



I castagneti da frutto tradizionali dell'Appennino sono un patrimonio economico, ambientale, storico e culturale di enorme valore.

## I servizi ecosistemici dei suoli castanicoli dell'Appennino settentrionale

*I castagneti da frutto tradizionali dell'Appennino rappresentano un patrimonio economico, ambientale, storico e culturale di enorme valore; spesso e principalmente nelle aree interne necessitano di interventi di recupero, dopo anni di incuria e abbandono. Considerando che il suolo è una risorsa caratterizzata da una forte multifunzionalità, svolta attraverso le sue proprietà chimiche, fisiche, mineralogiche, biochimiche, è importante conoscere e monitorare nel tempo le variazioni, dovute alle attività di recupero del castagneto, delle caratteristiche del suolo legate alle diverse funzioni.*

**\* Livia Vittori Antisari**

### Introduzione

I castagneti sono considerati un patrimonio forestale di origine antropica e rappresentano il 7,5% della superficie forestale italiana totale, con 780.000 ha; oltre il 50% del patrimonio nazionale è concentrato nelle regioni Piemonte, Toscana e Campania, con un patrimonio superiore a 30.000 ha, e si raggiunge il 90% con le regioni Lazio, Emilia-Romagna e Calabria, coprendo le zone collinari montane. I castagneti svolgono diverse funzioni: produttive, protettive del territorio, paesaggistiche, ricreative e didattiche.

I castagneti da frutto tradizionali dell'Appennino sono un patrimonio economico, ambientale, storico e culturale di enorme valore; in molti casi e principalmente nelle aree interne necessitano di interventi di recupero, dopo anni di incuria e abbandono. Nei territori dell'Appennino vocati alla castanicoltura, il recupero dei vecchi castagneti da frutto è una scelta gestionale congrua per combattere il degrado ambientale, promuovendo sia la coltivazione di un prodotto di qualità che le



Foto di Hornbeam Arts

I castagneti rappresentano il 7,5% della superficie forestale italiana totale con 780.000 ha.



Foto di Hornbeam Arts

I castagneti da frutto condotti in modo estensivo possono essere considerati alla stregua di ecosistemi forestali.

condizioni del suolo, limitando gli effetti di dissesto idrogeologico. In riferimento a questo secondo aspetto, considerando che il suolo è una risorsa caratterizzata da una forte multifunzionalità, svolta attraverso le sue proprietà chimiche, fisiche, mineralogiche, biochimiche, è importante conoscere e monitorare nel tempo le variazioni, dovute alle attività di recupero del castagneto, delle caratteristiche del suolo legate alle diverse funzioni.

I suoli sono ecosistemi complessi, che si formano ed evolvono per l'azione combinata di diversi fattori ambientali, detti

fattori della pedogenesi (clima, litologia, organismi viventi, morfologia e tempo). I suoli possono essere quindi definiti come un corpo naturale composto da materiale solido (particelle minerali quali sabbia, limo e argilla; sostanze organiche a diverso grado di decomposizione e organismi viventi), aria e acqua. I suoli sono il risultato di processi chimici, fisici, biochimici e biologici che si innescano sulla crosta terrestre nella zona di contatto tra atmosfera, idrosfera, litosfera e biosfera. I suoli, quindi, devono essere considerati alla stregua di un essere vivente, in quanto vivono e interagiscono con esso

miliardi di diversi organismi. Gli organismi viventi sono fondamentali per la fertilità, qualità e salute dei suoli, in quanto vi esplicano funzioni importantissime quali la decomposizione della sostanza organica, l'umificazione, il mescolamento della sostanza organica a quella minerale, favorendo e migliorando la struttura, l'aereazione e il drenaggio, così come la costituzione di habitat per ospitare le comunità microbiche stesse. Sotto i nostri piedi, i suoli presentano una specifica architettura interna, caratterizzata dalla successione di "orizzonti", che presentano proprietà fisiche, chimiche, biologiche e biochimiche molto

diverse tra loro, originate dai diversi processi pedogenetici (Figura 1).

Il suolo è una risorsa primaria, considerata non rinnovabile, in quanto il tempo di formazione è di gran lunga molto più ampio rispetto al tempo del suo degrado. La *Soil Thematic Strategy* europea (COM, 2006; 2012) ha individuato 8 minacce di degrado per i suoli (erosione, impermeabilizzazione, declino della sostanza organica, della biodiversità, inquinamento, salinizzazione, compattazione, frane, dissesti e alluvioni), valutando che più del 50% dei suoli italiani possa essere interessato da uno o più processi degradativi, constatando, per esempio, come circa l'80% dei suoli coltivati italiani sia a rischio di fenomeni erosivi.

