



Fondo FEASR – Psr Sicilia 2014-2022 – Sottomisura 16.1 fase 2 – Bando allegato A al DDG n.4052 del 29/09/2022 – Cod. unico progetto: G97H23001960009 – ID SIAN: 24250134079

## Convegno finale di PROGETTO SIC.A.R.I.B. – Sicilia Agroecologica Rigenerativa Biologica

### SISTEMI BIO-RIGENERATIVI NEI SUOLI SICILIANI: PRATICHE E RISULTATI DEL PROGETTO SIC.A.R.I.B.

# Protocolli di monitoraggio e di automonitoraggio *Valutazione del suolo e della flora spontanea*

Corrado Ciaccia e Claudia Di Bene



**Az. Agr. Cusenza Salvatore Fabio**

13 giugno 2025 – Aula Magna «G.P. Ballatore» - UNIPA, Palermo

# La perdita di fertilità e di biodiversità

Suoli con bassa sostanza organica e fertilità



Elevato rischio di erosione nelle aree collinari



Emissioni dei gas serra dal suolo



Ridotta biodiversità aerea e sotterranea



# Sfide dell'agricoltura europea



**TROVARE UN COMPROMESSO (TRADE-OFF) TRA LA DOMANDA DI CIBO CRESCENTE E LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE NON RINNOVABILI.**



**RIDURRE L'USO DI INPUT ESTERNI E GLI IMPATTI AMBIENTALI NEGATIVI DEI SISTEMI AGRICOLI INTENSIVI, SENZA RIDURRE DRASTICAMENTE LE RESE.**



**PROMUOVERE LA CO-PROGETTAZIONE DEI SISTEMI CULTURALI PER AUMENTARE I SERVIZI DELL'AGROECOSISTEMA**

## Il progetto SICARIB contribuisce a:

- Conservare e migliorare la **qualità e fertilità dei suoli agricoli siciliani**
- Aumentare la **biodiversità funzionale** dell'agroecosistema
- Mantenere e incrementare la **produttività di seminativi in rotazione** e di **mandorleti**
- Valutare gli effetti su **circularità dei nutrienti, sostenibilità agro-ambientale ed economica e funzionalità degli Eco-schemi della PAC**

Il coinvolgimento degli agricoltori non è solo operativo:

**le aziende diventano veri e propri luoghi di sperimentazione e apprendimento condiviso** attraverso l'implementazione del modello agricolo biologico rigenerativo



Az. Agr. Cusenza Salvatore Fabio

# Monitoraggio e automonitoraggio



## **Monitoraggio**

*Controllo sistematico di eventi o di processi sulla base di parametri riconoscibili, replicabili e che forniscono informazioni sullo stato di un sistema e su come è cambiato nel tempo*

## **Automonitoraggio**

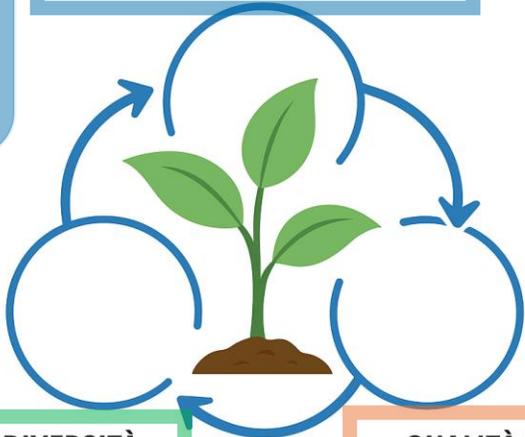
*Applicazione di metodi semplici, intuitivi e replicabili per la raccolta di informazioni utili a descrivere il contesto, lo stato di “salute” di un sistema di coltivazione e l’effetto delle pratiche*

# Cosa hanno fatto i ricercatori

**Valutazione dell'impatto delle pratiche agroecologiche innovative e rigenerative** (consociazioni, minime lavorazioni e inerbimenti controllati) sulla qualità del suolo, sull'agrobiodiversità funzionale e sulle produzioni agricole in campi dimostrativi di aziende agricole biologiche

- accrescimento delle colture (biomassa aerea)
- resa delle colture (produzione per ettaro)

