

Innovative concepts and technologies for ECOlogically sustainable NUTRient management in agriculture aiming to prevent, mitigate and eliminate pollution in soils, water and air

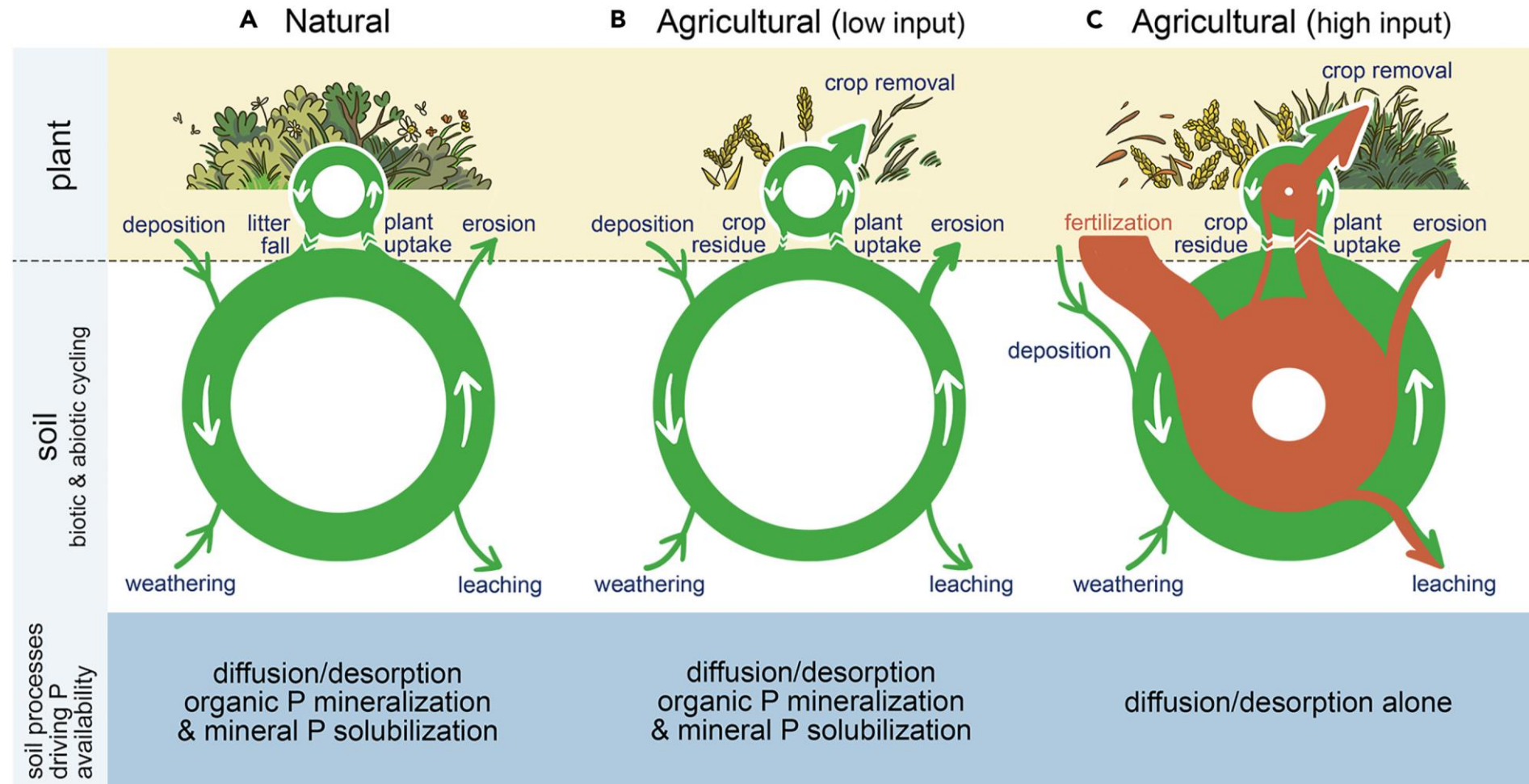


Bilancio dei nutrienti in reflui e ammendanti. Il fosforo, tra fertilità del suolo e rischio ambientale

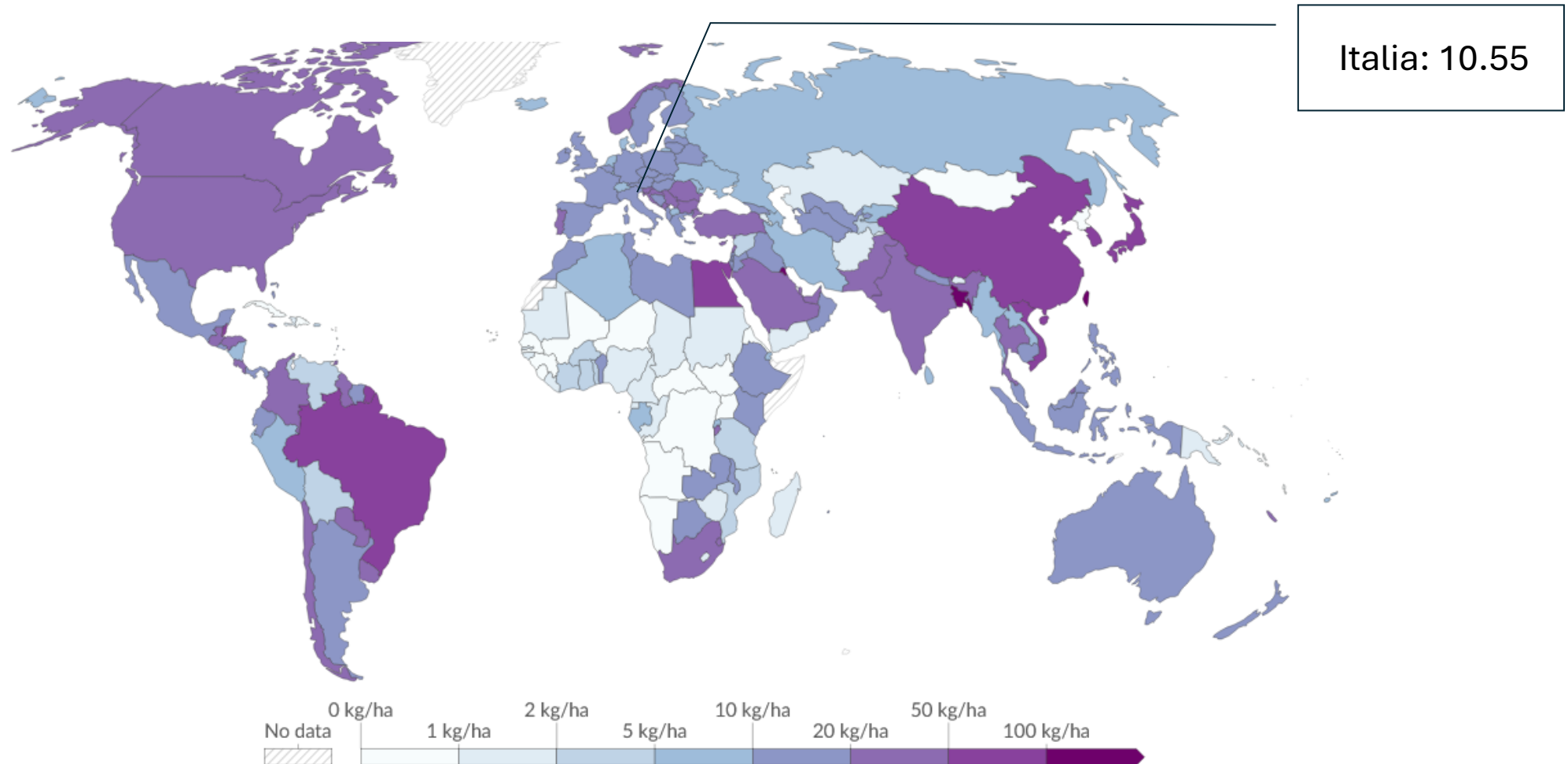
Maria Martin

Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari

Ciclo del P nei suoli agrari (flussi)

