



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

TIPO DI OPERAZIONE

16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 754 DEL 16/05/2022 FOCUS AREA 4B

RELAZIONE TECNICA

DOMANDA DI SOSTEGNO N. 5515379

DOMANDA DI PAGAMENTO N. 5854208

Titolo Piano	Applicazione di matrici innovative (compost e biochar) per la riduzione dei rilasci di CO ₂ nell'atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico. "ENOCHAR"
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Ri.Nova Soc. Coop Via dell'Arrigoni, 120 47522 Cesena (FC)
Partner del GO	-RI.NOVA SOC. COOP. (Capofila) -ASTRA INNOVAZIONE E SVILUPPO (Partner effettivo) -UNIBO (Partner effettivo) -DINAMICA (Partner effettivo) -CAVIRO SCA (Partner effettivo) -Az. Agr. Domenico Muraro (Partner associato) -Az. Vitivinicola Corte Beneficio (Partner associato) -Coop. Sociale Il Ventaglio di ORAV (Partner associato)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	15
Data inizio attività	07 febbraio 2023
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	5 agosto 2024

Relazione relativa al periodo di attività	dal 07 Febbraio 2023	al 05 Agosto 2024
Data rilascio relazione	26/09/2024	

Autore della relazione	Dott. Agr. Giovanni Nigro		
Telefono		E-mail	gnigro@rinova.eu
PEC	amministrazione@pec.rinova.eu		

Sommario

1 - DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO	4
1.1 STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO	6
2 DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE	7
2.1. ATTIVITÀ E RISULTATI.....	7
2.1.1. AZIONE 1 - ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE	7
2.1.2. SPESE DI PERSONALE AZIONE 1.....	13
2.1.3 AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO	14
2.1.4 <i>Sotto azione 3.1 - Valutazione degli effetti indotti su SUOLO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto</i>	14
2.1.5 <i>Sotto azione 3.2: Valutazione degli effetti indotti su VITE dell'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto</i>	40
2.1.6 – <i>Sotto Azione 3.3: Valutazione degli effetti indotti su VINO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto</i>	47
2.1.7 – <i>Sotto azione 3.4: Valutazione del bilancio delle emissioni di CO2 in vigneti a seguito della distribuzione di innovative matrici organiche ammendanti</i>	55
2.1.8 – <i>Sotto azione 3.5: Demo farm: dimostrazioni pratiche e illustrazione di specifiche linee guida connesse all'innovazione presso i produttori afferenti al GO.</i>	70
2.1.9 – <i>Sotto azione 3.6: Inclusione sociale attraverso i principi di una viticoltura sostenibile.</i>	74
2.1.10 - <i>SPESE DI PERSONALE</i>	76
2.1.11 <i>SPESE PER COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI AZIONE 3</i>	76
<i>Consulenze – Società</i>	76
2.2 AZIONE 4 – DIVULGAZIONE	77
2.2.1 SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE.....	84
2.2.2 SPESE DI PERSONALE AZIONE 4.....	84
2.2.3 SPESE PER COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI AZIONE 4	84
<i>Consulenze – Società</i>	84
2.3 SPESE PER ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E CONSULENZA – AZIONE 5.....	85
3- CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE	86
4- ALTRE INFORMAZIONI	86
5- CONSIDERAZIONI FINALI	86
6- RELAZIONE TECNICA	87

1 - DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO

I produttori vitivinicoli italiani stanno affrontando un momento storico particolarmente critico. Oltre alle sfide lanciate dal cambiamento climatico, che mettono a dura prova e rendono imprevedibile l'esito dell'annata vendemmiale, la crisi energetica, le difficoltà di approvvigionamento e l'aumento dei costi delle materie prime stanno, infatti, causando notevoli problemi economici e ambientali alla produzione agricola. In tale contesto, la viticoltura e chiamata *in primis* a giocare un ruolo attivo, non solo in termini di adattamento, ma soprattutto nel mitigare gli effetti del cambio climatico, i cui segnali si registrano ormai da più di un decennio in Emilia-Romagna, con l'aumento delle temperature medie locali, il calo delle precipitazioni piovose e l'intensificarsi di eventi estremi. Tra le varie conseguenze negative, il cambiamento climatico sta rischiando di trasformare il suolo da bacino di stoccaggio del carbonio a fonte di emissioni. Infatti, in specifici contesti, quali le aree dell'Europa meridionale, l'incremento delle temperature possono contribuire alla decomposizione e mineralizzazione della materia organica nel suolo, riducendo ulteriormente il contenuto, non particolarmente elevato, di carbonio organico, con conseguenze fortemente negative sulla produzione. In un simile contesto, che mette sempre più a dura prova la viticoltura regionale, è, pertanto, necessario promuovere innovative soluzioni di gestione del vigneto, in grado di apportare tangibili e rapidi riscontri in termini di redditività, nel rispetto dell'ambiente. L'interramento di nuove matrici organiche, quali compost e/o biochar, ottenute da sottoprodotti e scarti della filiera agro-alimentare, rappresenta una strategia vincente per rispondere al cambiamento climatico. L'utilizzo di tali ammendanti consente, infatti, di mitigarne gli effetti, riducendo il rilascio di sostanze inquinanti (es. prodotti di sintesi, CO₂, etc.), migliorando, al tempo stesso, la fertilità e la capacità di ritenzione idrica del suolo e la produzione vitivinicola.

Obiettivi del progetto

L'**obiettivo generale** del Piano consiste nell'implementare e trasferire ai produttori vitivinicoli innovative tecniche di gestione del suolo quali l'applicazione di nuove matrici organiche ammendanti (compost, biochar e CB mix), in grado di incrementare lo stoccaggio di CO₂, la fertilità e la capacità di ritenzione idrica del suolo, di ridurre il rilascio di sostanze inquinanti nell'ambiente e indurre una maggiore resistenza alle malattie, per una viticoltura sostenibile, capace di adattarsi e di mitigare i cambiamenti climatici in atto, in un'ottica di economia circolare.

L'obiettivo principale è stato raggiunto perseguendo i seguenti **obiettivi specifici**:

Ridurre o eliminare il rilascio di inquinanti connesso all'impiego di prodotti di sintesi in vigneto in un contesto di cambiamento climatico;

Sviluppare strategie agronomiche di adattamento ai cambiamenti climatici che favoriscano l'incremento della sostanza organica e della capacità di ritenzione idrica del suolo nei vigneti;

Mitigare l'effetto dei cambiamenti climatici in atto, diminuendo le emissioni di CO₂ nell'atmosfera;

Valutare tramite metodo LCA la **sostenibilità ambientale** delle innovative strategie agronomiche applicate nell'ambito del presente Piano.

Massimizzare l'efficienza delle risorse microbiche dei suoli coltivati per migliorarne funzionalità e sanità, utile anche alla **salute delle colture** (minore ricorso a interventi per la difesa);

Migliorare la **qualità della produzione vitivinicola**.

Veicolare l'importanza della sostenibilità in agricoltura e di una transizione verso un'**economia circolare**.

Descrizione sintetica attività

Nell'ambito del presente Piano le attività svolte hanno incluso analisi degli effetti sul suolo, vite e vino dell'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto.

Nello specifico, tali matrici sono state applicate nel sottofila di un vigneto sperimentale del partner effettivo ASTRA-INNOVAZIONE E SVILUPPO, ubicato a Tebano (Faenza, Ra), secondo un disegno a blocchi randomizzati che include tre repliche per ciascuna Tesi. Le Tesi in analisi sono state le seguenti: Controllo, Compost, Biochar, CB Mix e CB Fresh. Oltre alla valutazione degli effetti indotti da tali matrici sul vigneto sono state valutate le emissioni di CO₂ in vigneto, in seguito all'applicazione di innovati matrici ammendanti. Sono state inoltre effettuate dimostrazioni pratiche presso le Aziende dei partner associati del progetto, ai quali sono state proposte delle linee guida per garantire una massima efficienza dell'innovazione presentata nel piano. Inoltre, sono state organizzate, in collaborazione con IL VENTAGLIO DI ORAV, attività specifiche per promuovere una vitivinicola sostenibile dal punto di vista sociale. Infine, è stato svolto una intensa attività di diffusione dei risultati sviluppata attraverso un articolato piano di comunicazione; si è inoltre organizzato un viaggio studio in aziende e strutture della regione Toscana presso le quali la produzione e l'utilizzo del Biochar è oramai pratica agronomica consolidata.

Risultati:

Le attività realizzate nell'ambito del presente Piano hanno permesso di:

- Informare sugli effetti dell'applicazione di innovative matrici organiche ammendanti (compost e biochar) su suolo, qualità dell'uva e del vino;
- Valutare il bilancio delle emissioni di CO₂ in vigneto a seguito della distribuzione di innovative matrici organiche ammendanti (compost e biochar);
- Realizzare specifiche *demo farm* per i produttori vitivinicoli, anche in aree sensibili – ZVN;
- Definire Linee guida per la corretta applicazione di innovative matrici organiche ammendanti (compost e biochar) in vigneto finalizzate a:
 - aumentare il contenuto di sostanza organica nei suoli;
 - preservare la risorsa idrica nel suolo;
 - favorire l'attività microbica nel suolo;
 - incrementare il sequestro di carbonio nel suolo riducendo le emissioni di CO₂ in atmosfera;
 - ridurre l'utilizzo di concimazioni minerali e in particolare quelle azotate;

- migliorare la capacità di assorbimento degli elementi nutritivi della vite;
 - migliorare la qualità delle uve e del vino secondo i principi della sostenibilità;
 - sciogliere i dubbi dei produttori che manifestano una visione prudentiale e talvolta pregiudiziale sull'uso di tali matrici.
- Creazione di un percorso di divulgazione, formazione, inclusione sociale mirato a veicolare i concetti di sostenibilità e di economia circolare.

- Principali benefici/opportunità apportate dal progetto all'utilizzatore finale, che uso può essere fatto dei risultati da parte degli utilizzatori

Le innovative matrici organiche, che sono state proposte nell'ambito del presente Piano, hanno consentito ai produttori di razionalizzare la gestione del suolo, di gestire correttamente ed efficientemente l'apporto idrico nel vigneto e di ridurre i costi associati all'applicazione di fertilizzanti di sintesi. Al tempo stesso, il suolo è stato protetto da erosione, inquinamento e declino della fertilità, attraverso un maggior sequestro di CO₂, in un'ottica di adattamento e mitigazione rispetto ai cambiamenti climatici. Inoltre, il migliore equilibrio vegeto-produttivo e lo stato sanitario delle viti in seguito all'interramento di tali matrici, ha permesso di limitare la distribuzione di prodotti per la difesa, riducendo l'esposizione dell'operatore ai rischi connessi all'utilizzo dei fitofarmaci, con ovvi benefici sulla propria salute. Inoltre, è stata promossa la transizione da un'economia lineare a circolare, con notevole ritorno di immagine per i prodotti ottenuti con tecniche agronomiche altamente sostenibili, funzionale a rispondere alle esigenze di consumatori sempre più esigenti in termini di salvaguardia ambientale.

1.1 STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
1-Cooperazione	RI.NOVA	Esercizio della Cooperazione	1	1	15	18
3- Realizzazione piano	RI.NOVA, UNIBO, ASTRA-INNOVAZIONE E SVILUPPO, CAVIRO, Az. Agr. Domenico Muraro, Az. Vitivinicola Corte Beneficio, Il Ventaglio di ORAV	Azioni dirette alla realizzazione del Piano	1	2	15	18
4- Divulgazione	RI.NOVA	Divulgazione	2	2	15	17
5- Formazione	RI.NOVA, DINAMICA	Formazione	6	10	12	15

2 - DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

2.1. ATTIVITÀ E RISULTATI

2.1.1. AZIONE 1 - ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

Azione	AZIONE 1 - ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE							
Unità aziendale responsabile	RI.NOVA SOC. COOP							
Descrizione delle attività	<ul style="list-style-type: none"> <p><u>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE PER IL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI PREVISTI DALL'AZIONE</u></p> <p>Ri.Nova ha assunto il ruolo di coordinatore e gestore delle azioni del Piano d'innovazione proposto, pianificando e mettendo in atto tutte le iniziative necessarie a realizzare l'attività progettuale e conseguire i risultati previsti dal Piano stesso. Per questo si è avvalsa di proprio personale qualificato e dotato di esperienza pluriennale nel coordinamento di progetti a vari livelli, nonché nella gestione di comitati tecnici e gruppi di lavoro riguardanti i principali comparti produttivi.</p> <p>In primo luogo, è stato costituito un Comitato di Progetto (CP), composto dal Responsabile del Piano d'Innovazione (RP), dal Responsabile Scientifico (RS) e da almeno un Rappresentante per ogni Unità Operativa coinvolta nella realizzazione delle diverse Azioni previste dal Piano. Il CP si è riunito almeno due volte l'anno.</p> <p>Per tutta la durata del Piano, Ri.Nova ha svolto una serie di attività funzionali a garantire la corretta applicazione di quanto contenuto nel Piano stesso, e, in particolare: il monitoraggio dello stato d'avanzamento dei lavori; la valutazione dei risultati in corso d'opera; l'analisi degli scostamenti, comparando i risultati intermedi raggiunti con quelli attesi; la definizione delle azioni correttive. Inoltre, il RP, in stretta collaborazione con il RS, si è occupato di pianificare una strategia di controllo circa il buon andamento delle attività del Piano.</p> <p><i>Definizione dei ruoli</i></p> <p>Nella Tabella che segue, si riporta l'elenco delle Unità Operative coinvolte nella realizzazione del Piano, specificando, per ciascuna, il ruolo svolto al suo interno.</p> <table border="1" data-bbox="354 1720 1481 2065"> <thead> <tr> <th>UNITÀ OPERATIVA</th> <th>RUOLO OPERATIVO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RI.NOVA SOC. COOP (Capofila)</td> <td>Leader delle Azioni 1 (esercizio della cooperazione) e 4 (divulgazione) e supporto all' Azione 5. Partecipa alla realizzazione dell'Azione 3.</td> </tr> <tr> <td>UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (Responsabile Scientifico)</td> <td>Responsabile tecnico-scientifico delle attività previste nell'ambito dell'Azione 3. Partecipa alla realizzazione di prove e attività previste nell'ambito dell'Azione 3.1,</td> </tr> </tbody> </table>		UNITÀ OPERATIVA	RUOLO OPERATIVO	RI.NOVA SOC. COOP (Capofila)	Leader delle Azioni 1 (esercizio della cooperazione) e 4 (divulgazione) e supporto all' Azione 5 . Partecipa alla realizzazione dell' Azione 3 .	UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (Responsabile Scientifico)	Responsabile tecnico-scientifico delle attività previste nell'ambito dell' Azione 3 . Partecipa alla realizzazione di prove e attività previste nell'ambito dell' Azione 3.1 ,
UNITÀ OPERATIVA	RUOLO OPERATIVO							
RI.NOVA SOC. COOP (Capofila)	Leader delle Azioni 1 (esercizio della cooperazione) e 4 (divulgazione) e supporto all' Azione 5 . Partecipa alla realizzazione dell' Azione 3 .							
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (Responsabile Scientifico)	Responsabile tecnico-scientifico delle attività previste nell'ambito dell' Azione 3 . Partecipa alla realizzazione di prove e attività previste nell'ambito dell' Azione 3.1 ,							

	3.2, 3.4, 3.5 e 3.6.
ASTRA INNOVAZIONE E SVILUPPO	Partecipa alla realizzazione di prove e attività previste nell'ambito dell' Azione 3.1, 3.2, 3.3 e 3.5.
DINAMICA	Leader dell' Azione 5 (formazione).
CAVIRO	Partecipa alla realizzazione di prove e attività previste nell'ambito delle Azioni 3.1, 3.4 e 3.5 e usufruisce delle azioni di trasferimento risultati (divulgazione e formazione).
Az. Agr. Domenico Muraro	Collabora alla gestione delle prove e delle attività previste nell'ambito dell' Azione 3.5 e usufruisce delle azioni di trasferimento risultati (divulgazione e formazione).
Az. Vitivinicola Corte Beneficio	Collabora alla gestione delle prove e delle attività previste nell'ambito dell' Azione 3.5 e usufruisce delle azioni di trasferimento risultati (divulgazione e formazione).
Il Ventaglio di ORAV	Collabora alla gestione delle prove e delle attività previste nell'ambito dell' Azione 3.6 e usufruisce delle azioni di trasferimento risultati (divulgazione).

Autocontrollo e Qualità

Attraverso le Procedure e le Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità, Ri.Nova ha lavorato al fine di garantire efficienza ed efficacia al progetto, come segue:

- Requisiti, specificati nei protocolli tecnici, rispettati nei tempi e nelle modalità definite;
- Rispettati gli standard di riferimento individuati per il progetto;
- Garantita la soddisfazione del cliente tramite confronti diretti e comunicazioni scritte;
- Rispettate modalità e tempi di verifica in corso d'opera definiti per il progetto;
- Individuati i fornitori ritenuti più consoni per il perseguimento degli obiettivi.

La definizione delle procedure, attraverso le quali il Responsabile di Progetto ha effettuato il coordinamento e applicato le politiche di Controllo di qualità, sono la logica conseguenza della struttura organizzativa di Ri.Nova.

In particolare, sono state espletate le attività di seguito riassunte.

❖ Attività di coordinamento

Le procedure attraverso le quali si è concretizzato il coordinamento dell'intero progetto si sono sviluppate attraverso riunioni e colloqui periodici con il Responsabile Scientifico e con quelli delle Unità Operative coinvolte.

❖ Attività di Controllo

La verifica periodica dell'attuazione progettuale si è realizzata secondo cadenze temporali come erano state individuate nella scheda progetto. Più in particolare, è stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti. Nello specifico è stata condotta nell'ambito dei momenti sotto descritti.

- Verifiche dell'applicazione dei protocolli operativi in relazione a quanto riportato nella scheda progetto;
- Visite ai campi sperimentali e ai laboratori coinvolti nella conduzione delle specifiche attività.

❖ Riscontro di non conformità e/o gestione di modifiche e varianti

Non si sono verificate situazioni difformi a quanto previsto dalla scheda progetto.

Tutte le attività svolte, come previsto nella procedura specifica di processo, sono registrate e archiviate nel fascicolo di progetto e certificate attraverso visite ispettive svolte dal Responsabile Gestione Qualità di Ri.Nova.

Il Sistema Qualità Ri.Nova, ovvero l'insieme di procedure, di misurazione e registrazione, di analisi e miglioramento e di gestione delle risorse, è monitorato mediante visite ispettive interne e verificato ogni 12 mesi da Ente Certificatore accreditato (DNV-GL).

❖ **RISULTATI**

Ri.Nova, nel suo ruolo di capomandatario, ha svolto funzione di coordinatore dell'attività di funzionamento e gestione del Gruppo Operativo (GO), in accordo con gli altri Partner del GO.

È stato individuato come **Referente Scientifico** UNIBO.

In questo primo periodo, Ri.Nova, tramite il proprio personale come **Responsabile Organizzativo del Piano, RP** ha seguito regolarmente e gestito, con le necessarie e opportune documentazioni, tutte le fasi di sviluppo, dall'attivazione anche formale, all'attuale rendicontazione finale, del GO e del relativo Piano, al fine di assicurarne il corretto funzionamento e svolgimento.

Le diverse attività svolte da Ri.Nova, sono di seguito descritte in sintesi.

Successivamente all'approvazione del Piano (Delibera Reg. Emilia-Romagna Num. 2359 del 07/02/2023 BOLOGNA) è stata gestita la fase di costituzione dell'ATS, con tutti i partner del Gruppo Operativo, fino alla sua completa formalizzazione, avvenuta in data 05 Aprile 2023, come da comunicazione inoltrata all'Ente regionale di competenza. Nell'ATS sono anche descritti i ruoli di ciascun partner nell'ambito del GO.

Per la gestione del GO, sin dal **28 Febbraio 2023**, si è proceduto all'attivazione del Piano e, in particolare, delle diverse prove e attività previste nell'AZIONE 3, come concordato dal GO nel corso delle Riunioni di Attivazione, che ha rappresentato anche il momento di

costituzione del Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento del GO. Il CP del Piano è, quindi, composto da:

- Responsabile Organizzativo del Piano (RP) Piano: (Ri.Nova);
- Responsabile Scientifico (RS) (UNIBO);
- Astra - Innovazione e Sviluppo:
- CAVIRO:
- DINAMICA:
- Az. Agr. Domenico Muraro:
- Az. Vitivinicola Corte Beneficio:
- Coop. Sociale Il Ventaglio di ORAV:

È stato, in seguito, realizzato un incontro fra i partner effettivi e associati del GO (**27 Giugno 2023**), per definire lo stato di avanzamento del Progetto. Nel corso di tale riunione sono stati rivisti i contenuti e gli obiettivi del Piano, al fine di avere la più ampia condivisione possibile delle informazioni, di affinare le modalità di realizzazione delle azioni d'innovazione e di rendere operativi rapidi feedback.

Il **RP** si è, quindi, occupato di coordinare nel complesso tutte le attività, animando il GO, seguendone il percorso e verificandone coerenza e buon sviluppo (attraverso contatti telefonici, via WhatsApp, e-mail e mailing list, documentabili dagli strumenti Ri.Nova e incontri specifici). Il **RP** ha favorito lo scambio di informazioni e, quando ritenuto utile, il necessario supporto, sia informativo che logistico, per il buon sviluppo delle sinergie e attività previste dal Piano. Ha, inoltre, stimolato e collaborato per la realizzazione delle azioni di divulgazione, come descritte, di seguito, nell'AZIONE 4.

L'attività di coordinamento e animazione ha visto il **RP** organizzare e partecipare a un totale di 4 incontri (uno di attivazione del progetto e 3 stati di avanzamento) nel periodo 07 Febbraio 2023 - 05 Agosto 2024, e, in particolare, nelle seguenti date:

- **28 Febbraio 2023** (Attivazione del Piano: Tebano, RA);
- **27 Giugno 2023** (Stato di avanzamento: Tebano, RA);
- **31 Gennaio 2024** (Stato di avanzamento: Tebano, RA);
- **30 Maggio 2024** (Stato di avanzamento: Tebano, RA);

Gli interfaccia e le discussioni dei diversi stati di avanzamento hanno fornito utili spunti di miglioramento e di affinamento per alcune prove che hanno permesso l'ottimizzazione dei protocolli.

I fogli firma di tutti gli incontri del GO sopra citati, sono disponibili c/o Ri.Nova e vengono allegati (*Allegato 1*) alla presente Relazione Tecnica.

Per la fase organizzativa e logistica di incontri e delle altre iniziative descritte di seguito, Ri.Nova si è avvalsa della propria segreteria tecnica.

Durante il costante monitoraggio dei lavori e dei risultati via via raggiunti, in caso di scostamenti, sono state valutate le necessarie azioni correttive. Questo è stato gestito anche in relazione ai momenti cruciali nello sviluppo delle diverse prove del Piano (“milestone”). Anche gli incontri sopra citati sono stati utili a questo scopo, oltre ai contatti diretti avuti tra i responsabili di ciascuna prova ed il Responsabile del Piano. A partire dal mese di Luglio 2024, è iniziata, per gran parte delle prove, la fase di analisi e rendicontazione tecnica, e il RP ha fornito tutti gli strumenti, le informazioni e i suggerimenti utili ai partner effettivi per il corretto sviluppo di questa fase dell'attività.

Nella riunione effettuata in data **31 Gennaio 2024** è stata, tra l'altro, messa in luce la necessità di richiedere una proroga di 90 giorni sulla scadenza del Piano, posticipando, quindi, la chiusura del Progetto al 05 Agosto 2024. Tale richiesta era motivata dalla necessità di poter completare rilievi ed analisi su suolo previsti nell'ambito della *sotto-azione 3.1 (Valutazione degli effetti indotti su SUOLO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto)*, le analisi chimico-fisiche e sensoriali dei vini afferenti alla *sotto-azione 3.3 (Valutazione degli effetti indotti su VINO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto)*, le attività della *sotto-azione 3.4: (Valutazione del bilancio delle emissioni di CO₂ in vigneti a seguito della distribuzione di innovative matrici organiche ammendanti)* e alcune iniziative di divulgazione previste nell'ambito dell'AZIONE 4 (Divulgazione) che, a causa dell'alluvione di Maggio 2023, non è stato possibile organizzare.

Al termine del Progetto, il Responsabile del Piano, assieme a tutti i Partner coinvolti, ha completato l'analisi dei risultati ottenuti e predisposto la Relazione Tecnica, oltre alla restante documentazione necessaria per la rendicontazione amministrativo-economica. Ri.Nova si è occupata della gestione e predisposizione della documentazione e del format e ha opportunamente informato e supportato i Partner nella fase di rendicontazione tecnica ed economica.

Oltre alle attività descritte in precedenza, Ri.Nova ha svolto altre funzioni legate al proprio ruolo di referente responsabile in quanto mandatario dell'ATS, quali le attività di interrelazione con la Regione Emilia-Romagna, l'assistenza tecnico-amministrativa agli altri partner, le richieste di chiarimento e la redazione di eventuali richieste di aggiustamento o comunicazioni di altra natura trasmesse poi dal Capofila (Ri.Nova) all'Ente preposto.

Ri.Nova si è, inoltre, occupata dell'aggiornamento della Rete PEI-AGRI in riferimento al Piano, come richiesto dalla Regione, al fine di stimolare l'innovazione, tramite l'apposita modulistica presente sul sito.

Prodotti ottenuti	I prodotti ottenuti da questa azione sono: e-mail, verbali di riunione, report sullo stato di avanzamento, rapporti di audit, rendicontazioni tecniche ed economiche <i>etc.</i> , che attestano l'avvenuto svolgimento del lavoro di esercizio della cooperazione, in coerenza con le procedure previste dal Sistema Qualità Ri.Nova.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.

2.1.2. SPESE DI PERSONALE – AZIONE 1

Cognome e nome	Azienda	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	RI.NOVA	Impiegato	Supporto	27	196	5.292,00
	RI.NOVA	Impiegato	Supporto Amministrazione	27	82	2.214,00
	RI.NOVA	Impiegato	Referente Amministrazione	43	100	4.300,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Coordinamento e supporto tecnico	43	176	7.568,00
					Totale:	€ 19.374,00

2.1.3 AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

2.1.4 Sotto azione 3.1 - Valutazione degli effetti indotti su SUOLO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto.

Azione	AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
	–Sotto AZIONE 3.1: Valutazione degli effetti indotti su SUOLO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto
Unità aziendale responsabile	Ri.Nova, UNIBO, CAVIRO
Descrizione delle attività	<p>Le attività previste nell'ambito del presente Piano di Innovazione si sono svolte in un vigneto della cv. <i>Sauvignon Kretos</i> (varietà resistente alle principali avversità fungine della vite, recentemente autorizzata alla coltivazione in Emilia-Romagna), ubicato a Tebano (Faenza, RA) e hanno previsto il confronto tra 5 Tesi, di seguito riportate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tesi 1: CONTROLLO; • Tesi 2: COMPOST ACFA; • Tesi 3: BIOCHAR (B); • Tesi 4: CB MIX T; • Tesi 5: CB FRESH. <p>Nello specifico, la Tesi 1 non è stata interessata da distribuzione di matrici organiche e funge da testimone; la Tesi 2 è stata trattata solamente con l'aggiunta di compost; la Tesi 3 ha previsto la sola distribuzione di biochar; la Tesi 4 è stata trattata con CB MIX, prodotto commerciale ottenuto dalla miscelazione di compost maturo e biochar; la Tesi 5 ha previsto la distribuzione di ammendante ottenuto dalla co-maturazione di compost e biochar.</p> <p>Ciascuna Tesi è stata replicata 3 volte, in un disegno a blocchi randomizzati, con un totale di n. 15 parcelle (Fig 1).</p>

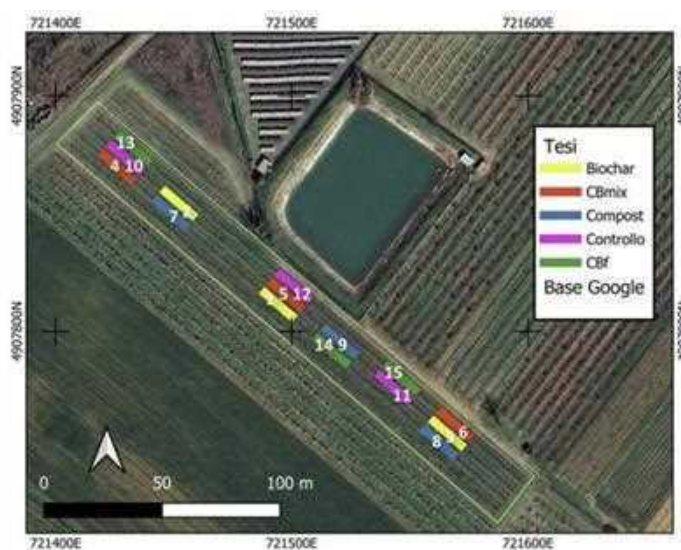


Fig. 1. Localizzazione delle parcelle e dei relativi trattamenti ammendanti all'interno del campo sperimentale. Datum WGS84-UTM32N (EPSG: 32632).

Ogni parcella ha la lunghezza di 15 m, corrispondenti a 15 piante di vite. Per evitare contaminazioni tra le tesi, queste ultime sono separate longitudinalmente da parcella non trattate della lunghezza di 15 m mentre, trasversalmente, è sempre presente un filare non trattato per evitare contaminazioni nei trattamenti ammendanti.

Le 15 parcella all'interno del disegno sperimentale sono codificate come indicato in **Tabella 1**. Ad ognuna è assegnato un numero progressivo da 1 a 15 (Fig. 1), un codice costituito da una lettera maiuscola (A, B, C, D, E) che indica il tipo di trattamento, il numero del filare "f" crescente da sud verso nord e il numero della parcella "p" crescente dal ovest (lato fiume Senio) a est (lato collina).

