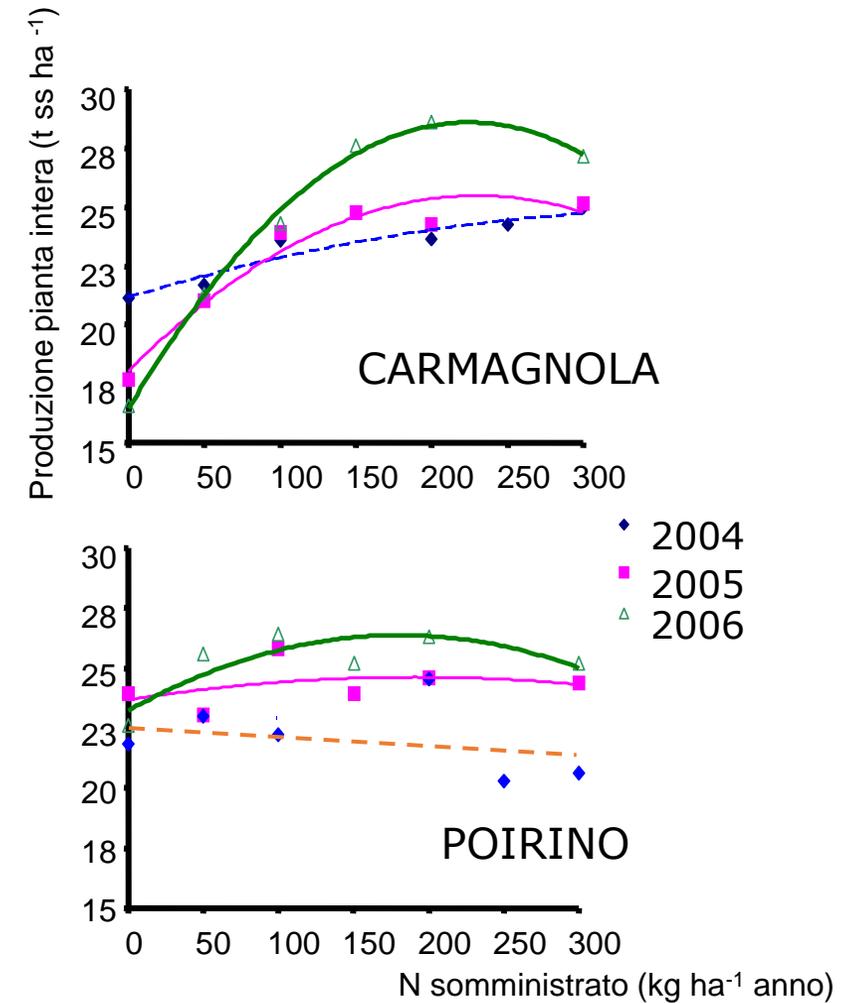
(Zavattaro et al., 2017)

	Soil		Crop	
	RR SOC	RR Soil N	RR Y	N Y
Letame	1,32	1,21	0,91	0,89
n. prove	60	26	133	23
Liquame	1,18	1,16	0,91	0,78
n. prove	23	9	73	17

Previsione della variabilità interannuale: rende la fertilizzazione un vero rompicapo



(esempi di risposta del mais in due località del Piemonte)



Il problema della variabilità interannuale deve diventare un obiettivo di innovazione