**PERFORMANCE AGRONOMICA E PRODUTTIVITÀ**



**BIODIVERSITÀ E SERVIZI ECOSISTEMICI**

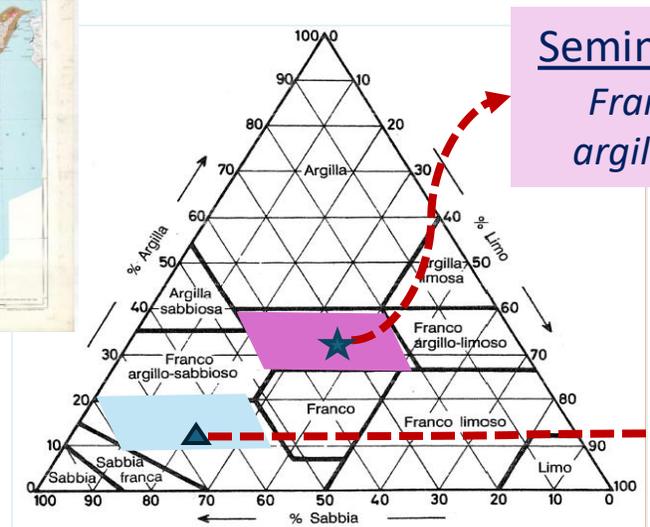
**QUALITÀ E FUNZIONALITÀ DEL SUOLO**

- Diversità e funzionalità della flora spontanea (indici di diversità e tratti funzionali)

- fertilità chimica (nutrienti assimilabili, totali)
- sequestro del carbonio (C organico totale)
- qualità fisica del suolo (densità apparente)
- funzionalità (biomassa microbica e attività enzimatica)

# Proprietà fisico-chimiche del suolo

Tessitura del suolo, sostanza organica, azoto totale, pH e conducibilità elettrica all'inizio della sperimentazione nelle aziende caso di studio: seminativo e mandorleto



**Seminativo**  
*Franco argilloso*

<b>Sostanza organica (%)</b>	1,7
<b>Azoto totale (%)</b>	0,2
<b>Rapporto C/N</b>	11,6
<b>pH in H<sub>2</sub>O</b>	5,7
<b>Conducibilità elettrica in H<sub>2</sub>O</b>	87,0

pH sub-acido, valori di sostanza organica e azoto totale nel range dei suoli dei seminativi dell'Italia centro-meridionale

**Mandorleto**  
*Sabbioso franco*

<b>Sostanza organica (%)</b>	3,0
<b>Azoto totale (%)</b>	0,2
<b>Rapporto C/N</b>	12,7
<b>pH in H<sub>2</sub>O</b>	6,6
<b>Conducibilità elettrica in H<sub>2</sub>O</b>	123,0

pH neutro, valori di sostanza organica e azoto totale nel range dei suoli dei sistemi arborei dell'Italia centro-meridionale

# Proprietà fisico-chimiche del suolo

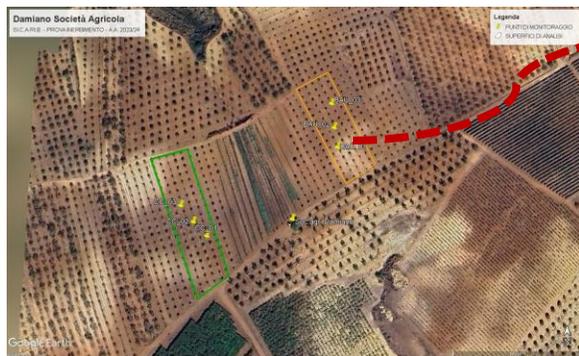
Elementi scambiabili (Ca, K e Mg) e disponibili (P, Cu, Fe e Mn) all'inizio della sperimentazione nelle aziende caso di studio: seminativo e mandorleto



## Alia Seminativo

Parametro	Valore
<b>Ca scambiabile (mg/kg)</b>	3347
<b>Mg scambiabile (mg/kg)</b>	361
<b>K scambiabile (mg/kg)</b>	85
<b>Cu disponibile (mg/kg)</b>	1
<b>Fe disponibile (mg/kg)</b>	5
<b>Mn disponibile (mg/kg)</b>	17

Il suolo presenta un'elevata concentrazione di calcio e magnesio e una bassa concentrazione di potassio. La disponibilità di rame (Cu) e manganese è bassa, mentre è stata osservata una media concentrazione di ferro.



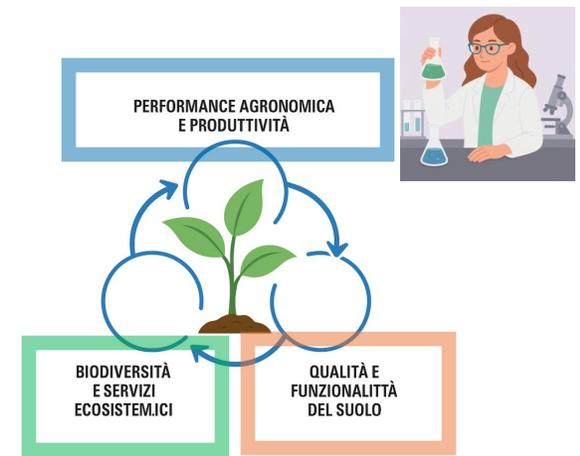
## Mazzarino Mandorleto

Il suolo presenta un'elevata concentrazione di calcio e una bassa concentrazione di magnesio e potassio. La disponibilità di rame (Cu) e manganese è bassa, mentre è stata osservata una media concentrazione di ferro.

