



***Il compost come fonte di fosforo potenzialmente
disponibile per la nutrizione vegetale***

**Marco Grigatti, Luciano Cavani, Claudio Marzadori, Angela Desiante,
Claudio Ciavatta**

Dipartimento di Scienze Agrarie

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

**Ecomondo 2015 – XVII Edizione della Conferenza Nazionale sul Compostaggio e Digestione
Anaerobica, sessione tecnica. Rimini 04/11/2015**

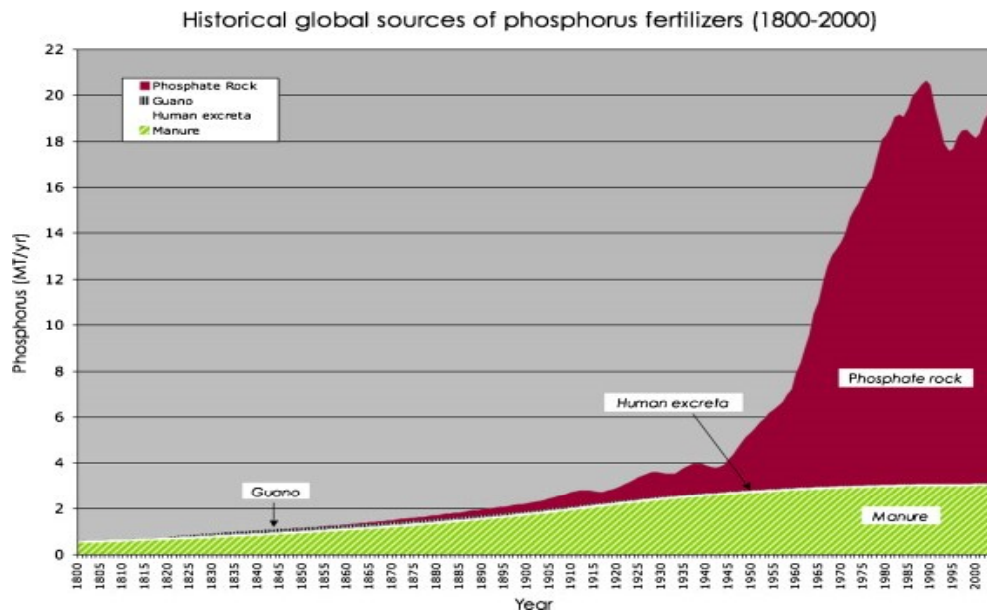
Nutrizione fosfatica e futura scarsità del P

Il fosforo (P) è un elemento essenziale alla nutrizione vegetale e al mantenimento delle elevate produzioni agricole richieste nella moderna agricoltura.



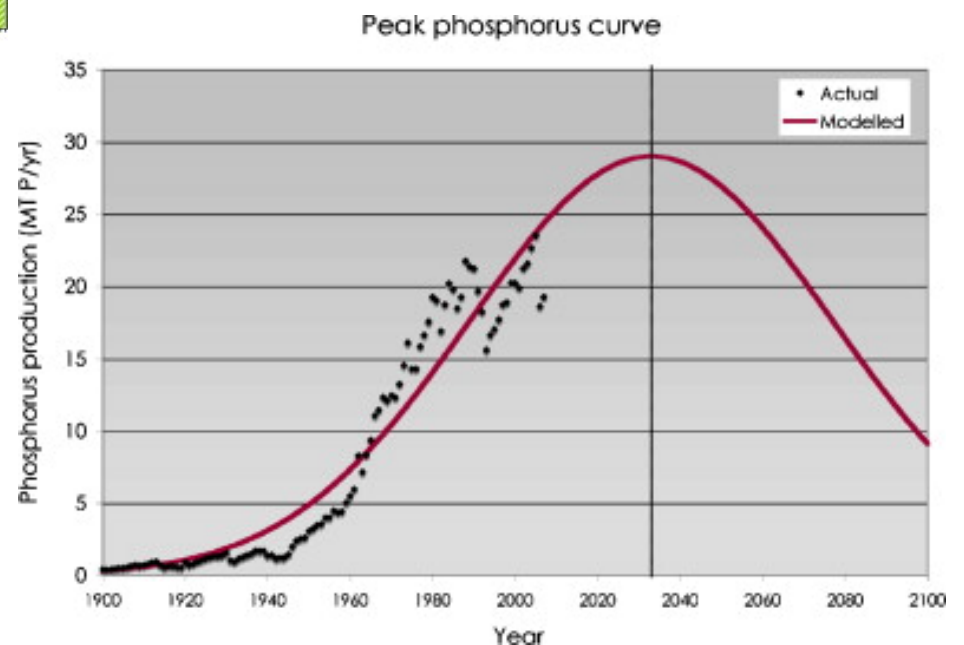
Introduzione

Nutrizione fosfatica e futura scarsità del P



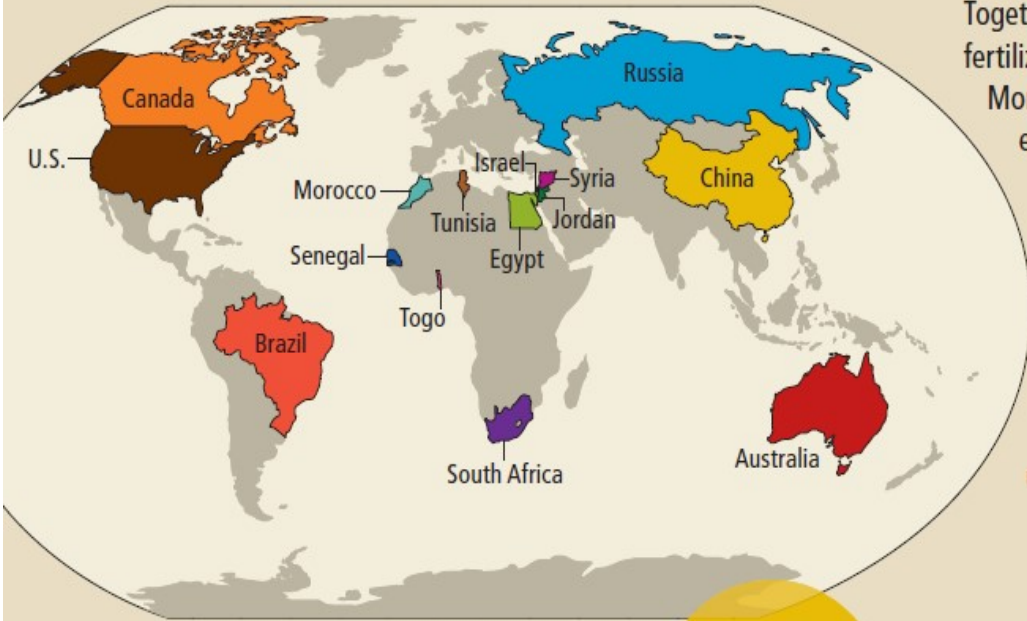
Il concime fosfatico minerale è attualmente quello più utilizzato, le rocce fosfatiche sono la principale fonte di approvvigionamento. (Cordell et al., 2009)