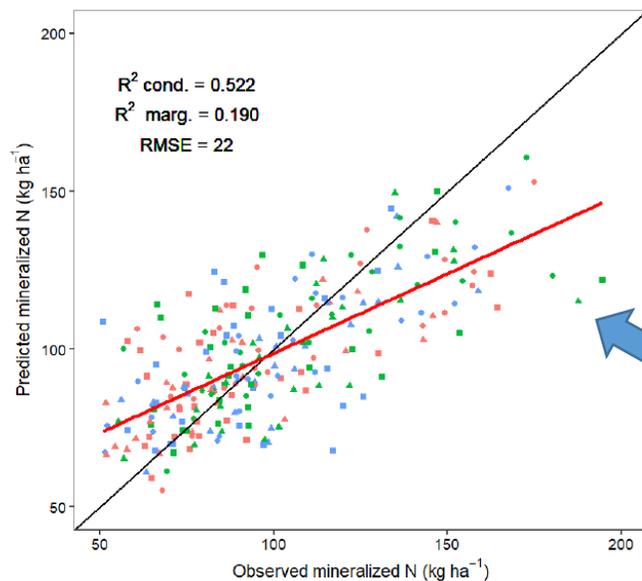
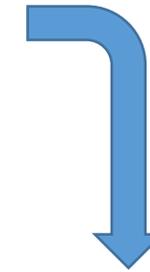
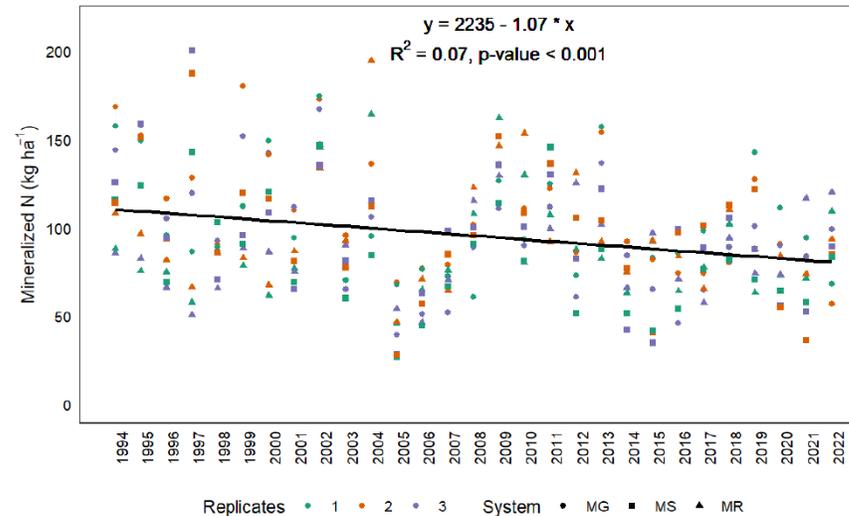
Innovazione 2: un pedotransfer su S calibrato per areali itali

S, basato su risultanze scientifiche

Esempio: ricerca in corso a Torino
(Zavattaro, dati non pubblicati):

**predire la mineralizzazione sfruttando i
testimoni non concimati in LTE**

Prove Lungo Periodo in Italia (Itineris in
PNRR)



Escludendo la deposizione atmosferica, S media = 96 kg ha⁻¹ yr⁻¹

Predire la variabilità :

Solo fattori climatici, C e C/N : 19% variabilità stimata

Includendo anche "sistemi colturali" : 52% variabilità stimata

Innovazione 3: gestione degli apporti di fosforo

3.a) revisione soglie Olsen P;

3.b) uso coefficiente di reintegro

Aggiornamento sui valori di P Olsen nei suol in funzione della tessitura (revisione Società Chimica Agraria)

Reintegro: percentuale degli asporti della coltura da reintegrare con la fertilizzazione,

Dotazione	Tessitura			Coefficiente di reintegro
	Tendenzialmente sabbiosa	Franca	Tendenzialmente argillosa	
Molto bassa	<10	<8	<5	1,00
Bassa	10-13	8-11	5-9	1,00
Media	14-18	12-15	10-13	0,80
Elevata	19-25	16-20	14-18	0,40
Molto elevata	> 26	> 21	> 19	0

Perché reintegrazione?

Gli apporti di P minerale e organico sono in forma disponibile (la mineralizzazione conta poco).

Le perdite sono legate al ruscellamento-erosione (P molto superficiale o esterno al suolo), altrimenti sono dovute alle fissazioni irrversibili e retrogradazione.

E' inutile creare accumuli nel suolo (arricchimento concetto superato).

Le radici (rizosfera) sono attive nell'assorbire P: processo attivo e funzione dei fabbisogni.

