



Mobilità, bioaccumulo e metaboliti dei PCB

Antonio Di Guardo

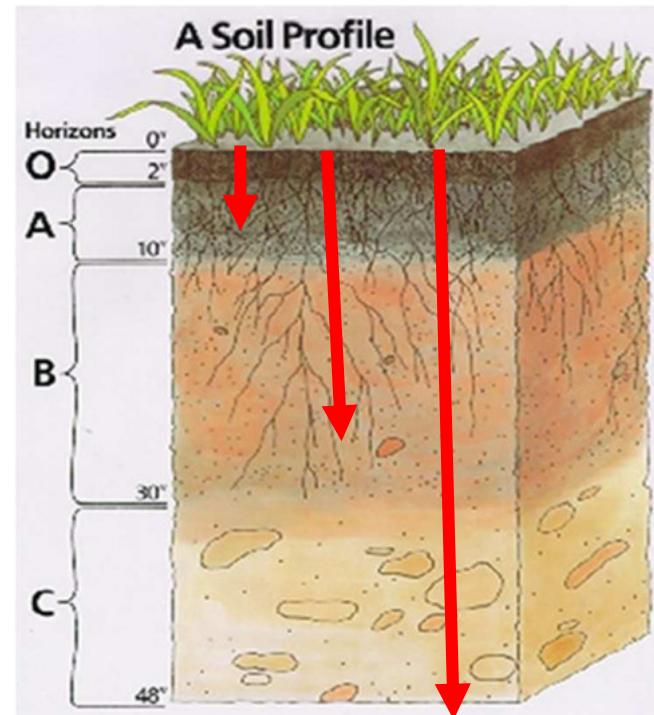
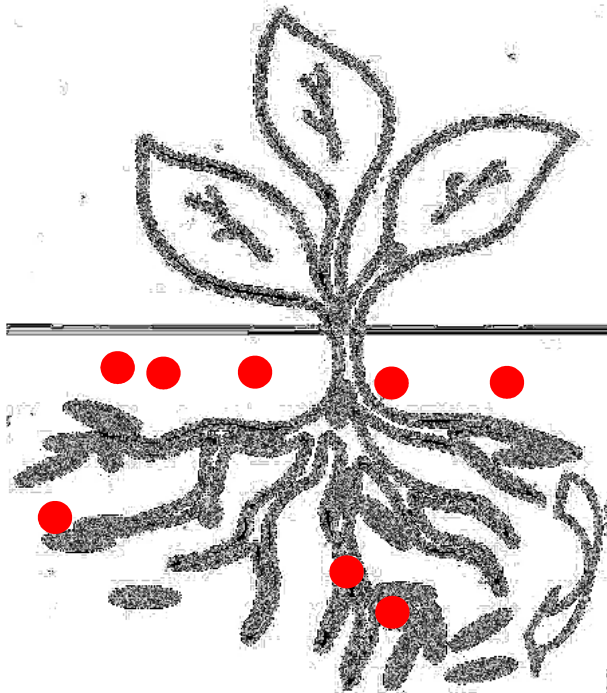
Università degli Studi dell'Insubria

Dip. Scienza e Alta Tecnologia

antonio.diguardo@uninsubria.it

Importanza della mobilità dei PCB

- La **mobilità** nel suolo dei PCB (e/o di sostanze analoghe come diossine e furani) è importante per:
 - degradazione → se si muovono (con acqua e DOC*)
 - potenziale contaminazione della falda



* DOC: carbonio organico disciolto

Importanza di bioaccumulo dei PCB

- Il bioaccumulo è l'incremento di concentrazione di un contaminante nella catena alimentare:
 - **basse concentrazioni** nel suolo → **medie in piante** → **alte in animali e loro prodotti** (latte, formaggi, carne)
 - **incremento** dipende da **bioaccessibilità, persistenza e caratteristiche idrofobiche dei PCB** (generalmente aumenta con numero di atomi di cloro, fino ad un certo punto) → **importante conoscere il fingerprint dei PCB nel suolo**
 - Esistono **modelli** (es. McLachlan, 1996; Czub and McLachlan, 2004) che permettono di calcolare il **bioaccumulo in una catena agricola** a seconda delle caratteristiche delle molecole

