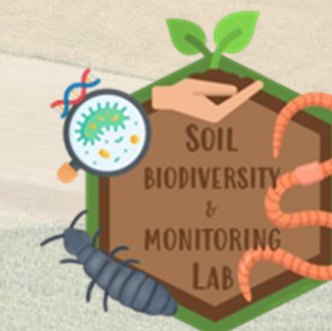


# **Convegno conclusivo del progetto OrtoBioStrip “Orticoltura Biologica a Strisce”**



## **Misurare la salute del suolo: Artropodi e Lombrichi come indicatori biologici nei Sistemi Agroecologici**

Prof. Antonietta La Terza ([antonietta.laterza@unicam.it](mailto:antonietta.laterza@unicam.it))

Dott. Marco Monticelli ([marco.monticelli@unicam.it](mailto:marco.monticelli@unicam.it))

**Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria**

**Università di Camerino (UNICAM)**

**Laboratorio di Biodiversità e Monitoraggio del Suolo**

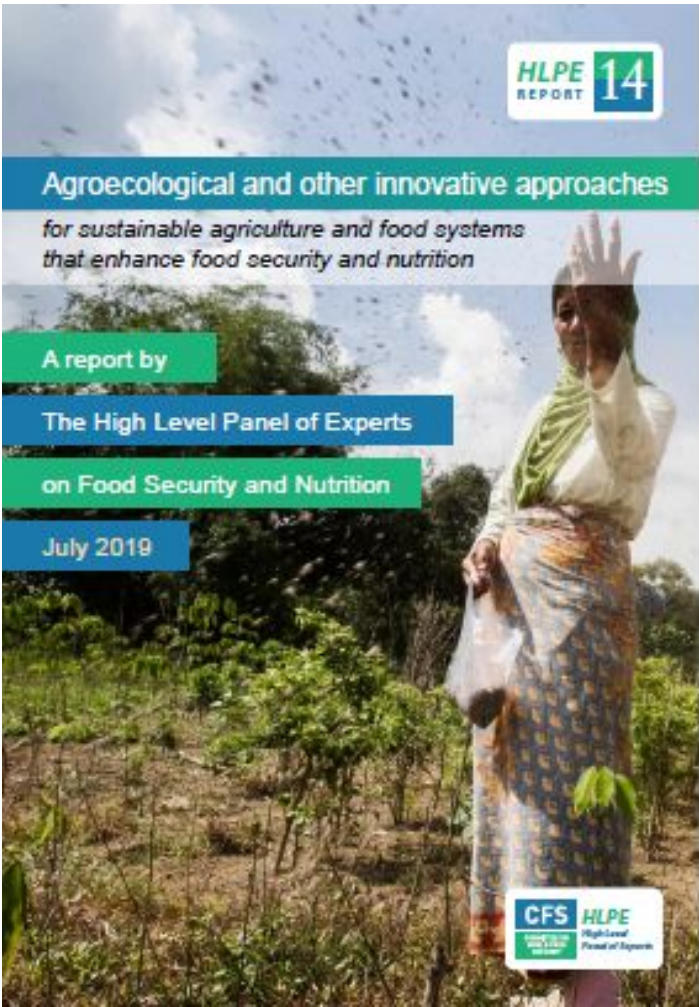


**Camerino, 22 settembre 2025**

# Salute del Suolo e Agroecologia



*“La capacità continua del suolo di funzionare come un ecosistema vivente che sostiene piante, animali e umani” (Pankhurst et al., 1997).*

