

# LA GESTIONE SOSTENIBILE DEL SUOLO COME CHIAVE PER PRESERVARE LA SUA BIODIVERSITÀ

Prof.ssa Silvia Rita Stazi



## LABORATORIO DI CHIMICA AGRARIA UNIVERSITÀ DI FERRARA

ENRICA ALLEVATO

ricercatrice

MARIA IANIRI

collaboratrice di ricerca

ALESSANDRA LOIACONO

tesista magistrale

VALENTINA QUINTARELLI

PhD Student

HAFEEZ UR RAHIM

PhD Student

DAVIDE SILAN

tesista magistrale

SILVIA RITA STAZI

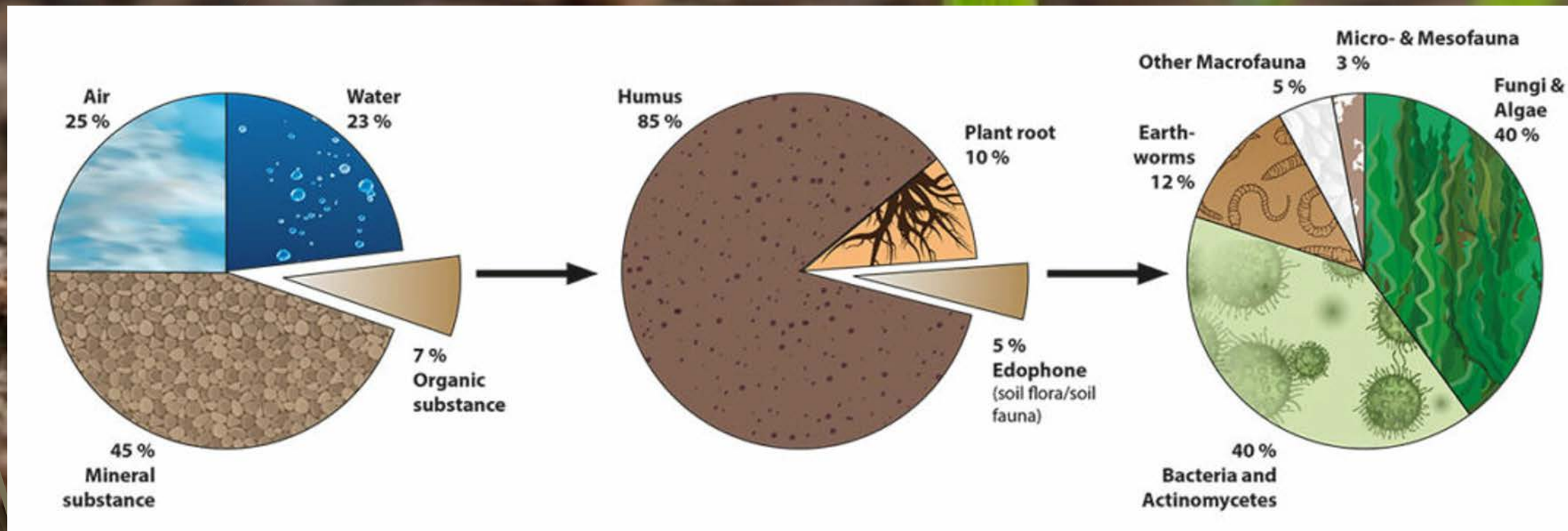
professore associato

Nell'ambito di  
questo progetto  
ci stiamo  
occupando di  
valutare l'effetto  
del digestato sulla  
biodiversità del  
suolo



# IL SUOLO: UNA MATRICE MULTIFASICA E MULTICOMPONENTE

3



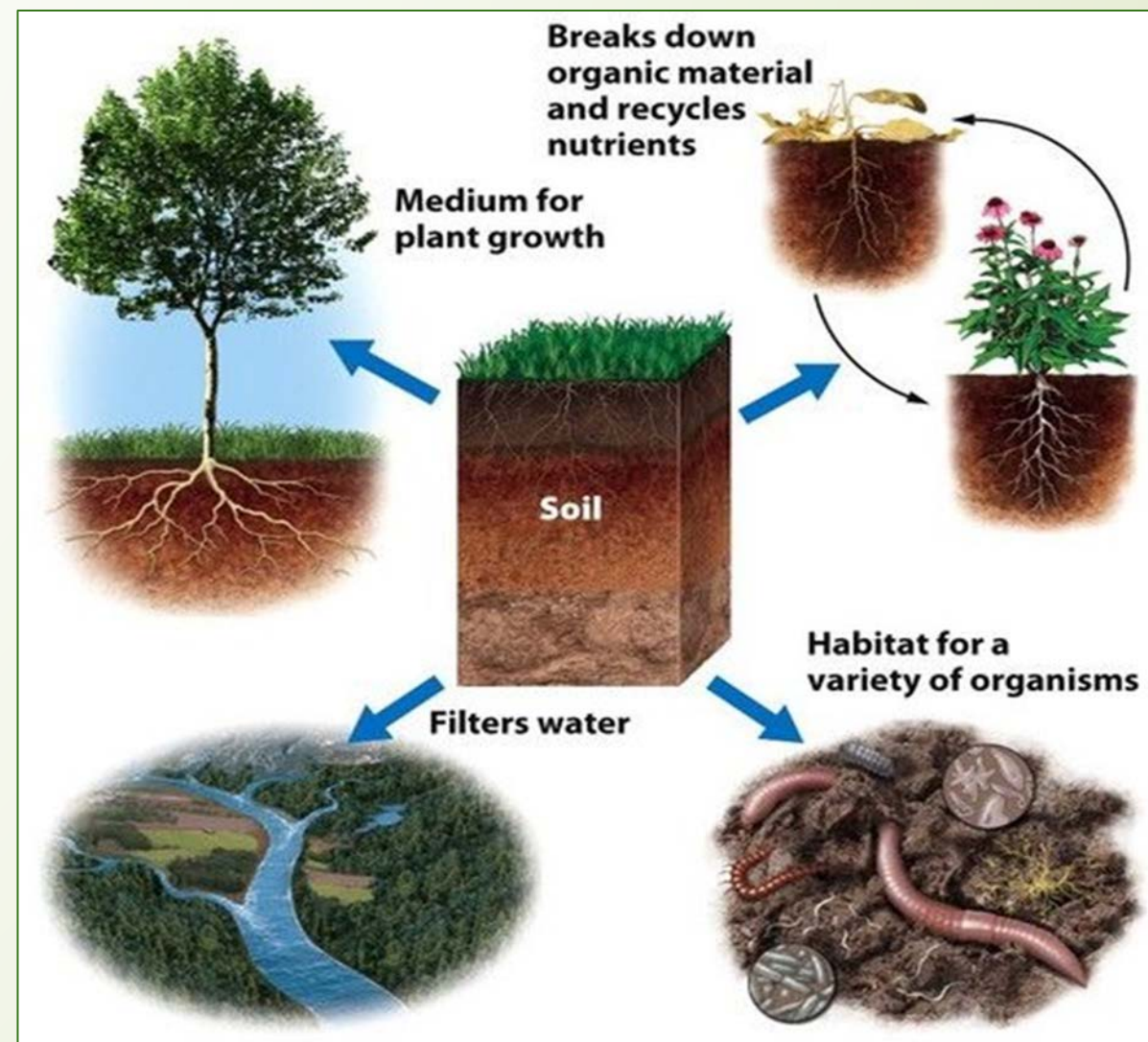
IL SUOLO UN ECOSISTEMA CARATTERIZZATO DA UN'INTENSA ATTIVITÀ BIOLOGICA  
 IL SUOLO È UNA MATRICE VIVA

# IL SUOLO: UNA MATRICE MULTIFUNZIONALE

4

E' un ecosistema DINAMICO che sostiene una vasta gamma di funzioni vitali per gli ecosistemi naturali e le società umane.

- FORNISCE sostegno strutturale alle piante,
- REGOLA il ciclo dell'acqua,
- AGISCE come sistema di filtraggio e purificazione.