<i>Numero progressivo</i>	<i>Codice: trattamento/filare/parcella</i>	<i>Tipo trattamento</i>
1	Af4p8	Biochar
2	Af6p4	Biochar
3	Af6p14	Biochar
4	Cf4p2	CBmix
5	Cf6p8	CBmix
6	Cf8p14	CBmix
7	Df4p4	Compost
8	Df4p14	Compost
9	Df6p10	Compost
10	Ef6p2	Controllo
11	Ef6p12	Controllo
12	Ef8p8	Controllo
13	Bf8p2	CBf
14	Bf4p10	CBf
15	Bf8p12	CBf

Tabella. 1. Sistema di codifica delle 15 parcella oggetto di studio, le colorazioni delle parcella riprendono quelle di Fig. 1 e si riferiscono ai tipi di trattamenti.

Le matrici innovative sono state distribuite, alla ripresa vegetativa, il 30/03/2023 ed il 29/05/2024, lungo il filare e successivamente interrate tramite operazione di scalza/rincalzatura.

I campionamenti del suolo sono stati eseguiti in due momenti distinti, il 23/03/2023 ed il 26/02/2024, prima della annuale distribuzione delle matrici in campo.

In ognuna delle 15 parcella interessate dalle prove si è proceduto al campionamento del suolo in più punti. Il materiale raccolto, per ogni parcella, è stato omogenizzato e sottoposto a operazione di quartatura per ridurre il volume del campione finale. Quest'ultimo è stato posto in un sacchetto di polietilene ed identificato con sigla opportuna. Una volta giunti in laboratorio, i campioni sono stati posti a seccare all'aria, e quindi macinati con macinatore a rulli. Il materiale vagliato a 2 mm è stato insacchettato nuovamente in attesa delle successive determinazioni analitiche.

Nell'ambito della presente sotto-azione sono, quindi, stati condotti i seguenti rilievi e analisi:

MONITORAGGIO DELL'ANDAMENTO CLIMATICO

Durante tutta la durata della prova è stato monitorato l'andamento climatico (temperatura, umidità e precipitazioni).

ANALISI FISICO-CHIMICA E MICROBIOLOGICA DEL SUOLO

-Per ciascuna Tesi/replica, all'inizio e alla fine della Prova, sono state eseguite analisi per la determinazione delle caratteristiche fisico-chimiche del suolo: Tessitura, pH, Calcare Totale, Calcare Attivo, Sostanza Organica, Azoto Totale, Fosforo Assimilabile, Potassio, Sodio, Calcio e Magnesio Scambiabili, Ferro, Manganese, Zinco, Rame, Boro e Zolfo Assimilabili, Indice di Salinità, Cloro, Potassio, Sodio, Calcio e Magnesio Idrosolubili, Capacità di Scambio Cationico e Acidità di Scambio su campioni di suolo prelevati alla profondità di 0-40 cm.

-Inoltre, per sei volte (dall'inizio alla fine della prova) è stato eseguito il monitoraggio dell'Azoto minerale: prelievo del campione di terreno a due profondità in tutte le parcelle.

-Per ciascuna tesi/replica, a inizio e fine prova, è stata effettuata un'analisi microbiologica del suolo al fine di valutare l'evoluzione della flora microbica, sia in termini qualitativi che quantitativi.

-Sono stati posizionati sensori per rilevare temperatura e umidità del suolo e CE a due profondità con data logger con sonda Dekagon device 5TE (intervallo 15 min) per interpretare le dinamiche della sostanza organica nel suolo e fornire dati utili a creare correlazioni fra andamento stagionale e disponibilità degli elementi per la vite. Questo ha permesso di eseguire concimazioni integrative solo quando il terreno sia nelle condizioni di limitare al massimo le perdite di azoto. L'annotazione sul quaderno di campagna dei dati rilevati dai sensori in occasione delle principali operazioni colturali, ha permesso di riuscire a creare un archivio storico utilizzabile in futuro. I dati di pioggia e di temperatura sono serviti poi a indirizzare gli interventi di difesa limitandone il numero quando non vi siano le condizioni predisponenti lo sviluppo della malattia.

RISULTATI

– ANDAMENTO METEOROLOGICO 2023

Il 2023 si è rivelata un'annata particolarmente difficile sotto il profilo meteorologico per i produttori vitivinicoli e non solo. Ad un inverno mite sono seguiti mesi contraddistinti per l'occorrenza di numerosi e rilevanti eventi eccezionali, che hanno letteralmente messo in ginocchio il comparto agricolo regionale.

In particolare, le piogge di Gennaio hanno raggiunto un valore totale medio regionale di 87,3 mm, di 30,8 mm superiore alla media, mentre nei due mesi successivi sono stati registrati valori inferiori alla media. Ad Aprile, le temperature, salvo un rilevante abbassamento a inizio mese, hanno mostrato valori nella norma, mentre le piogge hanno raggiunto un valore totale medio regionale di 26,7 mm. Nello specifico, in data 24 Aprile, il settore centrale e orientale della Regione sono stati interessati da temporali accompagnati anche da grandine.

Maggio è stato un mese tristemente rappresentativo delle gravi conseguenze del cambiamento climatico. Le temperature hanno riscontrato un valore medio regionale di 15,9 °C. Le piogge mensili hanno raggiunto un valore totale medio regionale di 250,7 mm.

È importante sottolineare come il mese di Maggio sia stato caratterizzato da numerosi ed eccezionali eventi rilevanti. In particolare, dall'01 al 03 Maggio, diffuse e persistenti precipitazioni, con valori cumulati oltre 250 mm in alcune zone, hanno interessato in modo significativo la parte centro-orientale della Regione, soprattutto dalle aree pedecollinari ai rilievi, provocando piene e rotte di argini con allagamenti, e fenomeni di dissesto idrogeologico. Tra il 9 e 10 Maggio, abbondanti precipitazioni hanno riguardato soprattutto la pianura modenese, bolognese e ferrarese e sono inspite sui suoli già saturi dal precedente evento, nella parte centro-orientale della Regione. A questo è, quindi, seguito l'evento del 12-14 Maggio, durante il quale gli accumuli più significativi del giorno 12 hanno provocato allagamenti in vari comuni del bolognese e la grandine ha danneggiato le colture nelle province di Bologna e Forlì-Cesena. L'evento più significativo è risultato quello del 16-17 Maggio, quando ingenti precipitazioni, diffuse e persistenti (molto simili all'evento dell'01-03 Maggio per quantitativi e zone più colpite) hanno interessato, in particolare, la parte centro-orientale della Regione, con significativa insistenza sui rilievi da Bologna a Forlì-Cesena. La media regionale sulle 48 ore era di 73,2 mm e il giorno 16 si sono registrati massimi giornalieri elevatissimi (205,6 mm nella stazione di Trebbio, nella valle del Lamone). Alla fine dell'evento, la cumulata da inizio mese di alcune stazioni si è avvicinata e in un caso ha superato i 600 mm!

Queste condizioni estreme hanno provocato danni ingenti su grandi porzioni di territorio, anche a causa delle difficoltà incontrate dalle acque a defluire verso il mare. Nello specifico, sono state contate 23 esondazioni, varie rotte di argini, allagamenti di centri urbani e campi coltivati con danni gravissimi. Si sono, inoltre, verificati alcune centinaia di fenomeni franosi, in particolare nelle Province di Bologna, Ravenna e Forlì-Cesena, e secondariamente anche nelle province di Modena e di Reggio Emilia. I comuni coinvolti sono risultati 41. Infine, il 24 Maggio, precipitazioni intense, anche a carattere temporalesco, hanno colpito la parte occidentale dell'Emilia-Romagna, in particolare il parmense e l'Appennino reggiano, dove si sono verificate esondazioni e allagamenti.

In **Figura 2** sono riportate le Temperature minime, medie e massime e i valori di Umidità Relativa media giornalieri, mentre in **Figura 3** sono rappresentati i valori delle precipitazioni piovose rilevati dalla capannina meteorologica IFARMING, ubicata nelle immediate vicinanze del vigneto oggetto di studio, a Tebano (RA), dal 1 Aprile al 30 Settembre 2023.

Per quanto riguarda il sito di Tebano, l'annata 2023 si è rivelata piuttosto difficile sotto il profilo meteorologico. Dopo un inverno mite, si è, infatti, contraddistinta per l'occorrenza di numerosi e rilevanti eventi eccezionali (diffuse e persistenti precipitazioni nei mesi primaverili, grandine, forti raffiche di vento e temperature torride nei mesi estivi).

In particolare, a Maggio, sono state registrate copiose precipitazioni piovose pari a 458 mm, di cui circa 430 mm da inizio mese al 16 Maggio.

Nei mesi di Giugno, Luglio e Agosto sono state rilevate, in diverse giornate, temperature massime al di sopra dei 35°C, con picchi di 40°C e valori medi delle minime pari a 18°C. In tali mesi sono piovuti

complessivamente 102,4 mm.

Dal 01 Aprile al 30 Settembre, i valori di umidità sono oscillati tra il 41 e 94%. Nello stesso periodo sono stati registrati 590 mm, di cui il 77,6 % a Maggio, concentrati in corrispondenza di alcune date. In particolare, si sono verificati due picchi eccezionali di precipitazioni: il primo il 02 Maggio, con 138 mm, il secondo il 16 Maggio, con 113,4 mm.

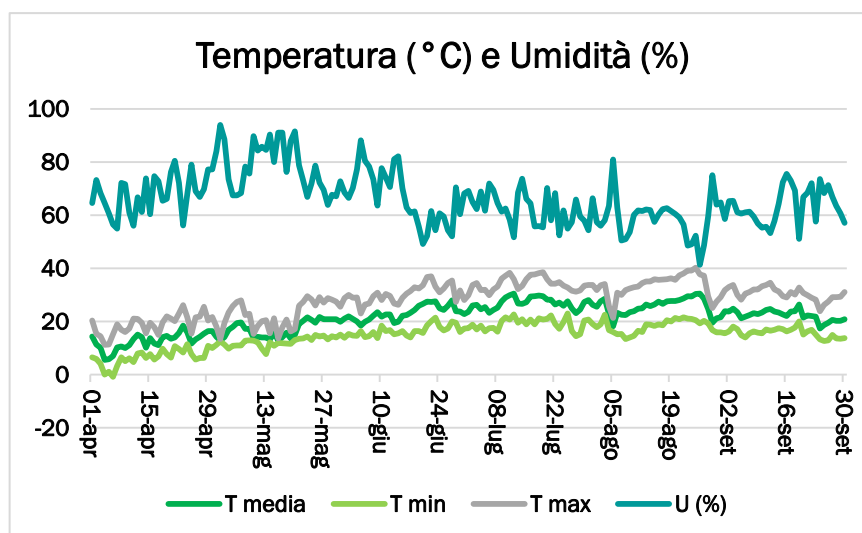


Figura 2: Temperature media, minima e massima e Umidità relativa giornaliera (capannina IFARMING, Tebano, RA), nel periodo 01 Aprile - 30 Settembre 2023.

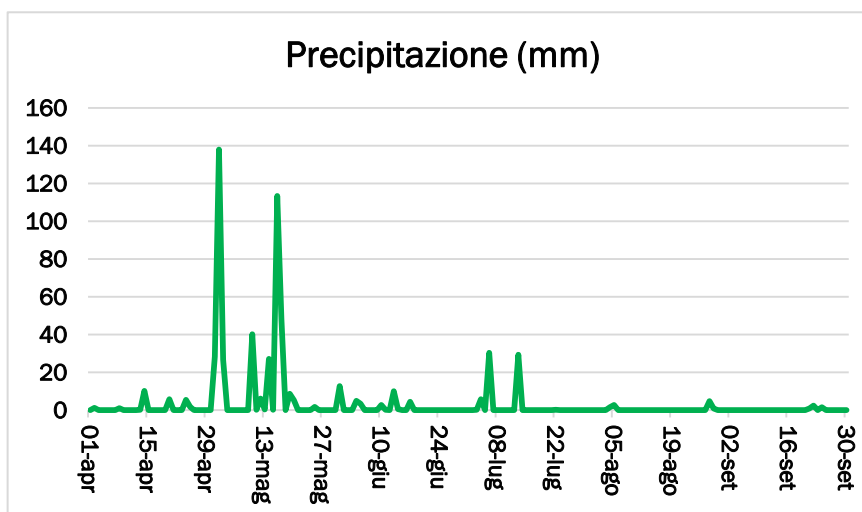


Figura 3: Precipitazione cumulata (capannina IFARMING, Tebano, RA), nel periodo 01 Aprile - 30 Settembre 2023.

– ANDAMENTO METEOROLOGICO 2024

Analizzando nel dettaglio l'andamento meteorologico dell'annata in **2024**, dall'analisi dei dati ARPAE emerge come le temperature dei mesi invernali e di inizio primavera (gennaio, febbraio e marzo) siano risultate complessivamente superiori al clima 1991-2020. Complessivamente, l'inverno meteorologico (dicembre 2023, gennaio e febbraio 2024) è risultato il più caldo dal 1961, con una temperatura media di 6,6 °C, rispetto alla norma climatica di 3,9 °C. Nei mesi successivi le anomalie sono risultate più

contenute, ma complessivamente positive. Le precipitazioni cumulate del primo semestre risultano, come media regionale, superiori alla mediana di oltre 200 mm.

Analizzando l'andamento mensile, a gennaio si osserva un'anomalia termica media di +1,4 °C e precipitazioni in surplus di +40%, prevalentemente attribuibili all'evento estremo del 5-7; a febbraio le temperature medie hanno superato la norma climatica di +4,2 °C e le precipitazioni hanno registrato un'anomalia di +72%, dovuta anche alle piogge intense e persistenti di fine mese, con conseguenti impatti sul territorio; a marzo le temperature medie hanno superato la norma climatica di +2,1 °C e le precipitazioni hanno segnato un'anomalia di +54%; ad aprile si sono registrate temperature oltre la norma di +1,0 °C, nonostante le nevicate fino a quote collinari tra il 20 e il 22, e precipitazioni nella norma; maggio è stato l'unico mese più freddo della norma (-0,3 °C), con precipitazioni in surplus di +57% dovute a numerosi episodi intensi nella seconda metà del mese, tra cui si segnalano i temporali che il giorno 25 hanno interessato l'Appennino bolognese e la provincia di Forlì-Cesena dove hanno apportato i maggiori danni, in particolare allagamenti nelle città di Forlì e Cesena, grandine e forti raffiche. Le temperature di giugno sono risultate complessivamente superiori al clima 1991-2020 di +0,3 °C, con un valore medio regionale di 21,1 °C. L'anomalia positiva è imputabile prevalentemente alle temperature minime più alte della media. Le piogge del mese hanno raggiunto un valore totale medio regionale di 98,3 mm, superiore di 32,8 mm rispetto al valore medio climatico (+50,1%).

Il valore così elevato è dovuto quasi totalmente all'evento dal 23 al 25 giugno, quando forti precipitazioni hanno colpito la regione e, in particolare, i rilievi del settore modenese e reggiano, dove le cumulate dell'evento hanno raggiunto un massimo di oltre 220 mm. Le piogge hanno provocato piene di fiumi, allagamenti e ingenti danni. Come anticipato in premessa, l'anno in corso ha mostrato fino ad ora le conseguenze del cambiamento climatico manifestandosi con una aumentata frequenza degli eventi estremi. Infatti se ci limitassimo all'analisi dei valori medi di temperatura e di precipitazione, non noteremmo l'eccezionalità dell'anno in corso che pure ha riservato trend eccezionali. L'anno è iniziato con temperature molto elevate rispetto alla media climatologica raggiungendo i massimi storici tra il 4 e 5 di gennaio. La medesima situazione si è riproposta a inizio febbraio, tra il 5 e il 16 di aprile e nella seconda decade del mese di luglio. A compensazione si sono presentati momenti di freddo severo in particolare nel periodo tra il 17 e il 27 di aprile, periodo nel quale si è raggiunto il minimo di sempre nei giorni 23 e 24 di aprile, con temperature scese al di sotto dello zero termico in una vasta parte della regione. Il mese di giugno, così come l'inizio di luglio, ha mostrato inoltre un intervallarsi periodico di situazioni di caldo e di freddo al di fuori della normalità climatica con cadenza molto regolare, con minimi il 2/6, il 13/6, il 23/6 e il 2/7 e massimi nei giorni 8/6, 19/06, 29/6 e 11/7.

Per quanto riguarda le precipitazioni, l'anno in corso fino ad ora ha mostrato una pluviometria consistente. In particolare da segnalare la seconda settimana di gennaio, la settimana a cavallo tra febbraio e marzo ed il periodo dal 20 al 25 di giugno. Questi eventi hanno colpito con maggiore intensità la parte centro - occidentale della Regione portando ad un cumulado medio prossimi ai valori massimi storici di precipitazione regionale (al 10 luglio 599 mm nel 2024 confrontato con il massimo di 649 mm per questa data). La situazione di precipitazione non è omogenea su tutta la regione e

questo sta comunque portando a scarsità idriche in particolare nella bassa romagna.

In **Figura 4** sono riportate le Temperature minime, medie e massime e i valori di precipitazioni piovose rilevati dalla capannina meteorologica IFARMING, ubicata nelle immediate vicinanze del vigneto oggetto di studio, a Tebano (RA), dal 1 gennaio al 31 luglio 2024.

Anche per quanto riguarda il sito di Tebano, l'annata 2024 rispecchia quanto avvenuto nel resto della regione. Le temperature medie sono state costantemente al di sopra dei valori medi attesi per il periodo considerato; infatti, se si esclude una breve inversione di tendenza nel mese di maggio e nel mese di giugno, le temperature medie sono risultate di circa 1 grado in più rispetto al 2023.

Nei mesi di Giugno, e Luglio sono state rilevate, in diverse giornate, temperature massime al di sopra dei 35°C, con picchi di 38/40°C e valori medi delle minime intorno ai 20°C. In tali mesi sono piovuti complessivamente poco più di 50 mm!

Dal 01 gennaio al 31 luglio, sono stati registrati 326 mm, di cui 75 mm in Gennaio, caduti in poco più di una settimana e 88 mm a Maggio, in tal caso distribuiti in modo costante nelle quattro settimane.

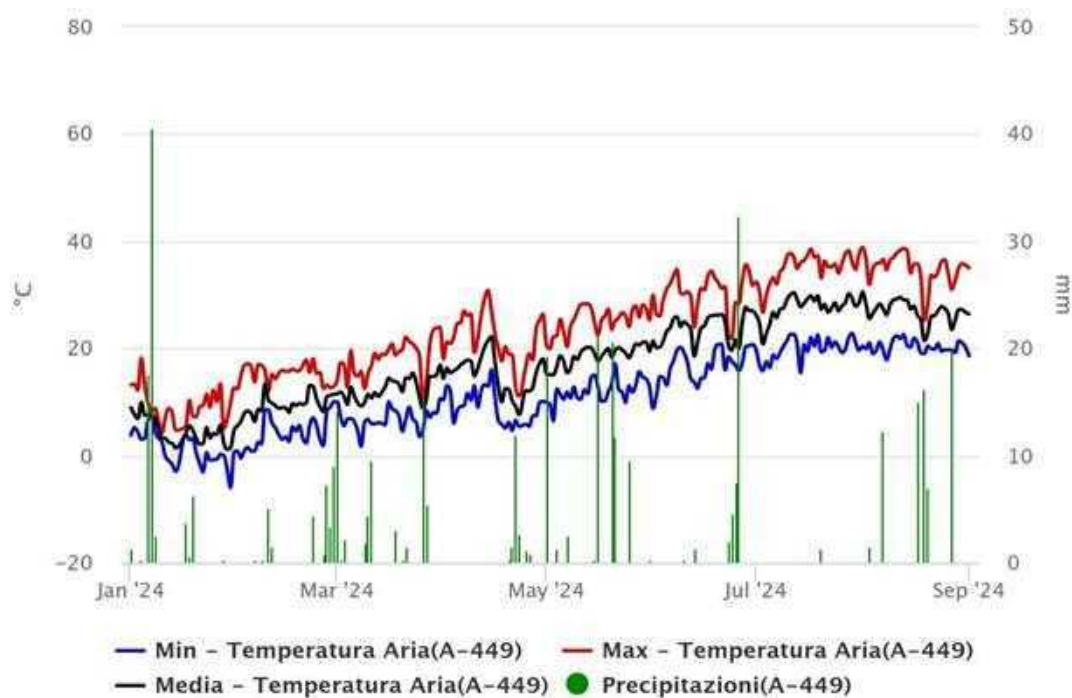


Figura 4: Temperature media, minima e massima e precipitazioni (capannina IFARMING, Tebano, RA), nel periodo 01 Gennaio - 31 Luglio 2024.

– ANALISI FISICO-CHIMICA E MICROBIOLOGICA DEL SUOLO

Di seguito verranno descritti i risultati e le relative considerazioni in merito ai singoli parametri chimico-fisici e microbiologici del suolo analizzati:

Valutazione della variazione di SOC nel suolo di diversi scenari agronomici.

Nelle **Tabelle 2a e 2b** sono riportati i risultati dei campionamenti di suolo realizzati a marzo 2023 e febbraio 2024, prima della periodica distribuzione in campo delle matrici ammendanti. Come è possibile osservare, al riguardo del carbonio organico (Corg), si nota come solamente la tesi Compost e, in misura molto limitata, la tesi di Controllo presentino un leggero aumento nel contenuto di Corg nel periodo considerato, sia a livello medio che in tutte le singole parcelle. Di contro, tutte le altre tesi (Biochar, CBmix e CBf) evidenziano una diminuzione media, seppur con alcune eccezioni di trend a livello delle singole parcelle che denotano la maggior variabilità di questi trattamenti. Da un lato, per la tesi Biochar, tale decremento potrebbe risultare fisiologico, visto che la distribuzione del biochar è avvenuta solamente nel 2019 e non è stata più ripetuta. Per quanto riguarda invece le tesi CBmix e CBf, tale diminuzione risulta attesa ed è da ricondurre ad una dose non sufficiente di ammendante apportato per mantenere costante il tenore di sostanza organica sul lungo periodo. I valori tra le parcelle del medesimo trattamento presentano variazioni contenute all'interno del controllo, mentre all'interno dei trattamenti di CBmix e CBf si hanno le maggiori variazioni tra le parcelle, specialmente a marzo 2023. Tale variabilità potrebbe essere legata alle caratteristiche insite nella matrice ammendante, la quale conferisce una visibile eterogeneità allo strato di suolo interessato dalla sua distribuzione.

N°	Parcella	C org. (%)	
		2023	2024
1	Af4p8	1.47	1.31
2	Af6p4	1.57	1.44
3	Af6p14	1.55	1.20
4	Cf4p2	3.19	1.77
5	Cf6p8	1.80	1.85
6	Cf8p14	2.51	1.76
7	Df4p4	1.41	1.62
8	Df4p14	1.34	1.62
9	Df6p10	1.43	1.48
10	Ef6p2	1.08	1.20
11	Ef6p12	1.10	1.11
12	Ef8p8	0.95	1.01
13	Bf8p2	2.14	1.96
14	Bf4p10	2.50	1.55
15	Bf8p12	1.70	2.00

Tab. 2a. Valori del carbonio organico ad inizio e fine progetto, delle singole parcelle, raggruppate per tipo di trattamento (1, 2, 3: Biochar; 4, 5, 6: CBmix; 7, 8, 9: Compost; 10, 11, 12: Controllo; 13, 14, 15: CBf)

Elemento	Unità di	Biochar		CBmix		Compost		Controllo		CBf	
		2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024

	misura											
C organico	%	Media	1.53	1.32	2.50	1.79	1.39	1.57	1.04	1.11	2.11	1.83
	%	Dev. st.	0.12	0.12	0.70	0.05	0.05	0.08	0.08	0.09	0.40	0.25

Tab. 2b. Valori del carbonio organico ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media e deviazione standard dei valori di 3 parcelle.

Oltre al carbonio organico sono stati valutati gli effetti dei trattamenti ammendanti su **altri elementi della fertilità**, ed i risultati emersi sono riportati in **Tab. 3** e di seguito commentati:

Per quanto riguarda l'azoto totale (**N tot**), ad eccezione della tesi Compost che evidenzia una sostanziale stabilità nella dotazione del suolo, tutte le altre tesi evidenziano una diminuzione delle concentrazioni, modesta per le tesi Biochar e Controllo, leggermente più consistente per CBmix e CBf. Così come anticipato per il carbonio organico, anche in questo caso, si può ipotizzare un non sufficiente apporto di ammendante all'origine di questi risultati. Similmente a quanto osservato nel C organico, le variazioni dei valori all'interno dei trattamenti sono maggiori nel CBmix e nel CBf, specie nel marzo 2023, mentre nel controllo vi sono le variazioni più contenute.

Relativamente al fosforo assimilabile (**P ass**), solamente le tesi Biochar e Compost evidenziano un incremento nelle concentrazioni nell'arco temporale considerato mentre, le tesi CBmix, CBf e Controllo, evidenziano una diminuzione delle concentrazioni di P ass. Le variazioni di P ass. all'interno dei trattamenti sono maggiori nel CBmix e nel CBf, specie nel marzo 2023, mentre nel controllo sono più contenute.

Al riguardo del potassio assimilabile (**K ass**), si osserva un particolare aumento nella tesi Controllo nel periodo considerato. Incrementi sensibili si hanno anche nelle tesi Biochar e Compost, mentre nella tesi CBmix il tenore di K rimane praticamente invariato e in CBf si osserva una leggera diminuzione.

Le variazioni di K ass all'interno dei trattamenti sembrano essere presenti a prescindere dall'anno e dalla tesi considerata.

Elemento	Unità di misura		Biochar		CBmix		Compost		Controllo		CBf	
			2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
N totale	%	Media	0.15	0.14	0.21	0.17	0.18	0.18	0.15	0.14	0.20	0.17
	%	Dev. st.	0.003	0.004	0.034	0.002	0.04	0.08	0.008	0.003	0.02	0.014
P assim.	mg kg-1	Media	12.8	13.9	77.5	53.2	34.5	48.0	11.3	10.2	46.4	38.1
	mg kg-1	Dev. st.	2.91	1.41	35.4	5.12	8.29	3.78	1.29	2.99	16.3	1.60
K assim.	mg kg-1	Media	155	177	221	222	178	207	100	164	259	237
	mg kg-1	Dev. st.	48.3	32.5	12.2	40.5	31.0	44.4	11.4	23.5	56.7	33.7

Tab. 3. Valori dei principali elementi della fertilità ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media e deviazione standard dei valori di 3 parcelle.

Altri parametri sono stati monitorati nel corso della sperimentazione onde verificarne l'andamento in relazione ai trattamenti realizzati.

Le concentrazioni di **sabbia, limo e argilla** (Tab. 4) rispecchiano le caratteristiche intrinseche dei suoli. In tutte le parcelle a prescindere dal trattamento, la frazione predominante è il limo che varia dal 50 al 59%, seguito dall'argilla con il 30 al 39%. La sabbia resta sempre inferiore al 20%. Questo porta tutte le parcelle ad avere una tessitura franco argilloso limosa con variazioni piuttosto ridotte. I suoli con tale tessitura rientrano nel medio impasto, presentano una buona capacità di acqua disponibile e una buona lavorabilità.

N°	Parcelle	Sabbia 2000-50 um	Limo 50-2 um	Argilla < 2 um	Tessitura USDA
		g kg⁻¹	g kg⁻¹	g kg⁻¹	
1	Af4p8	70	552	378	FLA
2	Af6p4	186	501	313	FLA
3	Af6p14	75	553	372	FLA
4	Cf4p2	100	591	310	FLA
5	Cf6p8	95	532	372	FLA
6	Cf8p14	101	542	357	FLA
7	Df4p4	157	549	295	FLA
8	Df4p14	74	580	346	FLA
9	Df6p10	83	531	386	FLA
10	Ef6p2	131	551	318	FLA
11	Ef6p12	60	564	376	FLA
12	Ef8p8	91	541	367	FLA
13	Bf8p2	135	539	325	FLA
14	Bf4p10	109	527	365	FLA
15	Bf8p12	80	550	369	FLA

Tab. 4. Valori della concentrazione di sabbia, limo, argilla e classificazione della tessitura rispetto al sistema USDA nel campionamento iniziale del 2023

Il **pH** (Tab. 5) risulta in parte influenzato dalle caratteristiche intrinseche dei suoli del campo sperimentale. Oltre ad una generale elevata variabilità del dato all'interno dei trattamenti, si evidenzia un leggero incremento dei valori in tutte le tesi, eccezion fatta per la tesi Biochar che presenta valori più stabili.

Il monitoraggio della conduttività elettrica (CE) non ha evidenziato situazioni critiche in seguito all'apporto delle biomasse testate, con un generale andamento in decrescita dopo un iniziale innalzamento. Anche qui si osserva una certa variabilità dei dati all'interno di tutti i trattamenti.

Parametro	Unità di misura		Biochar		CBmix		Compost		Controllo		CBf	
			2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Reazione in H2O	pH	Media	8.05	7.91	7.95	8.09	8.01	8.02	8.18	8.02	8.12	8.18
		Dev. st.	0.09	0.23	0.15	0.07	0.09	0.22	0.11	0.31	0.17	0.04
CE 1:2.5	dS m ⁻¹	Media	0.152	0.117	0.197	0.161	0.164	0.141	0.135	0.120	0.201	0.186
		Dev. st.	0.003	0.037	0.030	0.044	0.002	0.023	0.053	0.039	0.015	0.026

Tab. 5. Valori del pH e della conduttività elettrica (CE) con rapporto suolo:acqua 1:2.5 ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media dei valori di 3 parcelle.

Il **calcarea totale** e il **calcarea attivo** (Tab 6) rispecchiano le caratteristiche intrinseche del suolo. Nelle parcelle più vicine al fiume Senio (p2 e p4) i suoli presentano un moderato contenuto di calcarea totale. Se invece ci si sposta nelle parcelle più vicine al lato opposto del vigneto (p8, p10, P12 e p14) il contenuto di calcarea totale è in tracce o nullo. Le piccole differenze tra inizio e fine progetto sono imputabili all'eterogeneità del suolo e all'incertezza del campionamento. Sulla base delle conoscenze pregresse legate a campionamenti di interi profili pedologici nelle diverse aree del vigneto, si può ipotizzare che nelle parcelle prossime al fiume sia in atto un processo di decarbonatazione, mentre nelle parcelle più distanti questo processo abbia raggiunto il suo termine. Verosimilmente il substrato vicino al fiume potrebbe essere di più recente deposizione rispetto a quello più distale. Minore è il contenuto di calcarea totale e maggiore è la frazione che di questo ne costituisce la parte attiva.

Posizione parcella	Nome parcella	Calcarea totale (g kg ⁻¹)		Calc. att. (g kg ⁻¹)
		2023	2024	2023
1	Af4p8	0	7	0
2	Af6p4	37	40	22
3	Af6p14	0	0	0
4	Cf4p2	134	132	66
5	Cf6p8	0	0	0
6	Cf8p14	0	3	0
7	Df4p4	55	51	21
8	Df4p14	0	0	0
9	Df6p10	0	0	0
10	Ef6p2	117	108	54
11	Ef6p12	0	0	0
12	Ef8p8	0	0	0
13	Bf8p2	145	147	78
14	Bf4p10	5	6	5
15	Bf8p12	0	7	0

Tab. 6. Valori del calcarea totale ad inizio e fine progetto e del calcarea attivo ad inizio progetto.

La capacità di scambio cationico (**CSC**) riportata in **Tab.7** presenta valori medi molto omogenei nelle diverse tesi, compresi nell'intervallo 23-27 cmol(+) kg⁻¹. Tali valori risultano nel complesso discreti ma occorre segnalare come, in questa prova specifica, non sia risultato possibile verificare il contributo del biochar ad un suo incremento. Una possibile spiegazione a tale evidenza potrebbe risiedere nella già buona dotazione di base dei suoli del campo sperimentale, evidenziata nella tesi Controllo, o nella metodica analitica adottata nella sua determinazione, che potrebbe risultare non appropriata nel caso di analisi di sospensioni di suolo e biomasse leggere, come nel caso del biochar

Parametro	Unità di misura	Biochar		CBmix		Compost		Non T		CBf	
		2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
CSC	cmol kg ⁻¹	23.3	24.0	24.5	25.4	25.2	26.3	24.2	24.9	25.8	25.3

Tab. 7. Valori della capacità di Scambio cationico (CSC) ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media dei valori di 3 parcelle.

Le basi estraibili presentano una distribuzione dei principali cationi abbastanza omogenea, dove il calcio (Ca²⁺) ricopre buona parte del complesso di scambio, seguito un ordine di grandezza sotto dal magnesio (Mg²⁺), in quantità ancora inferiori dal potassio (K⁺) e in ultimo dal sodio (Na⁺).

Trattamento	Anno	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
		cmol(+) kg ⁻¹			
Biochar	2023	20.6	2.22	0.40	0.09
Biochar	2024	20.9	2.52	0.45	0.13
CBmix	2023	20.7	3.12	0.56	0.17
CBmix	2024	21.3	3.34	0.57	0.13
Compost	2023	22.0	2.63	0.46	0.15
Compost	2024	22.8	2.88	0.53	0.14
Non T	2023	21.6	2.15	0.25	0.16
Non T	2024	22.0	2.39	0.42	0.12
CBf	2023	22.8	2.12	0.66	0.19
CBf	2024	22.1	2.42	0.61	0.12

Tab. 8. Valori delle basi estraibili in bario cloruro a pH 8.2 ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media dei valori di 3 parcelle.

Al riguardo della concentrazione degli anioni solubili (**Tab. 9**), le tesi con apporto di compost, da solo (Compost) o in miscela con biochar (CBmix e CBf), hanno fatto registrare un leggero aumento nel contenuto di nitrati (NO₃⁻), solfati (SO₄²⁻) e cloruri (Cl⁻) rispetto alla tesi di Controllo. In tutte le tesi confrontando inizio e fine trattamento vi è stata una diminuzione di bicarbonati (HCO₃⁻) e nitrati ed un aumento di solfati e cloruri.

Trattamento	Anno	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
-------------	------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-----------------

		mmol(-) kg-1			
Biochar	2023	4.25	0.25	0.15	0.18
Biochar	2024	2.79	0.17	0.22	0.40
CBmix	2023	4.75	0.46	0.34	0.21
CBmix	2024	3.04	0.20	0.89	0.53
Compost	2023	4.67	0.30	0.34	0.13
Compost	2024	2.96	0.21	0.39	0.53
Non T	2023	4.17	0.19	0.29	0.15
Non T	2024	2.67	0.22	0.28	0.50
CBf	2023	4.75	0.40	0.34	0.17
CBf	2024	3.33	0.33	0.82	0.58

Tab. 9. Valori della concentrazione degli anioni solubili ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media dei valori di 3 parcelle.

Relativamente alle concentrazioni delle basi solubili (**Tab. 10**), le tesi con apporto di compost da solo (Compost) o in miscela con biochar (CBmix e CBf), hanno fatto registrare un leggero aumento nel contenuto di calcio (Ca²⁺), magnesio (Mg²⁺) e potassio (k⁺). In tutte le tesi confrontando inizio e fine trattamento vi è stata una diminuzione di calcio, mentre più incerto il trend delle altre basi.

Trattamento	Anno	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
		mmol(+) kg-1			
Biochar	2023	4.19	0.61	0.15	0.65
Biochar	2024	2.11	0.59	0.22	0.84
CBmix	2023	5.14	0.88	0.22	1.23
CBmix	2024	3.39	0.70	0.14	1.06
Compost	2023	5.31	0.66	0.14	0.98
Compost	2024	2.49	0.68	0.15	0.75
Non T	2023	3.71	0.47	0.10	0.96
Non T	2024	2.09	0.58	0.15	0.98
CBf	2023	4.90	0.61	0.23	1.23
CBf	2024	3.27	0.69	0.19	1.19

Tab. 10. Valori della concentrazione delle basi solubili ad inizio e fine trattamento. Media dei valori di 3 parcelle.

Il boro solubile (o assimilabile), come si evince dalla **tabella 11**, si presenta con valori maggiori nelle tesi ammendate con CBmix, Compost e CBf, ossia dove è presente il compost, valori un poco inferiori si osservano nel trattamento a Biochar, mentre nel controllo si hanno le concentrazioni più basse. Nel controllo e nei trattamenti a Biochar e Compost si ha un leggero aumento dall'inizio alla fine del progetto, mentre nel CBmix è costante e nel CBf diminuisce leggermente.

Secondo Kelling (1999) per suoli con tessitura simile a quelli del campo sperimentale le dotazioni di B solubile spaziano dal basso (0.4-0.8 mg kg⁻¹) all'optimum (0.9-1.5 mg kg⁻¹). Pertanto, nelle tesi di Controllo e Biochar potrebbero verificarsi possibili carenze di boro, specialmente per piante sensibili quali la vite (<https://scienzadelsuolo.org/revisione.php>). Nel 2024 si osserva una maggiore

variabilità all'interno di tutti i trattamenti.

Elemento	U. di misura		Biochar		CBmix		Compost		Controllo		CBf	
			2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
B solubile	mg kg ⁻¹	Media	0.690	0.730	1.18	1.08	0.923	1.11	0.510	0.723	1.05	0.890
	mg kg ⁻¹	Dev. st.	0.035	0.111	0.12	0.103	0.012	0.106	0.092	0.117	0.49	0.072

Tab 11. Valori della concentrazione del boro solubile (o assimilabile) ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media e deviazione standard dei valori di 3 parcelle.

In tutti e sei i metalli considerati (**Tabella 12**), la frazione assimilabile aumenta in diversa misura da inizio a fine progetto. Questo si osserva in tutti i tipi di trattamento compreso il Controllo. Particolarmente evidenti sono gli aumenti di manganese (Mn) e ferro (Fe) per i quali occorrerà fare ulteriori indagini per validare meglio questi valori. Significativi sono anche gli aumenti di nickel (Ni) e piombo (Pb) assimilabile, mentre più contenuti appaiono gli aumenti di zinco (Zn) e rame (Cu) assimilabile. Relativamente al Cu assimilabile, le concentrazioni più alte si osservano nel CBf e nel Controllo a confronto degli altri trattamenti. Nel Fe i valori più alti iniziali e finali si hanno nel Compost e CBmix. La stessa cosa si osserva per il Ni, mentre per lo Zn assimilabile le concentrazioni maggiori si osservano nei trattamenti con compost e ancora di più dove questo è miscelato con biochar (CBmix, CBf). I valori di Pb assimilabile sembrano essere meno in relazione alla presenza di un particolare trattamento essendo i valori nel Controllo superiori ad alcuni degli altri trattamenti.

Trattamento	Anno		Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
			mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
Biochar	2023	Media	9.6	8.8	11.8	0.40	1.64	1.23
Biochar		Dev. st.	3.5	1.4	0.6	0.04	0.17	0.14
Biochar	2024	Media	13.7	33.6	114	1.61	3.24	1.87
Biochar		Dev. st.	4.3	7.3	4.7	0.21	0.38	0.09
CBmix	2023	Media	9.6	13.5	12.7	0.49	1.94	3.23
CBmix		Dev. st.	2.3	1.2	1.0	0.01	0.55	0.96
CBmix	2024	Media	13.6	40.1	109	1.58	2.93	3.74
CBmix		Dev. st.	3.3	2.7	13.4	0.18	0.18	0.27
Compost	2023	Media	8.9	15.5	14.9	0.57	2.20	1.87
Compost		Dev. st.	2.6	2.5	2.2	0.13	0.76	0.13
Compost	2024	Media	12.0	46.5	138	1.94	3.11	2.91
Compost		Dev. st.	2.8	5.3	10.4	0.16	0.29	0.23
Non T	2023	Media	10.0	10.4	13.9	0.44	1.78	1.12
Non T		Dev. st.	2.9	3.2	4.6	0.16	0.60	0.36
Non T	2024	Media	14.2	32.6	110	1.56	3.49	1.78
Non T		Dev. st.	4.1	8.5	9.2	0.25	0.79	0.59
CBf	2023	Media	10.8	12.3	12.8	0.36	1.45	2.23
CBf		Dev. st.	2.3	2.4	1.9	0.07	0.19	0.49
CBf	2024	Media	15.2	35.8	106	1.39	3.25	3.01

CBf		Dev. st.	4.2	2.7	5.3	0.06	0.30	0.70
-----	--	----------	-----	-----	-----	------	------	------

Tab 12. Valori della concentrazione di rame, ferro, manganese, nickel, piombo e zinco assimilabili ad inizio e fine progetto, distinti per tipologia di trattamento. Media e deviazione standard di valori di 3 parcelle.

- MONITORAGGIO AZOTO

Di seguito si riportano i dati relativi al monitoraggio dell'andamento di azoto nel terreno nell'annata **2023**. In data 16 Marzo (tempo zero) è stato eseguito il primo campionamento di suolo (0-30 cm; 30-60 cm) per il monitoraggio dell'andamento di azoto nitrico (**Tabella 13**) e ammoniacale (**Tabella 14**). La distribuzione delle matrici è avvenuta successivamente al primo prelievo, in data 30 Marzo 2023.

Oltre al tempo zero, i valori di azoto nitrico e ammoniacale sono stati monitorati in corrispondenza delle fasi di post-allegagione, post-raccolta e riposo vegetativo.

In data 16 Marzo, nei primi 30 cm di terreno, sono state evidenziate concentrazioni di azoto nitrico più elevate nelle Tesi COMPOST e CB MIX, rispetto a BIOCHAR e CONTROLLO. La Tesi CB FRESH ha mostrato valori simili alle altre Tesi. Si ricorda che, nel vigneto oggetto della Prova, la distribuzione delle matrici è iniziata a partire dal 2019, ad eccezione che nella Tesi CB FRESH. Questo giustifica la presenza di valori più elevati di azoto nitrico, sin dal tempo zero, nelle parcelle in cui è stato distribuito COMPOST e CB MIX. In data 26 Giugno, nello stesso strato, sono stati registrati livelli statisticamente più elevati di azoto nitrico nella Tesi CB MIX. Le Tesi COMPOST e CB FRESH hanno mostrato valori inferiori rispetto a CB MIX, ma maggiori in confronto alle Tesi BIOCHAR e CONTROLLO. In data 02 Ottobre, la Tesi CB FRESH ha mostrato i livelli più elevati di azoto nitrico; CB MIX ha presentato valori di azoto nitrico inferiori a CB FRESH, ma maggiori di BIOCHAR e CONTROLLO. In data 04 Dicembre, nei primi trenta cm di terreno, CB FRESH ha mostrato valori di azoto nitrico maggiori rispetto a BIOCHAR e CONTROLLO.

In data 16 Marzo 2023, Tra 30 e 30 cm di profondità, non sono state riscontrate differenze tra le diverse Tesi nei valori di azoto nitrico. In corrispondenza del secondo campionamento (26 Giugno) si sono registrati i valori maggiori di tale parametro nella Tesi CB FRESH; CB MIX ha mostrato concentrazioni inferiori a CB FRESH, ma maggiori rispetto alle Tesi CONTROLLO, BIOCHAR e COMPOST. In data 02 Ottobre, CB MIX e CB FRESH hanno evidenziato valori di azoto nitrico maggiori rispetto alle altre Tesi. Tale differenza significativa è stata riscontrata anche in corrispondenza dell'ultimo campionamento dell'annata 2023, eseguito in data 04 Dicembre.

Per quanto riguarda i valori di azoto ammoniacale, non sono, in generale, state registrate differenze significative tra le diverse Tesi, dal 16 Marzo al 02 Ottobre, ad entrambe le profondità esplorate. Tuttavia, in corrispondenza dell'ultimo campionamento, eseguito in data 04 Dicembre 2023, nei primi 30 centimetri di suolo, sono stati osservati valori significativamente più elevati di azoto ammoniacale nella Tesi BIOCHAR rispetto alle Tesi CB MIX e CB FRESH. Tra 30 e 60 cm di profondità, i livelli di azoto ammoniacale sono, invece, apparsi simili tra le diverse Tesi.

Nelle parcelle in cui è stato distribuito COMPOST, CB MIX o CB FRESH si è, quindi, evidenziata una costante e più elevata dotazione di azoto nitrico, che assecondava lo sviluppo della vite.

Inoltre, nelle stesse Tesi, sono state osservate concentrazioni di azoto nitrico più alte anche in post-raccolta, fase in cui la vite necessita di sostanza azotate per aumentare le proprie riserve, funzionali al risveglio vegetativo nella successiva primavera.

I nitrati residui nel terreno a fine coltura/post-raccolta sono un indicatore della correttezza d'uso dei fertilizzanti. La misura dell'azoto nitrico residuo nel terreno rende conto di eventuali eccessi negli apporti di azoto. I valori di azoto nitrico, riscontrati a Dicembre 2023, nelle diverse Tesi appaiono, in generale nella norma. Tuttavia, nel caso della Tesi CB FRESH, sono stati osservati valori elevati (Sullivan e Cogger 2023). Si rende, pertanto, necessario modulare gli apporti della matrice, in modo tale da rientrare nei parametri ottimali.

N-NO ₃ ⁻ (ppm) 0-30 cm				
Tesi	16-mar-23	26-giu-23	02-ott-23	04-dic-23
CONTROLLO	9,4 c	13,9 c	8,8 cd	5,4 b
COMPOST	18 ab	29,8 b	13,6 bc	18,5 ab
BIOCHAR	10,8 c	9,8 c	6,4 d	6,9 b
CB MIX	21,4 ab	39,9 a	18,3 b	14,6 ab
CB FRESH	13,8 bc	27,6 b	26,8 a	24,1 a
Significatività	**	***	***	*
N-NO ₃ ⁻ (ppm) 30-60 cm				
CONTROLLO	7,1	13,0 c	10,6 b	5,2 b
COMPOST	10,6	11,6 c	14,5 b	8,0 b
BIOCHAR	6,8	8,6 c	7,0 b	4,9 b
CB MIX	10,1	26,3 b	30,0 a	13,6 a
CB FRESH	8,3	35,4 a	38,3 a	16,1 a
Significatività	n.s.	***	**	**

Tabella 13. Concentrazioni di azoto nitrico (N-NO₃⁻) in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR. La data 16 Marzo 2023 corrisponde al prelievo prima dell'applicazione delle Tesi (T₀), cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. n.s.: non significativo (P=0,05); * Significativo per P<0,05; ** Significativo per P≤0,01; *** Significativo per P≤0,001. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls

N-NH ₄ ⁺ (ppm) 0-30 cm				
Tesi	16-mar-23	26-giu-23	02-ott-23	04-dic-23
CONTROLLO	4,1	3,1	3,0	4,6 ab
COMPOST	4,2	3,8	4,2	4,6 ab
BIOCHAR	3,5	3,6	3,3	5,3 a
CB MIX	3,8	3,7	3,5	3,8 b

CB FRESH	3,2	3,2	2,2	3,6 b
Significatività	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	*
N-NH₄⁺ (ppm) 30-60 cm				
CONTROLLO	3,4	3,2	4,4	4,2
COMPOST	3,4	3,4	4,7	3,6
BIOCHAR	2,9	3,7	4,2	3,9
CB MIX	3,2	3,6	5,2	3,4
CB FRESH	2,8	3,0	3,6	4,1
Significatività	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 14. Concentrazioni di azoto nitrico (N-NH₄⁺) in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR. La data 16 Marzo 2023 corrisponde al prelievo prima dell'applicazione delle Tesi (T₀), cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. *n.s.*: non significativo (P=0,05); Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls.

Di seguito si riportano i dati relativi al monitoraggio dell'andamento di azoto nel terreno nell'annata **2024**. In data 20 Marzo 2024 (tempo zero) è stato eseguito il primo campionamento di suolo (0-30 cm; 30-60 cm) per il monitoraggio dell'andamento di azoto nitrico (**Tabella 15**) e ammoniacale (**Tabella 16**). La distribuzione delle matrici è avvenuta successivamente al primo prelievo, in data 29 maggio 2024. Oltre al tempo zero, i valori di azoto nitrico e ammoniacale sono stati monitorati in corrispondenza della fase di post-allegagione (fine giugno 2024).

In corrispondenza del primo campionamento di terreno, sia nei primi 30 cm di profondità che tra 30 e 60 cm di profondità la Tesi CB MIX ha mostrato valori significativamente più elevati di azoto nitrico rispetto alle altre Tesi. Nel corso del secondo campionamento, avvenuto in data 24 Giugno 2024, le tesi CBMIX e CB Fresh hanno fatto rilevare una concentrazione di Azoto Nitrico significativamente più elevata rispetto al controllo.

NO₃⁻ (ppm) 0-30 cm		
Tesi	20-mar-24	24-giu-24
CONTROLLO	7,7 b	6,27 b
COMPOST	8,2 b	15,6 b
BIOCHAR	12,5 b	12,1 b
CB MIX	27,5 a	20,4 a
CB FRESH	13,8 b	23,57 a
Significatività	*	***
NO₃⁻ (ppm) 30-60 cm		
CONTROLLO	6,1 b	6,2 b
COMPOST	10,3 b	16,3 a
BIOCHAR	14 b	11,8 b
CB MIX	30,4 a	11,5 b

CB FRESH	13,3 b	16,3 a
Significatività	**	**

Tabella 15: Concentrazioni di azoto nitrico ($N-NO_3^-$) in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR. La data 20 Marzo 2024 corrisponde al prelievo prima dell'applicazione delle Tesi (T_0), cv. Sauvignon Kretos, annata 2024. * Significativo per $P < 0,05$; ** Significativo per $P \leq 0,01$. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls.

In data 20 Marzo 2024, sia nei primi trenta cm di profondità che tra 30 e 60 cm di profondità non sono state osservate differenze nella concentrazione di azoto ammoniacale tra le diverse Tesi. Mentre sono state rilevate differenze significative nel contenuto di azoto nitrico; in particolare le tesi CBMIX e CB Fresh hanno fatto rilevare il contenuto più alto di azoto nitrico rispetto alla altre tesi monitorate. Tale condizione avvalorata la buona performance del biochar quando abbinato al compost!

NH₄⁺ (ppm) 0-30 cm		
Tesi	20-mar-24	24-giu-24
CONTROLLO	4,3	2,6 b
COMPOST	2,1	3,8 b
BIOCHAR	2,5	6,2 b
CB MIX	2,8	19,6 a
CB FRESH	3,4	8,4 b
Significatività	<i>n.s.</i>	**
NH₄⁺ (ppm) 30-60 cm		
CONTROLLO	4,4	2,5 b
COMPOST	3,6	6,9 a
BIOCHAR	3,1	6,9 a
CB MIX	3,1	7,1 a
CB FRESH	2,8	6,4 a
Significatività	<i>n.s.</i>	*

Tabella 16: Concentrazioni di azoto nitrico (NH_4^+) in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR. La data 20 Marzo 2024 corrisponde al prelievo prima dell'applicazione delle Tesi (T_0), cv. Sauvignon Kretos, annata 2024. * Significativo per $P < 0,05$; ** Significativo per $P \leq 0,01$. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls.

- ANALISI MICROBIOLOGICA DEL SUOLO

L'analisi di diversità delle comunità batteriche e fungine è stata effettuata andando a calcolare sia **l'Indice di Shannon**, sia effettuando un'analisi della distribuzione e raggruppamento dei campioni sulla base delle comunità microbiche identificate mediante **sequenziamento dei marker tassonomici** (gene per 16S rRNA per i batteri, regione ITS per i funghi). L'indice di Shannon misura l'eterogeneità della comunità in termini di numero di specie e distribuzione delle abbondanze

dei singoli gruppi e più l'Indice di Shannon è elevato, maggiore è la diversità presente nel campione considerato. L'indice di Shannon calcolato nelle due stagioni per le due comunità è riportato in **Tab. 17**.

Trattamento	Batteri		Funghi	
	Estate	Inverno	Estate	Inverno
Controllo	6.27	6.43	3.93	4.70
Biochar	6.58	6.52	3.28	4.79
Compost	6.56	6.24	3.92	5.26
CBmix	6.53	6.49	3.78	4.35
CBf	6.74	6.27	3.74	5.34

Tab.17 - Indice di Shannon dei diversi campioni analizzati per la comunità batterica e fungina nelle due stagioni considerate

I risultati mostrano che le comunità batteriche sono estremamente eterogenee in termini di presenza di gruppi batterici (alto indice di Shannon) con piccole variazioni tra i diversi campioni analizzati ed anche comparando le due stagioni. Vi è invece una maggiore variazione tra i campioni per quanto riguarda la popolazione fungina tra le due stagioni, e per quanto riguarda l'inverno, anche in funzione del trattamento. In generale, in inverno la comunità fungina è maggiormente eterogenea rispetto all'estate indicando un'influenza della stagionalità sulla composizione della comunità.

L'analisi della distribuzione e raggruppamento dei campioni sulla base delle comunità microbiche (**Figura 6**) ha mostrato come i trattamenti con biochar e con compost abbiano un forte impatto sulle comunità batteriche sia in estate che in inverno, mentre il mix dei due ha mostrato il maggiore impatto in estate (**Fig.6A**). Per quanto riguarda i funghi (**Fig.6B**) invece i trattamenti che includono il compost hanno mostrato un forte impatto sulla popolazione soprattutto in estate. L'analisi dei diversi campioni raccolti nelle due stagioni principali ha mostrato una correlazione tra le composizioni delle comunità fungine e la stagione, mentre per i batteri questo tipo di suddivisione è stato meno evidente.

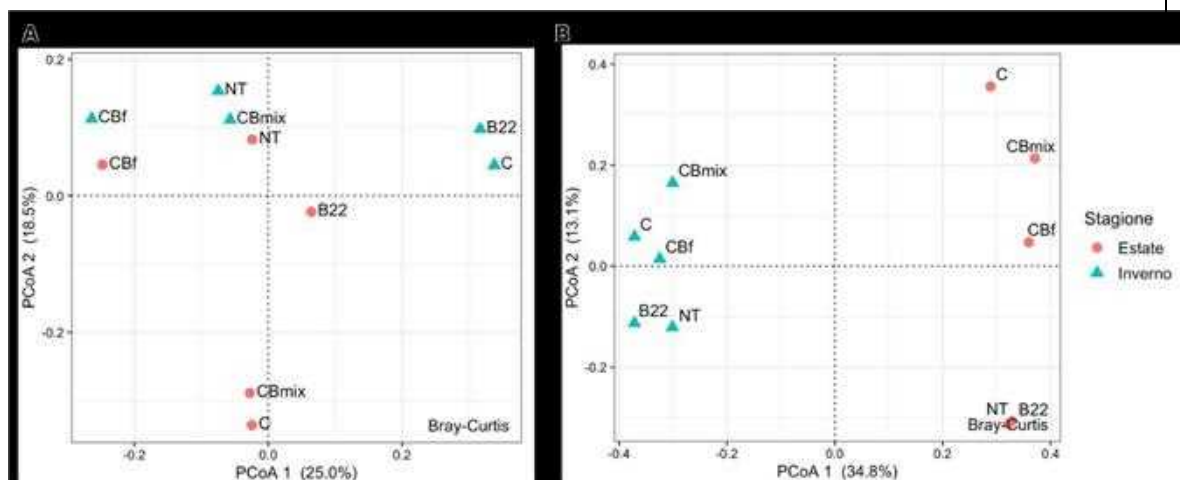


Figura 6 - Principal Coordinate Analysis (PCoA) che mostra la distribuzione dei campioni sulla base della composizione delle comunità microbiche presenti. A) Batteri; B) Funghi

- Identificazione e quantificazione di gruppi microbici come bioindicatori della qualità del suolo;

La quantificazione della biomassa batterica e fungina totale presente nelle diverse parcelle è stata effettuata mediante PCR quantitativa andando ad amplificare marker tassonomici specifici quali il gene codificante per il 16S rRNA per la quantificazione della biomassa batterica e la regione ITS per la quantificazione della biomassa fungina. Il numero di copie di 16S rRNA e il numero di copie di ITS per ogni tesi nelle due stagioni considerate sono riportati in **Tab.18**.

Trattamento	Batteri		Funghi	
	Estate	Inverno	Estate	Inverno
Controllo	5.66E+08	2.74E+07	5.78E+06	3.13E+03
Biochar	5.51E+08	6.27E+07	9.81E+06	1.79E+04
Compost	1.09E+09	6.43E+07	2.77E+07	2.86E+04
CBmix	1.17E+09	8.53E+07	2.48E+07	2.94E+04
CBf	1.17E+09	1.26E+08	1.45E+07	7.79E+04

Tab.18 - Quantificazione della biomassa batterica e fungina nelle diverse tesi

La quantificazione della biomassa microbica in suoli soggetti ai diversi trattamenti indica che l'aggiunta di compost aumenta l'abbondanza di batteri e funghi in entrambe le stagioni testate ed è un effetto già descritto in letteratura (Wang et al. 2022). L'effetto positivo dell'aggiunta del biochar sull'abbondanza di batteri e funghi invece si osserva in inverno.

Andando ad analizzare la composizione delle comunità batteriche a livello di Phylum (**Fig.7**) si nota una prevalenza di Actinobacteriota in tutte le tesi testate in entrambe le stagioni (tra il 34 e il 47%), nella sola tesi trattata con Biochar l'abbondanza di questo gruppo diminuisce al 25% che risulta avere una distribuzione dei gruppi batterici più omogenea. I batteri appartenenti a questo gruppo sono tipicamente dominanti nel suolo e giocano un ruolo importante nei cicli di carbonio, azoto e fosforo. Inoltre, svolgono un ruolo significativo nella decomposizione delle sostanze organiche come la chitina e la cellulosa contribuendo alla formazione dell'humus (Siddharthan et al. 2022). Gli altri Phylum più rappresentati sono i Proteobacteria, seguiti dagli Acidobacteriota. In particolare, gli Acidobacteriota sono ubiquitari in diversi ambienti terrestri che vanno dai suoli della tundra ai terreni desertici, dalle torbiere e dai sedimenti alle praterie, foreste e terreni agricoli e costituiscono circa il 5–70% della popolazione microbica del suolo. E' un phylum molto vario con pochi ceppi coltivabili ottenuti in laboratorio, per cui le loro funzioni a livello di cicli biogeochimici sono ancora poco note. Comunque i dati metagenomici hanno indicato la presenza in membri di questo gruppo di geni che codificano per enzimi per la degradazione di polimeri di carboidrati complessi come cellulosa, emicellulosa, chitina, xilano e derivati della lignina suggerendo la loro partecipazione attiva al ciclo del carbonio come decompositori nel suolo (Kalam et al. 2020).

In Estate si osserva un arricchimento di Bacteroidota in tutti i suoli trattati (4-6%) rispetto al controllo (1%) mentre in Inverno l'abbondanza è risultata simile in tutte le tesi. Questo Phylum è riconosciuto come un importante indicatore della qualità del suolo la cui abbondanza varia a seconda della pratica agricola e della stagione. La sua abbondanza è stata correlata ad una maggiore produttività di suoli agricoli (Kruczyńska et al. 2023).

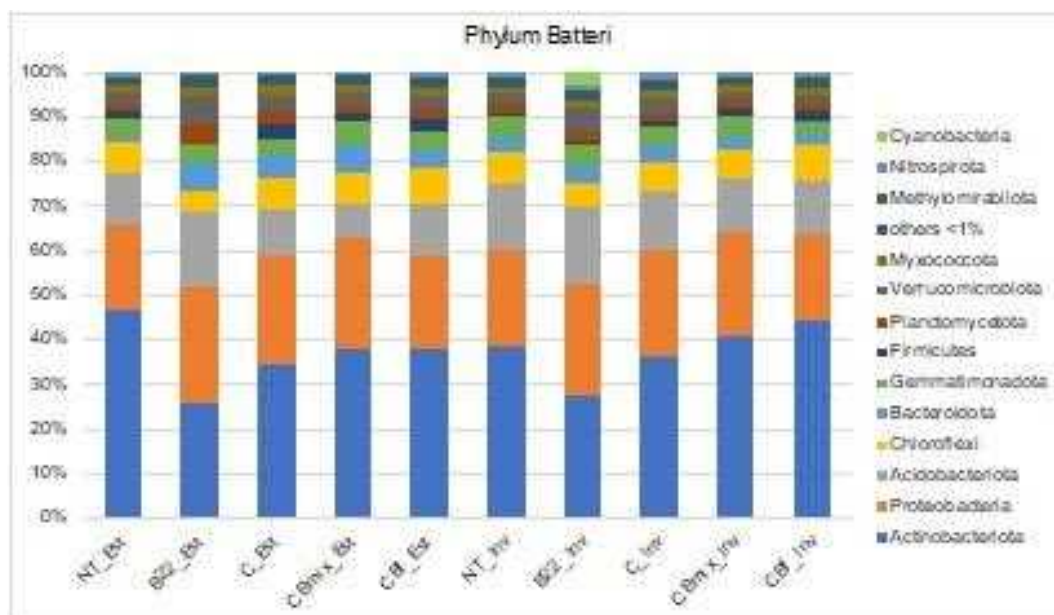


Figura 7 Phylum batterici rappresentati come abbondanze relative all'interno delle comunità batteriche presenti nel suolo nelle diverse parcelle. NT = Controllo, B22 = Biochar, C = Compost. Est = Estate, Inw = Inverno.

I risultati a livello di genere (**Fig.8**) hanno mostrato che un 20% circa delle comunità batteriche è costituito da generi non classificati e circa il 40% è costituito da generi presenti con una percentuale inferiore all'1%. Andando ad analizzare nello specifico i generi più abbondanti si ritrovano Gaiella, il genere non caratterizzato 67-41 (dell'ordine Solirubrobacterales), Sphingomonas, Pseudoarthrobacter e Vicinamibacteraceae. Gaiella e 67-41 mostrano un'abbondanza tra il 2 e il 7% dell'intera comunità ed è noto che rappresentano generi spesso presenti in suoli agricoli mentre in terreni non coltivati la loro abbondanza diminuisce (Górska et al. 2024). Sphingomonas, Pseudoarthrobacter e Vicinamibacteraceae sono riconosciuti come batteri componenti della rizosfera (anche chiamati plant-growth promoting rhizobacteria) che promuovono la crescita delle piante, membri di Sphingomonas sono in particolare noti per essere coinvolti nell'assorbimento dell'azoto da parte delle radici di alcune piante (Mazoyon et al. 2023, Ham et al. 2022). Sphingomonas è presente in tutte le parcelle di questo studio con un'abbondanza media del 3%, non sembra quindi essere influenzato né dalla stagione né dal tipo di trattamento. Pseudoarthrobacter mostra un'abbondanza leggermente maggiore sia in Estate che in Inverno nelle parcelle trattate con i mix Compost+Biochar (CBmix, CBf). Vicinamibacteraceae sono arricchiti nel suolo trattato con solo Biochar (4%) rispetto al controllo e ai suoli trattati con Compost e con i mix Compost+Biochar (2%) in entrambe le

stagioni. Questo tipo di dato suggerisce quindi un'influenza da parte degli ammendanti sulla presenza di batteri che impattano in modo positivo sulla salute del suolo.

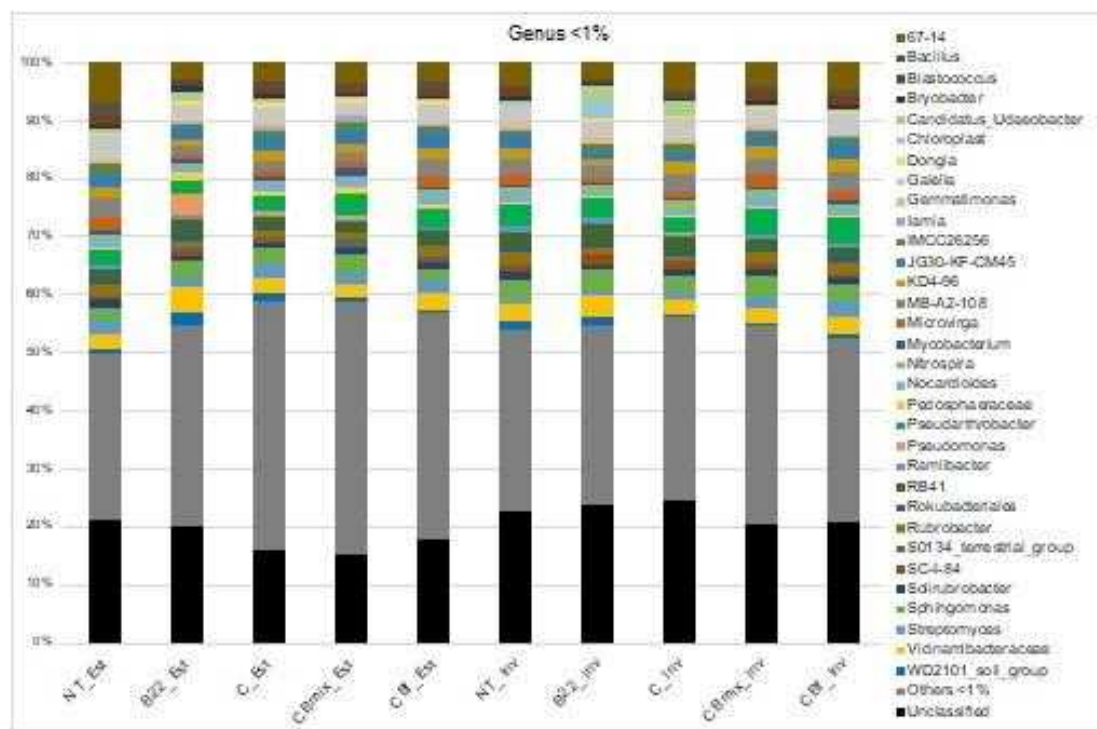


Figura 8 - Generi batterici con abbondanza relativa maggiore del 1%.

Per quanto riguarda la comunità fungina, a livello di phylum (**Fig. 9**) è chiaramente visibile una diversa distribuzione dei gruppi tra le due stagioni: in Estate le comunità sono dominate da Ascomycota e Basidiomycota che insieme costituiscono l'80% della comunità in tutte le tesi analizzate; in Inverno invece si nota che il 40% della comunità è formato da phyla non classificati (Unclassified) che solo nel suolo di controllo scende sotto al 20%, inoltre diminuiscono fortemente i Basidiomycota mentre aumentano i Mortierellomycota e i Rozellomycota, questi ultimi soprattutto nelle parcelle dove è presente il compost.

Ascomycota e Basidiomycota sono i phyla fungini sono generalmente stati riscontrati come i più abbondanti negli strati superiori dei suoli e sono i più efficaci nel degradare biomassa vegetale grazie ai loro pool enzimatici complementari, essendo gli Ascomycota più specializzati per la degradazione di cellulosa-emicellulosa mentre i Basidiomycota lo sono per la lignina (Manici et al. 2024). Mortierellomycota promuovono la produzione di fitormoni (ad esempio gibberelline, acido indolacetico) e forniscono alle piante simbiotiche sostanze nutritive come il fosforo (Zhu et al. 2022). I Rozellomycota sono invece stati caratterizzati come patogeni e sono stati correlati con alti tassi di azoto nei suoli (Martin-Pinto et al. 2021).

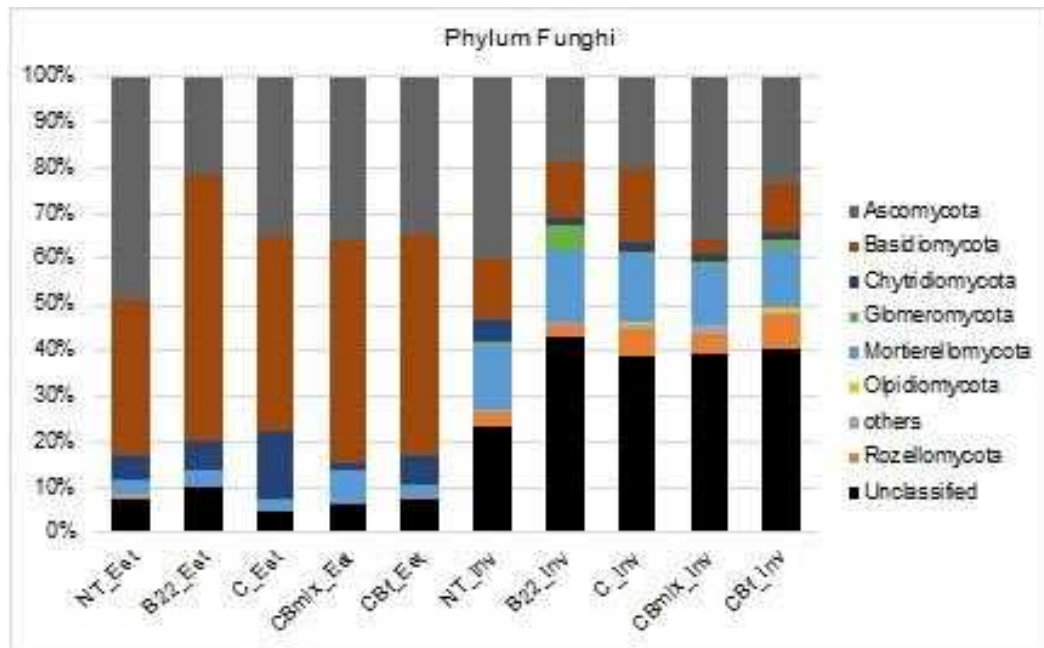


Figura 9 Phylum fungini rappresentati come abbondanze relative all'interno delle comunità fungine presenti nel suolo nelle diverse parcelle. NT = Controllo, B22 = Biochar, C = Compost. Est = Estate, Inv = Inverno.

La diversa composizione tassonomica nelle due stagioni è ampiamente evidente anche a livello di genere (Fig.10) con i generi classificati più abbondanti (maggiori del 1%) che costituiscono solo circa il 30% della comunità fungina in tutte le parcelle analizzate. In generale, vediamo come ogni trattamento considerato mostra un profilo tassonomico molto diverso l'uno dall'altro (Figura 6).

I generi *Leucoagaricus* ed *Aspergillus* si riscontrano in Estate in tutte le parcelle mentre in Inverno sono praticamente assenti. I funghi appartenenti al genere *Leucoagaricus* sono noti per essere funghi simbiotici di particolari tipi di formiche, che li coltivano nei loro formicai per metabolizzare i polisaccaridi vegetali, come xilano, amido, pectina e cellulosa, mediando così l'assimilazione di questi composti da parte delle formiche (Gomes De Siqueira et al. 1998). Il genere *Aspergillus* è noto come patogeno opportunisto delle piante ma svolge anche un ruolo importante nel ciclo dei principali nutrienti come carbonio, azoto, fosforo, zolfo, ecc. e sono state valutate e identificate numerose specie da utilizzare come potenziali biofertilizzanti (Nayak, Samanta et Mukherjee 2020).

Il genere *Madurella* si ritrova arricchito in Estate nelle tesi a cui è stato aggiunto il compost (Compost, CBmix, CBF) con abbondanze tra il 5 e il 15%. In Inverno, lo ritroviamo con questa abbondanza solo nel CBmix.

Il genere *Mortierella* è invece arricchito in tutte le tesi analizzate solo nella stagione invernale. Questo genere appartiene ai funghi promotori della crescita delle piante (plant growth promoting factors, PGPF) e si ritrova in ogni tipo di suolo. È noto per migliorare l'accesso alle forme biodisponibili di fosforo e ferro nei suoli e per la sintesi dei fitormoni. Inoltre, è stato dimostrato che fornisce protezione alle piante dagli agenti patogeni (Hozimek et Hanaka 2021).

Il genere *Coprinellus* si riscontra solo nella tesi CBF in Estate e costituisce il 20% dell'intera comunità.

Anche quindi i dati sui ceppi fungini ottenuti in questo studio indicano che gli ammendanti applicati (biochar e compost) hanno un ruolo positivo sulla selezione di funghi che possono essere considerati dei bioindicatori della salute del suolo in quanto sono gruppi fungini che contribuiscono in modo positivo alla crescita delle piante e ai cicli dei nutrienti.

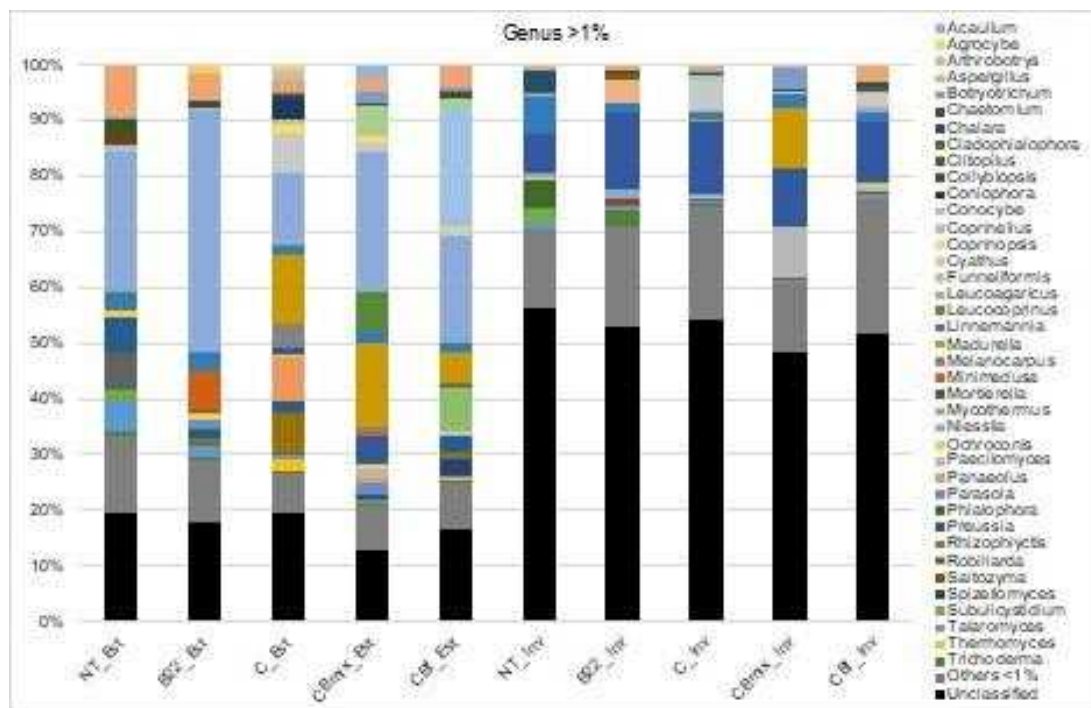


Figura 10 - Generi fungini con abbondanza relativa maggiore del 1%

- TEMPERATURA E UMIDITÀ DEL SUOLO e CE

Nel campo sperimentale sono presenti alcune stazioni con sensori per rilevare temperatura e umidità del suolo e CE a due profondità con data logger con sonda Decagon device 5TE.

Purtroppo, tali sensori non hanno fornito le prestazioni attese ed il loro mancato funzionamento non ha permesso di monitorare l'umidità del suolo con la frequenza ipotizzata. Per ovviare a tale problematica insorta si è provveduto a prelevare campioni di suolo da ogni singola parcella, in tre distinti momenti, procedendo al calcolo dell'umidità. I valori emersi sono riportati in **Tab. 19**.

N°	Parcella	Umidità (%)		
		03/2023	08/2023	02/2024
1	Af4p8	20.6	9.5	17.1
2	Af6p4	22.2	9.1	19.5
3	Af6p14	20.3	9.9	18.9
4	Cf4p2	22.0	9.3	18.6
5	Cf6p8	24.8	11.5	17.2
6	Cf8p14	20.5	10.1	17.3
7	Df4p4	20.1	9.2	16.4

8	Df4p14	21.8	10.0	17.5
9	Df6p10	20.1	11.6	17.1
10	Ef6p2	19.9	10.3	17.1
11	Ef6p12	20.4	9.1	17.1
12	Ef8p8	20.2	9.3	16.6
13	Bf8p2	21.4	10.3	17.4
14	Bf4p10	21.0	10.2	16.3
15	Bf8p12	19.7	10.8	18.6

Tab.19. Valori dell'umidità su peso in percentuale a marzo 2023 (inizio trattamento), agosto 2023 (metà trattamento) e febbraio 2024 (fine trattamento) delle singole parcelle.

In tutte le parcelle si sono osservati valori massimi di umidità a marzo 2023, minimi ad agosto 2023 e valori superiori a febbraio 2024, ma non come ad inizio trattamento. Questo in funzione delle piovosità stagionali avvenute precedentemente ai rilievi. Nel corso del periodo rilevato le parcelle del CBmix presentano mediamente il maggior contenuto di umidità (16.8%), seguite da quelle con Biochar (16.4%), CBf (16.2%), compost (16.0%) e controllo (15.5%). Questo porta ad ipotizzare che la presenza di ammendante, specialmente se contenente biochar, porta ad un aumento del contenuto di umidità del suolo.

Il monitoraggio della **conduttività elettrica (CE)** non ha evidenziato situazioni critiche in seguito all'apporto delle biomasse testate, con un generale andamento in decrescita dopo un iniziale innalzamento.

Prodotti ottenuti	<p>Come dettagliatamente sopra riportato per la presente sotto azione sono stati ottenuti i seguenti prodotti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Report su andamento climatico 2023-2024 del sito di riferimento delle prove; - Valutazione della variazione di SOC nel suolo di diversi scenari agronomici; - Valutazione di tutti gli elementi della fertilità del suolo; - Valutazione dell'andamento di Azoto nitrico e ammoniacale; - Indici di diversità del microbiota nel suolo; - Identificazione e quantificazione di gruppi microbici come bioindicatori della qualità del suolo; - Determinazione dell'andamento di temperatura e umidità del suolo;
Grado di raggiungimento o degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p>Gli obiettivi previsti nell'ambito di questa azione sono stati completamente raggiunti. Nessuna criticità tecnico-scientifica è stata evidenziata durante l'attività svolta.</p>

2.1.5 Sotto azione 3.2: Valutazione degli effetti indotti su VITE dell'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto

Azione	AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
	<p>- Sotto azione 3.2: Valutazione degli effetti indotti su VITE dell'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto</p>
Unità aziendale responsabile	RI.NOVA SOC. COOP, ASTRA, UNIBO
Descrizione delle attività	<p>Ogni parcella è costituita da 15 piante. Su almeno 4 piante per ogni parcella (almeno 12 per Tesi) si sono realizzati i seguenti rilievi e analisi:</p> <p><u>DETERMINAZIONE DELLE FASI FENOLOGICHE DELLA VITE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Germogliamento (10% gemme schiuse, fase B di Baggiolini) ➤ Fioritura (inizio e piena) ➤ Invaiaitura (inizio e piena) <p><u>ANALISI FOGLIARE</u></p> <p>Per ciascuna Tesi/replica sono state eseguite in fase di invaiatura, analisi fogliari per la valutazione immediata dello stato nutrizionale della pianta; in particolare sono stati determinati i seguenti elementi minerali: Azoto (N), Fosforo (P), Potassio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zolfo (S), Sodio (Na), Ferro (Fe), Manganese (Mn), Zinco (Zn), Rame (Cu) e Boro (B).</p> <p><u>DETERMINAZIONI ANALITICHE SU UVA</u></p> <p>A partire dall'invaiaitura sono stati prelevati, in momenti successivi, campioni di almeno 150 acini, per le analisi di solidi solubili (Brix), pH e acidità totale. Per ogni Tesi a confronto sono state effettuate n. 5 analisi, di cui n. 4 preliminari per la costruzione della <u>curva di maturazione</u> e l'ultima sul campione alla raccolta. Inoltre, sul campione di mosto, prelevato alla raccolta, è stata eseguita l'analisi sulla componente degli <u>acidi organici</u> malico, citrico e tartarico e la determinazione APA.</p> <p><u>RILIEVI VEGETO-PRODUTTIVI SU VITE</u></p> <p>A maturazione, su almeno 12 piante per Tesi, sono stati valutati:</p> <p>Numero di grappoli per ceppo; Peso della produzione per ceppo; Peso medio del grappolo; Peso del legno di potatura per ceppo, per la determinazione dell'equilibrio vegeto- produttivo (indice di Ravaz).</p> <p><u>RILIEVI FITOSANITARI SU VITE</u></p>

Nel corso della stagione vegeto-produttiva è stata monitorata la presenza e l'eventuale entità del danno prodotto da patogeni della vite.

DETERMINAZIONE ANOMALIE DI MATURAZIONE DELLA BACCA

In fase di raccolta, è stata valutata l'eventuale presenza di anomalie di maturazione della bacca quali scottature, disseccamento del rachide, disidratazione, avvizzimento.

RISULTATI

FASI FENOLOGICHE DELLA VITE

Nel 2023, dal germogliamento all'inizio dell'invaiaura (**Tabella 20, Figura 11**), si è osservato un lieve ritardo nello sviluppo fenologico delle piante testimone, rispetto alle viti delle parcelle trattate con matrici innovative. Tale ritardo si è attenuato in fase di invaiatura.

TESI	GERM. nto	INIZIO FIORITURA	FIORITURA	ALLEGAGIONE	INIZIO INVAIATURA (20%)	INVAIATURA (80%)	RACCOLTA
CONTROLL O	30-mar-23	25-mar-23	29-mag-23	8-giu-23	21-lug-23	2-ago-23	23-ago-23
COMPOST	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	4-ago-23	23-ago-23
BIOCHAR	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	2-ago-23	23-ago-23
CB MIX	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	4-ago-23	23-ago-23
CB FRESH	28-mar-23	22-mag-23	27-mag-23	6-giu-23	19-lug-23	4-ago-23	23-ago-23

Tabella 20: Fasi fenologiche della vite in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023.



Figura 11: Fasi fenologiche della vite nel vigneto ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023.

Nel 2024, (**Tabella 21**) si è assistito a un anticipo (3 gg) del germogliamento nelle Tesi COMPOST, CB MIX e CB FRESH, rispetto a BIOCHAR e CONTROLLO. Anche il rilievo dell'epoca di invaiatura ha visto un anticipo di 3 giorni nella tesi CONTROLLO rispetto alle tesi COMPOST e BIOCHAR e di 2 giorno rispetto alle tesi CB MIX e CB FRESH. In fase di raccolta, avvenuta in data 8 agosto 2024, l'uva presentava le caratteristiche tecnologiche idonee per una ottima base spumante e pertanto si è deciso di raccoglierla utilizzando una vendemmiatrice meccanica e conferirla ad una cantina privata.

TESI	GERM. nto	INIZIO FIORITURA	FIORITURA	ALLEGAGIONE	INIZIO INVAIATURA (20%)	INVAIATURA (80%)	RACCOLTA meccanica
CONTROLLO	29-mar-24	14-mag-24	19-mag-24	6-giu-2024	14-lug-24	26-lug-24	8-ago-24
COMPOST	26-mar-24	16-mag-24	20-mag-24	8-giu-24	16-lug-24	29-lug-24	8-ago-24
BIOCHAR	29-mar-24	14-mag-24	19-mag	7-giu-24	16-lug-24	29-lug-24	8-ago-24
CB MIX	26-mar-24	16-mag-24	20-mag	8-giu-24	15-lug-24	28-lug-24	8-ago-24
CB FRESH	26-mar-24	16-mag-24	20-mag	8-giu-24	15-lug-24	28-lug-24	8-ago-24

Tabella 21: Fasi fenologiche della vite in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2024.

ANALISI FOGLIARE

L'analisi dei macro-micro elementi fogliari, condotta all'invaiaitura (Tabella 7), non ha rivelato differenze significative tra le diverse Tesi, ad eccezione della concentrazione di Boro, che è apparso maggiore nel Controllo.

In generale, le viti hanno mostrato, per la fase fenologica di riferimento, una normale dotazione di macro e microelementi fogliari (Fregoni, 2006).

TESI	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(% s.s.)						(mg kg ⁻¹ s.s.)					
CONTROLLO	1,96	0,144	0,506	3,12	0,285	0,204	120	45,9a	7,28	151	42,9	5,44
COMPOST	2,25	0,140	0,525	2,96	0,303	0,222	146	35,2b	8,10	178	46,4	6,49
BIOCHAR	1,98	0,148	0,528	3,15	0,279	0,231	170	37,6b	7,37	191	43,5	4,97
CB MIX	2,12	0,136	0,499	2,98	0,282	0,211	164	31,5b	8,24	178	47,2	5,42
CB FRESH	2,16	0,132	0,546	2,95	0,283	0,211	156	31,2b	8,52	167	47,4	5,63
Significatività	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabella 22: Concentrazioni di macro e micro elementi fogliari, all'invaiaitura, in parcelle sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. n.s.: non significativo ($P=0,05$); ** Significativo per $P<0,01$.

DETERMINAZIONI ANALITICHE SU UVA

CURVA DI MATURAZIONE

In data 11 Agosto 2023, le uve della Tesi CB FRESH hanno mostrato una concentrazione in S.S. significativamente più bassa rispetto alle altre Tesi.

Il 18 Agosto la Tesi CB MIX ha presentato una minore concentrazione in S.S rispetto a BIOCHAR (**Figura 12**).

Alla raccolta, eseguita in data 23 agosto 2023, le diverse Tesi mostravano una concentrazione in S.S. statisticamente simile (Figura 12). Tuttavia, la Tesi Controllo si è dimostrata tendenzialmente più ricca in

S.S (Figura 12). Nello stesso periodo, è stato misurato il calo di acidità subito dalle uve delle diverse Tesi: non sono state rilevate differenze significative né durante la maturazione, né alla raccolta (**Figura 13**). Per quanto riguarda il pH (**Tabella 23**), alla raccolta non sono emerse differenze significative tra le diverse Tesi.

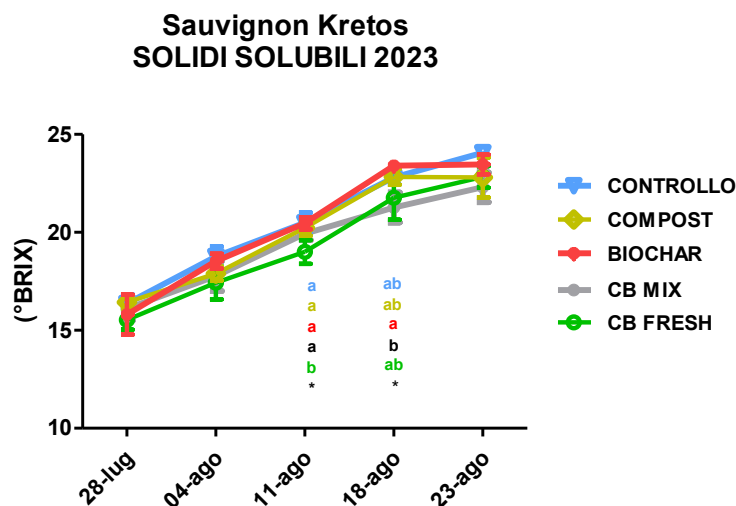


Figura 12: Curve di maturazione: andamento di solidi solubili (Brix°) in bacche di vite sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. n.s.: non significativo ($P=0,05$); * Significativo per $P<0,05$. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student-Neuman-Keuls.

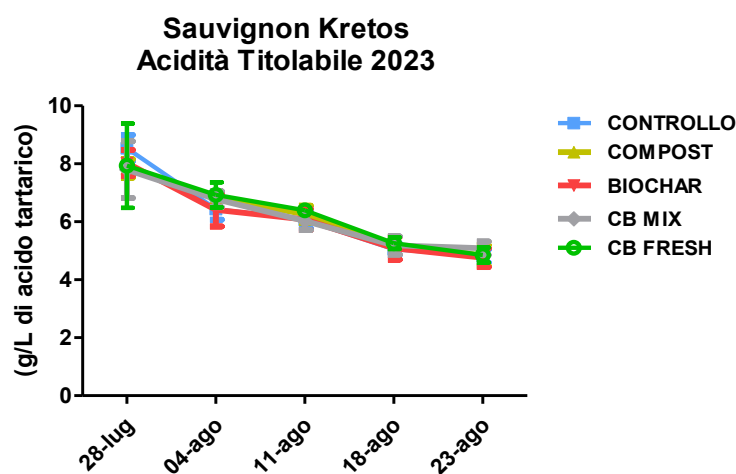


Figura 13: Curve di maturazione: andamento dei valori di acidità totale (g/L di acido tartarico) in bacche di vite sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. n.s.: non significativo ($P=0,05$); * Significativo per $P<0,05$. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student-Neuman-Keuls.

	pH				
CONTROLLO	3,09	3,10	3,15 a	3,27	3,37
COMPOST	3,10	3,08	3,13 ab	3,29	3,37
BIOCHAR	3,07	3,10	3,15 a	3,32	3,36
CB MIX	3,06	3,08	3,16 a	3,28	3,34
CB FRESH	3,03	3,07	3,12 b	3,29	3,40
Significatività	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.

Tabella 23: Curve di maturazione: andamento dei valori di pH in bacche di vite sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del

Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. n.s.: non significativo (P=0,05); * Significativo per P<0,05. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls.

PARAMETRI QUALITATIVI DELLA BACCA ALLA RACCOLTA

Le analisi effettuate sulle uve alla raccolta (23 Agosto 2023), come si evince dalla **Tabella 24** non hanno fatto emergere differenze significative nel contenuto in acidi organici delle diverse Tesi.

Diversamente, la concentrazione in **Azoto Prontamente Assimilabile** si è rivelata maggiore in **CB FRESH** e **COMPOST**, rispetto alla Tesi **BIOCHAR**.

