

Biochar Latium

Valorizzazione del biochar prodotto dal
recupero di materiali legnosi di scarto
derivanti da filiere del Lazio

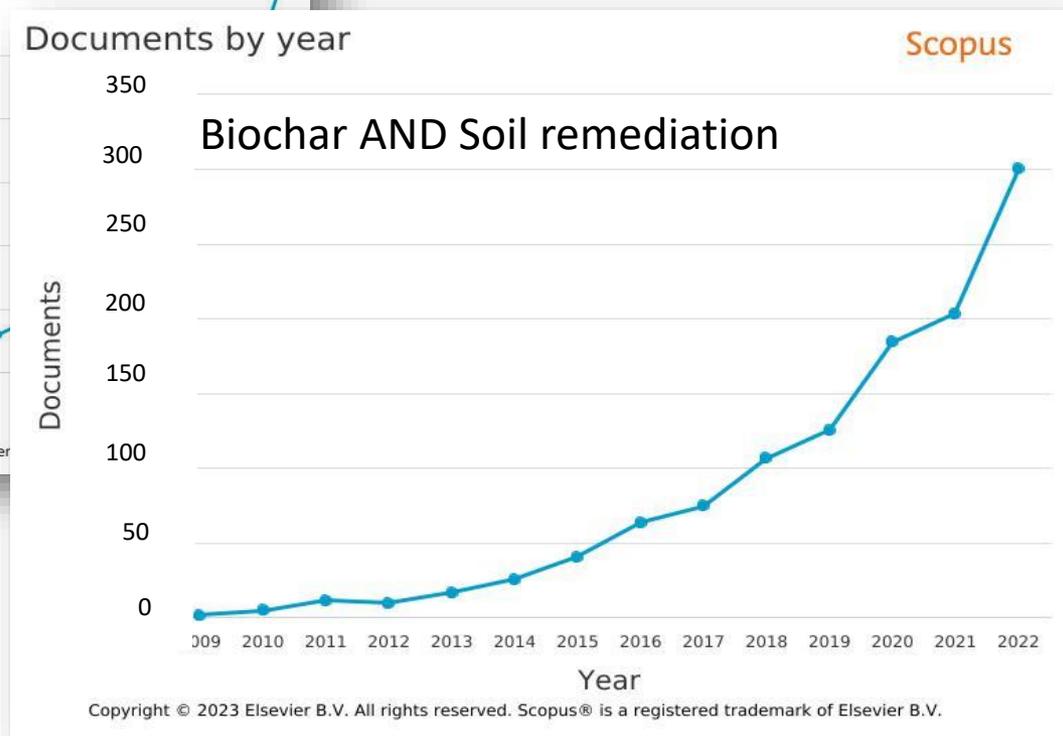
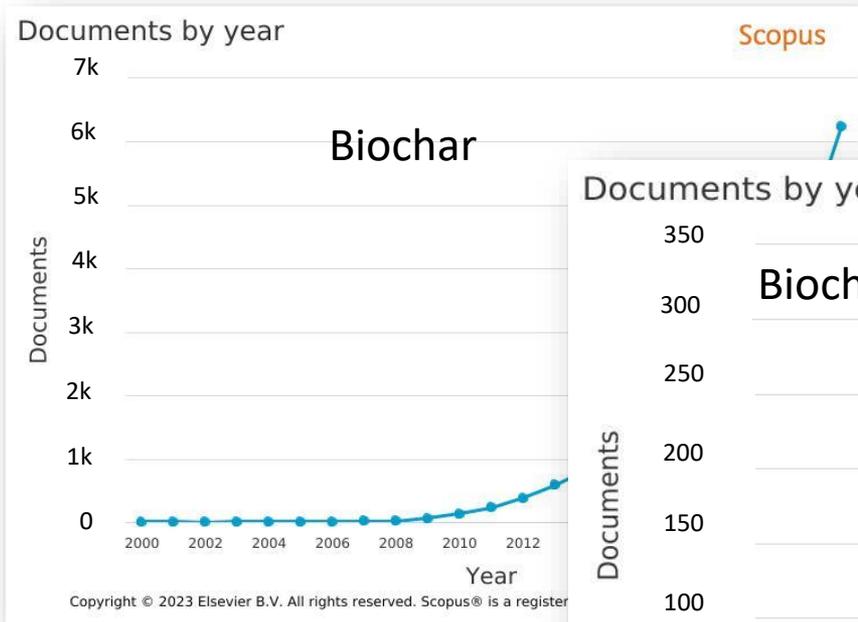
Applicazione del biochar su suoli contaminati

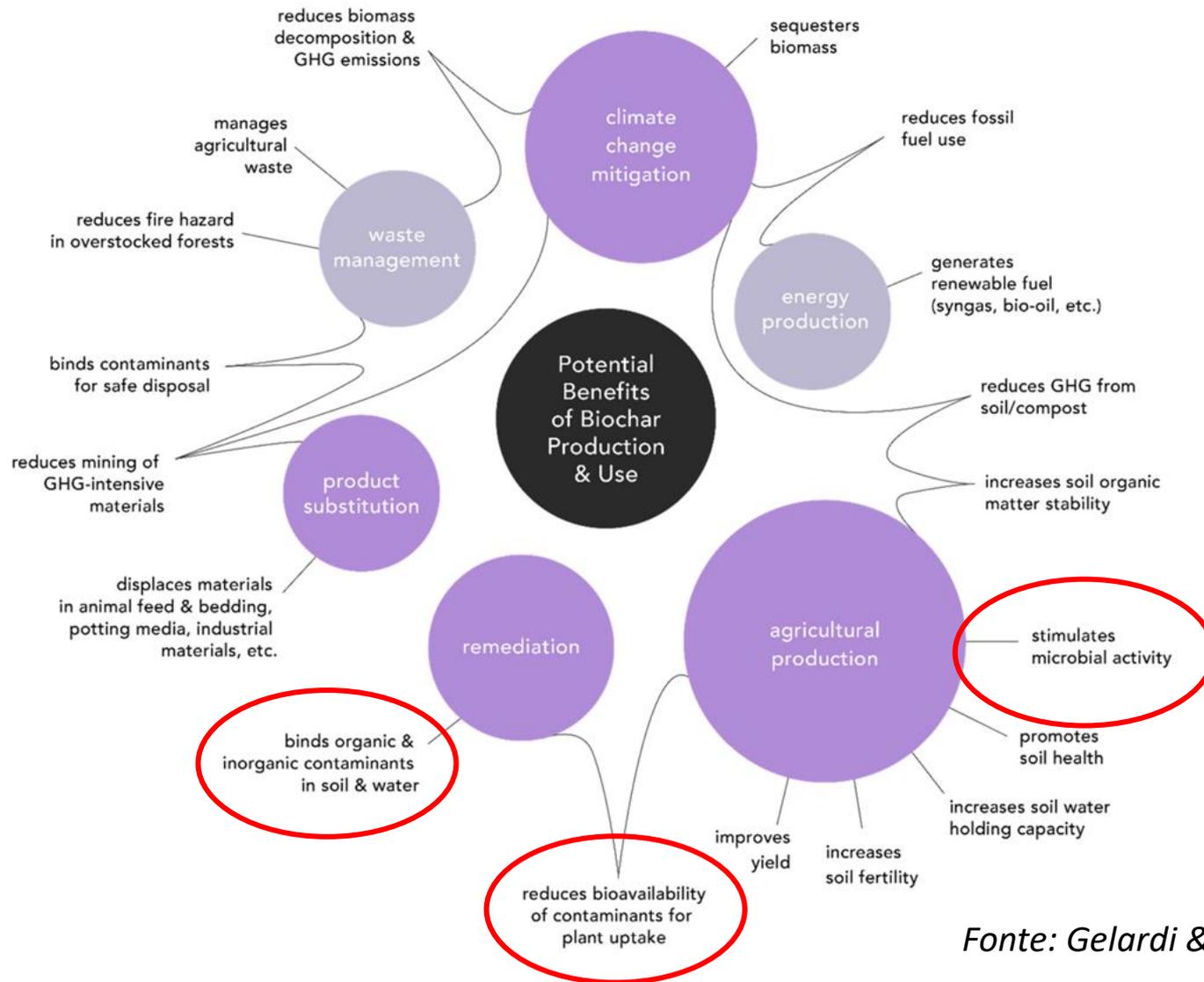
Laura Passatore, Valentina Mazzurco Miritana

Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, IRET-CNR



Letteratura scientifica sull'uso del biochar in bonifica





Fonte: Gelardi & Parikh, 2021

BIOCHAR E METALLI PESANTI

(Cd, Cu, Cr, Zn, Fe...)

Scambio ionico

(varia al variare delle CSC del Biochar e del suolo, meccanismo preponderante in suoli sabbiosi, Uchimiya et al., 2011)

Attrazione elettrostatica

(meccanismo preponderante in suoli argillosi, Uchimiya et al., 2011)

Precipitazione

(varia al variare del pH di suolo e biochar)



Adsorbimento dei metalli al biochar



Immobilizzazione dei metalli



Minore biodisponibilità



Minore rischio

BIOCHAR E CONTAMINANTI ORGANICI

(Idrocarburi, PCB, prodotti fitosanitari...)

ADSORBIMENTO

(Valizadeh et al., 2021; Liping et al., 2021)

- Legami chimici (variano con idrofobicità)
- Compartimentalizzazione tra porzione carboniosa organica e minerale (partitioning)
- Riempimento dei pori (pore filling)
- Forze elettrostatiche (intermolecolari, dipendono da forza ionica)



IMMOBILIZZAZIONE DEL CONTAMINANTE



Minore biodisponibilità



Minore rischio



BIOSTIMOLAZIONE

potenziamento della degradazione microbica

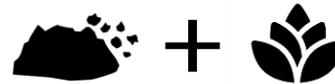
(Beesley et al., 2011; Pino et al., 2016)



DEGRADAZIONE DEL CONTAMINANTE

APPLICAZIONI TECNOLOGICHE

- Fitotecnologie (Biochar + piante)



- Biochar + microorganismi autoctoni



- Bioaugmentation (Biochar + microorganismi specifici)



SCHEMA SPERIMENTALE

Idrocarburi C₁₀-C₄₀: 10.100 mg/Kg
(limite 50 mg/Kg Decreto Ministeriale n. 46, 2019)

Rame: 250 mg/Kg

(limite 200 mg/Kg Decreto Ministeriale n. 46, 2019)



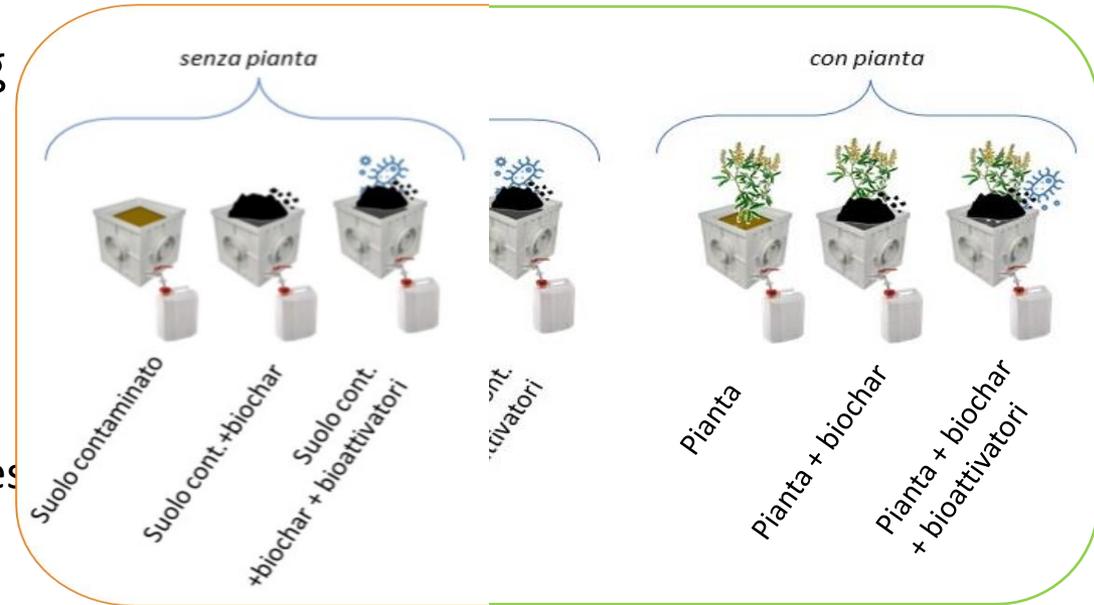
Percentuale biochar/suolo in peso
1% (circa 24 t/ha)



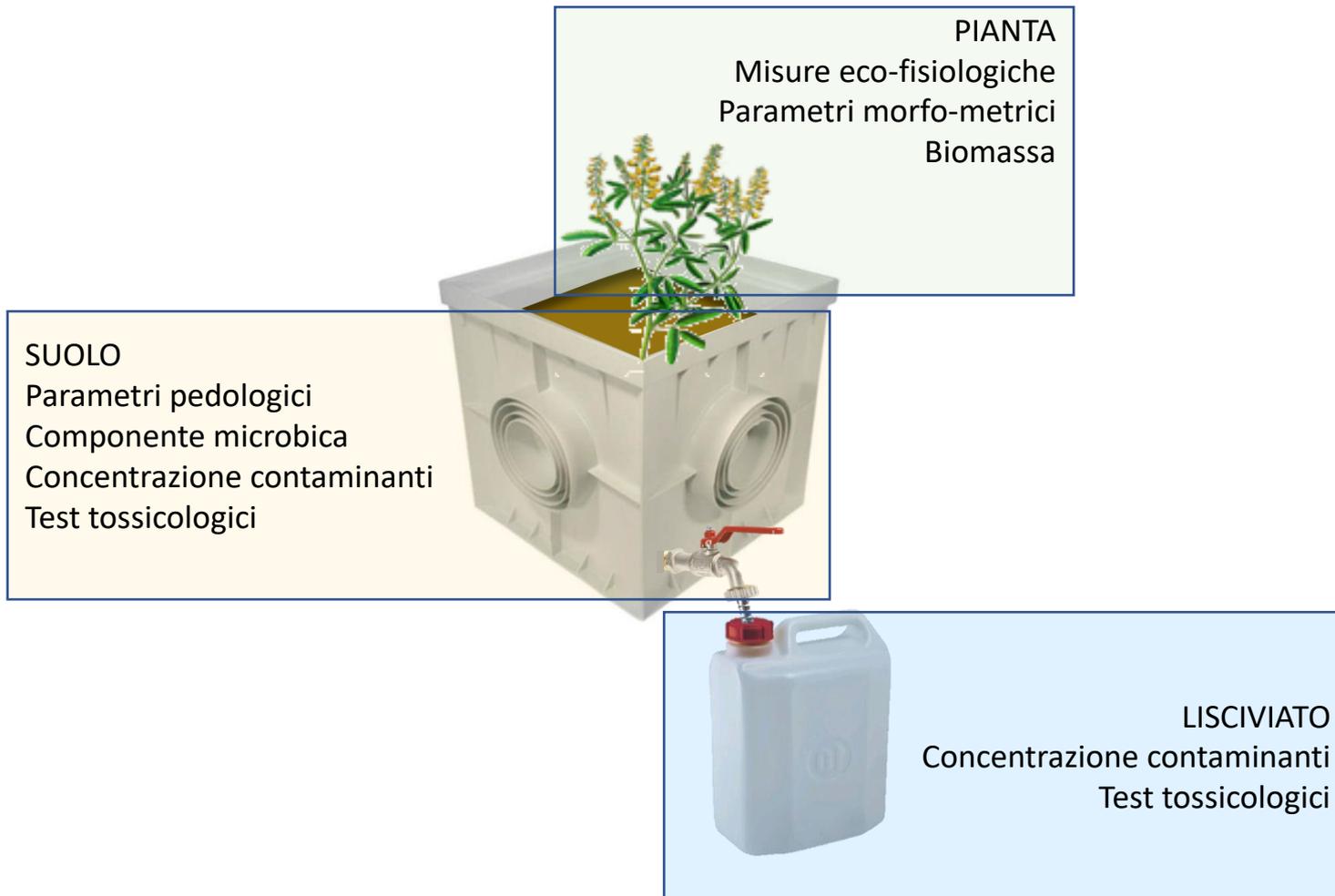
Bioattivatori: prodotto commerciale Eurovix



