

**Biowaste: XXV Conferenza sul Compostaggio e Digestione Anaerobica**

*Rimini, 8 novembre 2023*

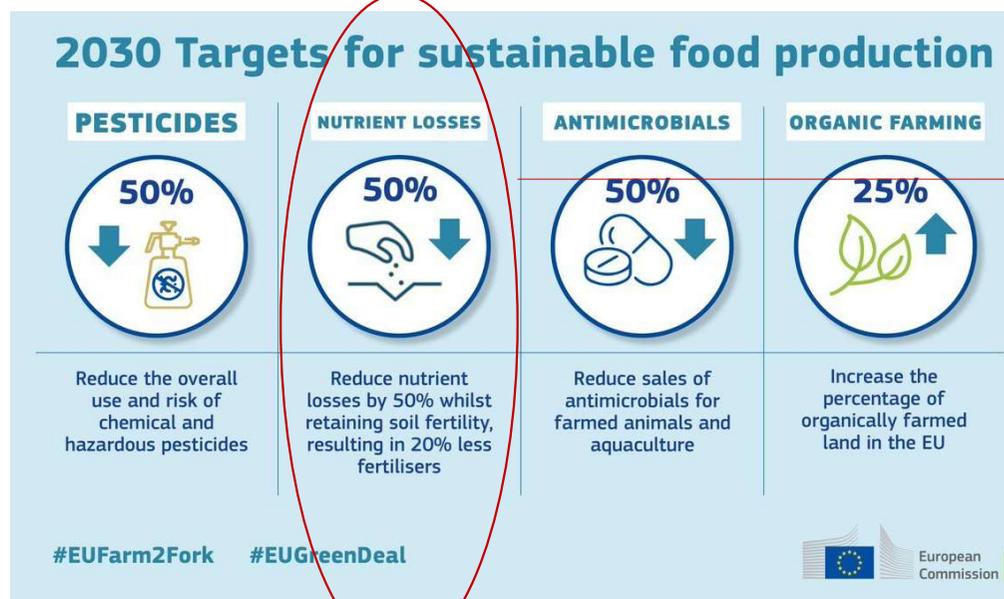
**Fertilizzanti organici ottenuti da differenti processi di trattamento  
Effetti al suolo e ruolo nella decarbonizzazione**

*Daniela Bona*

Fondazione Edmund Mach, Centro Ricerca e Innovazione,  
San Michele all'Adige (Trento)

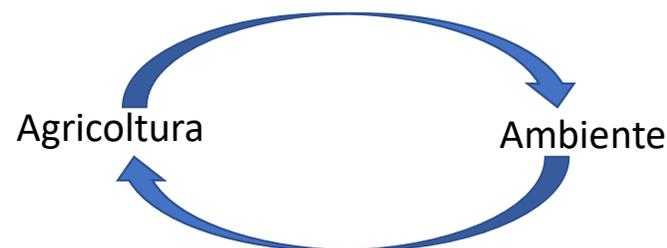
## Contesto

- Valorizzazione di biomasse di scarto e rifiuto (Economia Circolare; Bioeconomia)
- Necessità di sostituire prodotti di sintesi con prodotti organici (Bioeconomia; Strategia Farm to Fork)



### Obiettivi al 2030:

- **50%:** riduzione della perdita di nutrienti (lisciviazione; emissione; volatilizzazione)
- **20%:** riduzione impiego di nutrienti (gestione della fertilità dei suoli)



## Bioeconomia circolare.



## Caratterizzazione fertilizzanti...un approccio agro-ambientale.



### Agronomico

- Nutrienti, micronutrienti, sostanza organica
- Assenza composti tossici
- Effetti sulla crescita delle piante
- Effetti sulla fertilità dei suoli

### Ambientale

- Perdita nutrienti per lisciviazione
- Stabilità biologica
- Volatilizzazione
- Emissione ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ )
- Stoccaggio del C