TESI	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	APA (mg/L)
CONTROLLO	6,93	0,60	0,28	95 ab
COMPOST	6,75	0,75	0,27	138 a
BIOCHAR	6,61	0,71	0,27	79 b
CB MIX	6,87	0,83	0,27	123 ab
CB FRESH	6,82	0,76	0,26	142 a
Significatività	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	*

Tabella 24: Parametri qualitativi alla raccolta (Concentrazioni di acidi organici e di Azoto prontamente assimilabile dai lieviti - in bacche di vite sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. n.s.: non significativo (P=0,05); * Significativo per P<0,05. Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano differenti secondo il Test Student- Neuman-Keuls.



Figura 14: Vigneto ENOCHAR, con dettaglio dei grappoli alla raccolta, annata 2023.

RILIEVI VEGETO-PRODUTTIVI SU VITE

I rilievi produttivi (**Tabella 25 e Figura 15**) non hanno fatto emergere differenze significative nel numero di grappoli per pianta.

La Tesi **CB FRESH** ha presentato valori di produzione e peso medio del grappolo maggiori del **CONTROLLO**.

La Tesi **CB MIX** ha presentato valori maggiori del legno di potatura rispetto a **BIOCHAR**. Non sono emerse differenze nei valori dell'Indice di Ravaz tra le diverse Tesi.

TESI	GRAPPOLI (N)	PRODUZIONE (kg)	PESO MEDIO GRAPPOLO (g)	LEGNO DI POTATURA (Kg)	Indice di Ravaz
------	--------------	-----------------	-------------------------	------------------------	-----------------

CONTROLLO	27	4,70 b	178 b	1,01 ab	4,85
COMPOST	30	5,82 ab	195 ab	1,05 ab	5,71
BIOCHAR	29	5,16 ab	175 ab	0,81 b	6,52
CB MIX	27	5,62 ab	216 ab	1,14 a	5,10
CB FRESH	29	6,46 a	225 a	1,04 ab	6,63
Significatività	n.s.	*	*	*	n.s.

Tabella 25: Parametri vegeto-produttivi di piante di vite sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Piano ENOCHAR, cv. Sauvignon Kretos, annata 2023. ** Significativo per $P \leq 0,01$; n.s., non significativo ($P=0,05$). Medie seguite da lettere diverse all'interno di una stessa colonna risultano significativamente differenti secondo il Test SNK (grappoli, produzione e legno di potatura) o il Test Kruskal Wallis, seguito dal Test di comparazione di Dunn (peso medio grappolo e Indice di Ravaz).



Figura 15: Rilievi produttivi nel vigneto ENOCHAR, annata 2023.

RILIEVI FITOSANITARI SU VITE

Nel corso dell'annata 2023, nelle diverse Tesi non sono stati evidenziati sintomi dovuti all'attacco dei principali patogeni della vite e i grappoli, alla raccolta, sono apparsi sani (**Figura 16**).



Figura 16: Stato sanitario Grappoli alla raccolta, annata 2023.

DETERMINAZIONE ANOMALIE DI MATURAZIONE DELLA BACCA

Nel corso dell'annata 2023, sono state riscontrate, in tutte le Tesi, scottature da sole con severità (porzione di grappolo colpita) inferiore al 20% e incidenza minore del 30%.

Prodotti ottenuti	Report degli effetti dell'applicazione delle matrici innovative su vite .
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.

2.1.6 – Sotto Azione 3.3: Valutazione degli effetti indotti su VINO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto

Azione	AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
	- Sotto azione 3.3 - Valutazione degli effetti indotti su VINO dall'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto
Unità aziendale responsabile	RI.NOVA SOC. COOP, ASTRA
Descrizione delle attività	<p><u>MICROVINIFICAZIONI</u></p> <p>Al fine di monitorare gli effetti dell'applicazione di compost, biochar e CB MIX sulle caratteristiche chimico - fisiche e sensoriali dei vini, si è proceduto, per ciascuna Tesi/replica, alla realizzazione di microvinificazioni (n. 5 Tesi x 3 Repliche: totale n. 15 Microvinificazioni). Le microvinificazioni sono state eseguite presso la cantina sperimentale di ASTRA – Innovazione e Sviluppo.</p> <p>In particolare, è stata implementata una linea di microvinificazione in bianco standard, che ha previsto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pigiatura e pressatura; - Fermentazione del mosto mediante uso di lieviti selezionati in ambiente a temperatura controllata; - Controllo dell'andamento della fermentazione; - Uso di additivi e chiarificanti in fermentazione secondo metodiche e dosi standardizzate; - Travaso di fine fermentazione; - Conservazione del prodotto sotto gas inerte; - Stabilizzazione a freddo; - Filtrazione del vino per ottenere la limpidezza richiesta, fino a standard commerciali; - Produzione di bottiglie da litro tappo corona per analisi chimiche e sensoriali. <p>Nel corso della trasformazione sono stati aggiunti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - metabisolfito di potassio, tannino, enzimi pectolitici, lieviti selezionati secchi, attivanti a base di sostanze azotate <u>–in fase di vinificazione.</u> - bentonite <u>–per la stabilizzazione del vino.</u> <p><u>ANALISI CHIMICA E SENSORIALE DEL VINO</u></p> <p>Sul vino ottenuto dalle microvinificazioni sono state eseguite analisi chimiche e valutazioni sensoriali, presso il laboratorio di ASTRA – Innovazione e Sviluppo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>ANALISI CHIMICA</u> <p>Per ciascuno dei vini prodotti sono stati analizzati: densità, alcol effettivo (%vol.), zuccheri (g/L), alcol complessivo (%vol.), estratto secco totale e non riduttore (g/L), pH, acidità totale (g/L), acidità volatile (g/L), acido tartarico (g/L), acido malico (g/L), acido lattico (g/L), acido citrico (g/L), polifenoli totali (mg/L), DO 420, intensità e tonalità.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>ANALISI SENSORIALE</u> <p>I vini sono stati sottoposti a un panel di degustatori per l'analisi sensoriale, i quali sono stati chiamati a fornire un giudizio di gradimento (da 1 a 9) sull'aspetto visivo, olfattivo, gustativo e complessivo. È stata</p>

poi effettuata un'analisi descrittiva, in cui i giudici hanno espresso una valutazione sull'intensità percepita nei vini rispetto a un elenco di parametri, rilevanti e caratterizzanti per il vitigno monitorato.

RISULTATI

-ANALISI CHIMICA DEL VINO

Dall'analisi dei parametri compositivi dei mosti ottenuti nel 2023 dalle uve della varietà Sauvignon Kretos (**Tabella 26**), provenienti da piante sottoposte alle cinque Tesi valutate nel progetto Enochar, è emerso un contenuto di solidi solubili complessivamente alto, conseguente all'andamento meteorologico dell'annata; nonostante non siano state rilevate, fra le cinque Tesi, differenze nel contenuto in solidi solubili, l'alcol potenziale dei mosti è risultato maggiore nella Tesi **CONTROLLO** rispetto alla Tesi **CB MIX**. Si può inoltre osservare una concentrazione di solidi solubili tendenzialmente più bassa nei mosti ottenuti dalle Tesi in cui sono state applicate matrici organiche innovative. I valori di pH misurati sui mosti delle diverse Tesi sono risultati simili e complessivamente si sono rivelati medio-alti per la produzione di vini bianchi secchi. Le concentrazioni di acido tartarico, malico e citrico nei mosti sono apparse simili; si può tuttavia osservare una concentrazione di acido malico tendenzialmente maggiore nei mosti ottenuti da Tesi in cui è stato applicato Compost. È stata rilevata una concentrazione di Azoto Prontamente Assimilabile (APA) maggiore nei mosti delle Tesi e **CB FRESH** rispetto ai mosti della Tesi **BIOCHAR**. L'analisi chimica effettuata sui vini (**Tabella 26**) delle cinque Tesi ha rilevato un contenuto alcolico simile e complessivamente elevato; ciononostante, si può notare come il contenuto alcolico dei vini ottenuti da piante soggette all'applicazione di innovative matrici organiche sia tendenzialmente più basso rispetto ai vini della Tesi **CONTROLLO**. Poiché nei vini della Tesi **CONTROLLO** è stata rilevata la presenza di zuccheri residui, il grado alcolico potenziale dei vini di tale Tesi è risultato maggiore rispetto ai vini della Tesi **CB MIX**, similmente a quanto osservato dalla misurazione del grado alcolico potenziale dei mosti. I valori di estratto secco totale misurati sui vini delle cinque Tesi sono risultati simili, mentre sono stati osservati valori maggiori di estratto secco non riduttore nei vini della Tesi **CB FRESH**, rispetto alle Tesi **CONTROLLO** e **BIOCHAR**.

I valori di acidità totale misurati si sono rivelati simili fra le diverse Tesi, mentre l'acidità volatile è risultata più elevata nei vini della Tesi **BIOCHAR** rispetto ai vini della Tesi **CONTROLLO**. Il contenuto in acido tartarico è risultato maggiore nei vini delle Tesi soggette all'applicazione di Compost, rispetto ai vini della Tesi **BIOCHAR**. In base alle concentrazioni di acido lattico rilevate, si può dedurre che in nessun vino delle cinque Tesi ha avuto luogo la fermentazione malolattica. I vini delle Tesi **CONTROLLO** e **BIOCHAR** hanno presentato un contenuto in acido citrico maggiore rispetto ai vini delle altre Tesi.

I vini della Tesi **BIOCHAR** si sono rivelati più ricchi in polifenoli totali rispetto ai vini delle altre Tesi, mentre i vini della Tesi **CB FRESH** hanno manifestato un'intensità del colore (DO 420 nm) maggiore rispetto ai vini della Tesi **CONTROLLO**.

ANALISI mosto	T1 CONTROLLO	T2 COMPOST	T3 BIOCHAR	T4 CB MIX	T5 CB FRESH	Signific.
Brix	24,1	22,8	23,5	22,3	22,8	n.s.

Alcol potenziale	%vol	14,4 a	13,5 ab	13,9 ab	13,1 b	13,5 ab	*
pH		3,37	3,37	3,36	3,34	3,4	n.s.
Acidità totale	g/l	4,82	4,84	4,76	5,09	4,85	n.s.
Acido Tartarico	g/l	6,93	6,75	6,61	6,87	6,82	n.s.
Acido Malico	g/l	0,6	0,75	0,71	0,83	0,76	n.s.
Acido Citrico	g/l	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	n.s.
A P A	mg/l	95 ab	138 a	79 b	123 ab	142 a	*
vino		CONTROLLO	COMPOST	BIOCHAR	CB MIX	CB FRESH	
Densità		0,9884	0,9891	0,9891	0,9893	0,9888	n.s.
Alcol effettivo	vol%	14,8	14,3	14,2	14	14,5	n.s.
Zuccheri	g/l	1,2	< 1	< 1	< 1	< 1	n.s.
Alcol complessivo	vol%	14,9 a	14 ab	14,6 ab	13,7 b	14 ab	*
Estratto secco totale	g/l	19,3	19,1	18,7	18,9	19,3	n.s.
Estratto non riduttore	g/l	18,2 b	18,8 ab	17,9 b	18,9 ab	19,3 a	*
pH		3,41	3,41	3,45	3,39	3,47	n.s.
Acidità Totale	g/l	5,46	5,63	5,23	5,69	5,36	n.s.
Acidità Volatile	g/l	0,25 b	0,26 ab	0,30 a	0,27 ab	0,26 ab	*
Acido Tartarico	g/l	1,92 ab	2,55 a	1,66 b	2,46 a	2,42 a	**
Acido Malico	g/l	1,19	1,14	1,24	1,23	1,13	n.s.
Acido Lattico	g/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	n.s.
Acido Citrico	g/l	0,31 a	0,28 b	0,31 a	0,28 b	0,28 b	**
Polifenoli Totali	mg/l	278 b	275 b	304 a	263 b	274 b	**
DO 420 nm		0,070 b	0,090 ab	0,072 ab	0,088 ab	0,092 a	*

Tabella 26: Analisi chimica dei mosti e dei vini ottenuti da uve di piante di vite sottoposte a 5 diverse Tesi nell'ambito del Progetto Enochar. Controllo; Applicazione di Compost (COMPOST); Applicazione di Biochar (BIOCHAR); Applicazione di Compost maturo miscelato con Biochar (CB MIX); Applicazione di Compost fresco miscelato con Biochar (CB FRESH). Cv. Sawignon Kretos, annata 2023. *: significativo per $P < 0,05$; **: significativo per $P \leq 0,01$; n.s.: non significativo ($P = 0,05$).

- ANALISI SENSORIALE

I vini ottenuti dalle tre repliche di ciascuna delle 5 Tesi sono stati assemblati in parti uguali, per ottenere 5 campioni di vino (1 per ogni Tesi) da destinare all'analisi sensoriale (analisi Quantitativa e Descrittiva) e ai test triangolari.

I risultati dell'analisi Quantitativa e Descrittiva sono di seguito riportati:

Tesi 1

All'esame visivo (**Figura 17**), il vino della Tesi 1 ha manifestato un colore giallo di intensità tendenzialmente più bassa rispetto ai vini delle altre Tesi, con riflessi verdognoli/giallognoli quasi assenti. Il profilo olfattivo del vino è risultato caratterizzato da aromi prevalenti di frutta acerba tendenzialmente più percepibili rispetto ai vini delle altre Tesi, nonché di fiori, con sentori di frutta matura in secondo piano. All'esame gustativo il vino della Tesi 1 è risultato moderatamente acido, debolmente amaro e di buona struttura, grazie al consistente grado alcolico del vino associato ad una buona dotazione acida.

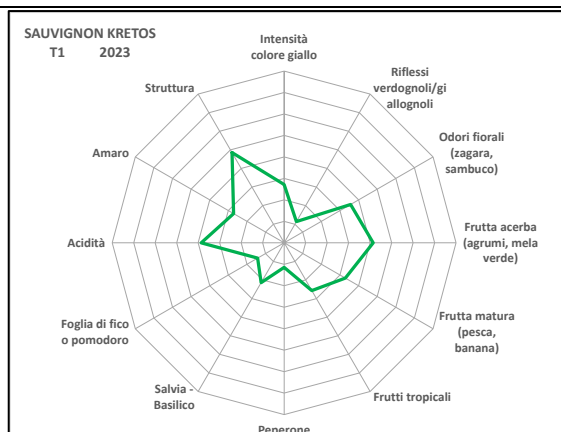


Figura 17: analisi sensoriale

Il vino della Tesi 1 è risultato gradevole ai panelisti (**Figura 18**) dal punto di vista visivo, olfattivo e gustativo; anche i punteggi di gradevolezza complessiva sono risultati mediamente positivi.

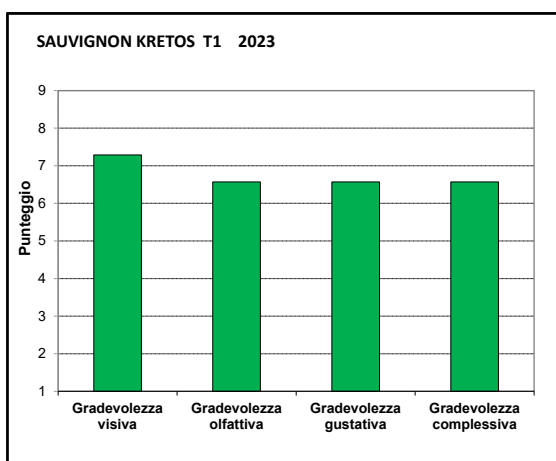


Figura 18: Giudizio di gradevolezza

Tesi 2

All'esame sensoriale (**figura 19**), il vino della Tesi 2 ha manifestato una colorazione gialla di media intensità, con deboli riflessi verdognoli/giallognoli. Il profilo olfattivo del vino è risultato caratterizzato prevalentemente da aromi vegetali e di frutta matura, con sentori floreali in secondo piano. All'esame gustativo il vino è risultato moderatamente strutturato e acido, nonché debolmente amaro.

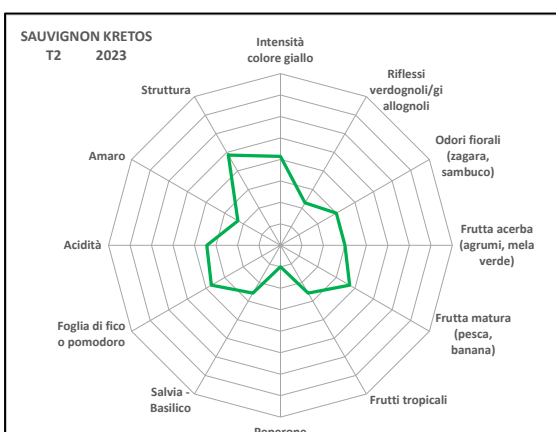


Figura 19: analisi sensoriale

I giudizi di gradevolezza espressi dai panelisti (**figura 20**) sono stati mediamente positivi per quanto riguarda l'analisi visiva, olfattiva e gustativa del vino; anche i giudizi di gradevolezza complessiva espressi dai panelisti sono risultati mediamente positivi.

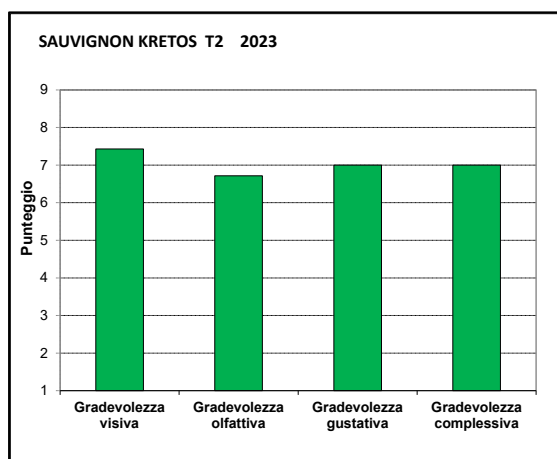


Figura 20: Giudizio di gradevolezza

Tesi 3

All'esame sensoriale (**Figura 21**), il vino della Tesi 3 ha mostrato un colore giallo di media intensità, con deboli riflessi verdognoli/giallognoli. Il profilo olfattivo del vino è risultato tendenzialmente meno contraddistinto da aromi floreali rispetto ai vini delle Tesi 1 e 2, mentre sono stati rilevati aromi prevalenti di frutta matura. Il vino della Tesi 3 è inoltre risultato tendenzialmente meno erbaceo all'olfatto rispetto al vino della Tesi 2. All'esame gustativo, il vino è risultato moderatamente acido e tendenzialmente più amaro dei vini delle Tesi 1 e 2. La struttura gustativa del vino della Tesi 3 è risultata comunque complessa.

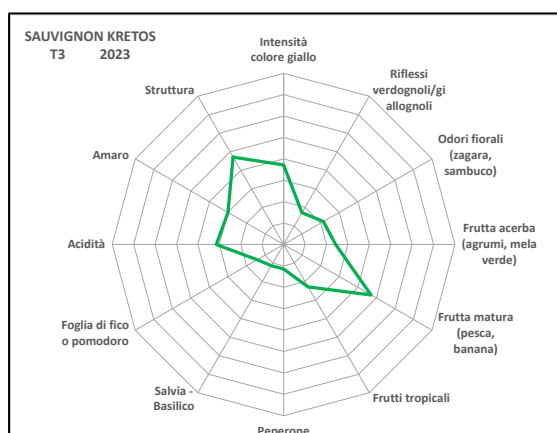


Figura 21: analisi sensoriale

I giudizi di gradevolezza espressi dai panelisti (**Figura 22**) sono risultati positivi per il vino della Tesi

3 dal punto di vista visivo, olfattivo e gustativo; anche la gradevolezza complessiva riscontrata dai panelisti è risultata sufficiente.

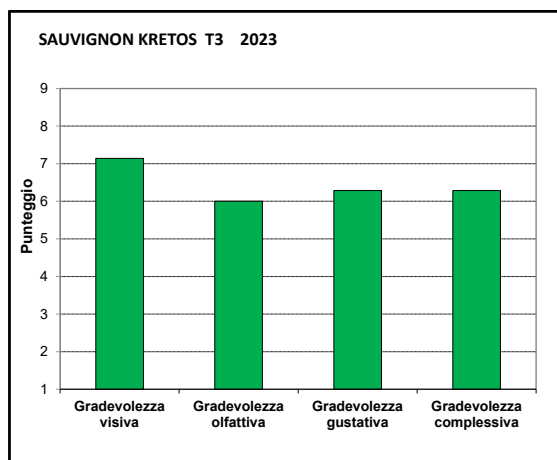


Figura 22: Giudizio di gradevolezza

Tesi 4

All'esame sensoriale (**Figura 23**) il vino della Tesi 4 ha manifestato un colore giallo di media intensità, con deboli riflessi verdognoli/giallognoli. Dal punto di vista olfattivo, il vino della Tesi 4 è risultato tendenzialmente meno complesso dei vini delle altre Tesi, avendo manifestato quasi esclusivamente aromi di frutta matura. Similmente a quanto rilevato all'esame olfattivo, i panelisti hanno percepito una complessità gustativa tendenzialmente più bassa nel vino della Tesi 4, rispetto ai vini delle altre Tesi, nonché un'acidità tendenzialmente meno consistente.

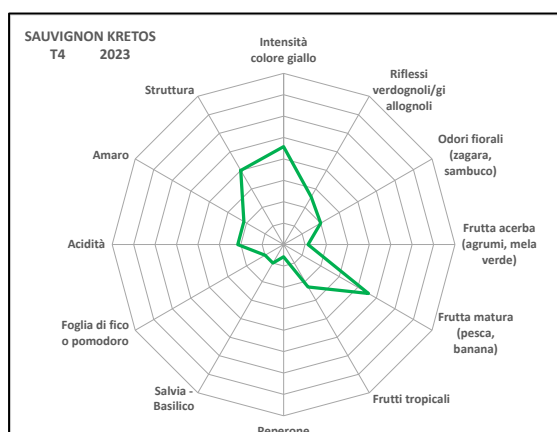


Figura 23: analisi sensoriale

I giudizi di gradevolezza visiva espressi dai panelisti (**Figura 24**) sono risultati mediamente positivi; diversamente, il vino non è risultato sufficientemente gradevole dal punto di vista olfattivo e gustativo, il che ha penalizzato anche i giudizi di gradevolezza complessiva, che mediamente sono risultati insufficienti.

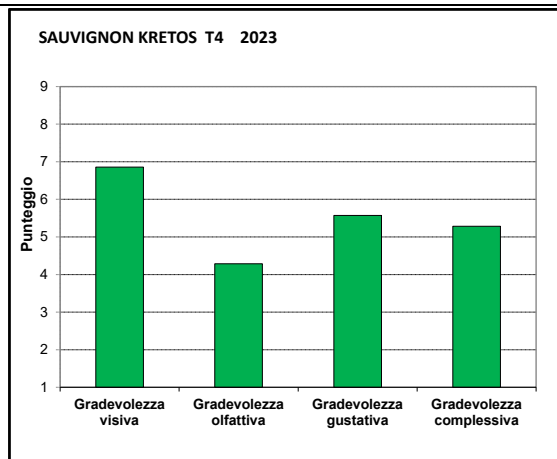


Figura 24: Giudizio di gradevolezza

Tesi 5

All'analisi sensoriale (**Figura 25**), il vino della Tesi 5 ha manifestato un colore giallo di media intensità, con deboli riflessi verdognoli/giallognoli. Il profilo olfattivo del vino è risultato complesso e caratterizzato da aromi prevalenti di frutta matura, con sentori floreali e di frutta acerba in secondo piano. Dal punto di vista gustativo, il vino è risultato mediamente strutturato, nonché debolmente acido e amaro.

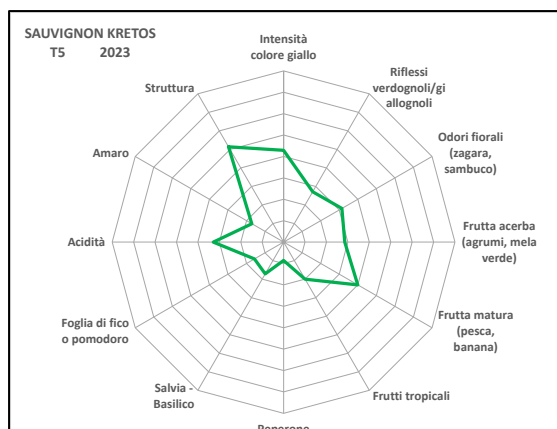


Figura 25: analisi sensoriale

I giudizi di gradevolezza visiva, olfattiva e gustativa espressi dai panelisti (**Figura 26**) per il vino della Tesi 5 sono risultati mediamente positivi; anche la gradevolezza complessiva del vino è risultata mediamente positiva.

	<div data-bbox="636 181 1200 636" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>SAUVIGNON KRETOS T5 2023</caption> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Punteggio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gradevolezza visiva</td> <td>7.3</td> </tr> <tr> <td>Gradevolezza olfattiva</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>Gradevolezza gustativa</td> <td>7.1</td> </tr> <tr> <td>Gradevolezza complessiva</td> <td>7.0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p data-bbox="694 645 1141 678"><i>Figura 26: Giudizio di gradevolezza</i></p>	Categoria	Punteggio	Gradevolezza visiva	7.3	Gradevolezza olfattiva	6.5	Gradevolezza gustativa	7.1	Gradevolezza complessiva	7.0
Categoria	Punteggio										
Gradevolezza visiva	7.3										
Gradevolezza olfattiva	6.5										
Gradevolezza gustativa	7.1										
Gradevolezza complessiva	7.0										
Prodotti ottenuti	Report degli effetti dell'applicazione delle matrici innovative sulla produzione enologica.										
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.										

2.1.7 – Sotto azione 3.4: Valutazione del bilancio delle emissioni di CO₂ in vigneti a seguito della distribuzione di innovative matrici organiche ammendanti

Azione	AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
	<ul style="list-style-type: none"> - Sotto Azione 3.4 - Valutazione del bilancio delle emissioni di CO₂ in vigneti a seguito della distribuzione di innovative matrici organiche ammendanti -
Unità aziendale responsabile	UNIBO e RI.NOVA SOC. COOP
Descrizione delle attività	<p>L'obiettivo di questa sotto-azione era quello di comprendere come le prestazioni ambientali dell'attività di viticoltura potevano essere influenzate dalle diverse pratiche agricole che possono andare ad aumentare o diminuire lo stoccaggio del carbonio nei suoli in funzione delle loro caratteristiche. Recenti lavori scientifici hanno integrato l'approccio Life Cycle Assesment (LCA), dipendente dai consumi di materie prime (acqua, energia, combustibili, <i>etc.</i>), prodotti fitosanitari e fertilizzanti, con la modellistica di simulazione dello stoccaggio di carbonio nel suolo (Modello RothC) legato alle pratiche agronomiche attuate. Da questo confronto si può, tra le altre cose, ricavare il bilancio globale delle emissioni di CO₂ legate proprio a tutto il ciclo produttivo della produzione dell'uva. Tale bilancio rivela rapidamente se l'oggetto dello studio (appezzamento vitato) è a bilancio emissivo di CO₂ positivo, neutro o negativo, riuscendo perciò a fungere anche da stoccaggio di CO₂.</p> <p>Pertanto gli obiettivi di questa sotto-azione sono stati: 1) applicare il metodo LCA alle pratiche vitivinicole indagate nel progetto per valutarne l'impatto ambientale; 2) applicare il modello RothC al metodo di gestione dei suoli interessati dalla coltura in oggetto per valutarne il bilancio di carbonio organico; 3) tramite la combinazione dell'analisi di sostenibilità del ciclo di vita e lo studio delle dinamiche del carbonio organico nel suolo (modello RothC), ottenere una valutazione delle emissioni di anidride carbonica più precisa di quanto possibile con la sola LCA. L'integrazione delle dinamiche del carbonio organico nei suoli negli studi LCA rappresenta un passo verso una valutazione più accurata delle conseguenze ambientali da parte delle pratiche agricole, permettendo decisioni più informate per ridurre l'impatto, migliorare la sostenibilità e ottimizzare l'uso delle risorse. La motivazione nel combinare i due modelli risiede nella mancata considerazione, nelle analisi LCA, di emissioni e stoccaggio di carbonio da parte del sistema suolo, a cui si è, quindi, ovviato affiancando RothC per fornire stime più complete.</p> <p>Nell'ambito del presente Piano di innovazione sono state svolte le seguenti attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quantificazione degli impatti ambientali legati alla produzione di una unità funzionale di uva attraverso l'applicazione della metodologia Life Cycle Assesment; - Valutazione, attraverso il modello RothC, delle variazioni del SOC all'interno dei diversi scenari agronomici nel vigneto Enochar (Biochar, Compost ACF a, CB MIX e CB Fresh);

- Integrazione dei dati di LCA con quelli provenienti da RothC al fine di valutare in che misura lo stoccaggio del carbonio nel suolo in fase agricola impatta sul bilancio globale delle emissioni di gas climalteranti della valutazione del ciclo di vita.

RISULTATI

Il metodo Life Cycle Assessment (LCA) è uno strumento internazionalmente standardizzato (ISO 14040:2021 e ISO 14044:2021) per la valutazione dell'impatto ambientale di prodotti (beni e servizi). La definizione che ne viene data è "La Valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) è un consolidato approccio metodologico alla analisi di impatto ambientale di prodotti e servizi, che consiste nella compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita dei flussi in entrata e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto" (ISO 14040:2021). La standardizzazione ISO stabilisce che uno studio LCA debba essere condotto seguendo 4 fasi iterative: 1) Definizione di obiettivi e ambito; 2) Raccolta dei dati in inventario; 3) Analisi degli impatti ambientali del ciclo di vita; 4) Interpretazione dei risultati.

Il modello RothC (Coleman & Jenkinson, 2014) simula variazioni di carbonio nel suolo nel tempo, considerando fattori come tipo di coltura, pratiche di gestione e condizioni climatiche.