Pianta: *Melilotus officinalis*



SCHEMA SPERIMENTALE



RISULTATI: CARATTERISTICHE DEL TERRENO

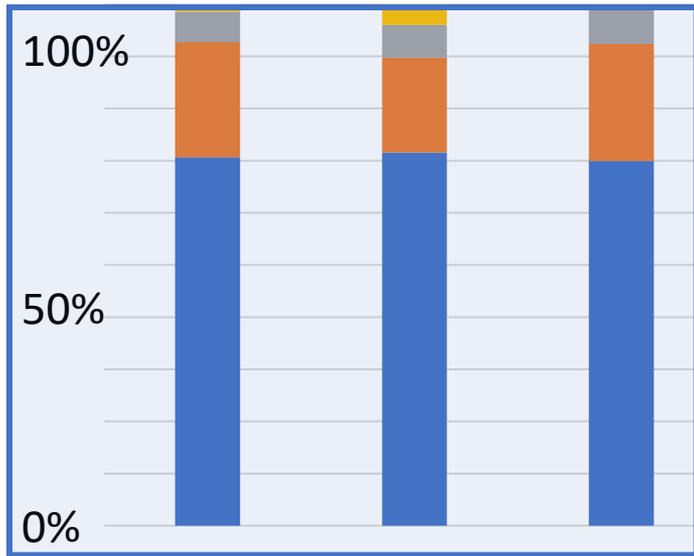
	Suolo contaminato	Suolo + Biochar 	Suolo + Biochar+ Bioattivatori  
pH	6,0 ($\pm 0,01$)c	7,4 ($\pm 0,03$)a	6,8 ($\pm 0,01$)b
CSC (cmol kg ⁻¹)	7,2 ($\pm 0,1$)b	10,4 ($\pm 1,9$)ab	14,3 ($\pm 0,5$)a