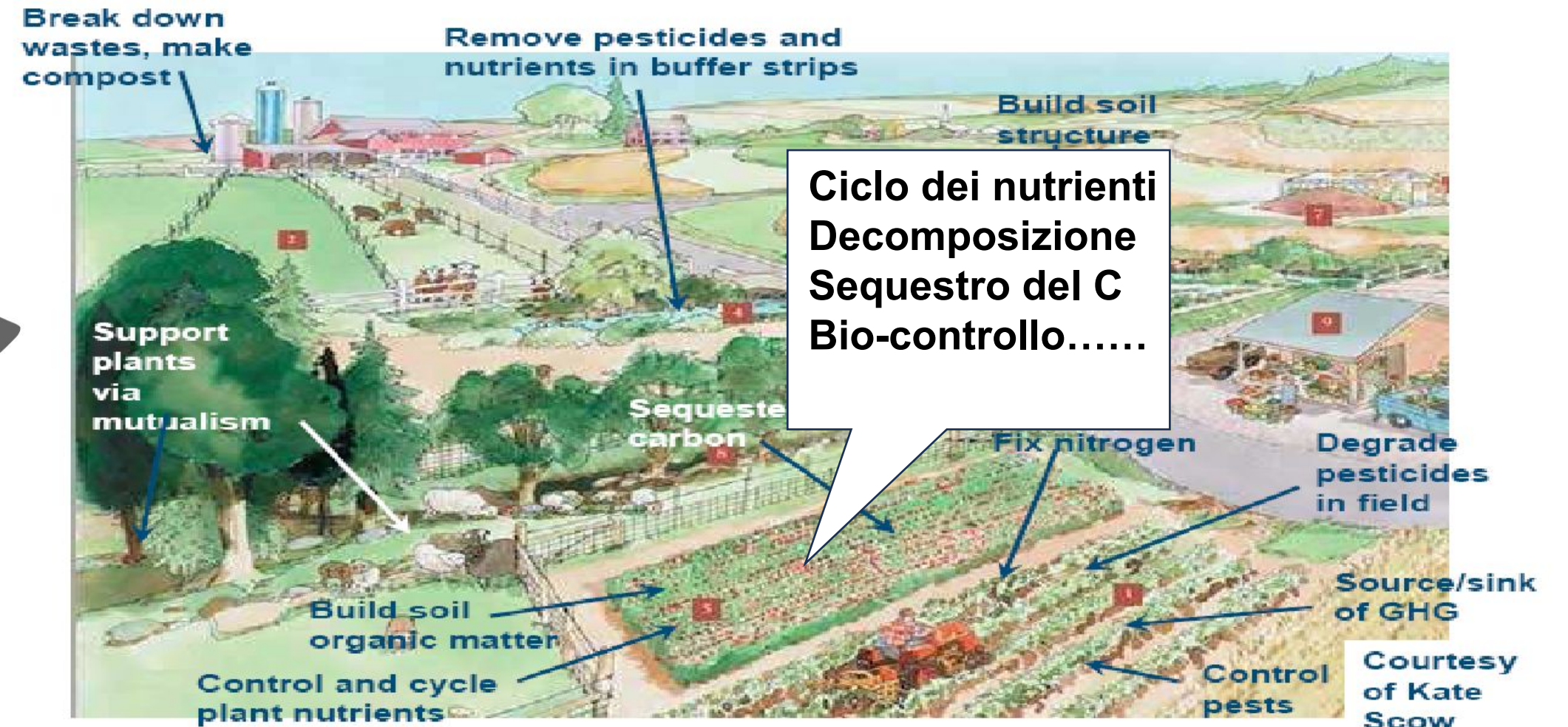
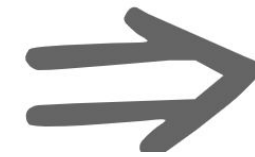
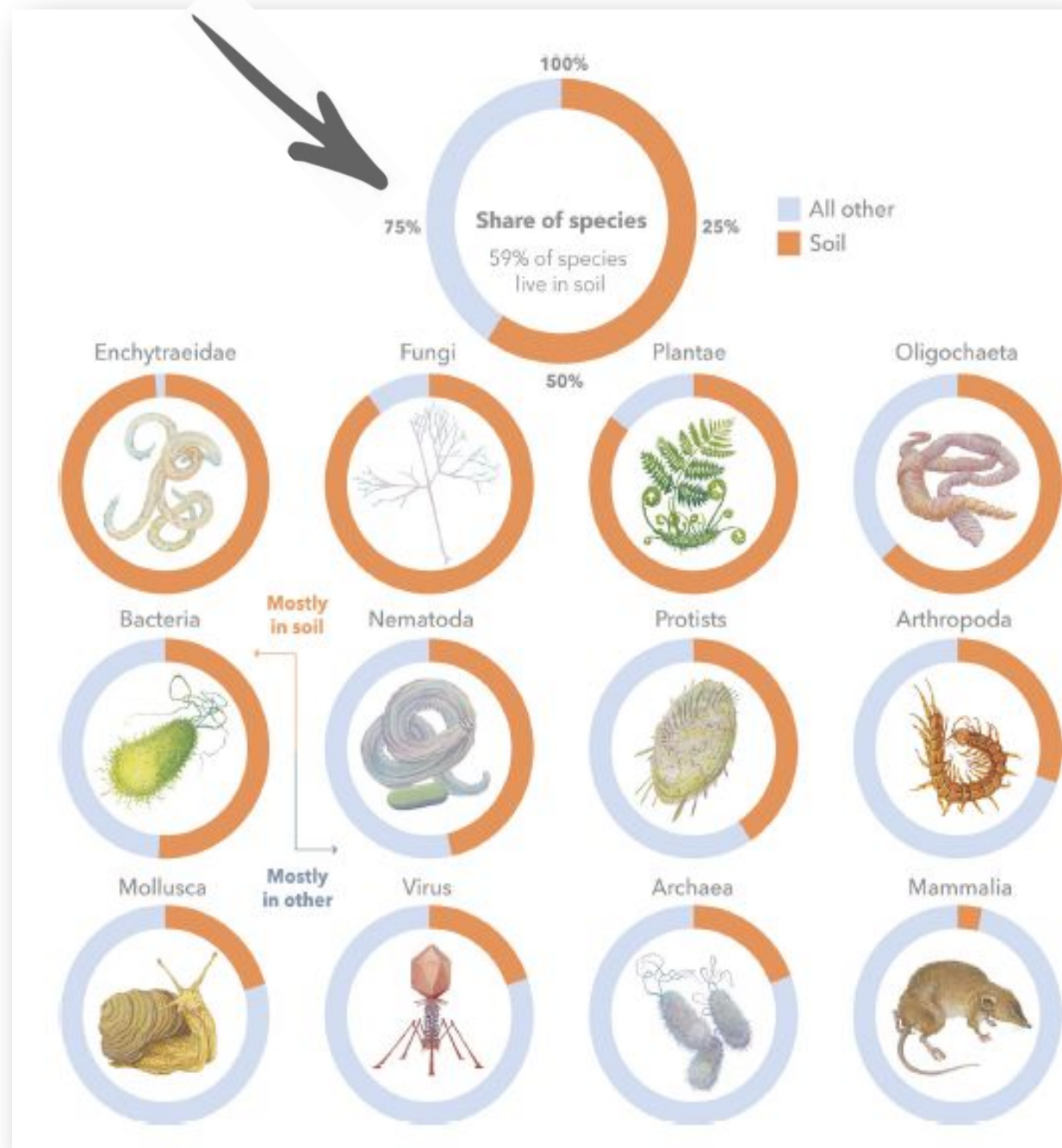


## I 13 principi dell'agroecologia consolidati dall’High Level Panel of Experts

| HLPE Principle                           | HLPE Description                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Recycling                             | Preferentially use local renewable resources and close as far as possible resource cycles of nutrients and biomass                                                                                               |
| 2. Input reduction                       | Reduce or eliminate dependency on purchased inputs and increase self-sufficiency                                                                                                                                 |
| 3. Soil health                           | Secure and enhance soil health and functioning for improved plant growth, particularly by managing organic matter and enhancing soil biological activity                                                         |
| 4. Animal health                         | Ensure animal health and welfare                                                                                                                                                                                 |
| 5. Biodiversity                          | Maintain and enhance diversity of species, functional diversity, and genetic resources and thereby maintain overall agroecosystem biodiversity in time and space at field, farm, and landscape scales            |
| 6. Synergy                               | Enhance positive ecological interaction, synergy, integration, and complementarity among the elements of agroecosystems (animals, crops, trees, soil, and water)                                                 |
| 7. Economic diversification              | Diversify on-farm incomes by ensuring that small-scale farmers have greater financial independence and value addition opportunities while enabling them to respond to demand from consumers                      |
| 8. Co-creation of knowledge              | Enhance co-creation and horizontal sharing of knowledge including local and scientific innovation, especially through farmer-to-farmer exchange                                                                  |
| 9. Social values and diets               | Build food systems based on the culture, identity, tradition, social, and gender equity of local communities that provide healthy, diversified, seasonally, and culturally appropriate diets                     |
| 10. Fairness                             | Support dignified and robust livelihoods for all actors engaged in food systems, especially small-scale food producers, based on fair trade, fair employment, and fair treatment of intellectual property rights |
| 11. Connectivity                         | Ensure proximity and confidence between producers and consumers through promotion of fair and short distribution networks and by re-embedding food systems into local economies                                  |
| 12. Land and natural resource governance | Strengthen institutional arrangements to improve, including the recognition and support of family farmers, smallholders, and peasant food producers as sustainable managers of natural and genetic resources     |
| 13. Participation                        | Encourage social organization and greater participation in decision-making by food producers and consumers to support decentralized governance and local adaptive management of agricultural and food systems    |

