



# BiodiversaMente Consapevoli

Dott.ssa Stefania Pinto

Dip. Di Bioscienze, Università degli Studi di Parma



# IL SUOLO

I suoli sono corpi naturali indipendenti, ognuno dei quali ha una sua propria morfologia di profilo risultante da un'unica combinazione di clima, forme biologiche, materiale derivante dalla roccia madre, dalla topografia e dal tempo (Dokuchaev, 1885).

**Ecologia:** il prodotto dell'alterazione della parte più superficiale della litosfera, ovvero come il prodotto dell'interazione tra litosfera-atmosfera-biosfera.



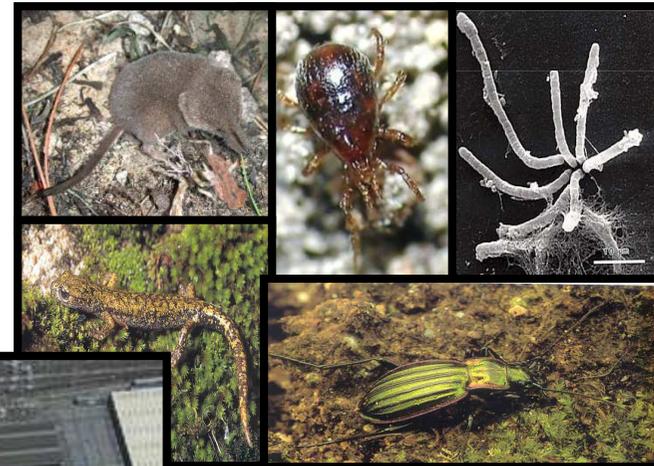
Si parla di suolo se siamo in presenza di ACCUMULO E TRASFORMAZIONE DI SOSTANZA ORGANICA, ALTERAZIONE CHIMICA DEI MINERALI, FORMAZIONE DI STRUTTURA.



# FUNZIONI DEL SUOLO

Da un punto di vista ecosistemico al suolo è possibile attribuire alcune importanti funzioni, tra cui:

1. Supporto alla vita delle piante;
2. Regolazione del ciclo dell'acqua;
3. Trasformazione e decomposizione della sostanza organica;
4. Riserva di biodiversità;
5. Supporto fisico alle infrastrutture antropiche.





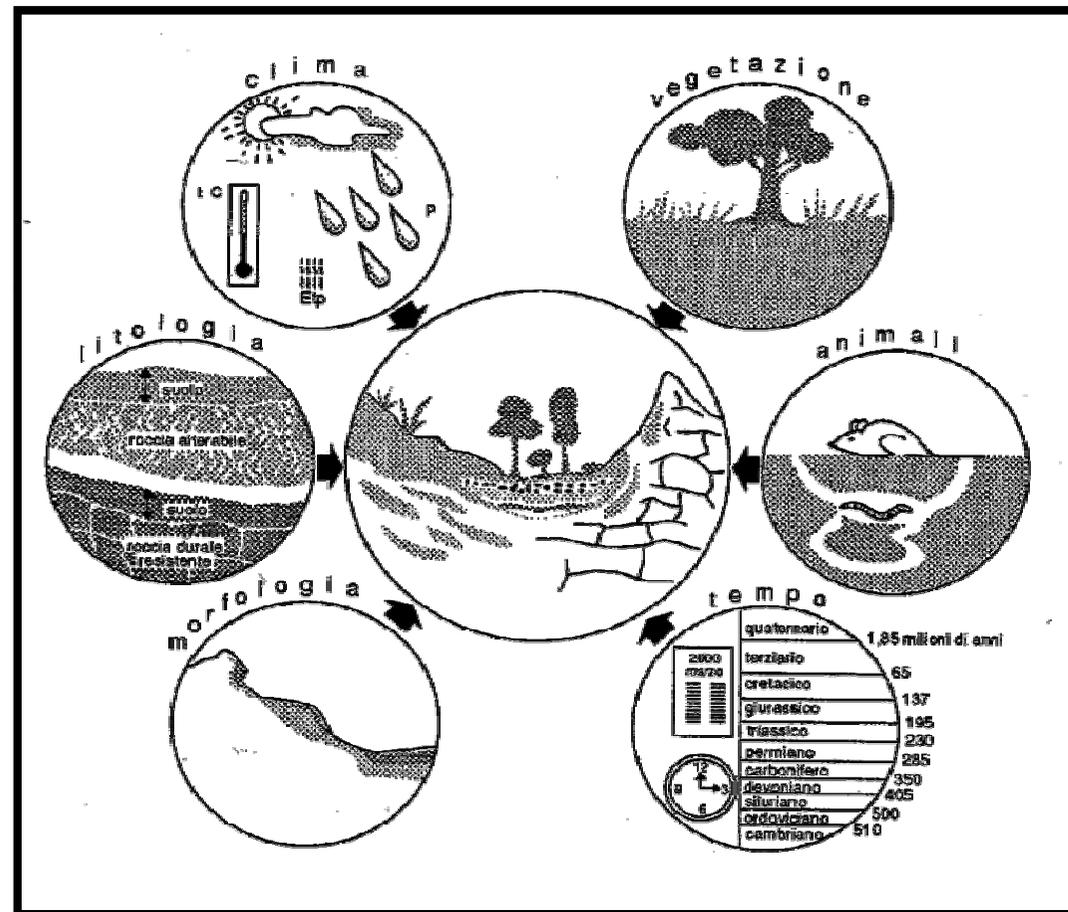
# PROCESSI PEDOGENETICI

Durante la formazione del suolo si realizzano una serie di processi che portano alla **differenziazione del profilo del suolo in orizzonti**.

Questi processi possono essere ricondotti alle seguenti categorie:

- **trasformazione;**
- **traslocazione;**
- **addizione;**
- **perdite.**

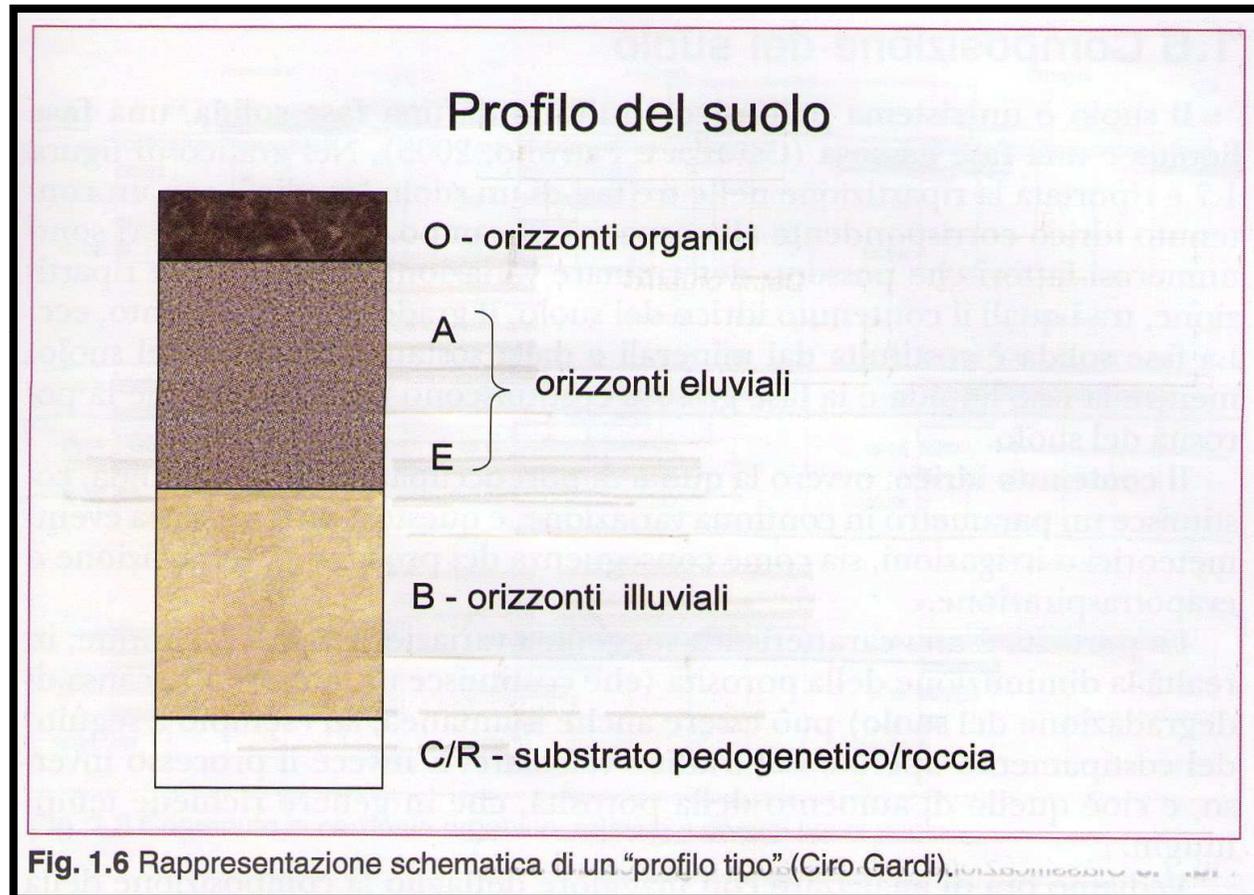
La formazione e differenziazione di orizzonti nel profilo deriva essenzialmente da processi di migrazione ed accumulo.





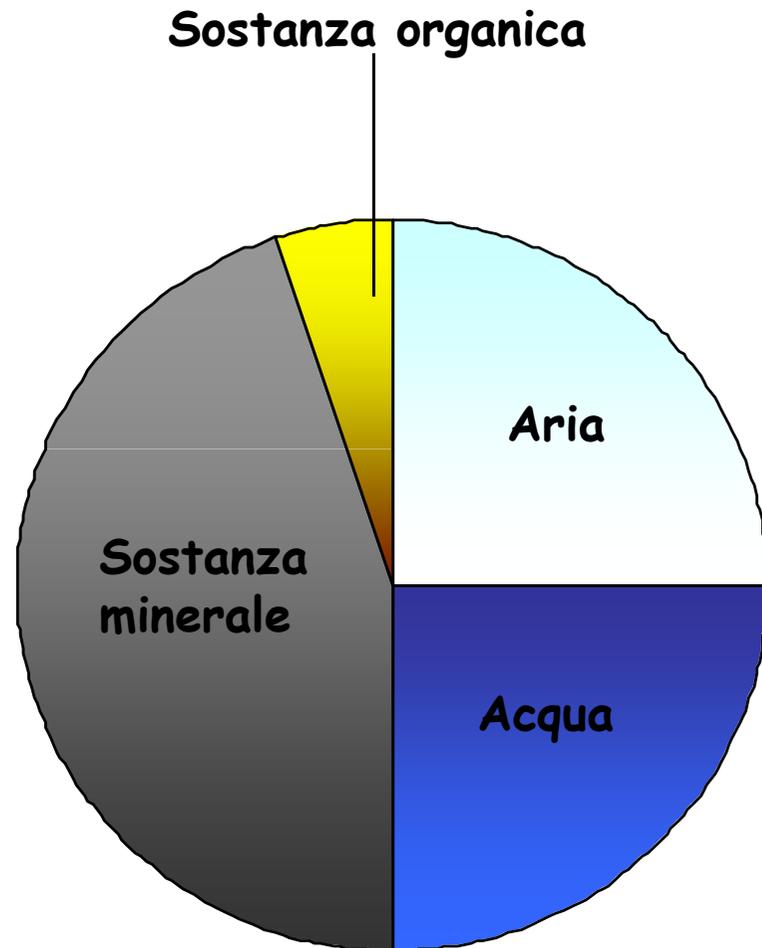
# PROFILO

Gli strati che si differenziano nell'ambito di un suolo prendono il nome di **orizzonti**, la successione verticale di più orizzonti prende il nome di **profilo**.