Curva indicativa del “*picco del fosforo*”: in modo simile al petrolio, le riserve mondiali di fosforo sono suscettibili di picco al termine del quale la produzione sarà notevolmente ridotta. (Jasinski, 2006; EFMA, 2000)

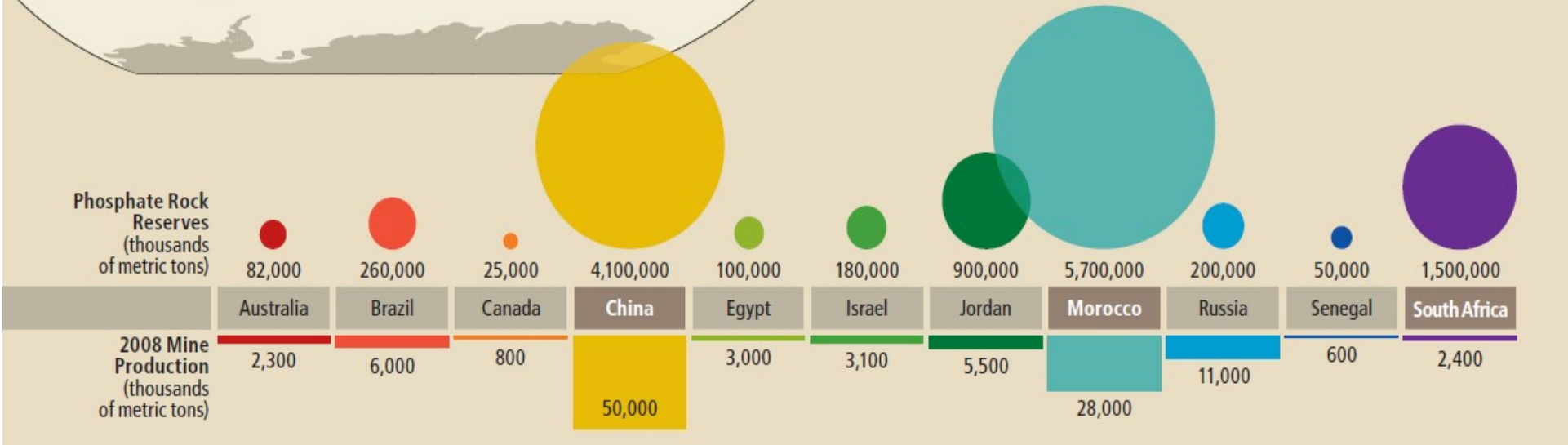


Nutrizione fosfatica e futura scarsità del P

CONCENTRATED RESOURCES

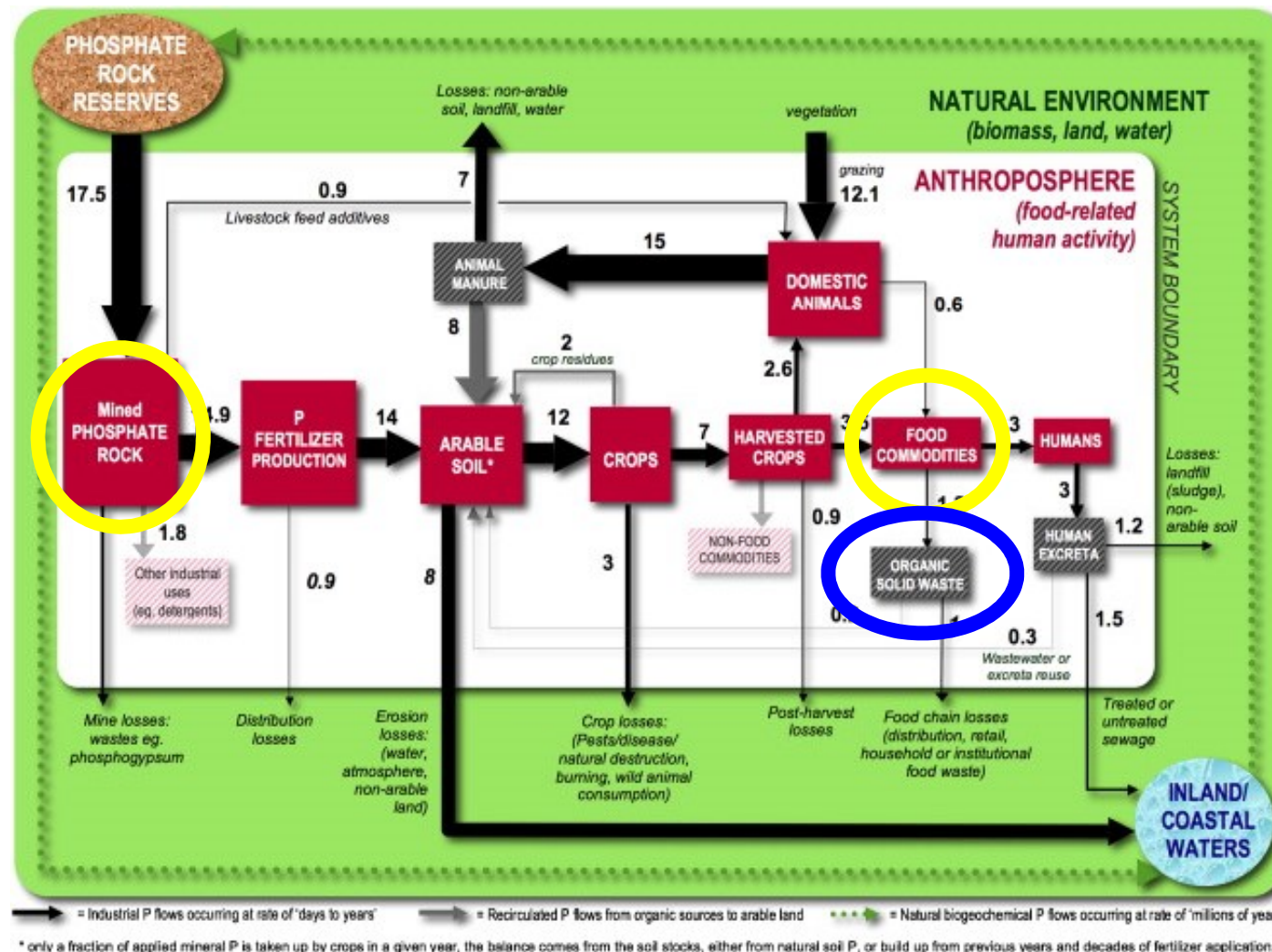


Together with nitrogen and potassium, phosphorus is a crucial ingredient in fertilizer. It is extracted from phosphorus-rich rock in the form of phosphate. Morocco, China, South Africa and the U.S. hold 83 percent of the world's easily exploitable phosphate rock and contribute two thirds of the annual phosphorus production (circles, below). At current rates of extraction (bars, below), known U.S. reserves are projected to last 40 years. Globally about 90 years' worth of phosphorus remains. Once the resource starts running out, less economical supplies may have to be tapped, which could result in higher prices and market disruptions. Already production has been declining despite the incentive of increasing prices (graph, right); last year the price spiked up because of tight supply and increased demand.