Il suolo è un ecosistema e gli sono, quindi, riconosciute diverse funzioni, quali: produrre biomassa e cibo, fornire materie prime, costituire la sede delle attività umane, rappresentare l'archivio storico e archeologico delle civiltà passate, conservare la biodiversità, incamerare e sequestrare il carbonio, regolare il ciclo dell'acqua e degli elementi biochimici. Attraverso le sue funzioni e i diversi processi a esse associate il suolo contribuisce ai servizi ecosistemici, definiti dal Millennium Ecosystem Assessment (2005) (Figura 2).

### I risultati dei progetti avviati

I risultati di alcuni progetti di ricerca del gruppo di Pedologia del Dipartimento di Scienze e tecnologie Agro-alimentari dell'Università di Bologna hanno permesso di evidenziare i servizi ecosistemici dei suoli dei castagneti e il loro ruolo nella gestione sostenibile.

I suoli più vocati alla castanicoltura, nell'area dell'Appennino settentrionale, sono quelli formati ed evoluti su formazioni

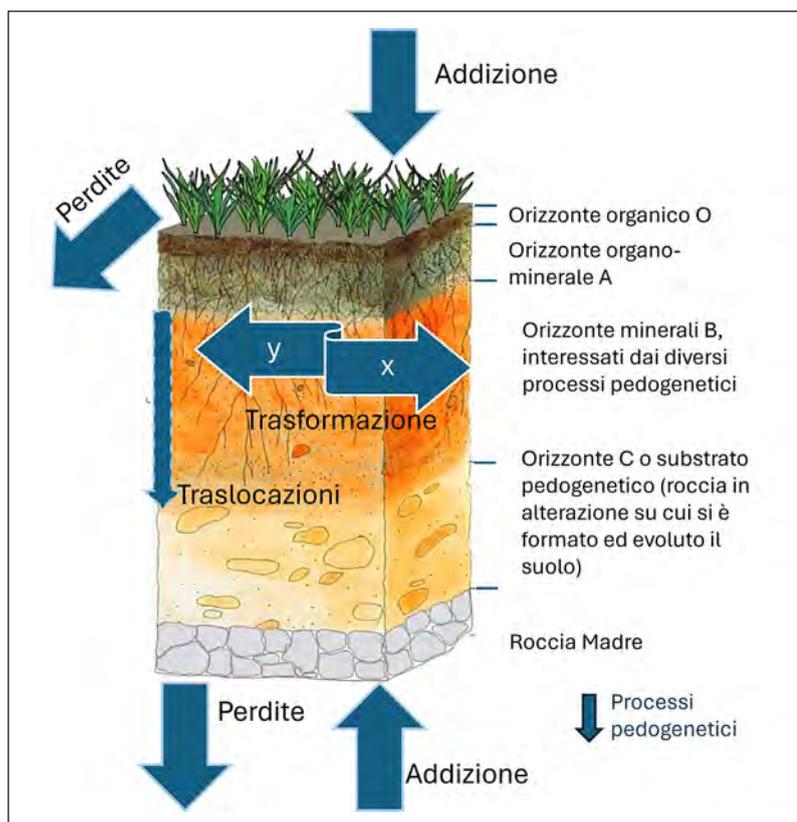


Figura 1. Sezione verticale del suolo, detto profilo di suolo, con la formazione degli orizzonti genetici e raffigurazione dei processi pedogenetici che possono interessare la formazione e l'evoluzione del suolo.

arenacee. I suoli castanicoli possono subire processi di alterazione *in situ* (*Inceptisuoli*) o di

lisciviazione dell'argilla (*Alfisuoili*), che ne condizionano la reazione (da pH neutro ad acido), il

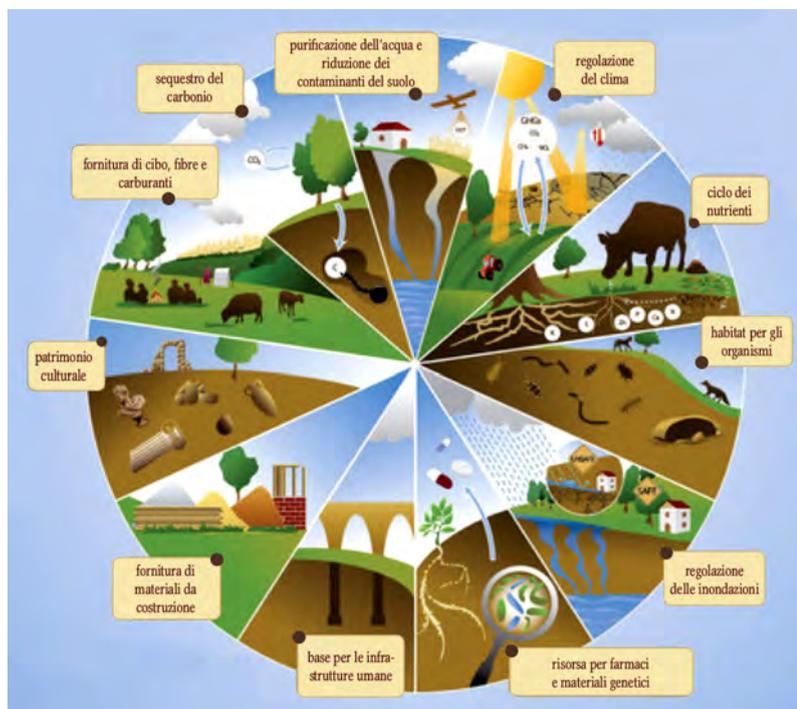


Figura 2. I servizi ecosistemici dei suoli, Fonte FAO, 2015.