Le simulazioni con RothC sono state effettuate su un periodo di 100 anni per allineare i risultati con la categoria di impatto Cambiamento Climatico GWP 100 del metodo Environmental Footprint utilizzato nell'analisi LCA.

Per ottenere risultati più rappresentativi del tempo di vita di un vigneto, su RothC è stata poi fatta una proiezione sui risultati dei primi vent'anni. In questo secondo calcolo, i risultati LCA tenuti in considerazione sono stati quelli relativi alla categoria GWP 20 del metodo IPCC AR6.

Life Cycle Assessment

Il software

Per valutare il ciclo di vita del sistema in oggetto ed effettuare l'analisi LCA è stato utilizzato il software "LCA for Expert". Si tratta di un programma sviluppato per la modellazione, la diagnosi e il reporting basato sull'approccio *Life Cycle Thinking*, utile a misurare le prestazioni di sostenibilità lungo tutte le fasi di un processo produttivo (pianificazione, progettazione e produzione). Tramite esso, il sistema analizzato viene definito come un piano, che raduna al suo interno le unità di processo incluse nel confine del sistema. Ogni processo si costituisce di ulteriori processi di materia e/o di energia in input o output, identificati durante la fase di inventario che possono essere collegati tra loro o ad altri piani mediante i flussi.

Lo studio è stato condotto facendo riferimento alle norme ISO 14040:2021 e ISO 14044:2021 considerando gli anni produttivi del vigneto (2021 - 2023).

Confini del sistema e unità funzionale

Per gli scenari in esame, i confini del sistema sono stati scelti “from cradle to gate” (dalla culla al cancello), detti anche “from cradle to farm-gate” dove l’ultimo processo di cui si tiene conto è quello di raccolta dell’uva. Le fasi di impianto del vigneto e la manodopera per lo spandimento degli ammendanti e per le fasi di cura del vitigno non sono state considerate.

L’unità funzionale (UF o FU) adottata per effettuare questo studio è stata scelta in relazione alle raccomandazioni inserite all’interno del regolamento PEFCR (“what”, “how much”, “how long”, e “how well”). Si identifica dunque, per tutti gli scenari considerati, la produzione di 1 quintale di uva raccolto annualmente per un arco temporale di 20 anni (tempo di vita assunto per il vigneto).

Analisi d’inventario

In questo studio, la raccolta dei dati è stata effettuata acquisendo informazioni direttamente dai responsabili del vigneto sperimentale, ossia Rinova, ASTRA e l’Università di Bologna, utilizzando, quindi, i cosiddetti dati primari (o di foreground). La principale banca dati utilizzata è stata quella di *Sphera*, integrando con il database *EcoInvent* v.3.9.1. I dati per lo sviluppo del modello sono stati forniti dai partner coinvolti e quando è stato possibile si è provveduto ad utilizzarli in quanto dati primari, altrimenti sostituiti da dati di background, presenti nei databases di cui sopra.

I processi considerati nel presente studio sono stati: i consumi di carburante dei mezzi agricoli per le varie lavorazioni colturali, il consumo di acqua di irrigazione, la produzione e l’uso di fitofarmaci e la produzione di ammendanti (suddivisa per produzione di compost e biochar, per avere i quantitativi degli altri ammendanti utilizzati, come CBmix e CBf).

Produzione di biochar

Per determinare i flussi relativi alla produzione di biochar si è inizialmente preso come riferimento lo studio condotto da Carbofex (2023), dove il biochar è stato considerato come sottoprodotto da produzione di bio-olio. Questo processo di produzione, però, è rappresentativo di un impianto moderno, con abbattimento di gas in uscita e, proprio per questo motivo, si è deciso di crearne un altro che fosse più aderente a quello seguito da Romagna Carbone, azienda fornitrice di biochar per questo progetto. La creazione di questo secondo dataset (**Fig.**) ha preso come riferimento dati primari, relativamente a trasporto e materie prime, comunicati dall’azienda stessa.

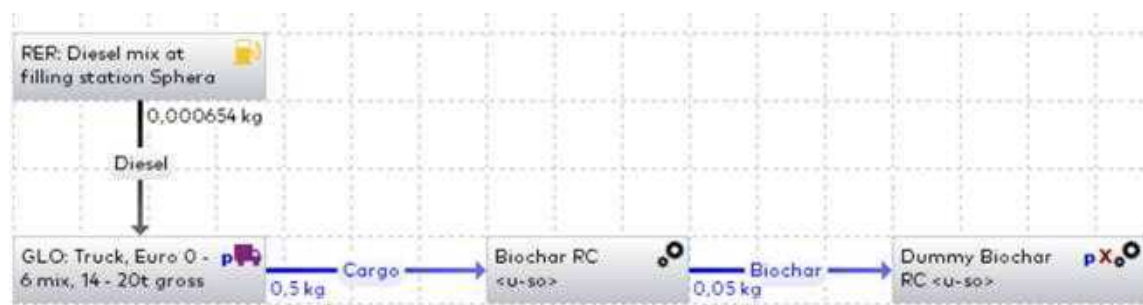


Fig. 27 - Rappresentazione processo produzione biochar su software LCA for Experts.

Per quanto riguarda le emissioni, in mancanza di dati primari si è fatto riferimento a Andraea (2019), nello specifico si sono usati i dati riferiti al processo “charcoal burning” (Fig. 18 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Flusso	Quantità	Ammontare	Unità
↔ Biochar [Others]	Mass	840	kg
↔ Acetic acid [Group NMVOC to air]	Mass	393	kg
↔ Acetone (dimethyl ketone) [Group NMVOC to air]	Mass	2,22	kg
↔ Ammonia [Inorganic emissions to air]	Mass	31,8	kg
↔ Carbon dioxide (biotic) [Inorganic emissions to air]	Mass	4,14E003	kg
↔ Carbon monoxide [Inorganic emissions to air]	Mass	784	kg
↔ Dust (> PM10) [Particles to air]	Mass	116	kg
↔ Dust (PM2.5) [Particles to air]	Mass	169	kg
↔ Ethane [Group NMVOC to air]	Mass	19,8	kg
↔ Ethene (ethylene) [Group NMVOC to air]	Mass	12,7	kg
↔ Ethyne (acetylene) [Group NMVOC to air]	Mass	2,35	kg
↔ Formaldehyde (methanal) [Group NMVOC to air]	Mass	8,9	kg
↔ Formic acid (methane acid) [Group NMVOC to air]	Mass	1,56	kg
↔ Furan [Group NMVOC to air]	Mass	6,74	kg
↔ Hydrogen cyanide (prussic acid) [Inorganic emissions to air]	Mass	0,756	kg
↔ Methane (biotic) [Organic emissions to air]	Mass	160	kg
↔ Methanol [Group NMVOC to air]	Mass	109	kg
↔ Nitrogen (N-compounds) [Inorganic emissions to air]	Mass	1,99	kg
↔ Nitrous oxide (laughing gas) [Inorganic emissions to air]	Mass	0,206	kg
↔ Phenol (hydroxy benzene) [Group NMVOC to air]	Mass	39,2	kg
↔ Propane [Group NMVOC to air]	Mass	4,44	kg
↔ Propene (propylene) [Group NMVOC to air]	Mass	8,66	kg
↔ Sulphur dioxide [Inorganic emissions to air]	Mass	1,68	kg

Fig. 18 - Output di processo produzione biochar su software LCA for Experts.

Produzione di compost

Per modellare questo processo sono stati elaborati i dati forniti da Enomondo, azienda produttrice di compost, per il progetto in questione (fig. 29). Insieme all'utilizzo dei biofiltri per l'abbattimento dei gas in uscita, l'azienda adotta accorgimenti a ridotto impatto ambientale per rendere il processo produttivo più sostenibile.

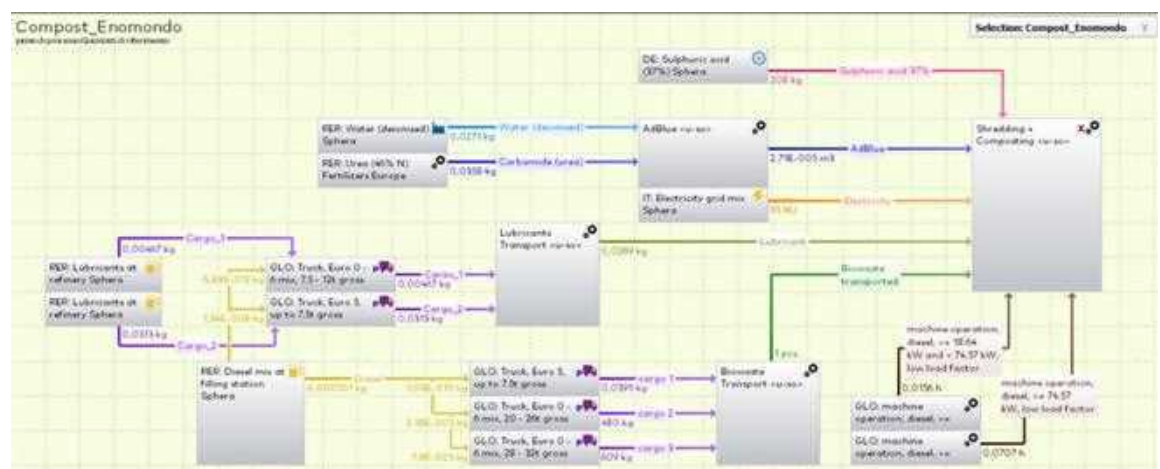


Fig. 29- rappresentazione processo produzione compost su software LCA for Experts.

Determinazione dei quantitativi dei trattamenti

Per determinare i quantitativi di ogni trattamento ammendante, si sono utilizzati i dati relativi agli ultimi 5 anni (2019-2023), calcolando il quantitativo medio di materiale apportato al suolo dai trattamenti (**Tab.**). È stato applicato questo approccio, in quanto per le parcelle trattate con biochar c'è stato un unico spandimento a marzo 2019 mentre nelle altre parcelle lo spandimento è avvenuto ogni anno fino al 2023.

ton sostanza secca/ha	2019	2020	2021	2022	2023	Media
Biochar	18,2	0	0	0	0	3,64
CB_fresh	26,5	16,7	15,3	6,50	3,20	13,7
CB_mix	13,7	14,7	11,9	9,50	3,20	10,6
Compost	18,2	18,4	16	12,6	3,20	13,7
Controllo	0	0	0	0	0	0

Tab. 26 - Tabella relativa ai trattamenti ammendanti applicati, espressi in tonnellate di sostanza secca per ettaro.

Per quanto concerne gli ammendanti composti da miscela di compost e biochar, si è proceduto a calcolare una media annuale, ripartendo le quantità totali di CBmix e CBf in base ai rispettivi volumi della materia prima iniziale, che poi è stata riferita ai 5 anni totali di vita del vigneto. Inoltre, lo studio non ha preso in considerazione le diverse fasi di maturazione che i due prodotti subiscono, considerando lo stesso compost iniziale per entrambi i trattamenti.

Produzione e uso di fitofarmaci

I fitofarmaci sono stati modellati partendo da dati forniti dal partner Rinova ed utilizzando un dataset non specifico sulla base del quantitativo di principio attivo e di co-formulanti, tenendo conto anche delle quantità di acqua impiegate.

Irrigazioni e lavorazioni colturali

Per realizzare le operazioni agricole nel vigneto, l'azienda ha specificato i macchinari, le ore lavorative e il consumo di carburante per i singoli interventi.

Per ogni anno è, inoltre, stato indicato il quantitativo di acqua impiegato per l'irrigazione del vigneto, correlato al consumo di gasolio necessario per il funzionamento di una pompa necessaria alla sua distribuzione.

Valutazione degli impatti

I risultati vengono riportati suddivisi per categorie di impatto, diverse per ogni metodo scelto. Esse rappresentano tipologie specifiche di impatto e si manifestano nei diversi comparti ambientali (aria, acqua marina, acque dolci, suolo, ecc.). Vengono utilizzati modelli di caratterizzazione per calcolare i valori di contributo alle diverse categorie di impatto partendo dai dati di inventario. Ciascuna categoria di impatto fa riferimento ad un particolare modello di caratterizzazione.

Il calcolo degli impatti è avvenuto tramite i metodi Environmental Footprint (EF) v.3.1 e IPCC AR6. La scelta del primo metodo è basata sul recepimento della raccomandazione della Commissione Europea (European Commission, Joint Research Centre, 2022; Saouter et al., 2018) al fine di avere una visione sistemica su varie categorie di impatto, mentre il secondo è necessario a calcolare la categoria del cambiamento climatico su un periodo di 20 anni, in quanto questa è la durata stimata del vigneto mentre con il metodo EF è considerato il contributo al cambiamento climatico su un arco temporale di 100 anni.

Normalizzazione e pesatura

La normalizzazione permette di standardizzare i risultati dello studio rispetto ad un valore di riferimento. Ciò ha l'intento di inserire i risultati dell'analisi LCA in un contesto dove possano essere paragonati con altri risultati o valori di riferimento per lo stesso prodotto o attività.

La pesatura è il processo di conversione degli indicatori di diverse categorie di impatto utilizzando fattori numerici basati su scelte di valore. Spesso include l'aggregazione degli indicatori ponderati in un unico indice che riassume con un numero adimensionale l'impatto ambientale indotto dal sistema prodotto analizzato.

RothC

Il modello

Il modello RothC-26.3, progettato da K. Coleman e D.S Jenkinson (2014) permette di valutare il turnover del carbonio organico in suoli superficiali non saturi d'acqua considerando fattori come il tipo di suolo, la temperatura, il contenuto di umidità e la copertura vegetale. RothC elabora dati restituendo output a cadenza mensile e permette di simulare scenari futuri di decine o centinaia di anni calcolando:

- carbonio organico totale in $t\ ha^{-1}$;
- Biomassa microbica in $t\ ha^{-1}$;
- Variazione nel tempo del carbonio 14 per poter calcolare l'età del C nel suolo ($\Delta^{14}C$).

RothC può funzionare in due modalità:

- Diretta, in cui viene calcolato il SOC nel suolo a partire dagli input di C organico;
- Inversa, conoscendo il valore iniziale di SOC, vengono calcolati gli input di C organico necessari per mantenere l'equilibrio

Come si può vedere in Fig. 30 la struttura del modello è formata da cinque compartimenti o pool in cui si distribuisce la sostanza organica immagazzinata nel suolo:

- DPM – Decomposable Plant Material (materiale vegetale decomponibile);
- RPM – Resistant Plant Material (materiale vegetale resistente);
- BIO – Microbial biomass (biomassa microbica);
- HUM – Humified Organic Matter (materia organica umificata);
- IOM – Inert Organic Matter (materia organica inerte).

I primi quattro (DPM, RPM, BIO e HUM) sono comparti attivi, ovvero dove il carbonio nel suolo partecipa attivamente ai processi di decomposizione e sintesi della materia organica. Il quinto, IOM, è la porzione di carbonio organico contenuto nel suolo che non viene degradato.

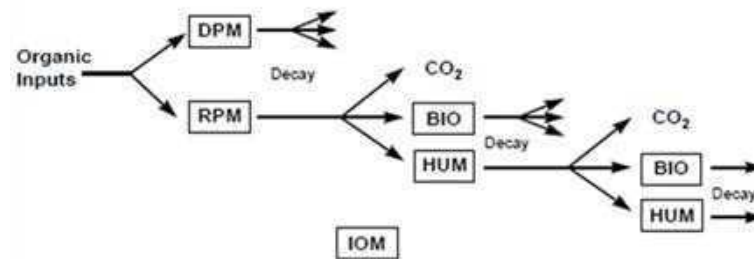


Fig. 30 - Struttura del modello RothC secondo un criterio di decomposizione dei comparti.

Nell'ambito della modellizzazione, il funzionamento a modalità inversa serve per l'inizializzazione di uno scenario, definendo le entità dei compartimenti che costituiscono il SOC iniziale, mentre la modalità diretta serve per la simulazione futura dello scenario.

La versione base di RothC considera due tipi principali di apporti di carbonio al suolo: i residui colturali e l'eventuale fertilizzante organico (Farm Yard Manure -FYM). Per cercare di ottimizzare le simulazioni in virtù dei diversi tipi di fertilizzanti adottati nel presente studio (compost, biochar e miscele di entrambe) sono state sperimentate diverse versioni di RothC modificate.

Per gli scenari del vigneto che prevedono l'utilizzo di biochar si è deciso di utilizzare il modello proposto da (Pulcher et al., 2022), che aggiunge a RothC i pool labile e recalcitrante del biochar con i relativi flussi di C.

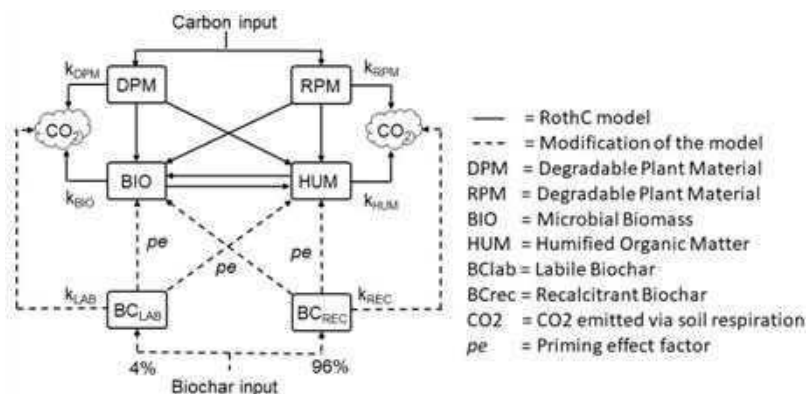


Fig. 31 - Modifica del modello RothC come da Pulcher et al., 2022.

L'uso di RothC rende possibile valutare come le diverse tipologie di ammendante influenzino l'andamento del SOC nel suolo in un futuro arco temporale, potendo stimare quale scenario contribuisce maggiormente alla stabilizzazione del carbonio e determinarne la potenzialità come sua riserva, evitando, quindi, emissioni di CO₂ per contrastare il cambiamento climatico.

Ecco un breve riassunto dei passaggi chiave eseguiti per l'implementazione del modello RothC:

1. Raccolta e preparazione dei dati necessari: dati climatici, pedologici e di gestione delle colture.
2. Creazione di un nuovo modello in Vensim PLE (si veda paragrafo successivo), riproducendo l'algoritmo originale di RothC con variabili, costanti e flussi per i processi di decomposizione e trasferimento del carbonio.
3. Inserimento delle equazioni che governano i processi di decomposizione e trasferimento del carbonio.
4. Configurazione dei parametri del modello basati su dati di letteratura o misurazioni.
5. Esecuzione delle inizializzazioni e simulazioni dei diversi scenari per analizzare il comportamento del carbonio nel suolo in diverse condizioni ambientali e di gestione.
6. Calibrazione del modello confrontando gli output del SOC simulato con una parte dei dati misurati di SOC per scegliere i settaggi in input più idonei a ridurre le differenze tra valori misurati e simulati.
7. Validazione del modello calibrato confrontando i risultati di simulazione con i restanti dati misurati, apportando ulteriori aggiustamenti se necessario per migliorare l'accuratezza.

Il software

L'algoritmo del modello RothC comprensivo delle variazioni di Pulcher et al (2022) è stato implementato nel software Vensim PLE versione 9.3.5, specifico per modellare dinamiche di sistemi. Questo permette di modificare più agevolmente i settaggi delle variabili in input e soprattutto di poter cambiare se necessario le equazioni che governano i flussi di C tra i pool e l'equazione idrologica che ne definisce l'umidità. Con il software si è voluto modellizzare scenari futuri simulandoli per un periodo di cento anni.

Campionamento e analisi dei suoli

Il prelievo dei campioni di suolo è stato realizzato periodicamente durante il periodo di crescita del vigneto, a una profondità di perforazione di circa 30 cm. Al termine del campionamento, è stata eseguita la quartatura e i campioni sono stati portati in laboratorio per le analisi. Dopo essiccazione e macinazione, sono state effettuate analisi di tessitura, per verificare le percentuali delle frazioni argillosa, sabbiosa e limosa, e analisi con analizzatore CHNS, per determinare i componenti elementari: azoto, carbonio, idrogeno e zolfo.

Inizializzazioni e simulazioni

Durante la fase di **inizializzazione** (modello in modalità inversa), vengono inseriti nel modello una serie di input permettendo di ottenere i primi valori mensili di carbonio organico. Utilizzando il modello, si generano poi una serie di output che corrispondono ai valori di DPM, RPM, BIO, HUM, SOC, CO₂, IOM e SOC all'equilibrio.

Successivamente, si procede con **simulazioni** future che consentono di ottenere valori a intervalli mensili per un periodo totale di 100 anni. Nei primi 5 anni di simulazione, ipotizzati dal 2019 al 2023 sono stati inseriti gli input climatici e gestionali quanto più aderenti alla realtà (cadenza dei trattamenti ammendanti e irrigui, periodo di suolo vegetato e nudo). A differenza dell'inizializzazione, qui sono stati considerati gli input effettivi dei trattamenti e dei residui colturali. Dal 2024 in poi gli input inseriti sono ripetuti su base ciclica annuale inserendo: la serie climatica 2019-2023 mediata sui 5 anni; gli apporti dei residui colturali degli anni 2022-2023 (assunti come quelli di un vigneto adulto); gli apporti idrici mediati sui 5 anni e gli apporti di biochar e compost del 2023, considerate come dosi da mantenere sul lungo periodo. All'inizio di ogni simulazione si inseriscono i valori iniziali di DPM, RPM, BIO e HUM, ottenuti durante l'inizializzazione, e le relative costanti.

Modellizzazione degli scenari e scelta dei settaggi di RothC per la calibrazione

Per ognuno dei 5 trattamenti (Biochar, CBmix, Compost, Controllo e CBf) sono stati modellizzati 6 scenari diversi sulla base di:

- 2 diverse gestioni colturali (5 o 4 mesi di suolo nudo in estate a seguito delle lavorazioni);
- l'utilizzo dell'equazione idrologica originale di RothC o di quella di Van Genuchten (1980);
- 2 livelli di massimo deficit idrico raggiungibile quando il suolo è nudo (prima del punto di avvizzimento o coincidente con esso).

Considerando le diverse combinazioni, gli scenari modellizzati sono stati 30.

La scelta dei 5 scenari più attendibili per stimare il trend del SOC nei rispettivi 5 trattamenti è stata fatta su base statistica confrontando valori di SOC simulato con i relativi valori di SOC misurato ottenuti nelle diverse campagne di campionamento svolte dall'inizio della sperimentazione (2019) ad oggi.

Calibrazione e validazione

La calibrazione del modello RothC è stata approssciata mediante il confronto con dati sperimentali ottenuti in campo nei 5 anni di sperimentazione. I dati presi in considerazione per il bilancio del SOC sono stati quelli ottenuti dai 5 scenari che ipotizzano la presenza di suolo nudo in estate per 4 mesi, con il modello RothC dove è stata utilizzata l'equazione idrologica di Van Genuchten (1980) e dove il massimo livello di deficit idrico raggiungibile con suolo nudo coincide con il punto di avvizzimento.

Risultati Life Cycle Assessment

In **tabella 27** vengono presentati i risultati relativi all'analisi LCA con i metodi precedentemente citati.

EF 3.1	Controllo	Biochar	Compost	CBmix	CBf	Max	Min
Acidification	7.88E-02	1.88E-01	3.05E-01	2.79E-01	3.53E-01	CBf	Controllo
Climate Change - total	6.22E+00	1.07E+01	7.30E+00	9.68E+00	1.14E+01	CBf	Controllo
Ecotoxicity, freshwater - total	5.87E+01	1.01E+02	9.39E+01	1.06E+02	1.26E+02	CBf	Controllo
Eutrophication, freshwater	2.20E-05	1.91E-05	3.21E-05	2.59E-05	2.92E-05	Compost	Biochar
Eutrophication, marine	3.94E-02	3.75E-02	4.05E-02	3.87E-02	4.20E-02	CBf	Biochar
Eutrophication, terrestrial	4.33E-01	8.92E-01	1.28E+00	1.21E+00	1.51E+00	CBf	Controllo
Human toxicity, cancer - total	1.22E-09	4.05E-07	2.10E-09	2.59E-07	3.44E-07	Biochar	Controllo

Human toxicity, non-cancer - total	5.34E-08	6.06E-07	7.48E-08	4.18E-07	5.43E-07	Biochar	Controllo
Ionising radiation, human health	2.30E-02	2.00E-02	1.63E-01	1.02E-01	1.30E-01	Compost	Biochar
Land Use	3.42E+01	2.97E+01	4.01E+01	3.46E+01	3.78E+01	Compost	Biochar
Ozone depletion	7.95E-13	6.91E-13	2.39E-09	1.38E-09	1.84E-09	Compost	Biochar
Particulate matter	1.42E-06	5.08E-05	2.78E-06	3.37E-05	4.45E-05	Biochar	Controllo
Photochemical ozone formation, human health	1.11E-01	3.13E-01	9.87E-02	2.32E-01	2.82E-01	Biochar	Compost
Resource use, fossils	8.14E+01	7.07E+01	1.18E+02	9.52E+01	1.07E+02	Compost	Biochar
Resource use, mineral and metals	4.71E-07	4.09E-07	2.60E-04	1.51E-04	2.00E-04	Compost	Biochar
Water use	7.79E-02	6.76E-02	4.61E-01	2.93E-01	3.71E-01	Compost	Biochar
IPCC AR6							
GWP 20, excl biogenic CO ₂	6.61E+00	2.13E+01	7.94E+00	1.67E+01	2.07E+01	Biochar	Controllo
GWP 20, incl biogenic CO ₂	6.45E+00	2.67E+01	7.80E+00	2.01E+01	2.52E+01	Biochar	Controllo

Tab. 27 - Risultati LCA metodi EF 3.1 e IPCC AR6

Per quanto riguarda il metodo IPCC AR6 - categoria GWP 20, che si focalizza sul forzante radiativo dei gas serra climalteranti emessi, lo scenario con i valori maggiori è risultato essere quello del biochar. Ciò è spiegato dall'assenza di tecnologie di abbattimento dei gas in uscita nel processo di produzione biochar.

Per il metodo EF 3.1, i risultati evidenziano come, invece, l'ammendamento con Biochar sia risultata la tesi con le migliori prestazioni ambientali (valori minori) (in 8 categorie su 16), seguita dal Controllo (in 7 categorie su 16). Le buone prestazioni ambientali del controllo sono spiegate dal fatto che su di esso non è stato effettuato alcun ammendamento aggiuntivo e, di conseguenza, non sono stati conteggiati gli impatti dovuti alla produzione di ammendante. Gli scenari con prestazioni peggiori (valori maggiori), invece, sono stati: Compost (in 7 categorie su 16) seguito da CBf (in 5 categorie su 16).

Tramite la normalizzazione è possibile confrontare le categorie tra di loro perché rapportate ad una misura di riferimento unica. Quelle più impattate sono risultate essere la formazione di particolato atmosferico e la tossicità umana cancerogena, con i valori maggiori mostrati dal biochar, seguite da formazione di ozono troposferico ed eutrofizzazione terrestre.

Analizzando la categoria del cambiamento climatico, espressa sottoforma di kg di CO₂ equivalente su unità funzionale, il valore maggiore è attribuito alla tesi Biochar, seguita da CBmix e CBf. **(tabella 28)**

EF 3.1 - Normalizzati	Controllo	Biochar	Compost	CBmix	CBf
Acidification	1.42E-03	3.39E-03	5.49E-03	5.02E-03	6.35E-03
Climate Change - total	8.23E-04	1.42E-03	9.66E-04	1.28E-03	1.51E-03
Ecotoxicity, freshwater - total	1.03E-03	1.77E-03	1.66E-03	1.86E-03	2.23E-03
Eutrophication, freshwater	1.37E-05	1.19E-05	2.00E-05	1.61E-05	1.82E-05
Eutrophication, marine	2.01E-03	1.92E-03	2.07E-03	1.98E-03	2.15E-03
Eutrophication, terrestrial	2.45E-03	5.05E-03	7.25E-03	6.87E-03	8.55E-03
Human toxicity, cancer - total	7.06E-05	2.35E-02	1.22E-04	1.50E-02	1.99E-02
Human toxicity, non-cancer - total	4.15E-04	4.71E-03	5.81E-04	3.24E-03	4.22E-03
Ionising radiation, human health	5.45E-06	4.73E-06	3.86E-05	2.42E-05	3.09E-05
Land Use	4.17E-05	3.62E-05	4.89E-05	4.22E-05	4.62E-05
Ozone depletion	1.52E-11	1.32E-11	4.57E-08	2.64E-08	3.52E-08
Particulate matter	2.39E-03	8.54E-02	4.67E-03	5.65E-02	7.47E-02

Photochemical ozone formation, human health	2.72E-03	7.66E-03	2.41E-03	5.68E-03	6.91E-03
Resource use, fossils	1.25E-03	1.09E-03	1.81E-03	1.47E-03	1.65E-03
Resource use, mineral and metals	7.41E-06	6.43E-06	4.09E-03	2.37E-03	3.15E-03
Water use	6.79E-06	5.90E-06	4.02E-05	2.55E-05	3.24E-05

Tab. 28 - Risultati LCA normalizzati, metodo EF 3.1.

Dopo aver normalizzato i valori è possibile ponderarli utilizzando fattori predisposti per il metodo in esame che assegnano un peso diverso ad ogni categoria, a seconda della sua rilevanza a livello ambientale. I valori delle categorie si possono sommare tra loro andando a costituire un impact score totale rappresentativo dell'impatto ambientale per ciascun scenario. La categoria del cambiamento climatico rappresenta la più rilevante avendo un peso del 21%. Questo si può notare nei valori di impact score totali, in quanto il Biochar rappresenta la tesi più impattante, seguita da Cbf e CBmix.