Importanza dei metaboliti dei PCB

- La **degradazione** di una molecola organica (come i **PCB**) non porta ad una “distruzione” completa ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}$)
- Si **formano**, man mano che la degradazione procede, **metaboliti** (molecole intermedie) che possono essere:
 - **PCB a minore numero di Cl** → es. da un esacloro-PCB un pentacloro-PCB
 - **Veri e propri metaboliti** → es. OH-PCB

Valutazione della mobilità di PCB con colonne di suolo: esperimento 1

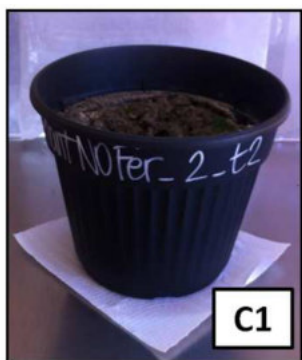
- Valutazione dello spettro di sostanze percolate (PCB)
- Valutazione dei fattori che regolano il movimento e la percolazione:
 - DOC
 - Log Kow dei PCB
 - Condizioni di saturazione o meno del suolo
 - Temperatura



Risultati esperimento 1

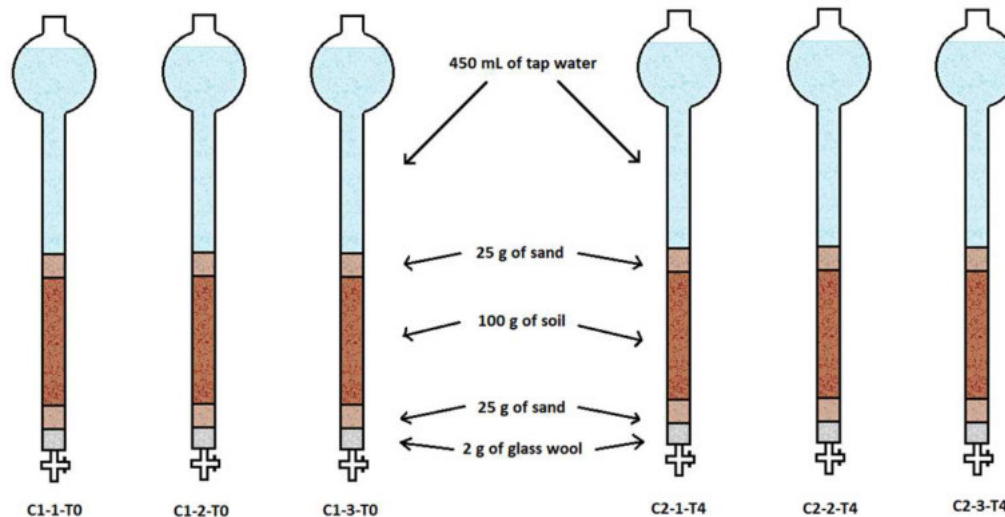
- **DOC** è fondamentale **nell'incrementare la mobilità** nell'acqua del suolo di PCB idrofobici (da tetra in su)
- La **concentrazione del DOC** dipende dalla **degradazione della sostanza organica del suolo** → aumenta con temperature e umidità
- **PCB** si muovono in **acqua + DOC** ma anche **adesi a piccole particelle di suolo**, importante per muovere anche PCB considerati poco mobili (es. PCB 209)