grado di saturazione basica e la capacità di scambio cationico; per questo motivo i suoli possono essere ulteriormente distinti in “grandi gruppi” (ad esempio da *Eutrudept* a *Dystrudept* a *Hapludalf*).

Nella Tabella 1 viene mostrata la correlazione tra fattori morfologici e pedoclimatici idonei o limitanti per la coltivazione del castagno nei territori appenninici. (Rossi *et al.*, 2023).

Tabella 1. Caratteri morfologici e pedoclimatici per valutare il grado di vocazionalità di un determinato territorio alla castanicoltura.

Giudizio	Azoto totale (g kg <sup>-1</sup> )
molto povero	<0,5
scarsamente dotato	0,5-0,7
mediamente dotato	0,8-1,2
ben dotato	1,3-2,4
ricco	2,5-5,0
molto ricco	>5,0

Le forti acclività degli impianti castanicoli rendono i suoli dei castagneti tradizionali dell'Appennino molto suscettibili all'erosione. In alcune aziende si è valutato come i fenomeni erosivi abbiano “ringiovanito” i suoli (*Entisuoli*) e di conseguenza abbiano impoverito di elementi nutritivi i suoli stessi. Gli orizzonti più fertili dei suoli castanicoli sono quelli superficiali organici (O) e organo-minerali (A), che sono sede di importanti processi come quello di umificazione, strutturazione, accumulo di nutrienti, in quanto i più ricchi di sostanza organica (SOM). Lo spessore di questi orizzonti è molto limitato (valore medio di 3 e 5 cm per gli orizzonti O ed A, rispettivamente) rendendo i suoli castanicoli molto vulnerabili. La SOM svolge importan-

ti funzioni chimiche (scambio cationico, regola il pH del suolo, istaura importanti legami ai composti minerali per stabilizzare la SOM), fisiche (stabilità di struttura, favorisce la ritenzione di acqua, regola le proprietà termiche), biochimiche (fonte di energia, riserva di nutrienti, induce e migliora la resilienza del sistema suolo/pianta).

Alcune pratiche di gestione dei castagneti, come per esempio la bruciatura dei residui vegetali, possono impoverire i suoli, rendendoli vulnerabili per i processi erosivi di versante (asporto della parte più fertile dei suoli), limitando i processi di sequestro di C e accumulo della SOM.

I GOI PSR CASTANICO e Biodiversamente Castagno finanziati dal PSR 2017-2023 della Regione Emilia-Romagna hanno messo in evidenza l'importante ruolo che le foglie dei castagneti hanno nel preservare e conservare il suolo, favorendo i processi di degradazione dei residui e innescando i processi di umificazione. La sperimentazione è avvenuta in tre aziende partner dei progetti e si è esplicitata ponendo in un sacchetto (*litter bag*) un numero uguale di foglie per lo stesso peso. Le *litter bag* sono state poste sia sul suolo, sia interrate, con tre repliche per ogni trattamento (Figura 3), lasciandole incubare nel castagneto per 310 giorni. Durante l'incubazione le fo-

glie hanno perso tra il 60-70% di massa, liberando nel tempo sostanze nutritive solubili, importanti per la nutrizione delle comunità microbiche del suolo. Da osservare come il contenuto di C e N totale non diminuisca, ma in alcuni casi aumenti, evidenziando come i residui vegetali delle foglie siano stati colonizzati dalle comunità microbiche. Le variazioni dell'isotopo stabile dell'azoto (d<sup>15</sup>N), che passano da valori di -4.3‰, tipici delle foglie di castagno, a valori decrescenti nei residui fogliari (+0,8/+1,2‰), evidenziano come i residui vegetali abbiano subito una trasformazione microbica da parte delle comunità di batteri e funghi del suolo. L'abbondanza naturale dell'isotopo stabile <sup>15</sup>N (δ<sup>15</sup>N) nei suoli rappresenta un importante segnale dei processi del ciclo dell'azoto che avvengono nell'ecosistema suolo-pianta, aiutando a evidenziare i bilanci azotati (entrate e uscite e materiale trasformato), identificando sia le fonti che i prodotti azotati, attraverso i diversi processi principalmente mediati dalle comunità microbiche. È possibile quindi stimare la velocità con cui l'azoto che giunge al suolo viene elaborato bio-geo-chimicamente dalle comunità microbiche.