# Salute del Suolo e Biodiversità

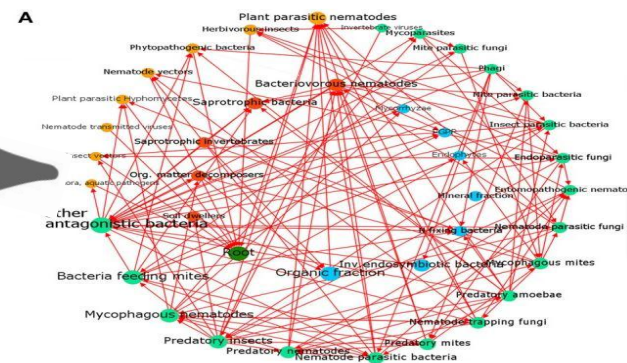
*Oltre la metà delle specie presenti sul pianeta (59%) vive nel suolo.*



The soil biota contribute to ecosystem services in agricultural landscapes

(<http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.sare.org/publications/explore/images/scenewide2.jpg>)

## Interazioni multitrofiche



*“Pratiche agricole non sostenibili compromettono la salute del suolo, riducendone la biodiversità ed i servizi ecosistemici ad essa associate”  
(Köninger et al., 2022).*

PNAS

RESEARCH ARTICLE | ECOLOGY

### Enumerating soil biodiversity

Mark A. Anthony<sup>a,b,1</sup>, S. Franz Bender<sup>a,c</sup>, and Marcel G. A. van der Heijden<sup>a,c,1</sup>

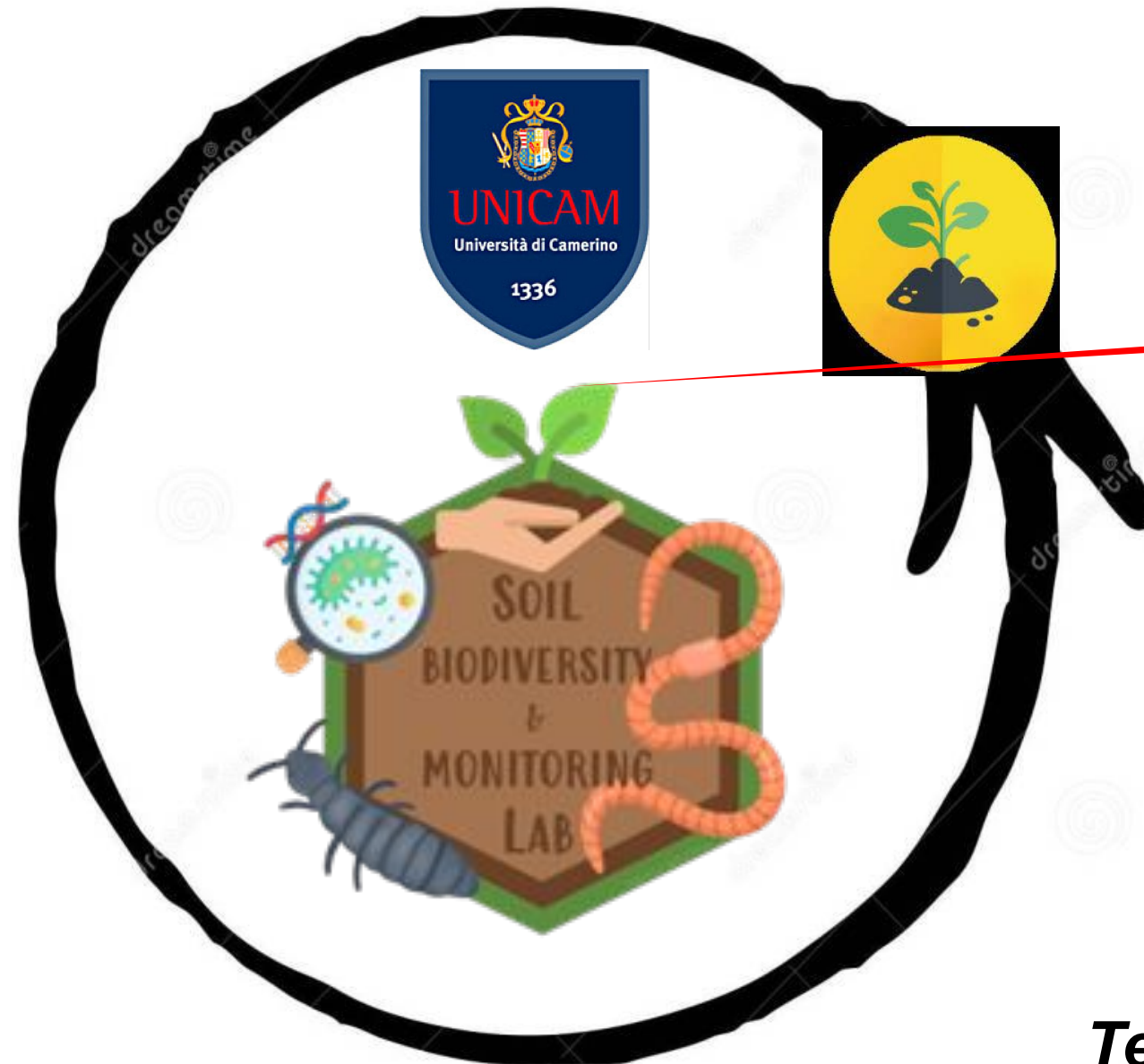
> **Funzionamento agro-ecosistema = > produttività primaria**  
**Biodiversity and Ecosystem Functions (BEF)**

# Come misurare la Salute del Suolo? Il Biomonitoraggio suolo in agroecosistema



**eDNA – microbioma suolo**

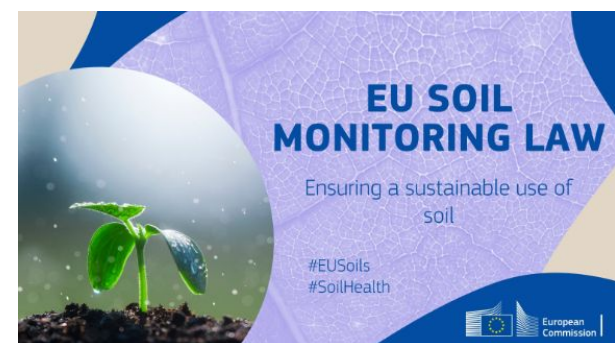
**QBS-earthworm**



**Test ecotossicologici –enzimi suolo**



**Bait Lamina Test**



La “**misura**” della componente biologica dei suoli è in grado di fornire indicazioni preziose relativamente allo stato “**salute**” di un suolo e di evidenziarne anche eventuali correlazioni positive/negative con le pratiche adottate per la gestione agricola.