Valutazione della mobilità di PCB con colonne di suolo: esperimento 2



C1

Unplanted control not fertilized at T0



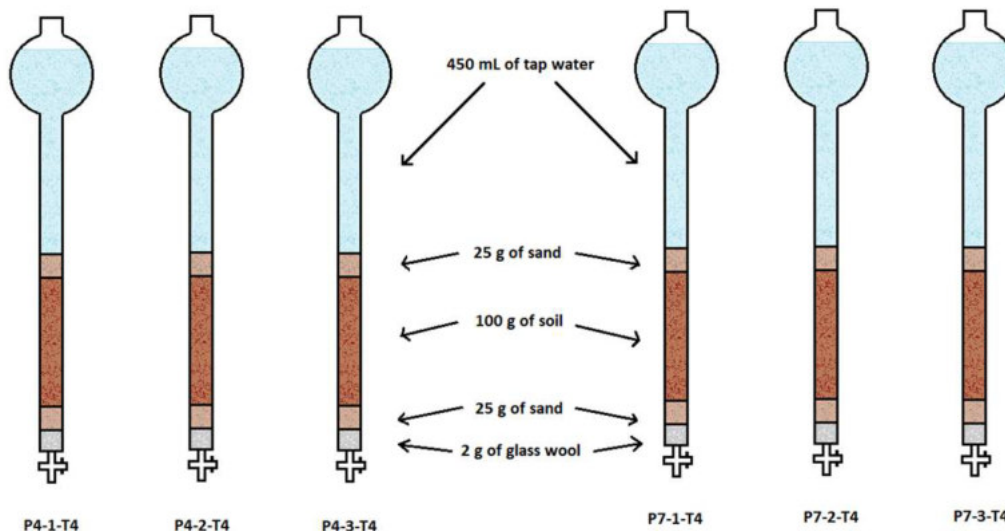
C2

Unplanted control fertilized at T4



P4

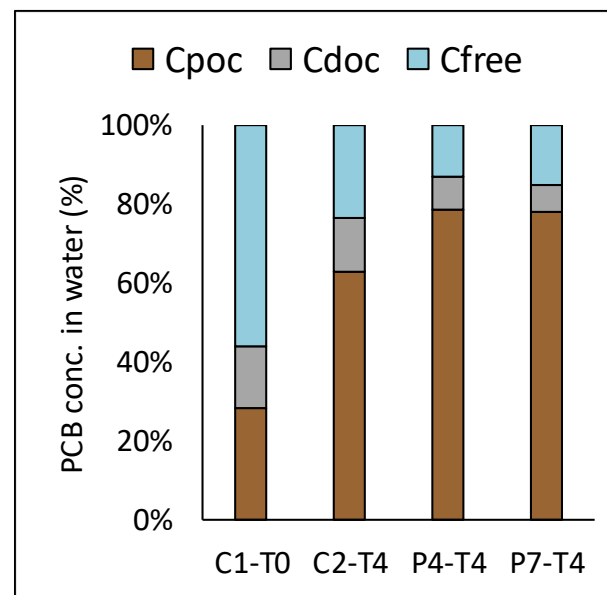
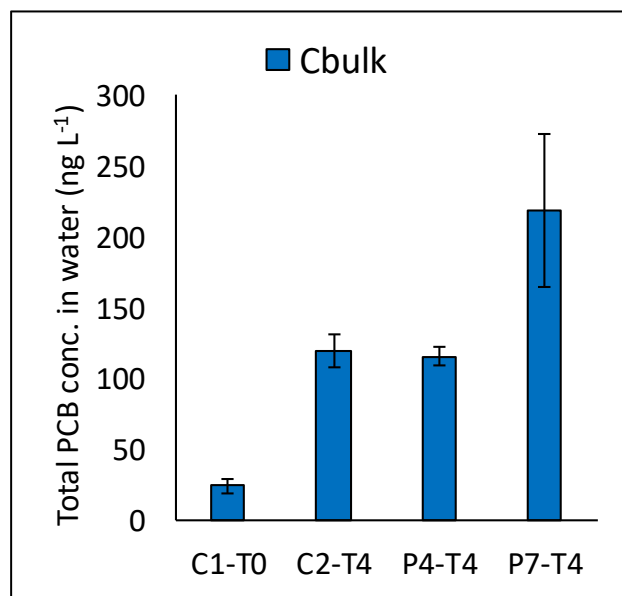
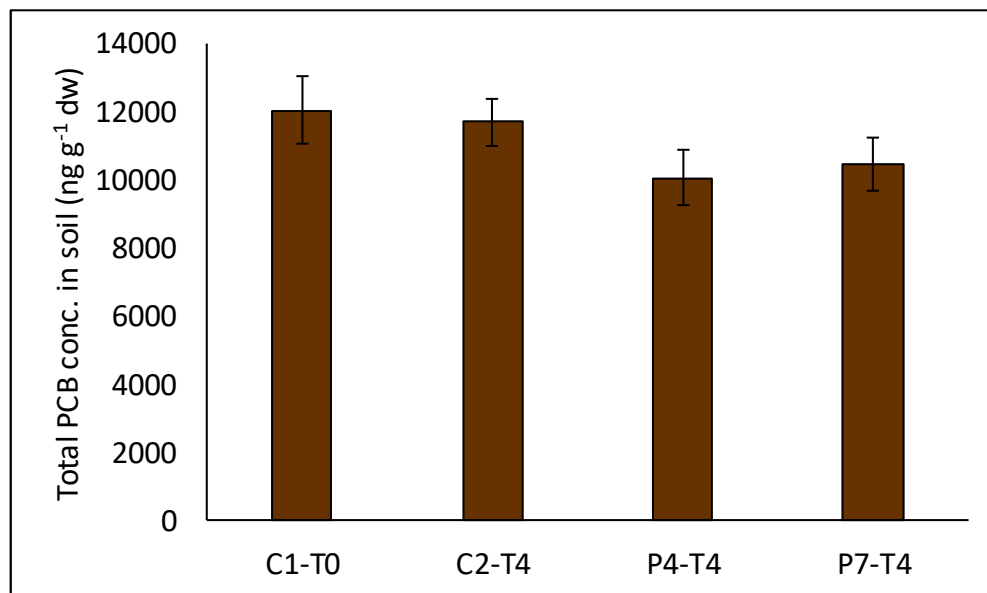
Festuca arundinacea +
Cucurbita pepo ssp *pepo*
at T4