Gli elementi, che potremmo considerare “terrigeni”, quali Al, Fe, Mn, aumentano nei residui vegetali degradati rispetto alle foglie, indicando l'importante ruolo di questi elementi nella polimerizzazione per formare aggregati del suolo. Gli aggregati, come già evidenziato, svolgono funzioni indispensabili per il processo di approfondimento della sostanza organica lungo il profilo del suolo, di sequestro di C e per la presenza degli habitat delle comunità microbiche. È quindi molto importante lasciare le foglie sul suolo perché possano degradarsi, aumentando



Figura 3. *Litter bag* di foglie di castagno posizionate sul suolo o interrate (Photo by Vittori Antisari).

le popolazioni delle comunità microbiche e favorendo la formazione della struttura. È importante sottolineare come gli elementi della fertilità nel castagneto tradizionale dell'Appennino settentrionale giungano al suolo esclusivamente con le foglie e i residui vegetali del castagno e che quindi la gestione dei castagneti ne debba tenere conto.

In generale, i suoli castanicoli dell'Appennino settentrionale sono suoli poveri di elementi nutritivi dovuti alla loro formazione su substrati arenacei, i nutrienti diminuiscono lungo la profondità del profilo (Tabella 2).

Dalla Tabella 2 è possibile evincere il ruolo dell'orizzonte organico emalterato (Oe, formato principalmente da frammenti dei residui vegetali) come riserva sia di Ca che di elementi nutritivi, come già evidenziato dalla sperimentazione delle *litter bag*. Si evince inoltre che sia quindi necessario ben gestire il materiale vegetale che giunge al suolo per evitare l'erosione degli orizzonti superficiali e la conseguente perdita di struttura e di fertilità naturale.

La nutrizione azotata delle piante dei castagneti tradizionali dell'Appennino è legata al contenuto di azoto nel suolo che deriva esclusivamente dai residui vegetali, soprattutto foglie, che giungono al suolo. L'assorbimento radicale dei castagni degli elementi nutritivi, e in particolare dell'azoto, può essere in competizione con le comunità microbiche che vivono nel suolo.

Nei suoli delle aziende castanicole la concentrazione massima di azoto riscontrato è di 0,6 g kg<sup>-1</sup> solamente in due situazioni di accumulo di suolo alla fine di un versante; in media tutti i siti non superano il valore di 0,3 g kg<sup>-1</sup>; nei suoli erosi non si rag-

Orizzonti	Ca totale g kg <sup>-1</sup>	C organico g kg <sup>-1</sup>	N totale g kg <sup>-1</sup>	δ13C ‰	δ15N ‰
Foglie	5,7	413,0	22,5	-29,3	-4,3
Lettieria (Oi)	8,3	241,5	10,0	-27,2	-3,2
Oe	13,8	309,6	21,1	-27,8	-3,3
Oa	5,6	155,7	11,2	-27,6	-2,1
A	2,9	38,7	3,1	-27,4	-0,2
AC	0,8	8,8	0,6	-27,0	4,7
AB	2,0	12,4	1,1	-26,1	3,3
Bw	1,8	8,0	0,7	-26,1	4,0
C	0,9	4,5	0,4	-26,0	6,2

Tabella 2. Dati medi ottenuti dalle analisi di suoli castanicoli.

giunge il valore di 0,1 g kg<sup>-1</sup> tali da far risultare i suoli presi in esame come "molto poveri" per questo elemento (Tabella 3).

L'azoto nel suolo può essere un elemento limitante la crescita dei microorganismi, soprattutto nei suoli non soggetti a pratiche di fertilizzazione azotata, come i castagneti. Il valore medio del rapporto C/N della SOM del suolo è sempre superiore a 10, indicando una maggiore immobilizzazione dell'azoto rispetto a una mineralizzazione. Valori superiori a 10 sono auspicati per i processi di sequestro di C nel suolo. Ciò è principalmente dovuto anche al basso contenuto di azoto di alcuni residui vegetali (ad esempio cupole spinose, legni di potatura). Un buon equilibrio nutrizionale del rapporto suolo-pianta è fondamentale per avere un castagneto resiliente.

### Le pratiche colturali

Pratiche colturali, quali la potatura, richiedono alla pianta maggiori quantitativi di nutrienti assorbiti dal suolo, principalmente azoto. Il Progetto GOI "Castagni parlanti" finanziato dal PSR 2017-2023 della Regione Emilia-Romagna ha potuto fare un focus su questa tematica. Il progetto si è sviluppato in una porzione di castagneto abbandonato da recuperare del Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità forestale nel Comune di Alto Reno Terme. Il castagneto è stato diviso in 4 aree e sono state scelte 12 piante georeferen-

Giudizio	Azoto totale (g kg <sup>-1</sup> )
molto povero	<0,5
scarsamente dotato	0,5-0,7
mediamente dotato	0,8-1,2
ben dotato	1,3-2,4
ricco	2,5-5,0
molto ricco	>5,0

Tabella 3. Valori di concentrazione di azoto totale e giudizio relativo secondo lo schema interpretativo ARPAV (Giandon e Bortolami, 2007).