RISULTATI: IL METALLO NEL SUOLO

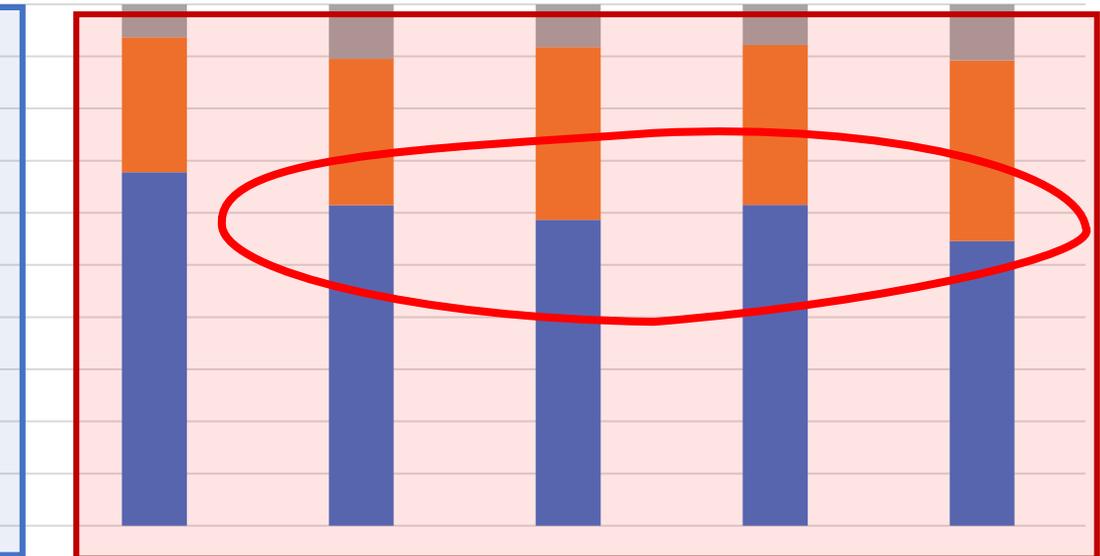
Percentuali di frazionamento del rame



TEMPO INIZIALE



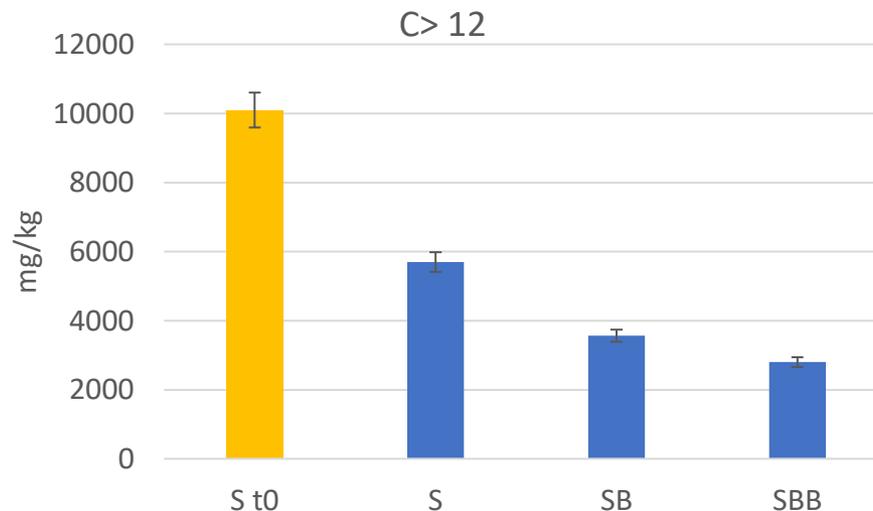
TEMPO FINALE

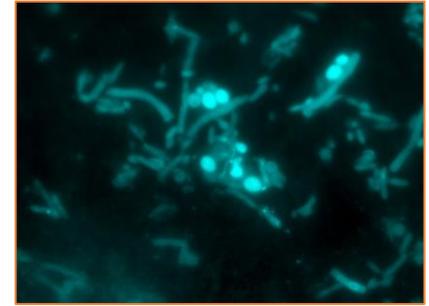
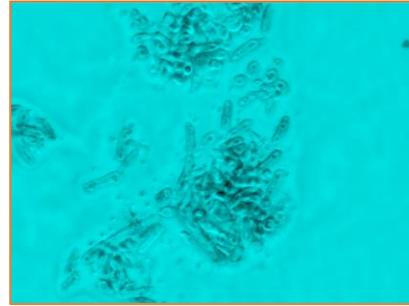
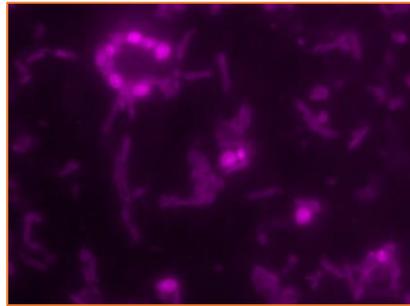
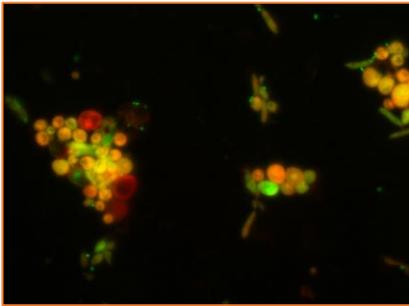


RISULTATI PRELIMINARI: GLI IDROCARBURI NEL SUOLO

Dopo 9 mesi:

- Abbattimento del 44% nel terreno tal quale (attenuazione naturale)- S
- Abbattimento del 65% nel trattamento con biochar- SB
- Abbattimento del 72% nel trattamento con biochar+bioattivatori- SBB

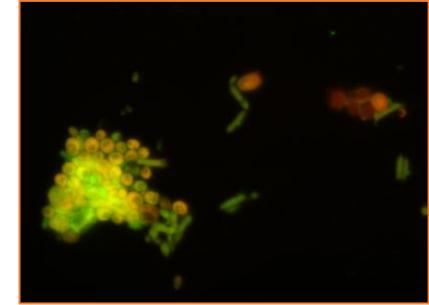
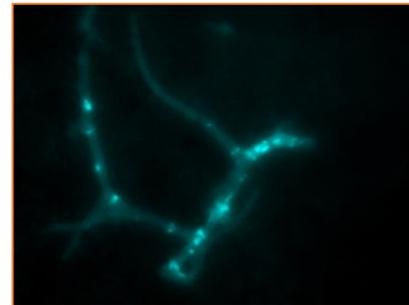
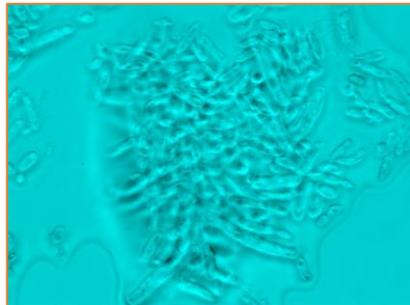
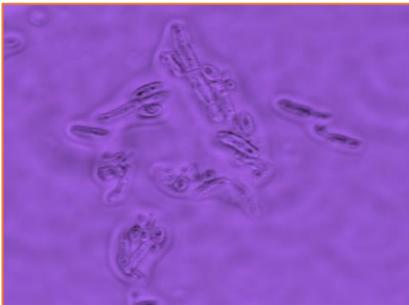




COMPONENTE MICROBIOLOGICA



UBA
Universidad de Buenos Aires



LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL BIOCHAR

Eterogeneità

Proprietà ammendanti

Capacità di scambio cationico

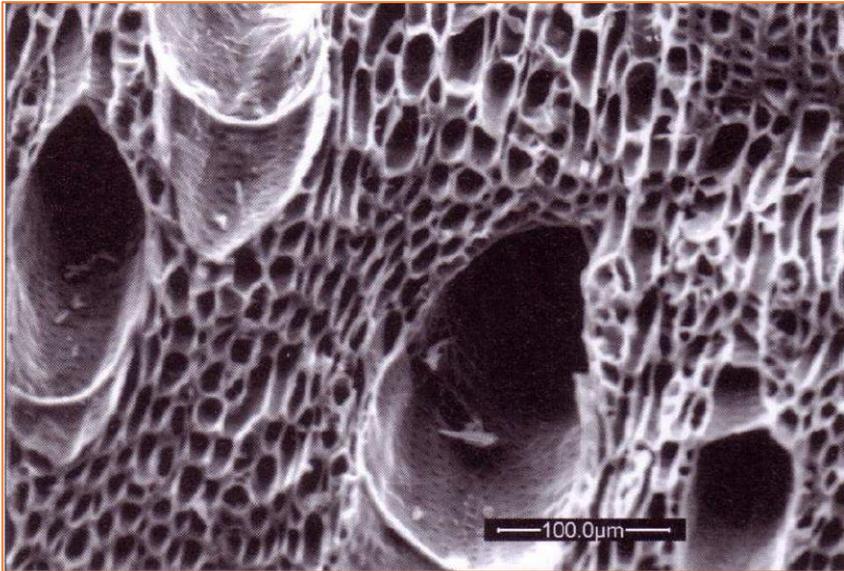
Porosità

Conducibilità elettrica

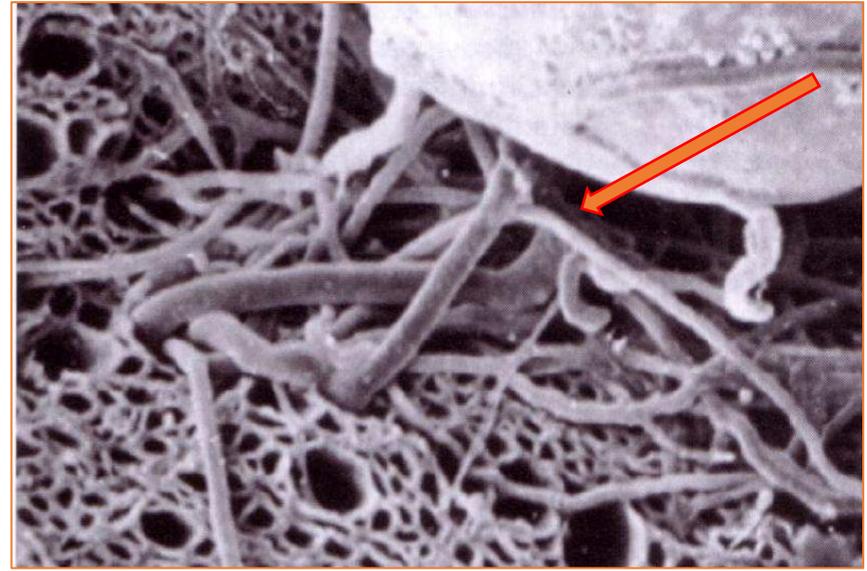
Area superficiale



IL BIOCHAR E LA SUA STRUTTURA COME RISORSA PER LA COMPONENTE MICROBICA



Biochar non colonizzato



Biochar colonizzato da ife fungine

Con la sua struttura porosa il biochar offre una dimensione spaziale e trofica di nicchia ecologica. Costituisce infatti un rifugio per lo sviluppo dei microorganismi, in particolare per i funghi del suolo. La vicinanza tra le componenti microbiche consente l'instaurarsi di interazioni ecologiche