# Le funzioni del suolo sono la risultante della combinazione delle proprietà del suolo e associate ai servizi ecosistemici

5

**REGOLAZIONE** legato alle funzioni del suolo di

- fornitura di una riserva di carbonio organico e di biodiversità
- immagazzinamento e filtraggio di acqua e sostanze,
- sequestro del carbonio e dell'anidride carbonica atmosferica,
- disponibilità di acqua e nutrienti,
- l'impollinazione delle colture e il controllo dei parassiti

**APPROVVIGIONAMENTO** legato alle funzioni del suolo di

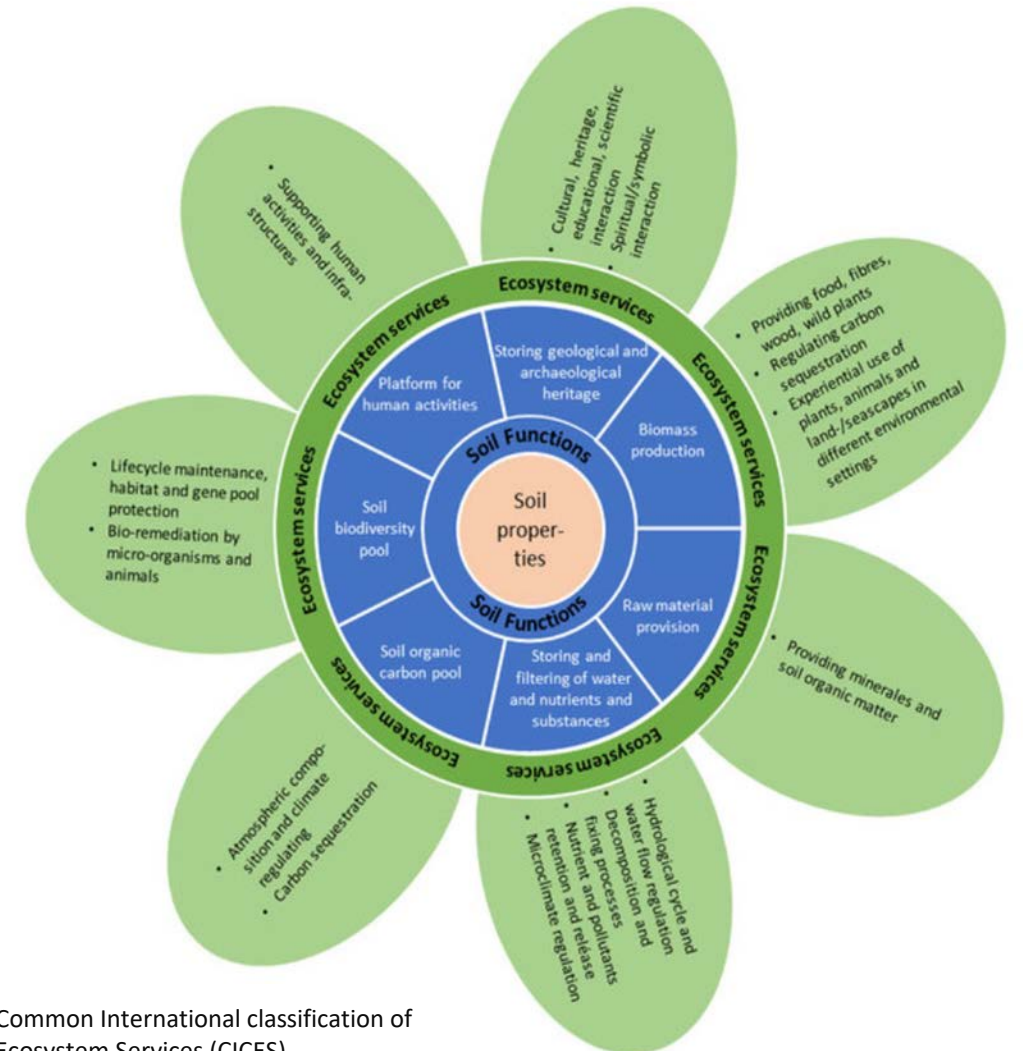
- produzione potenziale di biomassa
- fornitura di materie prime,
- fornitura di biomasse e di cibo

**CULTURALE** legato alle funzioni del suolo di

- fornire una piattaforma per le attività umane e
- di conservare il patrimonio geologico e archeologico

Le capacità di un suolo di svolgere le proprie funzione dipende dalle proprietà e dalla loro interazione

## CORRISPONDENZA TRA FUNZIONI DEL SUOLO E SERVIZI ECOSISTEMICI

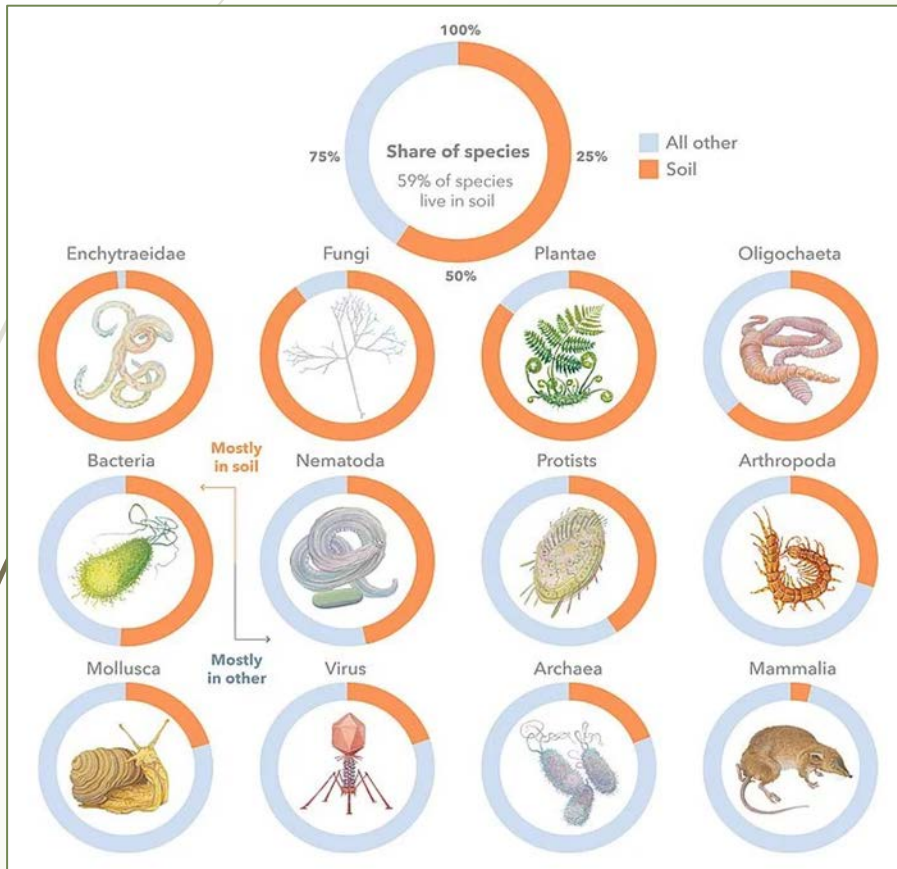


Common International classification of Ecosystem Services (CICES)