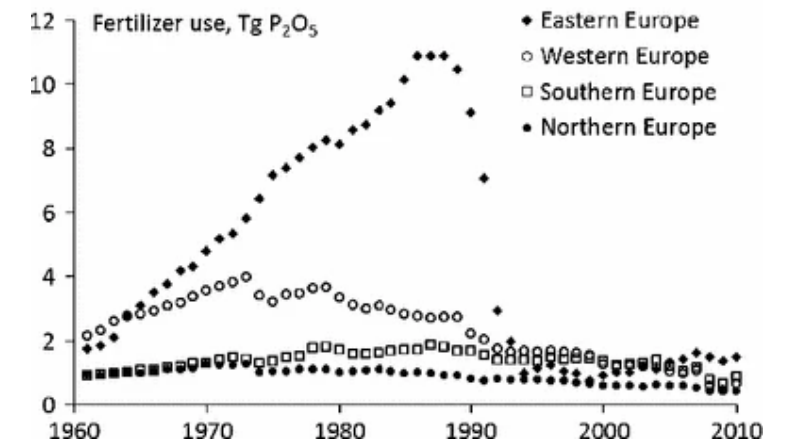
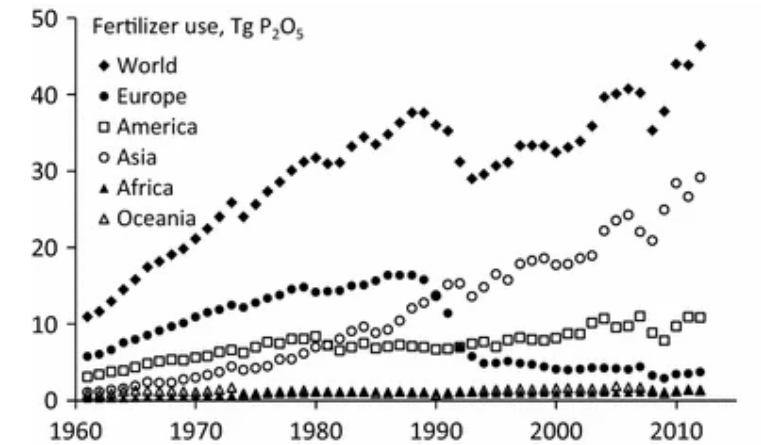
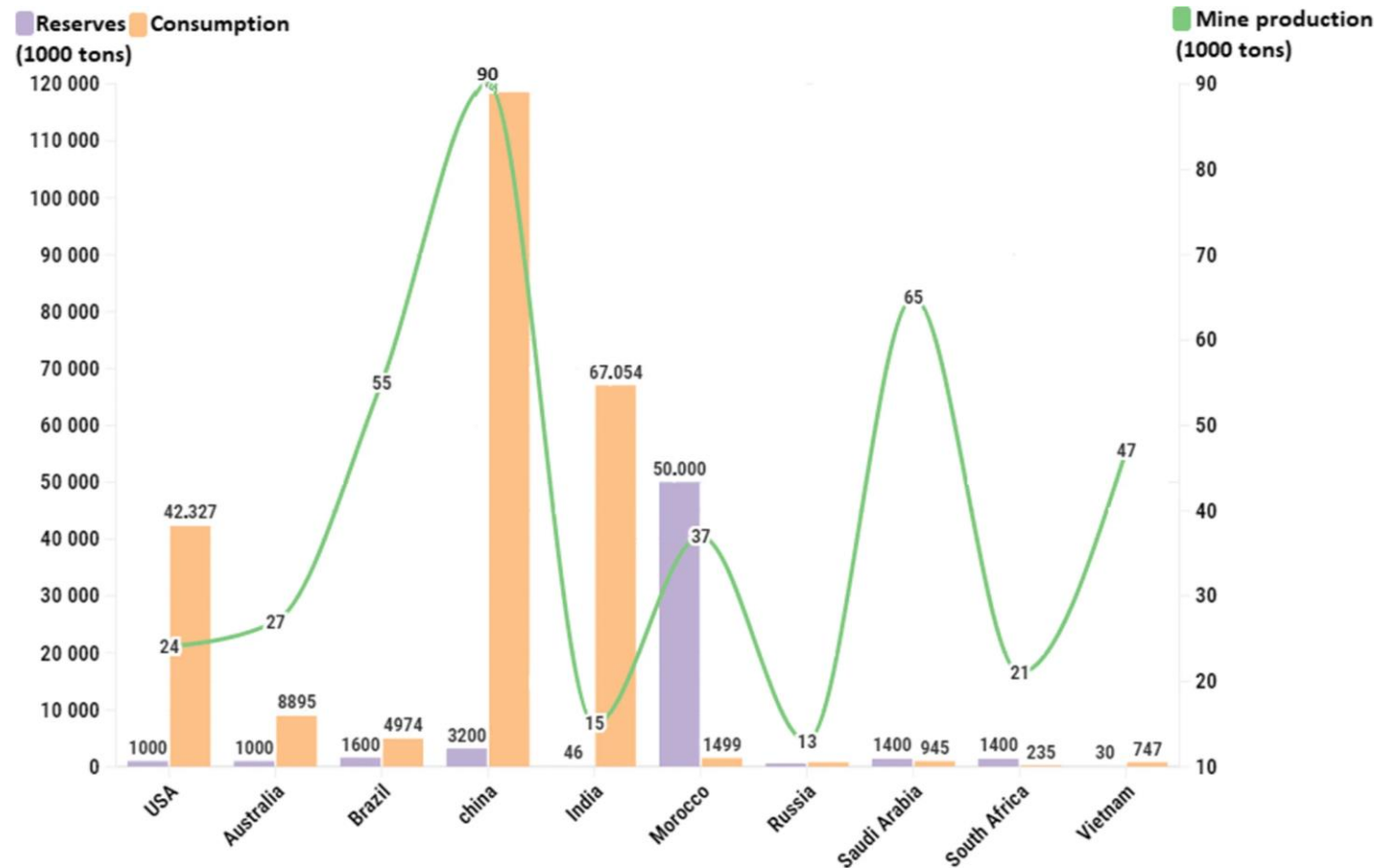


Utilizzo di fertilizzanti fosfatici, in chilogrammi ad ettaro di elemento, nel 2023



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025)

- ❖ Non c'è accordo sulla potenziale durata delle riserve di rocce fosfatice economicamente sfruttabili (da 70 anni a centinaia di anni);
- ❖ Non c'è equa distribuzione tra i consumi, le produzioni e le riserve dei diversi Paesi



Schoumans et al., 2015

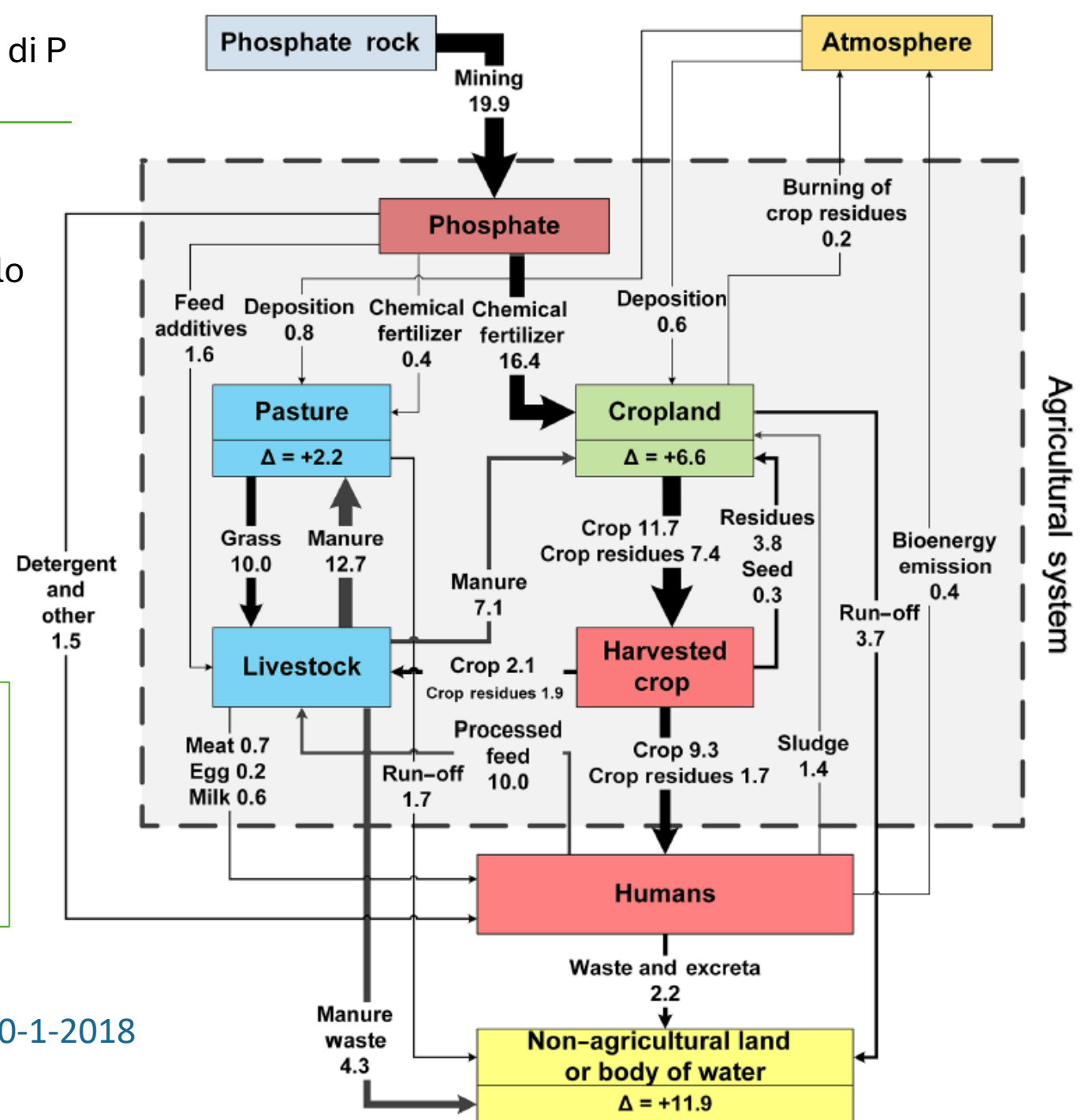
<https://doi.org/10.1007/s13280-014-0613-9>

El Attar et al., 2022. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00980-z>

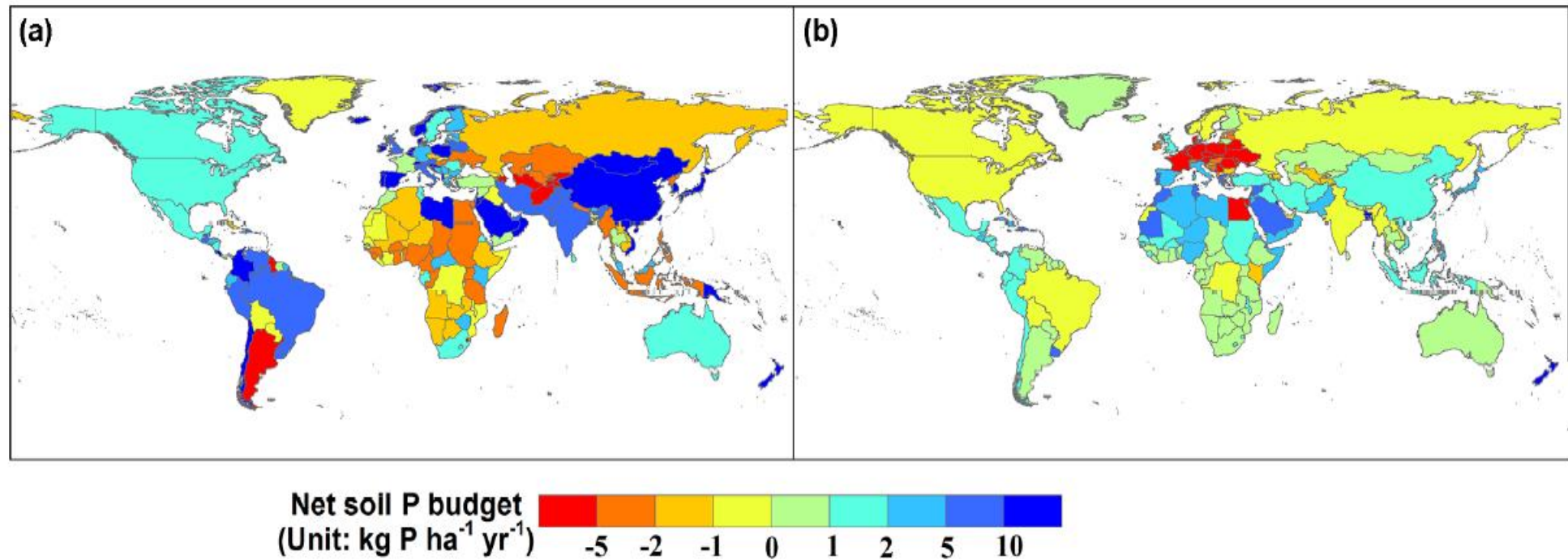
3) Evitare progressivi accumuli di P nei suoli agrari

- ❖ Nei suoli agrari europei si è assistito a un accumulo di P da fertilizzanti. Questa tendenza si sta riducendo, ma è ancora un atto.
- ❖ Questo ha causato, e causa, un sistematico trasferimento alle acque.