# COMPOSIZIONE DEL SUOLO



Nel suolo troviamo 3 componenti: aria, acqua e sostanze solide.

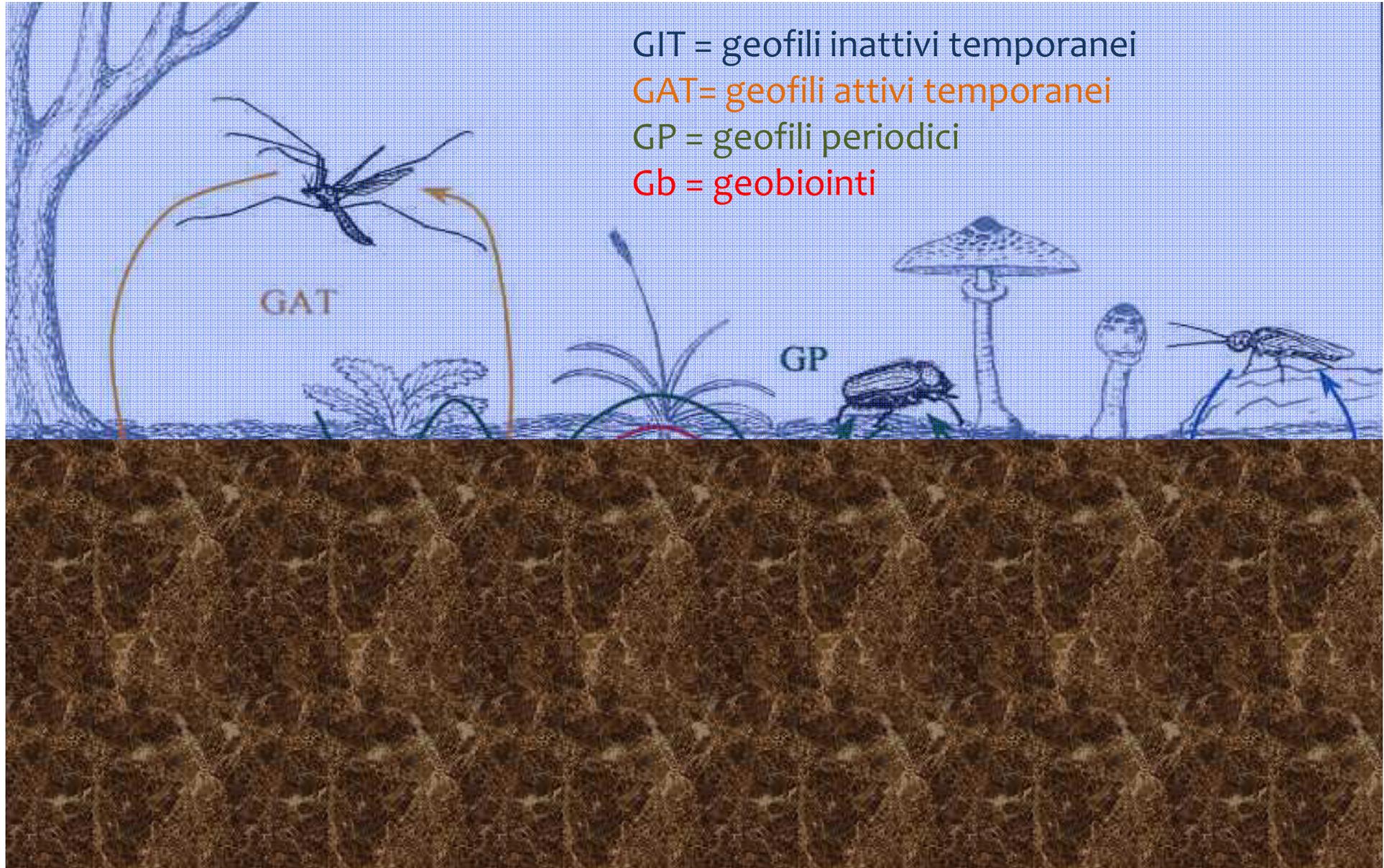
Le sostanze solide sono costituite da sostanze minerali e sostanza organica.

la fase liquida e la fase gassosa costituiscono nel loro insieme la porosità del suolo.



# FAUNA EDAFICA

*Edaphon*: complesso di organismi che popolano il suolo.





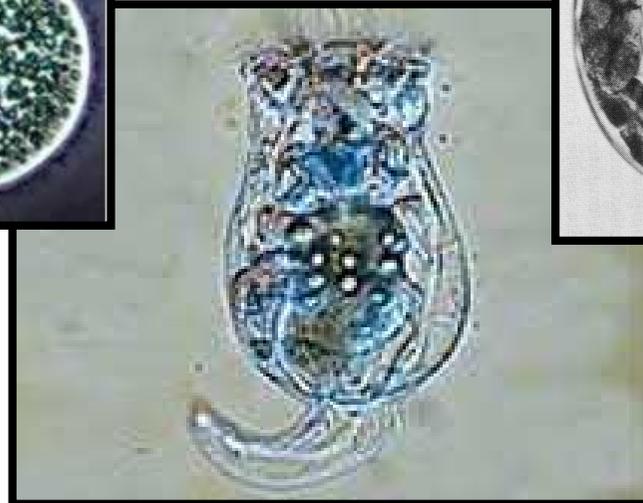
# MICROFAUNA

Dimensioni corporee comprese tra i 20  $\mu\text{m}$  e i 200  $\mu\text{m}$

**Protozoi:** 30.000/40.000 individui in un grammo di suolo arato.

**Rotiferi:** prediligono suoli umidi e ricchi di sostanza organica dove possono raggiungere densità di 100.000 individui per mq.

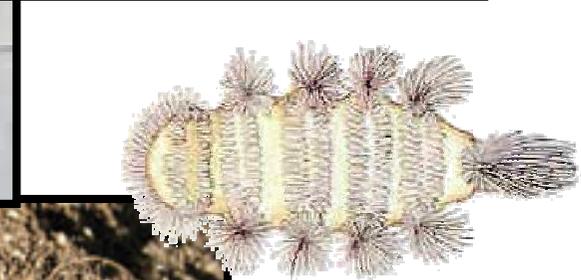
**Nematodi:** 30 milioni di individui per mq nelle foreste.





# MESOFAUNA

Dimensioni corporee comprese tra i 200  $\mu\text{m}$  e i 2 mm





# MACROFAUNA

Dimensioni corporee comprese tra i 2 mm e i 20 mm





# ADATTAMENTO AL SUOLO:

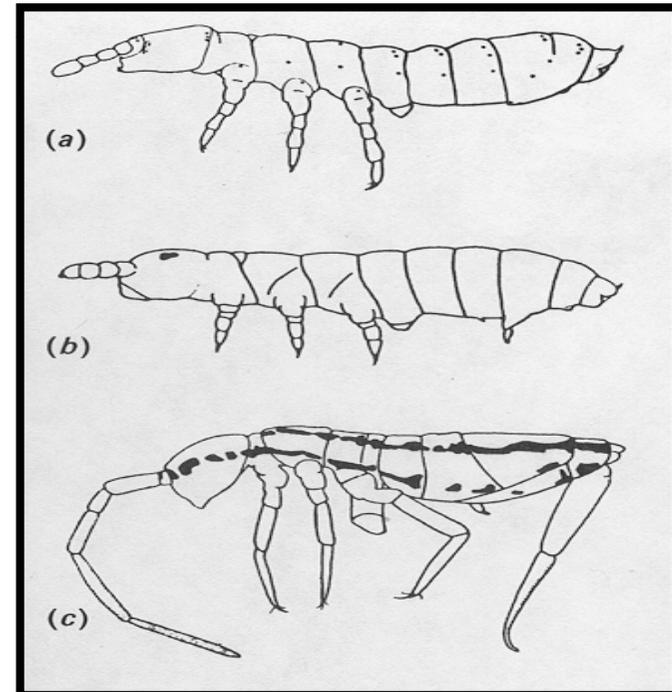
fenomeno di convergenza adattativa

Gli organismi del suolo si sono evoluti in un ambiente “estremo” che impone loro tre principali capacità:

1. Muoversi in un ambiente caratterizzato da microcavità;
2. Nutrirsi di risorse di scarsa qualità;
3. Capacità di adattamento ad occasionali essiccazioni e inondazioni dello spazio poroso.

I microartropodi euedafici presentano una serie di caratteristiche che testimoniano la loro colonizzazione di questo particolare habitat.

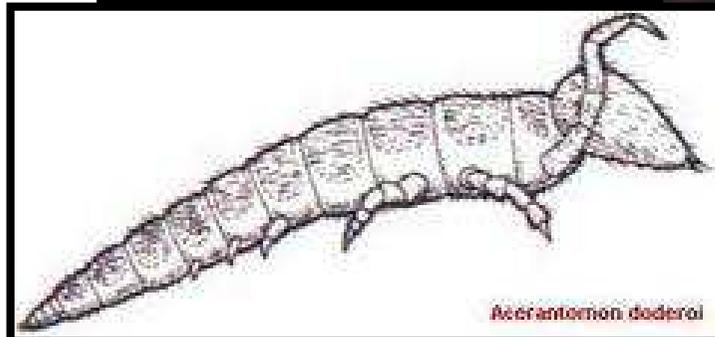
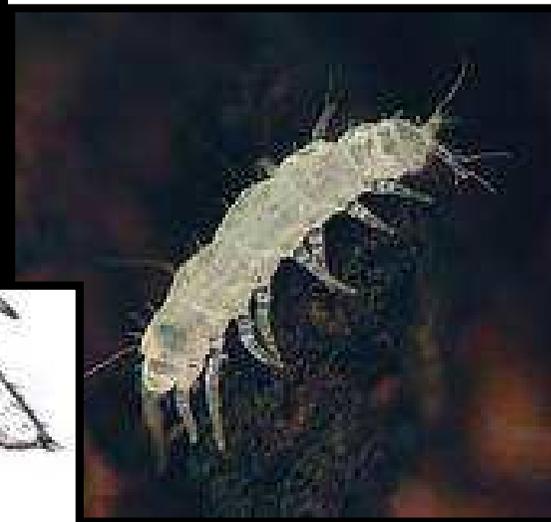
Si tratta di un fenomeno evolutivo di **convergenza adattativa** leggibile da caratteristiche morfologiche.





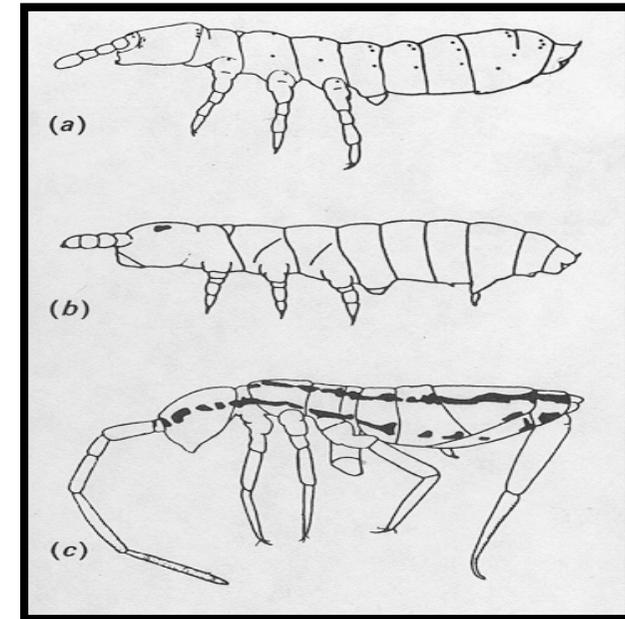
I principali caratteri morfologici di adattamento alla vita ipogea sono i seguenti:

- miniaturizzazione del corpo o forte riduzione della sua sezione trasversale;
- riduzione della pigmentazione anche attraverso la semplificazione della livrea o assunzione di una pigmentazione di camuffamento o alla completa depigmentazione;





- riduzione della lunghezza delle appendici, fino alla degenerazione completa o scomparsa;
- riduzione degli apparati visivi fino all'anoftalmia;
- presenza di strutture esterne apomorfiche di adattamento alla vita ipogea come l'organo postantennale (PAO), ecc.