# AQUAMARIS

## elixir

### ...naturale effetto detossificante

Con Tarassaco, Betulla e Gramigna  
che favoriscono il drenaggio  
dei liquidi corporei  
e le funzioni depurative dell'organismo.



**SARANDREA**  
FITOTERAPIA

Sarandrea,  
da 100 anni  
una storia  
naturale.

www.sarandrea.it

COLLEPARDO (FR)  
Via D'Alatri, 3/b  
Tel. 0775.47012  
Fax 0775.47351

ziate in ciascuna area. Le piante sono state monitorate per il periodo della sperimentazione con i "Tree Talker ©", sistemi di sensori IoT (*Internet of Things*) brevettati dal Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC). I sensori posti a diversi livelli all'interno della pianta monitorano diversi parametri tra cui: trasporto e flusso di acqua nella pianta; crescita diametrica; stabilità dell'albero con sensore giroscopico; temperatura dell'aria e umidità; i dati vengono trasmessi ogni ora da ogni singolo albero e sono consultabili in *real time*. Il progetto ha quindi permesso di valutare la risposta del sistema suolo-pianta a diversa intensità di potatura (leggera, media e capitozzatura) rispetto a piante controllo. Infatti nel 2020 e 2021 sono stati indagati anche i suoli di ogni pianta oggetto di studio, valutando alcuni parametri chimico-fisici e biochimici, legati sia alla quantità di biomassa microbica (C e N microbico), sia all'attività delle comunità microbiche (respirazione basale). Questi parametri analizzati permettono di calcolare alcuni indicatori metabolici delle comunità microbiche quali il quoziente metabolico ( $qCO_2$ , unità respirate di C-CO<sub>2</sub> per unità di C di biomassa microbica per unità di tempo), quoziente microbico ( $qMIC$ , percentuale di C di biomassa microbica sul C organico totale) e quoziente di mineralizzazione ( $qM$ , percentuale di C-CO<sub>2</sub> respirata in 28 giorni rispetto al C organico totale). Nel

primo anno di indagine (2020) in cui è stata eseguita la potatura non si sono evidenziati parametri statisticamente differenti tra le piante potate e il controllo. Nel secondo anno di sperimentazione, nella primavera 2021, i sensori all'interno della pianta hanno evidenziato un importante richiamo di flusso di acqua e linfa dalle radici alla chioma nelle piante capitozzate, che erano state private della chioma. Nel suolo si è evidenziata una immobilizzazione dell'azoto disponibile; infatti, i valori sia totali che delle diverse frazioni di azoto del suolo erano molto più bassi rispetto ai suoli campionati riferiti alle altre potature (leggera e media) e nel controllo.

Condizioni di stress del sistema suolo-pianta e carenze nutrizionali, soprattutto di azoto, indeboliscono le piante, che possono essere maggiormente esposte e indifese alle patologie di diversa origine. Si consiglia quindi di programmare gli interventi colturali conoscendo la dotazione di azoto e degli altri elementi, principalmente fosforo, calcio, potassio, per potere preparare i suoli, aggiungendo per esempio letame maturo. Si sconsiglia di effettuare concimazioni azotate in forma minerale, che è ben noto essere un fattore di mineralizzazione netta della SOM nativa del suolo, innescando processi di impoverimento e perdita di SOM del suolo, con importanti emissioni di gas serra da parte dei suoli.

I suoli infatti "respirano": molti processi, soprattutto quelli mediati dalle comunità viventi del suolo (pedofauna, comunità microbiche e radici delle piante), hanno come prodotto finale l'emissione di CO<sub>2</sub>. Altri gas serra, quali per esempio metano (CH<sub>4</sub>) e protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), sono ugualmente emessi dai suoli come prodotti gassosi di altri processi (per esempio denitrificazione). L'entità di emissione di CO<sub>2</sub> "eterotrofa", composta quindi dalle emissioni delle comunità viventi che respirano nel suolo e delle radici, dipende dalla temperatura e dalla umidità del suolo e viene misurata in campo (Figura 4). Solitamente vengono posizionati nel suolo tre collari per ogni sito di indagine e viene utilizzata una camera di respirazione portatile (SRC-1, PP system) per la misurazione rapida e accurata del flusso di CO<sub>2</sub> nel suolo. La camera è in PVC, con una comoda maniglia per il posizionamento sulla superficie del suolo, e un anello in acciaio inossidabile fornisce una buona tenuta sulla superficie del collare. Un sensore di temperatura integrato nella camera misura la temperatura dell'aria vicino alla superficie del terreno, nonché una ventola interna è funzionale per lavare e miscelare l'aria per la determinazione del flusso. Per una migliore informazione sulle variabili che possono influenzare l'emissione di CO<sub>2</sub> dal suolo (temperatura e umidità), si misurano con sonde manuali di fianco a ogni collare. Le campagne di monitoraggio

