

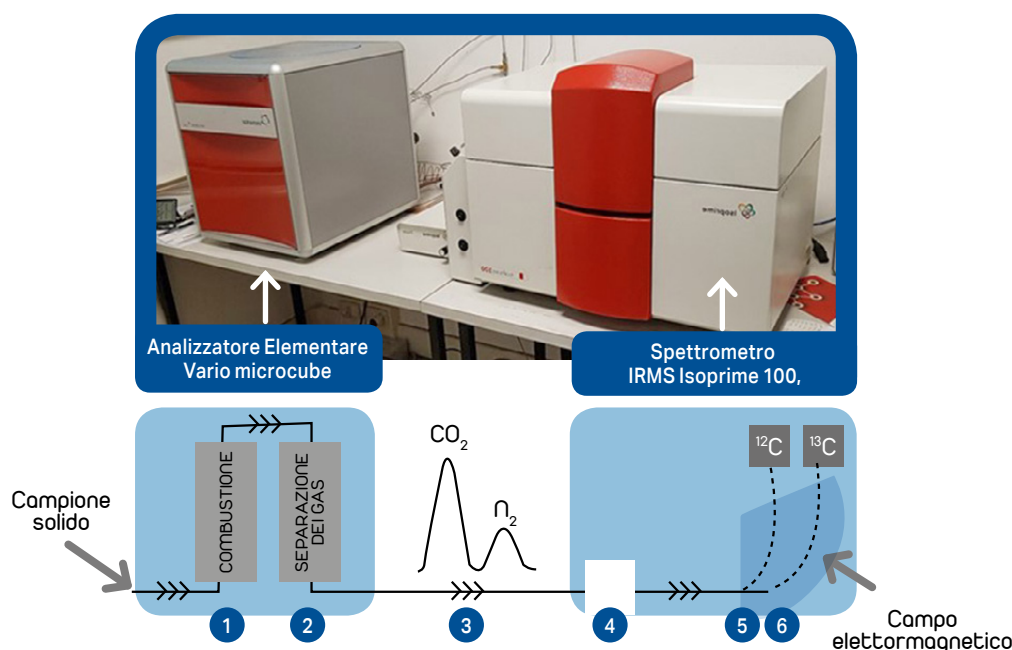
di E. Mistri<sup>1</sup>, G. Bianchini<sup>1</sup>, L. Vittori Antisari<sup>2</sup>, G. Falsone<sup>2</sup>, M. De Feudis<sup>2</sup>, C. Forti<sup>2</sup>,  
C. Natali<sup>3</sup>, V. Brombin<sup>1</sup>, G. M. Salani<sup>1</sup>

# Sostanza organica, ruolo chiave nel climate change

Aumenta la disponibilità degli elementi nutritivi e sequestra il carbonio limitando le emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera. La strada verso le *best practice*

**Fig. 1** La strumentazione utilizzata

in dotazione al Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Ferrara



## Schema semplificato del funzionamento del sistema EA-IRMS

1. Circa 30 mg di campione di suolo, precedentemente essiccato e finemente macinato, sono inseriti nell'analizzatore elementare (EA);
2. Il campione viene bruciato e vengono rilasciati il carbonio e l'azoto ivi inclusi sotto forma di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>;
3. A questo punto lo strumento procede con l'individuare la loro percentuale peso rispetto al totale del campione;
4. I gas vengono poi convogliati all'interno dello spettrometro di massa (IRMS);
5. In questa fase, CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> vengono caricati elettricamente e successivamente fatti passare attraverso un campo magnetico che, per la forza di Lorentz, curva la loro traiettoria in funzione della massa;
6. In tale modo gli isotopi dello stesso elemento (es. per il carbonio: <sup>12</sup>C e <sup>13</sup>C) vengono discriminati e quantificati dal rilevatore dello strumento.

La comunità scientifica sta ponendo maggiore attenzione allo studio dei suoli e della sostanza organica ivi contenuta, definita SOM (dall'inglese, Soil Organic Matter).

Nel corso degli ultimi decenni lo scollamento dell'agricoltura dalla zootecnica, il mancato apporto di ammendanti organici, l'utilizzo di concimi minerali e l'impiego di lavorazioni profonde hanno provocato in molte aree una generalizzata perdita di sostanza organica nei terreni, comportando perdite di fertilità, compattazione e rilasciando gas a effetto serra (es. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>) che possono velocizzare ulteriormente l'attuale cambiamento climatico. Tuttavia, le dinamiche che portano al depauperamento della sostanza organica e del relativo carbonio nei suoli non sono completamente irreversibili, per cui il ritorno a una gestione conservativa della risorsa suolo comporterebbe un cambiamento positivo dei trend descritti.