Parametro	Valore
<b>Ca scambiabile (mg/kg)</b>	2177
<b>Mg scambiabile (mg/kg)</b>	99
<b>K scambiabile (mg/kg)</b>	107
<b>Cu disponibile (mg/kg)</b>	2
<b>Fe disponibile (mg/kg)</b>	38
<b>Mn disponibile (mg/kg)</b>	16

# Principali risultati sperimentali

I **risultati** produttivi e di densità della flora spontanea sono stati **influenzati** dall'andamento meteorologico



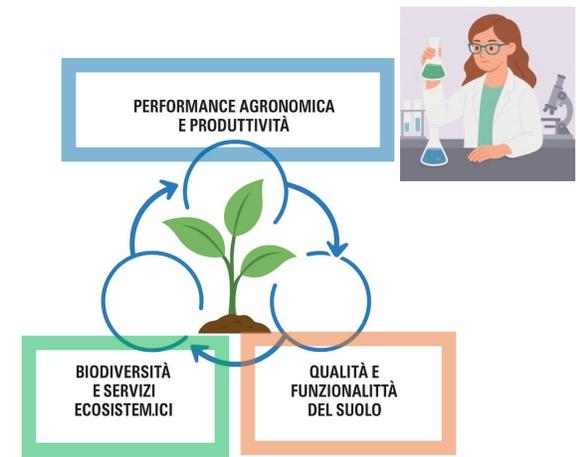
Il campionamento floristico mostra una maggiore presenza di piante spontanee nelle aree con coltivazione del cece in purezza rispetto a quelli destinati alla coltivazione del miscuglio cece-frumento o frumento in purezza.



In mandorleto, la presenza delle colture di copertura (di servizio agroecologico) ha contribuito a mantenere una comunità più equilibrata, con minori fenomeni di dominanza e un effetto competitivo potenzialmente minore

# Principali risultati sperimentali

Anche i **risultati** sulla fertilità chimica e microbiologica dei suoli sia nei seminativi, sia nei mandorleti sono stati **influenzati** dall'**andamento meteorologico** durante il periodo di monitoraggio