# Salute del Suolo e gli Indici QBS-ar e QBS-e: Strip Cropping vs Pure Stand

**Monocoltura =  
assetto produttivo  
semplificato**



**Biodiversity and Ecosystem  
Functions  
(BEF)**

**Diversificazione colturale = Coltivazione a strisce**

**QBS-e** 



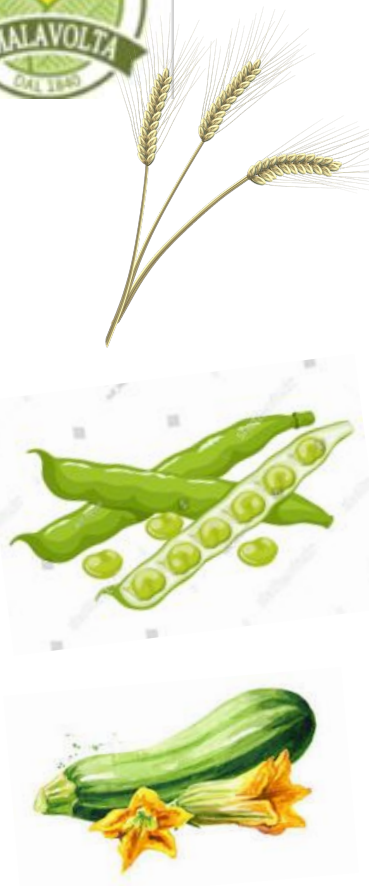
**Stisce fiorite**



 **QBS-ar**  
siss



**Stisce fiorite**





# ***Salute del suolo e biodiversità: gli Indici QBS-ar e QBS-e***

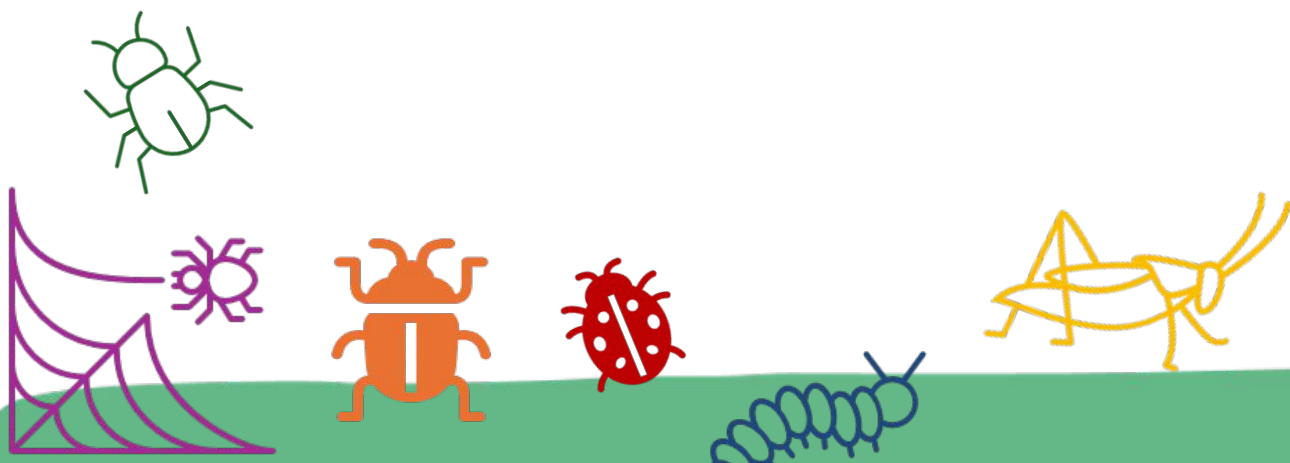


***Risultati Principali  
Sintesi e spunti per la discussione finale***



# Indici per valutare la qualità biologica del suolo: QBS-ar e QBS-e

- Il **QBS-ar**, basato sui microartropodi, è un indice convalidato già da più di 20 anni (2001)
- Si attribuisce un punteggio al suolo in base al **tipo** di microartropodi rinvenuti
- Tanto più la comunità di microartropodi osservata è adatta a vivere nel suolo, tanto più alto è il **valore** QBS-ar
- Il **QBS-e** è relativamente nuovo (2013), e si basa sui lombrichi (**e**arthworms)
- Il concetto è lo stesso, ma l'estrazione dei lombrichi avviene in campo, con una differenza: si contano i lombrichi e quindi è si considera l'**abbondanza**
- Alla fine si hanno degli indicatori di biodiversità del suolo, rappresentativi della **fertilità e funzionalità** del terreno



## Il metodo QBS-e

1. Prelievo di un blocco di suolo di circa 20x20x20cm
2. Vagliatura manuale per la selezione dei lombrichi
3. Conservazione in alcol 70% e trasporto in laboratorio
4. Classificazione in categorie ecologiche e specie
5. Attribuzione punteggi e calcolo QBS-e

Applicato presso l'azienda «I Lubachi»