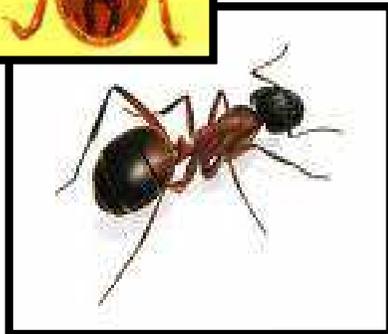


- semplificazione delle fanere con loro eventuale specializzazione;
- nel caso degli insetti, nelle specie appartenenti a gruppi primitivamente alati, atrofia o sparizione delle ali (o di entrambe le paia o di quello metatoracico).



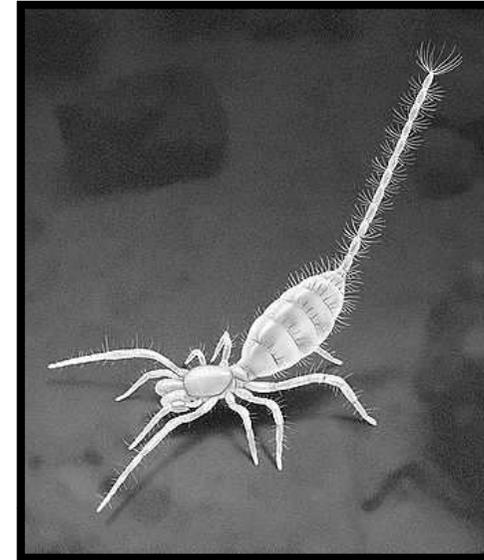
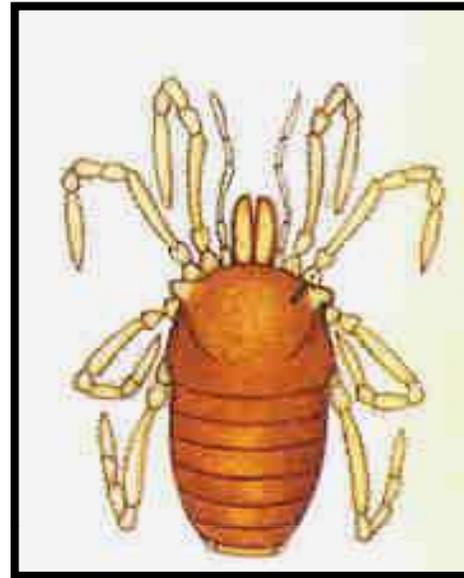
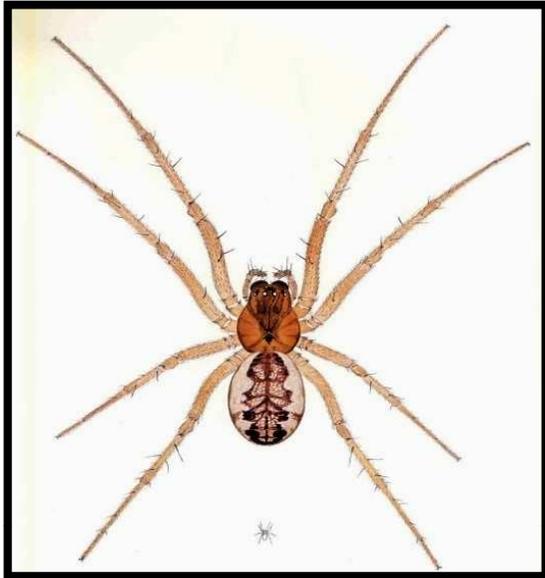
# ARTROPODI

- Originariamente metamerici (in alcuni gruppi la metameria è ridotta);
- Come condizione primitiva portano un paio di appendici per segmento;
- Possiedono un esoscheletro chitinoso (CUTICOLA) diviso in segmenti;
- Abbandono periodico dell'esoscheletro in fase di crescita: MUTA.



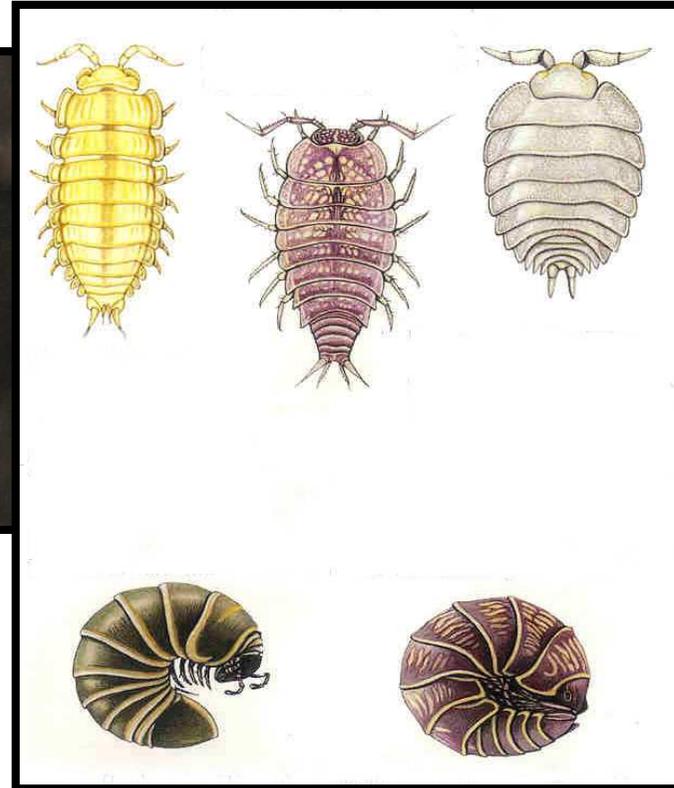


# ARACNIDI





# CROSTACEI



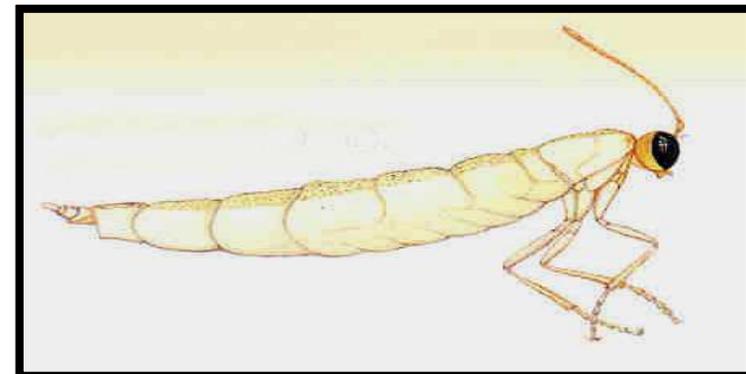
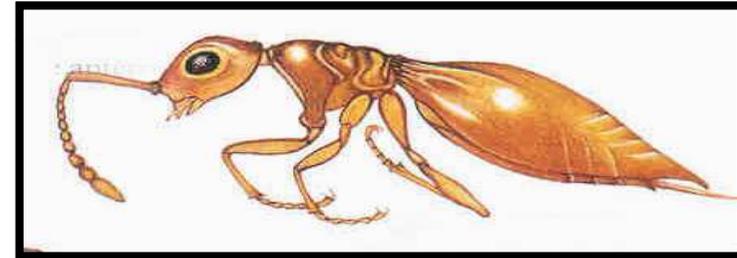
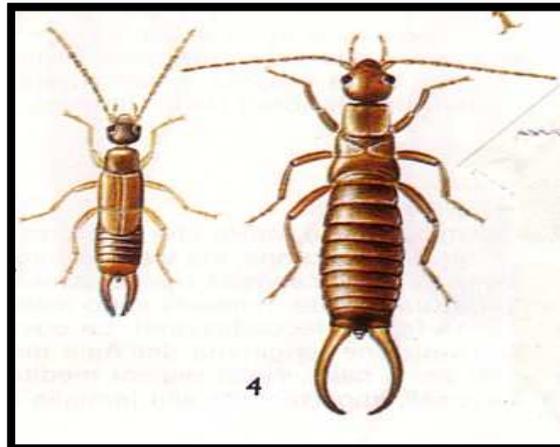
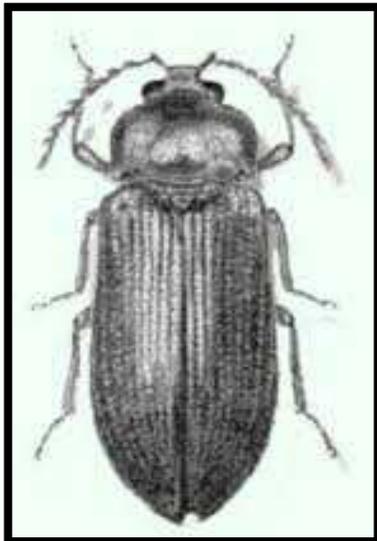
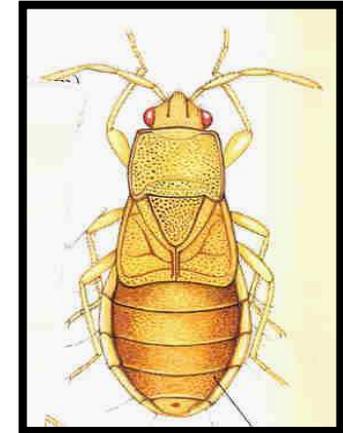
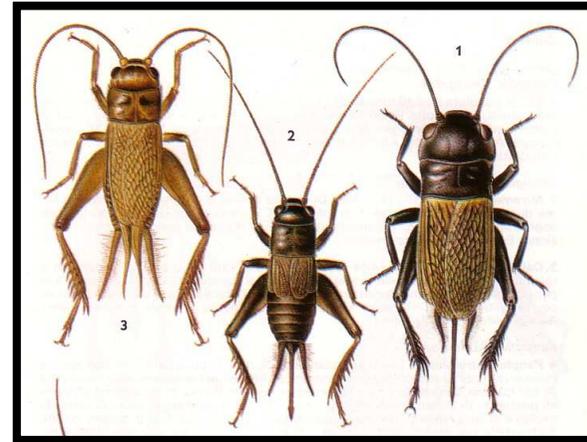
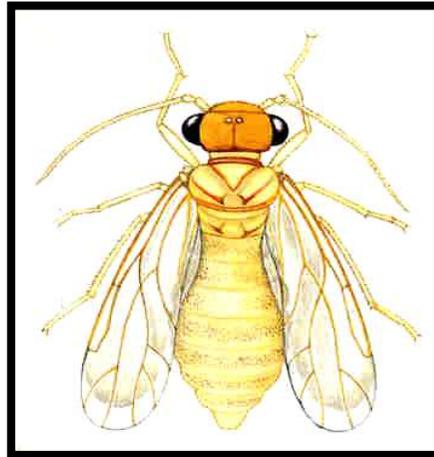
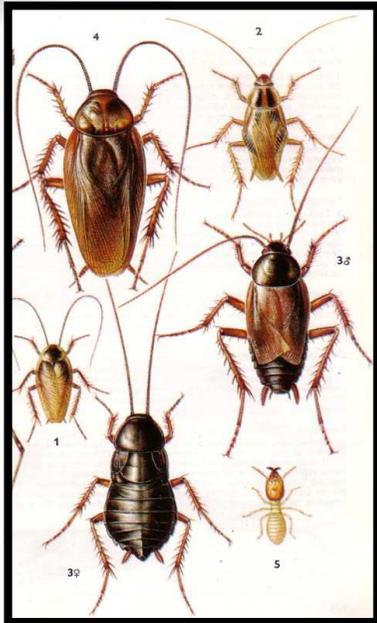