Il ciclo del P nel sistema della produzione agricola *food e non food*

Perdite e inefficienze dell'uso del P nel sistema di produzione e consumo di cibo a livello globale (Cordell et al., 2009).

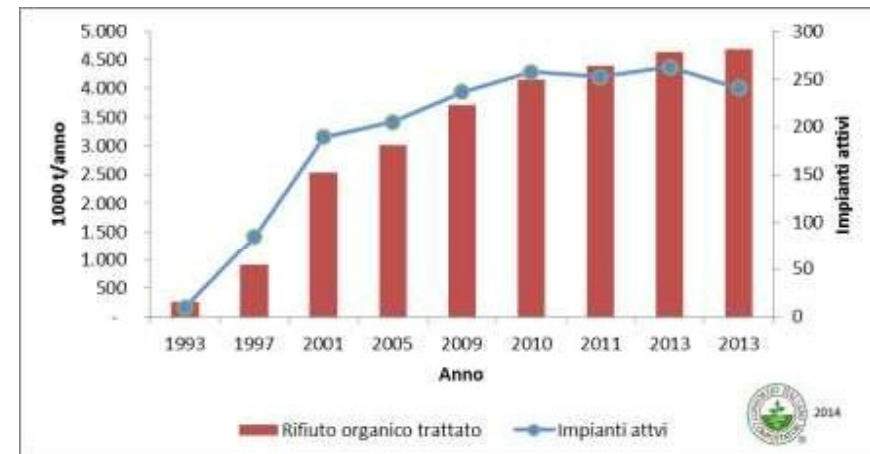


Il compost come fonte di recupero-riciclo del P

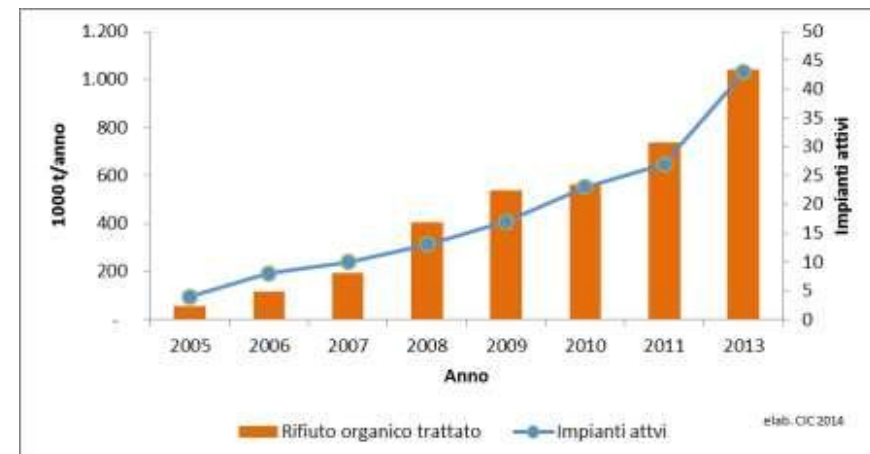
COMPOST

prodotto derivato dalla trasformazione della sostanza organica contenuta nei rifiuti organici ad opera di microrganismi durante un processo aerobico e termofilo controllato (compostaggio).

Rifiuto organico trattato e numero impianti di compostaggio attivi (CIC, 2014).



Rifiuto organico trattato e numero impianti di digestione anaerobica attivi (CIC, 2014).

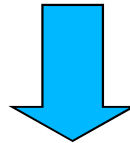


≈5.500.000 ton materiali organici anno⁻¹

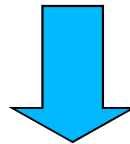
≈25.000 ton P anno⁻¹

Scopo del lavoro

Il P estraibile con H₂O è ritenuto quello maggiormente disponibile per la nutrizione delle piante.



Nell'ottica del recupero dei fosfati, è indispensabile valutare le forme di P nei compost in funzione della loro biodisponibilità.



- 1. Determinare forme e disponibilità del P nei compost tramite estrazione con H₂O.**
- 2. Determinare le relazioni esistenti tra i principali fattori che influenzano la estraibilità del P in H₂O (OUR; pH, Ca, Fe, Al).**

Materiali e metodi I campioni di compost

26 campioni di compost provenienti dall'areale Centro-Nord Italia derivanti da:

- **Frazione organica di rifiuti solidi urbani (FORSU) in addizione a sfalci di patate;**
- **Digestati anaerobici (dry-batch) della FORSU;**
- **Residui verdi (scarti di patate).**

- **Determinazione delle principali caratteristiche dei campioni di compost: pH, solidi totali (ST), solidi volatili (SV), carbonio (C) e azoto totale (N), C/N.**
- **Determinazione della stabilità biologica (Oxygen Uptake Rate).**
- **Determinazione del contenuto in P totale ed elementi antagonisti (Ca, Fe, Al, Mn, Mg).**
- **Lo studio delle relazioni esistenti tra le diverse variabili oggetto di indagine è avvenuta mediante analisi delle componenti principali (PCA).**

Determinazione del P tramite estrazione con acqua

Estrazione in soluzione acquosa (1:100 m/V; 2h).

Centrifugazione, filtrazione (Whatman[®] 42).

Determinazione del P totale estraibile in acqua (P_{H_2O}):
ICP-OES previa mineralizzazione acida a caldo (H_2SO_4 96%).

