



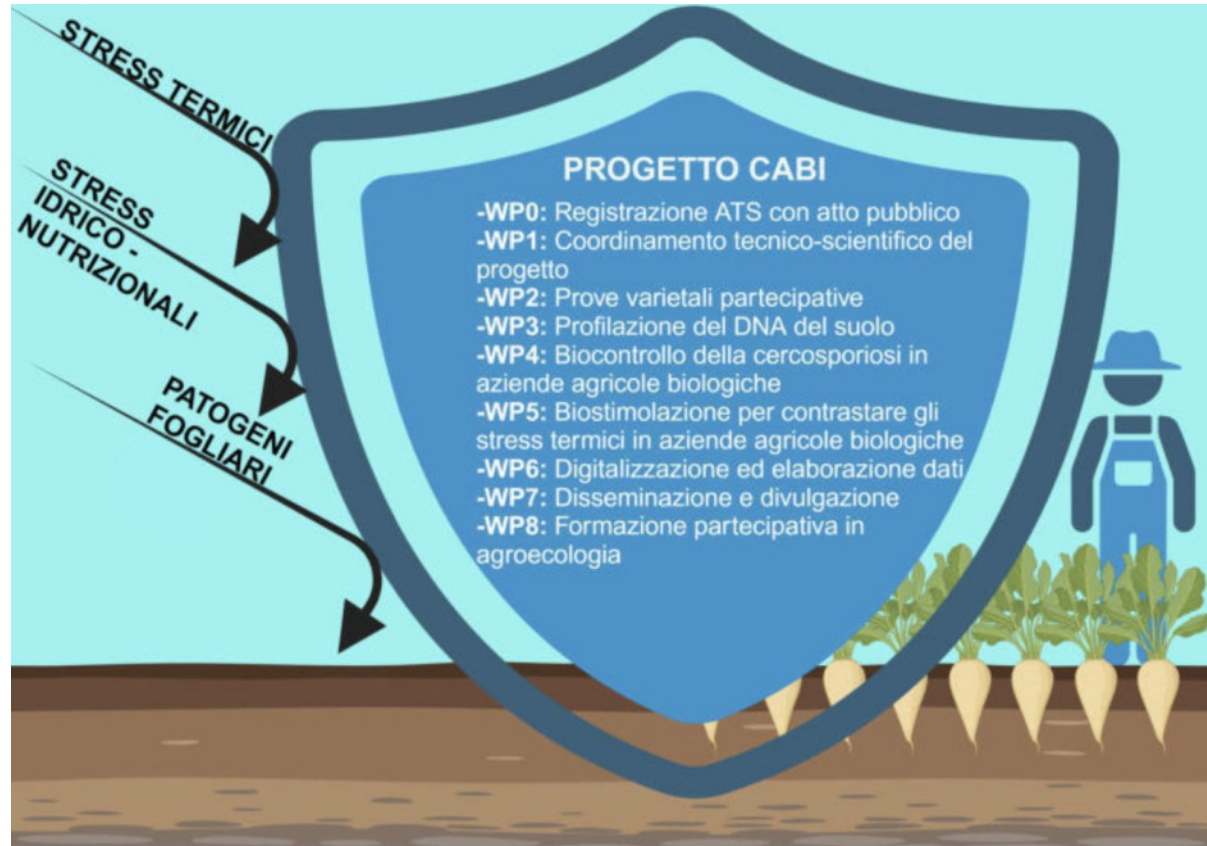
SRG01 – Sostegno gruppi operati PEI AGRI

Progetto CABI

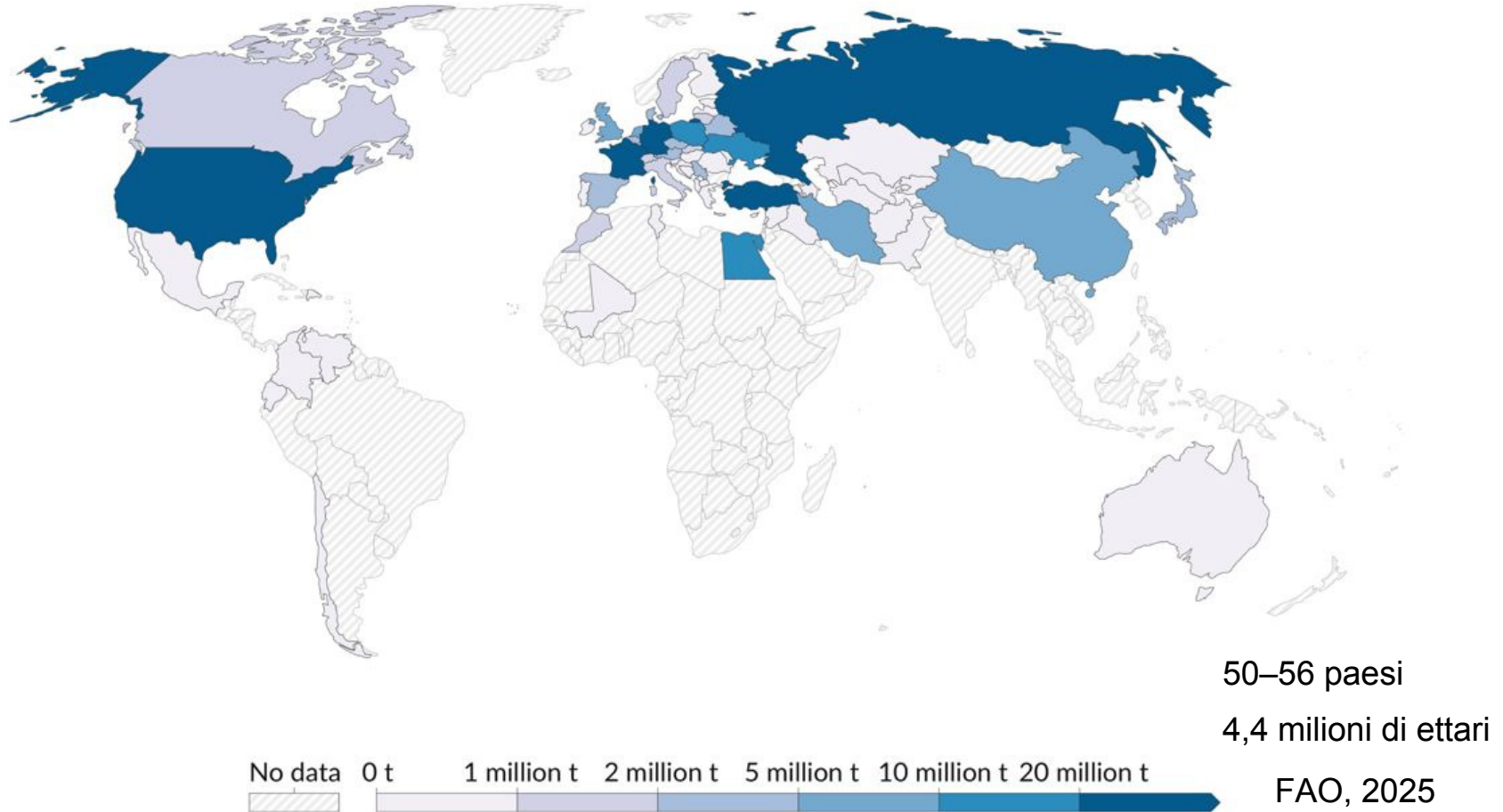
La barbabietola da zucchero: una coltura da rinnovo
chiave per la fertilità biologica dei suoli