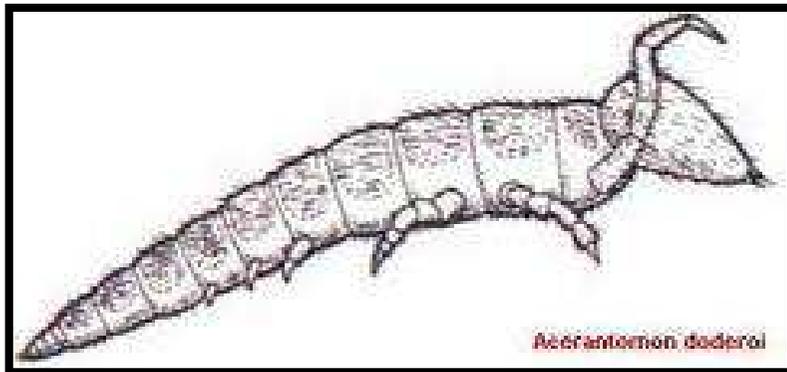
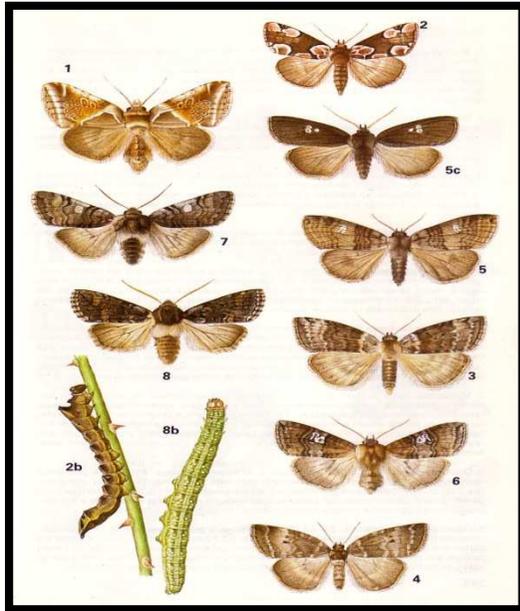
# MIRIAPODI





# INSETTI

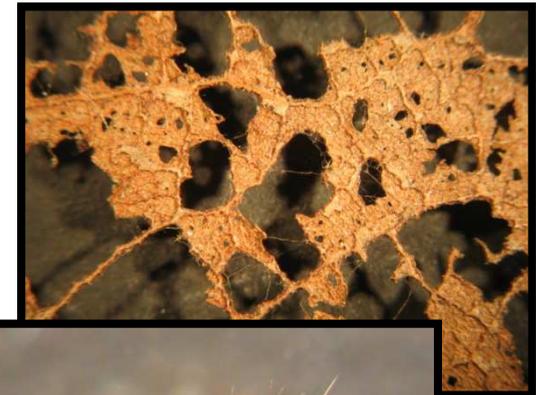






## Alcune **funzioni chiave** della fauna edafica del suolo:

1. Mantenimento della struttura del suolo;
2. Decomposizione della sostanza organica;
3. Supporto e controllo della produzione delle piante e della diversità di specie.

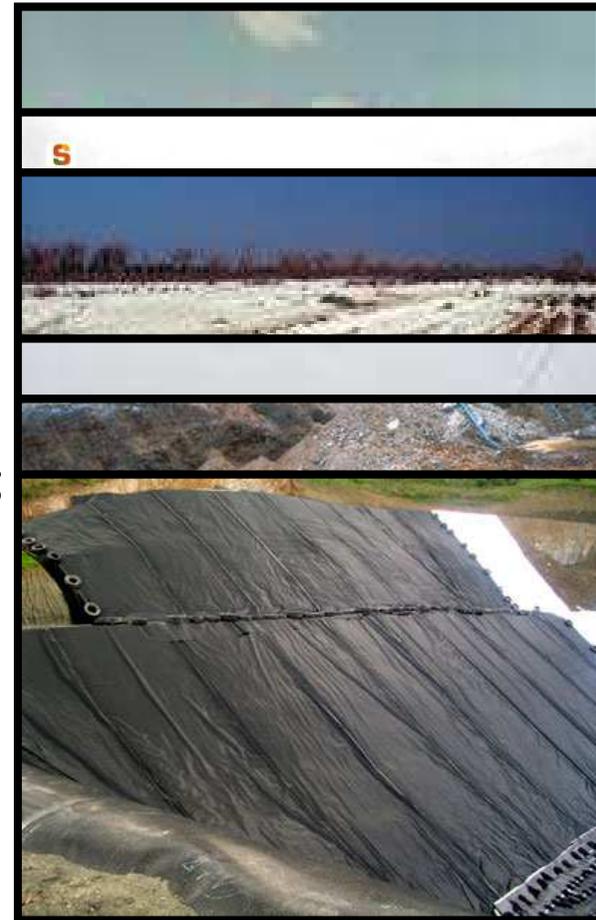




# DEGRADO DEL SUOLO

Le cause principali e i processi più diffusi di degrado del suolo comprendono:

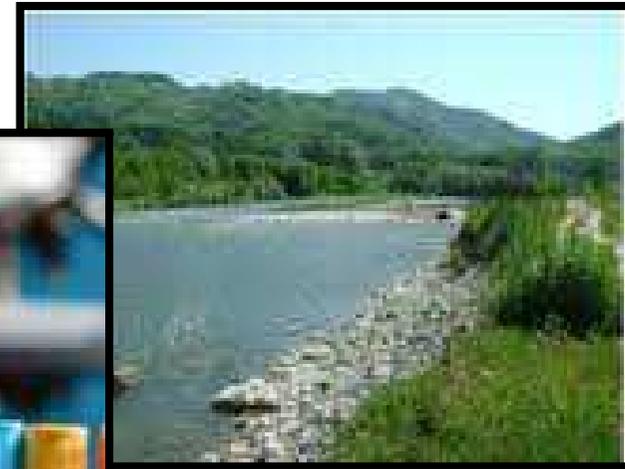
- Erosione;
- Compattazione;
- Salinizzazione;
- Inondazioni e smottamenti;
- Contaminazione;
- Impermeabilizzazione;
- Perdita di biodiversità.





Obiettivi più comuni ed importanti nel monitoraggio ambientale sono:

- Caratterizzazione dell'ambiente;
- Valutazione dell'impatto ambientale di una fonte d'inquinamento;
- Valutazione dell'impatto ambientale di un'area e del suo sviluppo antropico;
- Valutazione dell'impatto ambientale di un incidente (accidentale o intenzionale);
- Valutazione dell'efficacia di azioni di miglioramento dell'ambiente (es. attività di bonifica);
- Monitoraggio in tempo reale del ripristino ambientale.





## Valutazione del livello di alterazione e degrado di un suolo:

- Analisi chimiche
- Analisi fisiche
- Studio di alcuni aspetti delle comunità biotiche





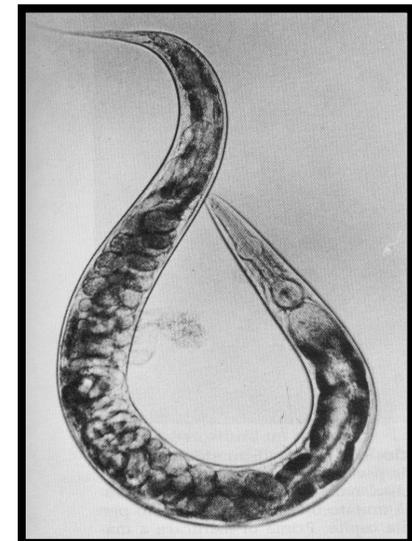
Indicazioni possono essere ottenute da diversi livelli di organizzazione biologica.

I più semplici, *biomarker*, consentono la misura di variabili biochimiche e fisiologiche negli individui e nei loro prodotti di escrezione;

I *bioindicatori*, organismi con specifiche richieste ecologiche, forniscono indicazioni relative ai cambiamenti ambientali;

Le *comunità*, che rappresentano i livelli di complessità più elevata, consentono di ottenere informazioni riguardanti l'intera zoocenosi e le relazioni che la caratterizzano.

Gli *indici*, complesso di più indicatori.





*L'idea di base della bioindicazione è che le relazioni tra fattori del suolo e comunità del suolo possono essere strette: quando i fattori del suolo influenzano la struttura di comunità, la struttura di comunità può contenere informazioni relative alle caratteristiche del suolo.*

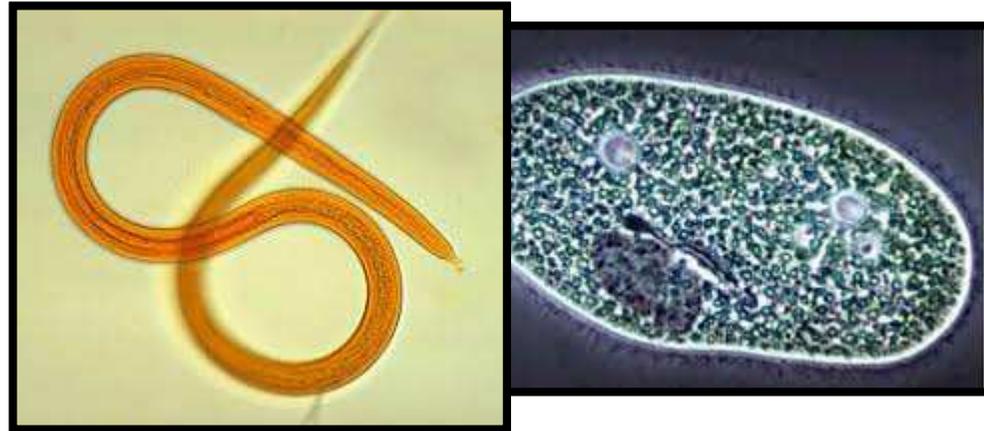
**Le caratteristiche chiave nella valutazione del disturbo del suolo sono:**

1. Ricchezza e diversità in specie.
2. Rapporto tra le specie (dominanti e rare).
3. Distribuzione della taglia del corpo nelle varie specie.
4. Classificazione degli attributi del ciclo di vita.
5. Classificazione in accordo con le preferenze eco-fisiologiche
6. Struttura delle catene trofiche.



# INDICI BASATI SULLA MICROFAUNA

## PROTOZOI e NEMATODI



Quali problemi?

- Incertezza sistematica;
- mancata definizione di accurati modelli di distribuzione degli organismi nel terreno (incertezza spaziale);
- difficoltà ad arrivare ad un'elaborazione sufficientemente robusta dell'indice senza avere una completa conoscenza sistematica dei gruppi (incertezza formativa);
- utilizzo di dati elaborati in altre nazioni / altri tipi di suolo rispetto alla realtà italiana (incertezza geografica/pedologica);
- necessità di un sito di riferimento (controllo) in ogni investigazione per una interpretazione conclusiva.