Il suolo rappresenta infatti, a livello globale, il deposito di carbonio (C) più significativo (nell'ordine di 2.500 miliardi di tonnellate), pari circa al quadruplo del carbonio atmosferico (CO<sub>2</sub>) e al quintuplo del carbonio contenuto negli organismi viventi. All'interno del suolo il carbonio è presente in due forme: una inorganica (SIC - Soil Inorganic Carbon) legata alle fasi mineralogiche (carbonati) e una organica (SOC - Soil Organic Carbon) contenuta nella SOM. Quest'ultima è costituita da residui della biomassa vegetale e animale, che in poco tempo vengono degradati e utilizzati come fonte di energia, e humus, materia organica più complessa e resistente alla degradazione, che funge da riserva di nutrienti.

## Il carbonio nel terreno

Per le attività agricole la SOM è di fondamentale importanza poiché favorisce l'aggrega-



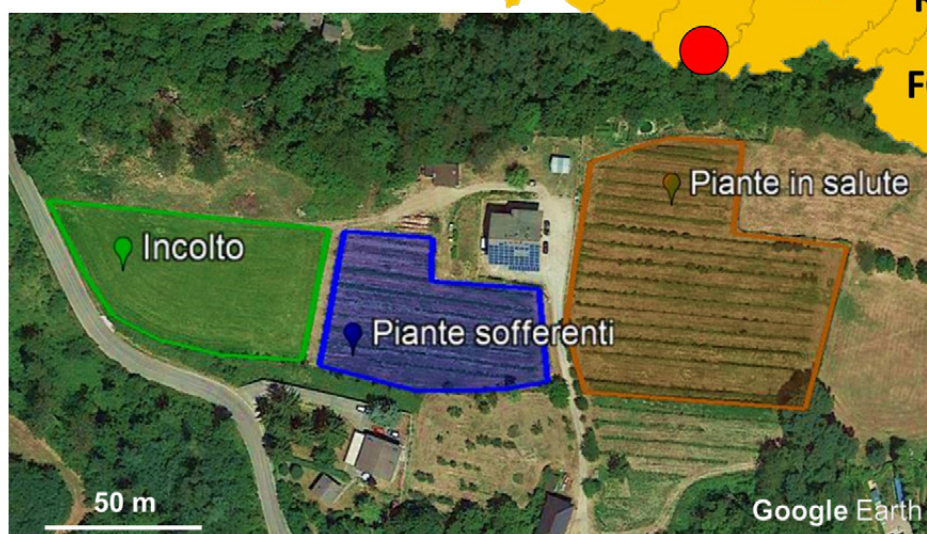
L'area dove sono state fatte le prove

**Fig. 2 Ubicazione dei siti studio dell'Azienda "I Rodi"**



Un momento delle rilevazioni

Sotto, indicata in rosso, la posizione di Fanano (Mo) nella regione Emilia-Romagna e la foto satellitare (Google Earth) dei terreni dell'azienda agricola biologica I Rodi (circa 700 m slm). I due siti "incolto" e "piante sofferenti" sono circa alla stessa altitudine; il sito "piante in salute" si trova invece a un'altitudine di circa 5 metri inferiore rispetto ai primi due



zione e la stabilità delle particelle del terreno (riduce erosione, compattazione e formazione di croste superficiali) e ne incrementa la capacità di scambio cationico di macro e micro-nutrienti, migliorando la fertilità del suolo, l'attività microbica e la disponibilità per le piante di elementi nutritivi come azoto (N) e fosforo (P).

Scopo del progetto "SaveSOC2", affrontato da un gruppo operativo (GO) finanziato dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale della Regione (Psr) 2014-2020, è comprendere e mitigare i processi di degradazione della SOM e, conseguentemente, incrementare il sequestro di carbonio nei suoli tramite l'impiego di pratiche agricole sostenibili (best practices).

In questo progetto, un sistema EA-IRMS (Elemental Analyser-Isotope Ratio Mass Spectrometer; fig. 1) ha permesso di determinare sia la quantità di carbonio e azoto presente nel suolo (percentuali in peso di C e N) che la relativa composizione isotopica. Gli isotopi sono atomi di uno stesso elemento aventi massa differente a causa del diverso numero di neutroni nel loro nucleo; in natura esistono tre isotopi del carbonio:  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$ , aventi rispettivamente 12, 13 e 14 neutroni nel nucleo. La composizione isotopica è utile per capire se il carbonio contenuto nel suolo è organico (SOC) o inorganico (SIC). L'isotopo  $^{12}\text{C}$ , più leggero, si accumula nelle piante (e poi nella materia organica) rispetto all'isotopo  $^{13}\text{C}$  che, essendo più pesante, tende a rimanere nella struttura dei minerali (materia inorganica).