# Quali prodotti?

Compost

Digestati

Effluenti

Biochar

Hydrochar

Co-Compost

COMPOST

HYDROCHAR

BIOCHAR 3

BIOCHAR 2

BIOCHAR 1



Test di laboratorio

Monitoraggio suoli agrari

Campi sperimentali

# Prodotti «innovativi»: il caso dell'hydrochar



## **Hydrothermal Carbonization (HTC):**

- Processo termochimico
- Temperatura di reazione: range 180 – 250 °C
- Durata della reazione: range 1-8 h
- acqua in pressione (P di saturazione)



Prodotti HTC

50 – 80% Solido  
(Hydrochar)

5 – 35% Liquido  
(HTC-Liquor)

5% Gassoso  
(HTC – GAS)

Trattamento di biomasse ad elevato contenuto di umidità  
Riduzione in volume  
Potenziale ricircolo del liquor

# Valorizzazione agronomica dell'hydrochar

-



## Fitotossicità

- Fitotossicità alla germinazione
- Effetti sulla crescita delle piante



## Stabilità biologica e C org

- Composti organici facilmente degradabili
- Respirazione del suolo ed Emissione di CO<sub>2</sub>



## Impatti e composti inquinanti:

- Metalli ed IPA
- Emissione di NH<sub>3</sub> ed N<sub>2</sub>O
- Composti dovuti alla reazione idrotermica

+



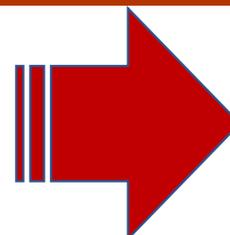
## Buon contenuto in carbonio, nutrienti e micronutrienti



## Fosforo



## Presenza di composti fito-stimolanti



Post-trattamenti;  
Invecchiamento, trattamento aerobico;  
rimozione dei metalli



### Fitotossicità

- HC fitotossico all'aumentare della dose
- Il post – trattato (miscela 1:1 compost hydrochar, mantenuta in cumulo passivo rivoltato), fitostimolante rispetto al solo compost
- Presenza di potenziali composti organici fitostimolanti

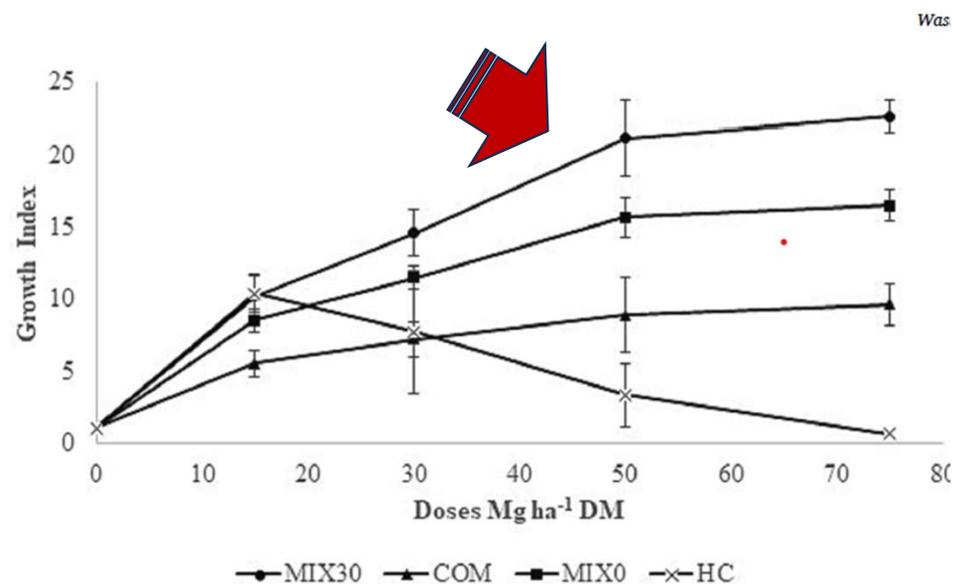
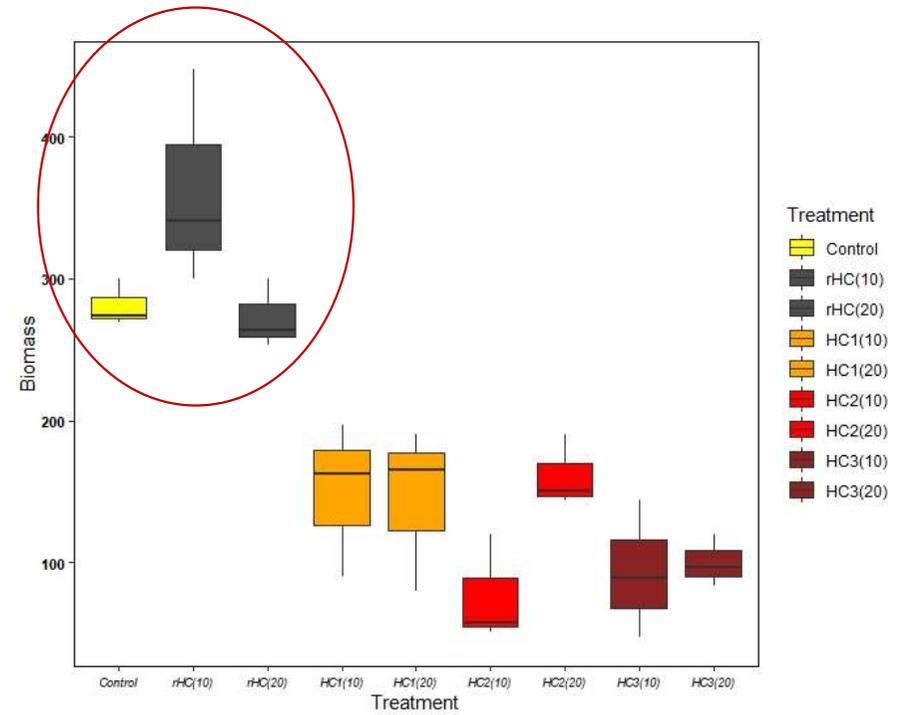