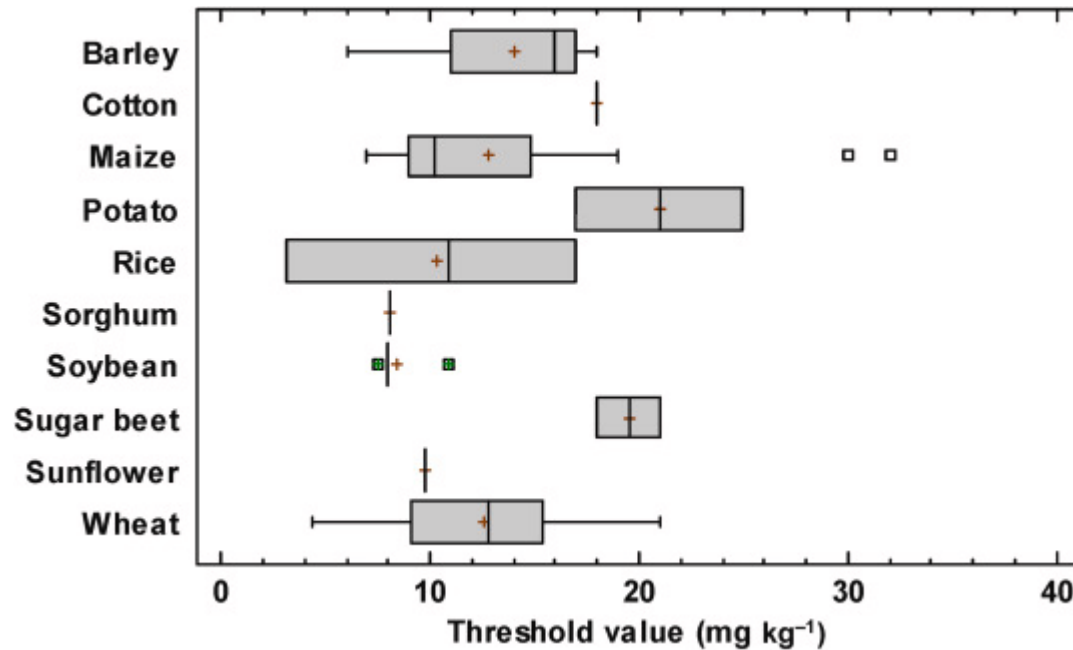
Flussi annuali di P nel sistema agrario globale dal 2002 al 2010. Valori espressi in Tg P/anno. Sono evidenziate le variazioni nel bilancio del P dei suoli a pascolo (blu) e seminativi (verde), nonché nei corpi idrici e negli ambienti naturali (giallo).



Mappa del bilancio netto globale di P per (a) seminativi; (b) pascoli



- ❖ Per la maggior parte delle colture, è sufficiente una soglia di 20-25 mg kg⁻¹ di P disponibile (Olsen).

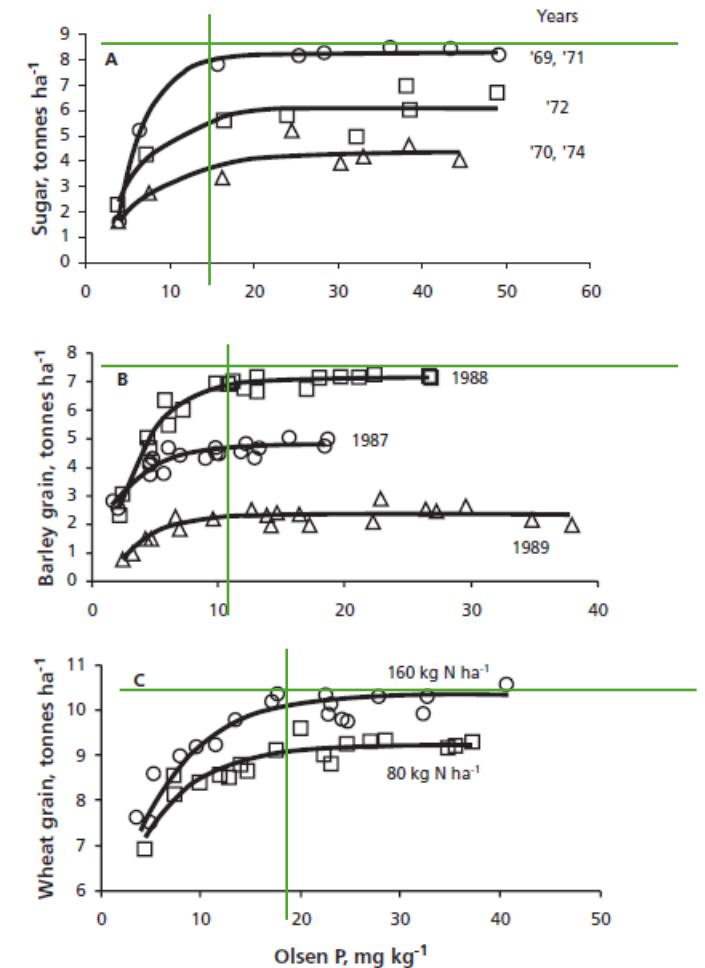


Box and whisker plot of the Olsen P threshold values for P fertilizer response for different crops in croplands (n = 79). Excluding rice, Q1-Q3 values are in the range 9–25 mg kg⁻¹.

Racena et al., 2022.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134749>

FIGURE 4
Response to Olsen P of sugar beet, barley and winter wheat grown on different soils at three sites in the southeast of the United Kingdom

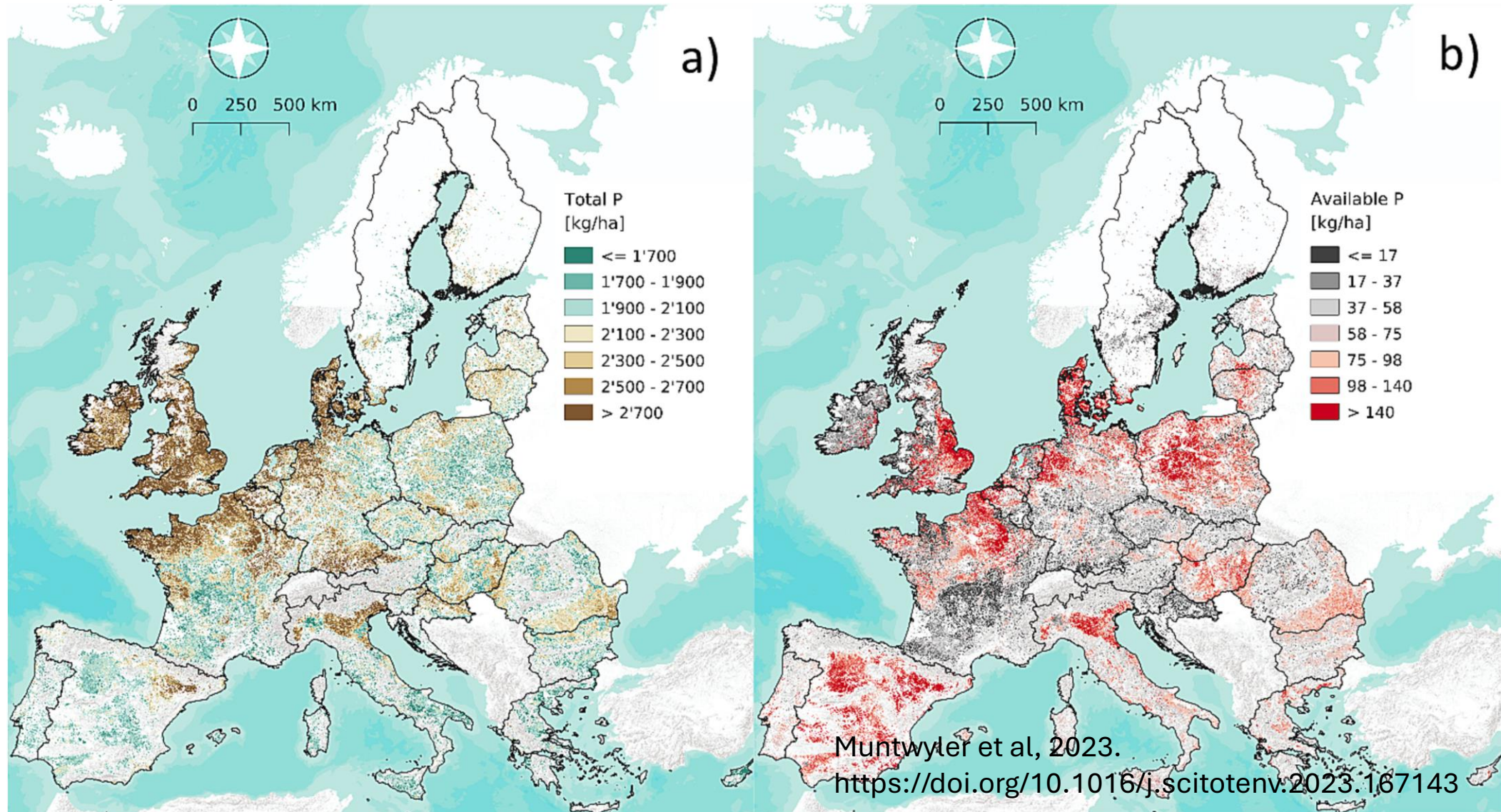


Syers et al., 2008.