P7

Medicago sativa +
Rhizobium and mycorrhizal
fungi at T4

Risultati esperimento 2



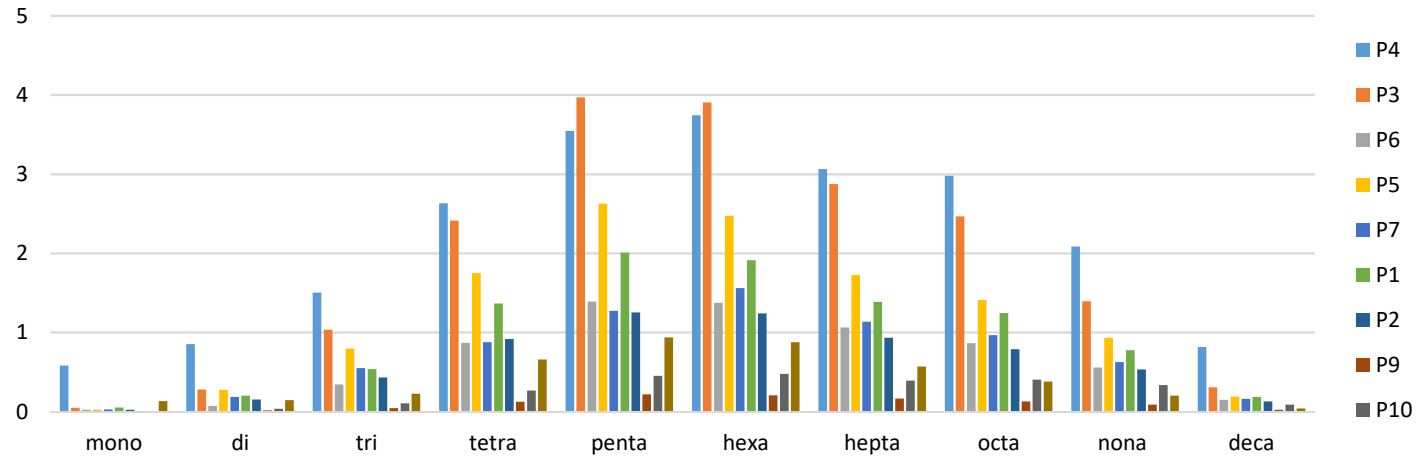
Risultati esperimento 2

- Risultati confermano quelli di esperimento 1 ma in più dicono che:
 - La fertilizzazione (C2-T4) aumenta la mobilità dei PCB → incremento produzione di DOC
 - Movimento particelle di suolo con PCB “adeso” importante in tutti tranne suolo iniziale
 - Tale effetto non differisce da suolo con Festuca
 - Suolo da Erba medica produce concentrazioni in acqua quasi doppie, principalmente per concentrazioni su particelle