Determinazione del P
inorganico estraibile in acqua
(P_i):

Spettrofotometria con
metodo colorimetrico
(Murphy e Riley, 1962)

Determinazione del P
organico estraibile in
acqua (P_o):

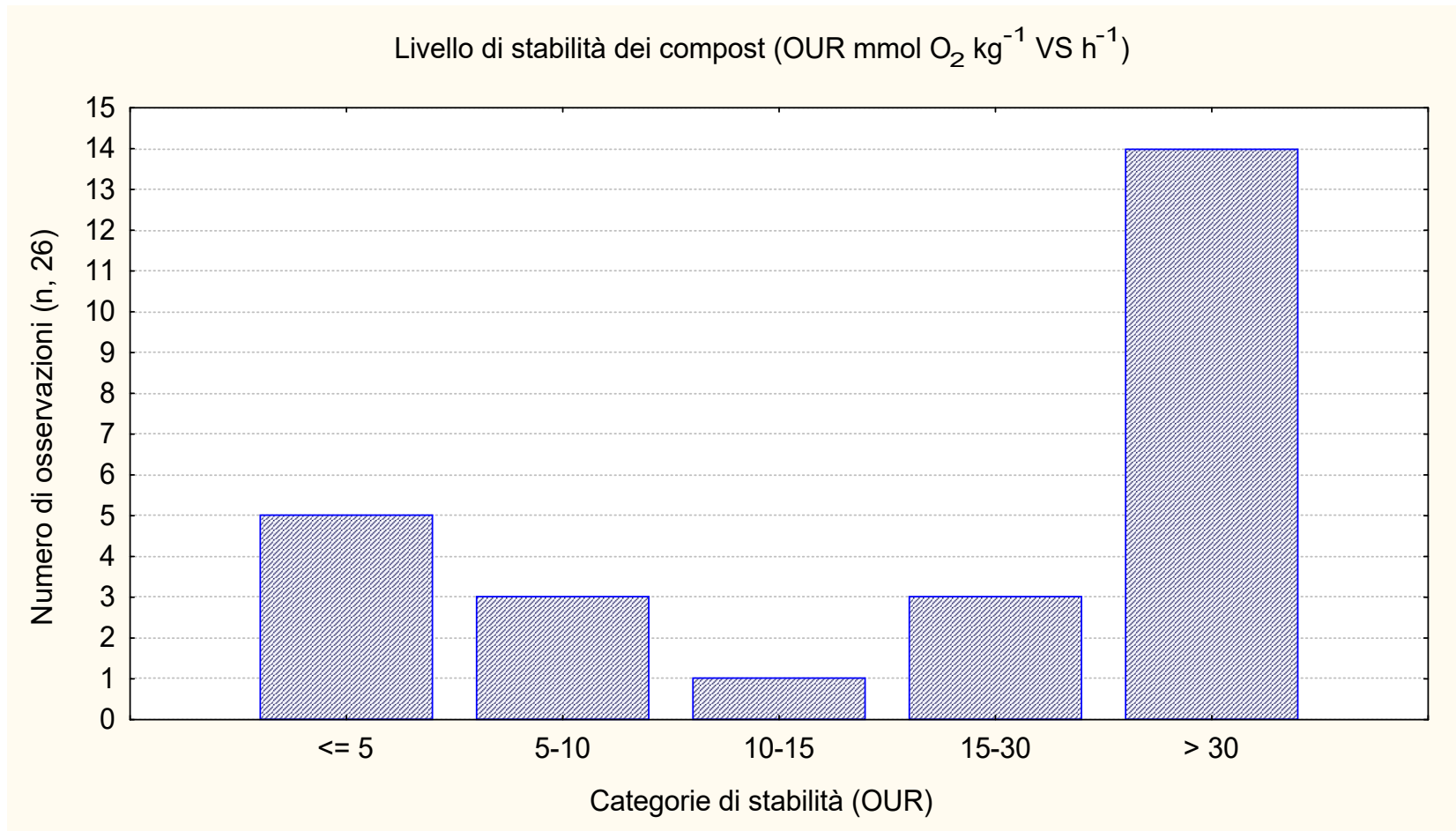
$$P_o = P_{H_2O} - P_i$$



Risultati

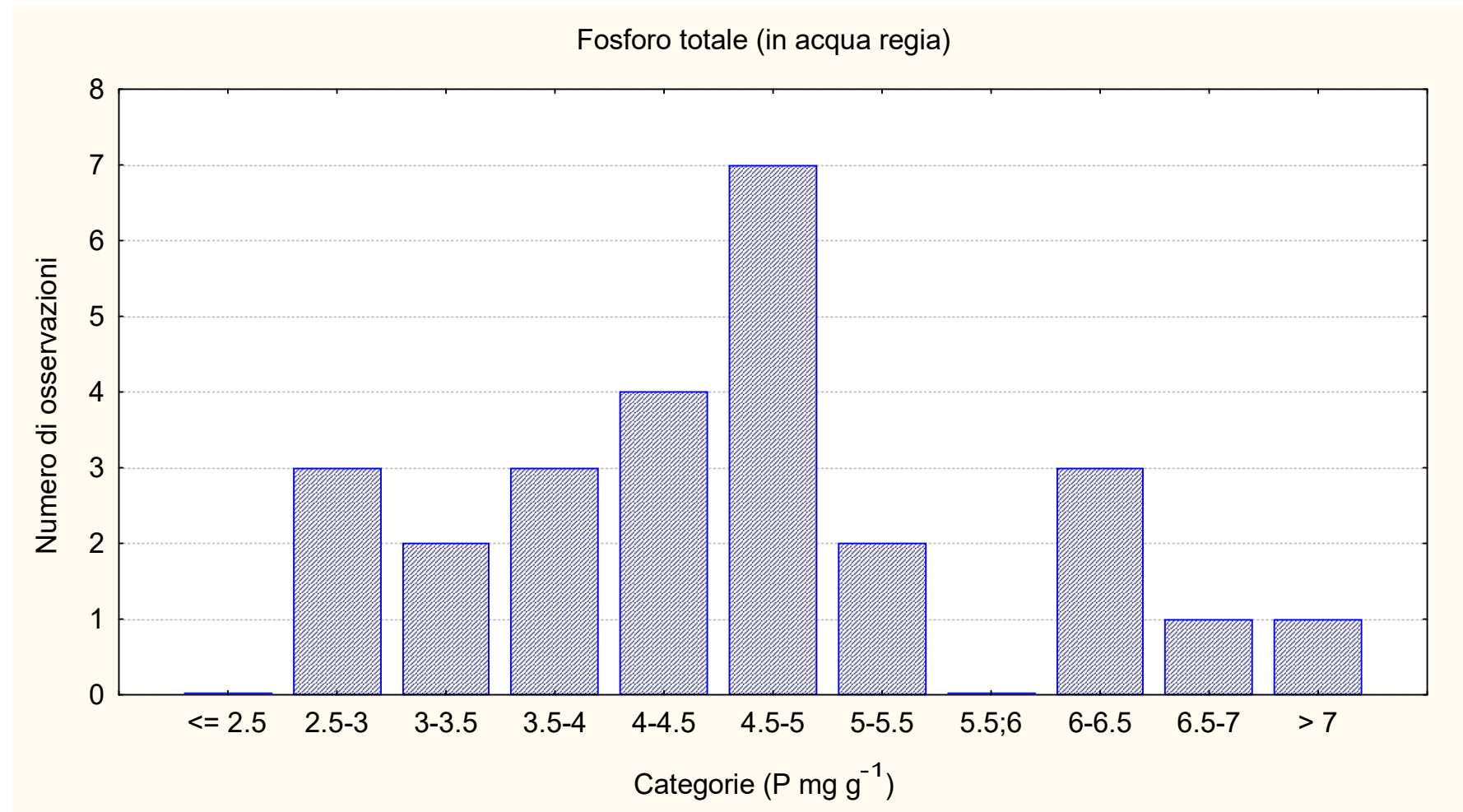
Risultati

Stabilità (OUR)



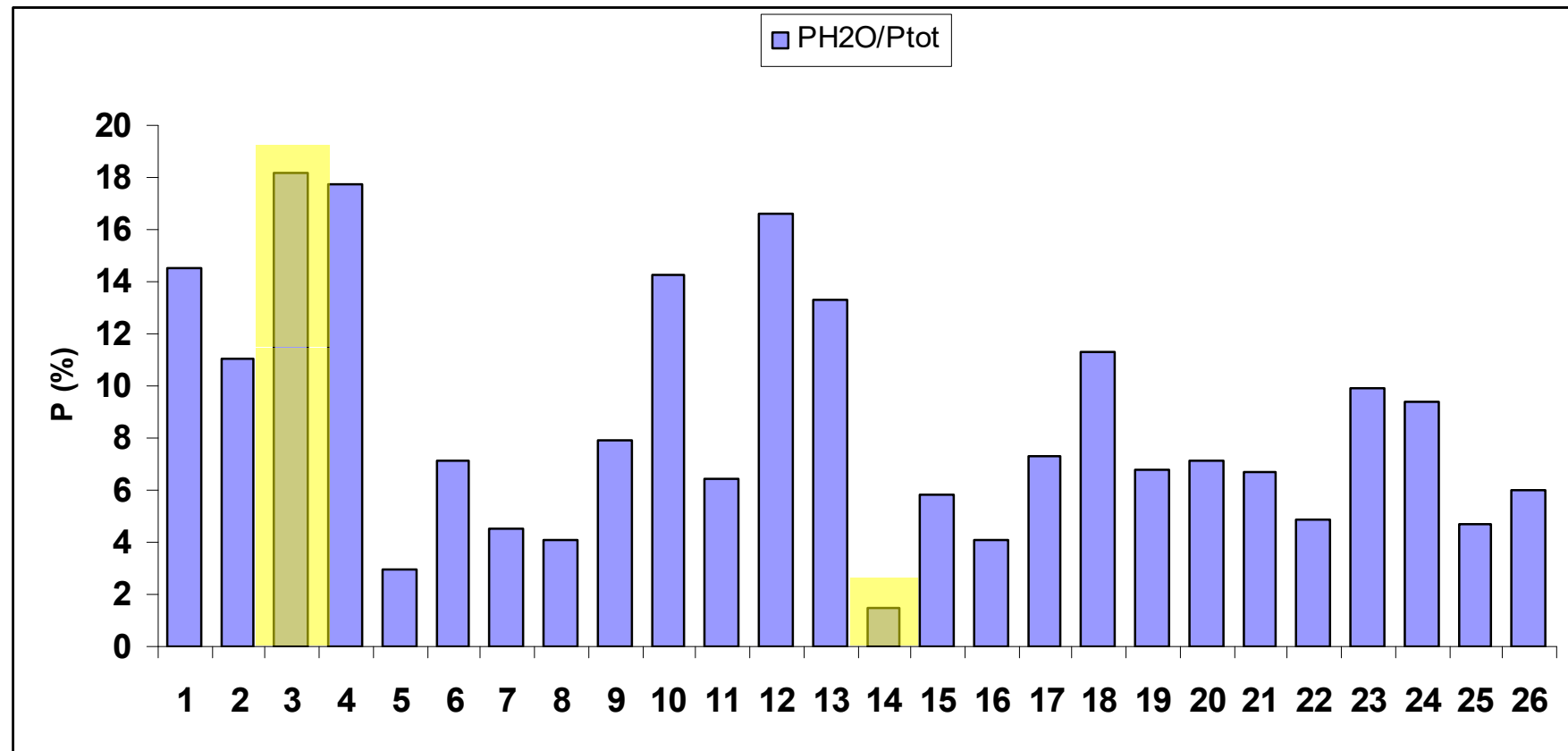
Classificazione della popolazione in **classi di stabilità** (Veeken et al., 2007)

Fosforo totale (in acqua regia)



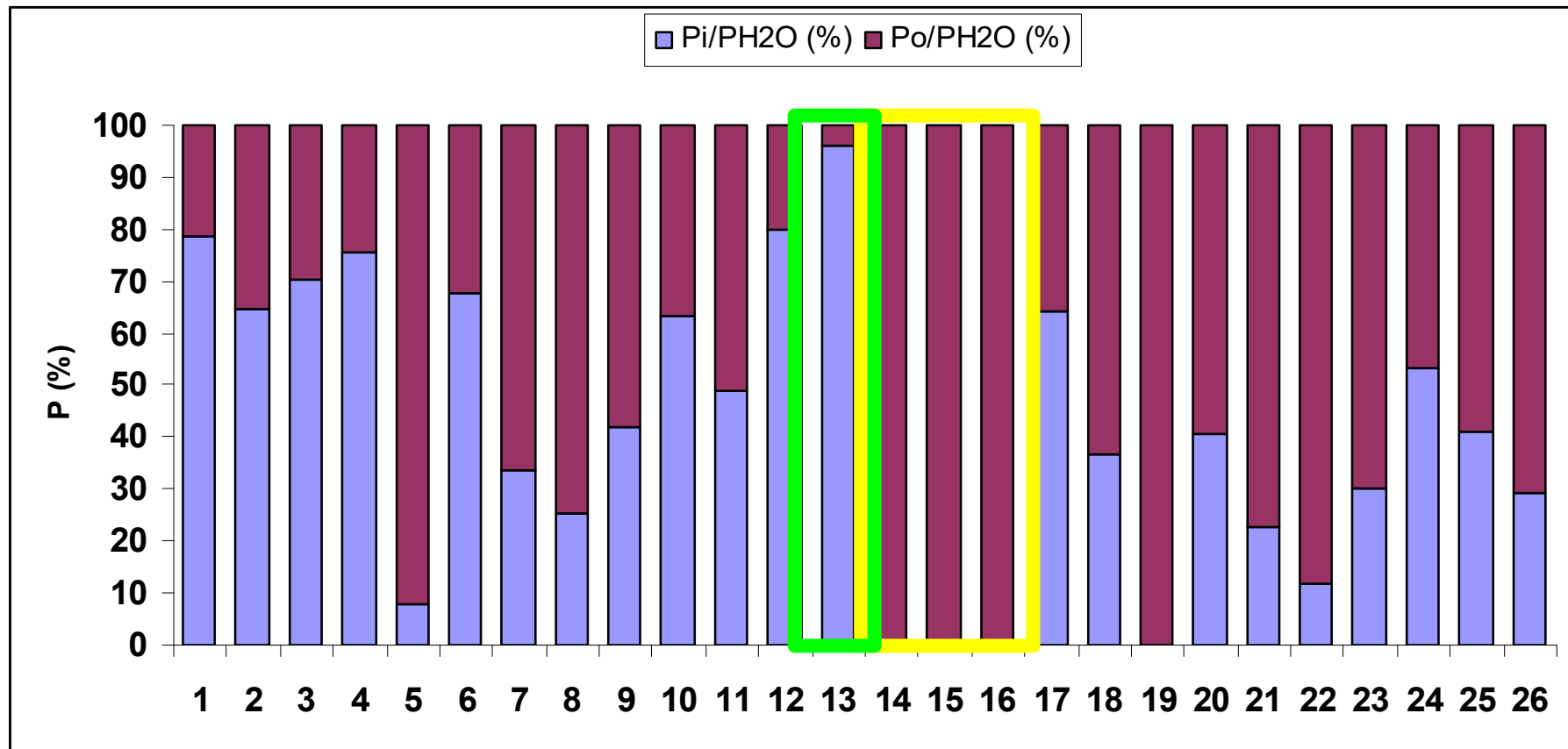
Classificazione della popolazione in classi di frequenza composte da intervalli di 0,5 mg g⁻¹