La disponibilità (S) di P: funzione di suolo, ma anche di asporto della coltura (Yb)

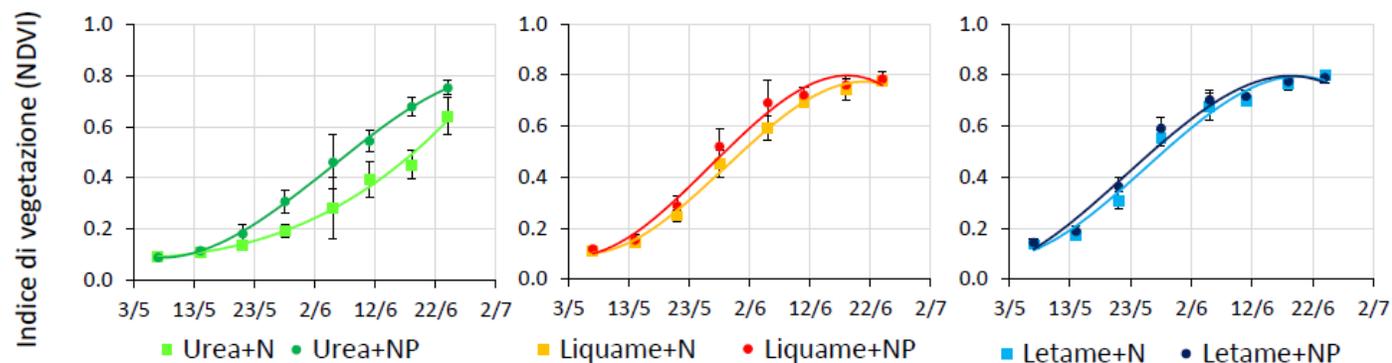
Innovazione 3: gestione degli apporti di fosforo

3.c) effetto «biostimolante del fosforo»

Effetto della concimazione P o NP localizzata alla semina (in funzione della fertilità dei suoli)

La fertilizzazione fosfatica

18:46 alla semina (effetto starter) su parcelle con storia differente



Mais: P alla semina → anticipo crescita (-1-2 giorni alla fioritura) → meno micotossine?

Effetto «biostimolante» di P



Innovazione 4: Razionalizzare il passaggio dal «bilancio» al «piano di concimazione»

Calcolato il bilancio si passa al **piano di concimazione**

Piano di concimazione: progetto agronomico di dettaglio

- su quali colture
- per che tipo di suolo
- in quante volte
- quando
- come modulare l'ultimo intervento (fertilizzazione a rateo variabile)
- eventuali effetti stimolanti
- qualità delle colture
- costo dei concimi, disponibilità

Ogni quanto aggiornare il Piano di concimazione? Più frequentemente quanto più l'elemento è mobile
(N: tutti gli anni, P K Ca Mg S: ogni 3-5 anni)

Qualità e fertilizzazione: conservabilità,
colore sapore e consistenza (aspetti organolettici)
trasformazione del prodotto (qualità tecnologica)
qualità nutrizionale
qualità sanitaria

Conclusioni e prospettive

- Costruire in Italia (uno per Regione) un osservatorio integrato sui piani di concimazione (non solo apporti e asporti, fabbisogni): integrazione con aziende RICA? Altre reti?
- Veicolare, con la necessità di tenere traccia della concimazione, il QdC elettronico (non solo agrofarmaci)
- Stabilire un protocollo di qualità della App che si occupano di piani di concimazione
- Sviluppare il rateo variabile
- Più ancora: sviluppare l'agricoltura digitale, ad es. raccogliendo in modo obbligatorio e rigidamente georeferito (con certificazione di professionista) i dati di analisi dei suoli in ciascuna azienda
- Non essendo modificabile la Direttiva Nitrati, rivedere il complesso dei coefficienti di efficienza proposti
- Introdurre criteri espliciti almeno sul P (oltre che l'azoto)
- Creare un pedotransfer italiano per la stima della mineralizzazione (S)