Figura 4. Posizionamento dei collari nel suolo e strumento per la determinazione del flusso di CO<sub>2</sub> nel suolo (Photo by Vittorio Antisari).



dell'emissione di CO<sub>2</sub> eterotrofa nei suoli dei castagneti tradizionali hanno evidenziato che le emissioni di C-CO<sub>2</sub> presentano una certa variabilità nel tempo, dovuta come già accennato anche alle variazioni di temperatura e umidità del suolo. I valori di C-CO<sub>2</sub> dei castagneti monitorati sono compresi tra quelli delle praterie (0,17 g C-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/h), che sono ecosistemi *in climax* con bassi valori di emissioni, e quelli delle foreste mature (0,30-0,35 g C-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/h). I suoli dei castagneti con problemi di erosione e con piante soggette a capitozzature presentano alti valori di flussi di CO<sub>2</sub>, che raggiungono valori compresi tra 0,7-1,6 g C-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/h, evidenziando lo stress dell'ecosistema suolo-pianta e delle comunità microbiche.

Il suolo è la più grande riserva di C (1500 Pg, =10<sup>15</sup>g di C), dopo gli oceani, e ammonta a quasi il doppio della parte epigea (876 Pg) delle piante e quasi il triplo rispetto all'atmosfera (576 Pg). Il suolo ha quindi importanti funzioni di regolamentazione delle emissioni di gas serra e di sequestro di C nel suolo.

Il sequestro e la stabilizzazione del C nel suolo dipendono dal tipo di suolo per quanto riguarda i meccanismi di stabilizzazione chimica (i composti organici degradati e trasformati reagiscono chimicamente con le componenti minerali del suolo) e fisica (i residui vegetali sono inclusi negli aggregati del suolo e nella struttura per l'approfondimento e la stabilizzazione), mentre la stabilizzazione biochimica dipende dal tipo di materiale organico che giunge al suolo. La stabilizzazione della SOM avviene negli orizzonti minerali di profondità, in superficie avvengono le reazioni di degradazione dei residui vegetali che giungono al suolo, attraverso l'attività della "pedofauna" che ha il ruolo di sminuzzare il ma-

teriale organico e renderlo più attivo e appetibile per le comunità microbiche, che svolgono un ruolo fondamentale per la degradazione enzimatica del materiale, i processi di resintesi e attivazioni di metabolismi secondari e polimerizzazione per formare nuovi polimeri, detti sostanze umiche (Figura 5). L'intensità dei processi di protezione e stabilizzazione della SOM è influenzata dall'uso del suolo e in particolare dalle pratiche agricole conservative dei servizi ecosistemici del suolo.

Il processo di arricchimento in carbonio del suolo può avere effetti diretti di mitigazione nei confronti del cambiamento cli-

matico e ha risvolti positivi anche sull'accumulo di acqua, cioè un arricchimento in carbonio organico del suolo incrementa la capacità del suolo di immagazzinare acqua. Inoltre, l'aumento di SOM promuove il miglioramento della struttura del suolo dovuta a una migliore aggregazione. Tale fenomeno, soprattutto in ambienti castanicoli (spesso ubicati in pendenza), riduce i rischi di erosione.

I castagneti da frutto condotti in modo estensivo possono essere considerati quindi alla stregua di ecosistemi forestali: le dinamiche del ciclo del carbonio si svolgono principalmente secondo ritmi e moda-

**TECNO-LIO**  
L'energia della Vita

**LAVORAZIONI C/TERZI**  
Integratori alimentari  
in capsule, liquidi e liofilizzati

**Si eseguono produzioni di piccoli e medi lotti**

- Integratori in capsule formato 0 in barattolo o in blister
  - Integratori liquidi in monodose da 10 e 15 ml
    - Integratori con contagocce
    - Liquidi e soluzioni in flaconi fino a 1000 ml
- Liofilizzazione in monodose con sigillatura sottovuoto
  - Integratori di nostra produzione con possibilità di personalizzazione
  - Lavorazione materie prime fornite dal cliente
    - Confezionamento finale
  - Assistenza per formulazioni personalizzate

**Tecno-lio S.r.l.**  
Via Riviera Berica, 260 - 36100 Vicenza  
Tel.0444530465 - fax.0444532275  
E-mail: [info@tecno-lio.it](mailto:info@tecno-lio.it)  
Website: [www.tecno-lio.it](http://www.tecno-lio.it)



I castagneti svolgono diverse funzioni: produttive, protettive del territorio, paesaggistiche, ricreative e didattiche.

lità semi-naturali; la mancanza di lavorazioni del terreno e uso di fitofarmaci consente l'accumulo di notevoli quantità di carbonio organico nel suolo e una buona resilienza all'erosione e al dissesto idrogeologico. A livello globale, il suolo del ca-

stagneto è quindi una riserva di carbonio in grado di stoccare in media  $81,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  di C nei primi 30 cm.