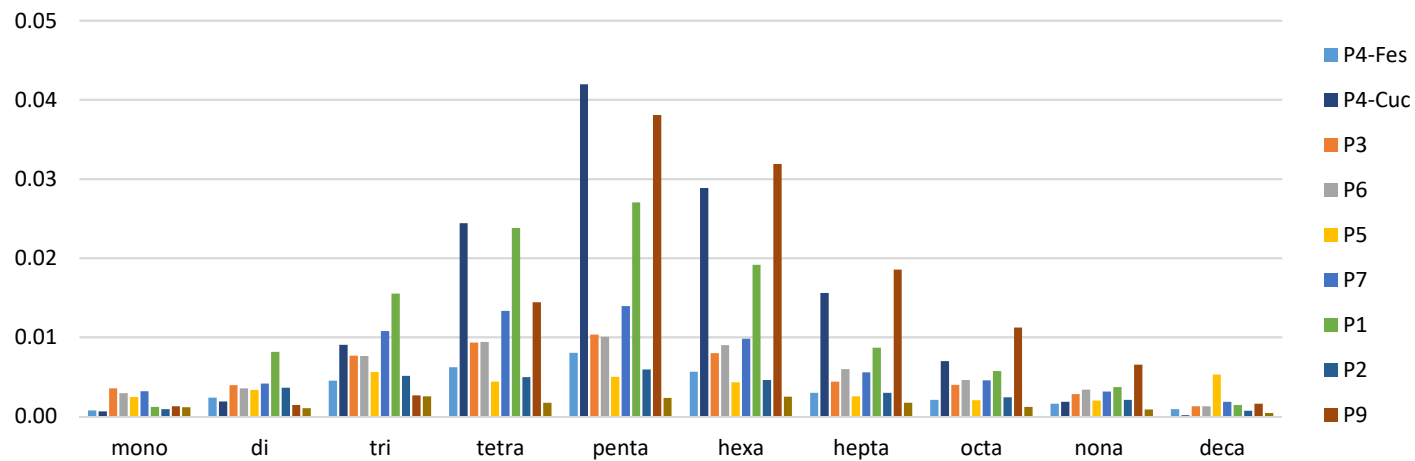
Valutazione del bioaccumulo di PCB negli esperimenti in serra

- Nell'esperimento in serra si è valutata anche la capacità delle piante di bioaccumulare dal suolo i PCB.
- In particolare in:
 - Radici
 - Parte aerea

Accumulo nelle radici (%)