Fig. 1. Growth index trend for the doses tested in the phytotoxicity test.

Bona, D., Bertoldi, D., Borgonovo, G., Mazzini, S., Ravasi, S., Silvestri, S., ... & Tambone, F. (2023). Evaluating the potential of hydrochar as a soil amendment. *Waste Management*, 159, 75-83.





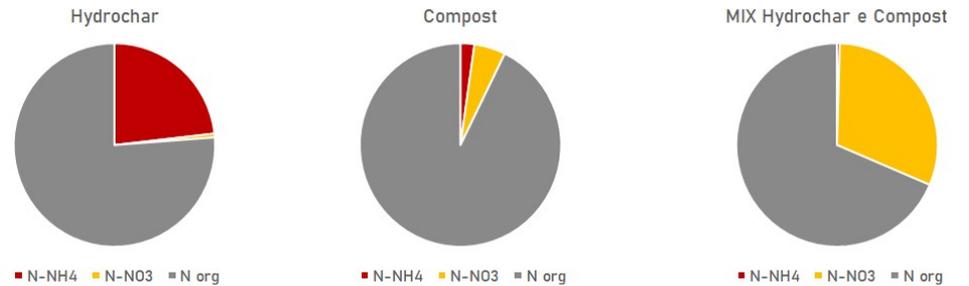
### Effetti sulla crescita delle piante

- HC stimola la crescita delle piante (a dosi inferiori)
- Presenza di nutrienti facilmente disponibili.

Bona, D., Lucian, M., Feretti, D., Silvestri, S., Zerbini, I., Merzari, F., ... & Volpe, M. (2023). Phytotoxicity and genotoxicity of agro-industrial digested sludge hydrochar: the role of heavy metals. *Science of The Total Environment*, 871, 162138.