Progetto CABI (Maggio 2025 - Giugno 2028)

«Aumento della competitività delle aziende bieticole biologiche con pratiche agroecologiche innovative»



Produzione di barbabietola da zucchero nel mondo (t)



Perché la barbabietola è una coltura chiave per l'Europa?

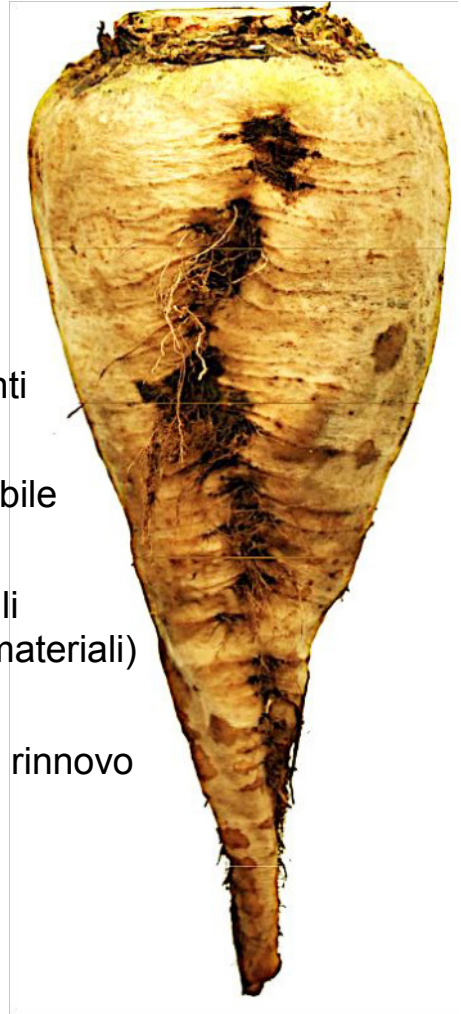
Prima fonte di zucchero in Europa

Efficiente nell'uso dell'acqua e dei nutrienti

Filiera completamente meccanizzabile

Sottoprodotti valorizzabili
(energia – zootecnia – materiali)

Coltura da rinnovo



Efficienza produttiva e uso delle risorse

Parametro	Barbabietola da zucchero	Canna da zucchero
Resa in zucchero per ettaro	10–14 t/ha	7–12 t/ha
Resa in biomassa	>60 t/ha	>60 t/ha
Efficienza d'uso dell'acqua (zucchero per m ³ acqua)	≈ 1,2–1,5 kg/m ³	0,7–1,1 kg/m ³
Input richiesti	Fertilizzanti moderati, meccanizzata	Elevato fabbisogno idrico, manodopera intensiva
Clima ideale	Temperato	Tropicale–subtropicale
Ciclo colturale	~ 6 mesi	12–18 mesi
Sostenibilità	Minore impronta idrica, rotazioni miglioranti, meccanizzazione	Consumo idrico, prevalente raccolta manuale

Oltre lo zucchero: sottoprodotti ed economia circolare

Sottoprodotti	Utilizzo	Benefici
Zucchero	Alimentare e industria	Prodotto primario della filiera europea
Melasso	Bioetanolo, lieviti, alimentazione	Produzioni energetiche rinnovabili
Polpe	Mangimi → bovini, ovini	Riduce import di proteine dall'estero
Residui e fanghi filtrazione	Ammendanti agricoli	Restituisce nutrienti ai suoli
Scarti energetici	Biogas/biometano	Contribuisce alla decarbonizzazione della filiera
Estratti e componenti	Bioplastiche, materiali bio-based	Nuovi settori industriali competitivi UE

Apporto di carbonio al suolo dalla barbabietola

Componente	Residuo secco lasciato (t/ha)	% Carbonio nel residuo	Carbonio restituito (t C/ha)
Foglie + colletto	3,0 – 5,0	38–42%	1,1 – 2,0
Radici fini + rizosfera	0,5 – 1,0	~40%	0,2 – 0,4
Essudati radicali	—	—	0,3 – 0,6 (stima)
Totale apporto annuale	—	—	≈ 1,6 – 3,0 t C/ha

Sequestro del carbonio (2008→2020)

Rotazione	Sequestro / perdita annua (t C ha ⁻¹ anno ⁻¹)
Monocoltura mais	-0.55
Monocoltura frumento	-0.23
Colza-frumento-frumento	-0.21
Senape (cover) – barbabietola – frumento – frumento	-0.18

- Tra le rotazioni, quella con barbabietola e cover crop (senape) è risultata la meno perdente in termini di carbonio: pur oscillando, resta più equilibrata delle altre.
- La monocoltura di mais invece mostra la perdita più marcata, come una “fuga di carbonio” più accelerata.

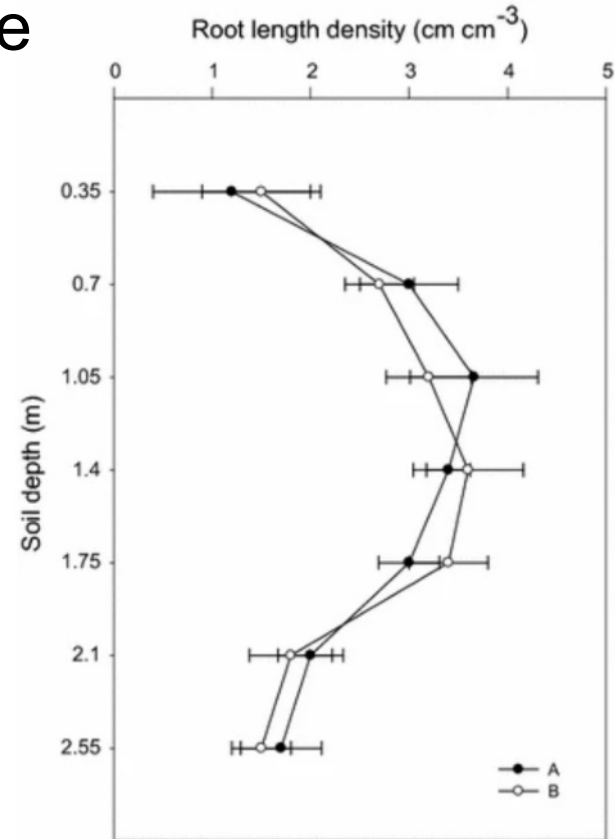
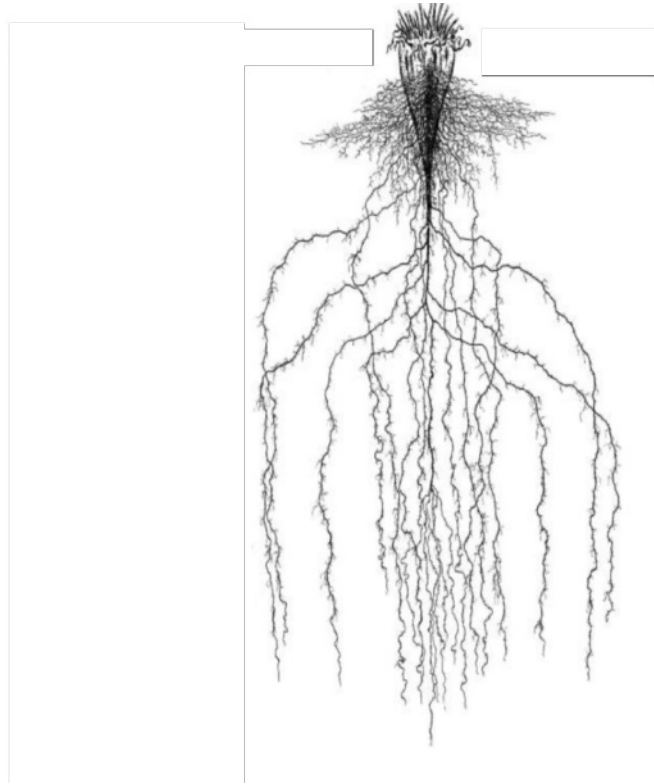
Barbabietola: coltura miglioratrice del suolo

Aspetto	Azione migliorativa
Stato fisico	• Potenziale modifica della struttura del suolo: porosità, aerazione, microhabitat per ife fungine, batteri, fauna edafica • Radici + Lavorazioni profonde + residui ricchi → ambiente favorevole a lombrichi e artropodi «ingegneri del suolo»