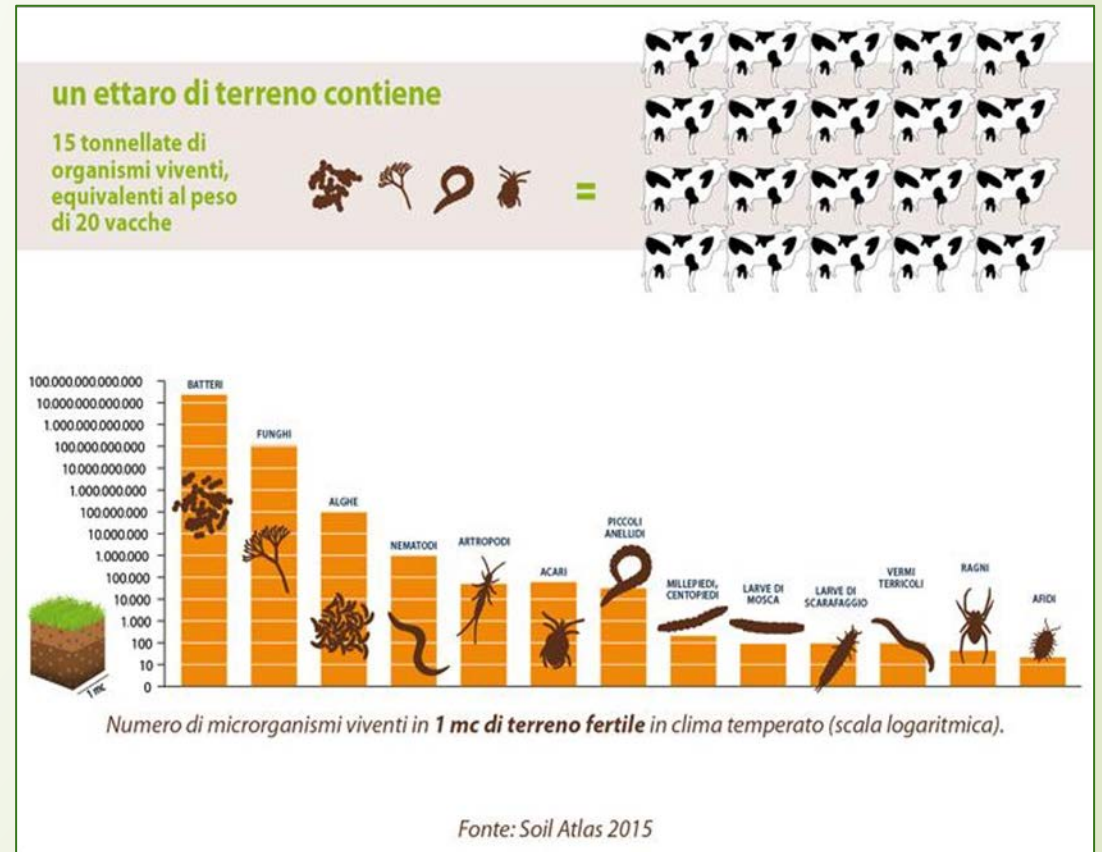
# I SUOLI SONO IL PRINCIPALE SERBATOIO GLOBALE DI BIODIVERSITÀ

I suoli ospitano oltre il 25% dell'offerta mondiale di biodiversità, da cui viene prodotto il 95% del cibo che mangiamo.  
 Il 40% degli organismi viventi negli ecosistemi terrestri è connesso al suolo durante il loro ciclo di vita. (Global Symposium on Soil Biodiversity, FAO 2021)

6



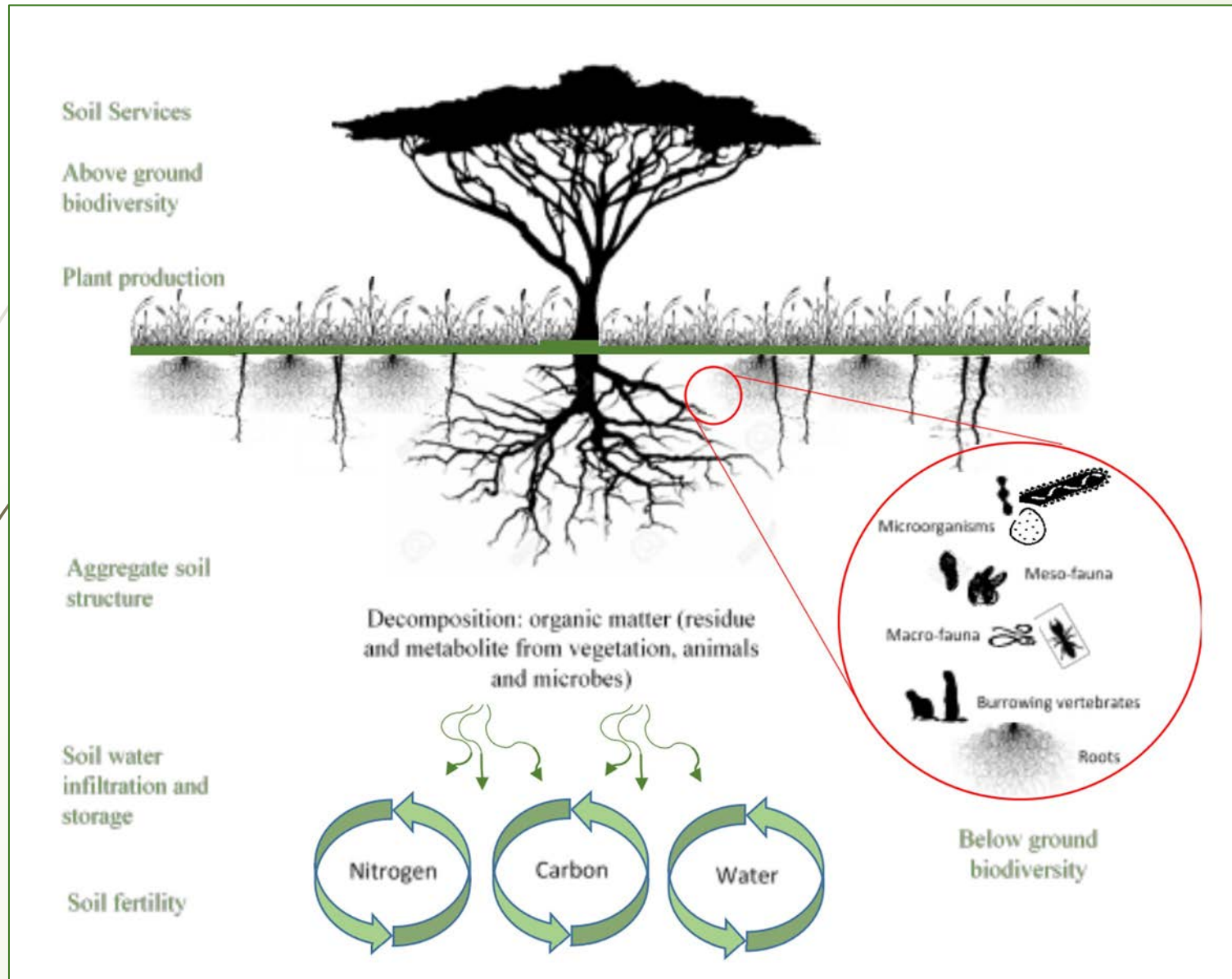
Le circonferenze mostrano la percentuale di specie presenti nel suolo rispetto a tutti gli altri ecosistemi messi insieme



La biodiversità del suolo svolge un ruolo fondamentale nel corretto funzionamento di tutti gli ecosistemi terrestri e dei servizi economici,

# BIODIVERSITÀ DEL SUOLO: IL POTERE DEL MICROBIOTA

7



i microrganismi hanno molteplici funzioni e garantiscono molti **servizi ecosistemici**:

- difesa **dai patogeni** e
- contrasto degli **stress ambientali** (come la siccità),
- apporto di elementi nutritivi**.

Un microbiota in salute garantisce che la pianta si **sviluppi** al meglio:

- Molte piante non sono in grado di acquisire i nutrienti, alcuni microrganismi presenti nel terreno si occupano di trasformarli in modo che possano essere assorbiti dalle radici.
- alcuni microrganismi possono sequestrare sostanze nocive** o possono tenere sotto controllo patogeni pericolosi per le piante”.

A volte le carenze nutritive delle piante dipendono da un malfunzionamento del suolo, l'indisponibilità di certi nutrienti a volte si spiega con la mancanza di determinati microrganismi.