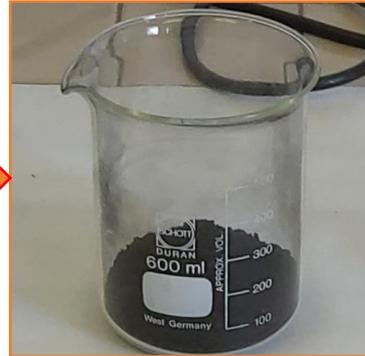
(rif. Yan et al., 2021; Hammer et al., 2014)

BIOCHAR COME CARRIER NELLA STRATEGIA DI BIOAUGMENTATION

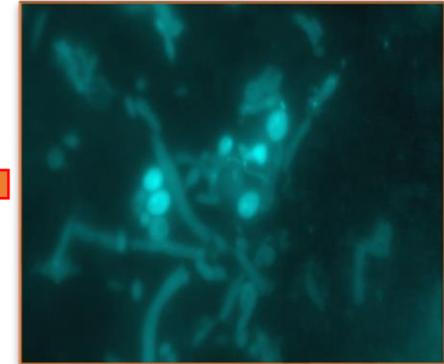
BIOCHAR



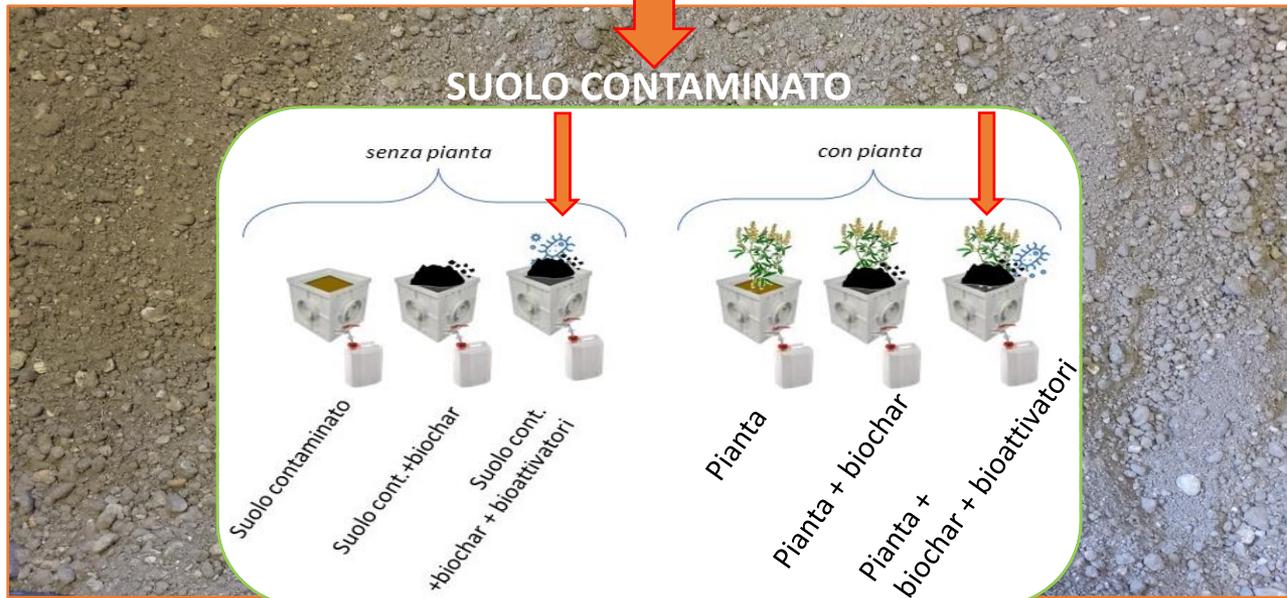
BIOCHAR CONDIZIONATO



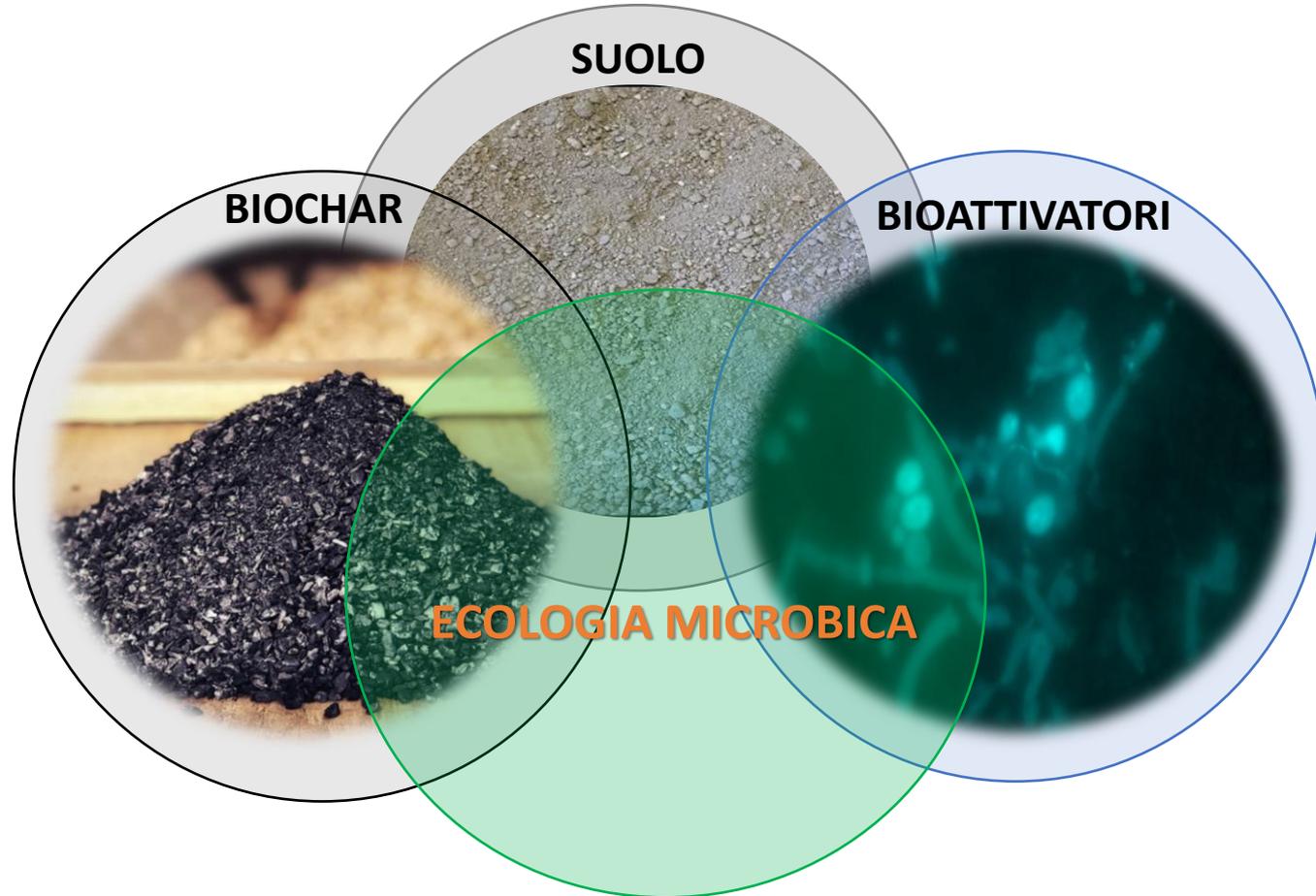
BIOATTIVATORI



SUOLO CONTAMINATO



UN APPROCCIO ALLO STUDIO FONDATAO SUI PRINCIPI DELL'ECOLOGIA MICROBICA



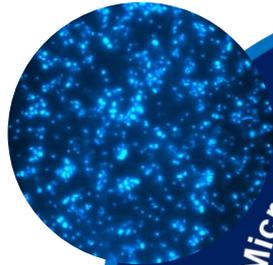
Identificazione e osservazione dei microrganismi nel loro ambiente naturale permettendo lo studio di ceppi non coltivabili