Progetto HTC-Upfield, 2019-2021 (Lg.6 PAT)

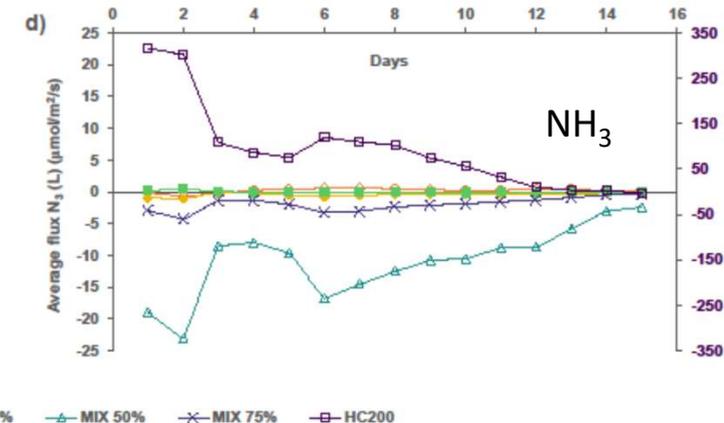
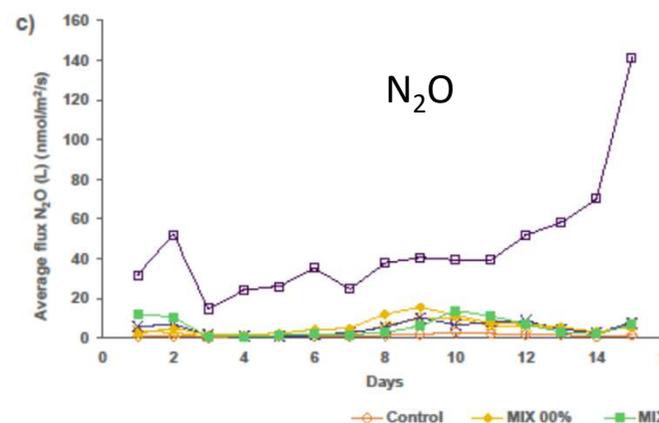
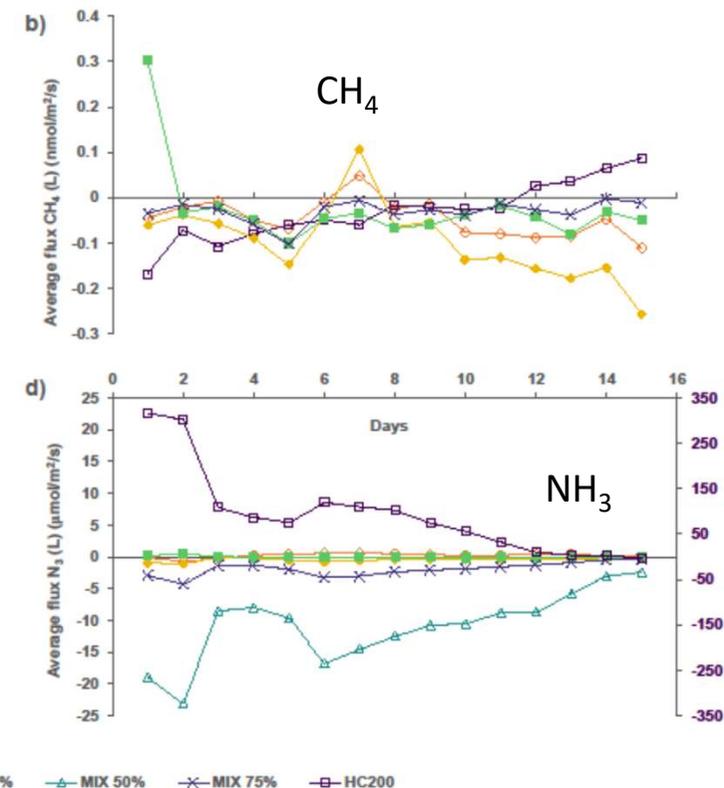
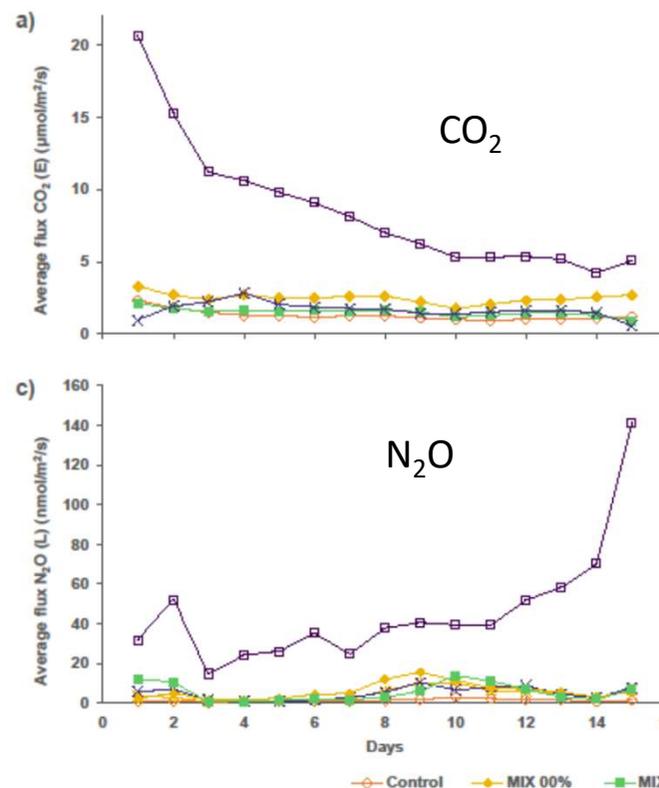