## UNA DELLE PRINCIPALI MINACCE PER IL SUOLO DEL MONDO E' LA PERDITA DI BIODIVERSITÀ

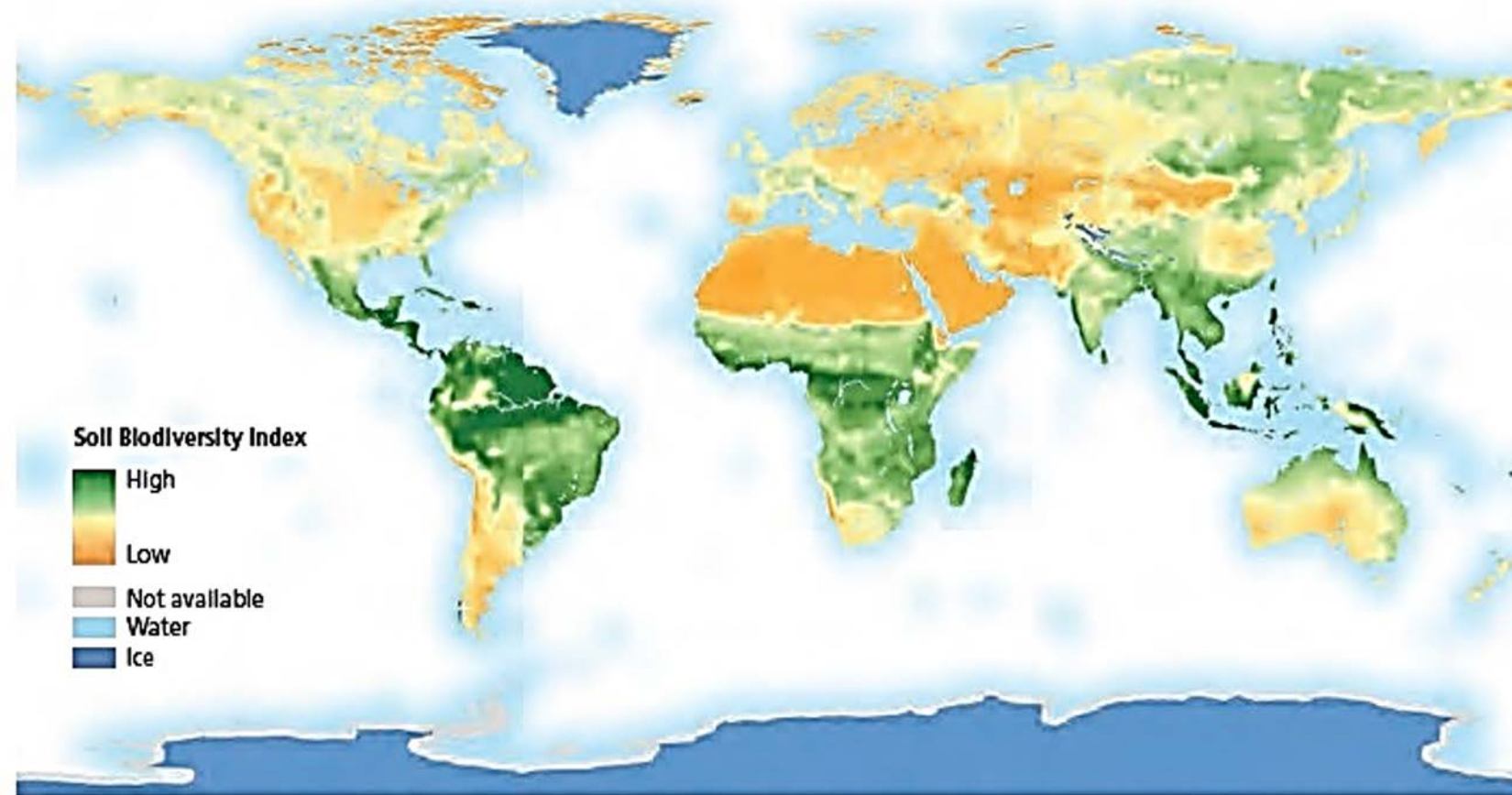
8

la perdita di biodiversità del suolo è una minaccia diffusa in tutto il mondo. Le attività umane come

- l'urbanizzazione,
- la deforestazione e
- l'inquinamento
- **l'agricoltura intensiva,**

hanno un impatto significativo sulla biodiversità del suolo.

Map of the Soil Biodiversity Index



Mappa dell'indice di biodiversità nei suoli

Fonte rapporto FAO 2019 su biodiversità per cibo e agricoltura



# IMPATTO DELL'AGRICOLTURA SUL SUOLO E LA SUA BIODIVERSITÀ

9

Da studi recenti risulta 23% della superficie terrestre globale è stato degradato a causa dell'agricoltura intensiva, che ha contribuito alla perdita di biodiversità

(Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) nel 2019)

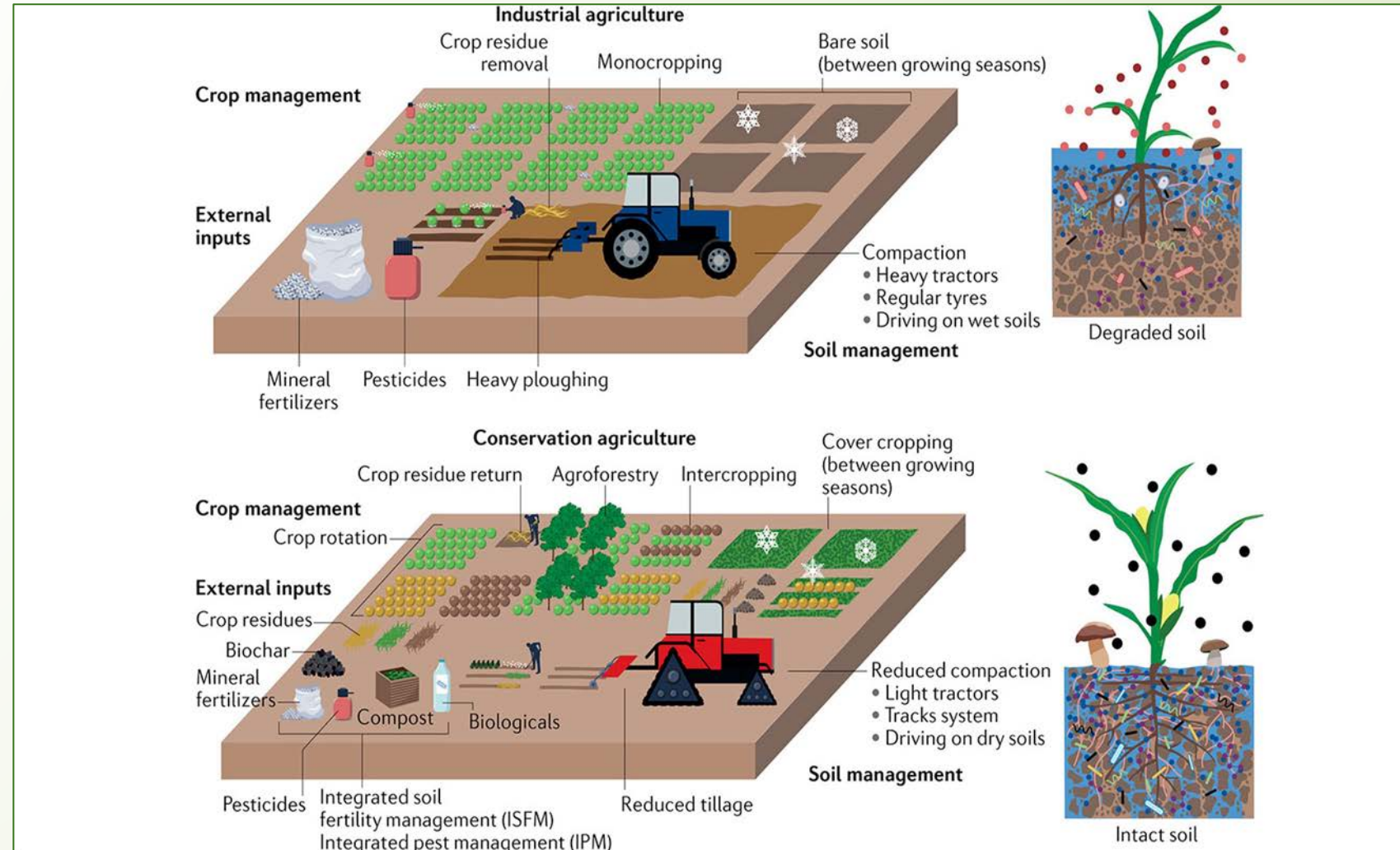
fattori chiave dell'impatto dell'agricoltura intensiva sulla biodiversità'

**Perdita di habitat**

**Monocolture**

**Uso di pesticidi e fertilizzanti chimici**

**Perdita di diversità genetica**



Disturbi del suolo associati ad un'agricoltura sempre più meccanizzata e intensificata possono indurre gravi alterazioni strutturali del suolo e alterare i processi microbici

# AGRICOLTURA SOSTENIBILE: UN EQUILIBRIO TRA BIODIVERSITÀ, PRODUTTIVITÀ E RESILIENZA AMBIENTALE

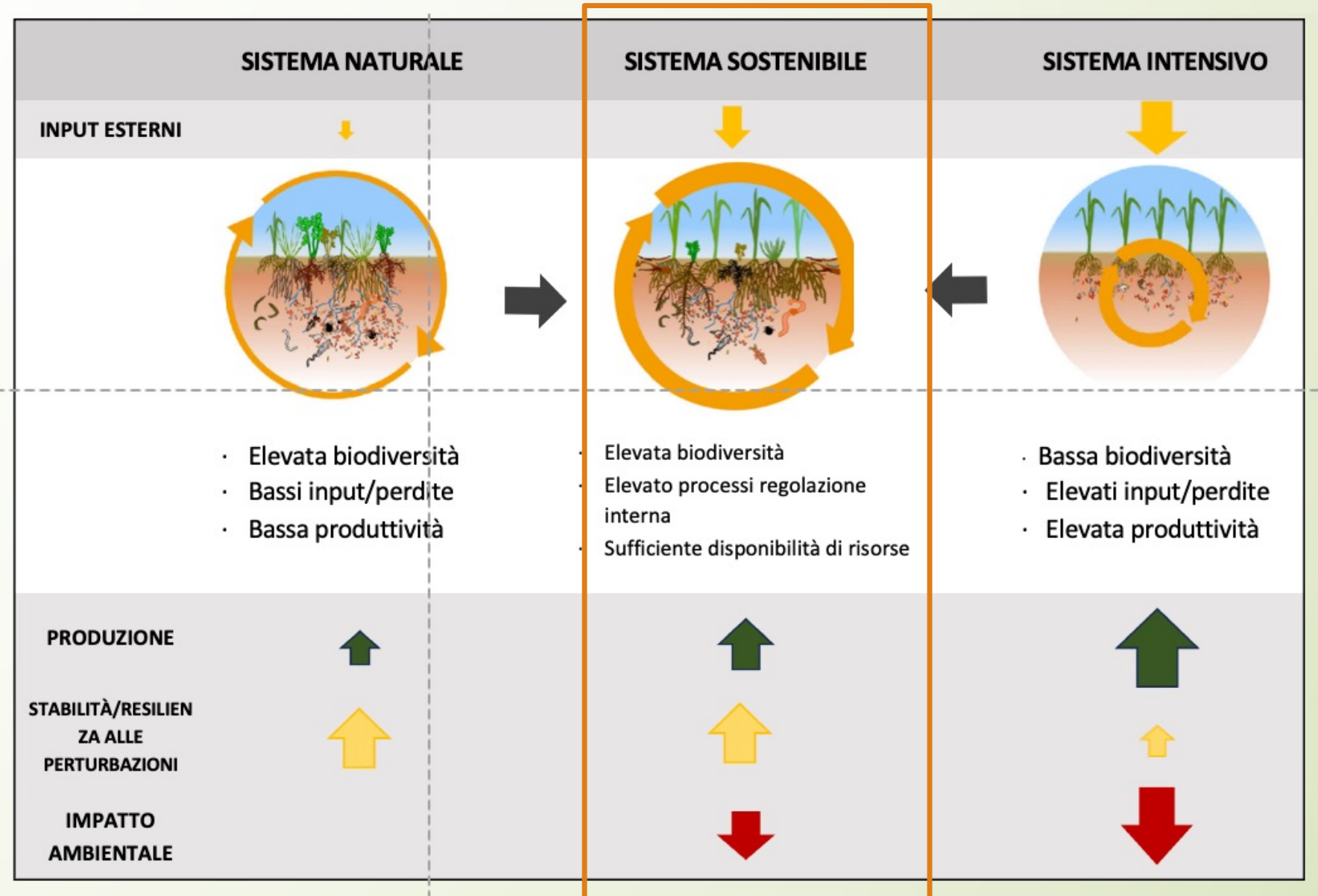
10

E' importante intervenire con azioni che contrastino la perdita di biodiversità:

- ridurre l'uso eccessivo di input di risorse esterne,
- promuovere i processi ecosistemici di regolazione interna

**un sistema di coltura sostenibile \***

- combina le caratteristiche degli ecosistemi naturali (elevata biodiversità e alto livello di processi di regolazione interna) con le caratteristiche dei sistemi di coltura intensiva (alta produttività).
- Può rispondere alla sfida di produrre rese sufficienti e di alta qualità con un'alta resilienza alle perturbazioni un basso apporto di risorse esterne e un basso impatto ambientale.





Un'azione in accordo con i principi dell'agricoltura sostenibile indirizzata a preservare la salute del suolo è l'uso degli ammendanti :

- Migliora la fertilità, arricchisce la di materia organica
- Migliora la struttura, contrasta l'erosione
- Migliora la qualità e favorisce il benessere
- Contribuisce alla sostenibilità dell'agricoltura nel lungo termine

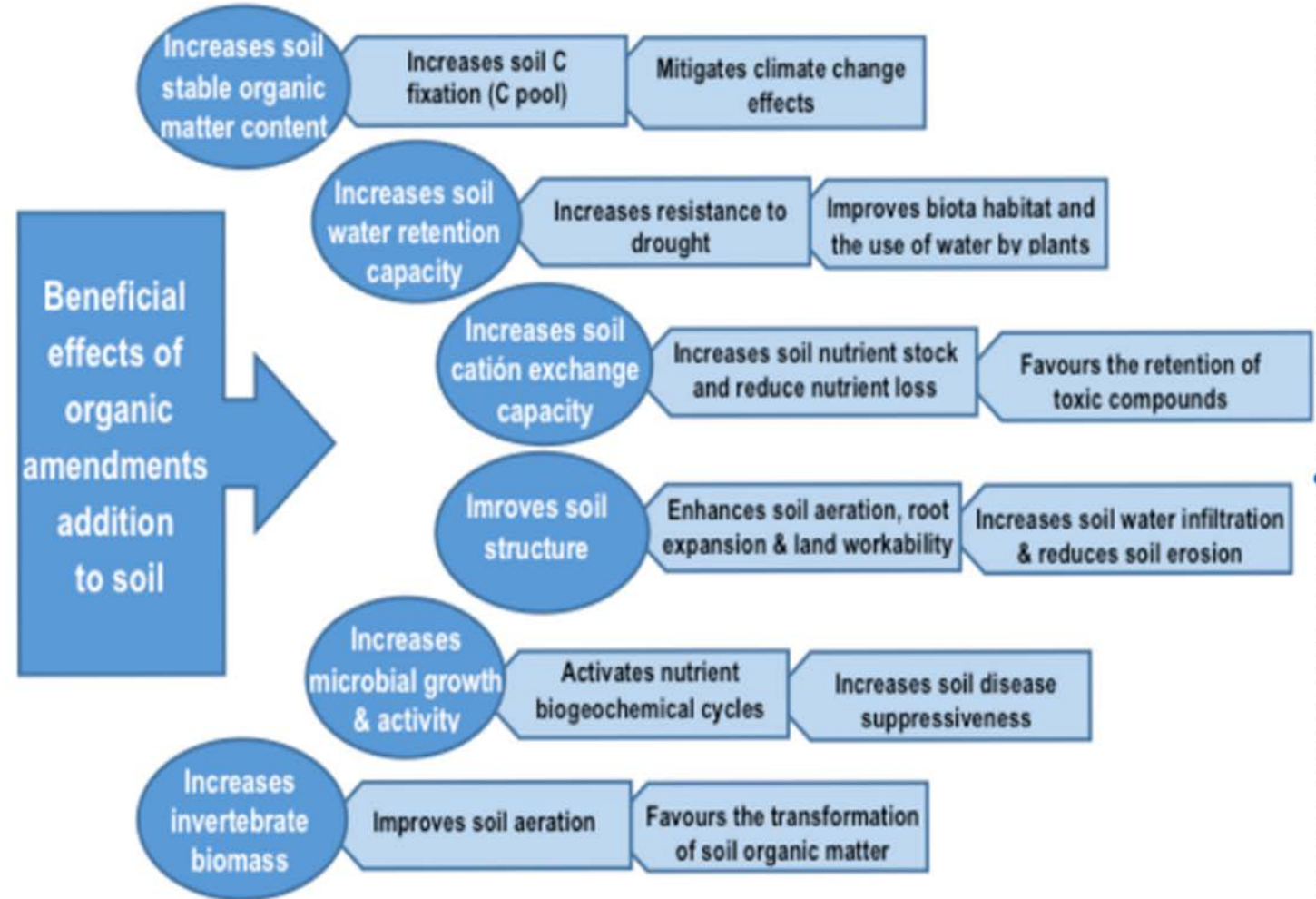


Figure 2. Addition of organic amendments to soils.

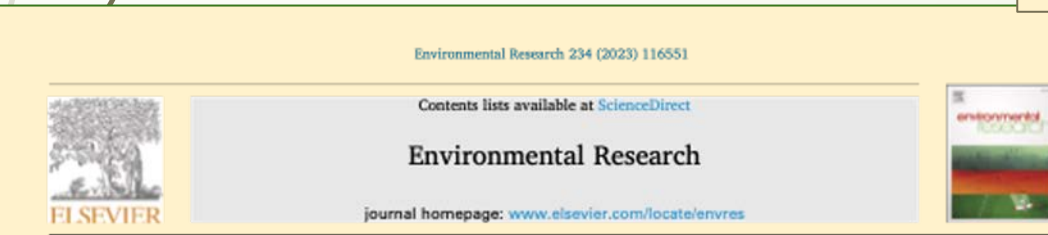
# Applicazione di digestato



## Effects of organic amendment and tillage on soil microorganisms and microfauna\*

Amy M. Treonis<sup>a,\*</sup>, Erin E. Austin<sup>a</sup>, Jeffrey S. Buyer<sup>b</sup>, Jude E. Maul<sup>b</sup>, Lori Spicer<sup>a</sup>, Inga A. Zasada<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Department of Biology, University of Richmond, Richmond, VA, 23173, USA  
<sup>b</sup> USDA-ARS, Sustainable Agricultural Systems Laboratory, Beltsville, MD, 20705, USA  
<sup>c</sup> USDA-ARS, Horticultural Crops Research, Corvallis, OR, 97330, USA



## Impacts of digestate-based compost on soil property and nutrient availability

Ning Wang<sup>a</sup>, Xinyue Bai<sup>a</sup>, Dandan Huang<sup>b</sup>, Qindong Chen<sup>a</sup>, Mingshuai Shao<sup>a</sup>, Qiyong Xu<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Shenzhen Engineering Laboratory for Eco-efficient Recycled Materials, School of Environment and Energy, Peking University Shenzhen Graduate School, University Town, XII, Nanshan District, Shenzhen, 518055, PR China  
<sup>b</sup> School of Ecology, Sun Yat-sen University, Shenzhen, 518107, PR China



## Food waste digestate as biofertilizer and their direct applications in agriculture

Pooja Sharma<sup>a,b,1</sup>, Ambreen Bano<sup>c,1</sup>, Kajal Verma<sup>d</sup>, Mamta Yadav<sup>d</sup>, Sunita Varjani<sup>e,f</sup>, Surendra Pratap Singh<sup>g,\*</sup>, Yen Wah Tong<sup>a,b,g,\*</sup>

<sup>a</sup> NUS Environmental Research Institute, National University of Singapore, #02-01, T-Lab Building, SA Engineering Drive 1, Singapore 117412, Singapore  
<sup>b</sup> Energy and Environmental Sustainability for Megacities (E2S2) Phase II, Campus for Research Excellence and Technological Enterprise (CREATE), 1 CREATE Way, Singapore, 138602, Singapore

<sup>c</sup> Indian Institute of Technology, Lucknow, UP, India  
<sup>d</sup> Indian Institute of Technology, Kanpur, 208001, India  
<sup>e</sup> Indian Institute of Technology, Kanpur, 208001, India  
<sup>f</sup> Indian Institute of Technology, Kanpur, 208001, India  
<sup>g</sup> Indian Institute of Technology, Kanpur, 208001, India



*Int. Agrophys.*, 2015, 29, 405-412  
doi: 10.1515/intag-2015-0056

## Organic farming and cover crops as an alternative to mineral fertilizers to improve soil physical properties\*\*

Diego Sánchez de Cima<sup>1,\*</sup>, Anne Luik<sup>2</sup>, and Endla Reintam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil Science and Agrochemistry, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu, Estonia  
<sup>2</sup>Department of Plant Protection, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu, Estonia

Received May 14, 2015; accepted September 23, 2015

Li et al. *Chem. Biol. Technol. Agric.* (2023) 10:70  
<https://doi.org/10.1186/s40538-023-00448-x>

Chemical and Biological Technologies in Agriculture

RESEARCH

Open Access

## Impact of organic fertilization by the digestate from by-product on growth, yield and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicon*) and soil properties under greenhouse and field conditions

Faqinwei Li<sup>1</sup>, Yongheng Yuan<sup>1</sup>, Naoto Shimizu<sup>2\*</sup>, Jorge Magaña<sup>1</sup>, Pengxuan Gong<sup>1</sup> and Risu Na<sup>1</sup>



# Per valutare gli indicatori microbiologici/biochimici del suolo

Tecniche/approcci che possono essere classificati in quattro categorie:

Fisiologiche  
Metaboliche  
**Funzionali**  
Molecolari

13

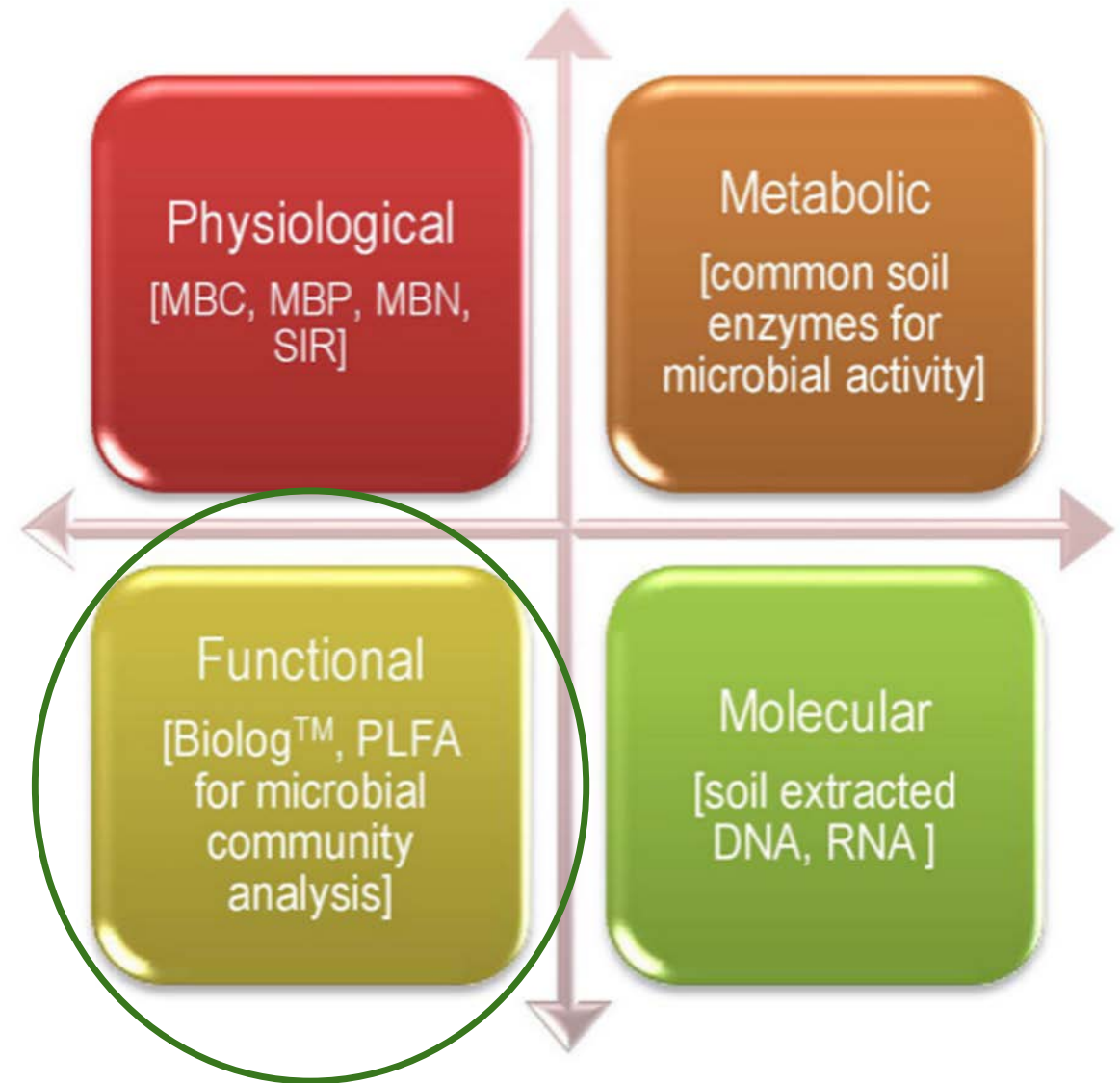
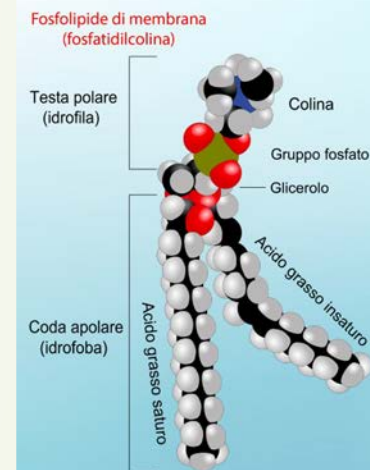


FIGURE 1  
Soil bio-indicators as classified on the basis of techniques of measurement.

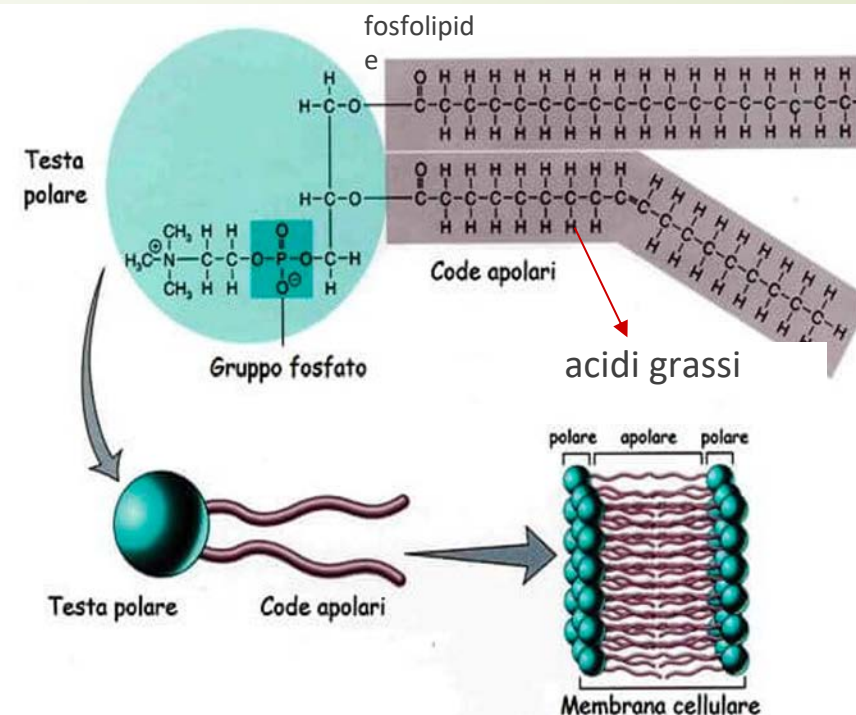
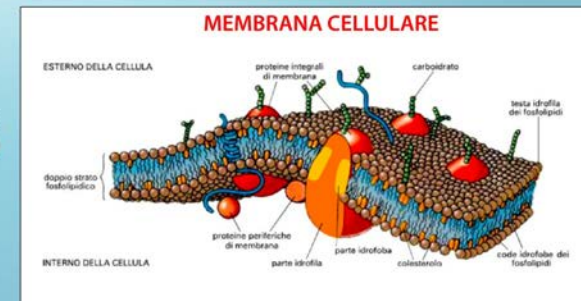
## Ruolo dei fosfolipidi (PLFA) come indicatori della diversità microbica

- Le diverse categorie microbiche presentano una composizione caratteristica nelle catene di acidi grassi dei lipidi delle membrane cellulari.
- È possibile quindi considerare come "biomarker" alcune catene specifiche.

Actinobacteria	10-Methyl branched SATFA
Gram-positive bacteria	Iso, anteiso and 10-methyl branched SATFA MUFA i16:1
Gram negative bacteria	MUFA, such as 16:1 $\omega$ 7c, 16:1 $\omega$ 9c or 18:1 $\omega$ 7c (except 16:1 $\omega$ 5c, 18:1 $\omega$ 9c, i16:1 and 20:1 $\omega$ 9c) cy17:0 and cy19:0 HYFA
Fungi	PUFA 18:2 $\omega$ 6,9c, 18:3 $\omega$ 6,9,12c MUFA 18:1 $\omega$ 9c and 20:1 $\omega$ 9c
Arbuscular mycorrhizae	16:1 $\omega$ 5c
Protozoa	PUFA 20:2 $\omega$ 6,9c, 20:3 $\omega$ 6c and 20:4 $\omega$ 6,9,12,15c



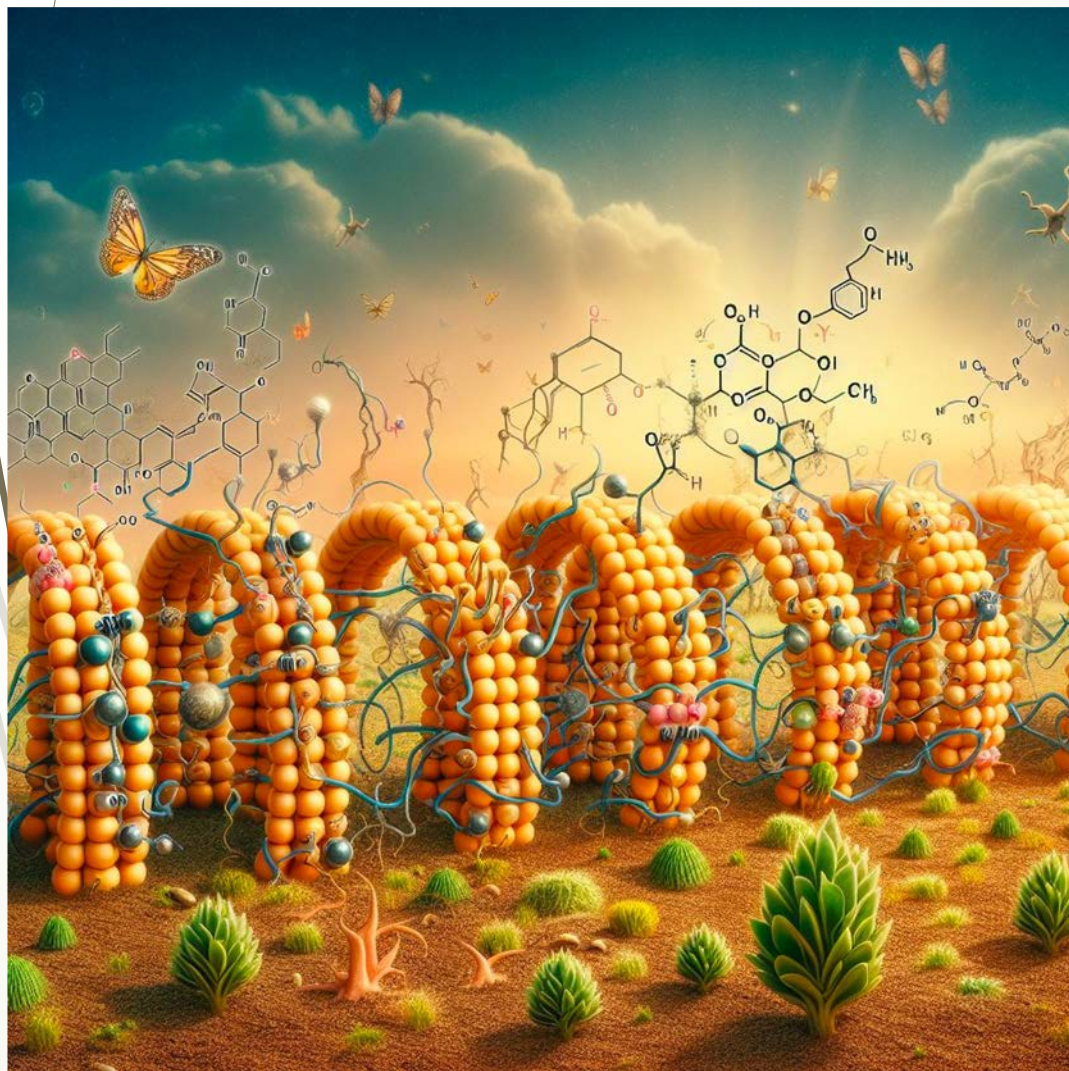
## I FOSFOLIPIDI





# Misurazione funzionale del pool microbico del suolo

15



L'analisi dei FOSFOLIPIDI di MEMBRANA (PLFA-phosphorous linked fatty acid) fornisce informazioni sulle categorie microbiche presenti nel suolo e permette di caratterizzare la comunità presente nel suolo.

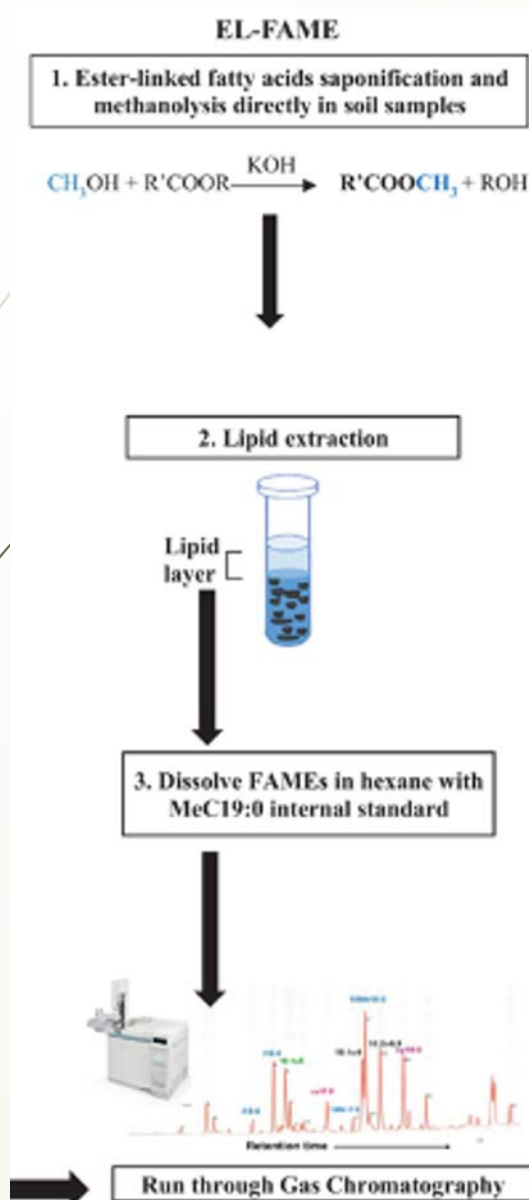
Questo parametro può essere utilizzato come **indicatore biologico** di qualità del suolo.