# MATURITY INDEX

Consente di valutare le condizioni di maturità di un ecosistema basandosi sulla composizione della comunità nematologica.

Si basa sulla frequenza relativa di famiglie a elevato tasso riproduttivo (colonizzatori), caratterizzate da ciclo riproduttivo rapido e alta tolleranza agli inquinanti e di famiglie definite persistenti, con ciclo vitale più lungo e maggiormente sensibili alle perturbazioni del sistema.

Colonizzatori e persistenti vengono considerati come i due estremi di una scala di valori (*c-p*) il cui range numerico varia tra 1 e 5:

- *c-p* 1: organismi con generazioni brevi (pochi giorni), che producono numerose uova e crescono a ritmo esponenziale in condizioni di abbondanza di nutrimento;
- *c-p* 2: organismi con brevi tempi di generazione ma non in grado di entrare in criptobiosi;
- *c-p* 3: organismi con tempi di generazione più lunghi e relativa sensibilità agli inquinanti;
- *c-p* 4: organismi caratterizzati da lunghi cicli vitali, cuticola permeabile e discreta sensibilità agli inquinanti;
- *c-p* 5: organismi con cicli vitali più lunghi e tasso riproduttivo più basso, produzione di poche uova, capacità di spostamento limitata e molto sensibili agli inquinanti e ai fenomeni di disturbo.



Il *Maturity Index* è calcolato come la media pesata dei valori *c-p* individuali

$$MI = \sum_{i=1}^n v(i)f(i)$$

$v(i)$  è il valore *c-p* della famiglia considerata;

$f(i)$  è la frequenza relativa della stessa nel campione;

Valore dell'indice vicino a 1 esprime una predominanza di individui colonizzatori e indicatori di un ambiente poco stabile.

Valore dell'indice compreso tra 2 e 4 esprime una maggior abbondanza di persistenti ed è indice di un sistema tendenzialmente più stabile.





# INDICI BASATI SULLA MESOFAUNA

Enchitreidi

Lombrichi

Coleotteri

Imenotteri

Ortotteri

Collemboli

Acari

Pauropodi

Sinfili

Isopodi





### INDICI SPECIALISTICI:

- Forte sforzo nella determinazione dei gruppi sistematici;
- Danno un'informazione parziale del sistema.

### INDICI COMPLESSIVI:

- Non è necessaria la determinazione dei taxa fino a livello specifico;
- Permettono uno studio più completo della stabilità dell'ecosistema.

### **INDICI SPECIALISTICI:**

1. QBS-collembola (Parisi, 2008);
2. Rapporto Acari/Collemboli (Bachelier, 1986);
3. Rapporto Oribatea/altri Acari (Aoki *et al.*, 1977);
4. Indice di diversità di Shannon (Shannon, 1948);
5. Analisi della biodiversità degli acari Oribatei (Jacomini *et al.*, 2000; Knoepp *et al.*, 2000).

### **INDICI COMPLESSIVI:**

1. QBS-ar (Parisi *et al.*, 2005);
2. IQ (Casarini *et al.*, 1990);
3. Arthropod acidity index (van Straalen, 1998).



# TEST DI RIPRODUZIONE CON *Folsomia candida* ISO 11267-99

Permette di testare la tossicità di sostanze come pesticidi, metalli pesanti o matrici complesse aggiunte al suolo.

- Preparazione di suolo standard: 70% sabbia quarzosa, 20 % argilla caolino, 10% sfagno, con l'aggiunta di  $\text{CaCO}_3$  per portare il pH a 5.5-6.5;
  - Spessore del suolo 4 cm;
- Età 10-12 giorni, sincronizzati per età e muta;
  - Temperatura 18-20 °C;
- Durata del test generalmente 4 settimane;
  - Alimentazione con lievito in polvere.



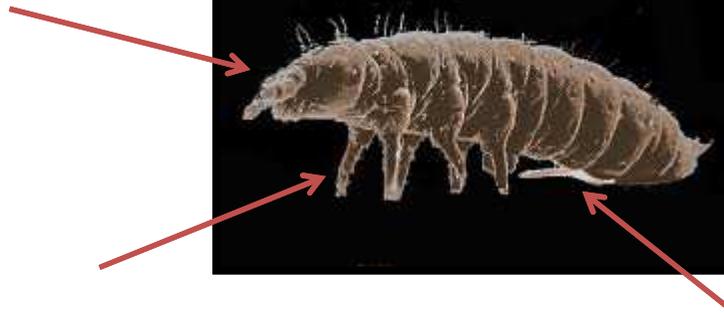
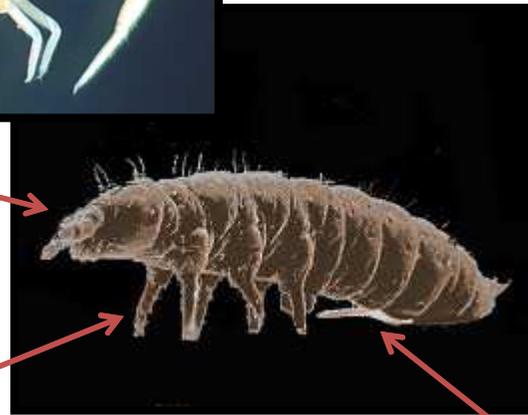


Lunga evoluzione alla vita ipogea



## **ADATTAMENTI E MODIFICAZIONI**

Leggibili da caratteristiche morfologiche





# QBS-c

Si basa sulla misura di alcuni caratteri, con punteggi che tengano conto del livello di evoluzione regressiva in rapporto alla vita ipogea.

I caratteri presi in esame sono:

- dimensioni;
- pigmentazione;
- sviluppo di fanere;
- anoftalmia;
- antenne;
- zampe;
- furca.

Ad ognuno di questi è assegnato un punteggio.

TABLE 1 - Morphological characteristics used in calculating the EMI values to determine QBS-C.

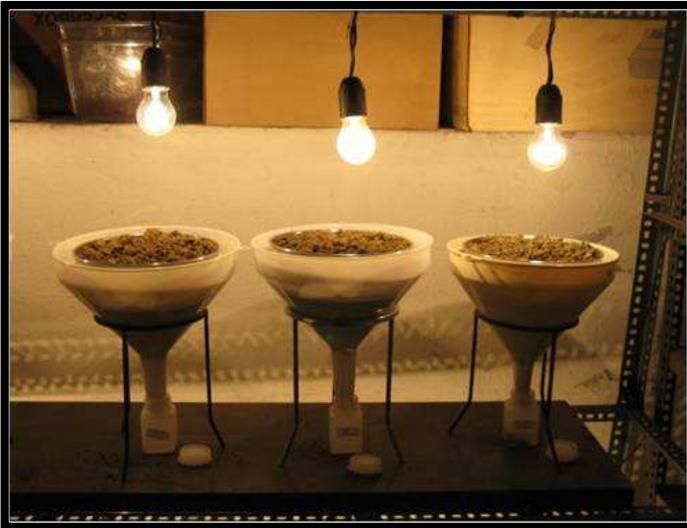
	Characteristic	EMI points
<b>Dimensions</b>		
	large >3 mm	0
	medium 2-3 mm	2
	small <2 mm	4
<b>Pigmentation</b>		
	with complex pattern ( <i>Crocharella</i> , <i>Scira</i> )	0
	with simple pattern ( <i>Isotomurus</i> , <i>Tomocerat</i> )	1
	with colour (or limited to the appendages, distally)	3
	absent	6
<b>Cuticular and other Tegumentary Structures</b>		
	significant development of macrochaetae and/or scales, presence of tricothoria	0
	modest coverage in cuticular structures	1
	topographic specialisation of the chaetae, reduced in number, particular sensilla on the antennae, PAO present AD present (these characteristics may not all be present)	3
	few chaetae, sensors and particular structures present in various parts of the body	6
<b>Eyes</b>		
	8+8 ommatidia	0
	6+6	2
	from 5+5 to 1+1	3
	0+0	6
<b>Antennae</b>		
	much longer than the diagonal of the head	0
	approximately the same size	2
	shorter	3
	much reduced	6
<b>Legs</b>		
	highly developed	0
	average development	2
	short	3
	reduced or with reduced or absent empodial appendage claw, often without teeth	6
<b>Furca</b>		
	highly developed	0
	average development	2
	little developed with a reduction in the number of hairs	3
	absence of macro and/or alterations in the form of manubrium and dentes	5
	absence of furca or rudimentary	6



# CAMPIONAMENTO E ESTRAZIONE DEI MICROARTROPODI



Prelievo di zolle di suolo.



Estrazione dei microartropodi.

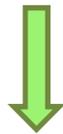


Osservazione del campione allo stereomicroscopio.



Maggiore è il grado di adattamento dei microartropodi al suolo e minore è la loro capacità di abbandonare il suolo in condizioni sfavorevoli.

**ADATTAMENTO**



**VULNERABILITÀ**

La **presenza/assenza** degli organismi più adattati diventa un buon indicatore del livello di disturbo del suolo.



Eco-morphologic indices (EMIs) of edaphic microarthropod groups<sup>a</sup>

Group	EMI score
Protura	20
Diplura	20
Collembola	1–20
Microcoryphia	10
Zygentomata	10
Dermaptera	1
Orthoptera	1–20
Embioptera	10
Blattaria	5
Psocoptera	1
Hemiptera	1–10
Thysanoptera	1
Coleoptera	1–20
Hymenoptera	1–5
Diptera (larvae)	10
Other holometabolous insects (larvae)	10
Other holometabolous insects (adults)	1
Acari	20
Araneae	1–5
Opiliones	10
Palpigradi	20
Pseudoscorpiones	20
Isopoda	10
Chilopoda	10–20
Diplopoda	10–20
Pauropoda	20
Symphyla	20