## QBS-e INDEX CALCULATOR

### COLLECTED SPECIMENS

#### Epigeic

immatures

adults

#### Endogeic

immatures

adults

#### Anecic/Deep-burrower

immatures

adults

#### Coprophagic

immatures

adults

#### Idrophilic

immatures

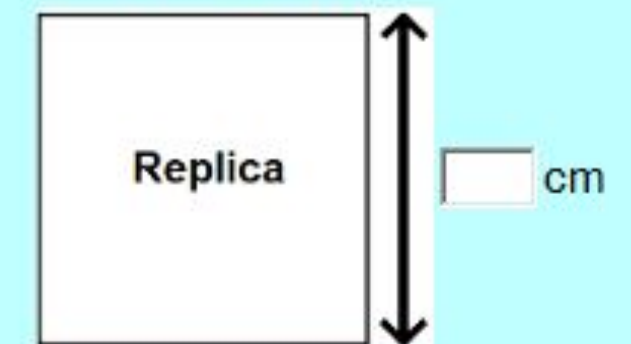
adults

CLEAR COLLECTED  
SPECIMENS FIELDS

### COLLECTING DATA

Number of replicates  
 replicates

#### Sampling replicate



DENSITY VALUE

QBS-e VALUE

SOIL  
QUALITY  
CLASS  
VALUES

MAIN MENU

IDENTIFICATION KEY

INSTRUCTIONS

SPECIES LIST



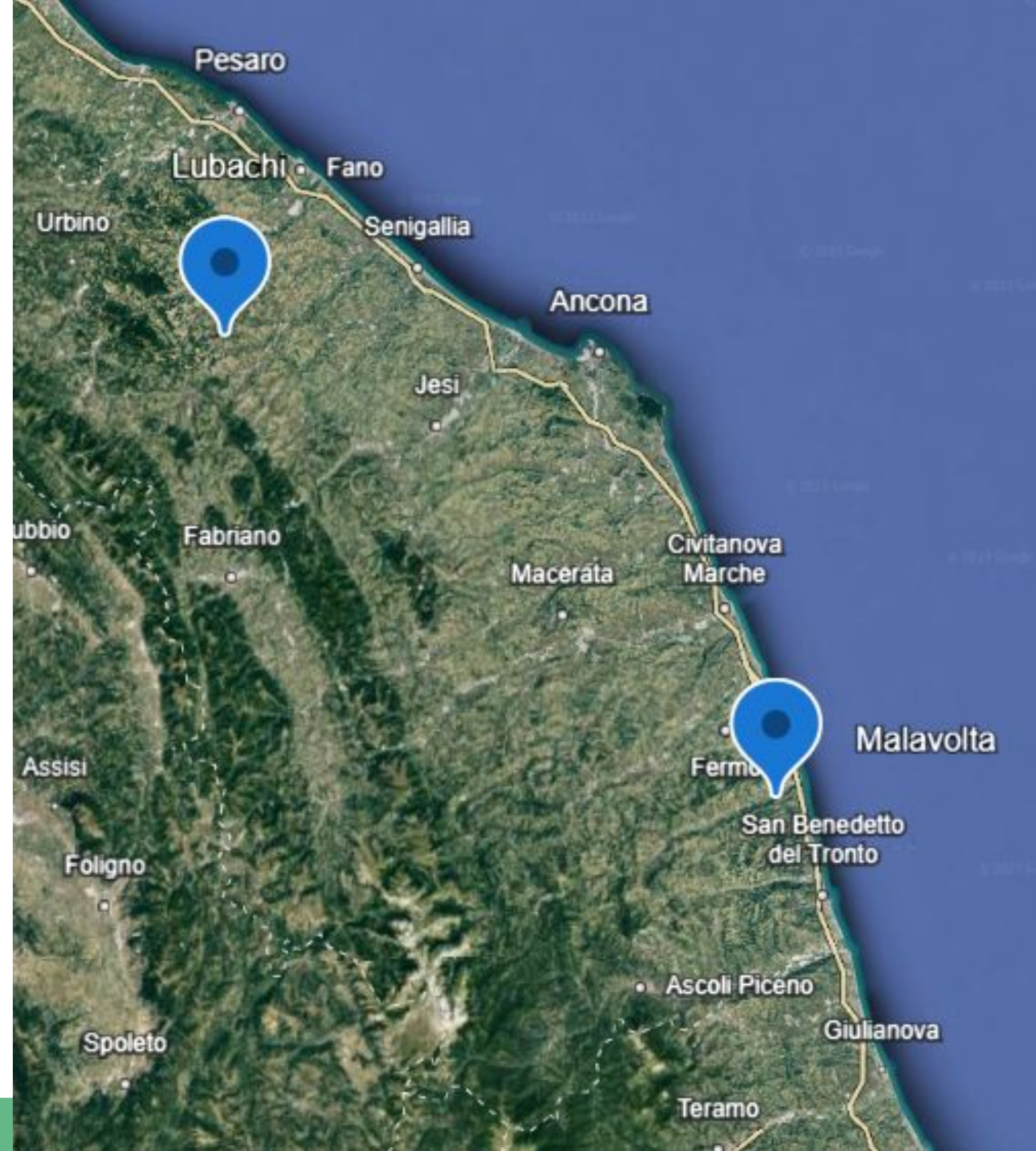
- Applicato presso l'azienda «Malavolta»

[illegible]

# Aree di studio OBS

- Azienda agricola “I Lubachi”
  - Fratterosa (PU) 240m s.l.m.
  - “Fava di Fratte Rosa”
  - appezzamenti 0,45 ha
- Azienda agricola “Malavolta”
  - Massignano (AP) 140m s.l.m.
  - Ortofrutta
  - appezzamenti 0,15 ha

Entrambe a conduzione biologica



# “Lubachi” – schema di campionamento



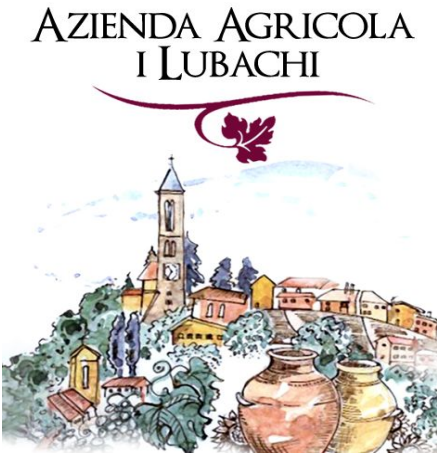
**QBS-e  
INDEX**

Numero di campioni

1°anno: 18  
2°anno: 54  
3°anno: 54  
Totale = 126

Verificare l'effetto  
della coltivazione a  
strisce

# Risultati qualità biologica del suolo Lubachi

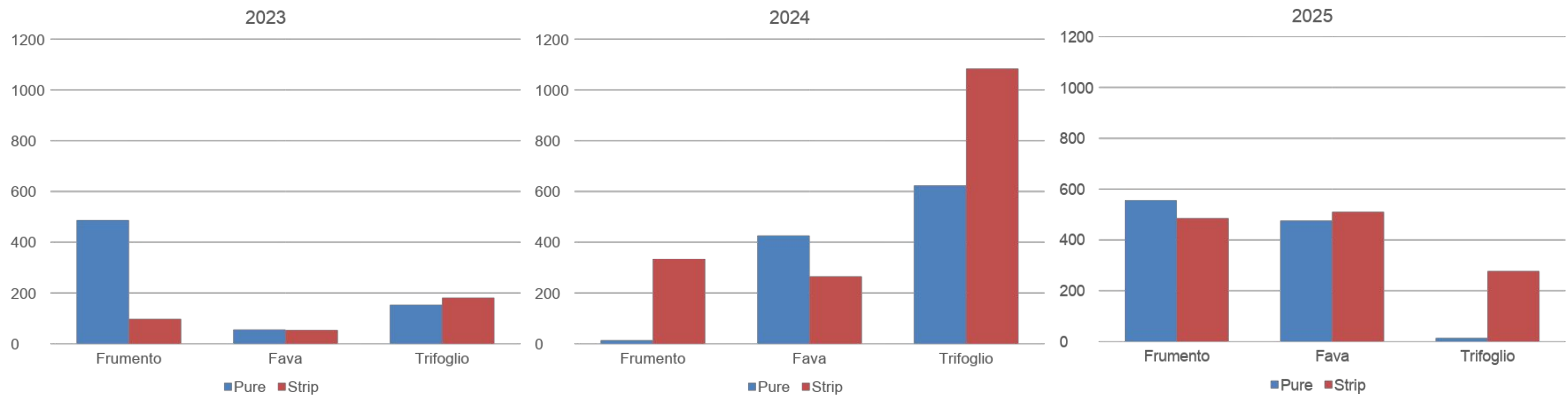
|  | I anno |       | II anno |       | III anno |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------|-------|----------|-------|
|                                                                                   | Pure   | Strip | Pure    | Strip | Pure     | Strip |
| QBS-e                                                                             | 232    | 111   | 355     | 413   | 348      | 424   |
| densità lomb.<br>(indivuidui/m <sup>2</sup> )                                     | 93     | 41    | 136     | 146   | 128      | 166   |
| biomassa lomb.<br>(g/m <sup>2</sup> )                                             | -      | -     | 10,22   | 13,19 | 16,94    | 17,34 |