In qualità di **indicatore biologico** può fornire informazioni riguardo:

- effetti di pratiche di gestione
- effetti stress

## METODICA ANALITICA SEMPLIFICATA: Ester Linked Fatty Acid Methyl Ester (EI-FAME)

16



Ci si mette nelle condizioni di transesterificazione in ambiente alcalino per potassa metanolica. In questo modo i legami esterei con cui gli acidi grassi sono legati alla membrana, vengono rotti e sostituiti con un estere metilico.

L'esterificazione, utilizzata in gran parte delle metodiche, consente di separare i residui di acidi grassi dal glicerolo ottenendo i corrispondenti esteri metilici



- Gli esteri metilici ottenuti hanno il vantaggio di essere più volatili e adatti, rispetto all'acido libero, all'analisi gascromatografica.
- Successivamente si procede all'analisi gascromatografica degli estratti, accoppiata a un semplice rivelatore a ionizzazione di fiamma (GC-FID) o ad uno spettrometro di massa (GC-MS).

Li C, Cano A, Acosta-Martinez V, Veum KS, Moore-Kucera J. (2020). A comparison between fatty acid methyl ester profiling methods (PLFA and EL-FAME) as soil health indicators. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 84: 1153–1169.



# RISULTATI CHE E' POSSIBILE OTTENERE DALL'ANALISI dei PLFA

17

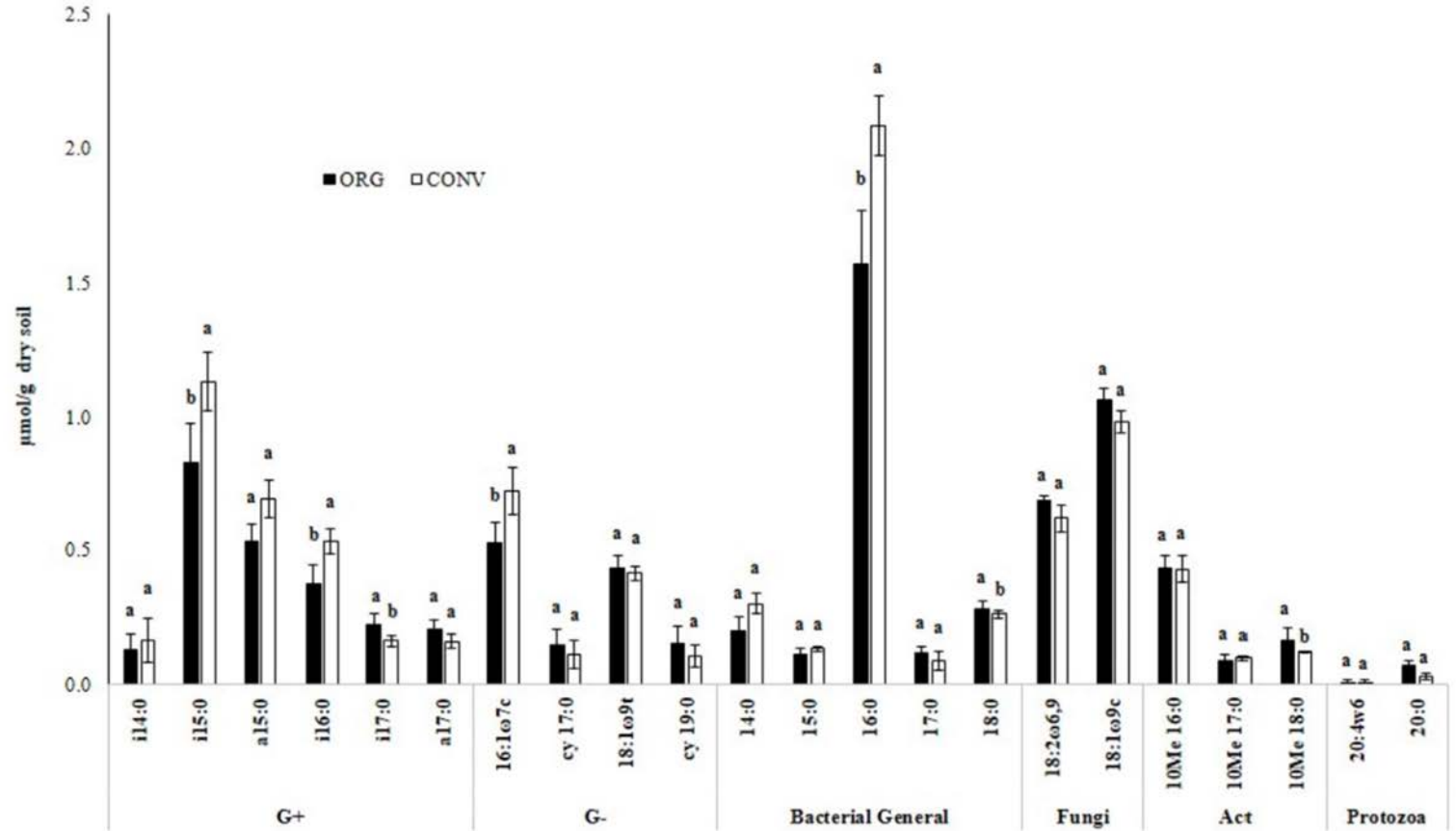
## ACIDI GRASSI ESTERIFICATI

Total Bacteria ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )  
 G (+) ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )  
 G (-) ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )  
 Actynomicetes ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )  
 Fungi ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )  
 Protozoa ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ )

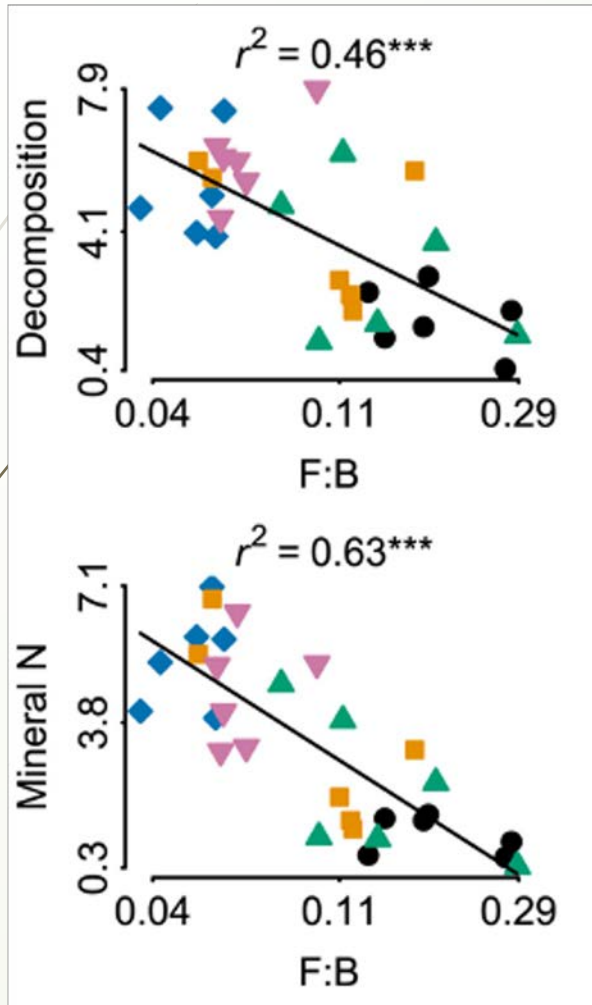
## INDICATORI DI STRESS

G (+)/G (-)  
 Mono/Sat  
 F/B

S.R. Stazi et al. / Chemosphere 211 (2018) 352–359



## ALTRI RISULTATI : correlazioni



Variazioni del rapporto nell' abbondanza di **funghi** e **batteri** in relazione a tassi di decomposizione e la quantità di azoto minerale.

Orwin, K. H., Holdaway, R., Wood, J. R., & Dickie, I. A. (2018). A comparison of the ability of PLFA and 16S rRNA gene metabarcoding to resolve soil community change and predict ecosystem functions. *Soil Biology and Biochemistry*, 117, 27-35–35.

# CONCLUSIONI...



## ATTIVITÀ del LAB di CHIMICA AGRARIA per DICO SOS STUDIO della RISPOSTA del SUOLO ALL'UTILIZZO DELL'AMMENDANTE

**Struttura della  
comunità microbica  
del suolo  
(PLFA)**



**Quantificazione delle  
diverse frazioni della  
sostanza organica  
umificata per  
valutarne il  
cambiamento  
qualitativo**



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**



**Prof.ssa Silvia Rita Stazi**