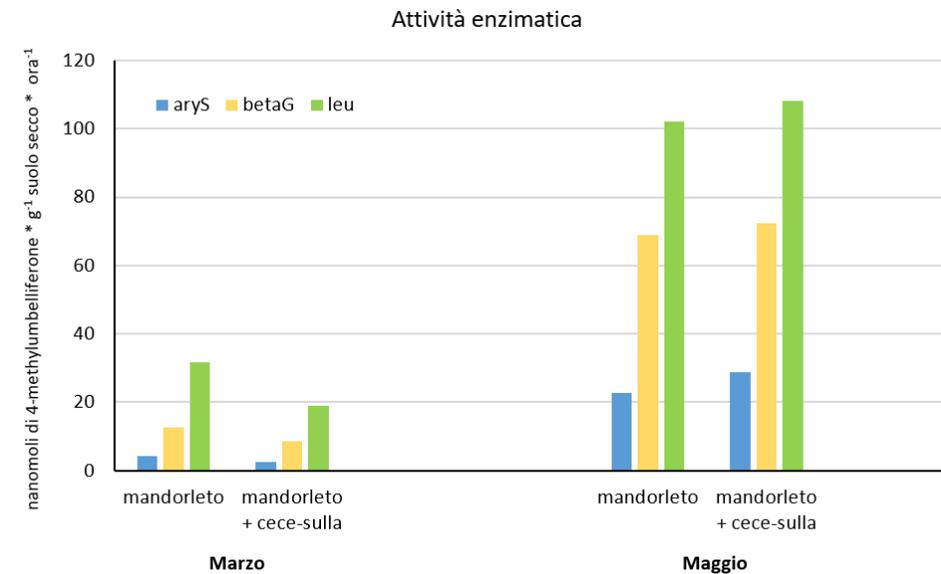
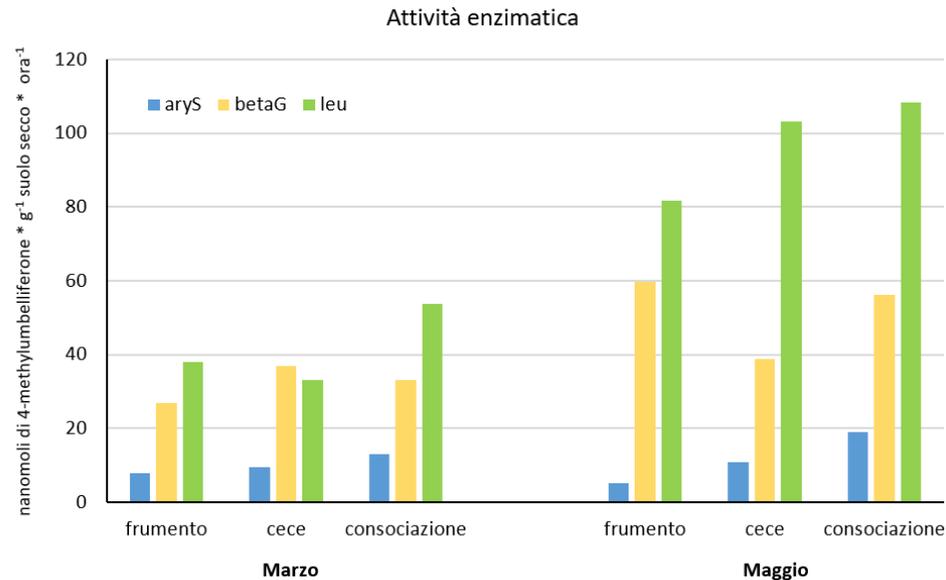
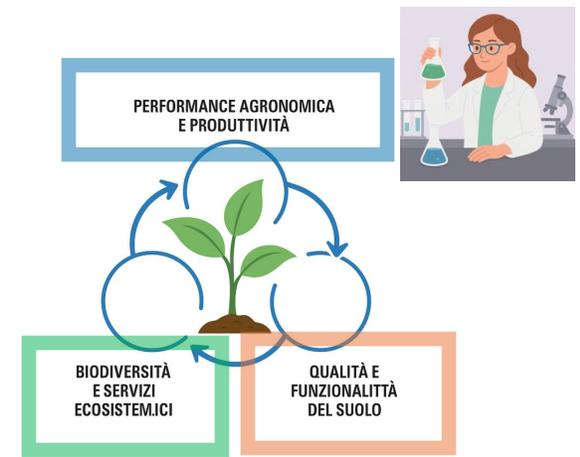
- Nella consociazione frumento-cece, i valori di **carbonio organico** e di **azoto totale** del suolo sono rimasti **stabili** e non sono stati influenzati dalle condizioni meteorologiche che hanno influenzato, al contrario, la **biomassa microbica** e l'**attività enzimatica** del suolo.
- Rispetto al monitoraggio effettuato in autunno/inverno, nel periodo primaverile/estivo la **biomassa microbica** è **diminuita** in primavera/estate, mentre l'**attività enzimatica** è leggermente aumentata.



- Nei mandorleti, i valori di **carbonio organico**, **azoto totale** e **biomassa microbica** del suolo sono rimasti **stabili** e non sono stati influenzati dalle condizioni meteorologiche durante la consociazione mandorli/culture di copertura.
- Similmente a quanto osservato nella **consociazione frumento-cece**, le condizioni meteorologiche hanno influenzato l'**attività enzimatica**, mostrando un **aumento** in **primavera/estate** rispetto all'autunno/inverno.

# Fertilità microbiologica

Nella **consociazione frumento-cece** e nel **mandorleto** l'attività enzimatica legata al ciclo di carbonio (arylsulfatasi e  $\beta$ -glucosidasi) e azoto (leucin-aminopeptidasi) è aumentata a maggio rispetto al contenuto registrato nel monitoraggio di marzo