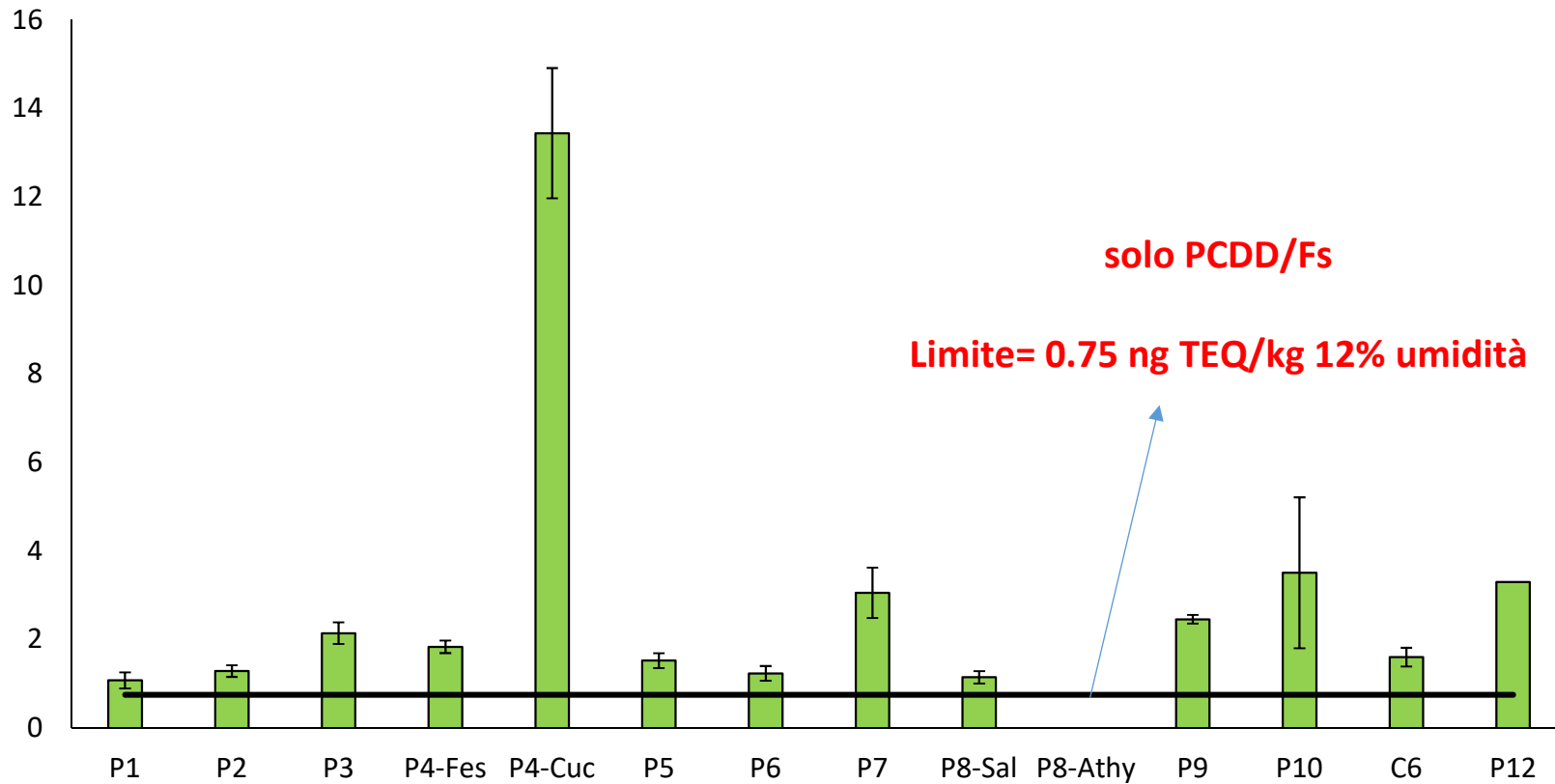


Accumulo nelle foglie (%)