<https://soil5813.okstate.edu/Spring2012/Syers%202008.pdf>

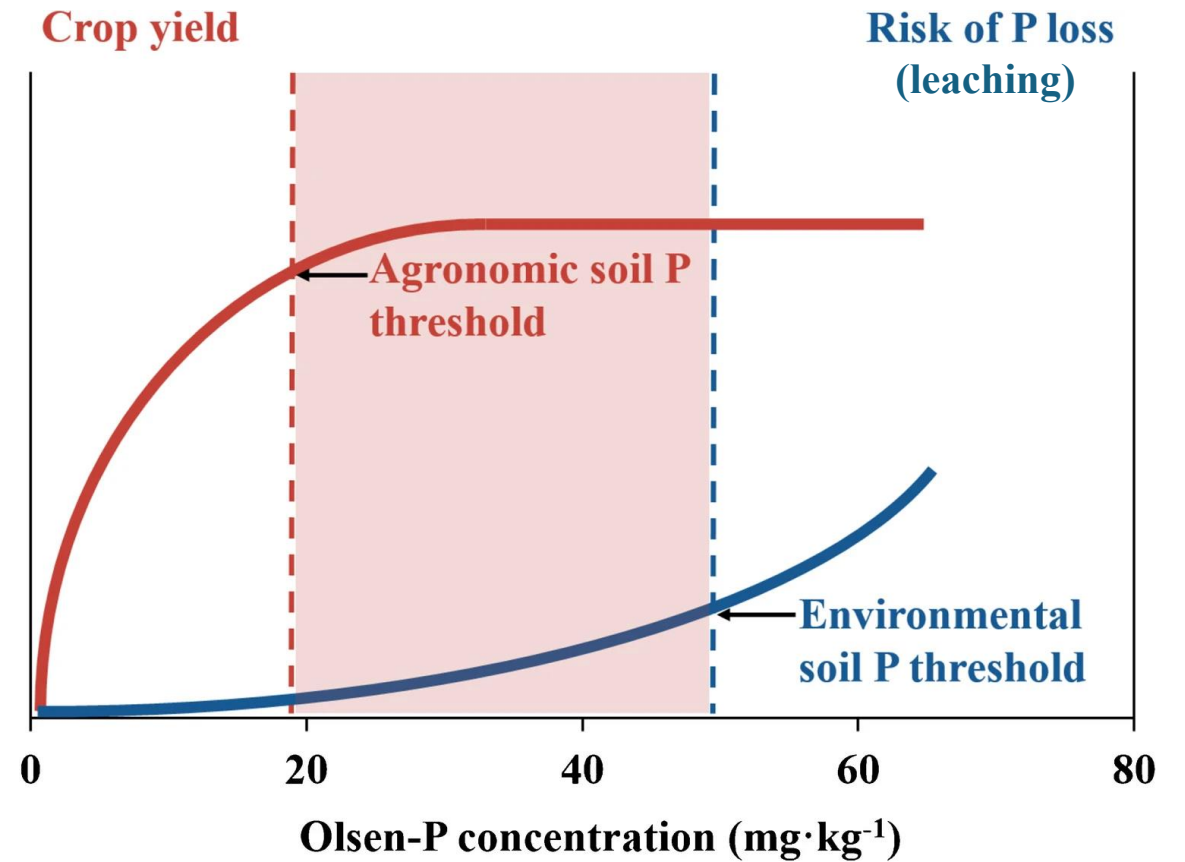
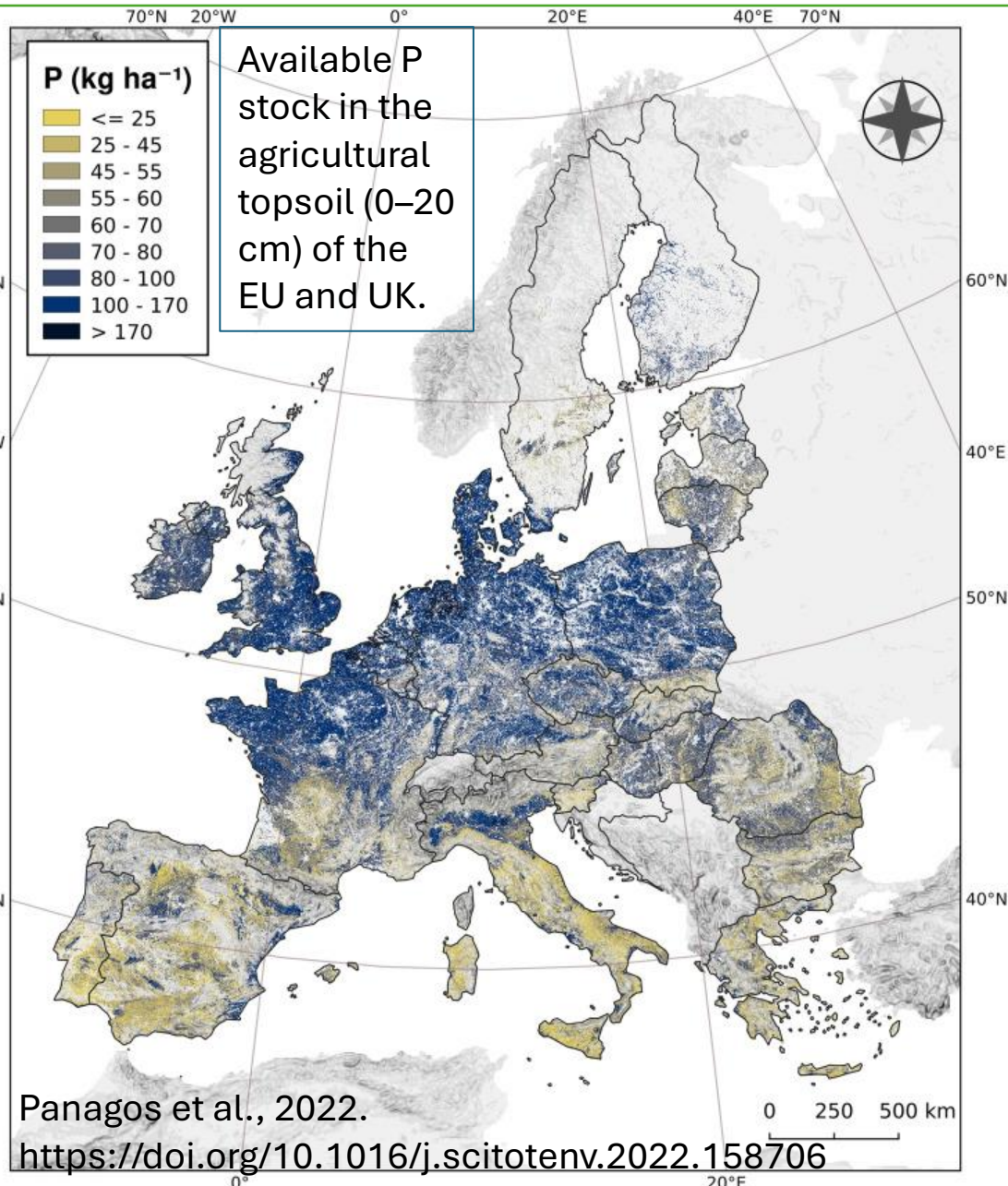
Source: Adapted from Johnston (2005)

Medie dei pool di P Totale (a) e P Disponibile (metodo Olsen) (b) nel topsoil (0–30 cm) dei suoli agrari di EU e UK nel periodo 2010–2019.



3) Evitare progressivi accumuli di P nei suoli agrari

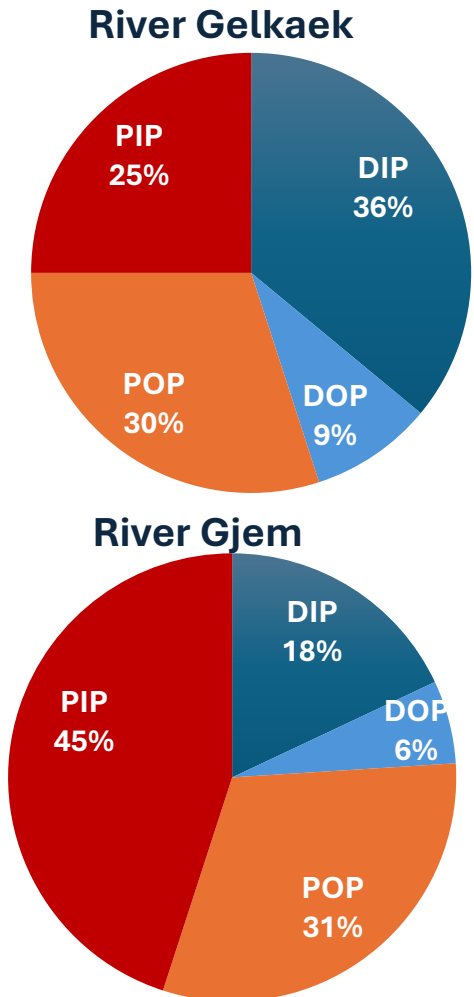
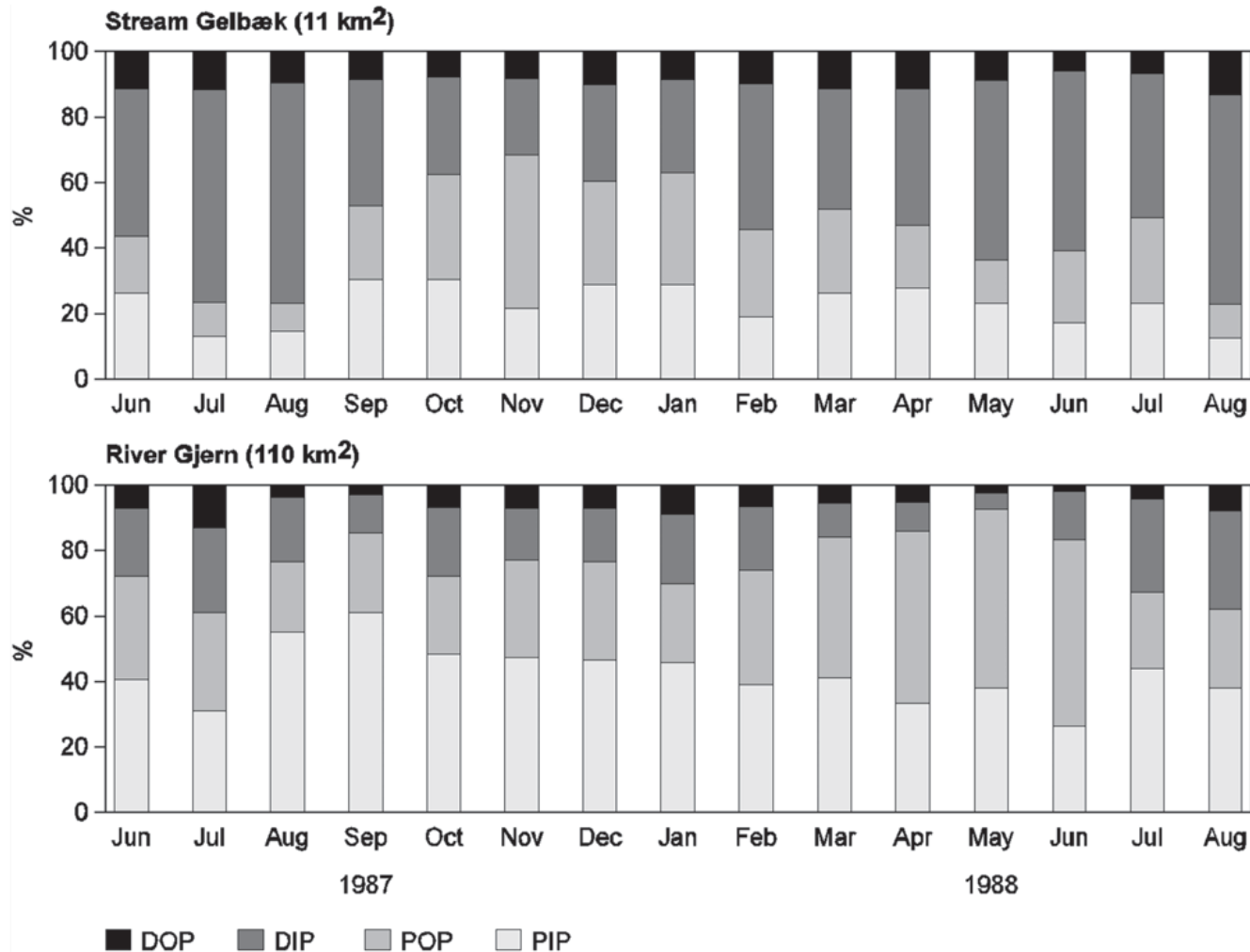
4) Ridurre i rischi ambientali



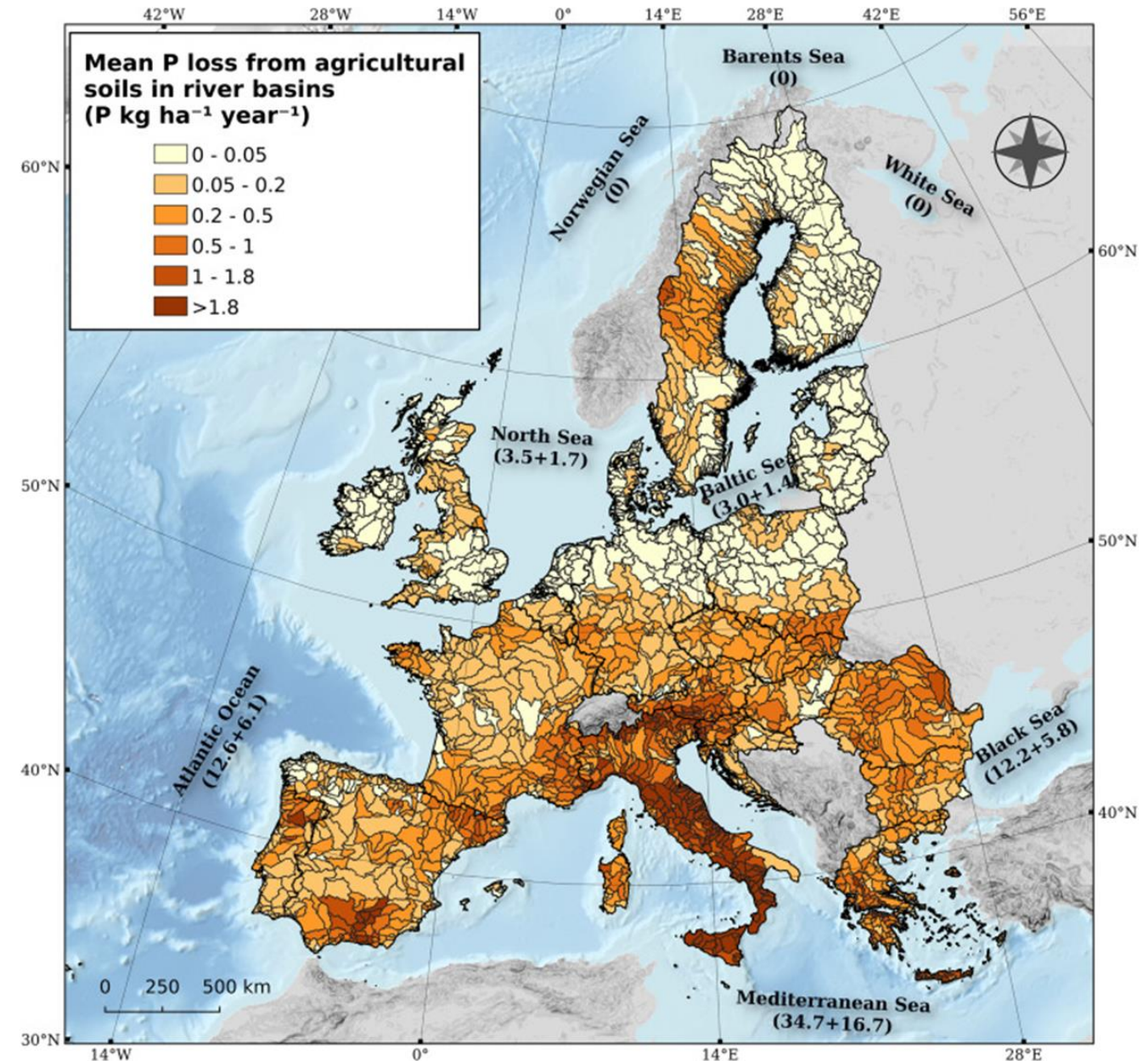
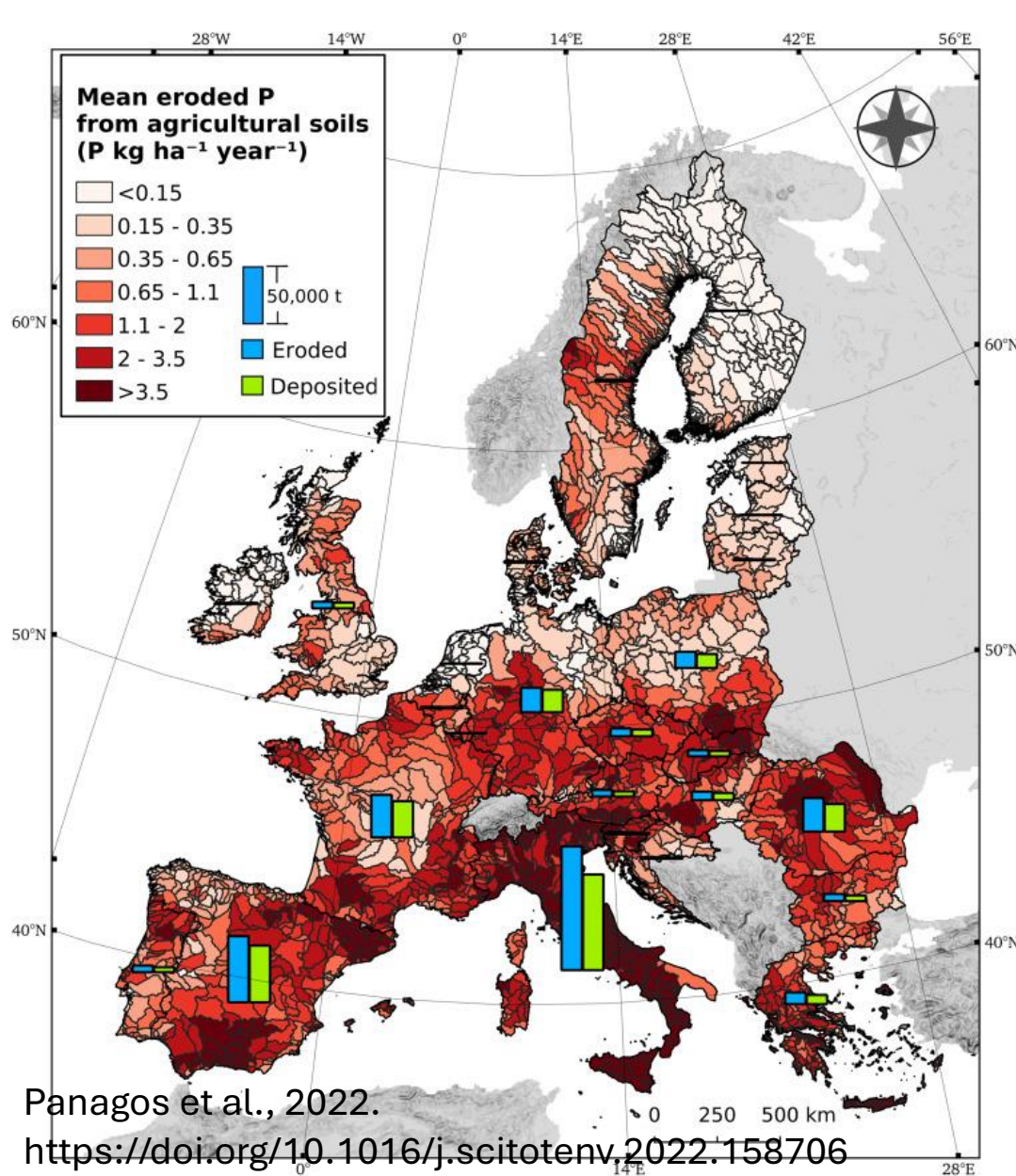
Wang et al., 2023.

<https://doi.org/10.1007/s13593-023-00887-8>

❖ Una frazione importante del P aggiunto ai suoli agrari migra alle acque superficiali, non solo in soluzione, ma soprattutto legato alle particelle erose

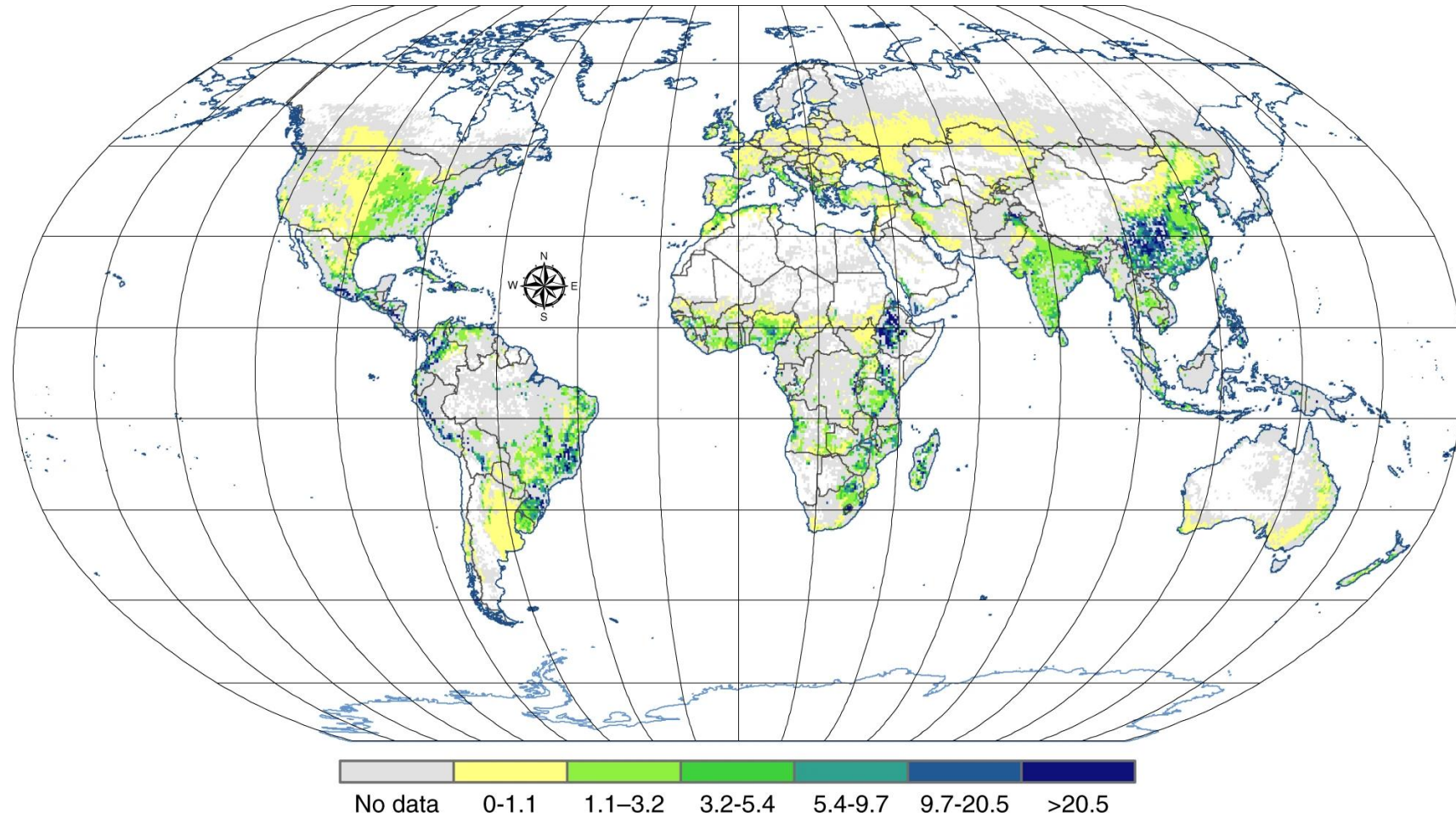


Seasonal variation in dissolved inorganic P (DIP), dissolved organic P (DOP), particulate inorganic P (PIP), and particulate organic P (POP) exported from two different sizes of catchments.



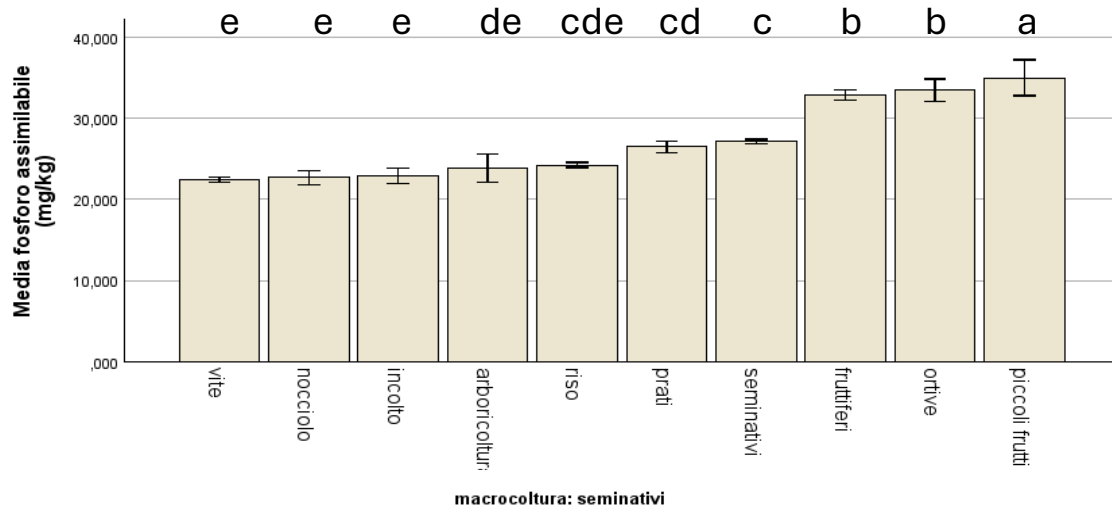
❖ Questo si verifica anche a scala mondiale

Global average phosphorus (P) losses due to soil erosion in $\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$.

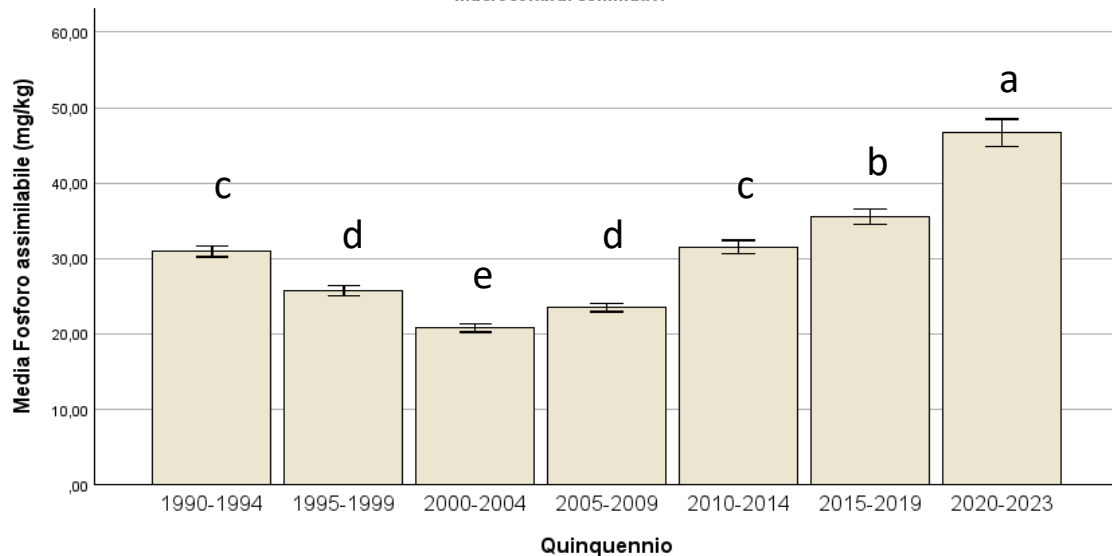


Alewell et al., 2020. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18326-7>

- ❖ A livello regionale (Piemonte), molti suoli agrari sono sovralfertilizzati in P. Questo varia in funzione della coltura, ma in alcune zone anche in funzione della vicinanza ad allevamenti zootecnici

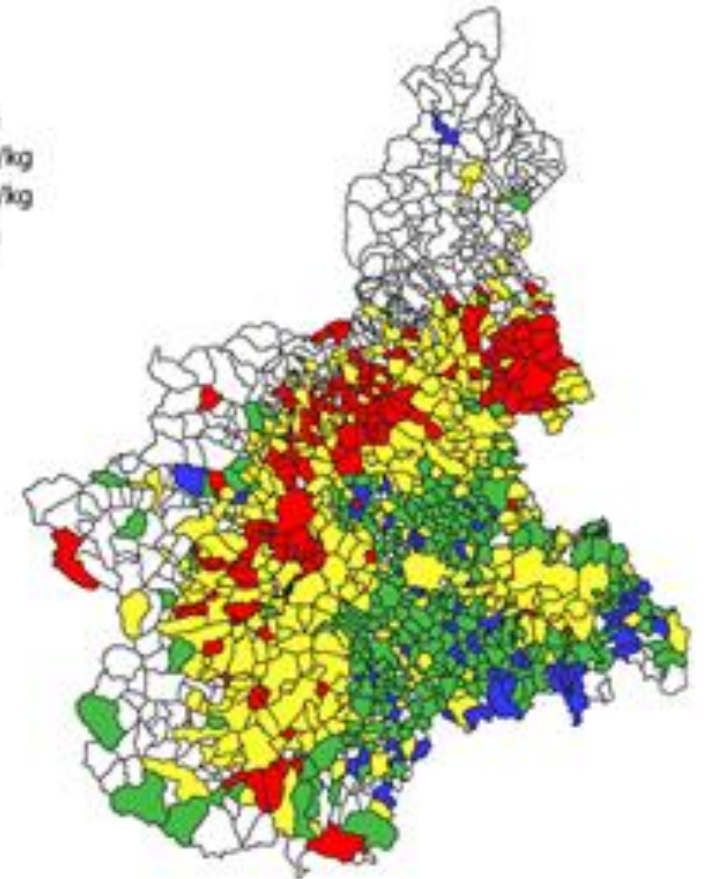


macrocoltura: seminativi

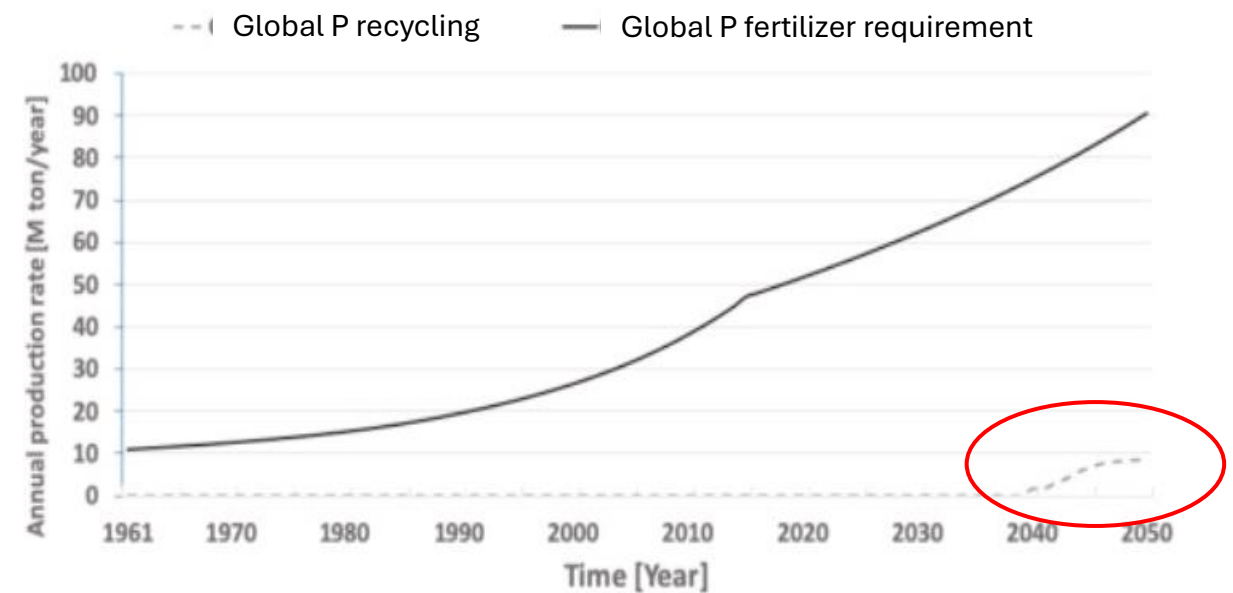
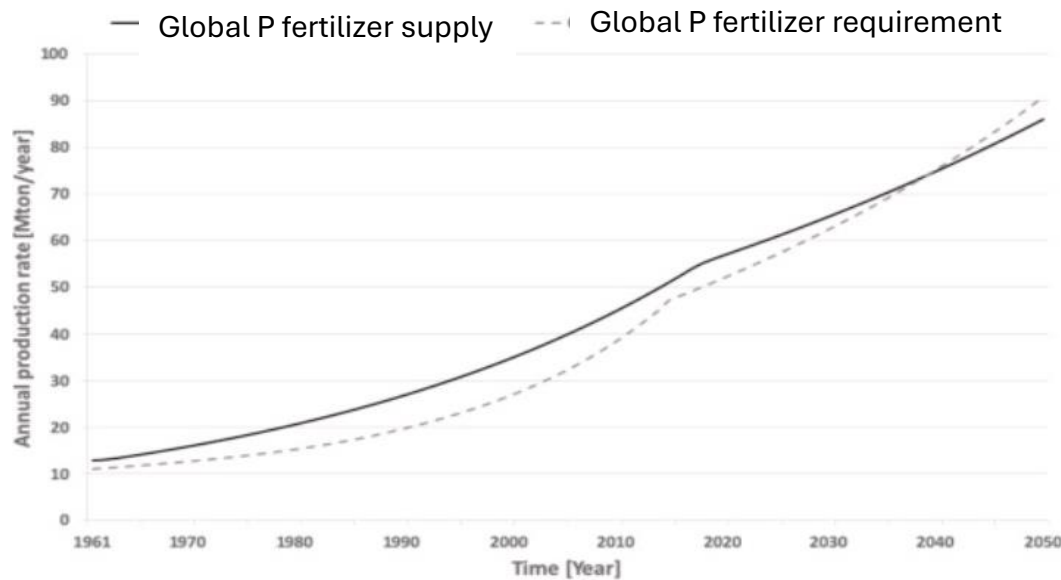


Barre degli errori: +/- 1 SE

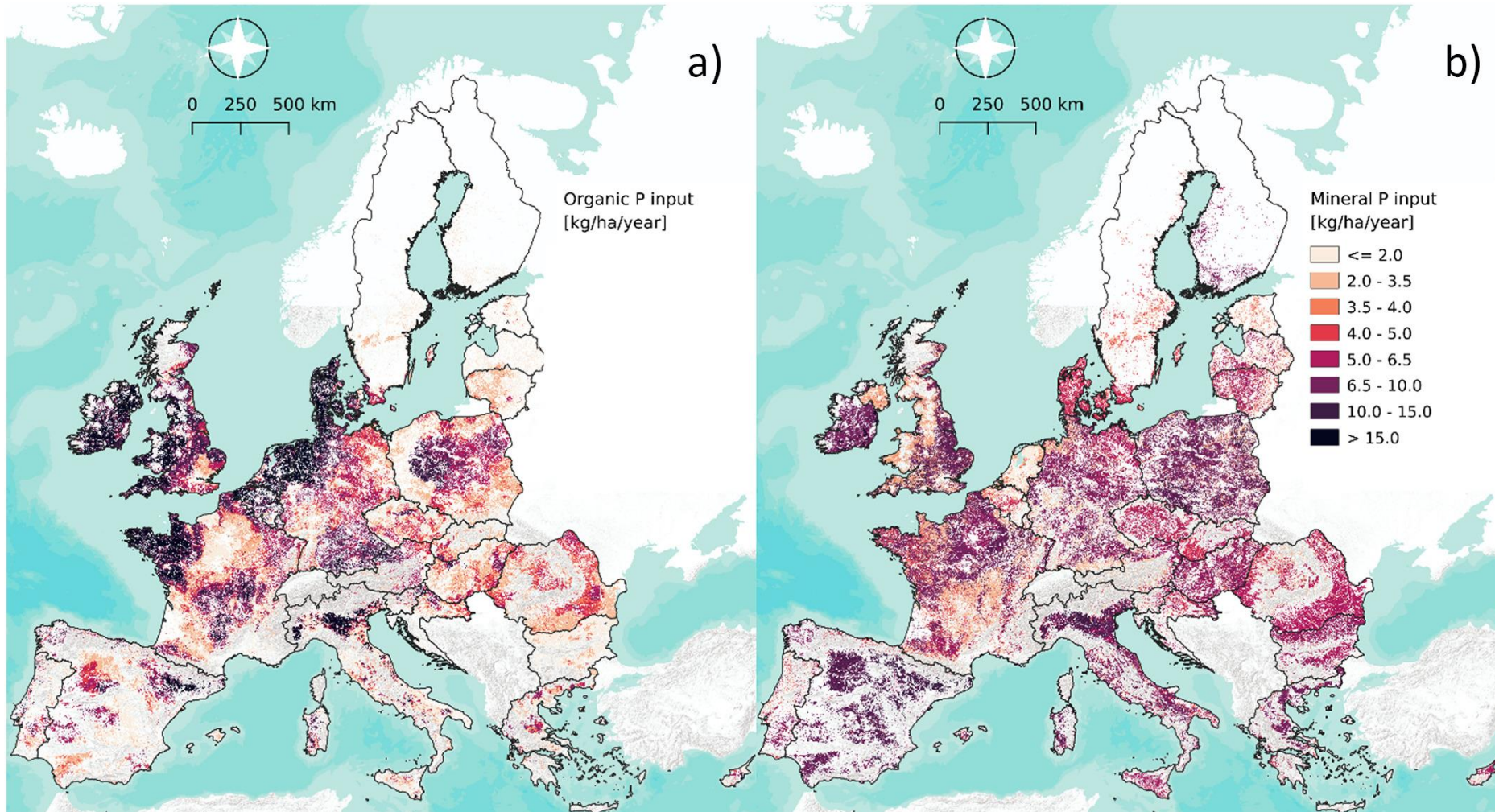
Contenuto di P assimilabile per Comune



- ❖ Il trend e le proiezioni di richiesta e produzione di fertilizzanti fosfatici minerali a livello globale sono in aumento; a seconda dei modelli utilizzati, c'è la possibilità che la produzione non riuscirà a sostenere l'intera domanda e/o l'aumento dei prezzi renda la risorsa non accessibile per diversi agricoltori.
- ❖ Il riciclo del P, e quindi il ripristino del ciclo biogeochimico naturale dell'elemento, è parte importante della risposta a tali questioni, ma è ancora quantitativamente limitato.



- ❖ Vi è ritorno al suolo del P da reflui zootecnici, ma è spesso localizzato, risultando in zone di accumulo, mentre altre sono scarsamente raggiunte.