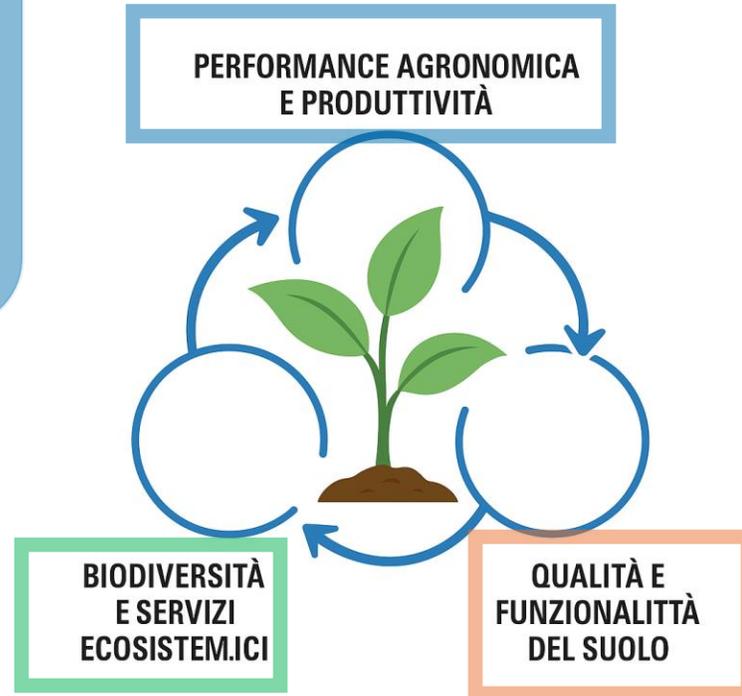


# Cosa abbiamo fatto insieme

**Aiutare gli agricoltori nell'autovalutazione della qualità dell'agroecosistema**  
attraverso l'applicazione di protocolli semplici e affidabili

- Produzione: registrazione dei dati di crescita delle colture, osservazioni qualitative
- Qualità: valutazione organolettica e commerciale

- protocollo di autovalutazione della ricchezza floristica;
- identificazione delle specie più abbondanti



- Prova della vanga
- Test del pH
- Tea bag test

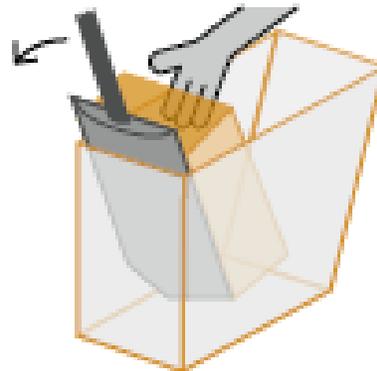
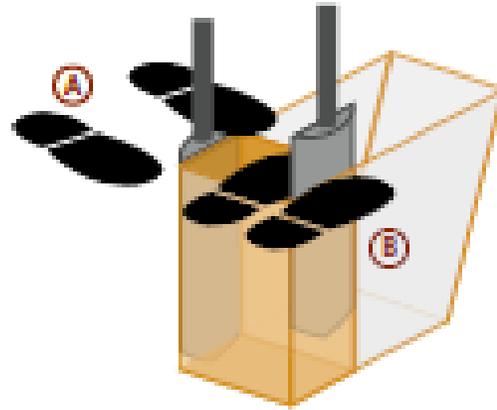
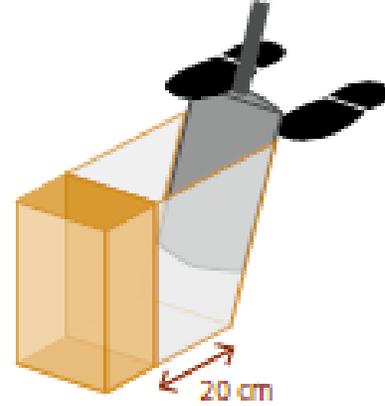
# Perchè è importante farlo insieme?

- L'autovalutazione rafforza **l'autonomia decisionale**.
- Permette di cogliere segnali deboli **prima che diventino problemi**.
- Aumenta la **consapevolezza** del legame tra pratiche agronomiche e qualità ecologica.
- Permette **adattamento locale delle pratiche**
- **Costruisce fiducia e reciprocità tra ricerca e territorio**

*Non è solo un modo per partecipare alla ricerca: è un modo per **fare ricerca dal campo**, per il campo.*