## Stato di salute del suolo

Nell'ambito del progetto, volto a investigare lo "stato di salute" dei suoli di alcune aziende emiliano-romagnole in pianura e in mon-

**tab. 1 Campioni di suolo (primi 30 cm)**

Rilevazioni nell'azienda I Rodi di Fanano (Mo) - valori medi

SITO	cm	pH	Cond.elett. $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\text{CaCO}_3$ g/kg	Sabbia g/kg	Limo g/kg	Argilla g/kg
Incolto	0-15	6,8	115	0	203	659	138
	15-30	7,1	141	0	240	636	124
Piante sofferenti	0-15	7,9	259	17	92	799	110
	15-30	8,0	250	25	94	802	105
Piante in salute	0-15	7,0	293	0	114	757	130
	15-30	6,5	328	0	134	762	105

tagna, è stato delineato un profilo generale delle condizioni di suolo e sostanza organica dell'azienda agricola biologica "I Rodi", situata a Fanano nell'Appennino modenese, dedicata alla coltivazione di piccoli frutti quali per esempio i lamponi (fig. 2).

Per lo sviluppo di questa azienda risulta prioritario verificare che le specifiche condizioni del delicato ecosistema non stiano mutando, pregiudicando la natura della sostanza organica che è essenziale per la crescita dei frutti di bosco. Infatti, alle problematiche legate al

contesto pedo-climatico montano (particolarmente sfavorevole alla piena produttività di alcune colture) vanno a sommarsi quelle che derivano dall'erosione dei suoli e dalla conseguente perdita di SOC.

I titolari hanno lamentato sofferenza fisiologica delle piante e perdite di produttività in una particolare parcella dedicata alla coltura dei lamponi e accurate analisi sono state dedicate a comprenderne la motivazione.

A tale scopo i terreni aziendali sono stati suddivisi in tre appezzamenti: un sito non colti-

vato ("incolto"), un sito con piante di lampone a bassa produttività ("piante sofferenti") e un sito con piante di lampone ad alta produttività ("piante in salute"). Per ognuno di essi sono stati campionati i livelli superficiali di suolo (0-15 e 15-30 cm), ovvero quelli più interessati da pratiche agricole.

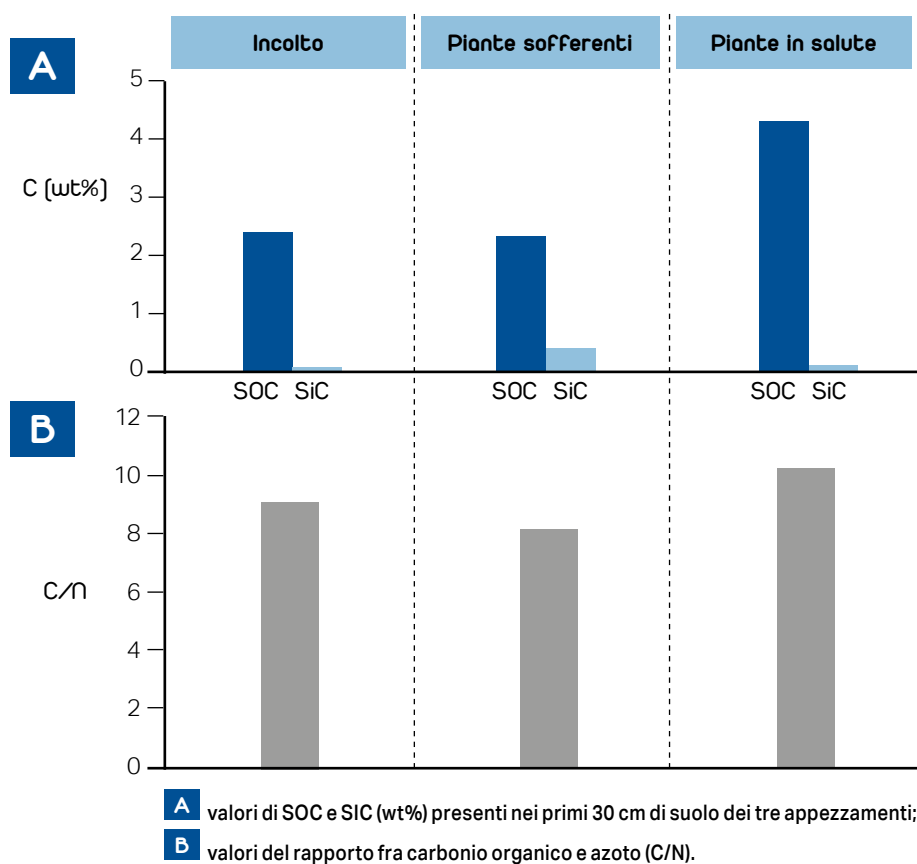
Le principali caratteristiche chimico-fisiche riportate in tabella 1 indicano che i suoli dei siti "incolto" e "piante in salute" hanno tessitura franco-limoso, non sono salini e hanno pH neutro. Il suolo del sito "piante sofferenti", che presenta problemi di ristagno idrico, ha tessitura limosa e pH subalcalino a causa della presenza di una significativa frazione carbonatica. Per i medesimi terreni sono stati quantificati i contenuti di carbonio, discriminando gli isotopi  $^{12}\text{C}$  e  $^{13}\text{C}$ . Secondo i risultati ottenuti, la quantità di SOC e i maggiori arricchimenti di  $^{12}\text{C}$  nei primi 30 cm sono maggiori nel sito "piante in salute", rispetto ai siti "incolto" e "piante sofferenti" (fig. 3a). Il legame tra l'elevato contenuto di carbonio organico e il buono stato di salute delle piante dimostra che le pratiche agricole in grado di aumentare la quantità della SOM migliorano la fertilità del terreno e quindi la produttività delle colture. È poi interessante notare che arricchimenti comparativi in SIC e  $^{13}\text{C}$ , indicatori della presenza di minerali carbonatici, sono concentrati maggiormente nel sito "piante sofferenti" e sono la causa del pH subalcalino, non idoneo per piante di natura acidofila quali i lamponi.