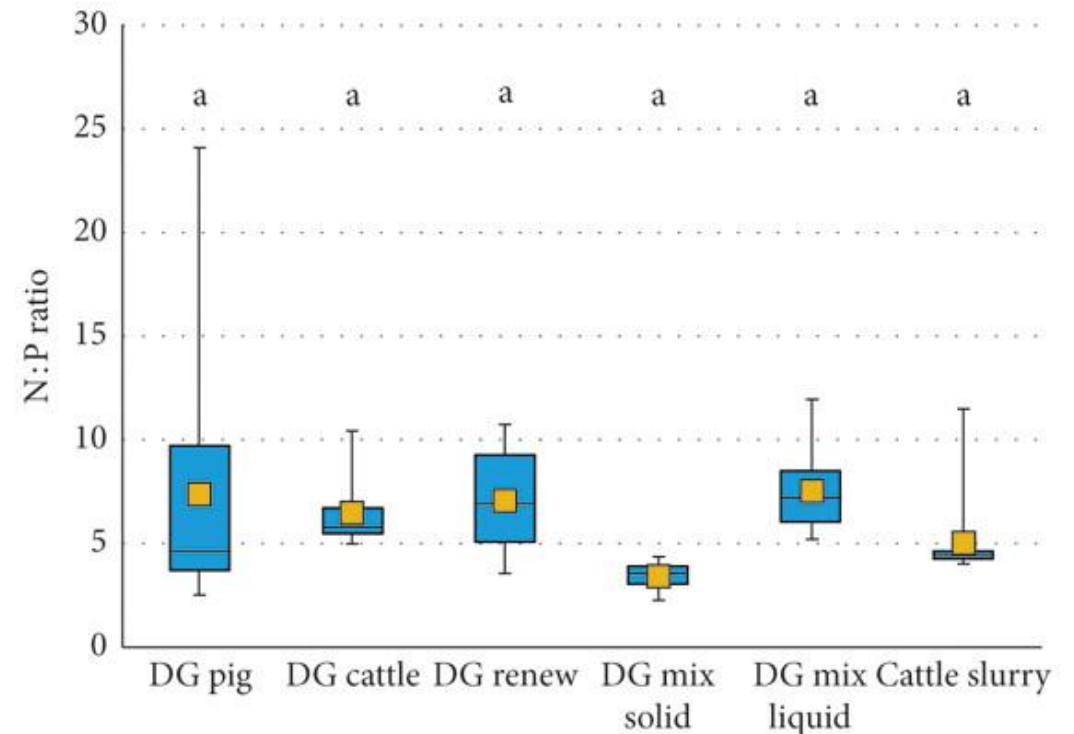
Average yearly P inputs to agricultural soils from manure (a) and from mineral fertilizers application (b) in the decade 2010–2019.

Muntwyler et al, 2023.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167143>

❖ Lo spandimento di reflui e loro derivati è regolamentato in base al contenuto di N. Tuttavia il rapporto N/P in questi materiali è spesso inferiore a quello degli asporti della maggior parte delle colture (P/N da 1:5 a 1:15). Ciò comporta un progressivo accumulo di P.

- **Cattle Slurry and manure:** Typically 3:1 to 6:1 (N:P).
- **Pig slurry:** Often around 2:1 to 4:1 (N:P). Liquid fractions can be higher, but P is often concentrated in the solid fraction.
- **Poultry manure:** Tends to be higher in P, with ratios closer to 1:1 or 2:1.



Range of N : P ratio of five digestates and cattle slurry

- 1) Ricostituire la circolarità del ciclo naturale del P
- 2) 4) Ridurre il rischio ambientale

ECONUTRI: si è verificato come un pellet da separato solido di digestato di reflui suini influenzati la dotazione di P disponibile nel suolo e il rischio di trasferimento alle acque, correggendo, oppure no, il rapporto N/P



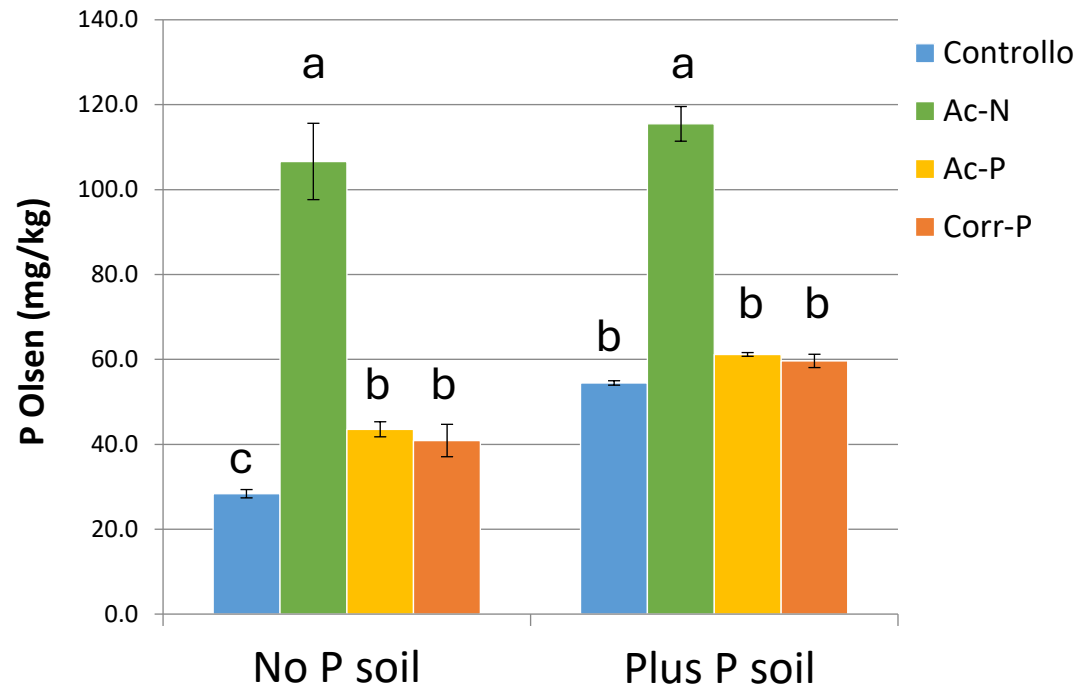
	pH	C (%)	N disp (%)	P disp (%)	N/P	K (%)	Ca (%)
NT	7.7	31.5	1.15	2.02	0.57	0.56	8.29
AC	6.1	31.7	1.15	1.34	0.86	0.45	5.88
CORR	5.6	17.4	6.52	0.99	6.59	5.66	10.93



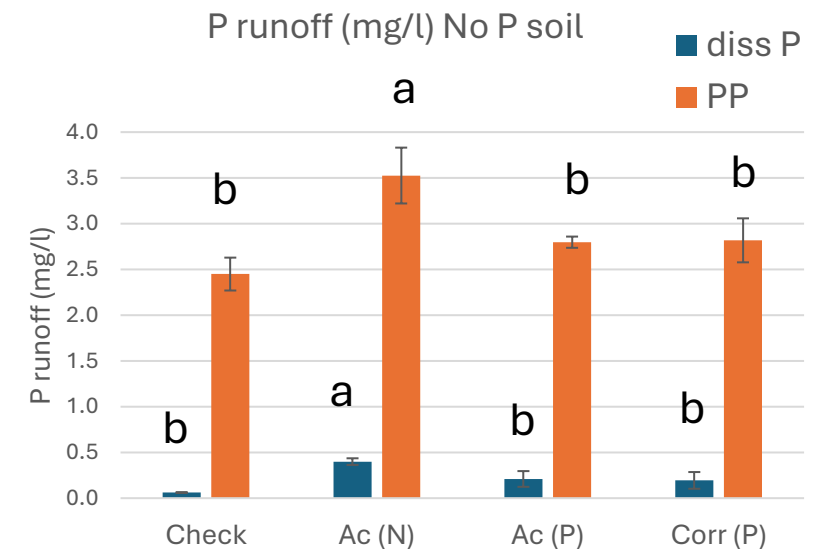
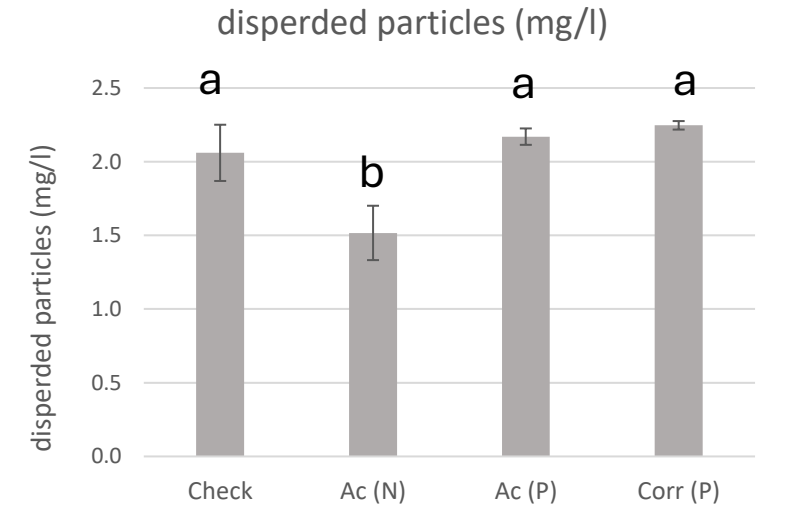
	N addition (kg/ha)	P addition (kg/ha)
Check	0	0
Ac-N	200	220
Ac-P	25	30
Corr-P	200	30

- 1) Ricostituire la circolarità del ciclo naturale del P
- 4) Ridurre il rischio ambientale

❖ Distribuire il prodotto in base alle esigenze di N causa un aumento del P oltre le soglie di attenzione ambientale e si ha un aumento di P nel runoff. Questo non accade nel caso del pellet distribuito in base alla necessità di P, ma ciò richiede importanti integrazioni per l’N.



Controllo	nessun trattamento (0N/0P)
Ac-N	pellet acidificato (200N/220P)
Ac-P	pellet acidificato (25N/30P)
Corr-P	pellet corretto (200N/30P)





- Quanto è diffusa la consapevolezza dell'impatto ambientale della sovralfertilizzazione?
- È ancora pratica comune distribuire i reflui e/o i digestati in base al solo fabbisogno di N? Fattibilità tecnica e impatti economici nel cambiare questa pratica?
- Qual è il modo migliore per riportare al suolo il P da reflui e scarti rispettando i rapporti N/P e le dosi di P?
- I metodi per ottimizzare i rapporti N/P (separare il P?) sono applicabili a livello di impianto? Sono economicamente sostenibili?
- Sarebbe importante quantificare i costi ambientali del NON valorizzare e utilizzare correttamente i reflui?