# Esempi di automoniroaggio del suolo

## *Test della vanga*



**TEST DELLA VANGA SuoloDoc – Modulo da completare**

Non tutti i parametri sono sempre osservabili/descrivibili in modo pertinente: in questi casi, lasciare i rispettivi campi vuoti. Per informazioni più dettagliate su ciascun punto, consultare il <a href="#">documento 3</a> . Il test della vanga non è affidabile in condizioni sicciotose (valori del tensiometro tra 15 e 40 cbar e suolo friabile/leggermente plastico al test tattile).	Parcella: _____	Data: _____	Coltura/PT/PP, stadio di sviluppo, precedente colturale: _____
Ultima lavorazione del suolo, data, profondità, tipo: _____			
Coordinate: _____		<input type="checkbox"/> Foto	<b>Conformazione</b> <input type="checkbox"/> Pianeggiante <input type="checkbox"/> Pendente <input type="checkbox"/> Avvallamento <input type="checkbox"/> Dosso .....% Pendenza
Rappresentatività: <input type="checkbox"/> Zona rappresentativa <input type="checkbox"/> Zona problematica, .....% dell'area interessata		<b>Tipo di suolo*:</b> <input type="checkbox"/> Sabbioso** <input type="checkbox"/> Sabbioso limoso** <input type="checkbox"/> Limoso sabbioso <input type="checkbox"/> Limoso <input type="checkbox"/> Argilloso limoso <input type="checkbox"/> Argilloso** <input type="checkbox"/> Molto limoso (> 50 %) <input type="checkbox"/> Torboso/organico (Humus > 10 %)	
Descrizione della problematica (solo se è stata identificata una zona problematica) <input checked="" type="checkbox"/> : _____		pH* .....	
<small>* Se noto, p.es. da campioni PER o di laboratorio, da test tattile o simili.          ** Sul retro del modulo vi è la scala d'interpretazione per suoli molto argillosi/sabbiosi. Per maggiori informazioni cfr. <a href="#">documento 4</a>.</small>			

<b>SUPERFICIE DEL SUOLO: valutazione delle proprietà</b>	<b>OSSERVAZIONI DURANTE LO SCAVO</b>
--	--------------------------------------

<b>A COPERTURA DEL SUOLO</b> (nel raggio di 1 m)	<b>B CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE</b> (in caso di suolo privo di vegetazione o con copertura vegetale facilmente asportabile)	<b>(se necessario precisare con annotazioni)</b>
<input type="checkbox"/> Suolo privo di vegetazione <input type="checkbox"/> Suolo coperto da vegetazione (coltura, prato, erbe spontanee...) al .....%	<input type="checkbox"/> Suolo coperto da pacciamatura, letame, compost, residui colturali al .....%	
<input type="checkbox"/> Suolo coperto da pacciamatura, letame, compost, residui colturali al .....%		
<b>Osservazioni generali:</b> _____		<input type="checkbox"/> Sassi <input type="checkbox"/> <b>C</b> Suola di aratura: profondità ....., spessore ..... <input type="checkbox"/> <b>D</b> Residui colturali non decomposti, strati di paglia: profondità ..... <input type="checkbox"/> <b>E</b> Macchie di ruggine o concrezioni grigio-verdi: profondità ..... <input type="checkbox"/> <b>F</b> Lombrichi (individui, gallerie, turricoli) <input type="checkbox"/> Scavo difficoltoso, elevata resistenza alla penetrazione <input type="checkbox"/> Odore cattivo, di marcio

**CAMPIONE PRELEVATO: valutazione delle caratteristiche (ogni orizzonte separatamente, scala d'interpretazione per i suoli molto argillosi/sabbiosi sul retro)**

ORIZZONTE: n° profondità	G DIMENSIONE DEGLI AGGREGATI	H FORMA DEGLI AGGREGATI	I POROSITÀ DEGLI AGGREGATI	J STABILITÀ DEGLI AGGREGATI	K PRESENZA DI RADICI	L UMIDITÀ DEL SUOLO	M VALUTAZIONE VESS
--------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------------

Orizzonte n°	Profondità da ..... cm	Profondità fino a ..... cm	La maggior parte < 1 cm	La maggior parte tra 1 e 2 cm	La maggior parte tra 2 e 5 cm	La maggior parte > 5 cm	> 10 cm	Rotondi	Da arrotondati ad angolari	Angolari	Porosi, molti pori	Pochi pori, possibile presenza di macropori/crepe	Compatti, nessun poro o singoli macropori/crepe	Si frantumano quasi da soli, instabili	Frantumabili facilmente e con poca forza, stabili	Frantumabili con difficoltà, duri	Molte radici, distribuite uniformemente, finemente ramificate	Poche radici, distribuite uniformemente	Radici non uniformemente distribuite, zone prive di radici, radici deformi o infetrite	Nessuna radice	Secco, duro, polveroso	Umido, molle, friabile	Molto umido o bagnato, molliccio, plastico	Sq1: molto buono (friabile)	Sq2: buono (matto)	Sq3: medio (stabile)	Sq4: cattivo (compatto)	Sq5: pessimo (molto compatto)
1																												
2																												
3																												
4																												

**Impressum**



Scuola universitaria professionale bernese  
 Dipartimento di scienze agrarie,  
 forestali e alimentari HAFIL







Con il sostegno dell'Ufficio federale dell'agricoltura UFAG.  
 Il metodo è stato sviluppato in collaborazione con numerosi partner e sulla base di protocolli di campionamento già noti. Per ulteriori informazioni consultare il nostro sito web.