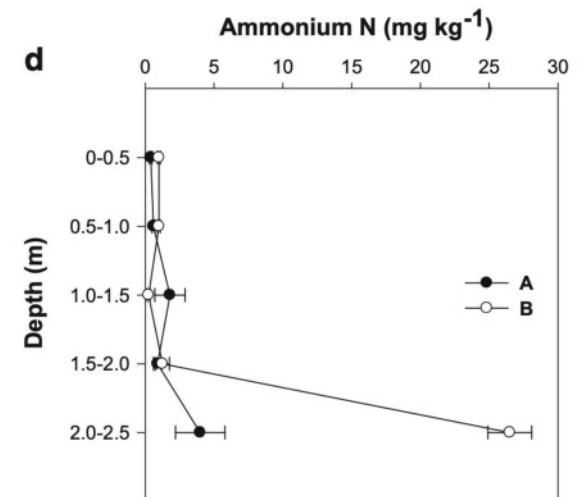
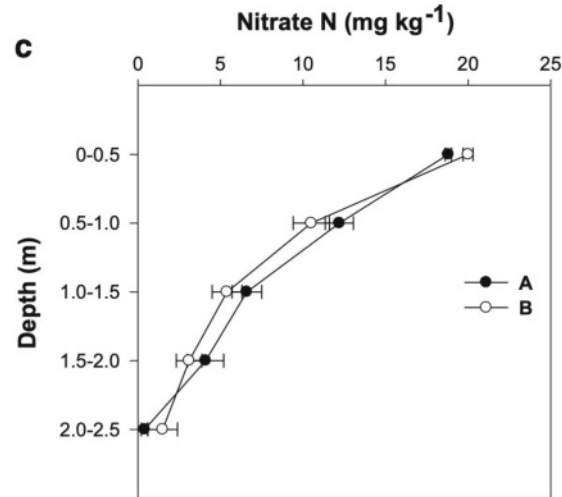
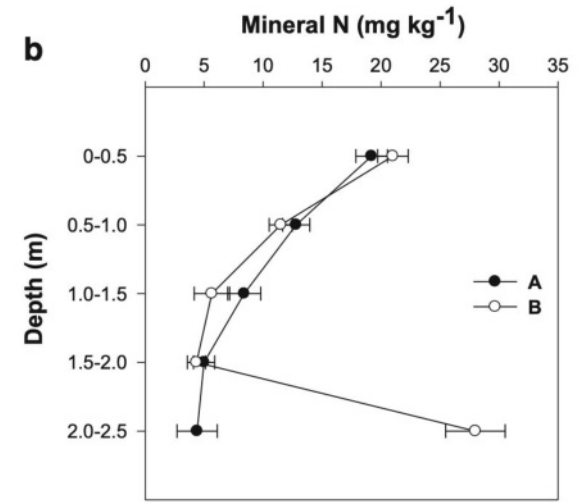
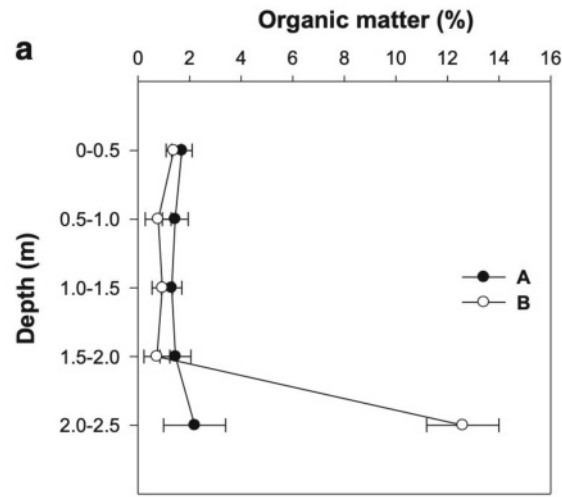
Stato chimico	• Residui colturali ricchi di nutrienti
---------------	---

Stato biologico	• Le abbondanti radici e residui migliorano la disponibilità di carbonio, stimolando funghi e batteri utili
-----------------	---

Caratteristiche della barbabietola che possono influenzare il suolo: struttura apparato radicale

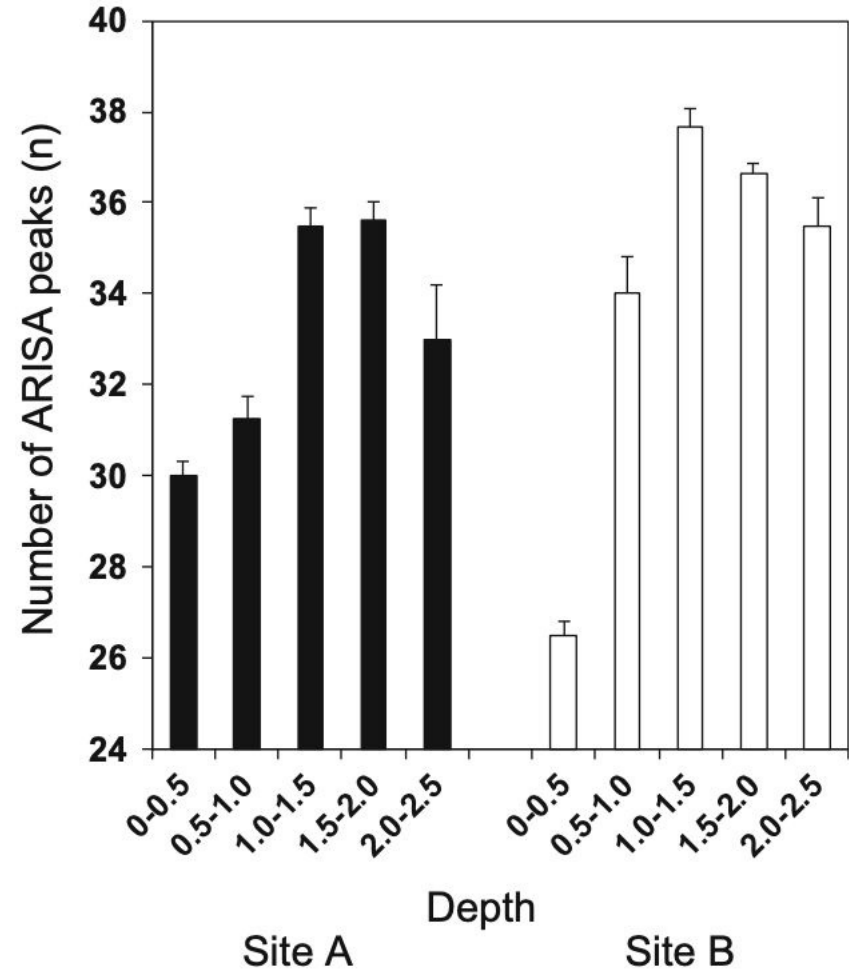


Fertilità chimica del suolo negli strati profondi del suolo



Fertilità biologica negli strati profondi del suolo

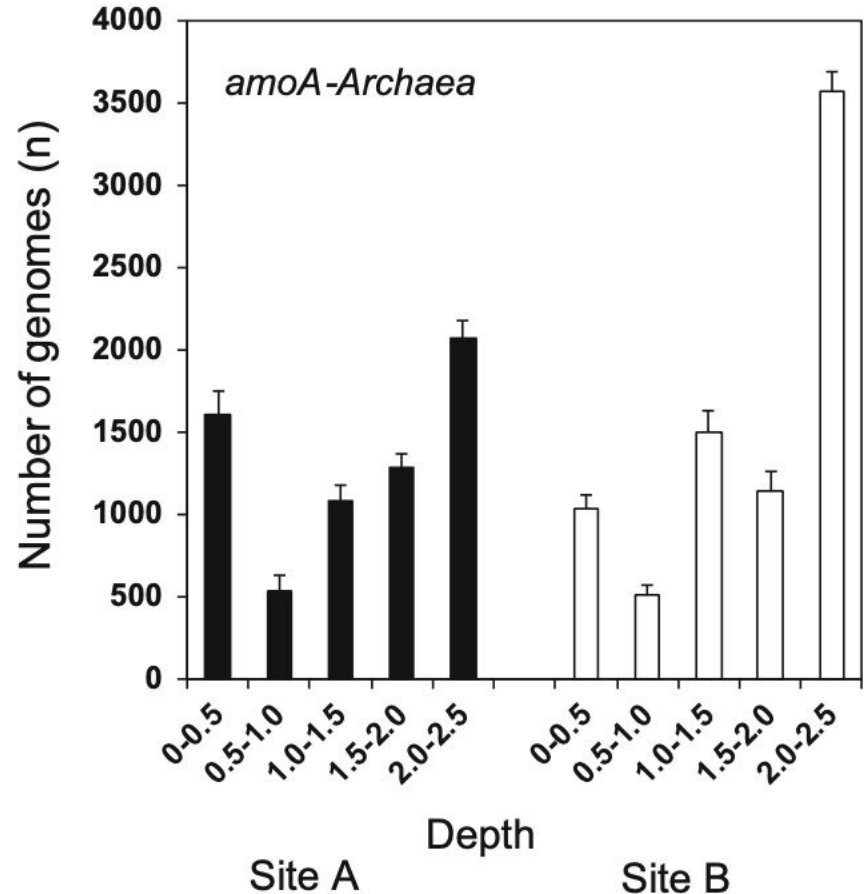
+ picchi ARISA = maggiore
biodiversità batterica + comunità più
complessa e stabile



Fertilità biologica negli strati profondi del suolo

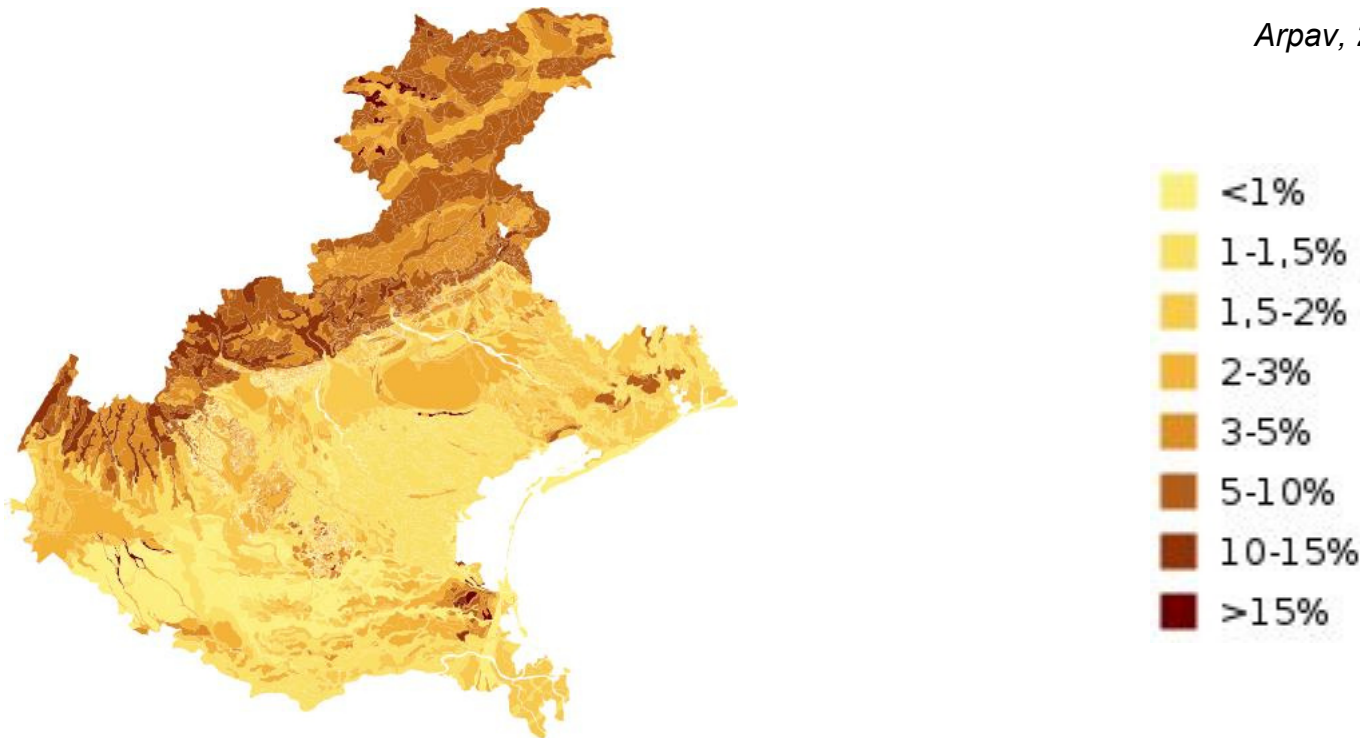
+ amoA-Archaea:

- Strati profondi non compattati
- Ossigeno disponibile nei pori
- Radici attive (fibre ed essudati) che alimentano la biologia
- Micro-ambiente stabile anche sotto il topsoil



Carta del contenuto di carbonio organico nei suoli veneti

Arpav, 2023



□ Un suolo con < 0,5% di C organico viene indicato come “desertified soil” o “severely degraded soil” perché incapace di sostenere cicli biologici attivi

□ Altamente prioritaria è l’adozione delle rotazioni culturali con inserimento di colture miglioratrici

Monosuccessione

Rotazione (6 anni)



Monosuccessione

Rotazione (6 anni)



Perché la rotazione è essenziale

Obiettivo	Descrizione sintetica
Preservare la fertilità del suolo	Mantiene equilibrio tra nutrienti, struttura e sostanza organica, evitando impoverimenti progressivi.
Ridurre la “stanchezza” del terreno	Alternare colture con esigenze diverse previene accumulo di patogeni, tossicità e squilibri fisiologici del suolo.
Limitare la specializzazione di infestanti, malattie e fitofagi	La variabilità colturale spezza i cicli vitali dei parassiti e riduce la selezione di infestanti ricorrenti.
Migliorare la qualità delle produzioni	Suoli più equilibrati portano a produzioni più sane, uniformi e con maggior valore agronomico.

Come dimostrare che la barbabietola da zucchero svolge un ruolo chiave nel rinnovo biologico del suolo?

Categoria	Target	Indicatore
Abbondanza microbica	16S rRNA (batteri)	Quantità batterica totale
	ITS (funghi)	Quantità fungina totale
Gruppi funzionali	nifH	Azotofissazione potenziale
	amoA	Nitrificazione
	phoD (fosfatasi)	Mineralizzazione del P / attività enzimatica
Struttura della comunità	Rapporto ITS / 16S	Equilibrio funghi/batteri e stabilità del suolo
Patogeni / parassiti	<i>Heterodera schachtii</i>	Pressione del nematode
	Patogeni fungini (es. <i>Rhizoctonia</i> , <i>Cercospora</i>)	Carica patogena del suolo