Questo risultato colloca il suolo dei castagneti in linea con quello della gran parte dei boschi di latifoglie e, tra di essi, il ca-

stagneto risulta essere la terza tipologia di copertura vegetale dopo le faggete e i carpineti/ostrieti. Questo dato appare ancora più rilevante se confrontato con i valori di stock di C nei suoli di pianura, dove l'uso del suolo è prevalentemente di tipo agricolo. Ad esempio, i suoli della pianura emiliano-romagnola hanno una riserva di carbonio compresa tra  $40$  e  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  nei primi 30 cm (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, 2015), così come quelli della pianura piemontese, in media,  $48 \text{ Mg ha}^{-1}$ . I suoli dei castagneti in erosione hanno un contenuto di stock di C a 30 cm, molto inferiore rispetto ai suoli della stessa azienda non interessati da fenomeni erosivi ed è compreso nell'intervallo di  $10-30 \text{ Mg ha}^{-1}$ , se non si considerano i casi in cui al di sopra degli orizzonti organo-minerali in erosione siano presenti residui discontinui

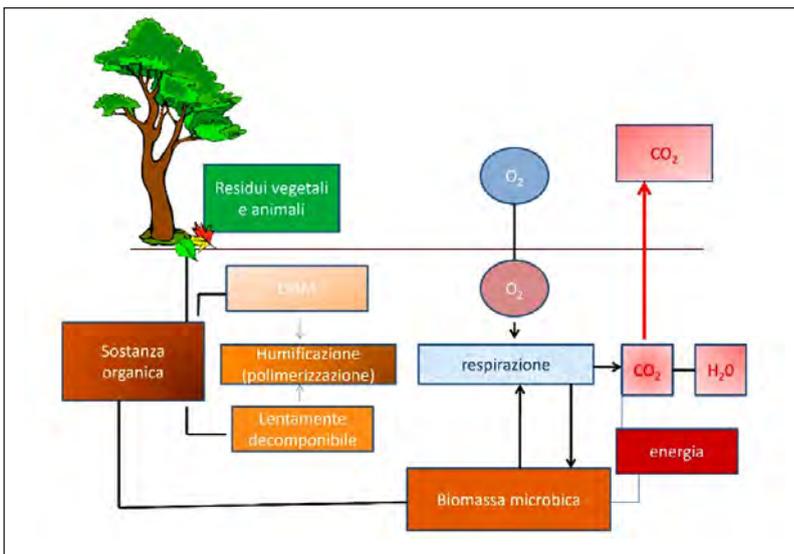


Figura 5. Schema di degradazione della sostanza organica del suolo (SOM) e ruolo delle comunità microbiche ed emissione di gas serra.

di orizzonti organici di limitato spessore.

Molte ricerche su altri servizi ecosistemici dei suoli castagnicoli sono ancora in atto o appena concluse, riguardanti principalmente la biodiversità genetica di questi suoli, legata alla presenza di comunità microbiche particolari, usando analisi del DNA, e biodiversità funzionale delle comunità microbiche, utilizzando indici e/o indicatori per descrivere il metabolismo delle popolazioni microbiche presenti nei suoli e i flussi energetici per l'individuazione dei processi prevalenti (umificazione e/o mineralizzazione).

**\*ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

**Professore in Pedologia, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari**

**Bibliografia**

Biodiversamente Castagno I.TER - BIODIVERSAMENTE CASTAGNO - Progettazione ecologica del territorio (pedologia.net)

CASTANICO I.TER - CASTANI-CO - Progettazione ecologica del territorio (pedologia.net)

Castagni Parlanti HYPERLINK "https://castagniparlanti.it/"Castagni Parlanti | Home

Centro Nazionale per lo Studio e la conservazione della biodiversità forestale Centro Nazionale Biodiversità di Granaglione | Castagneto didattico-sperimentale (centrobiodiversita-castagne-togranaglione.it)

COMMISSIONE EUROPEA, 2006. Soil as a Key Resource for the EU.

COMMISSIONE EUROPEA, 2012. Attuazione della strategia tematica per la protezione del suolo e attività in corso. Bruxelles, 13.2.2012 COM(2012) 46 definitivo.

CONEDERA M., KREBS P., 2008. *History, present situation and perspective of chestnut cultivation in Europe. Proceeding of Second Iberian Chestnut Congress*. Eds. C.G. Abreu et al: 23-27.

CONEDERA M., KREBS P., TINNER W., PRADELLA M., TORRIANI D., 2004a. *The cultivation of Castanea sativa (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale*. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 161-179.

CONEDERA M., MANETTI M.C., GIUDICI F., AMORINI E., 2004b. *Distribution and economic potential of the sweet chestnut (Castanea sativa Mill.) in Europe*. *Ecologia Mediterranea*, 30 (2): 179-193.