Versione luglio 2023, [www.testvanga.ch](http://www.testvanga.ch)

**B CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE** (In caso di suolo privo di vegetazione o con copertura facilmente asportabile)

Grado di disagregazione degli aggregati dovuto a precipitazioni, dilavamento, cicli di gelo/disgelo, calpestamento o transito di mezzi.

Aggregati intatti, ben identificabili, superficie porosa



Aggregati in parte distrutti, superficie ruvida, irregolare



Aggregati distrutti, superficie dilavata, impastata, poco permeabile



Crosta superficiale, presenza di sedimenti, compattato, molto poco permeabile



**OSSERVAZIONI DURANTE LO SCAVO**

**C** Suola di aratura

**D** Residui colturali non decomposti, strati di paglia

**E** Macchie di ruggine o concrezioni grigio-verdi

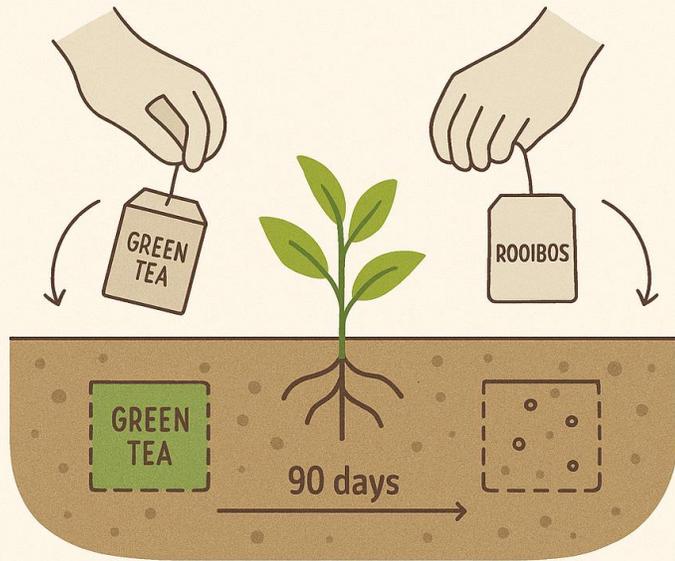


**F** Lombrichi (individui, gallerie, turricoli), naturalmente inattivi in estate e inverno



## Test della bustina da tè (tea-bag index)

### TEA BAG TEST



$k$  = Decomposition rate

$S$  = Stabilization factor

$$k = \frac{\ln(R_0)}{S_{merge}}$$

$$S = \frac{R_0}{1 - \left(\frac{T}{20} \ln\left(\frac{R}{W}\right)\right)}$$

Le bustine di tè contenenti rooibos e tè verde sono sotterrate una accanto all'altra nel terreno, a una profondità di otto centimetri.

Dopo 90 giorni, sono dissotterrate, asciugate e si misura la biomassa residua in entrambe.