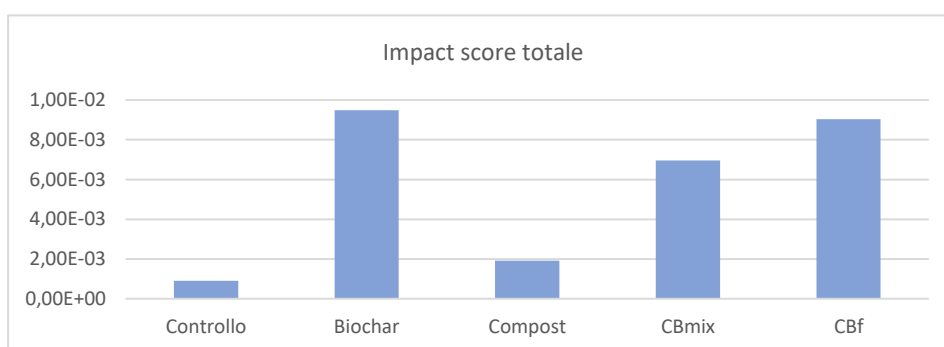


Fig. 32 - Impact score totali per ogni scenario.

Analizzando i risultati ponderati (tabella 29) si è visto come la categoria più impattata dopo la pesatura sia stata, per tutti gli scenari, il particolato atmosferico. Altre categorie significativamente impattate sono risultate essere: acidificazione, cambiamento climatico, tossicità umana cancerogena, formazione di ozono troposferico e uso delle risorse minerali e metalliche.

EF 3.1 - Pesati	Controllo	Biochar	Compost	CBmix	Cbf
Acidification	8,79E-05	2,10E-04	3,40E-04	3,11E-04	3,93E-04
Climate Change - total	1,73E-04	2,99E-04	2,03E-04	2,70E-04	3,17E-04
Ecotoxicity, freshwater - total	1,99E-05	3,41E-05	3,18E-05	3,57E-05	4,28E-05
Eutrophication, freshwater	3,83E-07	3,32E-07	5,59E-07	4,51E-07	5,08E-07
Eutrophication, marine	5,96E-05	5,67E-05	6,14E-05	5,86E-05	6,36E-05
Eutrophication, terrestrial	9,09E-05	1,87E-04	2,69E-04	2,55E-04	3,17E-04
Human toxicity, cancer - total	1,50E-06	5,00E-04	2,59E-06	3,19E-04	4,25E-04
Human toxicity, non-cancer - total	7,63E-06	8,67E-05	1,07E-05	5,97E-05	7,76E-05
Ionising radiation, human health	2,73E-07	2,37E-07	1,94E-06	1,21E-06	1,55E-06
Land Use	3,31E-06	2,88E-06	3,88E-06	3,35E-06	3,67E-06
Ozone depletion	9,59E-13	8,32E-13	2,88E-09	1,67E-09	2,22E-09
Particulate matter	2,14E-04	7,65E-03	4,19E-04	5,07E-03	6,69E-03
Photochemical ozone formation, human health	1,30E-04	3,66E-04	1,15E-04	2,72E-04	3,30E-04
Resource use, fossils	1,04E-04	9,05E-05	1,51E-04	1,22E-04	1,37E-04
Resource use, mineral and metals	5,60E-07	4,85E-07	3,09E-04	1,79E-04	2,38E-04
Water use	5,78E-07	5,02E-07	3,42E-06	2,17E-06	2,76E-06
SOMMA	8,94E-04	9,49E-03	1,92E-03	6,96E-03	9,04E-03

Tab. 29 - Risultati LCA pesati, metodo EF 3.1. Evidenziati in rosso i valori maggiori, seguiti da arancione e giallo, per ogni scenario.

Risultati RothC

Tramite RothC, è stato possibile simulare l'andamento temporale fino a 20 anni della concentrazione di carbonio organico totale nel suolo.

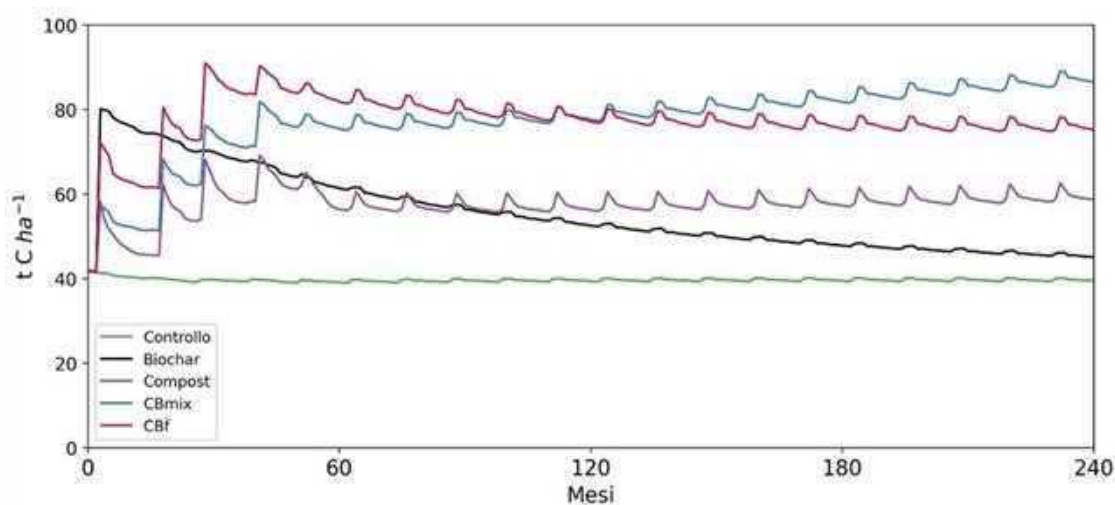


Fig. 33 - Risultati RothC con proiezione a 20 anni.

Dei 5 scenari scelti come migliore prodotto della calibrazione con RothC si è fatta la simulazione fino a 100 anni, tuttavia per calcolare lo stoccaggio del C annuale nel suolo sono stati considerati i primi 20 anni come mostrato in Fig. .

Come si può notare, la tesi Biochar ha un picco iniziale seguito da un graduale decremento, dovuto alla naturale degradazione del carbonio nel suolo, mentre le tesi costituite da compost e compost/biochar mostrano picchi regolari. L'applicazione del biochar, infatti, è avvenuta una sola volta nel 2019, mentre per gli altri ammendanti la frequenza è stata annuale.

Integrazione risultati

Per stimare il bilancio di carbonio, si è preso come riferimento l'equazione proposta dalla commissione europea (European Commission, 2022), dove si sottrae al carbonio stoccato nel suolo le emissioni di gas serra espresse come kg di CO₂ equivalente:

“A carbon removal activity shall provide a net carbon removal benefit, which shall be quantified using the following formula:

$$\text{Net carbon removal benefit} = \text{CR}_{\text{baseline}} - \text{CR}_{\text{total}} - \text{GHG}_{\text{increase}} > 0$$

where:

(a) $CR_{baseline}$ is the carbon removals under the baseline;

(b) CR_{total} is the total carbon removals of the carbon removal activity;

(c) $GHG_{increase}$ is the increase in direct and indirect greenhouse gas emissions, other than those from biogenic carbon pools in the case of carbon farming, which are due to the implementation of the carbon removal activity.

The baseline shall correspond to the standard carbon removal performance of comparable activities in similar social, economic, environmental and technological circumstances and take into account the geographical context.”

Come *baseline* si è ritenuto opportuno utilizzare i valori dello scenario di controllo. Seguendo le linee guida, si è quindi proceduto con i seguenti calcoli mostrati in **tabella 30**:

	unit	Reference	Biochar	Compost	CB_mix	CB_fresh
Carbon Removal _{Reference} – Carbon Removal _{Soil amended}	t C/ha/y	0.00	9.50	10.7	22.6	22.7
Grape production (yield)	t /ha/y	15.4	17.9	18.4	18.9	18.3
Carbon Removal as TOC / FU	kg C/FU	0.00	53.1	58.3	120	124
Carbon Removal converted from TOC to CO ₂ / FU	kg CO ₂ eq/FU	0.00	195	214	438	455
GHGs emissions (GWP 20, including biogenic CO ₂) / FU	kg CO ₂ eq/FU	6.45	26.7	7.80	20.1	25.2
Net Carbon Removal		-6.45	168	206	418	429

Tab. 30 - Calcoli effettuati per ottenere il valore netto di rimozione del carbonio.

Ottenendo, quindi, i seguenti risultati di carbonio rimosso (sottoforma di kg di CO₂ equivalente): Controllo -6.45, Biochar 168, Compost 206, CBmix 418 e CBf 429, rappresentati sotto forma grafica in **figura 34**.

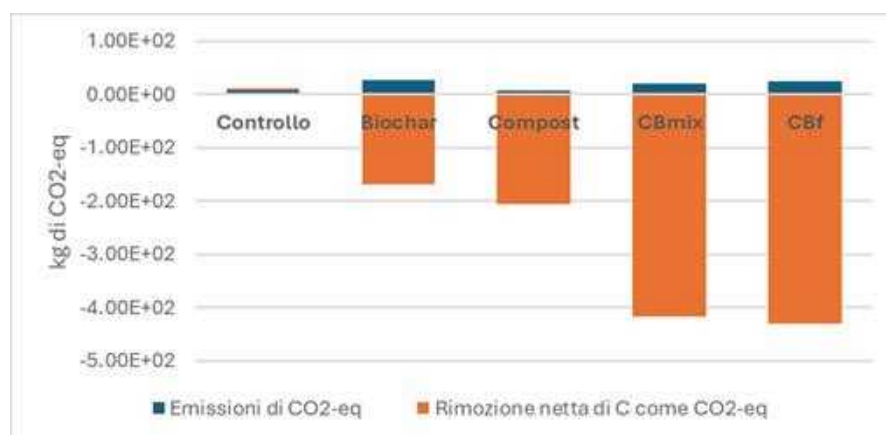


Fig. 34 - Rappresentazione grafica dell'integrazione dei risultati.

Conclusioni

Lo studio dimostra che la combinazione di LCA con il modello RothC consente una valutazione più precisa delle emissioni di CO₂ eq durante le pratiche viti-colturali. Questa combinazione tiene in considerazione pratiche come l'ammendamento, la potatura e la lavorazione del terreno, in quanto fonti di variabilità del carbonio nel suolo, nonostante siano comunemente trascurate nei calcoli della categoria cambiamento climatico, all'interno di analisi LCA.

Omettere questa integrazione avrebbe portato a una notevole sottovalutazione dell'effetto dei trattamenti. Le valutazioni fornite dal modello RothC offrono una prospettiva su quale tipo di materiale organico possa ridurre al minimo o, idealmente, invertire le emissioni nette di CO₂ eq dal suolo nell'ambito della produzione vitivinicola. Questo studio porta alla luce, quindi, come gli ammendanti composti esclusivamente o parzialmente da compost e biochar possano essere in grado di migliorare l'apporto di carbonio al suolo.

Durante l'elaborazione di questo studio, si sono manifestate varie limitazioni che meritano attenzione in vista di futuri approfondimenti e miglioramenti. Una delle sfide principali, legata all'utilizzo della metodologia LCA, è data dalla difficile reperibilità di alcuni dati primari. Questa carenza ci ha costretti a ricorrere alla letteratura esistente per reperire studi sulla produzione di biochar, una scelta guidata dall'imperativo di affidarsi a informazioni solide e riconosciute. Tuttavia, questa necessità ci ha esposti a potenziali limitazioni nella precisione dei modelli elaborati. Queste discrepanze mettono in luce l'importanza di disporre di dati più specifici e direttamente forniti dalle realtà produttive, soprattutto per quanto riguarda la fase di coltivazione.

Confrontare gli scenari analizzati con altri studi analoghi ha presentato alcuni ostacoli. Queste sfide emergono principalmente in quanto la maggior parte degli studi LCA reperibili presentano UF differenti rispetto a quelle considerate da questo studio (considerando UF completamente diverse o quantitativi nettamente inferiori) e si ha una prevalenza di studi che trattano l'intero processo produttivo relativo al settore vitivinicolo. Ulteriormente, l'impiego di ammendanti organici, come quelli considerati in questa ricerca, non è ampiamente documentato nella letteratura scientifica, specialmente per quanto riguarda la loro applicazione specifica nella viticoltura. Questa lacuna di informazioni rende complesso il confronto diretto tra i risultati ottenuti in questo studio e quelli derivanti da altre ricerche, evidenziando la necessità di ulteriori indagini e studi per colmare queste carenze conoscitive.

D'altra parte, se consideriamo il modello RothC è da sottolineare come ci sono diversi limiti relativi ai risultati ottenuti dalle simulazioni presentate. Nella fattispecie si dispone ancora di una bassa numerosità campionaria per ottenere risultati sufficientemente robusti dai test statistici utilizzati. La metodologia utilizzata, basata sul confronto del SOC, necessita infatti di tempi lunghi per ottenere un certo numero di campioni ed è soggetta a forte incertezza per via dell'eterogeneità della matrice suolo ammendata. L'attività di monitoraggio è tuttavia orientata a continuare e questo permetterà di acquisire nuovi dati sul SOC e magari di intraprendere o rendere più efficienti altre metodologie di monitoraggio riconducibili al turn-over del C organico nel suolo.

Inoltre, per i trattamenti relativi a biochar, la mancanza di informazioni sullo stesso proveniente da scarti della vite non ha permesso di utilizzare tassi di mineralizzazione specifici. Al momento, per ovviare questa carenza, sono in corso dei test in colonna con biochar isotopico presso il CIRI-FRAME di Marina di Ravenna.

In conclusione, si può sostenere come la combinazione di LCA con il modello RothC giochi un ruolo fondamentale nella valutazione precisa delle emissioni di CO₂ legate alla coltivazione dell'uva, consentendo di realizzare valutazioni integrate degli impatti ambientali derivanti dalla produzione e dall'uso dei flussi di materia ed energia, integrati con dati relativi alle proprietà del suolo e alla

	<p>degradazione del carbonio.</p> <p>Discrepanze tra i punteggi di impatto del cambiamento climatico e l'effettiva CO₂ eq. sottolineano l'utilità di questo approccio per una quantificazione più accurata.</p> <p>Bibliografia</p> <ul style="list-style-type: none"> – Andreae, M. O. (2019). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning – an updated assessment. <i>Atmospheric Chemistry and Physics</i>, 19(13), 8523–8546. https://doi.org/10.5194/acp-19-8523-2019 – Carbofex. (2023). <i>LCA Report – Carbofex’s biochar product</i>. – Coleman, K., & Jenkinson, D. (2014). <i>RothC-A model for the turnover of carbon in soil Model description and users guide (Windows version)(updated June 2014)</i>. – European Commission. (2022). <i>Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Union certification framework for carbon removals; COM(2022) 672 final, art.4</i>. – European Commission. Joint Research Centre. (2022). <i>Understanding Product Environmental Footprint and Organisation Environmental Footprint methods</i>. Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2760/11564 – Pulcher, R., Balugani, E., Ventura, M., Greggio, N., & Marazza, D. (2022). Inclusion of biochar in a C dynamics model based on observations from an 8-year field experiment. <i>SOIL</i>, 8(1), 199–211. https://doi.org/10.5194/soil-8-199-2022 – Saouter, E., Biganzoli, F., Ceriani, L., Versteeg, D., Crenna, E., Zamporti, L., Sala, S., & Pant, R. (2018). <i>Environmental Footprint: Update of Life Cycle Impact Assessment Methods-Ecotoxicity freshwater, human toxicity cancer, and non-cancer</i>. https://doi.org/10.2760/611799
Prodotti ottenuti	<ul style="list-style-type: none"> - Report tecnico su prestazioni ambientali della viticoltura valutate tramite la metodologia LCA, analisi delle simulazioni sulle dinamiche del SOC ottenute con il modello RothC e bilancio globale di carbonio nei suoli ottenuto dall’uso combinato della metodologia LCA e del modello RothC.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<p>Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.</p>

2.1.8 – **Sotto azione 3.5: Demo farm: dimostrazioni pratiche e illustrazione di specifiche linee guida connesse all’innovazione presso i produttori afferenti al GO.**

Azione	AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
	- Sotto Azione 3.5 - Demo farm: dimostrazioni pratiche e illustrazione di specifiche linee guida connesse all’innovazione presso i produttori afferenti al GO.
Unità aziendale responsabile	RI.NOVA SOC. COOP, ASTRA, CAVIRO, UNIBO, Az. Agricola Domenico Muraro, Az. Vitivinicola Corte Beneficio
Descrizione delle attività	<p>L’utilizzo razionale di matrici organiche innovative, ottenute da scarti e sottoprodotti della filiera agro-alimentare e la loro valorizzazione consentono di alimentare un processo virtuoso, che riduce gli impatti dell’agricoltura sull’ambiente, in un’ottica di economia circolare.</p> <p>Alla luce dei numerosi effetti positivi riscontrati in recenti studi, a seguito dell’applicazione dei nuovi ammendanti organici, sia sul suolo che sulla produzione viticola, si rende necessario trasferire ai produttori le conoscenze per l’individuazione di prodotti di qualità e le più idonee modalità di distribuzione in diversi contesti viticoli.</p> <p>Le attività previste nell’ambito della presente sotto-azione si sono articolate come di seguito riportato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u><i>DIMOSTRAZIONI PRATICHE IN VIGNETO</i></u> <p>In n. 3 Aziende afferenti al GO, si sono effettuate delle dimostrazioni pratiche di distribuzione di compost, biochar e CB MIX in vigneto. Nello specifico, le demo farm realizzate nelle Az. Agr. Domenico Muraro, nell’Azienda Corte Beneficio, ubicate nel comune di Copparo (FE) e nell’azienda COOP San Biagio di Faenza, scelta in accordo con i tecnici del Gruppo CAVIRO.</p> <p>Nel corso di tali iniziative (in totale n. 3) i produttori hanno potuto toccare con mano le diverse nuove matrici ammendanti e sono stati supportati dal team di ricercatori e tecnici del GO nel definire i metodi di distribuzione più adatti al proprio contesto aziendale.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u><i>DEFINIZIONE DI LINEE GUIDA PER L’APPLICAZIONE DELLE INNOVATIVE MATRICI ORGANICHE IN VIGNETO</i></u> <p>Per garantire la massima efficienza di impiego delle matrici organiche innovative, oltre a non eccedere con le dosi somministrate, è necessario adottare un approccio integrato, in cui tutte le pratiche agronomiche devono contribuire a creare condizioni di equilibrio nella vite, rendendola in grado di sfruttare al meglio le risorse che le vengono somministrate.</p> <p>Attraverso il presente Piano di Innovazione si è provveduto, quindi, alla definizione di specifiche Linee Guida, volte a delineare una gestione migliorativa dell’equilibrio vegeto-produttivo della vite, nell’ambito della quale l’applicazione di compost, biochar e CB MIX, possa apportare tangibili riscontri a livello quali-quantitativo, determinando una drastica diminuzione dell’apporto di sostanze inquinanti e salvaguardando, al tempo stesso, la fertilità dei suoli, in vigneti sempre più messi a dura prova dai cambiamenti climatici in atto.</p> <p style="text-align: center;">• <u>RISULTATI</u></p>

- DIMOSTRAZIONI PRATICHE IN VIGNETO

In data 17 Aprile 2023 (ripresa vegetativa), si è provveduto alla realizzazione delle prime 2 dimostrazioni pratiche di distribuzione di COMPOST e CB MIX in vigneto.

Nello specifico, le *demo farm* sono **state realizzate nelle Az. Agr. Domenico Muraro (cv. Pinot Grigio) e nell’Azienda Corte Beneficio (cv. Fortana), ubicate nel comune di Copparo (FE).**

Nel periodo autunnale (6 Novembre 2023) è stata realizzata la terza demo-farm **presso la Cooperativa San Biagio (cv. Trebbiano romagnolo) – Faenza (RA).** Le Aziende in cui sono state distribuite le matrici sono state monitorate nel corso di sopralluoghi con opportuni report fotografici.



Azienda Muraro - (Copparo –FE) varietà Pinot Grigio
17 aprile 2023

Azienda Muraro - (Copparo –FE) varietà Pinot Grigio
24 Luglio 2023



Azienda Corte Beneficio (Copparo-FE) varietà Fortana
17 aprile 2023

Azienda Corte Beneficio (Copparo-FE) varietà Fortana
24 Luglio 2023



**Azienda Coop San Biagio (Faenza – RA) varietà Trebbiano - Operazione di distribuzione compost + Biochar
6 novembre 2023**

I queste iniziative (in totale n. 3) i produttori hanno potuto toccare con mano le diverse nuove matrici ammendanti e, supportati dal team di ricercatori e tecnici del GO, hanno potuto conoscere nei dettagli i metodi di distribuzione più adatti al proprio contesto aziendale.

-DEFINIZIONE DI LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLE INNOVATIVE MATRICI ORGANICHE IN VIGNETO

Attraverso il presente Piano di Innovazione si è provveduto alla definizione di specifiche **Linee Guida**, volte a delineare una gestione migliorativa dell'equilibrio vegeto-produttivo della vite, nell'ambito della quale l'applicazione di biochar, CB MIX e compost, potrà apportare tangibili riscontri a livello quali-quantitativo, determinando una drastica diminuzione dell'apporto di sostanze inquinanti e salvaguardando, al tempo stesso, la fertilità dei suoli, in vigneti sempre più messi a dura prova dai cambiamenti climatici in atto. Le linee guida costituiscono una parte integrante della seguente relazione e sono contenute nell'allegato azione 3 – Linee guida.

Prodotti ottenuti	<ul style="list-style-type: none"> - Report fotografico delle <i>demo farm</i>; - Linee Guida per l'applicazione di innovative matrici organiche ammendanti in vigneto.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità	<p>Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.</p>

2.1.9 – **Sotto azione 3.6: Inclusione sociale attraverso i principi di una viticoltura sostenibile.**

Azione	AZIONE 3 - AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
	Sotto Azione 3.6 - Inclusione sociale attraverso i principi di una viticoltura sostenibile.
Unità aziendale responsabile	RI.NOVA SOC., UNIBO, Il Ventaglio di ORAV
Descrizione delle attività	<p>L'agricoltura sociale è volta a migliorare lo stato di salute fisico e mentale delle persone, attraverso la possibilità del lavoro in campagna, con positive ricadute anche a livello sociale. In particolare, l'agricoltura sociale fa leva su un uso terapeutico delle attività presenti in un'azienda agricola, affinché possano generare benefici sia dal punto di vista educativo, sia a persone in particolari situazioni di svantaggio e difficoltà. Tali attività devono essere condotte secondo criteri di responsabilità etica e sostenibilità ambientale. In tale ottica la riduzione dell'impiego della plastica in agricoltura coniuga perfettamente etica e rispetto dell'ambiente.</p> <p>Nell'ambito della presente azione sono state, dunque, organizzate, in collaborazione con l'Associazione "Il Ventaglio di ORAV" e coerentemente con gli obiettivi e le finalità etico- sociali della struttura, attività specifiche per integrare gli ospiti, attraverso i principi di una viticoltura biologica, sostenibile.</p> <p>Sono state fornite loro nozioni di base sulle principali attività condotte in un vigneto biologico, attraverso uno stimolante processo formativo, vivace e interattivo, volto a orientarli verso l'inserimento nel mondo del lavoro. Tali conoscenze sono, inoltre, risultate utili, alla gestione del piccolo vigneto didattico-solidale che l'Associazione ha recentemente messo a dimora, presso la propria sede, in collaborazione con Ri.Nova, coerentemente con i propri obiettivi e finalità etico-sociali.</p> <p>Le attività previste nell'ambito della sotto-azione 3.6 hanno riguardato nello specifico n. 3 Lezioni in campo con relativa attività pratica, il cui programma viene, di seguito, illustrato:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Lezione 1. "La gestione del suolo nel vigneto biologico". Attività pratica:</u> Distribuzione manuale delle matrici organiche innovative (compost e biochar) in vigneto (14 Aprile 2023).



- Lezione 2. “**Gestione della chioma nel vigneto biologico**”. *Attività pratica:* Defogliazione manuale della fascia dei grappoli e spollonatura della vite. (14 Aprile 2023).



- Lezione 3. “**La raccolta nel vigneto biologico**”. *Attività pratica:* campionamenti di bacche e determinazione dei parametri produttivi e qualitativi dell'uva (16 Giugno 2023 e 20 Settembre 2023).

<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità</p>	<p>Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.</p>
--	--

2.1.10 - SPESE DI PERSONALE

Cognome e nome	Azienda	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	RI.NOVA	Impiegato	Supporto	27	154	4.158,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	27	231	9.933,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	27	1059.5	28.606,50
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	27	147.5	3.982,50
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Coordinamento e supporto tecnico	43	586.5	25.219,50
	ASTRA	Impiegato tecnico	Supporto	43	96	4.128,00
	ASTRA	Impiegato tecnico	Attività di laboratorio	43	159	6.837,00
	ASTRA	Impiegato tecnico	Attività di vinificazione	43	156	6.708,00
	ASTRA	OTD	Supporto in campo	19.50	173	3.373,50
	CAVIRO	Impiegato	Supporto enologico	27	454	12.258,00
	UNIBO	Prof. Associato	Responsabile scientifico	48	105	5.040,00
	UNIBO	Impiegato	Supporto tecnico	31	94	2.914,00
	UNIBO	Prof. Associato	Supporto tecnico	48	147	7.056,00
	UNIBO	Prof. Associato	Supporto tecnico	48	83	3.984,00
	UNIBO	Prof. Associato	Supporto tecnico	48	129	6.192,00
	UNIBO	Ricercatrice	Supporto tecnico	31	143	4.433,00
Totale:						134.823,00

2.1.11 SPESE PER COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI AZIONE 3

Consulenze – Società

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzata/ruolo nel progetto	Costo
Laboratorio VEGEZIO SRL		2.340,00 €	Analisi di laboratorio	2.340,00 €
Totale:				2.340,00 €

2.2 AZIONE 4 – DIVULGAZIONE

Azione	AZIONE 4 - DIVULGAZIONE
Unità aziendale responsabile	RI.NOVA SOC.
Descrizione delle attività	<p>La divulgazione dell'innovazione alle imprese agricole e operatori del settore vitivinicolo, costituisce un'azione fondamentale del Piano. Ri.Nova ha attivato il proprio personale per sviluppare questa attività sin dalle prime fasi del Progetto.</p> <p>Uno degli obiettivi di questa Azione ha permesso di concretizzare un efficace collegamento funzionale <i>multi actor</i> tra innovazione, trasferimento e applicazione e nello stimolare lo sviluppo e applicazione dell'innovazione lungo la filiera.</p> <p>La fase di divulgazione ha, pertanto, perseguito l'obiettivo di diffondere le informazioni-innovazioni valutate nel corso del Piano, non solo ai membri del GO ma anche a una più ampia gamma di <i>stakeholders</i> del settore agricolo. Ri.Nova ha messo a disposizione del GO un indirizzario che conta migliaia utenti, una mailing list di oltre 1.500 indirizzi, un portale con circa 10.000 visitatori all'anno, oltre a considerare che già la sua base sociale contribuisce a intercettare oltre l'80% della vitivinicoltura regionale e, nel suo complesso, a produrre circa il 60% della PLV vegetale regionale.</p> <p>Come preventivato nel Progetto, il Piano di Comunicazione è stato sviluppato dall'operato del personale Ri.Nova, al fine di implementare una “Comunicazione sostenibile”, ossia organizzare iniziative utili a mostrare i risultati raggiunti dalle attività del Progetto e sistemi di divulgazione logicamente tali da limitare quanto più possibile gli spostamenti degli utenti (ad esempio organizzando incontri tecnici disseminati sul territorio regionale piuttosto che accentrati in poche sedi), pur garantendo una visibilità massima delle innovazioni che meritavano evidenza nell'ambito del presente Piano.</p> <p>In accordo con i partner del GO, il personale Ri.Nova ha, quindi organizzato, e gestito le iniziative e azioni di diffusione previste dal Piano.</p> <p>Inoltre, Ri.Nova ha messo a disposizione del GO il proprio Portale Internet, affinché le attività e i risultati conseguiti nel presente Piano siano facilmente identificabili e fruibili dall'utenza. All'interno del portale Ri.Nova, è stata individuata una pagina dedicata al Piano, composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del Progetto e gli aggiornamenti relativi alle attività condotte https://rinova.eu/it/progetti/enochar-matrici-per-la-riduzione-dei-rilasci-di-co2-nellatmosfera/</p> <p>Come indicato nell'AZIONE 1, il personale Ri.Nova si è fatto, inoltre, carico di predisporre in lingua italiana e inglese, le modulistiche richieste per la presentazione del Piano al fine del collegamento alla Rete PEI-Agri.</p> <p>Di seguito, sono riportate le iniziative organizzate, nel periodo 07 Febbraio 2023 - 05 Agosto 2024.</p> <p><i>-INCONTRI TECNICI (4)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 26/04/2023 “<i>Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO₂ nell'atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR</i>”.

Località: Tebano (Faenza, RA); Presenze: n. 39

https://rinova.eu/media/dklpr120/giornata-dimostrativa-vivi-plastic-free-viresclima-enochar-26_4_23-tebano.pdf

- **06/11/2023** “*Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO₂ nell’atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR*”

Località: (Faenza, RA); Presenze: n. 13

<https://rinova.eu/media/4mqbqp2a/enochar-incontro-e-visita-061123ra.pdf>

- **30/05/2024** *“Incontro tecnico: presentazione dei risultati del progetto ENOCHAR e visita guidata al campo sperimentale con visione delle matrici ammendanti e simulazione di distribuzione e interrimento*

Località: (Faenza, RA); Presenze: n. 26

<https://rinova.eu/media/uxebjkra/enochar-incontro-visita-300524ra.pdf>

- **31/05/2024** *“Incontro tecnico del Progetto "ENOCHAR", presentazione dei risultati enologici e degustazione dei vini prodotti dalle tesi del progetto Enochar.*

Località: (Faenza, RA); Presenze: n. 12

<https://rinova.eu/media/oyllvi4t/enochar-incontro-degustazione-310524ra.pdf>

-COMUNICATO STAMPA

Rassegna stampa: <https://rinova.eu/media/vq4px3cs/rassegna-stampa-enochar.pdf>

-VISITE GUIDATE (3)

- **26/04/2023** “*Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO₂ nell’atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR*”.