Rapporti di estrazione tra le varie forme di P



Rapporto tra il fosforo estraibile in acqua e quello totale (P_{H_2O}/P_{tot})

Rapporti di estrazione tra le varie forme di P



Sommatoria dei rapporti tra il fosforo inorganico estraibile in acqua ed il totale estraibile (P_i/P_{H_2O}) e tra fosforo organico estraibile in acqua ed il totale estraibile (P_o/P_{H_2O})

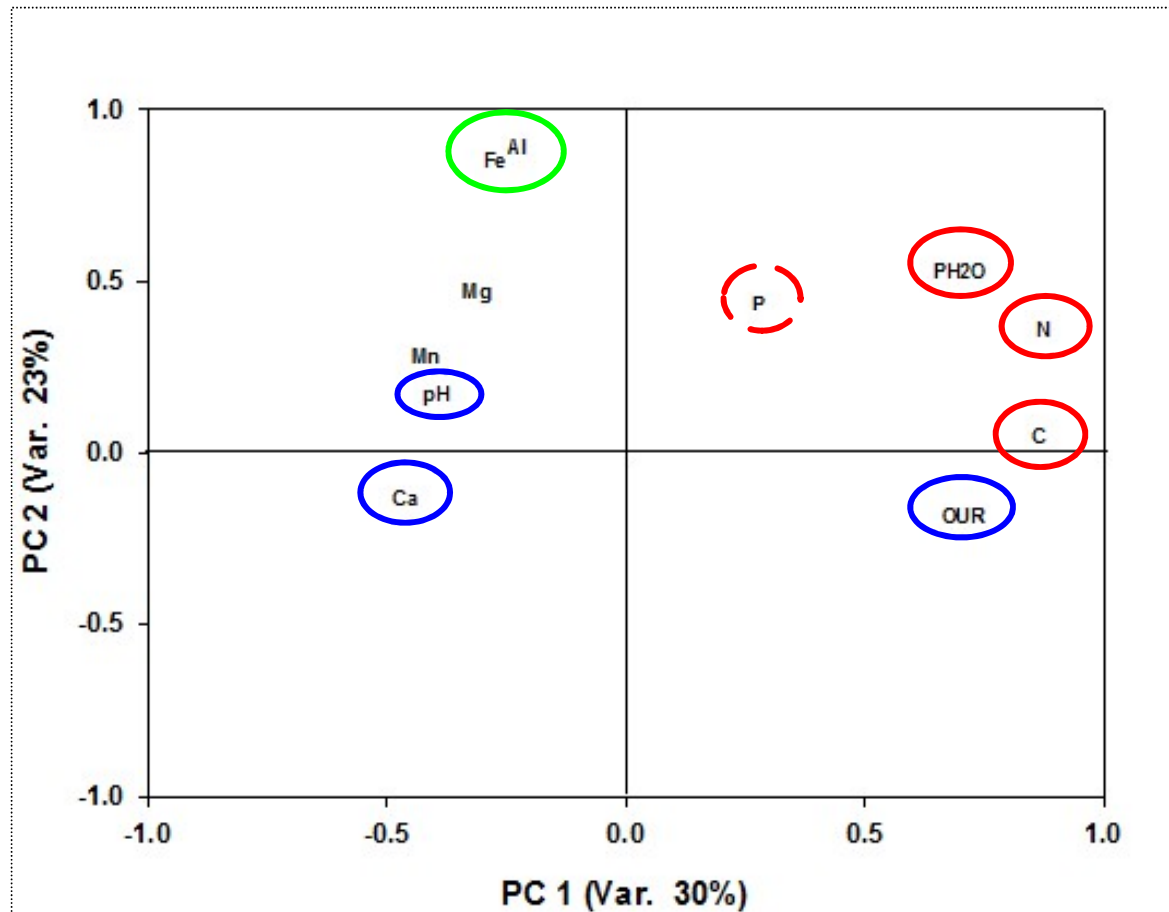
Fattori influenti la disponibilità del P

Factor loadings della prima (**PC 1**) e seconda (**PC 2**) componente principale estratte nella analisi del dataset dei 26 diversi compost

Variabile	PC 1	PC 2
pH	-0,40	0,17
C	0,86	0,04
N	0,87	0,35
OUR	0,71	-0,19
P_{tot}	0,28	0,43
P_{H2O}	0,70	0,52
Ca	-0,46	-0,14
Fe	-0,27	0,85
Al	-0,23	0,89
Mg	-0,31	0,47
Mn	-0,42	0,27
Varianza	3,34	2,48
Varianza (%)	30,3	23,0

Fattori influenti la estraibilità del P in H₂O

Rappresentazione grafica dei factor loadings delle componenti principali
(PCA)



- ❑ I **26 compost** analizzati mostravano variabilità dei diversi parametri:
 - campioni rappresentativi dell'intero panorama dei compost;
 - compresi nei parametri di legge.

- ❑ P_{tot} : ampie variazioni con oscillazioni fino a 300%.

- ❑ P_{H2O} : estraibilità molto variabile in base alle caratteristiche dei compost;
 - debole correlazione tra le concentrazioni di P_{H2O} e P_{tot} per influenza dell'interazione di altre variabili.

- ❑ P_i : molto variabile nei campioni; collocabile nei range di variazione indicati in letteratura per compost da matrici simili.

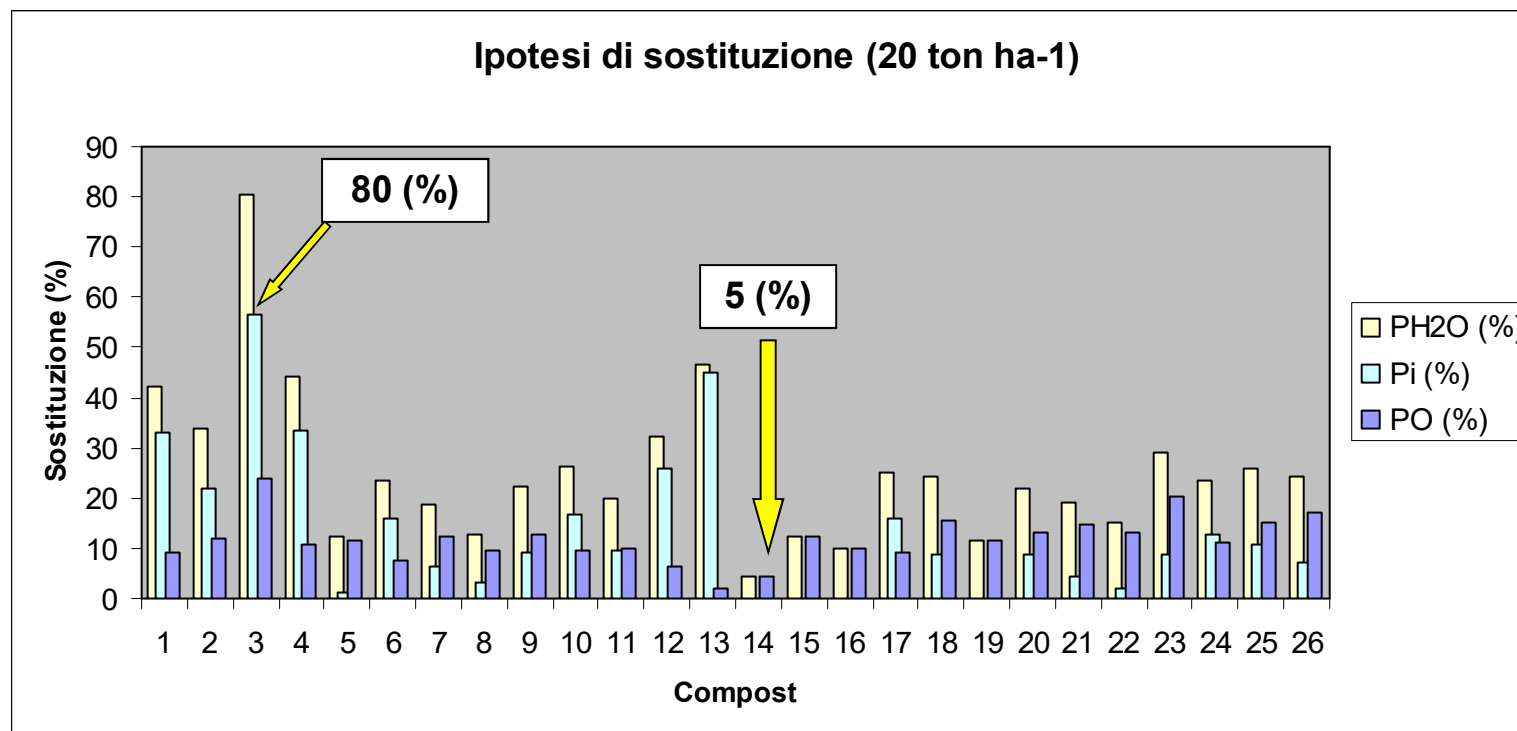
- ❑ P_o : mediamente superiore al P_i .

Fosforo apportato con i diversi compost in un'ipotesi di distribuzione alla dose di 20 ton ha⁻¹

Fosfato biammonico
(150 kg ha⁻¹)
30,1 kg P ha⁻¹



Compost (20 ton ha⁻¹)
1÷24 kg P_{H2O} ha⁻¹

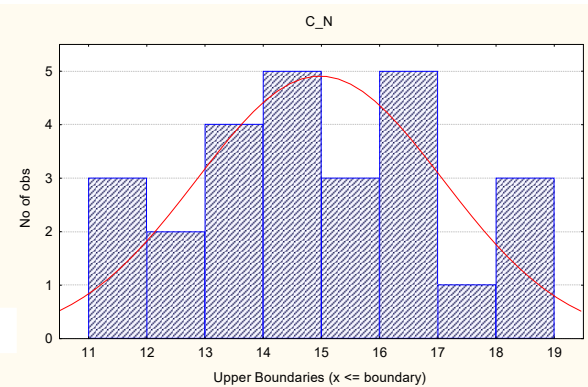
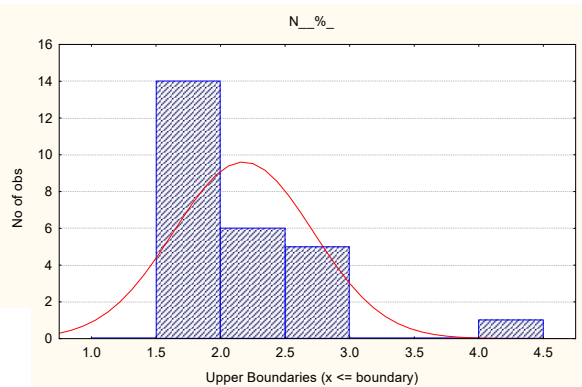
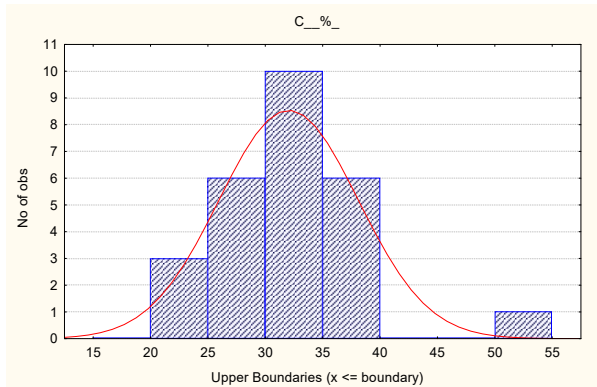
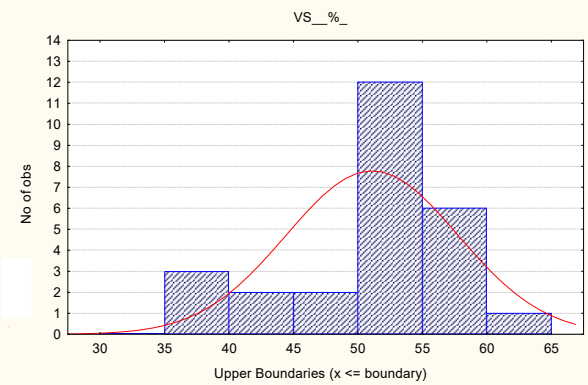
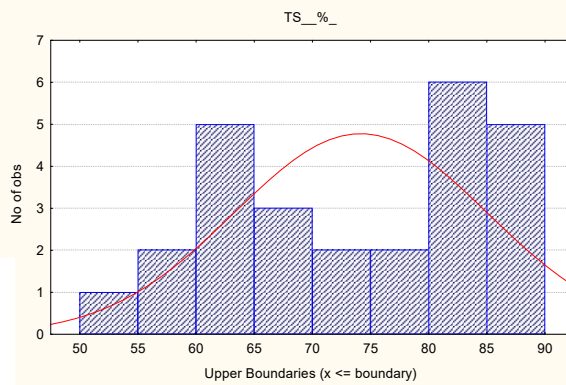
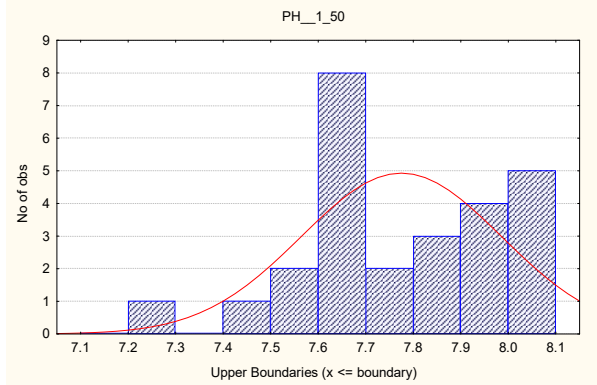