Medie:

120  
lombrichi/m<sup>2</sup>  
=12,000,000/ha

15 grammi/m<sup>2</sup>  
=1,5quintali/ha

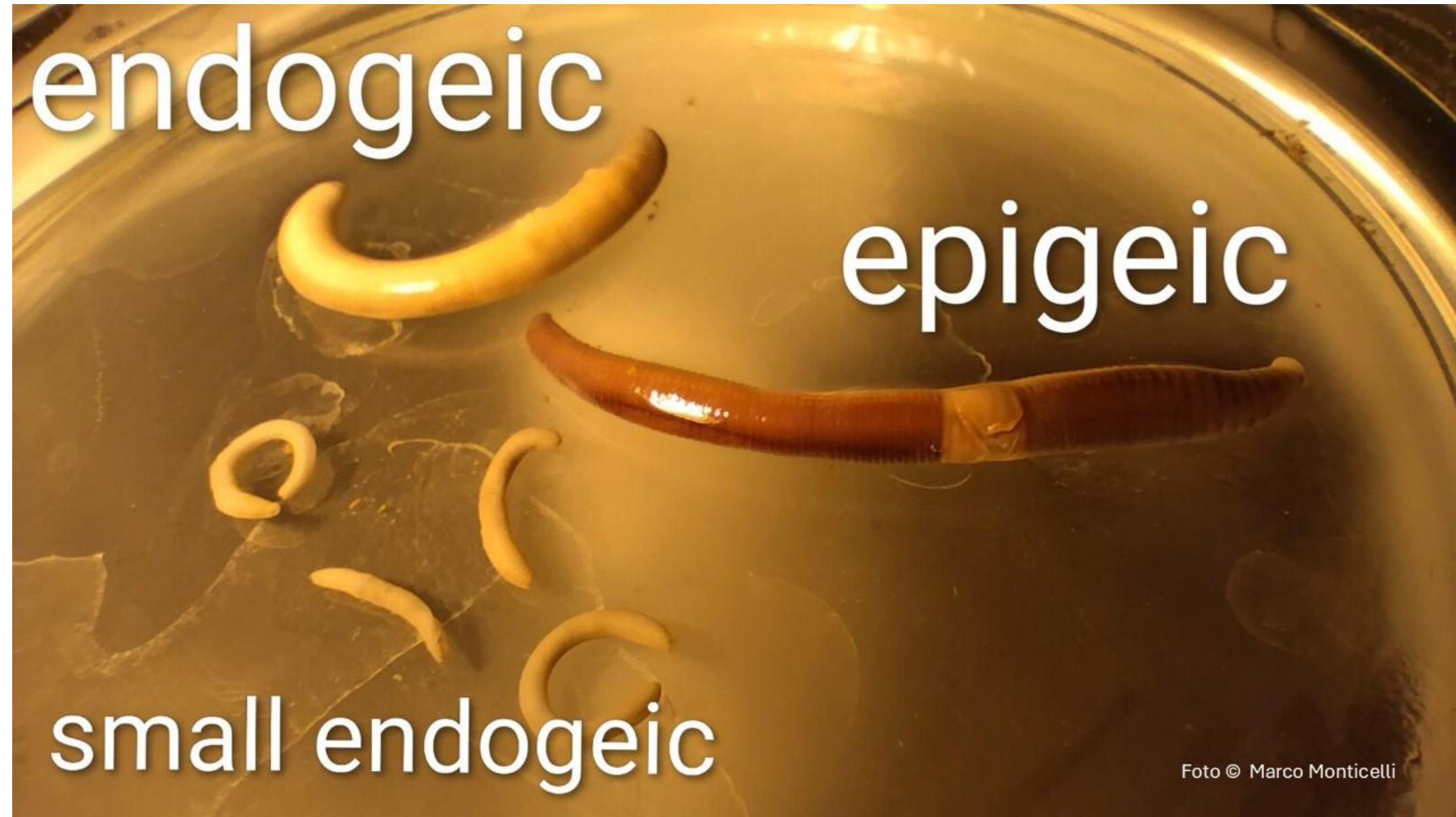
# QBS-e per coltura



Risultati più influenzati dalla posizione, annata e tipo di gestione che dalla coltura

# Specie di lombrico rinvenute

- *O. complanatus* (anecico)
  - *L. castaneus* (epigeo)
  - *A. handlirschi* (epigeo)
  - *O. transpadanus*
  - *A. chlorotica*
  - *A. caliginosa*
  - *A. rosea*
  - *P. antipai*
  - *M. phosphoreus*
  - *M. dubius*
  - *E. fetida* (coprofago)
  - *E. tetraedra* (idrofilo)
- (endogei)



La prevalenza di lombrichi **endogei** indica una buona struttura chimico fisica dell'orizzonte organico-minerale del suolo (circa fino a 20cm). Vi sono specie comuni all'est Europa (*M. dubius*, *O. transpadanus*), oltre alle cosmopolite associate a suolo umidi (*O. complantaus*), argillosi (*P. antipai*), compost (*E. fetida*), acquitrini (*E. tetraedra*).