Unità Bioeconomia  
Centro Ricerca e Innovazione



### Misura delle emissioni di HC a confronto con COMPOST e CO-COMPOST

- Significativa emissione di CO<sub>2</sub> dopo applicazione di HC
- Volatilizzazione di NH<sub>3</sub> nei primi giorni di applicazione
- Emissione di N<sub>2</sub>O negli ultimi giorni di monitoraggio
- Trattati comportamento molto diverso.



Bona, D., Scrinzi, D., Tonon, G., Ventura, M., Nardin, T., Zottele, F., ... & Silvestri, S. (2022). Hydrochar and hydrochar co-compost from OFMSW digestate for soil application: 2. agro-environmental properties. *Journal of Environmental Management*, 312, 114894.



# Campi sperimentali

- **Effetti ammendanti/fertilizzanti in fruttivicoltura**
  - Tipologia di prodotti, dosi e qualità
  - Effetti su suolo
  - Effetti sulla produttività
- **Effetti nel medio-lungo periodo**
  - Sostanza organica (Carbonio stabile e recalcitrante)
  - Produttività
- **Effetti ammendanti/fertilizzanti in prato:**
  - Tipologia di effluenti (dosi e qualità)
  - Effetti sui suoli
  - Effetti sulla produttività e qualità di prato e foraggi

**Funzione  
Concimante**

**Funzione  
Ammendante**



## Non solo azoto, ma....

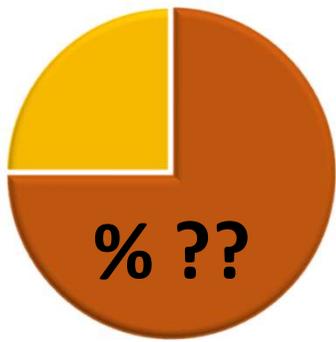
	<b>C</b> organico [kg/m <sup>3</sup> ]	<b>P</b> [kg/m <sup>3</sup> ]	<b>K</b> [kg/m <sup>3</sup> ]
<b>Liquame/Letame</b>	30-50	0,05-0,1	10-15
<b>Digestato</b>	18	0,06	15
<b>Letame maturo</b>	90-110	0,2-0,3	15

- **Digestione anaerobica** (effetto su carbonio organico)
- **Altri Nutrienti** (fosforo e potassio, ma anche magnesio e micronutrienti)
- **Maturazione del letame** (effetto su carbonio organico)
- Le **frazioni solide** hanno maggior contenuto in C rispetto alle liquide (digestato solido; C= 50-70 kg/m<sup>3</sup>)