- **L'utilizzo di compost come fonte di P può assumere una funzione rilevante ai fini della nutrizione delle piante e reintegro della sostanza organica per la fertilità dei suoli.**
- **Lo studio della disponibilità del P nei compost tramite estrazione in H₂O può fornire utili indicazioni sulle potenziali capacità nutrizionali a breve termine.**
- **L'impiego di compost può fornire una quantità di P prontamente disponibile di livello interessante che può sostituire, anche se solo parzialmente, la nutrizione fosfatica minerale nell'ottica di un'agricoltura maggiormente sostenibile.**
- **Questo è uno studio preliminare allo sviluppo di tecniche che rendano sempre più conveniente il recupero del fosforo da biosolidi di origine urbana.**



Grazie della vostra attenzione

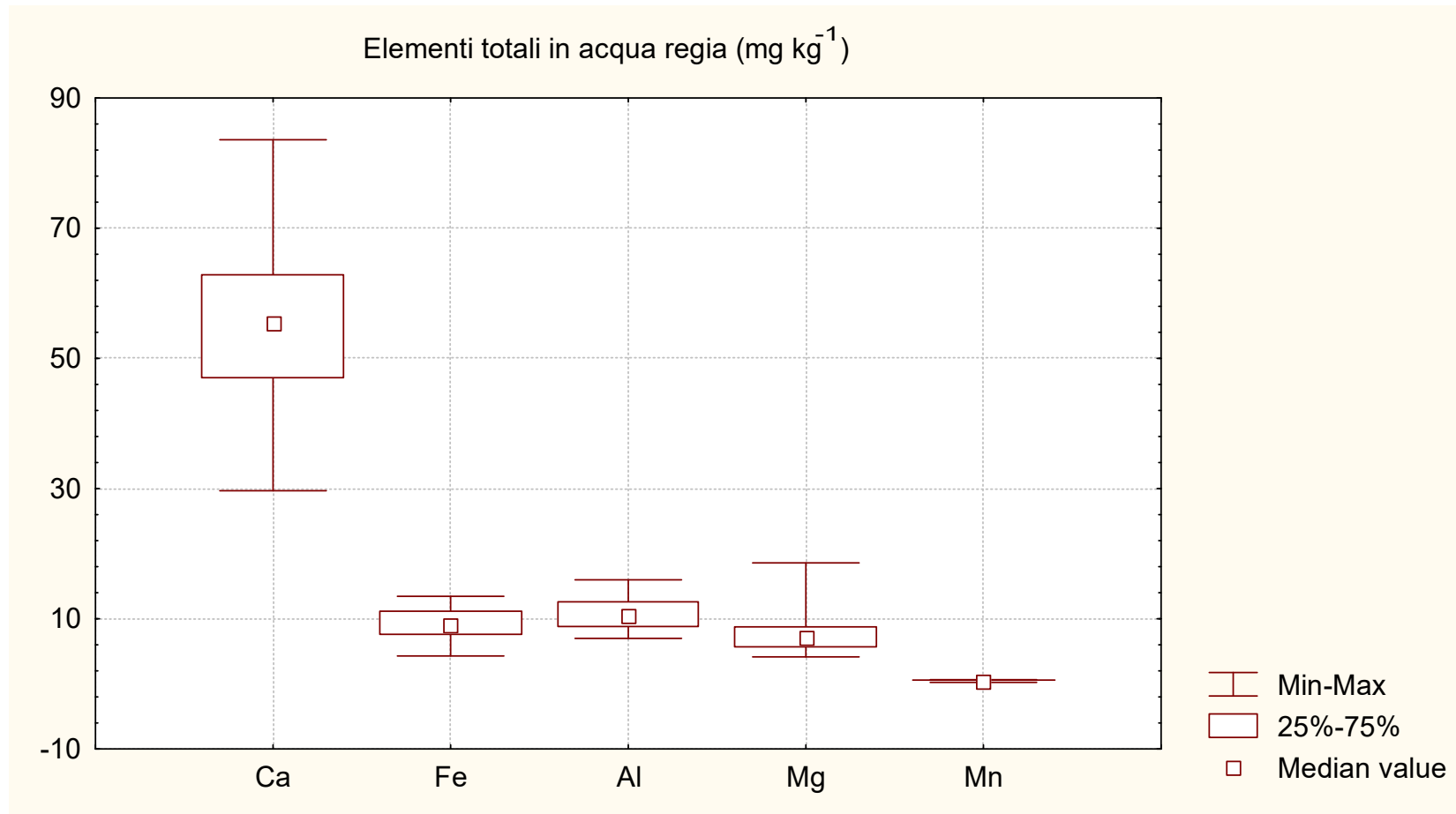
pH, solidi totali (ST), solidi volatili (SV), C, N, C/N



Rappresentazione per classi di distribuzione delle **principali caratteristiche dei compost**

Risultati

Ca, Fe, Al, Mg, Mn



Box-plot degli elementi totali (Ca, Fe, Al, Mg, Mn) in acqua regia