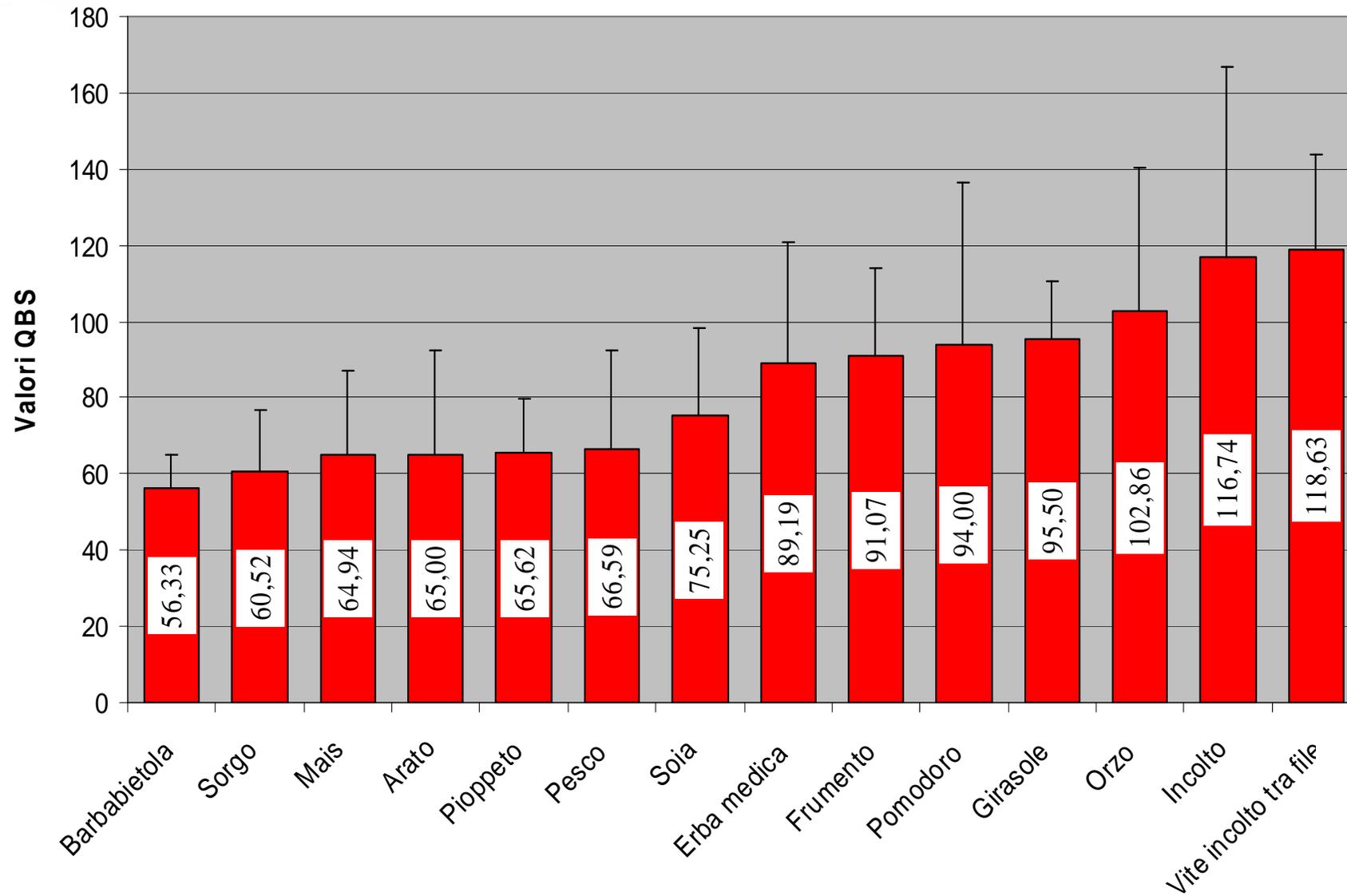
## Dove è stato applicato l'indice QBS

- Aree boschive a diverso regime;
- Aree boschive incendiate;
- Aree a pioppeto sottoposte ad esondazione;
- Prati stabili;
- Colture;
- Agricoltura biologica e agricoltura convenzionale;
- Smaltimento di fanghi di reflui urbani;
- Aree circostanti discariche;
- Interventi di ingegneria naturalistica;
- Opere di bonifica.



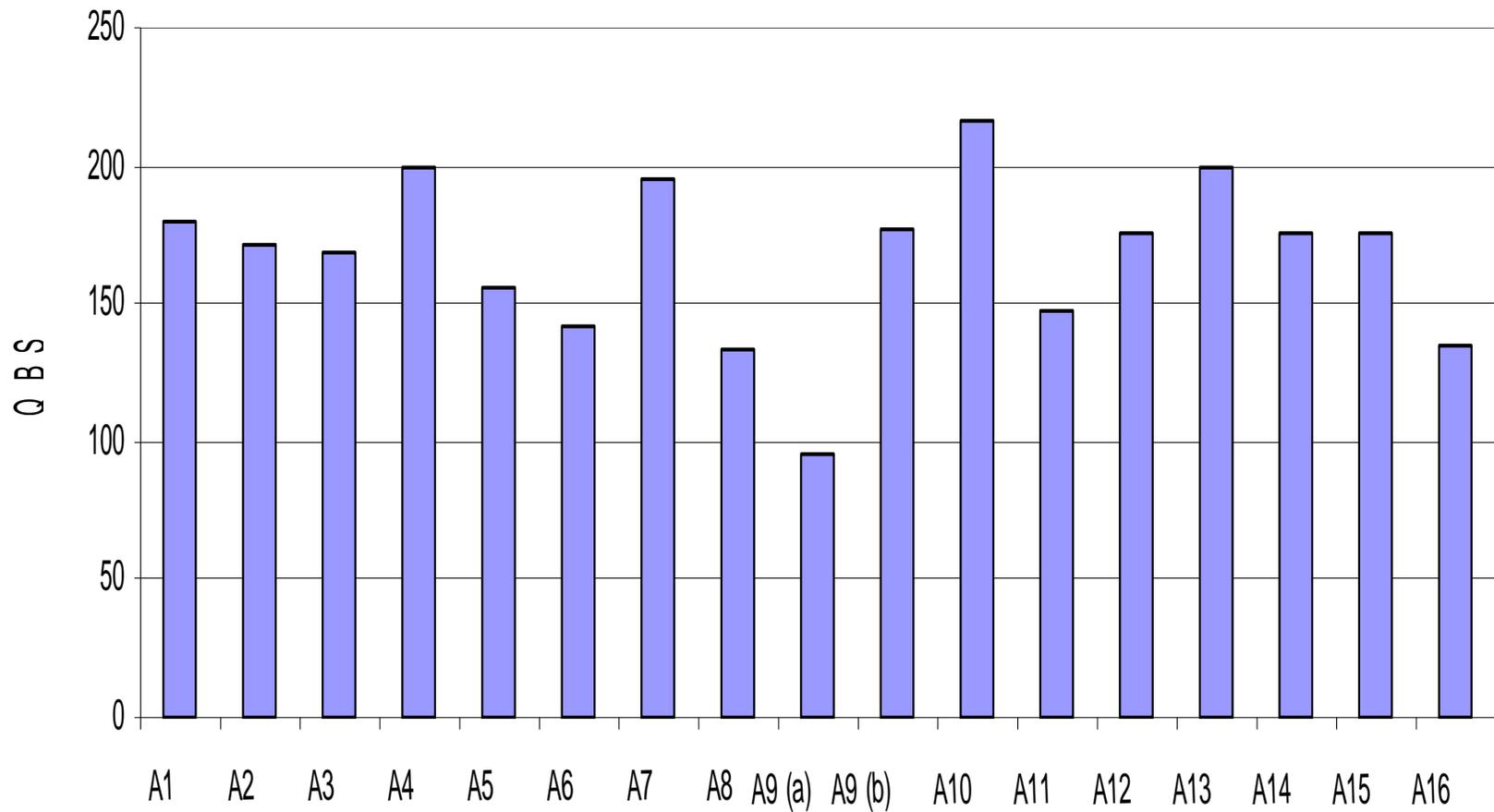


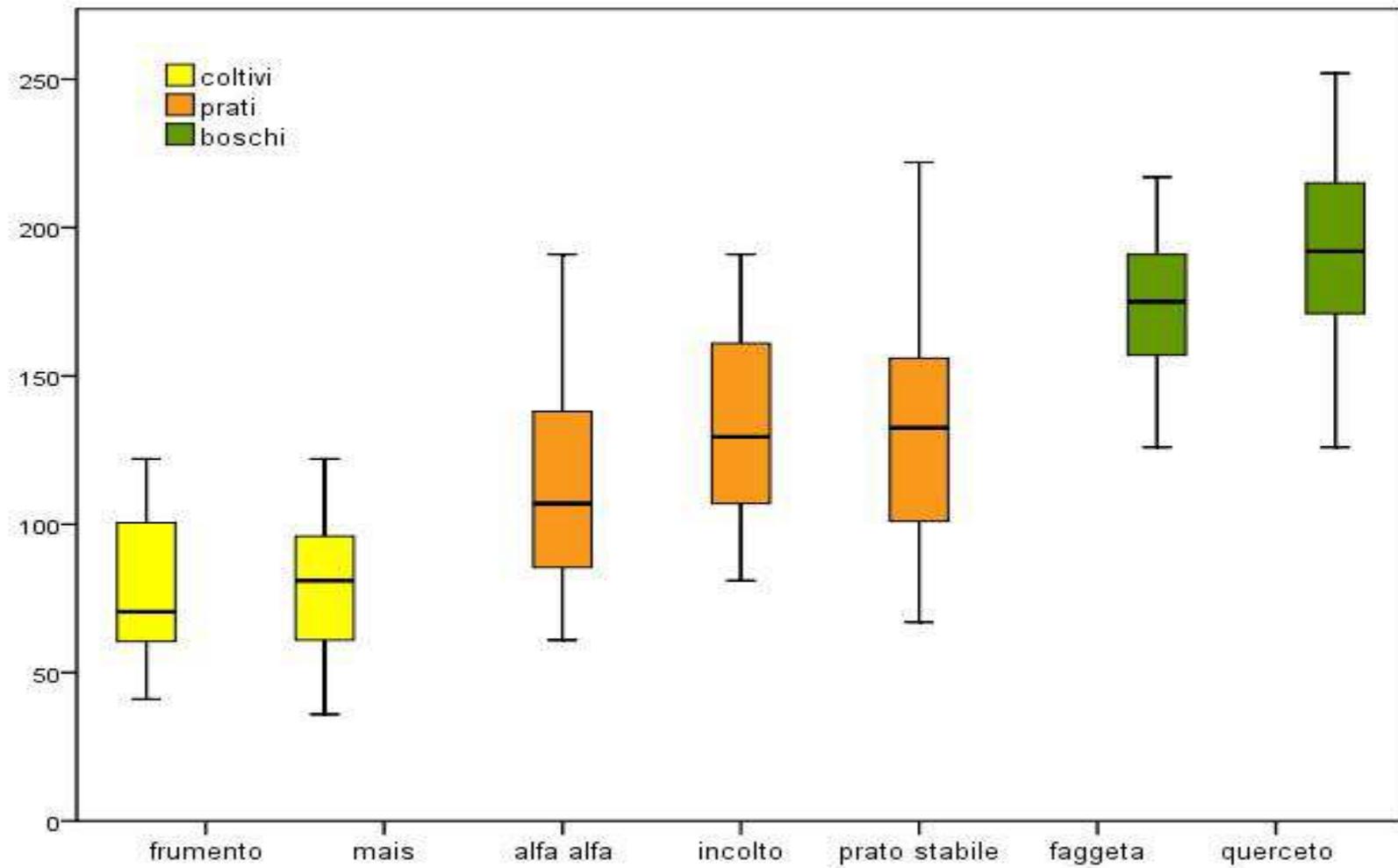
## Valori medi di QBS





*Fagus sylvatica* - Riserva Guadine Pradaccio (PR)







## CASO DI STUDIO:

# Gestione agrocompatibile delle superfici agricole



REGIONE DEL VENETO

### OBIETTIVI:

1. Verificare l'efficacia delle diverse misure oggetto di sperimentazione;
2. Valutare eventuali effetti delle diverse misure sulla comunità di microartropodi edafici.

Risultati del primo anno di sperimentazione.



# DESCRIZIONE DEL PROTOCOLLO

È stata applicata la seguente rotazione: frumento, colza, mais, soia e frumento.

3 itinerari tecnici:

- a) **Convenzionale:** l'ordinario itinerario tecnico aziendale, che prevede la lavorazione del terreno e la coltivazione delle sole colture principali con periodi intermedi di non copertura del terreno;
- b) **Azione 2:** assimilabile all'itinerario convenzionale ma con il terreno sempre coperto con erbai estivi e colture di copertura autunno-invernali (cover-crops), sovesciate prima della coltura principale;
- c) **Azione 1:** si adotta in via esclusiva la semina su sodo, e dove non si effettua alcun tipo di lavorazione del terreno, mantenendo coperto il terreno con la semina di erbai primaverili-estivi e cover crops autunno-vernine, devitalizzate prima della coltura principale.