**Sitarama**

Via Michelucci, 9 - 50028 Barberino Tavarnelle (FI)

Tel.: 055 8071794 www.sitarama.com



**NATURAL PREMIUM**

**Colorazione permanente per capelli**

**20 nuances**

**Colore Brillante**

**Infiniti Riflessi**

**Tocco Naturale**

**100% Copertura dei Capelli Bianchi**

arricchita con **Argan** e **Olio di Jojoba**  
da **agricoltura biologica**

**SENZA**

ammoniaca  
p-fenilendiammina  
resorcina  
parabeni  
profumo

Nickel **TESTED**



**NUOVA FORMULA**  
dermatologicamente testata



Molte ricerche sui servizi ecosistemici dei suoli castanicoli sono ancora in atto o appena concluse e riguardano principalmente la biodiversità genetica di questi suoli.

- CONEDERA M., STANGA P., LISCHER C., STOCKLI V., 2000. *Competition and dynamics in abandoned chestnut orchards in southern Switzerland*. *Ecologia Mediterranea*, 26 (1-2): 101-112.
- CONEDERA M., STANGA P., OESTER B., BACHMANN P. 2001. *Different post culture dynamics in abandoned Chestnut orchards and coppice*. *Forest Snow and Landscape Research*, 76: 487-492.
- CORONA P., CASTELLOTTI T., 2017. *Castanicoltura, il rilancio passa per la filiera*. *Terra e Vita*, 19: 52-55.
- DE CLERCK F., SINGER M.J., LINDERT P., 2003. *A 60-year history of California soil quality using using paired samples*. *Geoderma*. Vol. 114, pp. 215- 230.
- DE FEUDIS, M., VIANELLO, G., VITTORI ANTISARI, L. 2023 *Soil Organic Carbon Stock Assessment for Volunteer Carbon Removal Benefit: Methodological Approach in Chestnut Orchard for Fruit Production*. *Environments - MDPI* 10, 83
- DE FEUDIS, M., FALSONE, G., VIANELLO, G., AGNELLI, A., VITTORI ANTISARI, L. 2023 *Soil organic carbon stock assessment in forest ecosystems through pedogenic horizons and fixed depth layers sampling: What's the best one?* *Land Degradation and Development* 33, 1446
- DICK R.P., (1997). *Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health*. In: Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR, editors. *Biological Indicators of Soil Health*. Wallingford, USA7 CAB International, 121-56.
- DORAN J. W., 1980. *Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage*. *Soil Science Society of America Journal* 44, 764-771.
- DORAN J.W., PARKIN T.B., 1994. *Defining and assessing soil quality*. In: Doran J.W., editor. *Defining Soil Quality for Sustainable Environment*. SSSA Special Publication. Madison, WI7 Soil Science Society of America, Inc. and American Society of Agronomy, Inc., 3 - 23.
- DORAN J.W., ZEISS M.R., 2000. *Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality*. *Applied Soil Ecology*, 15 (1), 3-11.
- GIANDON P., BORTOLAMI P., 2007. *L'interpretazione delle analisi del terreno. Strumento per la sostenibilità ambientale*. *Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale in Veneto*. ARPAV. Veneto Agricoltura - Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare V.le dell'Università 14, 35020 Legnaro (PD).
- LAL R., 2004. *Soil Carbon sequestration to mitigate climate change in "Geoderma"*, 123, Elsevier, pp. 1-22.
- LAL R. 2015. *Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation*. *Sustainability* 7 (5): 5875-95. <https://doi.org/10.3390/su7055875>.
- MARIOTTI B., CASTELLOTTI T., CONEDERA M., CORONA P., MANETTI M.C., ROMANO R., TANI A., MALTONI A., 2019. *Linee guida per la gestione selvicolturale dei castagneti da frutto*. Rete Rurale Nazionale 2014-2020, Scheda n. 22.2 - Foreste, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma.
- ROSSI, M., DE FEUDIS, M., TRENTI, W., GHERARDI, M., VIANELLO, G., VITTORI ANTISARI, L. 2023 *GIS-Based Geopedological Approach for Assessing Land Suitability for Chestnut (Castanea sativa Mill.) Groves for Fruit Production*. *Forests* 14, 234
- VITTORI ANTISARI, L., TRENTI, W., BUSCAROLI, A., FALSONE, G., VIANELLO, G., DE FEUDIS, M. 2023. *Pedodiversity and Organic Matter Stock of Soils Developed on Sandstone Formations in the Northern Apennines (Italy)*. *Land* 12, 79
- VITTORI ANTISARI, L.V., TRENTI, W., DE FEUDIS, M., BIANCHINI, G., FALSONE, G. 2021. *Soil quality and organic matter pools in a temperate climate (Northern Italy) under different land uses*. *Agronomy* 11, 1815