RES

Sugar Tech (Jan-Feb 2016) 18(1):67–74

DOI 10

Plant Soil (2024) 504:457–473

RES

<https://doi.org/10.1007/s11104-024-06636-4>



CrossMark

RESEARCH ARTICLE

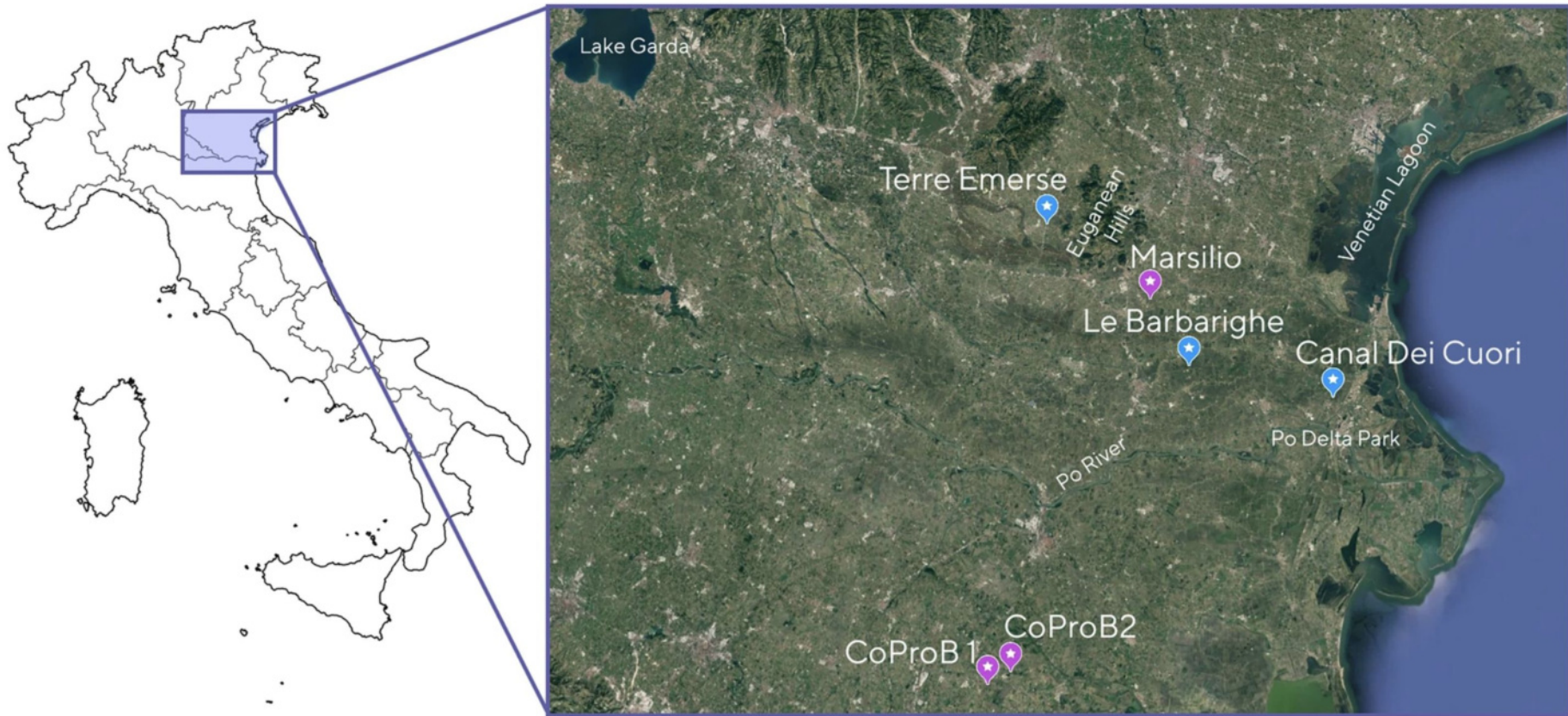


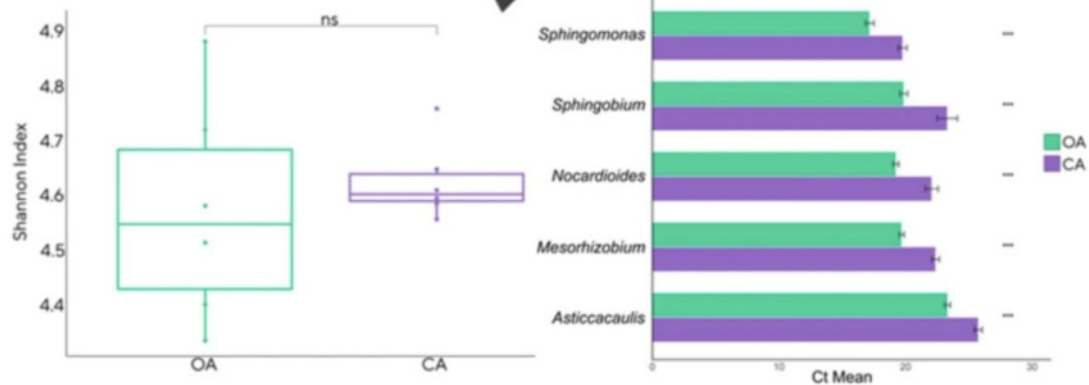
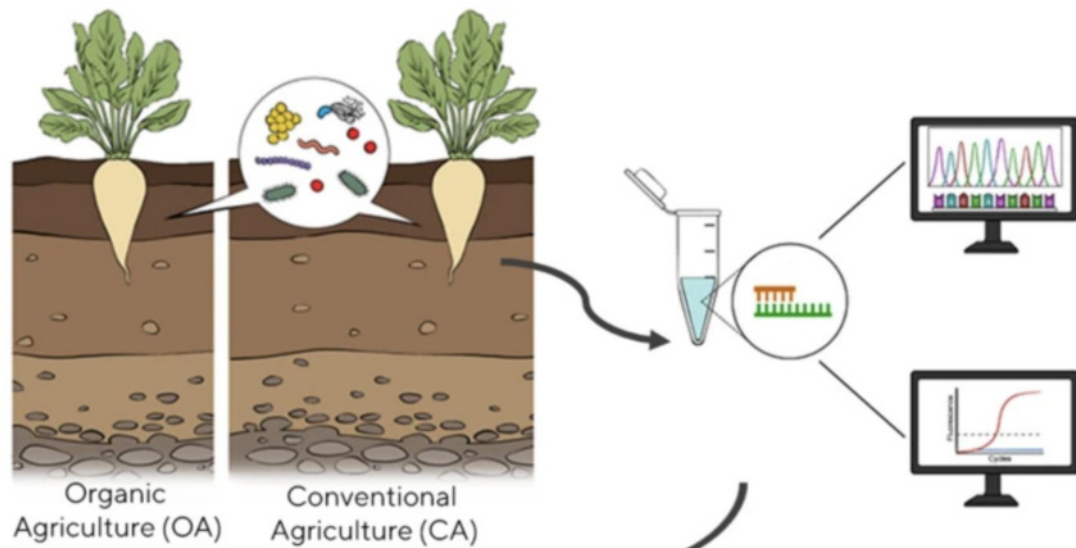
Sugar accumulation stage in sugar beets is a key stage in response to continuous cropping soil microbial community assembly

Tai Li · Rufei Cui · Gui Geng · Yin Zhuang Dong · Yao Xu · Yanchun Sun ·
Piergiorgio Stevanato · Lihua Yu · Jiahui Liu · Vadim N. Nurminsky ·
Yuguang Wang 