Località: Tebano (Faenza, RA); Presenze: n. 39

https://rinova.eu/media/dklpr120/giornata-dimostrativa-vivi-plastic-free-viresclima-enochar-26_4_23-tebano.pdf

- **06/11/2023** “*Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO₂ nell’atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR*”

Località: (Faenza, RA); Presenze: n. 13

<https://rinova.eu/media/4mqbqp2a/enochar-incontro-e-visita-061123ra.pdf>

- **30/05/2024** “*Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO₂ nell’atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR*”

Località: (Faenza, RA); Presenze: n. 13

<https://rinova.eu/media/uxebjkra/enochar-incontro-visita-300524ra.pdf>

-AUDIOVISIVO (n.1)

<https://youtu.be/7uzfrNbDQ68>

-PODCAST (n.1)

<https://www.spreaker.com/episode/enochar-applicazione-di-matrici-innovativa-compost-e-biochar-per-la-riduzione-dei-rilasci-di-co2--57211805>

-ARTICOLI (n.2)

- **01/08/2023** Titolo: “Nuove varietà resistenti per una vitivinicoltura competitiva, altamente sostenibile e resiliente al cambiamento climatico”.

Autori: Tessarin P., Nigro G., Bossio D., Rebergiani P.

Rivista: FIDAF - AGRICOLTURA. 01 AGOSTO 2023.

https://rinova.eu/media/aqfgdd3x/applicazione-di-matrici-innovative-compost-e-biochar-fidaf-1_8_23.pdf

- **21/10/2024** Titolo: “Il progetto ENOCHAR: i risultati della sperimentazione in corso presso il polo vitivinicolo di Tebano”

Autori: Buscaroli A., Greggio N., Zannoni D., Toselli M., Baldi E., Righi S., Cavallo A.C., Marazza D., Pesce S., Balugani E., Pulcher R., Cappelletti M., Donini E., Filippetti I., Allegro G., - (UNIBO)- Nigro G. – Ri.NOVA

Rivista: CORRIERE VITICOLO – 21 ottobre 2024 (la data di pubblicazione è stata confermata dalla Rivista “Corriere Viticolo VITE il 17 settembre 2024).

-PARTECIPAZIONE ATTIVA NELL’AMBITO DELLA RETE PEI

Convegno “INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE: OBIETTIVI E STRUMENTI DELLA PAC 2023-2027”. Tenutosi a Roma, nelle date 1-2 Marzo 2023 - **Contributo Poster:**

https://www.innovarurale.it/sites/default/files/1cc_enochar.pdf

-SEZIONE SOCIAL

Instagram: n. 177 follower; Facebook: n. di Follower 1757 ; YouTube: n. di iscritti 1120; LinkedIn: n. di Follower 1744. I dati corrispondono all’aggiornamento del 05 settembre 2024.

-PAGINA WEB PROGETTO

<https://rinova.eu/it/progetti/enochar-matrici-per-la-riduzione-dei-rilasci-di-co2-nellatmosfera/>

Le locandine prodotte e i fogli firma registrati in occasione delle iniziative descritte nella sottostante **Tabella** sono disponibili presso Ri.Nova e allegati alla presente rendicontazione (*Allegato 4 – Divulgazione*).

	TITOLO / NOTE	LUOGO / RIVISTA	PRESENZE / PAGINE	LINK
VISITE GUIDATE				
26/04/2023	Giornata dimostrativa dedicata ai gruppi operativi EIP-AGRI: Applicazione di matrici innovative (compost e biochar) per la riduzione dei rilasci di CO2 nell'atmosfera ...	Faenza (RA)	39	https://rinova.eu/media/dk1pr120/giornata-dimostrativa-vivi-plastic-free-viresclima-enochar-26_4_23-tebano.pdf
06/11/2023	Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO2 nell'atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR	Faenza (RA)	13	https://rinova.eu/media/4mqbq2a/enochar-incontro-e-visita-061123ra.pdf
30/05/2024	Visita guidata al campo sperimentale con visione delle matrici ammendanti e simulazione di distribuzione e interrimento	Faenza (RA)	13	https://rinova.eu/media/uxebjkra/enochar-incontro-visita-300524ra.pdf
INCONTRI TECNICI				
26/04/2023	Giornata dimostrativa dedicata ai gruppi operativi EIP-AGRI: Applicazione di matrici innovative (compost e biochar) per la riduzione dei rilasci di CO2 nell'atmosfera ...	Faenza (RA)	39	https://rinova.eu/media/dk1pr120/giornata-dimostrativa-vivi-plastic-free-viresclima-enochar-26_4_23-tebano.pdf
06/11/2023	Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO2 nell'atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR	Faenza (RA)	13	https://rinova.eu/media/4mqbq2a/enochar-incontro-e-visita-061123ra.pdf
30/05/2024	Incontro tecnico: presentazione dei risultati del progetto ENOCHAR e visita guidata al campo sperimentale con visione delle matrici ammendanti e simulazione di distribuzione e interrimento	Tebano - Faenza (RA)	26	https://rinova.eu/media/uxebjkra/enochar-incontro-visita-300524ra.pdf
31/05/2024	Incontro tecnico del Progetto "ENOCHAR", presentazione dei risultati enologici e degustazione dei vini prodotti dalle tesi del progetto Enochar.	Tebano - Faenza (RA)	12	https://rinova.eu/media/oylv4t/enochar-incontro-degustazione-310524ra.pdf
AUDIOVISIVI				
01/01/2024	ENOCHAR - Matrici innovative (compost e biochar) per la riduzione dei rilasci di CO2 nell'atmosfera	youtube Ri.nova		https://www.youtube.com/watch?v=7uzfrNbDQ68&t=10s
PUBBLICAZIONI				
21/10/2024	"Il progetto ENOCHAR: i risultati della sperimentazione in corso presso il polo vitivinicolo di Tebano"	Corriere Viticolo		in fase di pubblicazione sulla rivista Corriere Viticolo in uscita il 21 ottobre 2024
01/08/2023	Applicazione di matrici innovative (COMPOST e BIOCHAR) per la riduzione dei rilasci di CO2 nell'atmosfera, degli input di sintesi in vigneti e per la salvaguardia della fertilità dei suoli esposti agli effetti del cambiamento climatico – ENOCHAR	Fidaf Agricolture	3	https://rinova.eu/media/aqf6dd3x/applicazione-di-matrici-innovative-compost-e-biochar-fidaf-1_8_23.pdf
STAMPA				
30/01/2024	Progetto enochar, economia circolare in vigneto: tecniche innovative per preservare la fertilità del suolo	Portale Ri.Nova	2	https://rinova.eu/media/juzgpyag/cs_progetto-enochar_30_01_24.pdf
PODCAST				
11/12/2023	ENOCHAR: Applicazione di matrici innovative (compost e biochar) per la riduzione dei rilasci di CO2	Spreaker e altre piattaforme per podcast		https://www.spreaker.com/user/17366983/03-agricast-progetto-enochar
PAGINA WEB				
07/02/2023	ENOCHAR - Marci innovative per la riduzione dei rilasci di CO2 nell'atmosfera	Portale Ri.Nova		https://rinova.eu/it/progetti/enochar-matrici-per-la-riduzione-dei-rilasci-di-co2-nellatmosfera/

Prodotti ottenuti

- n. 1 articolo tecnico inerente i risultati del Piano.
- n. 1 articolo divulgativo inerente gli argomenti del Piano.
- n. 3 visite guidate.
- n. 4 incontri tecnici.
- Partecipazione attiva nell'ambito della rete PEI - Convegno “*Innovazione e sostenibilità ambientale: obiettivi e strumenti della pac 2023-2027*” tenutosi a Roma, nelle date 1-2 marzo 2023 - Contributo poster
- n. 1 podcast dedicato al Piano.
- n. 1 audiovisivo dedicato al Piano.
- n. 1 comunicato stampa con relativa rassegna.
- Pagina web con le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano.

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità

Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.

2.2.1 SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE

2.2.2 SPESE DI PERSONALE AZIONE 4

Cognome e nome	Azienda	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Costo orario	Ore	Costo totale
	RI.NOVA	Impiegato	Supporto alla divulgazione	27	30	810,00
	RI.NOVA	Impiegato	Segreteria	27	326.5	8.815,50
	RI.NOVA	Impiegato	Supporto alla divulgazione	27	54	1.458,00
	RI.NOVA	Impiegato	Supporto tecnico	43	66	2.838,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Coordinamento e supporto tecnico	43	41	1.763,00
	RI.NOVA	Impiegato	Supporto alla divulgazione	27	4	108,00
Totale:						€ 15.792,50

2.2.3 SPESE PER COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI AZIONE 4

Consulenze – Società

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
KAIROSTUDIO SRL		€ 950,00	Realizzazione video	€ 950,00
ORMA COMUNICAZIONE SOC.COOP.		€ 1.250,00	Realizzazione comunicato e rassegna stampa	€ 1.250,00
Totale:				€ 2.200,00

2.3 SPESE PER ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E CONSULENZA – AZIONE 5

Azione	AZIONE 5 - FORMAZIONE
Unità aziendale responsabile	Dinamica
Descrizione delle attività	<p>E' stato svolta n. 1 visita studio:</p> <p>Proposta formativa 5701242 Visita studio in Toscana, titolo: “Sviluppo di competenze per l'utilizzo di nuove matrici organiche per ridurre rilasci di sostanze inquinanti, preservare la risorsa idrica, tutelare la fertilità nei vigneti esposti al cambio climatico” con le seguenti domande di avvio formazione GOI:</p> <p>Visita studio in Toscana</p> <ul style="list-style-type: none"> • Domanda di avvio formazione n.5754669 con 10 partecipanti per un importo di costo totale pari a € 11.727,20 chiusa con domanda di rendiconto formazione GOI n° 5853139 con n. 10 partecipanti per un totale di € 11.727,20 <p>“Considerando la peculiarità della genesi della spesa per le attività di formazione che deriva da costi standard per numero di allievi e stante la difficoltà a negare ad allievi che si sono iscritti ai corsi la partecipazione, pur risultando la spesa a consuntivo superiore del 10% di quella ammessa l'ente di formazione Dinamica chiede di non applicare la riduzione prevista all'art. 23 dell'avviso tenendo anche presente che il contributo richiedibile è fissato a quello massimo ammesso.”</p> <p>Costo totale azione di Formazione: € 11.727,20</p>

3- CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Criticità tecnico-scientifiche	Nessuna criticità tecnico-scientifica è stata evidenziata durante le attività svolte.
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Nessuna criticità gestionale è stata evidenziata durante le attività svolte.
Criticità finanziarie	Nessuna criticità finanziaria è stata evidenziata durante le attività svolte.

4- ALTRE INFORMAZIONI

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

//

5- CONSIDERAZIONI FINALI

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

//

6- RELAZIONE TECNICA

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

Descrizione delle attività complessivamente effettuate

Come dettagliatamente sopra riportato, nell'ambito del presente Progetto, sono state svolte diverse attività, tra loro sinergiche, il cui obiettivo principale era quello di implementare e trasferire ai produttori vitivinicoli innovative tecniche di gestione del suolo quali l'applicazione di nuove matrici organiche ammendanti (compost, biochar e CB mix), in grado di incrementare lo stoccaggio di CO₂, la fertilità e la capacità di ritenzione idrica del suolo, di ridurre il rilascio di sostanze inquinanti nell'ambiente e indurre una maggiore resistenza alle malattie, per una viticoltura sostenibile, capace di adattarsi e di mitigare i cambiamenti climatici in atto, in un'ottica di economia circolare.

L'attività si è sviluppata attraverso diverse **Azioni** e **Sotto azioni** i cui risultati hanno portato a ottenere importanti conclusioni. Nello specifico, nell'ambito della **sotto azione 3.1** sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- Report su andamento climatico 2023-2024 del sito di riferimento delle prove;
- Valutazione della variazione di SOC nel suolo di diversi scenari agronomici;
- Valutazione di tutti gli elementi della fertilità del suolo;
- Valutazione dell'andamento di Azoto nitrico e ammoniacale;
- Indici di diversità del microbiota nel suolo;
- Identificazione e quantificazione di gruppi microbici come bioindicatori della qualità del suolo;
- Determinazione dell'andamento di temperatura e umidità del suolo.

Mentre, attraverso lo sviluppo delle attività della **sotto Azione 3.2 (Valutazione degli effetti indotti su VITE dell'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto)**, è stato possibile verificare in modo oggettivo l'influenza delle diverse matrici sulle fasi fenologiche e vegeto-produttive della varietà in esame. In particolare è emerso che nel **2023**, dal germogliamento all'inizio dell'invaiaura, si è osservato un lieve ritardo nello sviluppo fenologico delle piante testimone, rispetto alle viti delle parcelle trattate con matrici innovative. Tale ritardo si è attenuato in fase di invaiaura. Nel **2024**, si è assistito a un anticipo (3 gg) del germogliamento nelle Tesi COMPOST, CB MIX e CB FRESH, rispetto a BIOCHAR e CONTROLLO. Anche il rilievo dell'epoca di invaiaura ha visto un anticipo di 3 giorni nella tesi CONTROLLO rispetto alle tesi COMPOST e BIOCHAR e di 2 giorno rispetto alle tesi CB MIX e CB FRESH.

Alla raccolta, eseguita in data 23 agosto 2023, le diverse Tesi mostravano una concentrazione in S.S. statisticamente simile. Tuttavia, la Tesi Controllo si è dimostrata tendenzialmente più ricca in S.S. Nello stesso periodo, è stato misurato il calo di acidità subito dalle uve delle diverse Tesi e non sono state rilevate differenze significative né durante la maturazione, né alla raccolta. Anche per quanto riguarda il pH, alla raccolta (vendemmia 2023) non sono emerse differenze significative tra le diverse Tesi. In merito ai parametri produttivi, i rilievi effettuati non hanno fatto emergere differenze significative nel numero di grappoli per pianta. La Tesi CB FRESH ha presentato valori di produzione e peso medio del grappolo maggiori del CONTROLLO. La Tesi CB MIX ha presentato valori maggiori del legno di potatura rispetto a BIOCHAR. Non sono emerse

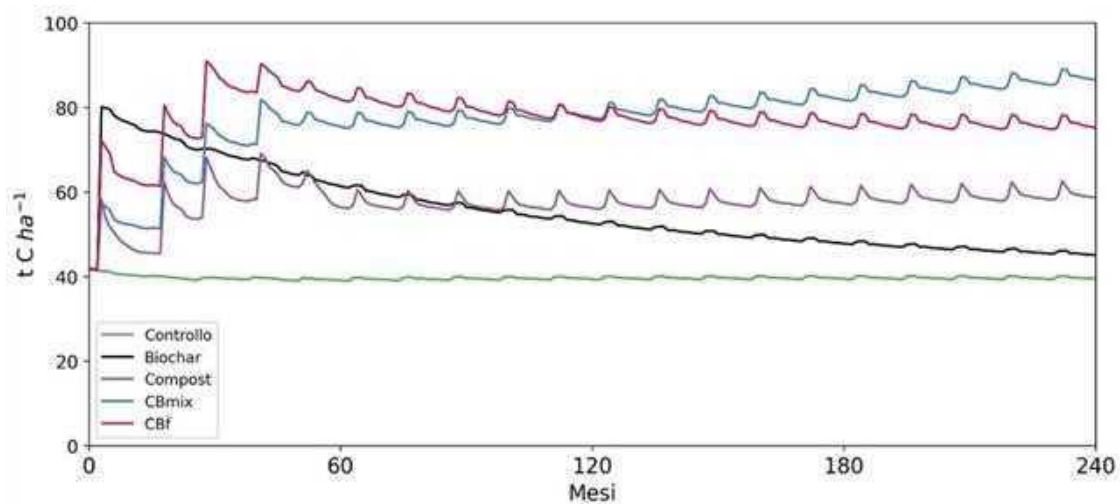
differenze nei valori dell'Indice di Ravaz tra le diverse Tesi.

Nella **Sotto azione 3.3** (*Valutazione degli effetti indotti su VINO dell'applicazione di matrici organiche innovative in vigneto*) al fine di monitorare gli effetti dell'applicazione di compost, biochar e CB MIX sulle caratteristiche chimico - fisiche e sensoriali dei **vini**, si è proceduto, per ciascuna Tesi/replica, alla realizzazione di microvinificazioni. L'**analisi chimica** effettuata sui vini delle **5 Tesi** ha rilevato un contenuto alcolico simile e complessivamente elevato; ciononostante, si evidenzia come il contenuto alcolico dei vini ottenuti da piante soggette all'applicazione di innovative matrici organiche sia tendenzialmente più basso rispetto ai vini della tesi Controllo. Poiché nei vini della tesi Controllo è stata rilevata la presenza di zuccheri residui, il grado alcolico potenziale dei vini di tale tesi è risultato maggiore rispetto ai vini della tesi CBmix, similmente a quanto osservato dalla misurazione del grado alcolico potenziale dei mosti. I valori di estratto secco totale misurati sui vini delle cinque tesi sono risultati simili, mentre sono stati osservati valori maggiori di estratto secco non riduttore nei vini della tesi Cbf, rispetto alle tesi Controllo e Biochar. I vini della tesi Biochar si sono rivelati più ricchi in polifenoli totali rispetto ai vini delle altre tesi, mentre i vini della tesi Cbf hanno manifestato un'intensità del colore (DO 420 nm) maggiore rispetto ai vini della tesi Controllo. Dal punto di vista dell'**analisi sensoriale**, il profilo olfattivo del vino della **Tesi 1** (Controllo) è risultato caratterizzato da aromi prevalenti di frutta acerba tendenzialmente più percepibili rispetto ai vini delle altre Tesi, nonché di fiori, con sentori di frutta matura in secondo piano. All'esame gustativo il vino della Tesi 1 è risultato moderatamente acido, debolmente amaro e di buona struttura, grazie al consistente grado alcolico del vino associato ad una buona dotazione acida. Mentre, il profilo olfattivo del vino della **Tesi 2** (Compost) è risultato caratterizzato prevalentemente da aromi vegetali e di frutta matura, con sentori floreali in secondo piano. All'esame gustativo il vino è risultato moderatamente strutturato e acido, nonché debolmente amaro. Il profilo olfattivo del vino della **Tesi 3** (Biochar) è risultato tendenzialmente meno contraddistinto da aromi floreali rispetto ai vini delle Tesi 1 e 2, mentre sono stati rilevati aromi prevalenti di frutta matura. Il vino della Tesi 3 è inoltre risultato tendenzialmente meno erbaceo all'olfatto rispetto al vino della Tesi 2. All'esame gustativo, il vino è risultato moderatamente acido e tendenzialmente più amaro dei vini delle Tesi 1 e 2. La struttura gustativa del vino della Tesi 3 è risultata comunque complessa. Nella **Tesi 4** (CB Mix), dal punto di vista olfattivo, il vino è risultato tendenzialmente meno complesso dei vini delle altre Tesi, avendo manifestato quasi esclusivamente aromi di frutta matura. Similmente a quanto rilevato all'esame olfattivo, i panelisti hanno percepito una complessità gustativa tendenzialmente più bassa nel vino della Tesi 4, rispetto ai vini delle altre Tesi, nonché un'acidità tendenzialmente meno consistente. Il profilo olfattivo del vino della **Tesi 5** (CB Fresh) è risultato complesso e caratterizzato da aromi prevalenti di frutta matura, con sentori floreali e di frutta acerba in secondo piano. Dal punto di vista gustativo, il vino è risultato mediamente strutturato, nonché debolmente acido e amaro.

Lo studio effettuato nell'ambito della **Sotto azione 3.4** (*Valutazione del bilancio delle emissioni di CO₂ in vigneti a seguito della distribuzione di innovative matrici organiche ammendanti*), dimostra che la combinazione di LCA con il modello RothC consente una valutazione più precisa delle emissioni di CO₂ eq durante le pratiche viti-colturali. Questa combinazione tiene in considerazione pratiche come l'ammendamento, la potatura e la lavorazione del terreno, in quanto fonti di variabilità del carbonio nel suolo, nonostante siano

comunemente trascurate nei calcoli della categoria cambiamento climatico, all'interno di analisi LCA.

Omettere questa integrazione avrebbe portato a una notevole sottovalutazione dell'effetto dei trattamenti. Le valutazioni fornite dal modello RothC offrono una prospettiva su quale tipo di materiale organico possa ridurre al minimo o, idealmente, invertire le emissioni nette di CO₂ eq dal suolo nell'ambito della produzione vitivinicola. Questo studio porta alla luce, quindi, come gli ammendanti composti esclusivamente o parzialmente da compost e biochar possano essere in grado di migliorare l'apporto di carbonio al suolo. Tramite RothC, è stato possibile simulare l'andamento temporale fino a 20 anni della concentrazione di carbonio organico totale nel suolo.



Risultati RothC con proiezione a 20 anni.

Come si può notare, la tesi Biochar ha un picco iniziale seguito da un graduale decremento, dovuto alla naturale degradazione del carbonio nel suolo, mentre le tesi costituite da compost e compost/biochar mostrano picchi regolari. Si ricorda che l'applicazione del biochar è avvenuta una sola volta nel 2019, mentre per gli altri ammendanti la frequenza è stata annuale.

Per stimare il bilancio di carbonio rimosso, si è preso come riferimento l'equazione proposta dalla commissione europea (European Commission, 2022), dove si sottrae al carbonio stoccato nel suolo le emissioni di gas serra espresse come kg di CO₂ equivalente. Seguendo le linee guida, si è quindi proceduto con i calcoli ottenendo, quindi, i seguenti risultati di carbonio rimosso (sottoforma di kg di CO₂ equivalente): Controllo -6.45, Biochar 168, Compost 206, CBmix 418 e CBf 429.

Nella **sotto azione 3.5 (Demo farm: dimostrazioni pratiche e illustrazione di specifiche linee guida connesse all'innovazione presso i produttori afferenti al GO)** sono organizzate e effettuate dimostrazioni pratiche di distribuzione di compost, biochar e CB MIX in vigneto. Nello specifico, le demo farm sono state realizzate nelle Az. Agr. Domenico Muraro, nell'Azienda Corte Beneficio, ubicate nel comune di Copparo (FE) e nell'azienda Coop. San Biagio di Faenza.

Nel corso di tali iniziative i produttori hanno potuto toccare con mano le diverse nuove matrici ammendanti e sono stati supportati dal team di ricercatori e tecnici del GO nel definire i metodi di distribuzione più adatti al

proprio contesto aziendale.

Nell'ambito della **Sotto azione 3.6 (Inclusione sociale attraverso i principi di una viticoltura sostenibile)** sono state organizzate, in collaborazione con l'Associazione "Il Ventaglio di ORAV" e coerentemente con gli obiettivi e le finalità etico- sociali della struttura, attività specifiche per integrare gli ospiti, attraverso i principi di una viticoltura biologica, sostenibile.

Sono state fornite loro nozioni di base sulle principali attività condotte in un vigneto biologico, attraverso uno stimolante processo formativo, vivace e interattivo, volto a orientarli verso l'inserimento nel mondo del lavoro.

Tali conoscenze sono, inoltre, risultate utili, alla gestione del piccolo vigneto didattico-solidale che l'Associazione ha recentemente messo a dimora, presso la propria sede, in collaborazione con Ri.Nova.

Tale risultato è stato raggiunto grazie allo svolgimento di tre specifiche lezioni pratiche in campo realizzate presso il vigneto didattico sperimentale allestito presso il Podere Canova dell'ass. ORAV di Bologna.

L'articolato programma di **divulgazione (Azione 4)** ha permesso di veicolare in maniera capillare i risultati che via via sono stati prodotti con la realizzazione delle attività. Infatti, nell'ambito dell'azione 4 (Divulgazione) sono state realizzate numerose azioni di trasferimento di risultati, tra le quali:

- n. 1 articolo tecnico inerente i risultati del Piano.
- n. 1 articolo divulgativo inerente gli argomenti del Piano.
- n. 3 visite guidate.
- n. 4 incontri tecnici.
- Partecipazione attiva nell'ambito della rete PEI - Convegno "*Innovazione e sostenibilità ambientale: obiettivi e strumenti della pac 2023-2027*" tenutosi a Roma, nelle date 1-2 marzo 2023 - Contributo poster
- n. 1 podcast dedicato al Piano.
- n. 1 audiovisivo dedicato al Piano.
- n. 1 comunicato stampa con relativa rassegna.
- Pagina web con le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano.

Inoltre, grazie al viaggio studio realizzato nell'ambito dell'**Azione 5 (Formazione)** è stato possibile verificare e valutare altri esempi concreti dell'applicazione di nuove matrici organiche ammendanti (compost, biochar e CB mix), in aziende e strutture della regione Toscana presso le quali la produzione e l'utilizzo del Biochar è ormai pratica agronomica consolidata. I partecipanti al Viaggio Studio hanno così potuto acquisire importanti informazioni per implementare, a loro volta, specifiche strategie, di adattamento al cambiamento climatico, nell'areale vitivinicolo in cui si trovano ad operare.

Risultati innovativi e prodotti che caratterizzano il Piano

Le attività realizzate nel presente Piano hanno prodotto i seguenti risultati innovativi:

- Informazioni oggettive sugli effetti dell'applicazione di innovative matrici organiche ammendanti (compost e biochar) su suolo, qualità dell'uva e del vino;

- Valutazione del bilancio delle emissioni di CO2 in vigneto a seguito della distribuzione di innovative matrici organiche ammendanti (compost e biochar);
- Definizione di Linee guida per la corretta applicazione di innovative matrici organiche ammendanti (compost e biochar) in vigneto finalizzate a:
 - aumentare il contenuto di sostanza organica nei suoli;
 - preservare la risorsa idrica nel suolo;
 - favorire l'attività microbica nel suolo;
 - incrementare il sequestro di carbonio nel suolo riducendo le emissioni di CO2 in atmosfera;
 - ridurre l'utilizzo di concimazioni minerali e in particolare quelle azotate;
 - migliorare la capacità di assorbimento degli elementi nutritivi della vite;
 - migliorare la qualità delle uve e del vino secondo i principi della sostenibilità;
 - sciogliere i dubbi dei produttori che manifestano una visione prudentiale e talvolta pregiudiziale sull'uso di tali matrici.
- Creazione di un percorso di divulgazione, formazione, inclusione sociale mirato a veicolare i concetti di sostenibilità e di economia circolare.
- Integrazione di persone fragili-vulnerabili, che vivono in situazioni di disagio, disabilità, emarginazione o svantaggio, attraverso attività interattive e stimolanti, condotte in vigneto, orientate alla formazione e all'inclusione sociale mediante i principi di una viticoltura sostenibile.
- Creazione di un percorso di divulgazione e formazione che ha visto veicolare i concetti di una gestione agronomica altamente sostenibile, volta a preservare l'acqua, il suolo, ridurre i rilasci di inquinanti e mitigare gli effetti del cambiamento climatico.

Potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

Le potenziali ricadute che le innovazioni tecniche prodotte dal Piano apportano in ambito produttivo e territoriale sono molteplici e vengono di seguito descritti:

- a) attraverso il presente Piano viene promossa la transizione da un'economia lineare a un'economia circolare, con un notevole ritorno di immagine per i prodotti ottenuti con tecniche agronomiche altamente sostenibili, funzionale a rispondere, in modo proficuo, alle esigenze di consumatori sempre più esigenti in termini di salvaguardia dell'ambiente.
- b) le Aziende afferenti al GOI si sono avvalse di conoscenze e materiali in grado di dare una forte propulsione in termini di sostenibilità alle proprie attività produttive e di meglio caratterizzarle, nonché di esplorare eventuali altri ambiti d'azione, grazie all'ampliamento del loro paniere di offerta (vendita di sottoprodotti per la produzione di compost e biochar).
- c) inoltre, l'applicazione delle innovative matrici ammendanti consente di ottenere tangibili riscontri in termini quali-quantitativi sulla produzione vitivinicola (incremento rese, accumulo di metaboliti primari e secondari) con ottime ripercussioni sull'intera filiera.
- d) dal punto di vista economico, le innovative matrici organiche, proposte nell'ambito del presente Piano, consentono ai produttori di razionalizzare la gestione del suolo, l'apporto idrico nel vigneto, di ridurre costi

e inquinamento associati all'applicazione di fertilizzanti di sintesi. Peraltro, il migliore equilibrio vegeto-produttivo e conseguente migliore stato sanitario delle viti in seguito all'interramento dei nuovi ammendanti organici, permettono di limitare la distribuzione di prodotti per la difesa. Contenere l'apporto di tali prodotti significa anche ridurre il transito di trattori nel vigneto, con implicazioni positive sulla struttura del suolo (che necessiterà di minori lavorazioni), riduzione delle emissioni e sensibile risparmio economico.

- e) l'applicazione su larga scala delle innovative matrici ammendanti, proposte nell'ambito del presente Piano può rappresentare una tangibile soluzione anche per il recupero di suoli marginali. Lavori scientifici precedenti, attualmente in pubblicazione, mostrano che idonee pratiche agricole possono ridurre le emissioni di CO₂ di un'attività di viticola anche del 25%.
- f) grazie alla facilitazione dei processi di innovazione che il GOI asseconda, non solo le aziende coinvolte nel GOI ma tutte le aziende del territorio si avvantaggiano di un'innovativa strategia per la gestione del suolo nel vigneto, basata sui principi di una vitivinicoltura sostenibile e resiliente ai cambiamenti climatici, e possono, così, competere in un mercato globale nel quale sostenibilità e green economy sono aspetti che, sempre di più, orientano le scelte dei consumatori.

Data

Firma del legale rapp.te

.....

Firma autografa (*) Firma digitale (**)¹

¹ (*) In caso di firma autografa allegare copia di un documento di identità in corso di validità (**) Ai sensi dell'art. 24 del D.Lgs. 82/2005