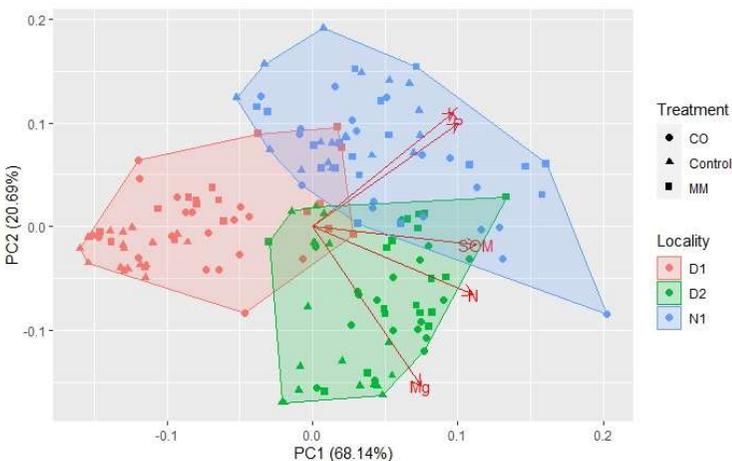
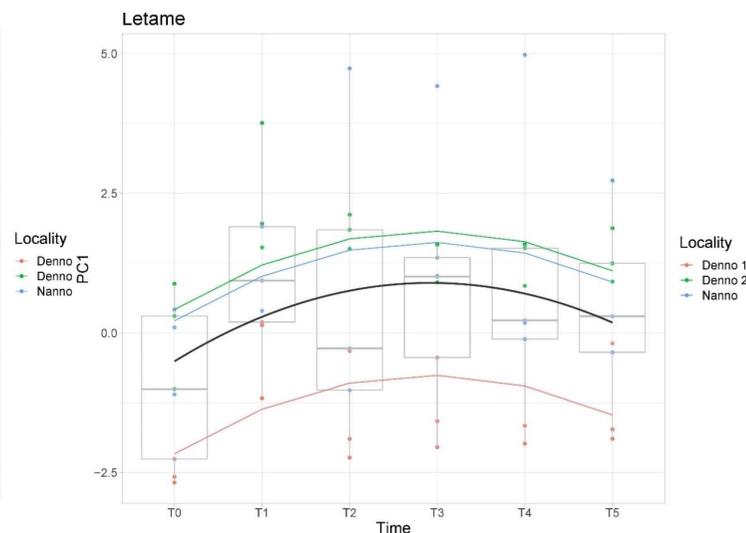
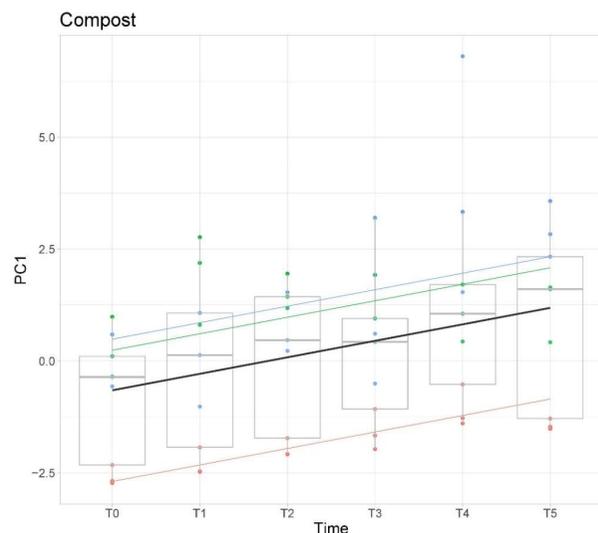
Piani di concimazione

  
**Concimi di sintesi**  
**Concimi organici**  

  
**Fertilizzanti  
bio-based**  


# Alcuni Risultati



Bona, D., Cristoforetti, A., Zanzotti, R., Bertoldi, D., Dellai, N., & Silvestri, S. (2022). Matured Manure and Compost from the Organic Fraction of Solid Waste Digestate Application in Intensive Apple Orchards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15512.