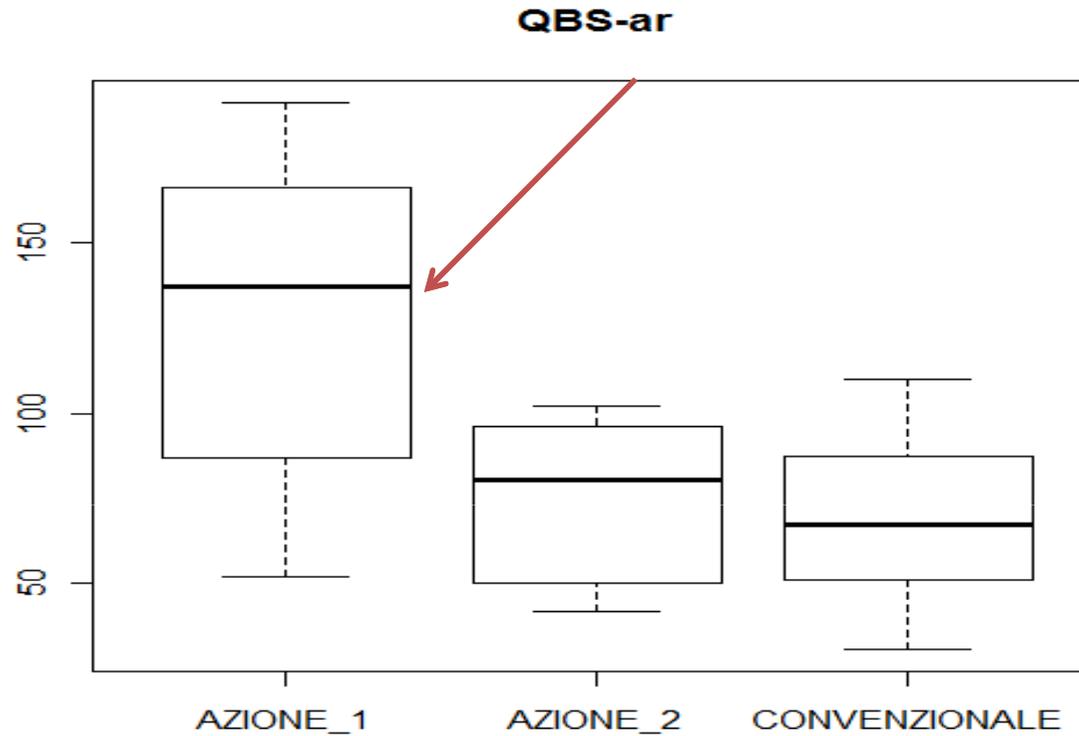
le colture di copertura scelte sono:

- Erbaio estivo: panico;
- Cover-crop autunno-vernine: orzo e veccia.





# RISULTATI



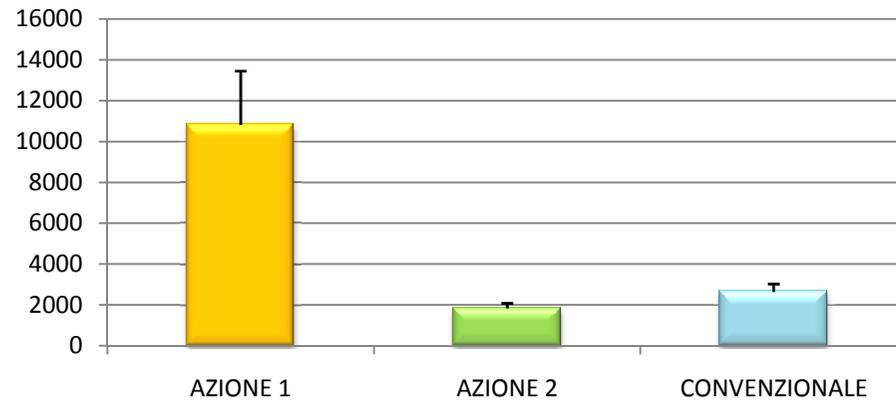
Tukey multiple comparisons of means

	diff	lwr	upr	p adj
AZIONE_2-AZIONE_1	-53.055556	-97.66333	-8.44778	0.0173197*
CONVENZIONALE-AZIONE_1	-59.088889	-94.77511	-23.40267	0.0009467*
CONVENZIONALE-AZIONE_2	-6.033333	-46.91704	34.85037	0.9290541