## *Test della “mutanda”*



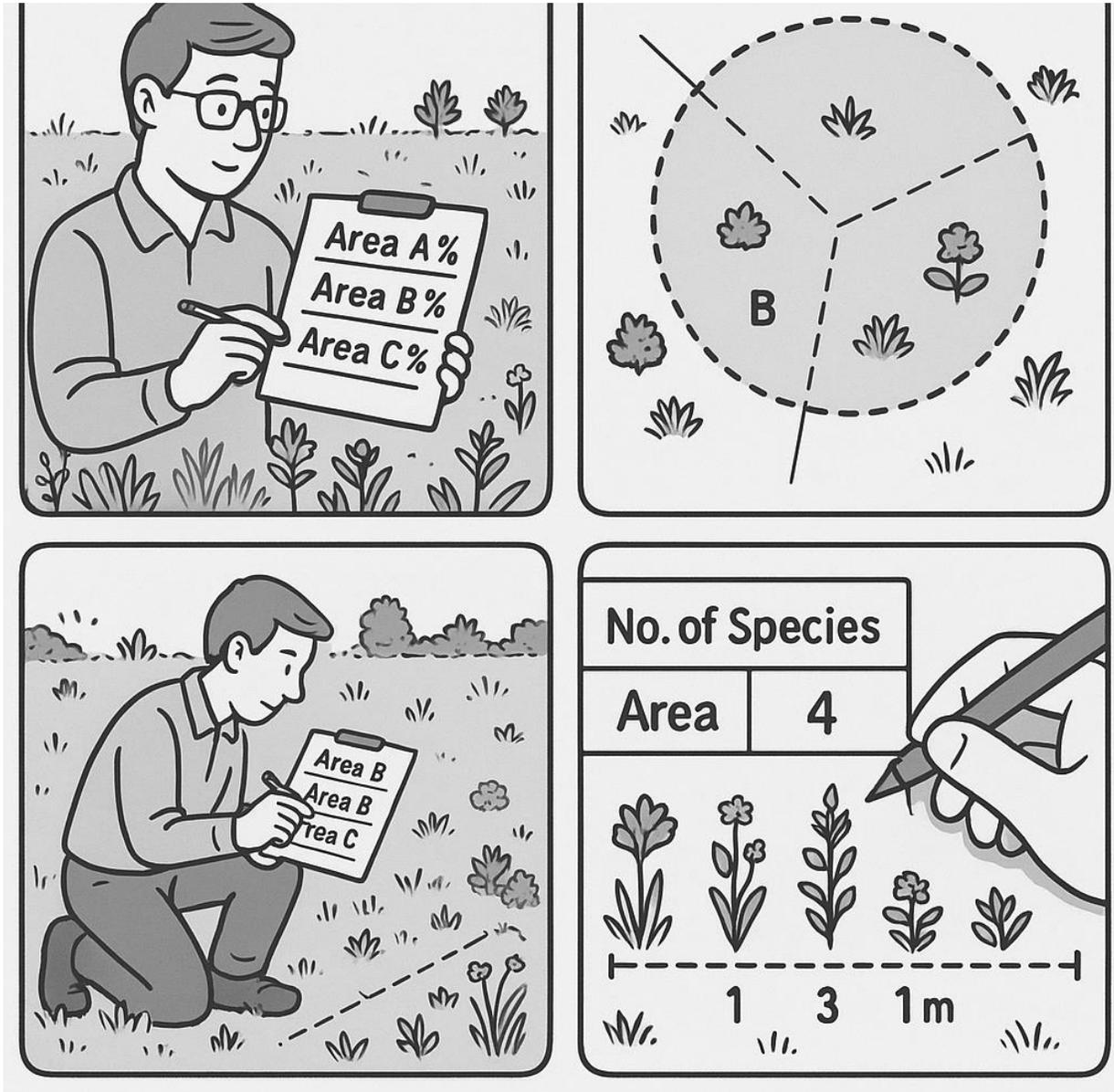
# Esempi di automoniroaggio della flora spontanea



# *Il metodo del transetto lineare*

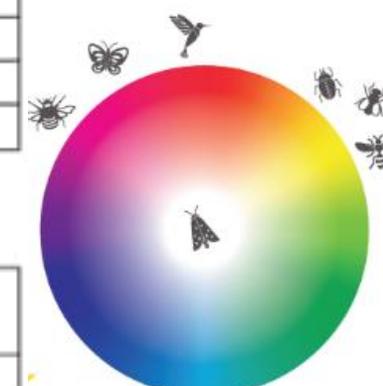


# Il metodo del transetto lineare



**Tabella 2. Format per il monitoraggio della flora spontanea (scheda 1 di 2)**

Area omogenea	Replica (transetto)	N° di specie intercettate	N° di specie graminacee	N° di specie leguminose	N° di specie fiorite (tot)	<i>N° di specie fiori bianchi e rosa</i>	<i>N° di specie fiori gialli e arancioni</i>	<i>N° di specie fiori blu e azzurri</i>
1	1							
1	2							
1	3							
2	1							
2	2							
2	3							
...								
n	1							
n	2							
n	3							



**Tabella 2. Format per il monitoraggio della flora spontanea (scheda 2 di 2)**

Area omogenea	Replica (transetto)	Specie 1 (valori 1-5)	Specie 2 (valori 1-5)	Specie 3 (valori 1-5)	Specie 4 (valori 1-5)	<i>Specie... (valori 1-5)</i>	<i>Specie n (valori 1-5)</i>	Note
1	1							
1	2							
1	3							
2	1							
2	2							
2	3							
...								
n	1							
n	2							
n	3							

# I protocolli SIC.A.R.I.B.

- Protocollo di co-monitoraggio costruito e validato assieme
- Materiale utile o indicazioni su come reperirlo
- File di raccolta dati ed elaborazione condivisi



“Il valore della conoscenza cresce quando chi la applica contribuisce anche a generarla.”

E in questo, gli agricoltori sono co-autori, non destinatari.

**Grazie per l'attenzione**



# Discutiamone assieme

---

- Cosa ne pensate?
- Quali ostacoli possiamo incontrare nel co-monitoraggio?
- Quali strumenti potrebbero essere davvero utili per gli agricoltori?



Az. Agr. Cusenza Salvatore Fabio