- I dati confermano l'effetto dell'apporto di letame maturo sul contenuto di fosforo e potassio, maggiormente evidenti al secondo anno di monitoraggio
- il compost ha agito maggiormente sul contenuto di azoto e SO, effetto manifestatosi al terzo anno, a fine monitoraggio
- importante prendere in considerazione anche le caratteristiche del suolo di partenza e la storia di quel terreno (concimazioni pregresse, gestione della SO, tipologia di lavorazioni)
- Anche in questo caso, i dati raccolti suggeriscono interessanti possibilità di integrazione (e riduzione) dei concimi di sintesi con prodotti organici

# Prove in corso in frutticoltura

Impiego di **digestato** (frazione solida ottenuta a valle della digestione anaerobica di reflui zootecnici) e letame maturo. Obiettivi: valutare e dinamiche dell'azoto minerale durante la stagione vegetativa del melo, oltre alla misura del contenuto di azoto, fosforo e potassio.

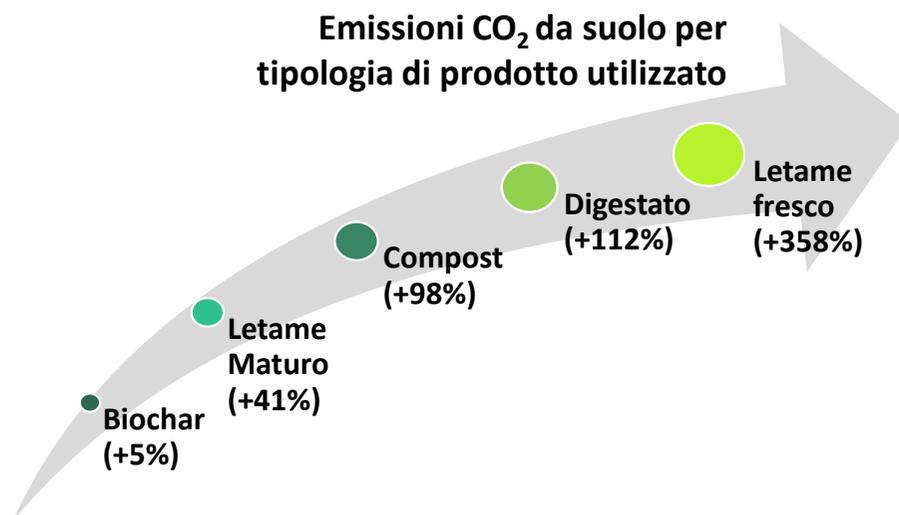
Impiego di **pyrochar** ottenuto dalla gassificazione di tralci di vite. Applicato sopra e sotto le radici nella trincee di impianto. Valutazione degli effetti nel lungo periodo a confronto con digestato e letame maturo.



Il monitoraggio è terminato. Sono in Corso le analisi dei dati.



# Respirazione indotta da diverse tipologie di prodotti



- Incubazioni di suoli ammendati con diverse tipologie di prodotti
- Misura nel tempo delle emissioni di CO<sub>2</sub>, quale espressione della respirazione della comunità microbica

**Quale impatto sulla dinamica del carbonio?  
Quale ruolo nella decarbonizzazione?**



- Respirazione
- Misure Termiche
- Misure termogravimetriche
- NMR



## Concludendo...

- L'insieme delle informazioni permette una caratterizzazione esaustiva delle diverse tipologie (**Caratterizzazione chimico, fisica e biologica degli effluenti; Effetti sul suolo ed Effetti sulle piante**)
- Proprietà **ammendanti** e proprietà **concimanti**
- **Conoscenza del suolo**, delle sue caratteristiche e della sua «storia»
- Da una corretta e completa conoscenza (di prodotti, suoli e colture) derivano impieghi, modalità, tempi di applicazione diversi, più **efficaci ed efficienti**
- **Valorizzazione agronomica, energetica e protezione e tutela dell'ambiente** sono aspetti strettamente correlati e dipendenti da una corretta conoscenza e gestione degli effluenti.
- Importanza di definire **metodi sempre più precisi di misura delle sostanza organica** e delle sue frazioni nel suolo al fine di comprendere e definire il ruolo di questi prodotti nella decarbonizzazione (riduzione impiego dei concimi di sintesi, ma anche stoccaggio di C nei suoli).

**Grazie per l'attenzione!**

*Daniela Bona, Silvia Silvestri, Andrea Cristoforetti, Fulvia Tambone, Donato Scrinzi, Luca Fiori, Gianni Andreottola*