# ANALISI DELLE DENSITÀ

## Acari - Frumento



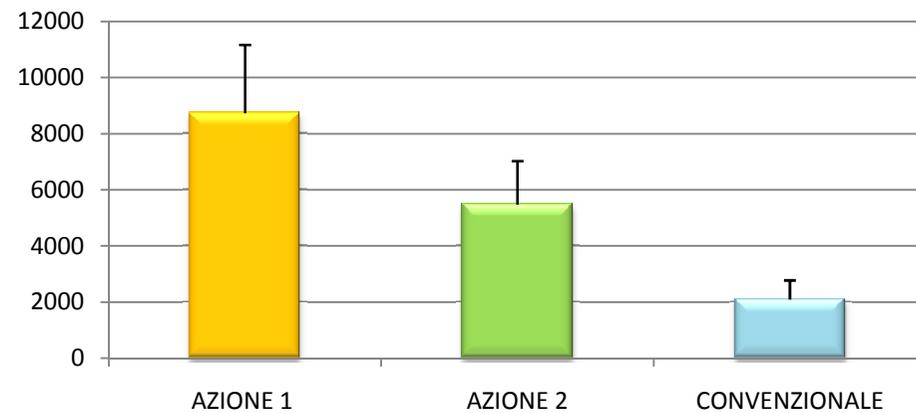
Tukey p-value

AZIONE 1 - AZIONE 2	0.0019
AZIONE 1 - CONVENZIONALE	0.0004



Tukey p-value  
AZIONE 1 - CONVENZIONALE 0.0065

## Acari - Colza



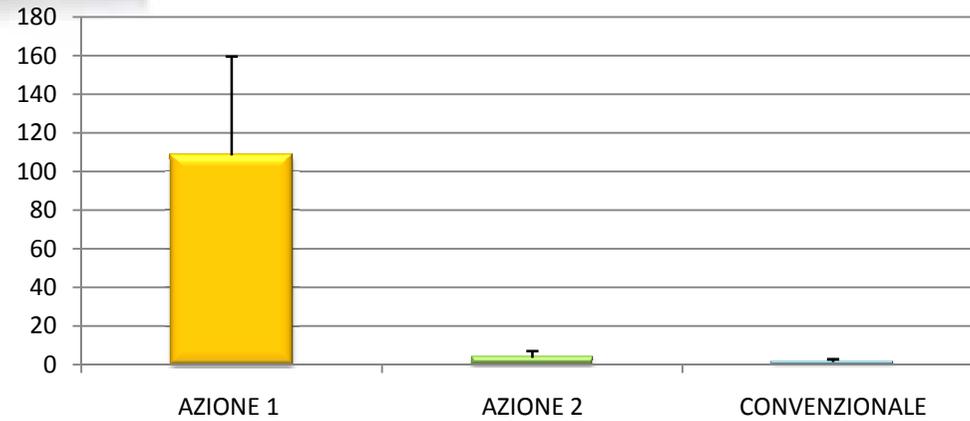


## Diplopodi - Frumento

Tukey p-value

AZIONE 1 – CONVENZIONALE

0.0143



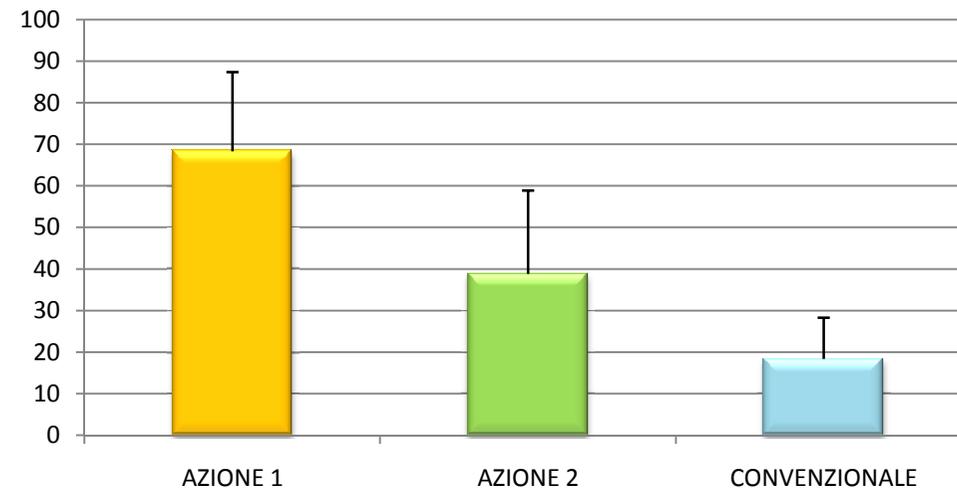
Tukey p-value

AZIONE 1 – CONVENZIONALE

0.0441

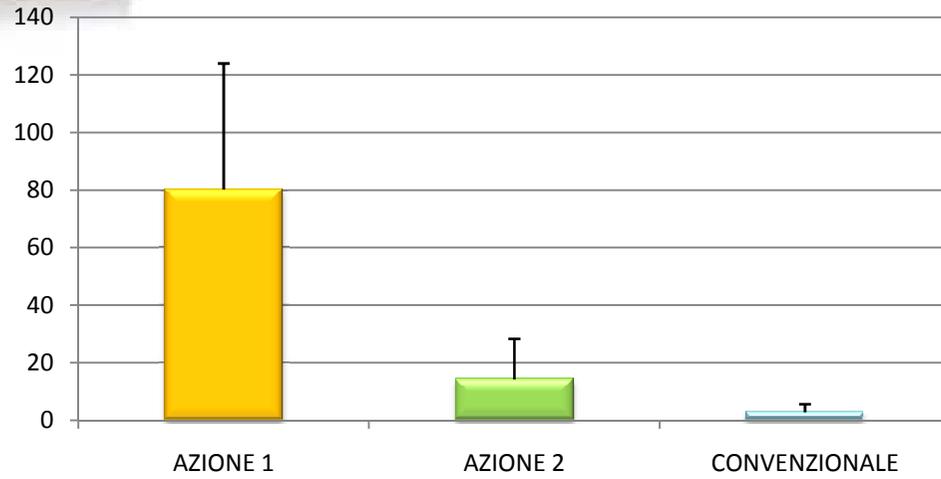


## Pauropodi - Frumento





### Sinfili - Frumento



Tukey p-value

AZIONE 1 – CONVENZIONALE

0.0476

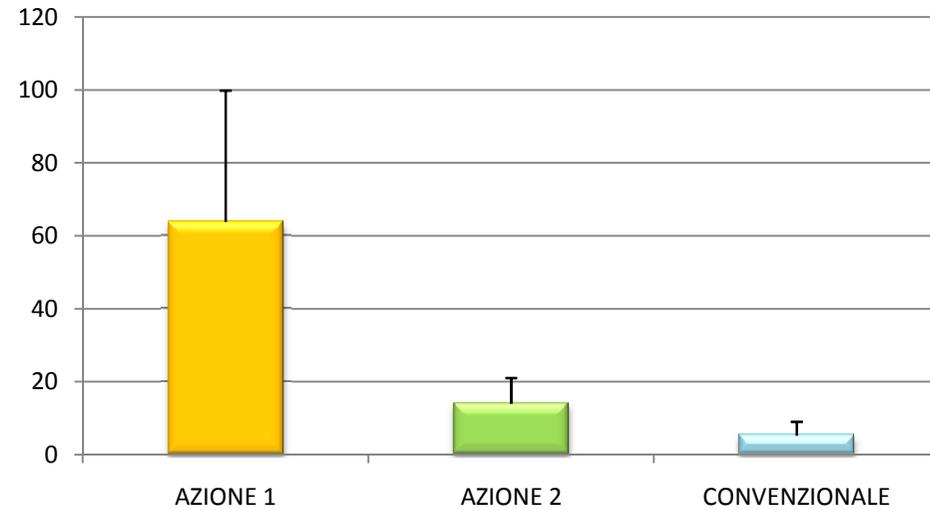


Tukey p-value

AZIONE 1 – CONVENZIONALE

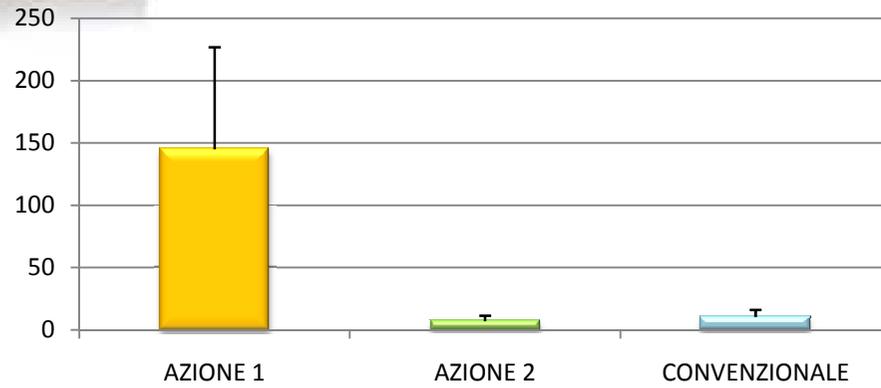
0.0414

### Sinfili - Colza





### Imenotteri - Colza

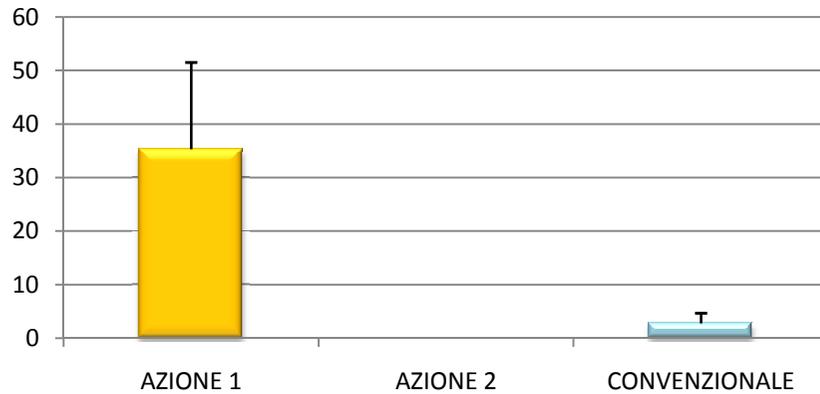


Tukey p-value  
 AZIONE 1 – CONVENZIONALE

0.0329



### Ditteri (larve) - Frumento



Tukey p-value

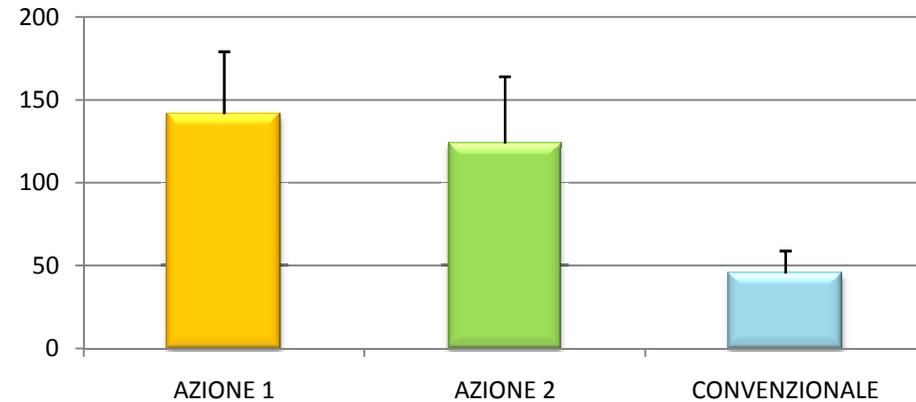
AZIONE 1 – AZIONE 2

0.0495

AZIONE 1 – CONVENZIONALE

0.0213

### Coleotteri (larve) - Frumento



Tukey p-value

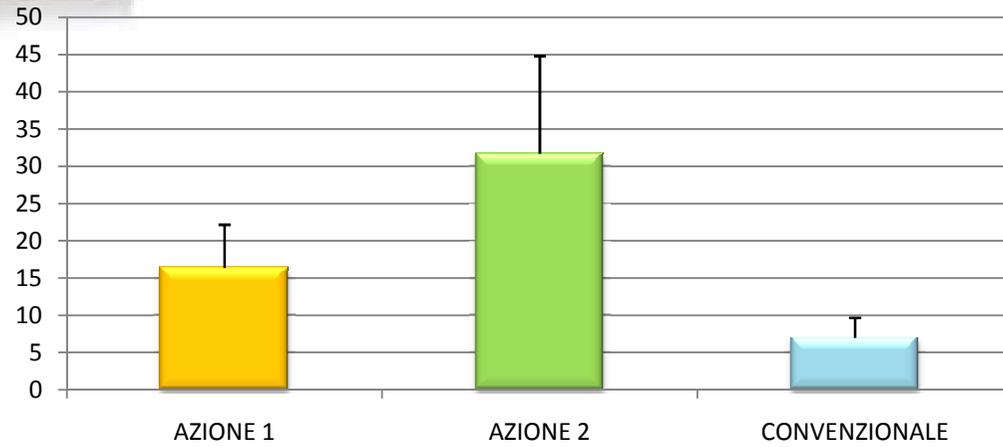
AZIONE 1 – CONVENZIONALE

0.0289



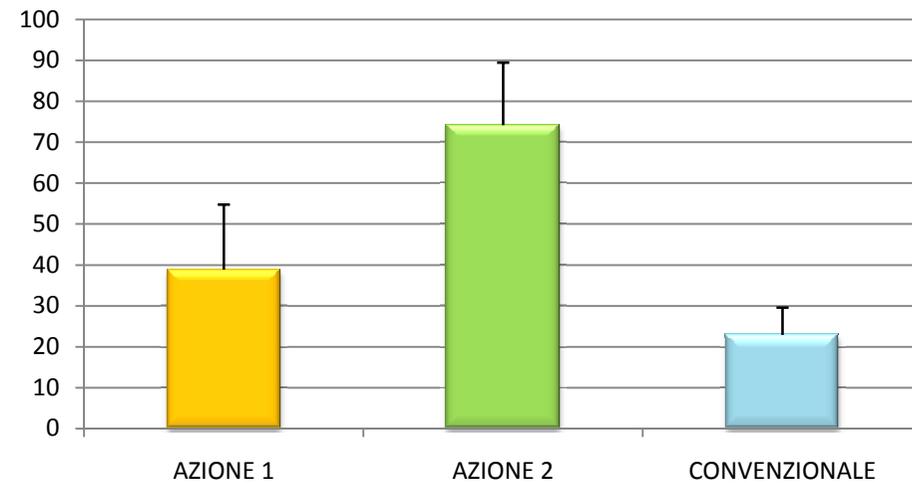
### Coleotteri - Frumento

Tukey p-value  
AZIONE 2 – CONVENZIONALE 0.0255



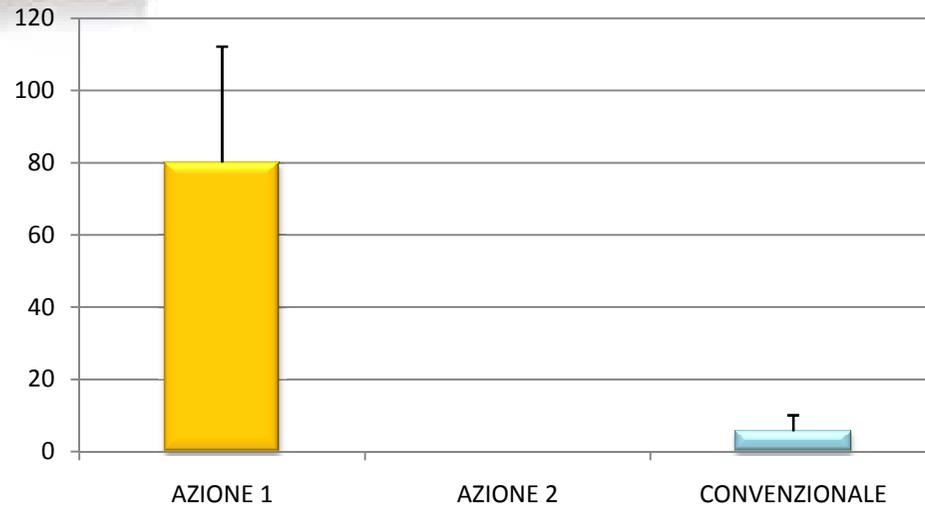
Tukey p-value  
AZIONE 2 – CONVENZIONALE 0.0095

### Coleotteri - Colza





## Dipluri - Frumento



Tukey p-value

AZIONE 1 – AZIONE 2

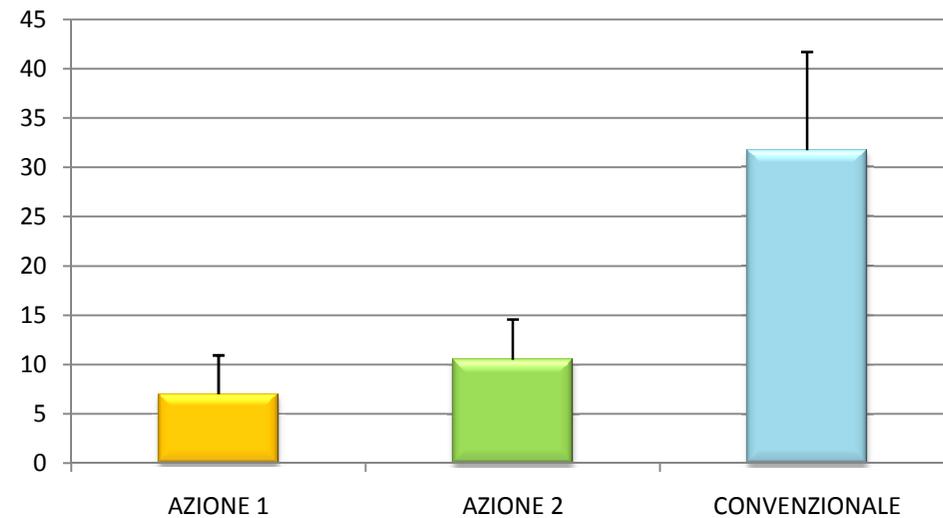
0.0229

AZIONE 1 – CONVENZIONALE

0.0077



## Dipluri - Soia



Tukey p-value

CONVENZIONALE – AZIONE 1

0.0323



## CONCLUSIONI

- i risultati del primo anno di sperimentazione sembrerebbero evidenziare un effetto dei tre itinerari tecnici sulla comunità edafica;
- l'AZIONE 1 risulta essere l'itinerario migliore, in quanto sembra garantire una qualità del suolo migliore;
- la maggior parte dei taxa hanno mostrato densità significativamente maggiori nei suoli gestiti con l'itinerario tecnico AZIONE 1;
- i seguenti risultati saranno integrati non solo con i risultati dei successivi anni di sperimentazione ma anche con ulteriori indici di biodiversità e qualità del suolo (indice di Shannon-Wiener, indice di equiripartizione di Pielou e l'indice Acari/Collemboli).

**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE**