METODI MOLECOLARI PER LO STUDIO DELLE COMUNITA' MICROBICHE DEL SUOLO

METODI DIRETTI

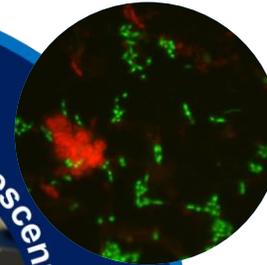
Abbondanza Microbica

Dapi

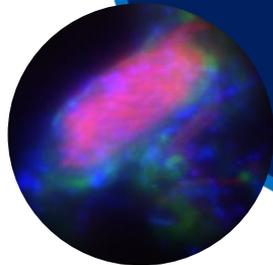
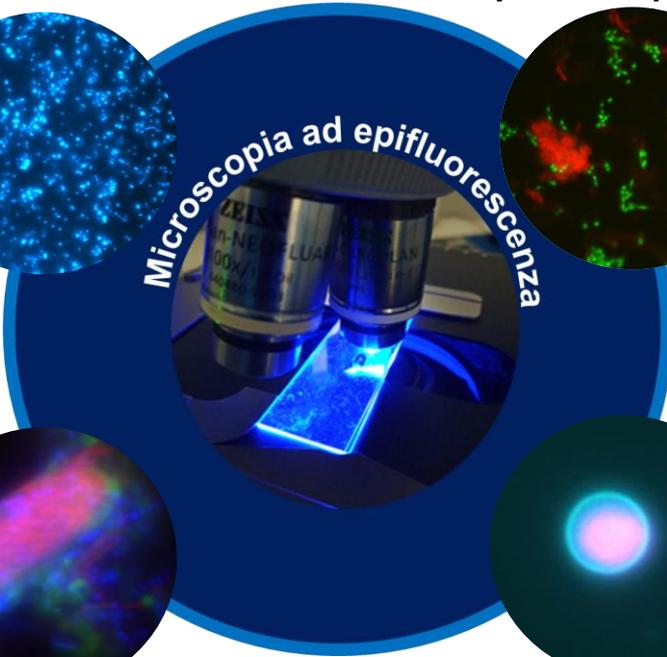


Vitalità/Mortalità microbica

Syto9 – Propidium Iodide



Microscopia ad epifluorescenza

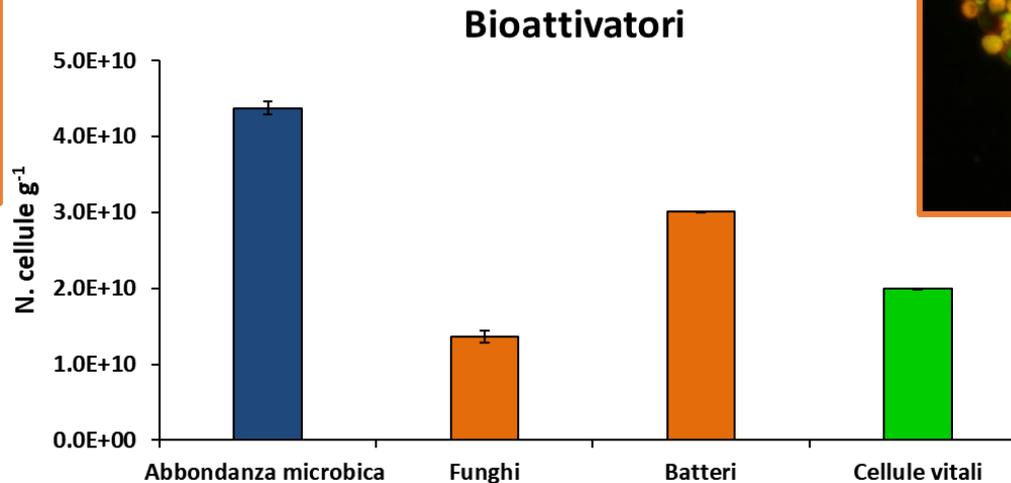
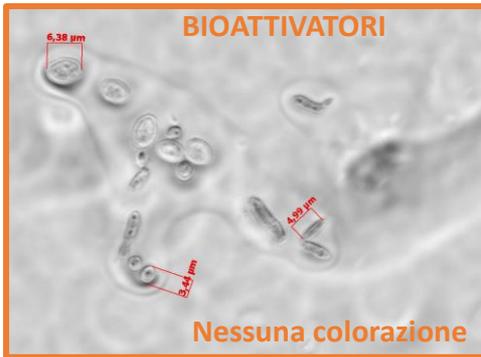


Componenti microbiche attive
Fluorescence In Situ Hybridization

Strutture fungine
Calcofluor-White

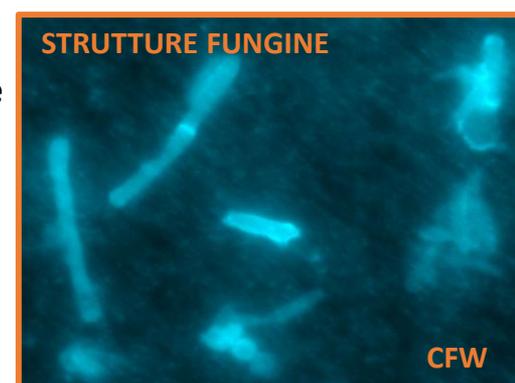


RISULTATI MICROBIOLOGICI



I risultati hanno messo in evidenza:

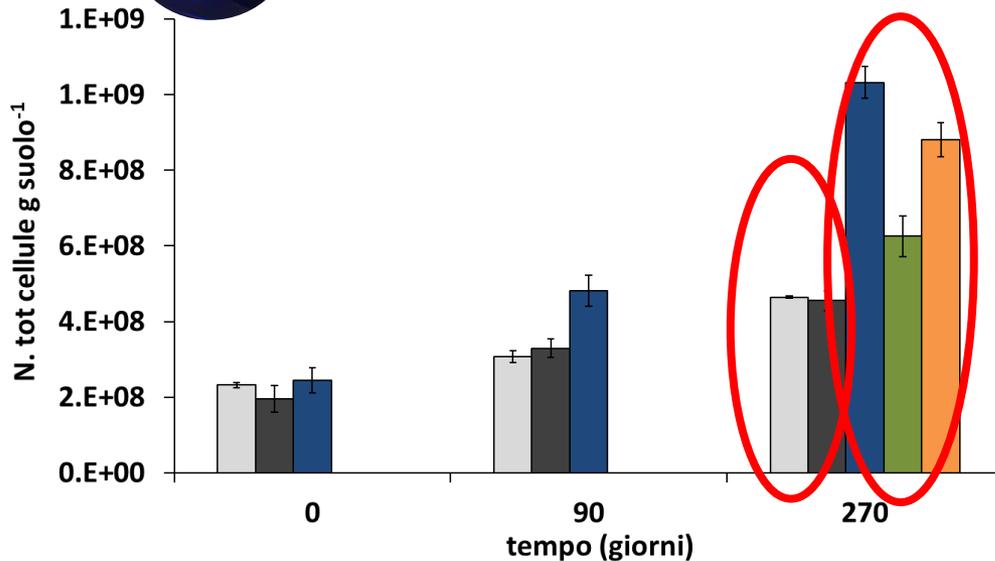
- un consorzio microbico costituito da Batteri e Funghi
- una elevata abbondanza microbica totale iniziale
- presenza di spore fungine
- vitalità cellulare con valori di circa il 50%



RISULTATI MICROBIOLOGICI

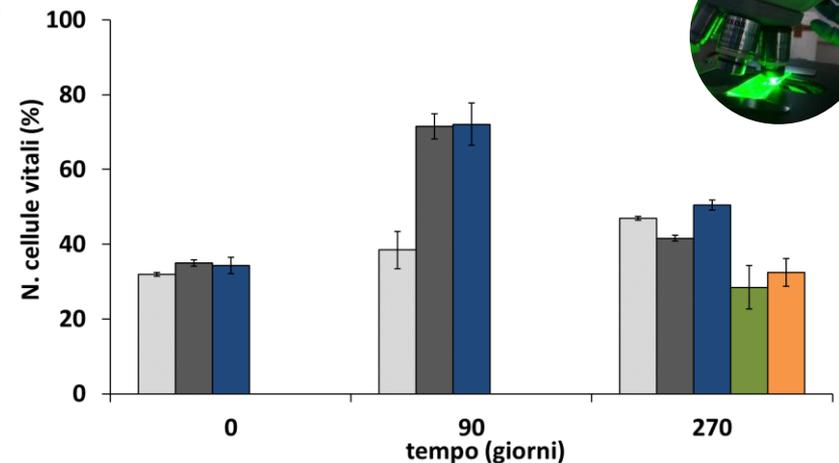


ABBONDANZA MICROBICA



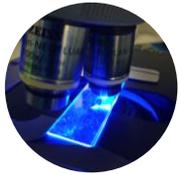
- Suolo contaminato
- Suolo contaminato + Biochar
- Suolo contaminato+Biochar+Bioattivatori
- Suolo contaminato+Biochar+Pianta
- Suolo contaminato+Biochar+Bioattivatori+Pianta

VITALITA' MICROBICA

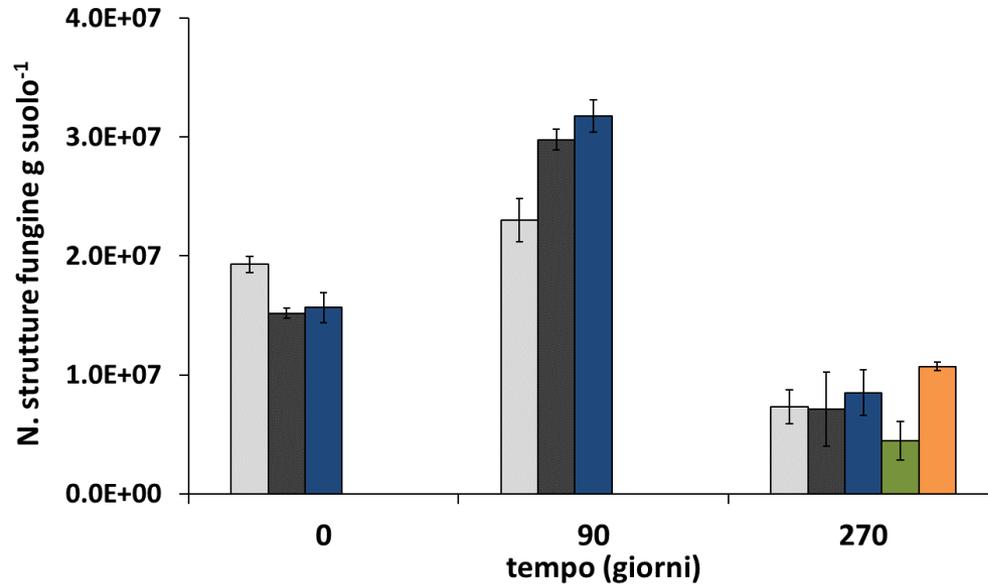


- Aumento dell'abbondanza microbica nel tempo (90-270 gg)
- Abbondanza microbica più elevata nei test con bioaugmentation seguita poi dai test in cui era presente la pianta
- La vitalità microbica diminuisce a fine esperimento e questo suggerisce un'azione selettiva verso alcune popolazioni rispetto ad altre

RISULTATI MICROBIOLOGICI

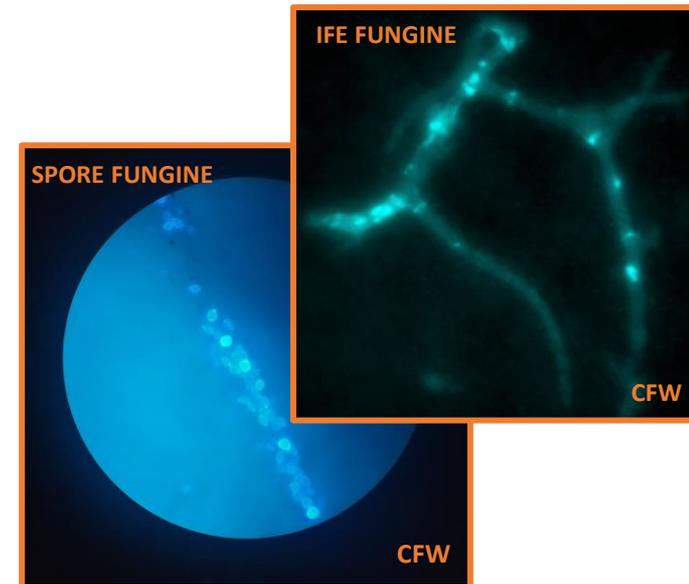


ABBONDANZA FUNGINA



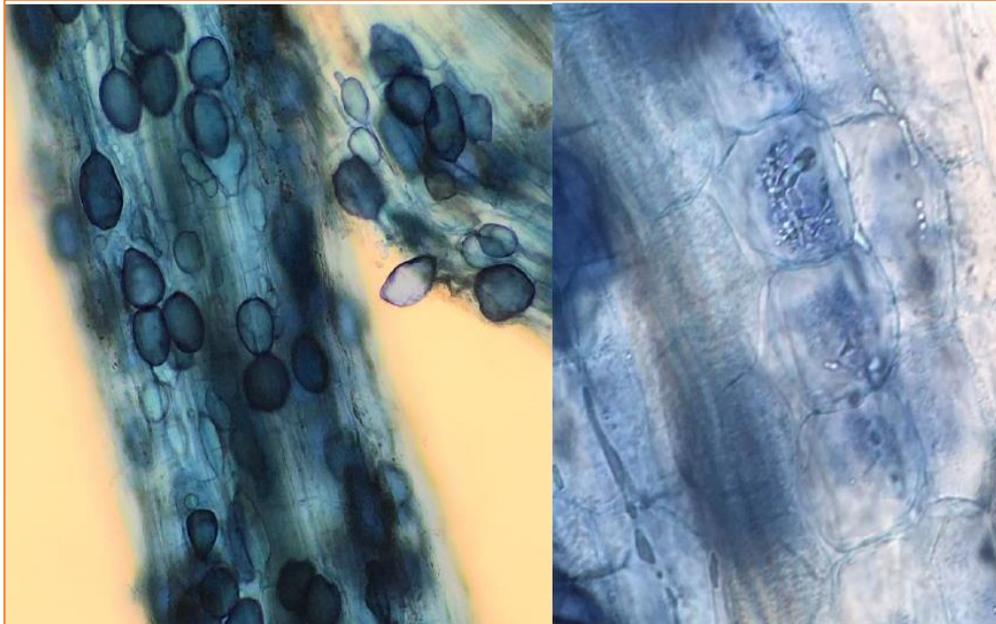
- Suolo contaminato
- Suolo contaminato + Biochar
- Suolo contaminato+Biochar+Bioattivatori
- Suolo contaminato+Biochar+Pianta
- Suolo contaminato+Biochar+Bioattivatori+Pianta