### Rapporto carbonio-azoto

Ulteriori considerazioni possono essere formulate sulla base della relazione che intercorre tra carbonio organico e azoto. Il rapporto C/N fornisce un'indicazione in merito al grado di biodegradazione microbica della SOM e conseguente capacità di mettere l'azoto a disposizione delle piante e all'efficienza dei processi di decomposizione e stabilizzazione in humus (umificazione).

Il rapporto C/N assume valori elevati nei residui animali e vegetali (es. 80-100 nelle paglie, 25-35 nel letame maturo, 15-35 nei residui dei vegetali freschi) e si abbassa al progredire del processo di umificazione della sostanza organica fino a valori di equilibrio pari a 10-12. Nei suoli con elevata attività microbica il rapporto C/N può scendere ulteriormente a valori inferiori a 10. Nei siti "incolto" e "piante in salute" il rapporto C/N, pari a 9-10 (fig. 3b), indica equilibrio fra i processi di decomposizione e stabilizzazione della sostanza organica, mentre nel sito "piante sofferenti" il rapporto C/N, pari a 8 (fig. 3b), è indice di

**Fig. 3** Caratteristiche dei suoli



eccessiva attività di degradazione microbica della sostanza organica e scarso processo di umificazione.

### Migliori pratiche agronomiche

Riassumendo, il suolo in cui i lamponi sono in sofferenza presenta:

- 1) un contenuto in SIC troppo alto, causato dalla presenza di minerali carbonatici;
- 2) un ristagno idrico dovuto alla tessitura limosa del suolo;
- 3) un rapporto C/N inferiore a 9 per l'eccessiva attività microbica.

Per migliorare la produttività agricola di questo suolo si suggerisce l'impiego di pratiche in grado di abbassare il pH, quali anche l'utilizzo di zolfo, lavorazioni in grado di migliorare il drenaggio dell'acqua e l'utilizzo di concimi organici ad alto rapporto C/N.

In particolare, le caratteristiche del suolo non appaiono vocate per lamponi e mirtilli (piante acidofile), e si dovrebbero pertanto individuare varietà colturali in grado di adattarsi anche a suoli con pH 7. In ogni caso, si rileva con soddisfazione che in questa azienda montana non si riscontrano i trend di impoverimento in SOC registrati nelle aziende stu-

diate in pianura. Pertanto, in contesto montano, simili aziende devono essere incentivate a proseguire la loro attività tramite adeguati supporti scientifici ed economici, in quanto il loro contributo in termini di sequestro di carbonio nei terreni contribuisce a limitare le emissioni di gas serra in atmosfera.

L'auspicio sembra essere stato recepito in quanto il ministro dell'Agricoltura **Teresa Bellanova** e l'eurodeputato **Paolo De Castro**, in occasione del Comagri report tenutosi recentemente a Roma, hanno informato che nelle Pac post-2020 saranno forniti incentivi e risorse agli agricoltori che producono in modo sostenibile.

È pertanto verosimile che sempre più aziende richiederanno analisi approfondite dei propri suoli per definire best practices nella scelta delle tipologie colturali e delle modalità di lavorazione del terreno, fra cui verranno sempre più considerate pratiche quali minima lavorazione (minimum tillage), sovescio e fertilizzazione organica. ■

1. Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università di Ferrara 2. Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna 3. Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze