

LA **CASTANICOLTURA**

EMILIANO-ROMAGNOLA SEQUESTRA CARBONIO ORGANICO NEL SUOLO



CASTANI-CO

AUTORI

Coordinamento redazionale: Carla Scotti

Testi a cura di: Carla Scotti, Livia Vittori Antisari

Unità Operative:

I.TER

- Carla Scotti: coordinatore e responsabile tecnico scientifico del progetto
- Antea De Monte, Susanna Naldi, Paolo Ciabocchi: rilevamento ed elaborazione dati
- Jackie Leeder: elaborazione dati, analisi chimico fisiche
- Chiara Marangoni, Mara Generali, Marisa Fontana: divulgazione e trasferimento informazioni
- Luisa Lindo e Claudia Gatta: segreteria e gestione amministrativa del progetto

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

- Livia Vittori Antisari: responsabile scientifico
- Gloria Falsone, Mauro de Feudis: rilevamento ed elaborazione dati pedologici

FOTO

Archivio I.TER ETHNOS

Si ringraziano:

I partner del progetto

Società Agricola Terra Amica dei Menetti S.S.

Azienda Teggiolina di Picciati Marco

Azienda Tizzano di Fogacci Stefano

Società Agricola Monari & C. S.S.

Azienda Agricola Antico Bosco di Canovi Daniele

Consorzio Castanicoltori dell'Appennino Bolognese

Consorzio Castanicoltori dell'Appennino Reggiano

Associazione Nazionale Città del Castagno

Giovanni Mami di Grafikamente srl per l'elaborazione grafica dell'opuscolo.

Indice

Introduzione	pag.	2
Il progetto CASTANI_CO	pag.	3
Consorzi ed associazioni di castanicoltori	pag.	5
Castanicoltura tradizionale e ambiente: l'importante ruolo del suolo e della sua gestione	pag.	6
Lo studio dei suoli:		
Azienda agricola Teggiolina di Picciati Marco	pag.	8
Azienda agricola Antico Bosco di Canovi Daniele	pag.	10
Azienda agricola Tizzano di Fogacci Stefano	pag.	12
Società agricola Terra Amica dei Menetti s.s.	pag.	14
Società agricola Monari & s.s.	pag.	16
La qualità della sostanza organica nel suolo del castagneto	pag.	18
Studio dei suoli e della loro capacità di immagazzinare carbonio	pag.	27
Linee guida volte allo studio, alla preservazione e alla valorizzazione della biodiversità del Castagno	pag.	34
Bibliografia	pag.	36

Introduzione

Quando nel 2017 ci fu proposto di partecipare ai due progetti GO, CASTANI-CO e BIODIVERSAMENTE CASTAGNO, nessuno avrebbe potuto prevedere il valore dei risultati scientifici che sono emersi dopo tre anni di lavoro e dei numerosi, positivi, effetti collaterali che noi castanicoltori abbiamo potuto riscontrare. Pur non entrando nel merito dei risultati scientifici, compito che spetta agli specialisti delle varie materie, va comunque detto che in entrambi i progetti si sono ottenuti risultati che potranno avere un'immediata ricaduta pratica per la castanicoltura.

La dimostrata capacità del castagneto tradizionale da frutto di catturare il Carbonio e di fissarlo al suolo e la scarsa, praticamente assente, meccanizzazione con altrettanto limitata emissione di gas serra, lo colloca tra le produzioni di cibo di qualità maggiormente sostenibili per l'ambiente. Questo posizionamento conferisce alla castanicoltura da frutto tradizionale un'immagine e un ruolo del tutto nuovi, valorizzando un settore produttivo di grande interesse, oltre che ambientale, che può determinare un sostegno importante all'economia montana del nostro territorio appenninico.

I risultati dello studio genetico del germoplasma castanico emiliano-romagnolo hanno dimostrato che esistono nella nostra regione molte varietà di castagne ma una sola varietà di marrone. Questo importante risultato permetterà finalmente di distinguere il pregiato marrone dell'Emilia-Romagna dai tanti prodotti, sia d'importazione sia nazionali, che vengono spacciati per marroni senza esserlo. Ne beneficerà l'intera filiera, a partire dai produttori, fino ai consumatori finali che saranno più protetti dalle frodi.

Ma l'effetto collaterale più prezioso e forse meno scontato, è stata la coesione e la partecipazione che si è venuta a creare attorno ai due progetti: i castanicoltori si sono ritrovati a condividere le medesime esperienze e insieme alle donne e agli uomini della Regione hanno potuto confrontarsi su tutti i temi rilevanti per il futuro della castanicoltura tradizionale da frutto. Ed è proprio da questa esperienza, condivisa con gli Assessori Barbara Lori e Alessio Mammi, che è arrivata l'ultima spinta al recentissimo avvio del Tavolo castanico regionale.

Renzo Panzacchi
Presidente Consorzio Castanicoltori
dell'Appennino Bolognese

Marco Picciati
Presidente Consorzio Castanicoltori
dell'Appennino Reggiano

Il progetto CASTANI-CO



La castanicoltura da frutto tradizionale emiliano-romagnola è caratterizzata da piante, spesso secolari, prevalentemente innestate con marroni e varietà autoctone, e da suoli saldi, mai arati. Essa rappresenta una coltura tipica e tradizionale dell'ambiente montano dell'Emilia-Romagna che ha senz'altro un ruolo positivo nell'ambito delle strategie di mitigazione dei cambiamenti climatici per la potenziale capacità di immagazzinare carbonio nei suoli e nelle piante e per la scarsa, se non assente, emissione di gas serra determinata dal limitato uso di meccanizzazione, ristretto agli interventi di potatura e talvolta di raccolta, tramite macchine aspiratrici.

Analogamente alla situazione italiana, i castagneti tradizionali da frutto emiliano romagnoli sono stati sottoposti a una lenta e costante crisi causata dalla presenza di parassiti e dal ripetersi di eventi meteorologici sfavorevoli che, con l'andare del tempo, hanno determinato l'abbandono culturale. Nonostante la forte contrazione delle aree di coltivazione, i produttori di castagno in Emilia-Romagna sono molto attivi e organizzati in specifici consorzi di produttori impegnati a valorizzare la castanicoltura, le tecniche di coltivazione, le specifiche varietà locali nonché a promuovere il territorio di produzione.

CASTANI-CO, progetto triennale ammesso a finanziamento dalla Regione Emilia-Romagna ai fini della Misura 16 del PSR 2014-2020, è nato in risposta all'esigenza di approfondire le conoscenze inerenti alla capacità dei suoli e delle piante di immagazzinare carbonio così da individuare quali tecniche colturali possono favorirne l'aumento. È stato quindi realizzato lo studio dei suoli, tramite osservazioni in campo, campionamenti e analisi chimiche, nei castagneti delle aziende partner, collocati in ambienti pedologici diversi. Tutto ciò al fine di individuare e condividere le "linee guida volte alla migliore

gestione dei castagneti tradizionali da frutto per ottenere un prodotto di qualità e favorire il sequestro di carbonio".

Il metodo di lavoro ha previsto un approccio partecipativo nell'ottica di avvicinare i risultati della ricerca alle esigenze dei castanicoltori: un passo importante verso una "cultura del territorio" intesa anche come maggiore consapevolezza e valorizza-

SIGLA	AZIENDA PARTNER	COMUNE	QUOTA
1	Az. Agricola Teggiolina di Picciati Marco	Carpineti	730 m s.l.m.
2	Az. Agricola Antico Bosco di Canovi Daniele	Marola	746 m s.l.m.
3	Az. Agricola Tizzano di Fogacci Stefano	Zocca	640 m s.l.m.
4	Società Agricola Terra Amica dei Menetti s.s.	Loiano	600 m s.l.m.
5	Società Agricola Monari & s.s.	Loiano	660 m s.l.m.

zione del ruolo che essi rivestono nella tutela del territorio e salvaguardia dell'ambiente producendo prodotti di qualità.

CASTANI-CO ha avviato un proficuo interscambio tra i produttori partner (Società Agricola Terra Amica dei Menetti S.S., Azienda Teggiolina di Picciati Marco, Azienda Tizzano di Fogacci Stefano, Società Agricola Monari & C. S.S., Azienda Agricola Antico Bosco di Canovi Daniele), i consorzi (Consorzio Castanicoltori dell'Appennino Bolognese, Consorzio Castanicoltori dell'Appennino Reggiano), le associazioni (Associazione Nazionale Città del Castagno) ed i ricercatori coinvolti (I.TER e Università di Bologna). Sono stati organizzati momenti di confronto con altre realtà castanicole regionali, nazionali ed europee, e con le istituzioni pubbliche perseguendo l'obiettivo di "fare rete" favorendo, oltre alla cooperazione tra le aziende ed i consorzi, una più ampia condivisione delle strategie di qualità e sostenibilità del settore castanicolo regionale.

Gli obiettivi perseguiti sono stati:

Quantificare il contenuto di sostanza organica ed il sequestro di carbonio nei suoli dei castagneti tradizionali da frutto presenti nelle aziende partner, in diversi ambienti pedologici e caratterizzati da diversi sistemi di gestione. In ciascun castagneto prescelto, il monitoraggio, collegato allo studio dei suoli, ha previsto l'apertura di appositi profili pedologici, specifici campionamenti tramite trivella olandese e successive analisi, così da potere stimare la quantità di sostanza organica presente e la sua variabilità nello spazio nonché la capacità dei suoli di immagazzinare carbonio nei primi 100 cm di profondità.

Verificare la qualità della sostanza organica applicando indici che forniscono indicazioni sulla capacità che ha il suolo di conservare o dissipare il carbonio organico presente. È stata così valutata, dopo specifici campionamenti ed analisi, la biomassa microbica, il quoziente metabolico (qCO_2), il quoziente microbico ($qMic$), il quoziente di mineralizzazione (qM) e l'indice di fertilità biologica del suolo (IFB). Quest'ultimo evidenzia le situazioni ottimali e/o di allarme e preallarme per quanto riguarda la dotazione di sostanza organica e la possibile perdita per mineralizzazione.

Applicare un primo approccio di stima del carbonio contenuto nelle piante.

Individuare e condividere linee guida volte alla migliore gestione dei castagneti tradizionali da frutto per ottenere un prodotto di qualità e favorire la capacità dei suoli di immagazzinare carbonio.

Avviare momenti di confronto e diffusione dei valori del castagneto tradizionale da frutto tramite un ampio piano di divulgazione che ha previsto, oltre la partecipazione ad eventi, la produzione di materiali informativi, l'organizzazione di visite in castagneti tramite il CASTANIBUS. Tutto ciò ha permesso di approcciarsi verso un pubblico ampio favorendo un confronto propositivo e costruttivo tra i ricercatori, i castanicoltori partner e i funzionari regionali.

Consorzi e Associazioni partner del progetto



Area di pertinenza:

Opera nel territorio compreso tra la valle del Samoggia, a Ovest, e la valle dell'Idice a Est - È socio del GAL Appennino Bolognese.

Finalità:

- Fornisce ai soci know how, formazione, informazione, consulenza tecnica e assistenza commerciale;
- Organizza convegni, incontri informativi e giornate didattiche in aula e in castagneto;
- Sviluppa attività di marketing per il marchio "Marrone Biondo", che è di proprietà del Consorzio;
- Sviluppa i contatti con la stampa e con gli organi di informazione;
- Ricerca e promuove collaborazioni con altri Consorzi, con i Comuni, la Città Metropolitana, la Regione, la Scuola.



Area di pertinenza:

Opera nell'ambito territoriale della Provincia di Reggio Emilia, con particolare riferimento alla Comunità montana dell'Appennino Reggiano.

Finalità:

- Ripristino, conservazione e valorizzazione delle cultivar di marrone e castagna locali;
- Valorizzazione dei frutti di marrone e castagna locali, dei prodotti del castagneto e dei loro derivati;
- Promozione, miglioramento e coordinamento delle condizioni di commercializzazione dei prodotti dei castagneti;
- Ripristino e valorizzazione ambientale dei marroneti e dei castagneti;
- Iniziative di miglioramento, di sperimentazione e di applicazione di nuove tecniche di produzione, di tutela e di prevenzione per i frutti, i castagneti e le infrastrutture;
- Iniziative per la valorizzazione turistica, culturale e per una migliore fruizione ambientale delle selve castanili e delle infrastrutture ad esse collegate.



Area di pertinenza:

Comuni, Comunità montane, Unione di Comuni GAL, Parchi, Province e Associazioni di produttori nel territorio Italiano. Oggi Città del Castagno è presente in 15 Regioni con oltre 100 aderenti.

Finalità:

- Valorizzare i territori caratterizzati da aree castanicole in collaborazione con enti pubblici e privati;
- Promuovere e partecipare a manifestazioni e convegni mirando all'espansione commerciale dei prodotti castanicoli, educando al gusto e alla valorizzazione delle tradizioni locali;
- Favorire l'attività di ricerca e sperimentazione, sulle problematiche della coltivazione e trasformazione del castagno;
- Collaborare alla valorizzazione e alla promozione turistica e paesaggistica delle aree caratterizzate dalla presenza del castagno;
- Sollecitare l'emanazione di normative europee, nazionali e regionali a favore del castagno.

Castanicoltura tradizionale e ambiente: l'importante ruolo del suolo e della sua gestione

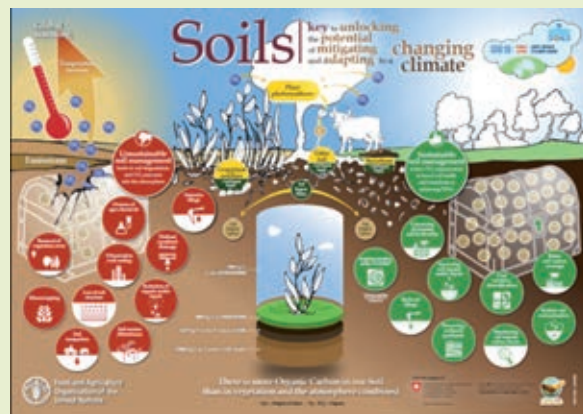
Il suolo è uno dei beni più preziosi dell'umanità, è una risorsa non rinnovabile che è necessario conoscere, tutelare e rispettare. In natura non esiste un unico suolo, ne esistono diversi per origine, colore, profondità, fertilità, e che variano da luogo a luogo, così come si esplica la diversità nelle rocce, nelle piante, negli animali. Il suolo occupa la parte superiore della superficie terrestre, permette la vita dei vegetali, degli animali e dell'uomo. È un organismo vivente, dinamico, operoso.

Per consentire produzioni sostenibili il suolo deve essere sano, e l'Agenzia ONU ha stabilito che un suolo sano si riconosce per "la capacità di sostenere produttività, diversità e i servizi ambientali degli ecosistemi terrestri". Pertanto, le buone pratiche agricole e la gestione agronomica del suolo rivestono un ruolo importante nella produzione di cibo sano, nutriente e di qualità.

La castanicoltura emiliano-romagnola produce un frutto di qualità e rappresenta un interessante esempio di pratiche di gestione del suolo che contribuiscono, oltre a produrre un cibo di qualità, anche al contrasto dei cambiamenti climatici, favorendo l'immagazzinamento del Carbonio organico nel terreno.

Ma cosa significa stoccare, immagazzinare o sequestrare

Carbonio nel suolo? Tutto ruota intorno a semplici principi ecologici. La vegetazione, attraverso la fotosintesi clorofilliana, "cattura" anidride carbonica (CO_2), uno dei principali gas serra e lo accumula nei propri tessuti come Carbonio organico. I residui che giungono al suolo vengono decomposti dalle comunità microbiche del suolo che attraverso il processo di umificazione stoccano il Carbonio organico nel suolo sotto forma di polimeri complessi, di origine secondaria, poiché originatesi dal metabolismo delle comunità microbiche.



Poster FAO

Ormai, è riconosciuto a livello mondiale che “nel solo primo metro di suolo del pianeta c’è più Carbonio di quello presente nell’atmosfera e in tutte le piante terrestri”. Le buone pratiche devono alimentare il Carbonio disponibile per la vita delle comunità microbiche così che possano svolgere le funzioni ecologiche e mantenere sano il suolo. Evitare la perdita di Carbonio organico dai suoli, attraverso l’utilizzo di pratiche sostenibili, deve essere perseguito, considerando che il sequestro di Carbonio è un processo a medio-lungo termine e che gli incrementi che derivano, adottando pratiche sostenibili, possono essere rilevati solamente dopo anni. Il processo di base del sequestro del Carbonio dipende anche dalla “qualità” della sostanza organica che si forma nel processo di umificazione. La formazione di complessi organo-minerali stabili della sostanza organica del suolo, che si esplicano con una buona struttura del suolo, dipende dalle caratteristiche intrinseche del suolo (es. la profondità, la tessitura, la composizione mineralogica), dai caratteri del sito (es. morfologia, posizione, aspetto e drenaggio), dalla gestione del suolo (es. mantenere la copertura erbacea; lasciare le foglie sul suolo, evitare di bruciare i materiali organici).

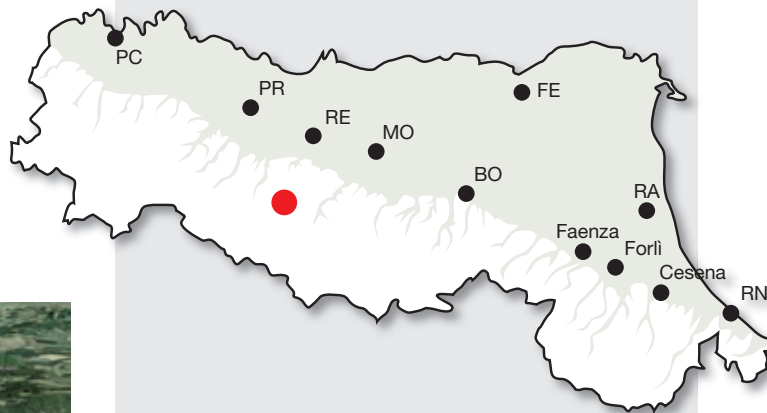
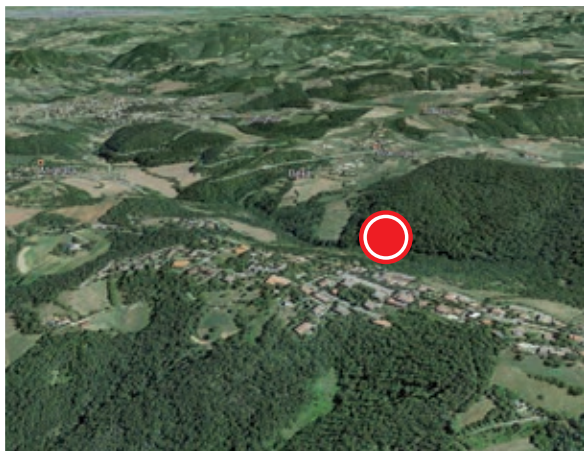
Tutti questi fattori influiscono anche sulla velocità, sulla quantità cumulativa e sul periodo per raggiungere la massima capacità di sequestrare Carbonio nel suolo.

Per questo, oltre a conoscere la quantità della sostanza organica e del Carbonio presente, è fondamentale conoscere la qualità e lo stato metabolico delle comunità microbiche. Gli studi e le ricerche di CASTANICO hanno evidenziato che l’indice di biofertilità è un ottimo indicatore per conoscere la qualità della sostanza organica e la sua “stabilità” nel permanere nel suolo e quindi favorire lo stoccaggio di Carbonio nel tempo.

I risultati e i confronti attivati in campo hanno dimostrato che le pratiche di gestione del castagneto tradizionale da frutto incidono sul contenuto e sulla qualità della sostanza organica e quindi sul mantenimento del Carbonio organico nel suolo.

È quindi indispensabile valorizzare e riconoscere l’importante ruolo del castanicoltore. Egli non solo produce prodotti di qualità, ma presidia, preserva e tutela il territorio montano promuovendo l’enorme potenziale del suolo nella lotta al cambiamento climatico.

AZIENDA AGRICOLA
Teggiolina
di Picciati Marco



Ettari totali: 6,1

Ettari seminativi o produzioni agricole:

Ettari uso forestale: 2,2

Ettari a castagneto da frutto: 2

Altre produzioni: mele e pere invernali, cultivar locali

Servizi offerti: vendita diretta in azienda

Tipo di produzione: biologico

L'azienda è localizzata nella frazione di Marola all'interno del comune di Carpineti in provincia di Reggio Emilia.

La conformazione del rilievo è caratterizzata da versanti semplici e versanti complessi, boscati, che si ripetono in maniera piuttosto regolare, talora inframmezzati a versanti a morfologia ondulata, coltivati. La quota è di 730 m s.l.m. e la pendenza tra il 35 ed il 50%.

Rispetto alla Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno della Formazione di Cigarelllo - Membro delle Arenarie di Marola, ammassi rocciosi strutturalmente ordinati costituiti da alternanze

tra livelli lapidei.

Rispetto alla Carta dei suoli alla scala 1:50.000 (edizione 2018) realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica 13477, complesso dei suoli VOLARESE / SEMINARIO, caratterizzata dai SEMINARIO (40%) nelle forme di accumulo in versanti a esposizioni fresche, VOLARESE (40%) in versanti semplici o in parti medie di versanti complessi, VETTO variante scheletrica (15%) nelle forme di erosione, e VETTO (5%) in versanti semplici o in parti basse di versanti complessi ad esposizione calde.



Questi suoli sono presenti nel medio Appennino reggiano, in parti alte e medie di versante rettilinei ad esposizioni fresche con pendenza del 40%. Sono a tessitura franca o franco sabbiosa, molto profondi, non calcarei, da debolmente a moderatamente acidi. Il substrato è costituito da alternanze tra livelli lapidei della formazione di Cigarelllo - Membro delle Arenarie di Marola. Questi suoli presentano un forte grado di differenziazione del profilo, rispetto al substrato da cui si sono formati, per la decarbonatazione completa, l'accumulo negli orizzonti profondi di materiali argillosi provenienti dagli orizzonti superficiali e la moderata acidificazione degli orizzonti. La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): fine-loamy, mixed, mesic Typic Hapludalfs

Classificazione WRB (2014): Haplic Luvisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A1	0-7	55,0	38,0	7,00	6,51	< 0,5	< 0,5	4,57	5,24	271	11,7	1,77
A2	7-25	56,0	31,0	13,00	5,82	< 0,5	< 0,5	1,83	2,05	101	8,0	0,695
Bt1	25-45	50,0	30,0	20,0	5,69	< 0,5	< 0,5	1,24	1,36	108	6,2	0,667
Bt2	45-75	48,0	29,0	23,0	5,88	< 0,5	< 0,5	0,660	0,74	128	7,1	0,417
Bt3	75-110	49,0	29,0	22,0	5,90	0,518	< 0,5	0,419	0,480	133	7,7	0,396

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black



Questi suoli sono presenti nel medio Appennino reggiano, in parti alte e medie di versante rettilinei ad esposizioni fresche con pendenza del 30-40%. Sono a tessitura franca, molto profondi, non calcarei, da fortemente a debolmente acidi. Il substrato è costituito da alternanze tra livelli lapidei della formazione di Cigarelllo - Membro delle Arenarie di Marola. I suoli presentano un moderato grado di differenziazione del profilo in quanto l'evoluzione è stata condizionata dai fenomeni di versante (erosione e accumulo di materiale terroso). La disponibilità di ossigeno per le piante è moderata.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): loamy, mixed, superactive, mesic Typic Dystrudepts

Classificazione WRB (2014): Dystric Cambisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

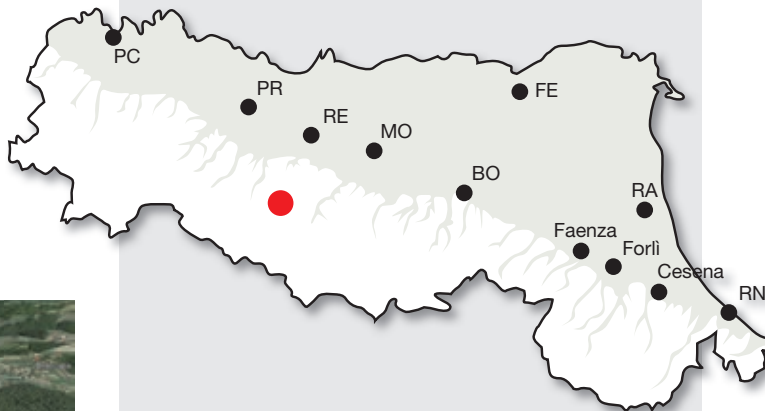
Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A	0-25	49	31,0	20,0	5,55	< 0,5	< 0,5	49	31,0	83	6,6	0,807
Bw1	25-65	42,0	32,0	26,0	5,78	0,658	< 0,5	42,0	32,0	170	16,4	0,375
Bw2	65-90	37,0	39,0	24,0	6,18	0,793	< 0,5	37,0	39,0	182	23,2	0,239
Bw3	90-150	42,0	35,0	23,0	6,55	0,767	< 0,5	42,0	35,0	184	19,5	0,331

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black

AZIENDA AGRICOLA

Antico Bosco di Canovi Daniele



Ettari totali: 3,7

Ettari seminativi o produzioni agricole: 1,7

Ettari uso forestale: 0,7

Ettari a castagneto da frutto: 0,8

Altre produzioni: mele, pere, cachi, prugne, amarene, more

Servizi offerti: vendita diretta in azienda

Tipo di produzione: tradizionale

L'azienda è localizzata nella frazione di Marola all'interno del comune di Carpineti in provincia di Reggio Emilia.

La conformazione del rilievo è caratterizzata da versanti semplici e versanti complessi, boscati, che si ripetono in maniera piuttosto regolare, talora inframmezzati a versanti a morfologia ondulata, coltivati. La quota è 746 m s.l.m. con una pendenza compresa fra il 30 ed il 70%.

Rispetto alla Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno della Formazione

di Cigarellino - Membro delle Arenarie di Marola, ammassi rocciosi strutturalmente ordinati costituiti da alternanze tra livelli lapidei.

Rispetto alla Carta dei suoli alla scala 1: 50.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno della delineazione 13590, associazione dei suoli VETTO/VOLARESE, caratterizzata dai suoli VOLARESE (45%) nei versanti semplici o in parti medie dei versanti, prevalentemente in zone di accumulo, VETTO (35%) nei versanti semplici o in parti basse di versanti complessi, GIAVELLO (15%) nei versanti più pendenti, affioramenti rocciosi (5%).



Questi suoli si rilevano nelle parti intermedie di versanti semplici rettilinei, con pendenza del 30-40%. Sono a tessitura franca, profondi, scarsamente calcarei nell'orizzonte superficiale e non calcarei negli orizzonti profondi, da neutri a debolmente alcalini, profondi o molto profondi. Il substrato è costituito da alternanze tra livelli lapidei (Es: arenarie cementate, calcareniti, calcilutiti ecc.) e livelli pelitici della Formazione di Cigarelllo - Membro delle Arenarie di Marola. Sono presenti moderati gradi di differenziazione del profilo in quanto l'evoluzione è stata condizionata dai fenomeni di versante (erosione e accumulo di materiale terroso). La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): fine loamy, mixed, superactive, mesic Typic Dystrudepts

Classificazione WRB (2014): Dystric Cambisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A	0-15	50,0	30,0	20,0	6,83	2,87	1,70	3,11	3,60	161	13,7	1,92
Bw1	15-50	50,0	30,0	20,0	7,52	1,38	0,700	1,23	1,67	101	11,8	0,93
Bw2	50-80	52,0	28,0	20,0	7,37	0,850	< 0,5	1,00	0,85	122	11,3	0,688

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black



Questi suoli si rilevano in versanti semplici con pendenza del 20-30 %. Sono a tessitura franca o franco argillosa, non calcarei, da fortemente acidi a neutri, profondi o molto profondi. Il substrato è costituito da ammassi rocciosi strutturalmente ordinati costituiti da alternanze tra livelli lapidei appartenenti alla formazione di Cigarelllo - Membro delle Arenarie di Marola. Sono presenti moderati gradi di differenziazione del profilo in quanto l'evoluzione è stata condizionata dai fenomeni di versante (erosione e accumulo di materiale terroso). La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): fine loamy, mixed, superactive, mesic Typic Hapludalfs

Classificazione WRB (2014): Haplic Luvisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm
A	0-7	38,0	42,0	20,0	5,64	0,910	0,600	9,56	10,3	328
A/B	7-30	42,0	32,0	26,0	5,43	< 0,5	< 0,5	2,09	2,50	130
Bt1	30-60	37,0	33,0	30,0	5,75	0,900	< 0,5	0,924	1,12	158
Bt2	60-85	45,0	28,0	27,0	6,47	0,790	0,600	0,450	0,586	142
Bt3	85-110	46,0	28,0	26,0	6,82	0,820	< 0,5	0,284	0,305	131

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black

AZIENDA AGRICOLA

Tizzano di Fogacci Stefano



Ettari totali: 28

Ettari seminativi o produzioni agricole: 14,8

Ettari uso forestale: 1,7

Ettari a castagneto da frutto: 2,5

Altre produzioni: ciliegie, foraggi, allevamento bovino

Servizi offerti: agriturismo su prenotazione, vendita diretta in azienda, fattoria didattica

Tipo di produzione: biologico

L'azienda è localizzata all'interno del comune di Zocca in provincia di Modena.

La conformazione del rilievo è caratterizzata da versanti lunghi, irregolari, ondulati, con zone a profilo convesso, crinalini e zone ad accumulo; localmente, le parti basse dei versanti sono modellate da incisioni fluviali. La quota è di 640 m s.l.m. con pendenza tra il 30 e il 35%.

Rispetto alla Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno della Formazione di Pantano, materiale lapideo stratificato e secondariamente

della Formazione di Antognola, argille, argille marnose e argille siltose strutturalmente ordinate, stratificate, con eventuale rara presenza di livelli arenitici.

Rispetto alla Carta dei suoli alla scala 1:250.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica 6Aa, complesso dei suoli PANTANO / CASELLINA / GIAVELLO, caratterizzata da suoli CASELLINA (25%) nelle porzioni più erose di versanti lunghi ed irregolari ed in crinalini a sommità arrotondata, GIAVELLO (15%) nelle parti basse di versanti complessi e molto ripidi e PANTANO (55%) tipicamente nelle zone ad accumulo in versanti lunghi ed irregolari ed in vallette sub-pianeggianti.



Questi suoli si rilevano in paleosuperfici poco inclinate e sono stati interessati da processi pedogenetici intensi. Sono a tessitura franca o franco sabbiosa, molto profondi, non calcarei, da moderatamente acidi a fortemente acidi; scheletro assente. Il substrato è costituito da stratificazioni arenacee siltose della Formazione del Bismantova. Sono presenti accumuli di argilla illuviale e di idrossidi di ferro negli orizzonti profondi. L'evoluzione si è protratta per un lungo tempo grazie anche alla morfologia e alle condizioni di drenaggio dei suoli che hanno favorito il dilavamento delle basi. La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): fine loamy, mixed , mesic Fragic Oxiacquit Hapludalfs

Classificazione WRB (2014): Fragic Luvisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A	0-10	47,0	45,0	8,00	4,81	< 0,5	< 0,5	8,59	9,0	367	50,8	3,39
E	10-45	52,0	37,0	11,00	5,19	< 0,5	< 0,5	1,10	1,35	56,0	8,3	0,570
E/B	45-80	57,0	33,0	10,00	5,51	< 0,5	< 0,5	0,203	0,198	29,0	9,9	0,290
Bxt impoverito	80-150	69,0	24,0	7,00	5,65	< 0,5	< 0,5	0,174	0,159	27,0	9,7	0,220
Bxt arricchito	80-150	60,0	24,0	16,0	5,46	< 0,5	< 0,5	0,248	0,216	50,0	11,5	0,370

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black



Questi suoli si rilevano in versanti ripidi semplici e rettilinei con pendenza del 35%. Sono a tessitura franca o franco sabbiosa, sono molto profondi, da scarsamente calcarei a non calcarei, con pH tendenzialmente neutri; scheletro da scarso ad abbondante aumenta negli orizzonti profondi. Il substrato è costituito da stratificazioni arenacee siltose della Formazione del Bismantova e colluvio di versante. I suoli presentano un lieve grado di differenziazione del profilo in quanto l'evoluzione è stata condizionata dai fenomeni di versante (accumulo di materiale terroso). La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): fine loamy, mixed, mesic Typic Udorthents

Classificazione WRB (2014): Skeletic Regosols

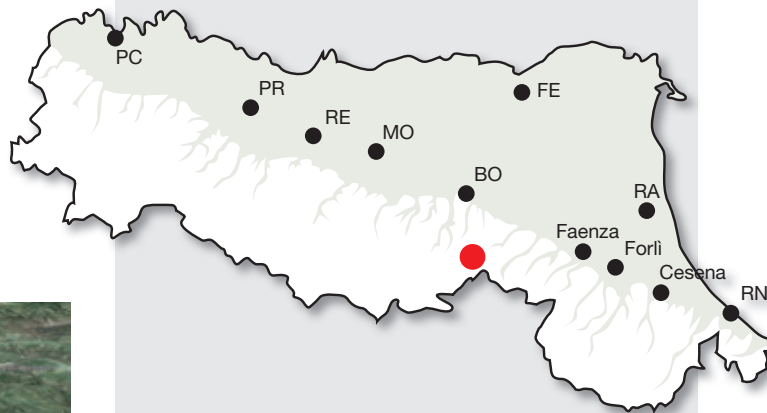
Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A1	0-8	46,0	41,0	13,00	6,01	< 0,5	< 0,5	6,54	6,9	143	28,8	2,76
A2	8-50	49,0	32,0	19,0	5,19	< 0,5	< 0,5	0,893	0,96	64,0	16,2	0,550
BC1	50-110	33,0	38,0	29,0	8,02	13,8	9,10	0,917	0,89	200	21,1	0,640
BC2	110-150	43,0	33,0	24,0	8,14	16,5	7,90	0,476	0,541	190	23,2	0,640

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black

AZIENDA AGRICOLA
Terra Amica
dei Menetti s.s.



Ettari totali: 210

Ettari seminativi o produzioni agricole: 135

Ettari uso forestale: 55

Ettari a castagneto da frutto: 13

Altre produzioni: grano tenero, orzo, erba medica, allevamento bovino

Servizi offerti: vendita diretta in azienda

Tipo di produzione: biologico

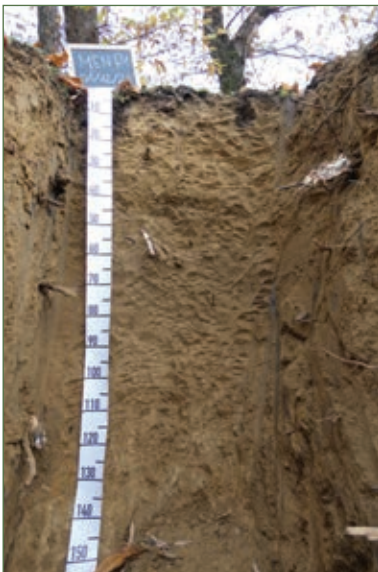
L'azienda è localizzata all'interno del comune di Loiano in provincia di Bologna.

La conformazione del rilievo è caratterizzata dal ripetersi di versanti semplici rettilinei, frequentemente incisi lungo le linee di massima pendenza. La quota è 600 m s.l.m. con pendenza compresa tra il 5 ed il 20%.

Rispetto alla Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno della Formazione di Loiano, sabbie e areniti stratificate con eventuale rara

presenza di livelli pelitici, poco cementate e litofacies arenaceo-conglomeratica.

Rispetto alla Carta dei suoli dell'Emilia-Romagna alla scala 1:50.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica 15408, consociazione dei suoli LOIANO, caratterizzata dai suoli LOIANO2 (60%) sui versanti boscati, nelle parti più ripide, LOIANO1 (30%) sui versanti boscati, nelle parti meno ripide, VIGNA (5%) nelle zone coltivate, su forme di accumulo, e per un 5% da affioramenti rocciosi.



Questi suoli si rilevano nelle superfici conservate con pendenza tra il 5-10% presenti in versanti complessi con pendenza dal 20 al 45%, frequentemente incisi. Sono a tessitura franco sabbiosa, molto profondi, non calcarei, da moderatamente a debolmente acidi. Il substrato è costituito da sabbie e areniti stratificate poco cementate afferenti alla litofacies arenaceo-conglomeratica della Formazione di Loiano. Questi suoli presentano un forte grado di differenziazione del profilo, rispetto al substrato da cui si sono formati, per la decarbonatazione completa, l'accumulo negli orizzonti profondi di materiali argillosi provenienti dagli orizzonti superficiali e la moderata acidificazione degli orizzonti. La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): fine-loamy, mixed, mesic Typic Hapludalfs

Classificazione WRB (2014): Haplic Luvisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A	0-6	46,0	36,0	18,0	5,63	< 0,5	< 0,5	2,27	2,38	153	10,2	0,88
AE	6-40	55,0	30,0	15,0	6,04	< 0,5	< 0,5	0,648	0,650	122	8,3	0,372
E	40-80	65,0	23,0	12,00	6,47	< 0,5	< 0,5	0,402	0,400	131	11,4	0,324
Bt1	80-110	47,0	32,0	21,0	6,41	0,600	< 0,5	0,386	0,380	139	9,2	0,315
Bt2	110-150	50,0	32,0	18,0	6,53	0,550	0,600	0,319	0,270	122	12,2	0,286

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black



Questi suoli si rilevano in versanti semplici rettilinei, frequentemente incisi con pendenza tra il 20 e il 45% . Sono a tessitura franco sabbiosa e profondi con presenza del substrato entro i 150 cm di profondità. Sono non calcarei, da moderatamente a debolmente acidi. Il substrato è costituito da sabbie e areniti stratificate poco cementate afferenti alla litofacies arenaceo-conglomeratica della Formazione di Loiano. Presentano un moderato grado di differenziazione del profilo in quanto l'evoluzione è stata condizionata dai fenomeni di versante (erosione). La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): coarse-loamy, mixed, mesic Typic Dystrudepts

Classificazione WRB (2014): Dystric Cambisols

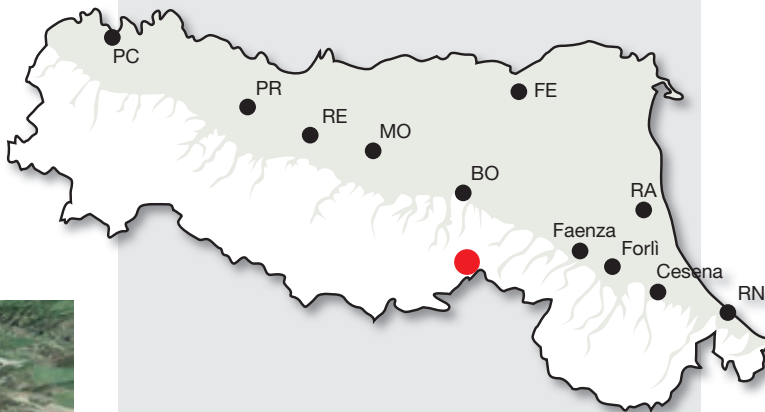
Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A1	0-5	77,0	18,0	5,00	5,65	< 0,5	< 0,5	2,83	3,17	128	82	0,95
A2	5-18	74,0	19,0	7,00	5,71	< 0,5	< 0,5	1,09	1,09	100	28,7	0,361
A3	18-40	78,0	18,0	4,00	6,01	< 0,5	< 0,5	0,645	0,640	113	62	0,297
Bw1	40-70	71,0	23,0	6,00	6,15	< 0,5	< 0,5	0,510	0,470	69	20,4	0,240
Bw2	70-110	67,0	25,0	8,00	6,00	< 0,5	< 0,5	0,224	0,210	55,0	9,9	0,188
BC	110-130	61,0	29,0	10,00	6,01	< 0,5	< 0,5	0,167	0,160	65,0	12,4	0,211

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare

S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black

AZIENDA AGRICOLA Monari & C. s.s.



Ettari totali: 110

Ettari seminativi o produzioni agricole: 50

Ettari uso forestale: 55

Ettari a castagneto da frutto: 5

Altre produzioni: cereali, foraggi

Servizi offerti: vendita diretta in azienda

Tipo di produzione: biologico

L'azienda è localizzata all'interno del comune di Loiano in provincia di Bologna. La conformazione del rilievo è caratterizzata da versanti complessi, con parti alte molto scoscese, boscate, parti medie a forma irregolare, intervallate a displuvi secondari, e parti basse con più intensi fenomeni di ruscellamento. La quota è 660 m s.l.m. con pendenza compresa tra il 10 ed il 20%.

Rispetto alla Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno della Formazione di Monghidoro, ammassi rocciosi strutturalmente ordinati costituiti da alternanze tra livelli lapidei e livelli pelitici e deposito eluvio-colluviale, deposito di materiale detritico,

generalmente fine (frammenti di roccia, sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità (subordinata) generalmente di limitato spessore.

Rispetto alla Carta dei suoli dell'Emilia-Romagna alla scala 1:250.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, i castagneti rilevati ricadono all'interno dell'unità cartografica 6Ca, associazione dei suoli VALLE - CASE AMADORI - PIANORSO caratterizzata dai suoli CASE AMADORI (20%) in versanti ad esposizioni fresche, boscate; PIANORSO (10%) in versanti brevi ed erosi, nicchie di frana ed incisioni, generalmente in esposizioni calde; VALLE (40%) in zone di accumulo di versanti irregolari e su corpi di frana.



Questi suoli si rilevano in versanti irregolari con pendenza tra il 10 e il 20% intervallati da dispiuvi secondari. Sono a tessitura franca o franco limosa argillosa, moderatamente profondi per la presenza del substrato entro 100 cm. Sono non calcarei, moderatamente acidi. Il substrato è costituito da alternanze tra livelli lapidei, livelli pelitici e deposito Eluvio-colluviale della formazione Monghidoro.

Questi suoli presentano un moderato grado di differenziazione del profilo in quanto l'evoluzione è stata condizionata dai fenomeni di versante (erosione e accumulo di materiale terroso). La disponibilità di ossigeno per le piante è moderata.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): fine-loamy, mixed, mesic Typic Dystrudepts

Classificazione WRB (2014): Dystric Cambisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A1	4-30	36,0	37,0	27,0	5,72	< 0,5	< 0,5	1,89	1,86	164	10,9	0,743
A2	30-45	35,0	37,0	28,0	5,69	0,500	< 0,5	1,12	1,20	183	14,3	0,562
Bw	45-85	20,0	51,0	29,0	5,79	0,770	0,626	0,569	0,620	232	18,2	0,458

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare
S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black



Questi suoli si rilevano in versanti irregolari con pendenza tra il 10 e il 20% intervallati da dispiuvi secondari. Sono a tessitura franca o franco limosa argillosa, molto profondi, non calcarei, moderatamente acidi, molto profondi. Il substrato è costituito da alternanze tra livelli lapidei, livelli pelitici e deposito eluvio-colluviale della formazione Monghidoro. Questi suoli presentano un moderato grado di differenziazione del profilo in quanto l'evoluzione è stata condizionata dai fenomeni di versante (erosione e accumulo di materiale terroso). La disponibilità di ossigeno per le piante è buona.

Classificazione Soil Taxonomy (2014): coarse-loamy, mixed, mesic Typic Dystrudepts

Classificazione WRB (2014): Dystric Cambisols

Dati provenienti da analisi di laboratorio eseguite su tutti gli orizzonti individuati del profilo

Orizzonte	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	pH	CaCO ₃ tot. %	CaCO ₃ att. %	S.O. AE %	S.O. WB %	K ₂ O ass. ppm	P ₂ O ₅ ass. ppm	Azoto tot %
A1	7-25	59,0	26,0	15,0	5,11	< 0,5	< 0,5	1,17	1,22	146	17,1	0,626
Bw1	25-60	61,0	24,0	15,0	5,37	< 0,5	< 0,5	0,740	0,82	74	16,0	0,431
Bw2	60-110	52,0	30,0	18,0	5,55	< 0,5	< 0,5	0,633	0,73	61,0	18,1	0,400

Legenda: S.O. AE %: Sostanza organica in percentuale col metodo dell'analizzatore elementare
S.O. WB %: Sostanza organica in percentuale col metodo Walkley-Black



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

La qualità della sostanza organica nel suolo del castagneto

I PROCESSI DI UMIFICAZIONE, LA FORMAZIONE DELLE SOSTANZE UMICHE E LORO DISTRIBUZIONE NEI SUOLI DEI CASTAGNETI STUDIATI

La degradazione dei residui organici del suolo è un importante processo ecologico (Figura 1) che coinvolge diversi comparti (suolo, vegetazione, litologia) e fattori ambienta-

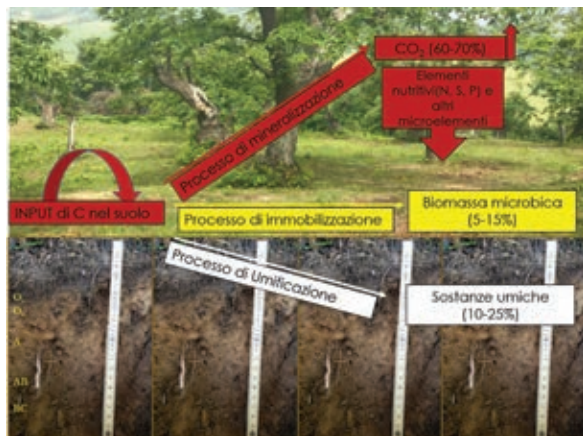


Figura 1 - Processi ecologici del suolo di degradazione (mineralizzazione), con la liberazione di elementi nutritivi e microelementi per la nutrizione della pianta, di crescita microbica (Immobilizzazione) e di umificazione (umificazione), sequestrando C organico all'interno delle sostanze umiche .

li (clima, morfologia, quota, esposizione), portando anche al processo di umificazione, formando quindi le sostanze umiche.

Le sostanze umiche sono una parte della sostanza organica, e si presentano come composti di colore scuro, di dimensioni colloidali, con molecole di diverso peso molecolare, elevata superficie specifica e con composizione chimica molto complessa (da anelli aromatici a catene alifatiche, con gruppi funzionali ossigenati; Figura 2) e sono quindi molto reattivi chimicamente, capaci di adsorbire reversibilmente ioni, oltre a piccole molecole organiche e acqua, resistenti al processo di mineralizzazione, a reazione acida. La loro composizione e la loro presenza influenzano le proprietà fisiche e l'attività chimica e biologica nel suolo.

La formazione delle sostanze umiche deriva dalla profonda trasformazione nel suolo delle necromasse vegetali, animali e microbiche ad opera di microrganismi, ma anche di reazioni abiotiche. Le sostanze umiche possono essere presenti in grandi quantità, costituendo fino all'85% (p/p) della sostanza organica.

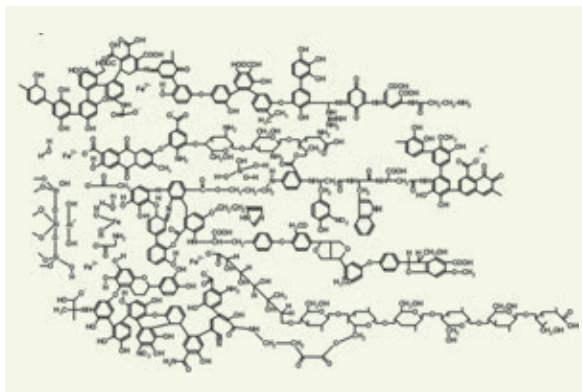


Figura 2 - Ipotesi di struttura di una sostanza umica (Dinu, 2017) .

Come detto precedentemente, le sostanze umiche sono caratterizzate da diversa recalcitranza nel suolo ed, opera-

tivamente, è possibile estrarre dal suolo le diverse sostanze umiche e frazionarle, in funzione della loro solubilità in soluzioni alcaline (soda) e acide (acido cloridrico): acidi fulvici (FA), acidi umici (HA) e umina (Figura 3).

Queste tre frazioni appartengono alla frazione di sostanza organica stabile nel suolo con un tempo di permanenza al suolo dai 10 ai 100 anni e più. Dal campione di suolo è inoltre possibile determinare il C organico di altre frazioni più labili (tempo di permanenza dal 1 a 10 anni) quali la sostanza organica particolata e solubile (POM), molto importanti per la nutrizione delle piante e per preservare gli habitat delle comunità microbiche. La determinazione del C presente nella biomassa microbica, della sua attività

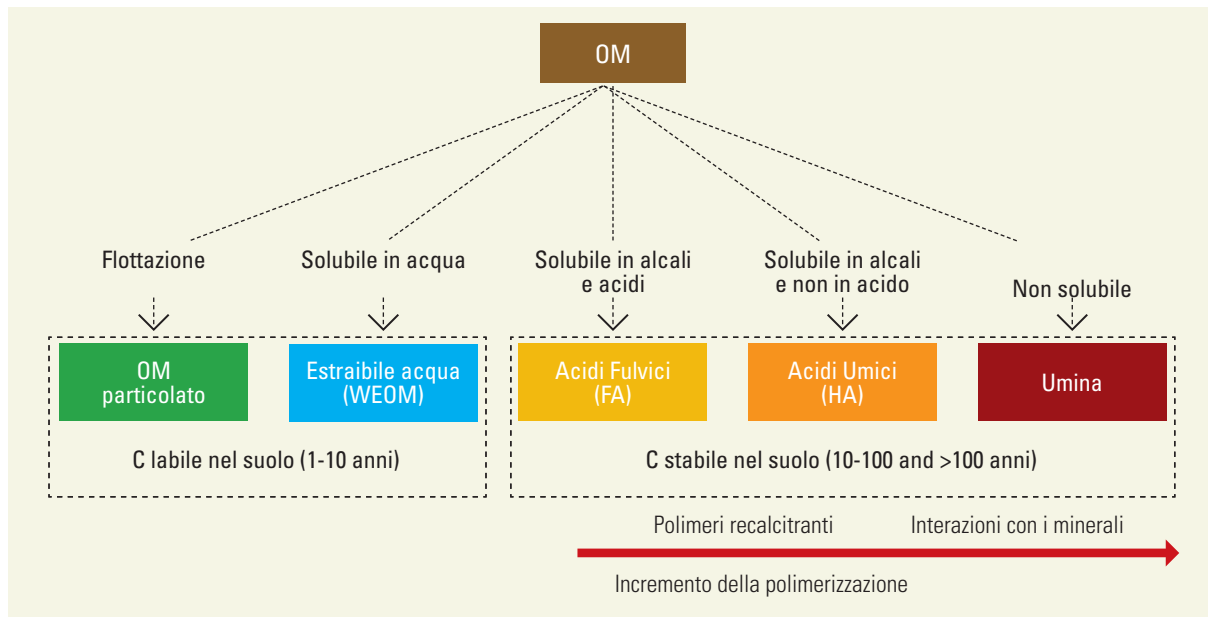


Figura 3 - Frazionamento chimico della sostanza organica del suolo.

quale la respirazione (emissione di CO₂), completa il quadro delle diverse frazioni a diverso turnover.

Seguendo questo protocollo di separazione delle frazioni organiche umificate, è stata determinata la distribuzione delle tre frazioni stabili (FA, HA e umina) di C umico negli orizzonti organo-minerali (A) e di transizione (AC) dei suoli delle diverse aziende (Figura 4 (CAN), 5 (MAR), 6 (MEN), 7 (MON), 8 (PIC), 9 (TIZ)).

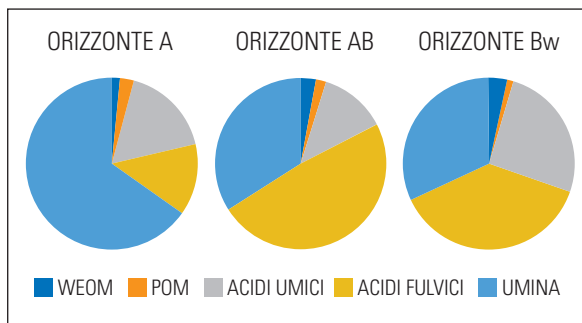


Figura 4 - Partizione delle frazioni acidi fulvici (FA), acidi umici (HA) e umina negli orizzonti dei suoli dell'Azienda CAN.

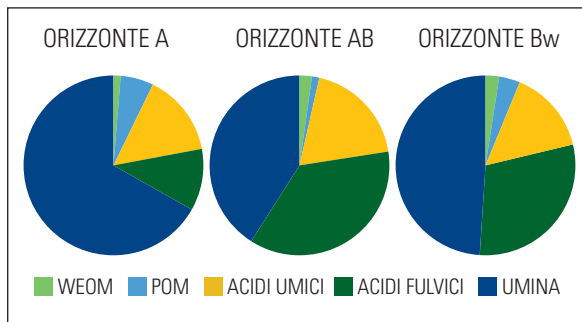


Figura 5 - Partizione delle frazioni acidi fulvici (FA), acidi umici (HA) e umina negli orizzonti dei suoli dell'Azienda MAR

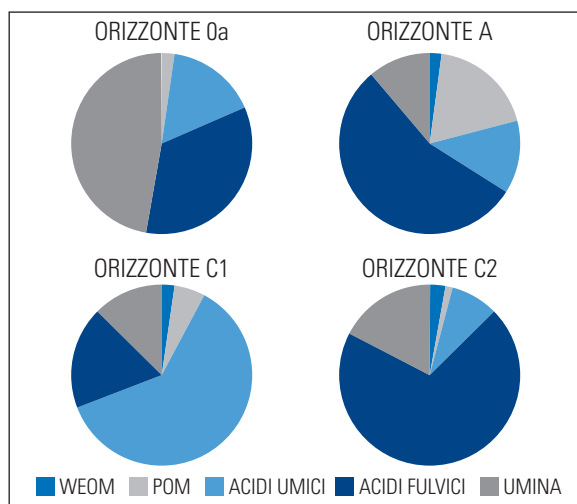


Figura 6 - Partizione delle frazioni acidi fulvici (FA), acidi umici (HA) e umina negli orizzonti dei suoli dell'Azienda MEN.

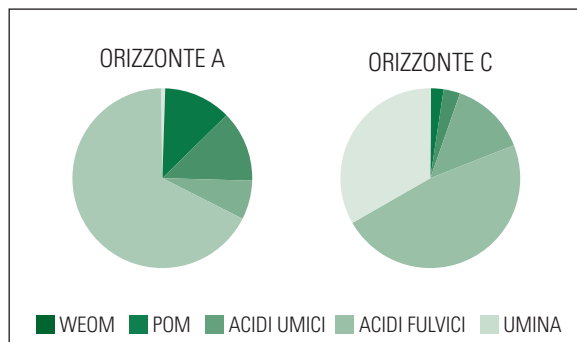


Figura 7 - Partizione delle frazioni acidi fulvici (FA), acidi umici (HA) e umina negli orizzonti dei suoli dell'Azienda MON.

Si può notare come la frazione dell'umina, che grazie ai legami tra fase organica e componente minerale svolge un importante ruolo di accumulo di C e di stabilizzazione della struttura del suolo, sia presente in percentuale sempre maggiore rispetto ad FA e HA, eccetto nel caso del suolo

dell'azienda MEN caratterizzato dal 73% di FA. Di interesse è anche la distribuzione del C umico nel suolo MON in erosione, infatti sebbene l'umina sia la frazione maggiormente presente (45%), gli FA si presentano comunque in percentuale elevata pari al 37%. Quindi, sia in MEN e MON in erosione la sostanza organica è ricca di composti umificati di bassa catena, FA, caratterizzati da tempi di residenza inferiori rispetto all'umina. La distribuzione di queste frazioni mette in rilievo la vulnerabilità di questi suoli, come in parte già evidenziato precedentemente.

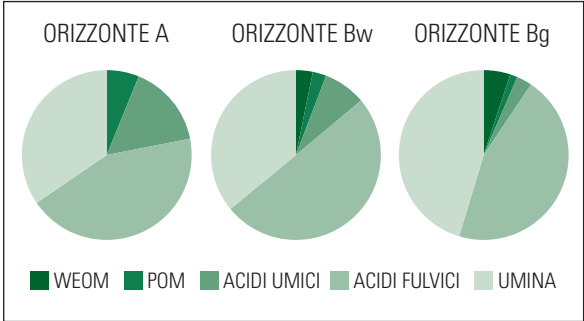


Figura 8 - Partizione delle frazioni acidi fulvici (FA), acidi umici (HA) e umina negli orizzonti dei suoli dell'Azienda PIC.

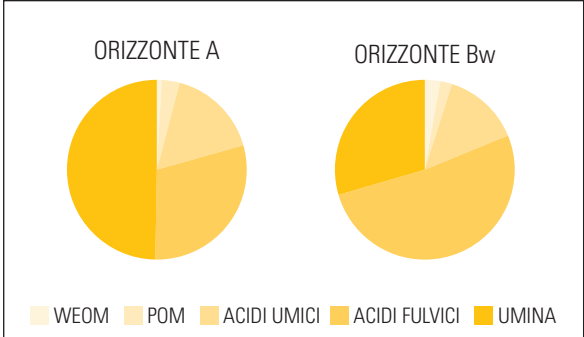


Figura 9 - Partizione delle frazioni acidi fulvici (FA), acidi umici (HA) e umina negli orizzonti dei suoli dell'Azienda TIZ.

FLUSSI DI CO₂ DAL SUOLO

I flussi di CO₂ dal suolo in atmosfera rappresentano l'anidride carbonica emessa dalla respirazione delle radici



Figura 10 - Localizzazione dei siti monitorati per le emissioni di CO₂ dal suolo nel periodo giugno-luglio 2019 presso l'azienda Menetti (siti MEN), Picciati (siti PIC) e Tizzano (Siti TIZ).

delle piante sia arboree che erbacee (processo autotrofo) e dalla biomassa microbica, oltre che dalla pedofauna del suolo (processo eterotrofo). Per tale ragione, queste emissioni sono anche dette “respirazione eterotrofa del suolo”. Si è provveduto a misurare i flussi di CO_2 dal suolo nelle tre aziende partner effettive (azienda Menetti, azienda Picciati ed azienda Tizzano) in cui sono stati predisposti i diversi siti dimostrativi. In totale sono stati monitorati 10 siti: 2 siti nell’azienda Menetti (MEN1 e MEN2), 5 siti nell’azienda Picciati (PIC1, PIC2, PIC3, PIC4 e PIC5), 3 siti nell’azienda Tizzano (TIZ1, TIZ2, TIZ3).

In ogni sito campionato, 3 collari sono stati posizionati nel

suolo, fino ad una profondità di circa 8 cm, disponendoli ai vertici di un triangolo con lato di circa 1 metro. Le misure dell’emissione di CO_2 sono state quindi eseguite direttamente in campo inserendo sui collari una camera di raccolta per la CO_2 collegata ad un analizzatore portatile all’infrarosso (EGM4-PP system) (Figura 11).

Il periodo di monitoraggio ha riguardato la stagione estiva 2019, eseguendo misurazioni dell’emissione di CO_2 ($\text{g C-CO}_2/\text{m}^2/\text{h}$) dai suoli ogni 15 giorni nel periodo da fine giugno a fine luglio. Poiché la respirazione del suolo è fortemente condizionata dai parametri pedoclimatici, contemporaneamente alle misure di CO_2 si è provveduto a misurare per ciascun punto di campionamento la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e l’umidità (m^3/m^3) del suolo tramite sonde inserite in prossimità dei collari.

In Figura 12 sono riportati i dati di emissione di CO_2 nei 10 siti durante le tre campagne di misurazione (24-26 giugno, 8-16 luglio e 22-26 luglio 2019). Come è visibile i valori sono caratterizzati da una certa variabilità, con il valore minimo pari a $0.11 \text{ g C-CO}_2/\text{m}^2/\text{h}$ registrato in MEN2 ed il valore massimo pari a $0.46 \text{ g C-CO}_2/\text{m}^2/\text{h}$ misurato nel sito PIC5. Se questi dati sono posti a confronto con altri riportati in letteratura, i castagneti monitorati si collocano tra i valori di emissione delle praterie ($0.17 \text{ g C-CO}_2/\text{m}^2/\text{h}$; Kasimir-Klemedtsson et al. 1997) e molto più prossimi a sistemi maturi come le foreste vetuste di conifere ($0.30\text{-}0.35 \text{ g C-CO}_2/\text{m}^2/\text{h}$; Sulzman et al., 2005) che non a foreste giovani a rapido accrescimento come quelle di eucalipto ($0.92 \text{ g C-CO}_2/\text{m}^2/\text{h}$).

La quantità media di CO_2 emessa dal suolo nel periodo monitorato per i tre siti è pari a 0.14 , 0.25 e $0.19 \text{ g C-CO}_2/\text{m}^2/\text{h}$ (Figura 13), con i siti dell’azienda Picciati (PIC1-2-3-



Figura 11 - Misuratore portatile di CO_2 EGM4_PP System e posizionamento dei collari

4-5) che mostrano variabilità particolarmente elevata (Figura 13).

Sia le differenze tra le aziende che quelle inter-sito della stessa azienda non sono imputabili alle condizioni pedoclimatiche (temperatura ed umidità del suolo), che si presentano simili tra le varie aree durante il periodo monitorato (Figura 14). La variabilità delle emissioni di CO₂ dal suolo nell'azienda Picciati rileva probabilmente la variazione di posizione e di pratiche svolte all'interno dell'azienda. Infatti, se si raggruppano i siti PIC1-2-3 collocati sullo stesso versante e tutti interessati dall'azione del pascolo ovino, si osserva che la variazione intersito è fortemente ridotta e comparabile con quella delle aziende MEN e TIZ (Figura 13). Per quanto riguarda la variazione di emissioni di CO₂ tra le aziende, i siti dell'azienda MEN

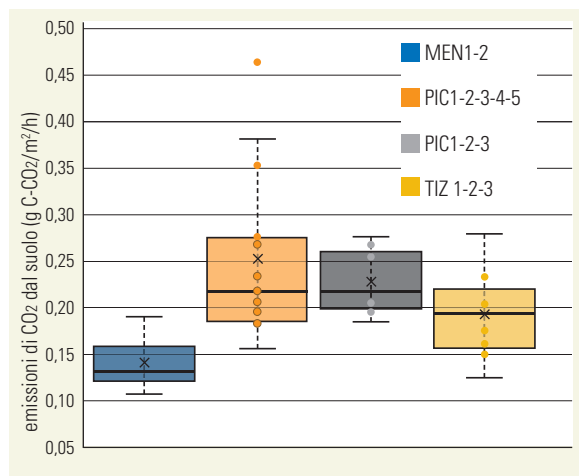


Figura 13 - Emissioni di CO₂ dal suolo monitorate durante il periodo giugno-luglio 2019 presso l'azienda Menetti (siti MEN), Picciati (siti PIC) e Tlzzano (siti TIZ).

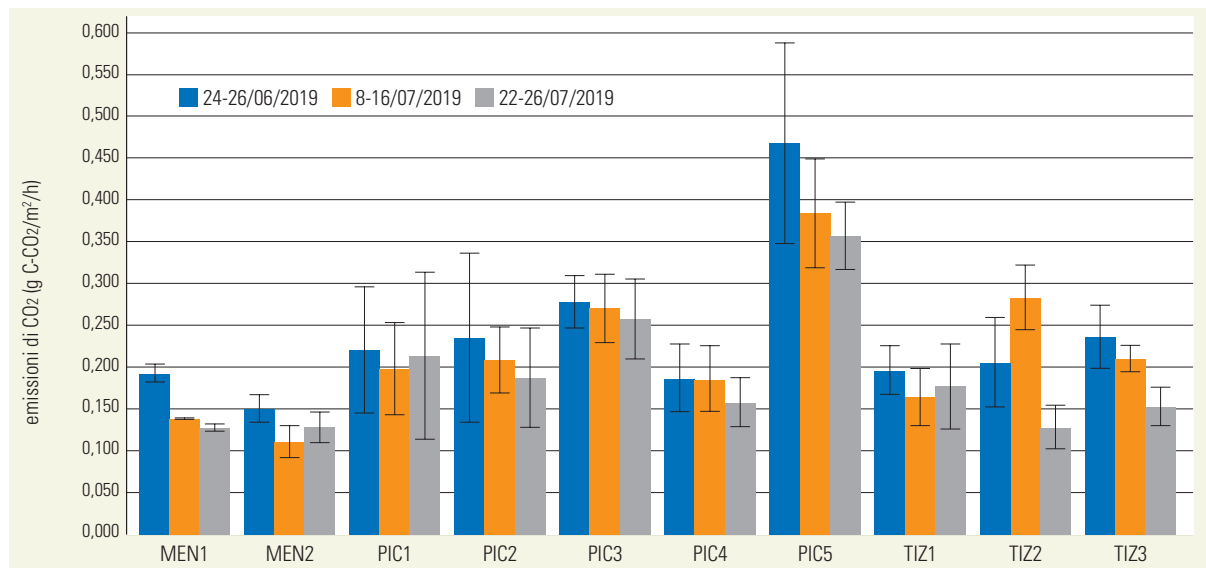


Figura 12 - Emissioni di CO₂ dal suolo monitorate durante le tre campagne di misurazione nel periodo giugno-luglio 2019 presso l'azienda Menetti (siti MEN), Picciati (siti PIC) e Tlzzano (siti TIZ).

(MEN1 e 2) mostrano quantità media di CO₂ emessa più bassa rispetto a quelli delle altre aziende (Figura 13). Questo è probabilmente attribuibile alla diversa quantità di C organico nel suolo (Wachiye et al. 2020) che differisce tra le aziende ed è maggiore in PIC e TIZ. La raccolta annuale

dei frutti eseguita tramite soffioni prevede infatti la rimozione dalla superficie del suolo dei residui organici e la conseguente riduzione di apporto di sostanza organica al suolo (De Feudis et al., 2020).

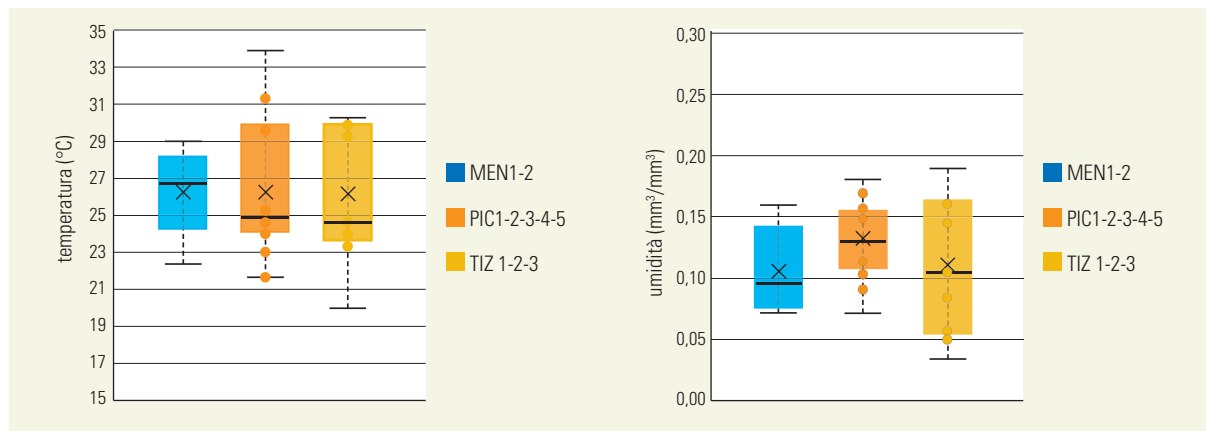


Figura 14 - Valori di temperatura e umidità del suolo misurati il periodo giugno-luglio 2019 presso l'azienda Menetti (siti MEN), Picciati (siti PIC) e Tizzano (siti TIZ).

LITTERBAG

DEGRADAZIONE DELLE FOGLIE DI CASTAGNO

Poiché la decomposizione della lettiera è una fase importante del ciclo dei nutrienti del sistema suolo-pianta del castagneto tradizionale, è molto utile per valutare la quantità di sostanze nutritive consegnate al suolo in base alla gestione della lettiera. Sebbene il sistema di non lavorazione del terreno possa portare ad un aumento del contenuto di sostanza organica del suolo, che è una condizione fondamentale per la stabilità dei sistemi forestali e agroforestali (Lal, 1994), la valutazione dei suoi effetti

sulla quantità di strati organici del suolo e le caratteristiche chimiche del suolo sono necessarie.

Pertanto, è stato condotto un esperimento di decomposizione per testare gli effetti dei diversi siti indagati e la loro conduzione sul tasso di decomposizione e sulle dinamiche di rilascio dei nutrienti delle foglie di castagno.

Le foglie dei castagni dei siti MEN, PIC e TIZ raccolte durante l'estate sono state utilizzate per preparare delle "litterbag". Le foglie, futura lettiera, sono state posizionate in sacchetti di garza di nylon, dopo averle private dello stelo, tagliate a metà ed essiccate per una notte a



Figura 15 - Messa a dimora e recupero dopo 310 gg delle "litterbag".

60°C. Anche i sacchetti per la preparazione delle litterbag sono stati posti in stufa a 60°C per una notte. I sacchetti sono stati quindi pesati e riempiti con 2-3 foglie tagliate a metà. Le litterbag sono state collocate nei siti in cui è stato eseguito il monitoraggio con le camere per le emissioni di CO₂ dal suolo, delle tre aziende sopracitate.

Su una distanza lineare di circa 2-2.5 m rappresentativa dell'area monitorata per le emissioni di CO₂ dal suolo, ogni 40-60 cm sono stati posizionati sei litterbag, di cui 3 direttamente sul topsoil, senza interrimento, mentre 3 sono state interrate alla profondità del topsoil (4-7 cm).

Il materiale è stato posizionato in campo nel periodo 8-16 luglio 2019 (Figura 15).

Nel periodo 13-26 maggio 2020, dopo ca. 310 gg (10 mesi) il materiale è stato recuperato e portato in laboratorio (Figura 15). Il materiale contenuto nelle litterbag è stato quantitativamente trasferito in un becher contenente acqua al fine di lavare il particolato organico composto dal materiale fogliare decomposto e separarlo per flottazione dal materiale minerale più denso.

Il particolato è stato quindi essiccato in stufa a 60°C, ma-

cinato e sottoposto ad analisi.

Dopo il periodo di incubazione si è perso dal 55 al 95% in peso, in particolare la media di perdita di peso è stata 72,5% nelle litterbag interrate (LIT_BUR) e 72,1% nelle litterbag non interrate (LIT_SUP).

La composizione media delle foglie del castagno dei tre siti indagati viene riportata in Tabella 1.

È possibile notare la diversa composizione delle foglie di castagno dell'azienda Tizzano, che risentano della presenza di letame nel sito, innalzando la concentrazione di N delle foglie (49,3 g/kg) di quasi il doppio, aumentando nella positività la firma isotopica del $\delta^{15}\text{N}$ (2,6‰).

Questo valore alto di azoto nelle foglie di castagno dell'azienda TIZ è da mettere in relazione all'anomalo valore di C/N 7,7, molto basso rispetto al valore di 20 atteso, dovuto alle abbondanti letamazioni dell'azienda.

Siti	C	N	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C/N	P	S	Ca
	g/kg	g/kg	‰	‰		g/kg	g/kg	g/kg
MEN	400.0	21.9	-28.9	-4.2	18.2	1.5	1.1	3.2
PIC	410.7	22.9	-29.6	-3.5	17.9	0.8	1.0	7.0
TIZ	380.0	49.3	-29.2	2.6	7.7	1.0	1.3	6.0

Siti	Al	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Ti
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
MEN	0.1	0.1	5.8	2.0	0.7	0.1	0.1	0.0
PIC	0.1	0.1	6.0	1.8	0.7	0.2	0.0	0.0
TIZ	0.2	0.2	6.3	2.5	1.1	0.2	0.0	0.0

Siti	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn			
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg			
MEN	3.0	11.4	4.0	<0.10	24.0			
PIC	0.7	7.3	10.2	0.1	18.1			
TIZ	0.9	9.2	3.0	0.2	36.6			

Tabella 1 - Caratterizzazione delle foglie di castagno

Nella Tabella 2 è possibile valutare la media della concentrazione degli elementi determinata nelle foglie delle litterbag non interrate, mentre nella Tabella 3 le medie ottenute analizzando le foglie delle litterbag interrate. La perdita in peso delle foglie degradate sia del 66.5-66%, mentre la concentrazione di N e C non sia diminuita di conseguenza, ma molto meno. Ciò è attribuibile all’immobilizzazione microbica esterna dell’N associata alla decomposizione della lettiera, che può essere correlata a diverse origini esterne dell’N, come deposizione atmosferica, caduta, attività degli insetti, traslocazione di funghi (Frey et al., 2000; Joergensen e Meyer, 1990) e le quantità

Siti	N	C	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C/N	P	S	Ca
	g/kg	g/kg	‰	‰		g/kg	g/kg	g/kg
MEN	31.1	416.9	-29.5	-4.3	13.5	1.1	1.3	5.8
PIC	20.9	310.1	-29.7	-4.5	16.1	0.7	1.0	10.4
TIZ	25.3	355.7	-29.4	-0.5	14.2	1.1	1.2	9.5

Siti	Al	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Ti
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
MEN	2.2	1.6	1.3	1.1	0.4	0.2	0.1	0.0
PIC	7.4	7.4	2.9	2.3	1.3	0.4	0.2	0.1
TIZ	4.0	3.8	2.2	2.2	0.9	0.3	0.1	0.1

Siti	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn			
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg			
MEN	108.2	18.1	8.0	4.8	72.6			
PIC	545.1	21.5	29.1	7.9	62.9			
TIZ	331.7	18.6	11.7	7.7	80.0			

Tabella 2 - Valori medi degli elementi contenuti nelle foglie delle litterbag non interrate

di P, Ca, Mg e S rilasciate dalla lettiera in decomposizione sulla superficie del suolo erano estremamente basse. Di conseguenza, negli strati organici si sono accumulate elevate quantità di nutrienti. Interessante il comportamento degli elementi “terrogeni” quali Al, Fe, Mn che aumentano di quasi 1000% nelle foglie indicando quindi il ruolo dei residui per polimerizzare e formare gli aggregati del suolo. Importante quindi lasciare le foglie sulla superficie del suolo per permettere agli elementi biogeochimici (N, P e S) di solubilizzarsi ed integrarsi con il suolo, a carico delle comunità microbiche e agli altri di creare ossidi che aiutano a complessare e stabilizzare la sostanza organica.

Siti	N	C	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C/N	P	S	Ca
	g/kg	g/kg	‰	‰		g/kg	g/kg	g/kg
MEN	21.2	307.1	-29.6	-3.2	15.1	0.8	1.0	2.6
PIC	16.5	262.5	-29.6	-3.8	16.2	0.7	0.9	8.0
TIZ	13.8	227.3	-29.7	0.1	16.9	0.7	0.8	6.2

Siti	Al	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Ti
	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
MEN	7.5	5.3	2.3	1.1	0.2	0.4	0.1	0.1
PIC	12.6	10.6	4.0	2.5	1.0	0.5	0.1	0.1
TIZ	11.5	8.4	3.5	2.0	0.7	0.7	0.0	0.2

Siti	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn			
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg			
MEN	320.4	32.1	19.0	39.2	82.1			
PIC	571.8	23.7	45.4	13.8	81.8			
TIZ	620.4	21.1	22.3	28.0	68.2			

Tabella 3 - Valori medi degli elementi contenuti nelle foglie delle litterbag interrate

Studio dei suoli e della loro capacità di immagazzinare carbonio

Lo studio ha interessato i castagneti tradizionali, collocati all'interno delle cinque aziende partner, rappresentativi di diverse situazioni geo-pedoambientali nonché di copertura vegetale e di gestione della pianta e del suolo:

- Castagneto produttivo con piante secolari, concimato con letame; raccolta manuale; suoli formatisi in stratificazioni arenacee della Formazione di Pantano.
- Castagneto produttivo con piante secolari; raccolta manuale; suoli formatisi in stratificazioni arenacee della Formazione di Cigarello, Membro delle arenarie di Marola.
- Castagneto produttivo con piante secolari capitozzate; raccolta manuale; suoli formatisi in alternanze tra livelli lapidei e livelli pelitici della Formazione di Monghidoro.
- Castagneto produttivo con piante innestate di recente; raccolta manuale; suoli formatisi in stratificazioni arenacee della Formazione di Cigarello, Membro delle arenarie di Marola.
- Castagneto produttivo con piante secolari; raccolta tramite aspiratori; suoli formatisi in sabbie e areniti stratificate della Formazione di Loiano.

Per conoscere le caratteristiche dei suoli sono stati stu-

diati 17 profili, scavati fino alla profondità di 140 cm o fino allo strato limitante. Essi sono stati descritti in riferimento alla "Guida di campagna per la descrizione delle osservazioni pedologiche" della Regione Emilia-Romagna e campionati, per ciascun orizzonte riconosciuto, per l'esecuzione di analisi routinarie. Da ciò è emerso che tipicamente i suoli dei castagneti tradizionali da frutto sono collocati in versanti moderatamente ripidi e ripidi (pendenze generalmente variabili dal 15 al 40%), tipicamente esposti verso Nord. Il substrato geologico è prevalentemente costituito da stratificazioni di rocce arenacee e siltose che determinano la tessitura dei suoli franca, franco sabbiosa o sabbiosa franca. Sono state individuate le seguenti principali tre situazioni pedologiche:

- nelle aree stabili e preservate dall'erosione i suoli sono profondi o molto profondi (substrato geologico assente entro 150 cm) con una evidente differenziazione degli strati pedologici determinata da processi di completa lisciviazione dei carbonati e talvolta da processi di illuviazione di pellicole di argilla;
- nelle parti ripide o a morfologia convessa o in vicinanza di antiche incisioni predominano i processi di erosione

idrica superficiale che non favoriscono la formazione dei suoli e la loro evoluzione: qui i suoli sono scarsamente o moderatamente profondi (presenza del substrato geologico entro 100 cm);

- nelle parti basse di versante o a morfologia concava i suoli sono molto profondi poco differenziati nel loro profilo pedogenetico a causa del materiale terroso proveniente da processi di erosione o colluvio.

Talvolta i castagneti da frutto sono localizzati in paleosu-
perfici subpianeggianti, morfologicamente stabili e pre-
servate, nelle quali sono stati rilevati suoli molto antichi
e molto profondi, i cosiddetti “paleosuoli” la cui genesi e
formazione si è protratta per decine di migliaia di anni.
In sintesi, i suoli studiati sono risultati da moderatamente
a molto profondi, talvolta scarsamente profondi, preva-
lentemente non calcarei, da moderatamente acidi a forte-
mente acidi. Il drenaggio è generalmente buono anche se
in situazioni localizzate, talvolta coincidenti con piante di

castagno malate, si sono evidenziati fenomeni di ristagno
idrico. Si ritengono necessari ulteriori rilievi per appron-
dare una eventuale correlazione tra evidenze di ristagno e
limitazioni alla crescita delle piante di castagno.

Lo studio dei suoli ha evidenziato che l’assenza di lavora-
zioni favorisce la formazione di orizzonti organici (Oe e Oa)
e organico minerali (A) che contengono elevati contenuti
di sostanza organica, mentre, oltre i 30 cm di profondità il
contenuto di sostanza organica cala drasticamente.

Per conoscere la variabilità nello spazio del contenuto di
sostanza organica sono stati eseguiti appositi monitorag-
gi applicando uno specifico protocollo di campionamento
riferito al metodo Area-Frame Randomized Soil Sampling
(AFRSS) (Stolbovoy et al., 2006) adattato. Un primo mo-
nitoraggio è stato effettuato nel 2018 e un secondo nel
2021. La tabella 4 sintetizza i rilievi e i campionamenti
eseguiti nel corso del triennio di durata del progetto.

Nel 2018, in ciascuna azienda partner sono stati monito-

Tipologia di gestione		Studio dei profili di suolo				Monitoraggio giugno-luglio 2018			Monitoraggio gennaio 2021	
		Fase 1				Fase 2			Fase 3	
		N. profili	N. analisi routinarie	N. analisi D.A.	N. analisi S.O. orizz. organici	Studi con trivella olandese	N. Siti S.O.	N. Analisi S.O.	N. Siti S.O.	N. Analisi S.O.
A	Castagneto produttivo con piante secolari concinato; raccolta manuale	4	13	3	1	9	9	18	6	12
B	Castagneto produttivo con piante secolari; raccolta manuale	2	6	2	2	9	9	18	0	0
C	Castagneto produttivo con piante secolari capitozzate; raccolta manuale	4	10	7	3	9	9	18	0	0
D	Castagneto produttivo con piante innestate di recente; raccolta manuale	4	16	12	1	9	9	18	6	12
E	Castagneto produttivo con piante secolari; raccolta tramite aspiratori	3	16	6	1	9	9	18	6	12
		17	61	30	8	45	45	90	18	36

Tabella 4 - Rilievi e campionamenti eseguiti nel corso del triennio di durata del progetto.

rati 9 siti di campionamento nelle situazioni morfologiche e stazionali maggiormente rappresentative. In ogni sito di campionamento al centro è stato studiato il suolo con trivella olandese fino alla profondità di 130 cm e attorno sono stati prelevati 9 subcampioni, alle profondità 0-15 cm e 15-30 cm. Tali subcampioni sono stati opportunamente miscelati in unico campione composto inviato in laboratorio per l'esecuzione delle analisi di laboratorio per la determinazione della sostanza organica tramite due metodi: Walkley & Black e Analizzatore Elementare. In tutto sono stati studiati 45 siti di campionamento per un totale di 90 campioni composti di suolo alle profondità 0-15 cm e 15-30 cm. Di seguito si riportano i principali risultati.

Migliorare la conoscenza del contenuto di sostanza organica presente nei castagneti

Come già ribadito, i suoli dedicati alla castanicoltura emiliano-romagnola tipicamente sono caratterizzati da tessiture franco sabbiose (FS) o sabbiose franche (SF) e Franche (F). La figura 16 mostra la variabilità dei valori di sostanza organica riferiti allo strato 0-30 cm rilevati nel 2018 in confronto con le classi di dotazione della sostanza organica (Tabella 5): i dati ricadono prevalentemente nella classe di dotazione elevata e secondariamente normale.

La figura 17 rappresenta la variabilità del contenuto di sostanza organica rilevato in ciascuna azienda alle profondità: 0-15 cm e 15-30 cm. Innanzitutto, è innegabile che, trattandosi di suoli non lavorati, in tutte le aziende i primi 15 cm di suolo presentano un elevato contenuto in sostanza organica, sempre maggiore rispetto allo strato compreso tra 15-30 cm. È inoltre evidente la maggior variabilità e anche il maggior contenuto di sostanza organica presen-

Dotazione di Sostanza organica (%) per classi tessiturali				
GIUDIZIO	Sabbiosi (S-SF-FS)	Medio impasto (F-FL-FA-FSA)	Argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)	Classe di dotazione
molto basso	< 0,8	< 1,0	< 1,2	Scarsa
basso	0,8 - 1,4	1,0 - 1,8	1,2 - 2,2	
medio	1,5 - 2,0	1,9 - 2,5	2,3 - 3,0	Normale
elevato	> 2,0	> 2,5	> 3,0	Elevata

Tabella 5 - Disciplinari di Produzione integrata 2020 - Giudizio di dotazione della sostanza organica in funzione della tessitura dei suoli.

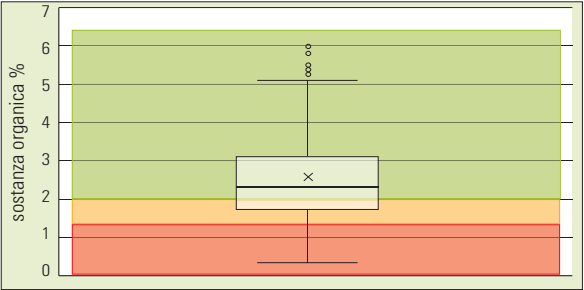


Figura 16 - Contenuto medio di sostanza organica % nei primi 30 cm di suolo; 45 siti rilievi giugno luglio 2018.

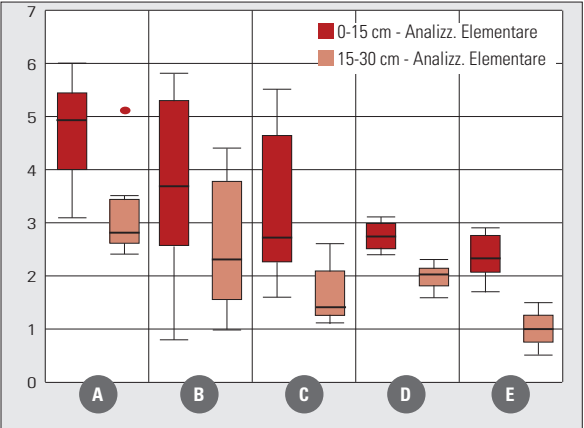


Figura 17 - Contenuto di sostanza organica (%) rilevato in due profondità di suolo nei 5 castagneti caratterizzati da diverse gestioni.

te nei castagneti con piante secolari e raccolta manuale rispetto ai castagneti con raccolta tramite aspiratori o a castagneti tradizionali con piante recentemente innestate. Per comprendere meglio i fattori che possono condizionare il contenuto di sostanza organica sono stati raffigurati in un grafico, per ciascuna azienda, i dati raccolti in ciascuno dei 9 siti di campionamento (figura 18) che, come già detto, sono rappresentativi delle situazioni morfologiche e stagionali maggiormente presenti nel castagneto monitorato. L'analisi di questi dati evidenzia che la variabilità spaziale della sostanza organica è determinata dai processi versante (zone di colluvio, zone di erosione), dalla morfologia e dalla copertura vegetale che caratterizzano le diverse stazioni di campionamento. La figura 19 mostra un esempio della

variabilità riscontrata in campo: il sito di campionamento C3, caratterizzato dal più basso contenuto di sostanza organica, presenta una minor copertura dello strato erbaceo, determinata dai processi di erosione idrica superficiale a cui è sottoposto. Mentre, il sito C4, il più ricco in sostanza organica, è caratterizzato da una folta copertura vegetale

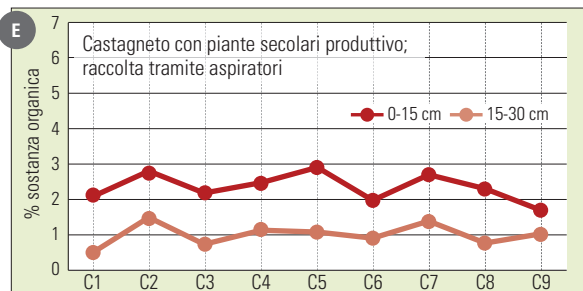
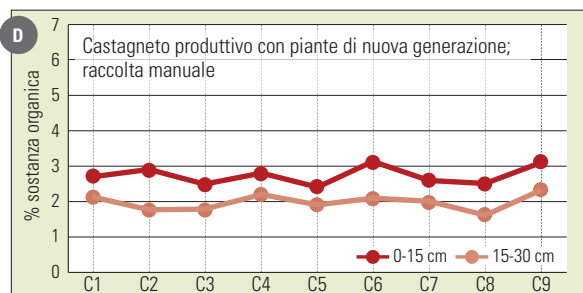
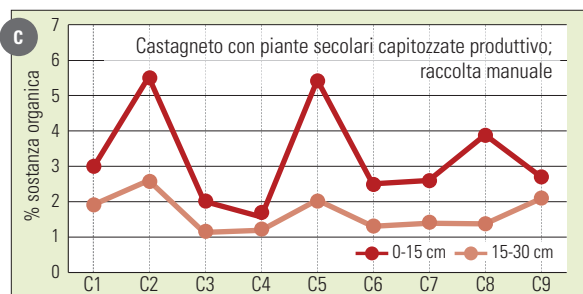
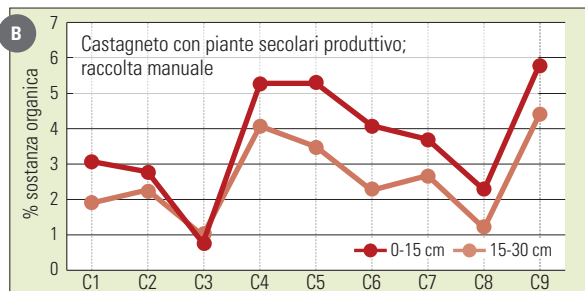
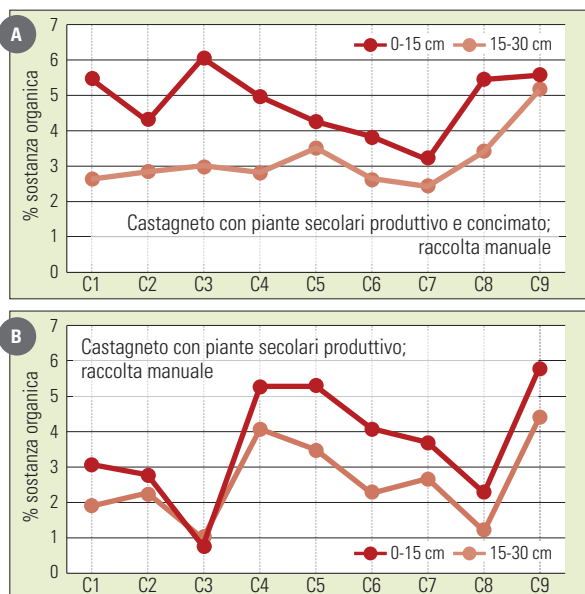


Figura 18 (A - B - C - D - E) - I 5 grafici esprimono il contenuto di sostanza organica - metodo analizzatore elementare (%) rilevato nei 9 siti di campionamento nei 5 castagneti caratterizzati da diverse gestioni.

di felci. Il sito C2 rappresenta, invece, una situazione intermedia di copertura e di processi di versante. Ciò evidenzia l'importanza dell'adozione delle giuste tecniche gestionali volte a facilitare la migliore copertura vegetale per contrastare i processi di erosione idrica superficiale. Ad esempio riducendo il numero degli sfalci e contenendo la pulizia di foglie e ricci. Per poter rafforzare i dati dell'influenza della gestione sul contenuto di sostanza organica è stato ripetuto, nel gennaio 2021, il monitoraggio all'interno di 3 castagneti ritenuti maggiormente distintivi per gestione, selezionando, in ciascuno, 6 siti di campionamento tra i 9 campionati nel 2018. Il monitoraggio ha, quindi, perseguito la medesima metodologia applicata nel 2018, prelevando un totale di 36 campioni composti di suolo alle profondità 0-15 cm e 15-30 cm nei 18 siti complessivamente prescelti. La figura 20 (pagina seguente) riporta i 3 grafici, uno per

azienda, che evidenziano il confronto tra i dati rilevati nel corso dell'estate 2018 rispetto ai rilievi di gennaio 2021. I risultati del monitoraggio del 2021 presentano un maggiore contenuto di sostanza organica rispetto al 2018 in quasi tutti i siti, probabilmente determinato dalla diversa stagione di campionamento.

Da tale confronto emerge che le due aziende che nel 2018 presentavano la minor variabilità stagionale mostrano la medesima situazione nel 2021. Nell'azienda interessata da concimazioni organiche si percepisce il simile andamento, tra i dati del 2018 e quelli del 2021, nello strato 15-30 cm, mentre, pur permanendo la variabilità nello strato 0-15 cm, il dato del 2021 talvolta è contrastante con i valori del 2018. Ciò potrebbe essere determinato dalle concimazioni organiche non distribuite omogeneamente. Quanto evidenziato e descritto va inteso come una prima valutazione, in

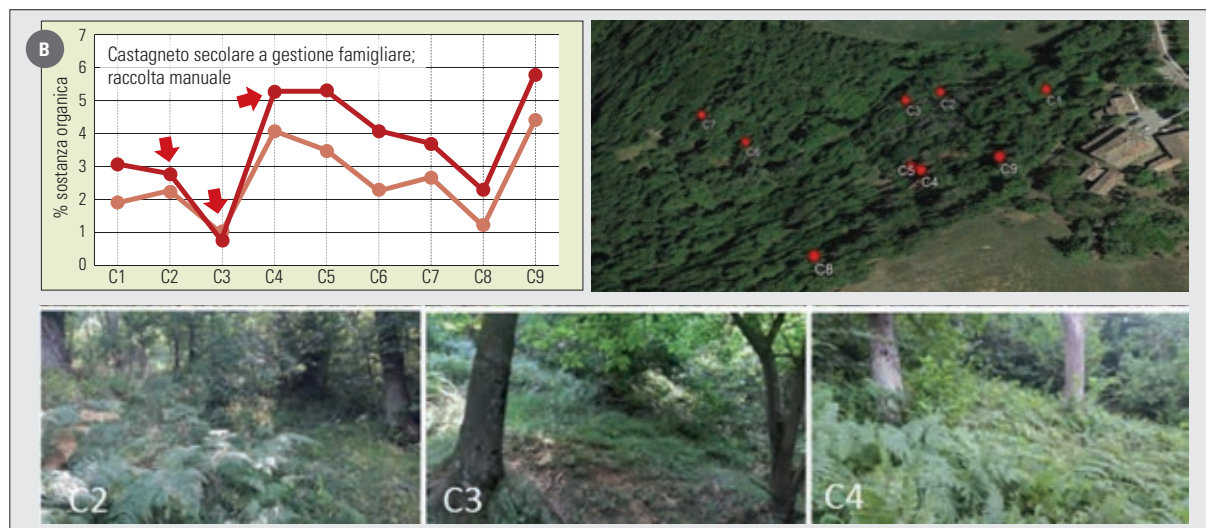


Figura 19 - Esempio di correlazione tra contenuto di sostanza organica e caratteri stazionali (copertura vegetale, processi di erosione).

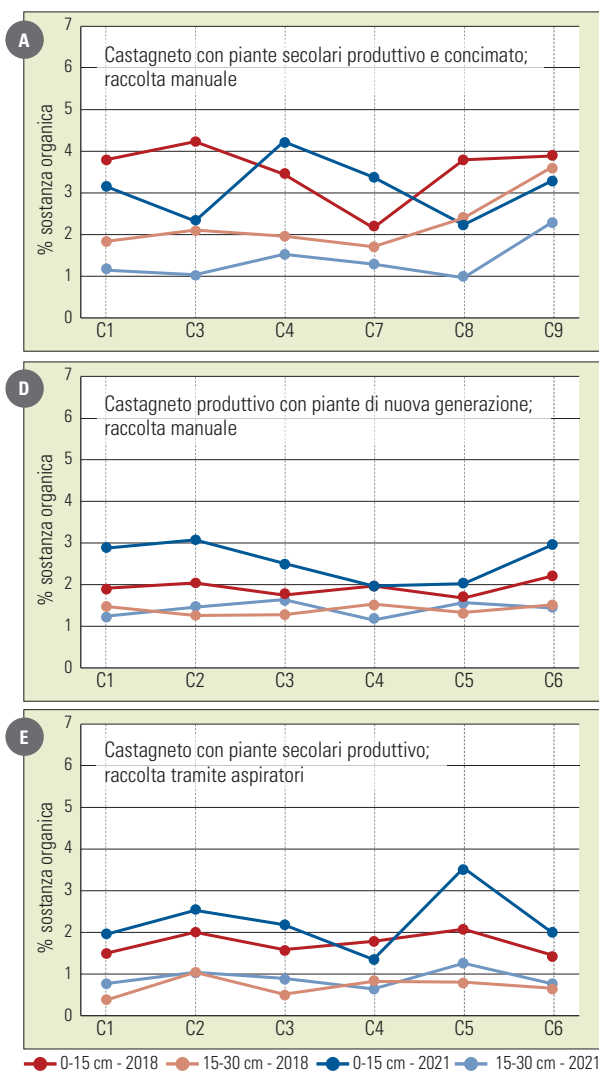


Figura 20 (A - D - E) - I 3 grafici esprimono il contenuto di sostanza organica - metodo analizzatore elementare (%) rilevato in 6 siti di campionamento nei 5 castagneti caratterizzati da diverse gestioni.

quanto si ritengono necessari approfondimenti con ulteriori monitoraggi per rafforzare le interpretazioni.

Conoscere la capacità dei suoli di immagazzinare carbonio

È già stata ribadita l'importanza, a livello mondiale, della capacità del suolo di immagazzinare carbonio e, pertanto, essa è stata stimata nei suoli delle aziende partner tramite lo studio del contenuto di sostanza organica presente nei vari orizzonti riconosciuti e campionati nei profili di suolo studiati. La stima ha fatto riferimento all'equazione diffusamente utilizzata a livello internazionale: Batjes, 1996. Dalle analisi della sostanza organica e dai dati di densità apparente attribuiti, è stato quindi possibile determinare il carbonio stoccato nel primo metro di suolo distinguendolo in funzione delle seguenti profondità 0-15, 15-30 e 70-100 cm. La figura 21 mostra i risultati ottenuti in 15 profili di suolo considerati rappresentativi della variabilità pedologica riscontrata nei castagneti, in correlazione con la posizione geomorfologica in cui sono stati rilevati. Innanzitutto, è evidente l'importante peso che il contenuto di sostanza organica presente nei primi 15 cm riveste rispetto all'intero volume di carbonio immagazzinato nel primo metro di suolo.

Ciò ribadisce l'importanza della buona gestione volta a preservare il contenuto di sostanza organica negli strati superficiali di suolo. Si nota inoltre come la capacità di immagazzinare carbonio sia correlata in parte anche alle caratteristiche pedoambientali: nelle situazioni morfologiche più stabili, dove si sono potuti formare suoli profondi o molto profondi, la capacità di stoccaggio risulta maggiore; così come nelle situazioni morfologiche di basso versante in cui

i suoli, molto profondi, si sono formati su materiale colluviale. Nelle situazioni in cui, invece, prevalgono i processi di erosione, favorendo la presenza di roccia o del substrato geologico entro 100 cm di profondità, emerge una ovvia diminuzione del volume di suolo in grado di immagazzinare carbonio.

Batjes 1996:
$$\text{stockCO} = \frac{\text{CO} * \text{DA} * s * (1 - \text{rm}) * 1}{10}$$

- “stockCO”: carbonio immagazzinato nel suolo espresso in t/ha (equivalenti a Mg/ha);
- “CO”: contenuto in carbonio organico (g di carbonio/kg) derivante dalle analisi con analizzatore elementare eseguite su specifici campioni prelevati per ciascun orizzonte pedologico riconosciuto nei profili di suolo studiati;
- “Da”: densità apparente (g/cm³) selezionata in base al tipo di orizzonte e alla sua classe tessiturale dalle pedofunzioni elaborate dal Servizio Geologico Sismico e dei suoli (Guermandi et al., 2013);
- “s”: spessore dell’orizzonte genetico riconosciuto (cm); in questo caso si è valutato lo spessore dei vari orizzonti riconosciuti entro 100 cm escludendo il substrato geologico nei suoli di collina quando presente entro questa profondità;
- “rm”: volume occupato dallo scheletro (es ghiaia, ciottoli di diametro > 2 mm) contenuta nell’orizzonte genetico.

Conclusioni

Lo studio ha consentito di approfondire le conoscenze dei suoli nei castagneti tradizionali emiliano-romagnoli, evidenziando la variabilità pedologica e il collegamento tra le caratteristiche dei suoli, la morfologia e i processi di versante. Dai risultati dei monitoraggi emerge che l’assenza di lavorazioni e la buona copertura erbacea favoriscono l’aumento della sostanza organica nei primi 15 cm. Ciò ha un importante peso, oltre alla profondità dei suoli, nel determinare la capacità del primo metro di suolo di immagazzinare carbonio. Le pratiche di gestione dei castagneti volte a migliorare la copertura vegetale e a preservare i suoli dall’erosione, implementano la capacità dei suoli di immagazzinare sostanza organica e, quindi, carbonio, favorendo il contrasto ai cambiamenti climatici. Tutto ciò valorizza e consente di riconoscere l’importante ruolo del castanicoltore che, non solo produce prodotti di qualità, ma presidia, preserva e tutela il territorio montano.

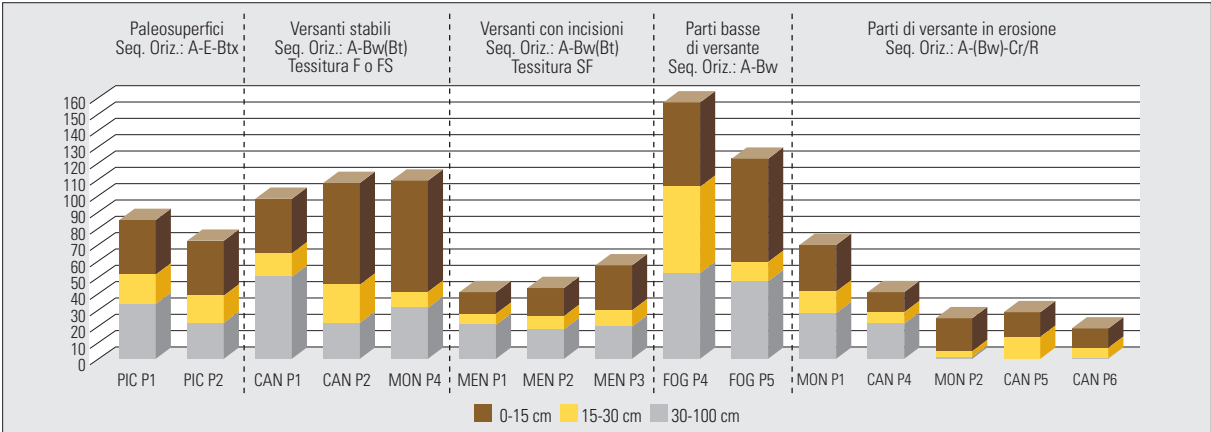


Figura 21 - Stima della capacità dei suoli di immagazzinare Carbonio (Mg/ha) nel primo metro di profondità: studio in 15 profili rappresentativi della castanicoltura emiliano romagnola.

Linee guida volte alla migliore gestione dei suoli per il mantenimento della sostanza organica e il sequestro di carbonio in castanicoltura

La definizione di “linee guida volte alla migliore gestione dei suoli per il mantenimento della sostanza organica e il sequestro di carbonio nella castanicoltura tradizionale” rappresenta l’obiettivo conclusivo del progetto CASTANI_CO volto a promuovere e valorizzare il ruolo del castanicoltore nella gestione del suolo e quindi come custode del territorio e dell’ambiente montano.

Le importanti informazioni derivate dai Consorzi dei castanicoltori che operano in regione, che da tempo forniscono consigli ai propri associati, sono state correlate con i risultati ottenuti in CASTANICO e con quanto riportato nelle “linee guida volontarie per la gestione sostenibile del suolo” (FAO 2015) che chiariscono il fondamentale ruolo della gestione sostenibile del suolo nel contribuire agli sforzi collettivi per la mitigazione e l’adattamento al cambiamento climatico, per la lotta alla desertificazione e la protezione della biodiversità.

Pertanto, le linee guida sono state definite cercando di fornire, tramite le informazioni ad oggi disponibili, indicazioni volte a salvaguardare il mantenimento o miglioramento della sostanza organica presente nei suoli nonché

a preservare e migliorare i seguenti servizi ecosistemici forniti dal suolo:

- servizi di supporto che includono la produzione primaria, il ciclo nutrizionale e la formazione del suolo;
- servizi di approvvigionamento che comprendono la fornitura di alimenti, fibre, combustibili, legname e acqua, materie prime grezze, stabilità superficiale, habitat e risorse genetiche;
- servizi di regolamentazione che riguardano l’offerta idrica e la sua qualità, il sequestro di carbonio, la regolazione del clima e la mitigazione del cambiamento climatico, il controllo delle inondazioni e dell’erosione;
- servizi culturali, invece, indicano i benefici estetici e culturali derivanti dall’utilizzo del suolo.

I suoli dei castagneti tradizionali da frutto non sono interessati dalle lavorazioni e pertanto le linee guida comprendono considerazioni sul mantenimento di una buona copertura erbacea e sulla migliore gestione del materiale organico (foglie, cupole spinose, residui di sfalcio e di potatura) naturalmente disponibili. Si precisa che le considerazioni qui espresse si basano sui risultati ottenuti dagli

studi di CASTANICO che hanno evidenziato le caratteristiche pedologiche dei suoli dedicati alla castanicoltura, l'influenza della gestione del suolo sul contenuto e sulla qualità della sostanza organica nei primi cm di suolo e la fragilità dei suoli stessi se fossero carenti in sostanza organica.

La gestione del suolo deve, quindi, essere volta a:

- Mantenere una buona struttura del suolo evitando la compattazione, che ridurrebbe gli habitat delle popolazioni microbiche, riducendo la funzionalità ecologica e la biodiversità;
- Ridurre l'erosione del suolo da parte di acqua e vento, mantenendo una buona dotazione di sostanza organica, una buona stabilità di struttura e un buon turnover della sostanza organica;
- Mantenere una copertura superficiale sufficiente per proteggere il suolo favorendo la massima espansione delle specie vegetali naturali e la copertura della lettiera fogliare, soprattutto nel periodo delle piogge stagionali.
- Mantenere o migliorare il contenuto di sostanza organica, rilasciando sul posto i materiali organici quali cupole spinose, foglie e residui vegetali di sfalci;
- Applicare tecniche di buona gestione dell'acqua favorendo l'infiltrazione delle acque da precipitazioni e garantendo il drenaggio di qualsiasi eccesso, gestendo le acque anche a livello di versante (accordi tra proprietà);
- Preservare e tutelare il suolo favorendo la sua capacità di immagazzinare carbonio;
- Ridurre l'impermeabilizzazione del suolo aziendale al minimo;
- Non contaminare il suolo;

Pertanto, è consigliabile:

- Gestire al meglio il materiale organico che naturalmente ricade al suolo ed è disponibile nel castagneto tradizionale cercando di conciliare le pratiche fitosanitarie necessarie con il mantenimento della sostanza organica; la pulizia del sottobosco prima della raccolta è di fondamentale importanza per facilitare la raccolta del frutto caduto al suolo, è, pertanto consigliabile procedere con la rimozione di felci, rami e quant'altro accumulandoli in apposite aree all'interno del castagneto per favorire il compostaggio. Si ritiene però utile un successivo approfondimento tecnico e scientifico per valutare quali sono le tecniche e le epoche migliori di somministrazione al suolo per favorire la degradazione di tali materiali favorendo l'accumulo di sostanza organica di qualità in connessione con gli aspetti fitosanitari.
- Evitare la bruciatura di foglie, cupole spinose e residui di sfalcio: i principali effetti negativi di tale pratica sono la riduzione della sostanza organica del suolo, la diminuzione della biodiversità dell'ecosistema, oltre che da un punto di vista sanitario, la perdita delle popolazioni di *Torymus sinensis*, importante antagonista della vespa cinese. Il mancato apporto al suolo del materiale organico della pianta porta ad un impoverimento del suolo, aumentandone la degradazione ed esponendolo a maggiori rischi di erosione.
- Mantenere una buona copertura vegetale nello strato erbaceo in modo da favorire sia la protezione del suolo da processi di erosione idrica superficiale che il mantenimento della sostanza organica nei primi cm di suolo.

BIBLIOGRAFIA

- AAVV. 2002. "Guide di campagna_ Descrizione delle osservazioni pedologiche" Manuali Tecnici del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli.
- AA.VV. 2010. Il Progetto integrato per il sostegno della filiera pero in Emilia-Romagna Notiziario CRPV n. 82.
- AA.VV. 2020. Disciplinari di Produzione Integrata 2020_ Regione Emilia-Romagna
- Bellini E., Giordani E., Giannelli G., Picardi E. (2008) Le Specie legnose da Frutto, liste dei caratteri descrittivi. Edizione a cura di Elvio Bellini. ARSIA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale) edizioni, Firenze.
- Bellini E. 2019. Coltura e Cultura del castano, Una Sintesi Attraverso Suggeritive Immagini Fotografiche. Edizioni C&C, Faenza; CSDC, Marradi.
- Brenna S., Acutis M., Ballarin A., Denti, Gardi C., Gerosa G., Valgussa M., 2013. Il ruolo dell'agricoltura conservativa nel bilancio del carbonio - Quaderni della Ricerca n. 153 - ERSAF Regione Lombardia.
- Dommergues Y. 1960. La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans le sols. L'Agronomie Tropicale, XV (1), pp. 54-60.
- Francaviglia R., Renzi G., Ledda L., Benedetti A. 2017. Organic carbon pools and soil biological fertility are affected by land use intensity in Mediterranean ecosystems of Sardinia, Italy. Science of the Total Environment 599-600 (2017) 789–796
- Kasimir-Klemetsson, L. Klemetsson, K. Berglund, Martikainen, P., Silvola, J., Oenema, O. 1997. Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. Soil Use and Management, 13,245-250
- Guermendi M., Marchi N., Tarocco P., Calzolari C., Ungaro F., Villani I. 2013. Siti locali rappresentativi dei suoli della pianura e della collina emiliano-romagnola. Pubblicazione Regione Emilia-Romagna Servizio geologico, Sismico e dei Suoli
- Pinzari F., Trinchera A., Benedetti A., Sequi P. 1999. Use of biochemical indices in the Mediterranean environment: comparison among soils under different forest vegetation. J. Microbiol. Meth., 36, pp. 21-28.
- Pompili L., Mellina A.S., Benedetti A., Bloem, J., 2008. Microbial indicators in three agricultural soils with different management. Fresenius Environ. Bull. 17, 1128-1136.
- Renzi G., Benedetti A., 2015. Caratterizzazione microbiologica dei suoli. Progetto di Monitoraggio Ambientale su tutto il Territorio della Regione Lombardia
- (Progetto Soil): Indagine conoscitiva della qualità e dello stato di salute dei suoli lombardi, Report EUR 27161 IT. Publications Office of the European Union Luxembourg, pp. 309-315.
- Renzi G., Canfora L., Salvati L., Benedetti A., 2017. Validation of the soil Biological Fertility Index (BFI) using a multidimensional statistical approach: a country-scale exercise. Catena 149, 294–299.
- Sulzman E.W., Brant J.B., Bowden R.D., Lajtha K. 2005. Contribution of aboveground litter, belowground litter, and rhizosphere respiration to total soil CO2 efflux in an old growth coniferous forest. Biogeochemistry, 73: 231-256
- Stolbovoy V., Montanarella L., Filippi N., Jones A., Gallego J., Grassi G., 2007. Soil Sampling Protocol to Certify the Changes of Organic Carbon Stock in Mineral Soils of European Union. EUR 21576 EN/2, 48 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Wachiye S., Merbold L., Vesala T., Rinne J., Räsänen M., Leitner S., Pellikka P. 2020. Soil greenhouse gas emissions under different land-use types in savanna ecosystems of Kenya. Biogeosciences, 17, 2149-2167
- Wardle D.A., Ghani A., 1995 A critique of the microbial metabolic quotient (qCO2) as a bioindicator of disturbance and ecosystem development. Soil Biol. Biochem., 27 (12), pp. 1601-1610
- Wu M., Song M., Liu M., Jiang C., Lia Z., 2016. Fungicidal activities of soil humic/fulvic acids as related to their chemical structures in greenhouse vegetable fields with cultivation chronosequence. Sci Rep. 2016; 6: 32858.

SITI INTERNET CONSULTATI

Catalogo dei suoli <https://agri.regione.emilia-romagna.it/Suoli/>

I suoli dell'Emilia-Romagna <https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>

Gruppo operativo del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura

CASTANI_CO: Il sequestro di carbonio nel sistema del castagneto da frutto

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01
Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" - Focus Area 5E

FONTE FINANZIAMENTO:

Psr 2014-2020 REGIONE EMILIA-ROMAGNA Misura 16.1.01

% FINANZIAMENTO: 100% Misura 16 Focus Area 5E - 80% Misura 1

COSTO TOTALE: 199.358,74 €

CONTRIBUTO AMMESSO: 198.862,74 €

Con il contributo di FEASR:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=URISERV:l60032>

REGOLAMENTO (UE) N. 1305/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1305>

Data inizio progetto: 15/11/2017 - **Data fine progetto:** 20/02/2021

Partner del GOI CASTANI_CO:

PARTNER EFFETTIVI:

I.Ter Soc. Coop. (Capofila)
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Società Agricola Terra Amica dei Menetti S.S.
Azienda Teggiolina di Picciati Marco
Azienda Tizzano di Fogacci Stefano

PARTNER ASSOCIATI:

Società Agricola Monari & C. S.S.
Azienda Agricola Antico Bosco di Canovi Daniele
Consorzio Castanicoltori dell'Appennino Bolognese
Consorzio Castanicoltori dell'Appennino Reggiano
Associazione Nazionale Città del Castagno



Gruppo operativo del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura:

CASTANI_CO: Il sequestro di carbonio nel sistema del castagneto da frutto

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 – Tipo di operazione 16.1.01
Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" - Focus Area 5E



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Azienda Agricola
TEGGIOLINA
di Picciati Marco

Azienda Agricola
ANTICO BOSCO
di Canovi Daniele

Azienda Agricola
TIZZANO
di Fogacci Stefano

Azienda Agricola
TERRA AMICA
di Menetti s.s.

Azienda Agricola
MONARI & C. s.s.