- L'abbondanza fungina aumenta nei primi tre mesi e poi diminuisce in tutte le condizioni sperimentali a fine esperimento (9 mesi), con valori che comunque si attestano intorno a 10^6 - 10^7 .
- Il pH basico finale inibisce, probabilmente, la componente fungina favorendo quella batterica e in particolare quei gruppi microbici in grado di degradare gli idrocarburi



COLONIZZAZIONE DI MICORRIZE ARBUSCOLARI

Biochar+Pianta+Bioattivatori



Biochar+Pianta

Biochar+Pianta+Bioattivatori



Radice con vescicole e arbuscoli di funghi micorrizici arbuscolari

Colonizzazione micorrizica arbuscolare

- **frequenza (% F): valori compresi tra il 43% e il 64%;**
- **l'intensità (% I): valori compresi tra il 70% e l'83%.**

RISULTATI: CRESCITA DELLE PIANTE

	Suolo contaminato + Pianta 	Suolo + Biochar + Pianta 	Suolo + Biochar+ Bioattivatori + Pianta 
Percentuale di sopravvivenza	0%	5%	6%
Altezza (cm) \pm err st	0	20 (\pm 2)	37 (\pm 3)
Biomassa (g) \pm err st	0 	4,0 (\pm 1,2) 	12,5 (\pm 2,1) 

RISULTATI: STATO FISILOGICO DELLE PIANTE



	Contenuto di clorofille ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	Indice degli antociani (u.r.)	Indice dei flavonoli (u.r.)	Indice del bilancio dell'azoto (NBI)
Suolo + Pianta 	22.48 (± 1.13) c	0.173 (± 0.02) a	0.845 (± 0.03) b	28.02 (± 2.67) b
Suolo + Biochar+ Bioattivatori  	24.75 (± 2.69) bc	0.114 (± 0.011) b	0.850 (± 0.03) b	28.71 (± 2.52) b
Suolo + Biochar+ Bioattivatori   	34.20 (± 1.51) a	0.077 (± 0.01) b	0.913 (± 0.03) ab	37.36 (± 0.94) a

RISULTATI: STATO FISILOGICO DELLE PIANTE



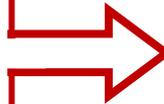
	F_v/F_m	F_v/F_0	ϕE_0	PI_{ABS}
Suolo + Pianta 	0.669 (± 0.018) c	2.09 (± 0.11) c	0.263 (± 0.015) c	0.44 (± 0.05) c
Suolo + Biochar+ Bioattivatori  	0.716 (± 0.013) bc	2.5 (± 0.017) bc	0.327 (± 0.025) bc	0.81 (± 0.16) bc
Suolo + Biochar+ Bioattivatori   	0.790 (± 0.004) a	3.77 (± 0.10) a	0.454 (± 0.016) a	2.46 (± 0.28) a

CONCLUSIONI

- Il **suolo contaminato** presentava una comunità microbica autoctona selezionata naturalmente per degradare gli idrocarburi
- Il **Biochar** ha influito soprattutto sulla **contaminazione inorganica**, riducendo la biodisponibilità del rame.
- Il **Biochar + Bioattivatori** ha influito soprattutto sulla **contaminazione organica**:
 - ➔ stimolando la comunità microbica e favorendo la degradazione degli idrocarburi
 - ➔ favorendo la crescita della pianta

PROSPETTIVE FUTURE

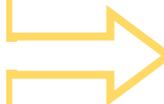
Come influisce il biochar sulle cinetiche degradative dei microorganismi contenuti nei bioattivatori?



Nuovo set di mesocosmi



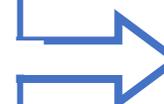
Studiare a livello microscopico l'adesione di contaminanti e ife fungine sulla superficie del biochar



Osservazione del biochar al SEM
(*scanning electron microscope*)



Quali gruppi microbici sono presenti all'interno nei diversi trattamenti del suolo contaminato?



Analisi della comunità microbica
tramite sequenziamento del DNA
Studio dei geni funzionali



Biochar Latium

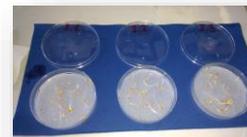
Valorizzazione del biochar prodotto dal
recupero di materiali legnosi di scarto
derivanti da filiere del Lazio

Grazie

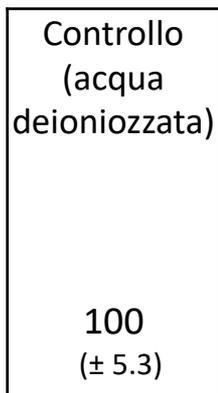
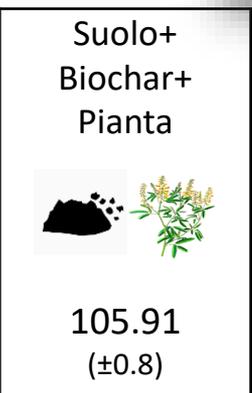
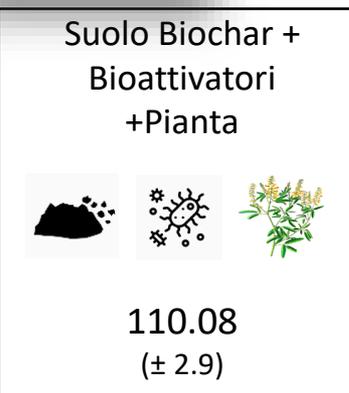
laura.passatore@cnr.it

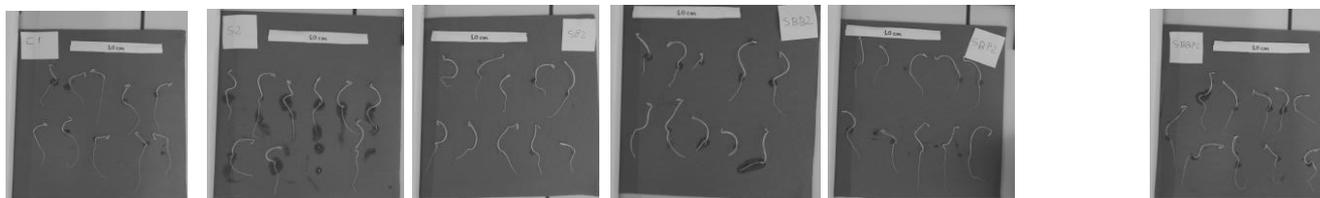
valentina.mazzurcomiritana@iret.cnr.it

RISULTATI: TEST DI GERMINAZIONE CON *L. SATIVUM*



INDICE DI GERMINAZIONE PERCENTUALE (%)

Controllo (acqua deionizzata)	Suolo contaminato	Suolo+ Biochar	Suolo + biochar+ bioattivatori	Suolo+ Biochar+ Pianta	Suolo Biochar + Bioattivatori +Pianta
					
100 (± 5.3)	98.70 (±2.7)	96.50 (± 1.6)	92.79 (± 7,0)	105.91 (±0.8)	110.08 (± 2.9)



TEST TOSSICITA' SU SUOLO