# “Malavolta” – schema di campionamento



Strip  
cropping

p  
e  
n  
d  
e  
n  
z  
a



Pure  
stand

Numero di campioni

1°anno: 16

2°anno: 20

3°anno: 20

Totale = 56

Verificare l'effetto  
delle fasce fiorite

Image © 2025 Airbus

Google Earth

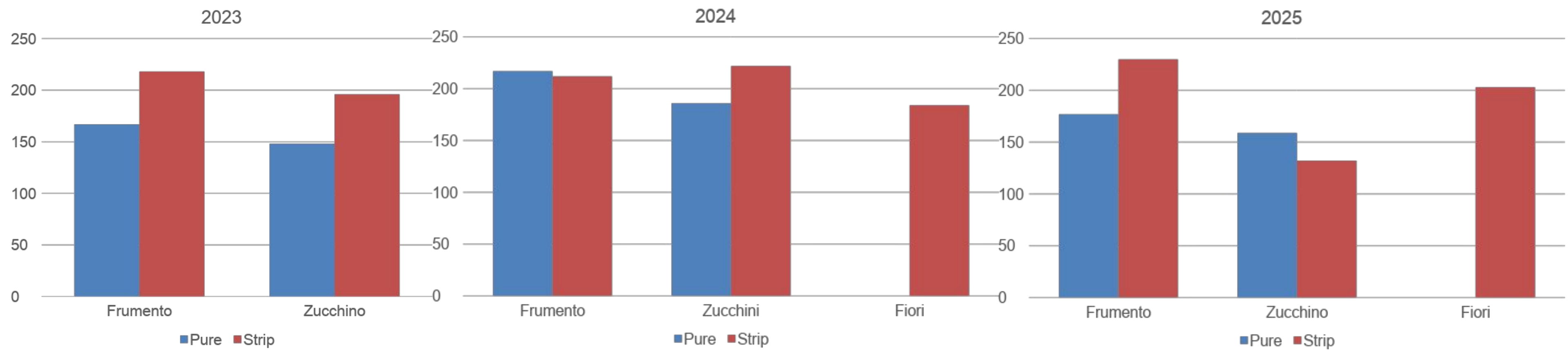
# Risultati qualità biologica del suolo Malavolta

|  | I anno |       |               | II anno |       |               | III anno |       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------------|---------|-------|---------------|----------|-------|---------------|
|                                                                                   | Pure   | Strip | Fasce fiorite | Pure    | Strip | Fasce fiorite | Pure     | Strip | Fasce fiorite |
| QBS-ar                                                                            | 157    | 207   | -             | 201     | 217   | 184           | 168      | 181   | 203           |
| Densità microartropodi (ind./m2)                                                  | 25480  | 29000 | -             | 47925   | 44925 | 56100         | 12800    | 42000 | 87500         |
| Forme biologiche                                                                  | 17     | 21    | -             | 17      | 23    | 20            | 20       | 22    | 17            |