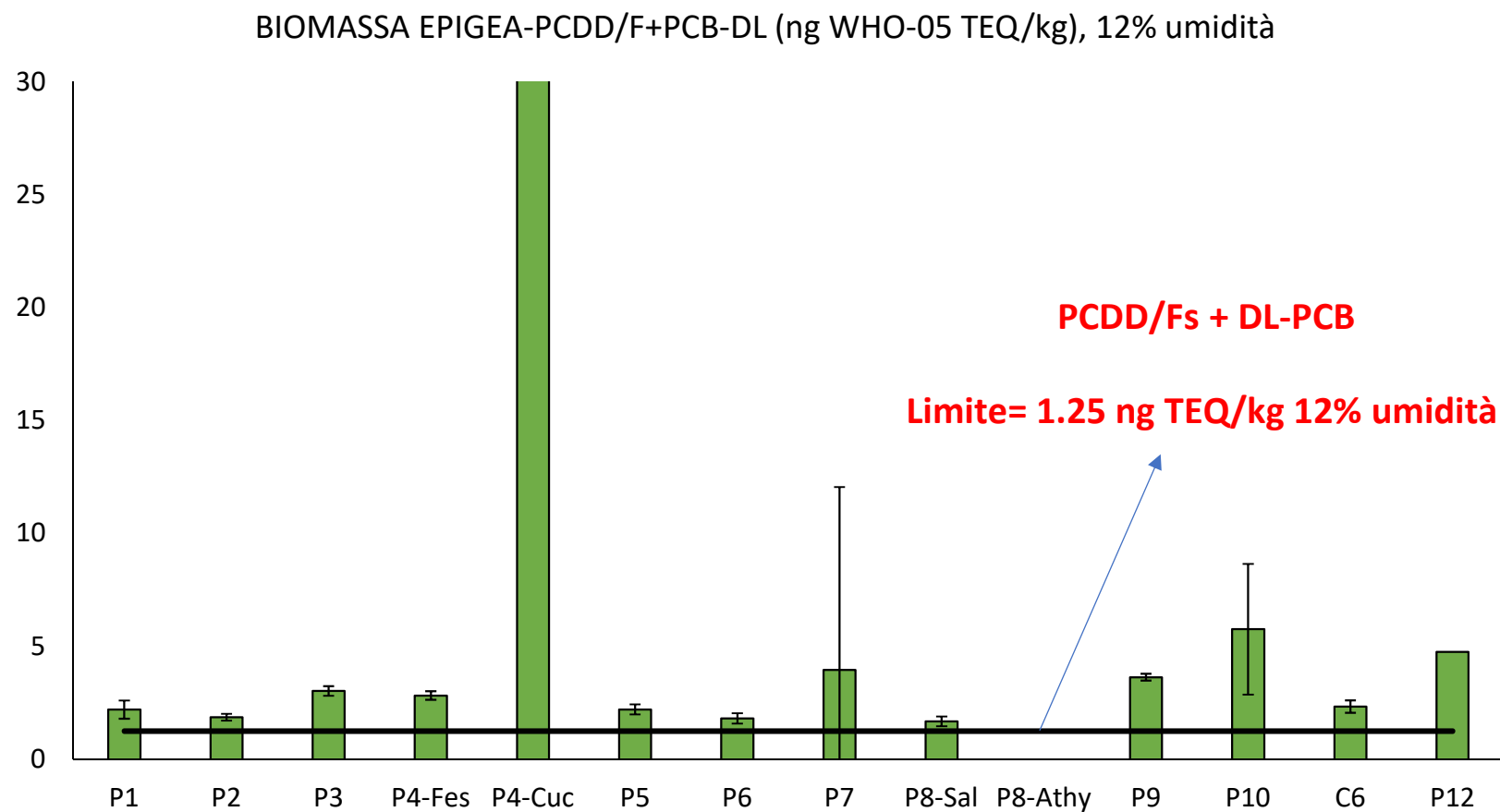


Ma oltre il limite per alimentazione animale? **Si!**

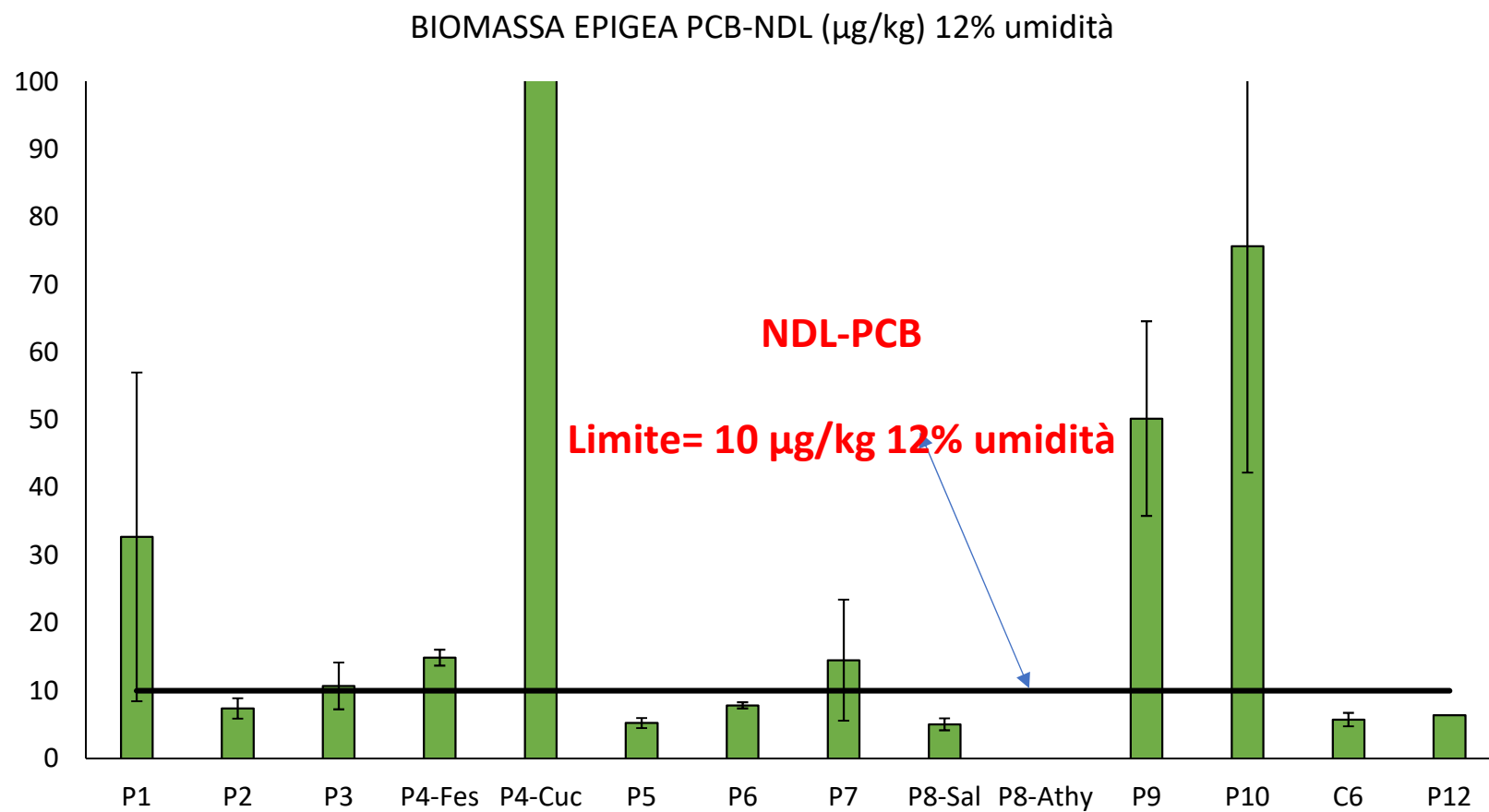
BIOMASSA EPIGEEA-PCDD/F (ng WHO-05 TEQ/kg), 12% umidità



Anche come PCDD/Fs+ PCB-DL



Anche come PCB-NDL (solo 6 ICES)



Risultati:

- Concentrazione nelle radici è generalmente maggiore di quella della parte aerea
 - Radici: più importanti sono P4 e P3
 - Foglie: valori generalmente molto più bassi ad eccezione di P4-Cucurbita (zucca in consociazione con Festuca)
- Dalla letteratura era nota la capacità di traslocazione nella parte aerea delle Cucurbitacee di diossine, si conferma per PCB.
- Sono **generalmente tutte fuori dalle soglie per alimentazione animale**

Metaboliti dei PCB

- I PCB possono produrre molti metaboliti:
 - da semplici PCB con meno clori
 - a OH-PCB o PCB che contengono altri gruppi come metile (PCB-CH₃) o metilsolforati (es. CH₃SO₂-PCB), o PCB contenenti zolfo (es. solfati ecc.)
- Recentemente per questi metaboliti vi è molta attenzione per le proprietà tossiche recentemente evidenziate
- Analisi da noi effettuati sul suolo hanno evidenziato la **presenza di alcuni metaboliti polari**, la cui identificazione è ancora in corso

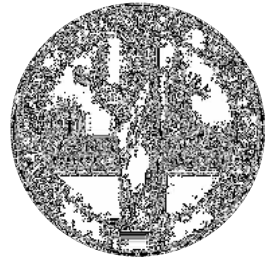
Prospettive future

Necessaria continuazione delle sperimentazioni per:

- messa a punto condizioni di bonifica in campo
- messa a punto capacità e condizioni per fitoestrazione arsenico e mercurio
- bioaugmentation con batteri degradatori selezionati
- Migliorare conoscenze sul destino dei contaminanti e metaboliti durante remediation per evitare contaminazioni di falda/mancata degradazione

In particolare:

- **Interventi di messa a punto generale**
 - Selezione specie per fase di campo
 - Sperimentare in condizioni di campo (es. diversa concentrazione)
- **Presenza e destino metaboliti polari**
 - Chi li produce
 - Come si muovono
 - Uptake in biomassa vegetale
- **Messa a punto condizioni per uptake mercurio e arsenico**
- **Bioaugmentation**
 - Test in vaso per valutare colonizzazione piante e capacità di degradazione in vivo



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



COMUNE DI BRESCIA

- Università degli Studi dell'Insubria - Como
- Università degli Studi di Milano
- Sapienza - Università di Roma
- ERSAF
- Comune di Brescia

Balzamo?

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!