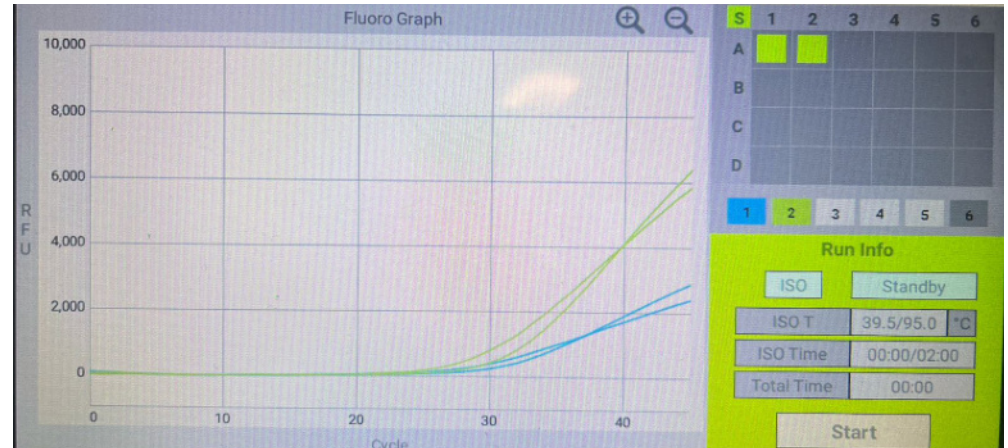
Laura M
Giovan

Piergi
Giusep





PCR «da campo» - Palm PCR (Ahram Biosystems, Corea del Sud)



Effetti della rotazione su funghi e batteri utili

- Barbabietola da zucchero

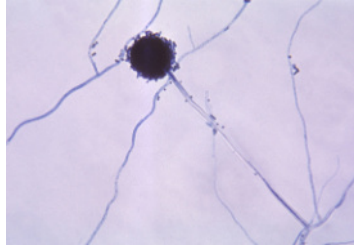
Anno	Coltura
1	Cereale autunno-vernino (frumento)
2	Mais
3	Cereale autunno-vernino (frumento)
4	Leguminosa (soia)



+ Barbabietola da zucchero

Anno	Coltura
1	Cereale autunno-vernino (frumento)
2	Barbabietola da zucchero
3	Cereale autunno-vernino (frumento)
4	Leguminosa (soia)

Aumento funghi saprofiti nel suolo □ *Aspergillus*



Funzione	Impatto
Decomposizione residui	Mobilizzazione carbonio e nutrienti
Competizione con patogeni	Sottrazione risorse, antibiosi indiretta
Miglioramento struttura terreno	Aggregati stabili tramite attività miceliare
Aumento fertilità	Creazione humus + ciclo nutrienti

Ruoli chiave di *Aspergillus* nel suolo

Funzione	Descrizione
Degradazione del carbonio organico	Enzimi come amilasi, cellulasi, pectinasi trasformano residui vegetali in zuccheri semplici.
Ciclo dell'azoto	Degradazione di proteine → amminoacidi → azoto mineralizzato.
Solubilizzazione del fosforo (P)	Produce acidi organici (citrico, gluconico, ossalico) che liberano fosfati insolubili.
Mobilizzazione dei micronutrienti	I siderofori chelano Fe, Zn, Mn rendendoli più disponibili per le piante.

Perché la barbabietola potrebbe favorire i saprofiti?

Meccanismo	Descrizione
1. Elevato input di residui ricchi di carbonio labile	Residui post-raccolta + radici secondarie = substrato favorevole ai decompositori.
2. Modifica fisica del suolo tramite apparato radicale profondo	Aumento porosità e canali → più spazio per espansione miceliale.
3. Alterazione del microbioma tramite metaboliti radicali	Possibile selezione di taxa saprotrofici
4. Cambiamento nel rapporto C/N	Più carbonio disponibile → maggior crescita fungina rispetto ai batteri.

Aumento batteri PGPR nel suolo □ *Sphingomonas*

Sphingomonas > *Sphingobium* ≈ *Nocardioides* > *Mesorhizobium* > *Asticcacaulis*

Genere batterico (PGPR)	Aumento nei terreni con barbabietola	Funzione utile nel suolo
<i>Sphingomonas</i>	il più abbondante (Ct più basso → max presenza)	Degradazione sostanza organica, stimolo alla rizosfera
<i>Sphingobium</i>	molto abbondante	Degradazione sostanza organica
<i>Nocardioides</i>	abbondanza elevata	Degradazione sostanza organica
<i>Mesorhizobium</i>	abbondante	Azotofissazione
<i>Asticcacaulis</i>	abbondante	Supporto alla crescita radicale

Evidenze di lungo periodo e conclusioni

- La barbabietola **rigenera il suolo** e sostiene la fertilità nel lungo periodo.
- Nelle rotazioni corrette contribuisce a **stabilità del carbonio e biodiversità microbica**.
- Coltura **strategica e circolare**, grazie a efficienza e valorizzazione dei sottoprodotti.
- **Il progetto CABI** rafforza questa traiettoria: più dati in ambito regionale per i tecnici e gli agricoltori, pratiche agroecologiche innovative e maggiore competitività per le aziende bieticole biologiche.



Il gruppo di lavoro CABI

CAPOFILA

- **T.E.R.R.A. Consulting S.r.l.**

CONSULENTI

- Consorzio INNOVAA – Innovazione agroalimentare (soggetto giuridico rappresentante della rete innovativa regionale)
- INNOSAP – Innovation for Sustainability in Agrifood Production)

PARTNER TECNICI

- Dipartimento di agronomia, animali, alimenti, risorse naturali e ambiente (DAFNAE) – Università degli Studi di Padova
- CO.PRO.B.
- Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – centro di ricerca cerealicoltura e colture industriali (CREA – CIN)
- E.R.A.PR.A. del Veneto
- Audio Innova S.r.l.

AZIENDE AGRICOLE PARTNER

- Società agricola Canal dei Cuori S.r.l.
- Azienda agricola Le Barbarighe di Leonardo Gagliardo
- Sole & Terra di Brogiato e C. S.S. società agricola

AIRFARM