Ambiente adatto alla riproduzione della

ofauna

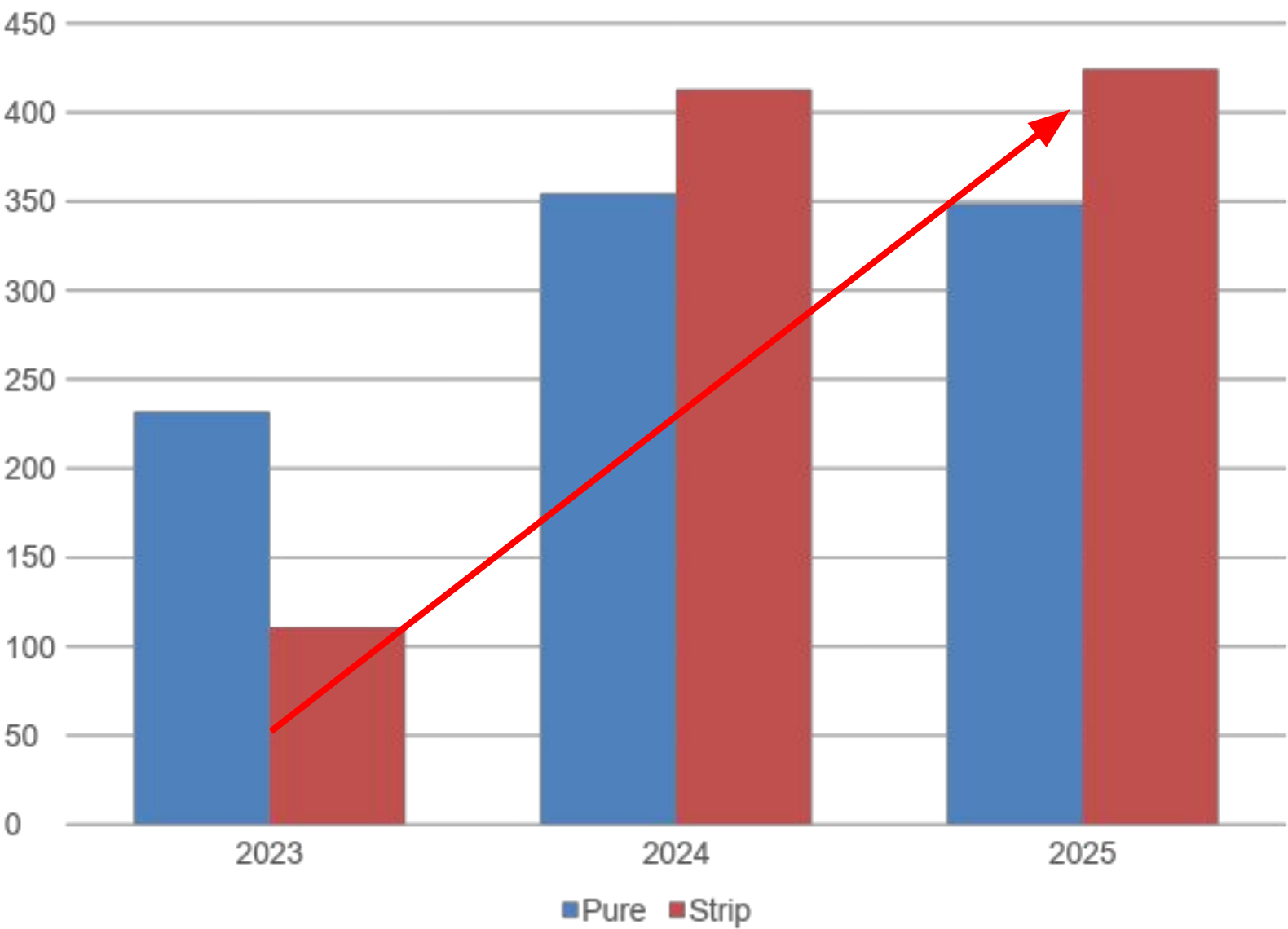
# QBS-ar per coltura



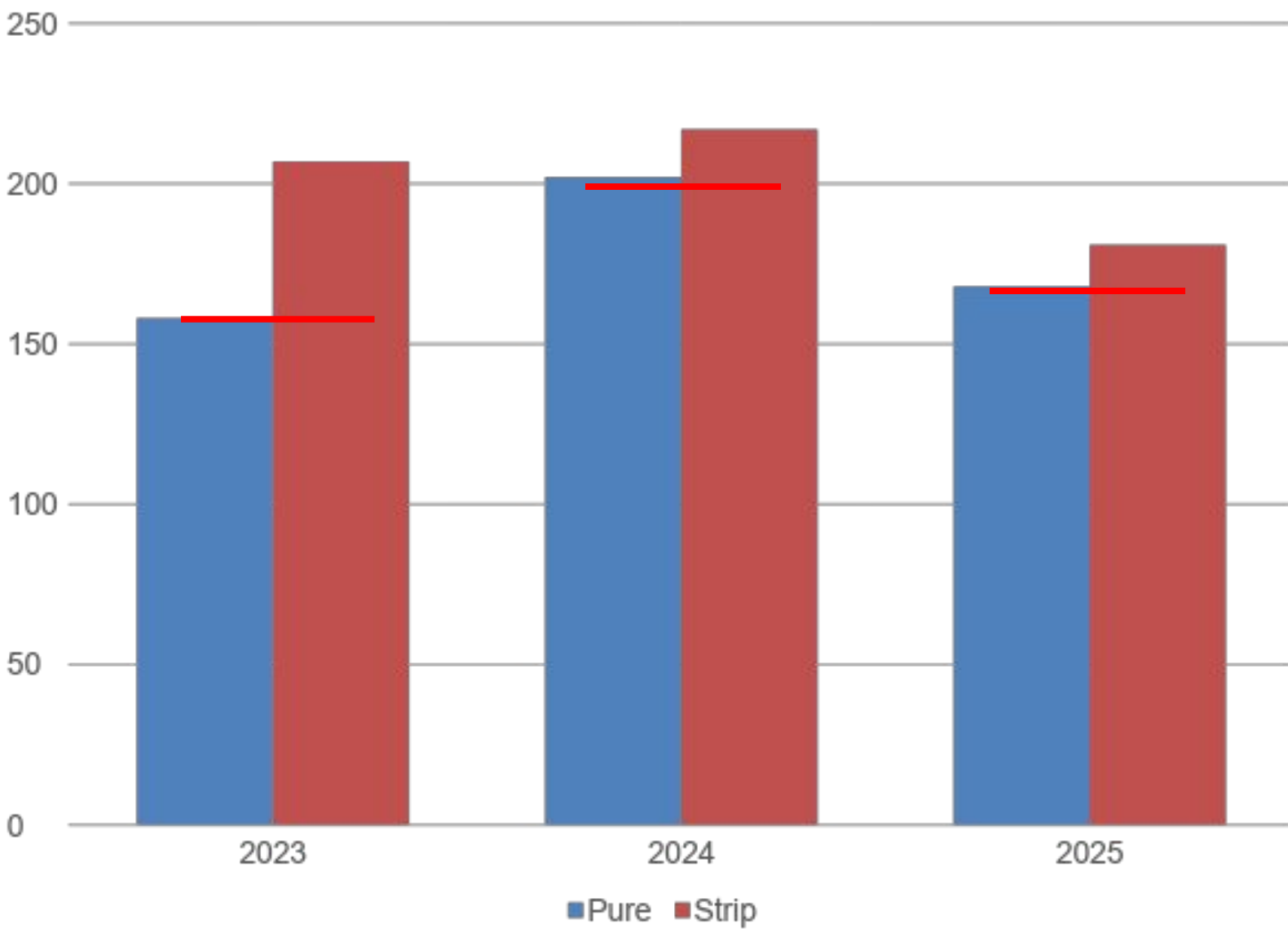
Valori molto simili tra loro, andrebbe analizzata la comunità specifica di micro-artropodi in ogni coltura

# Qualità biologica del suolo: riassunto

Lubachi (QBS-e)



Malavolta (QBS-ar)



# Sintesi e Spunti di Riflessione (QBS) per la Discussione Finale



- Gli indici QBS-ar e QBS-e si sono rivelati strumenti efficaci per evidenziare differenze di qualità biologica del suolo tra sistemi *strip* e *pure*.
- Incremento della biodiversità del suolo e miglioramento della qualità biologica nei sistemi *strip* rispetto ai *pure*. In particolare:
  - 1) **Az. I Lubachi** (QBS-e): > QBS-e per anni 2024 e 2025 ;
    - a) trend di miglioramento confermato da altri indicatori (biomassa e densità lombrichi);
    - b) Valori stabili per i sistemi *pure* per gli anni 2024 (355) e 2025 (349)
  - 2) **Az Malavolta** (QBS-ar): > QBS-ar dal 2023 al 2025;
    - a)  $\Delta$  densità: rotazioni colturali e stagionalità;
    - b) > Forme biologiche nelle *strip* rispetto ai *pure*
    - c) Fasce fiorite (2024-2025): serbatoio funzionale di biodiversità edafica.
- Applicabilità degli indici QBS nelle *strip* condizionata dalla presenza di specifiche colture (es. incompatibilità cucurbitacee/cereali per esigenze irrigue). Necessità di selezionare l'Indice QBS più opportuno per Azienda.
- Variabilità dei risultati in termini di miglioramento della qualità del suolo, influenzata da scelte colturali e pratiche gestionali.
  - Limitato numero di aziende testate! .....implementazioni per un futuro progetto?

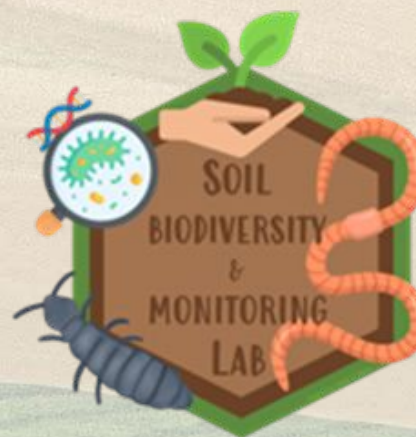




# Grazie per l'attenzione! Domande?



Marco Monticelli  
dottorando



[https://darwin.unicam.it/research/  
research\\_ID.php?lang=IT&ID=77](https://darwin.unicam.it/research/research_ID.php?lang=IT&ID=77)



Martina Coletta  
assegnista ricerca



Leonardo Salvatori  
dottorando



Aurora  
Torresi  
borsista



Mario Marconi



Antonietta La Terza  
[antonietta.laterza@unicam.it](mailto:antonietta.laterza@unicam.it)



Federico Tomassini  
studente bachelor



Alessandro Mascaretti  
studente bachelor











