



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"

FOCUS AREA 2A, 4B, 4C, 5A E 5E DGR N. 2268 DEL 28 DICEMBRE 2015

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO: 5015188

DOMANDA DI PAGAMENTO: 5221219

FOCUS AREA: 5C

Titolo Piano	Valorizzazione dei Sottoprodotti della filiera Vitivinicola - Val.So.Vitis
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	CRPV Soc. Coop. sede Via dell'Arrigoni, 120 Cesena (FC), PI 01949450405
Elenco partner del Gruppo Operativo	<ul style="list-style-type: none">- CRPV Soc. Coop.;- Università degli Studi di Modena e d Reggio Emilia (UNIMORE), BEELab, dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari";- CMA Solierese Soc. Coop. Agr.;- Azienda Agricola Mora William;- Azienda Agricola Reverberi Roberto;- Società Agricola Ferrari Nunzio e Fabio s.s.;- Fattoria Fiori di Fiori Pier Paolo;- Azienda Agricola Valentini Mano;- Azienda Agricola Cerpiano di Bertolini Emilio.

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	36
Data inizio attività	01 Luglio 2017
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	31 Dicembre 2021

Relazione relativa al periodo di attività dal	01 Luglio 2017	31 Dicembre 2021
Data rilascio relazione	25 Febbraio 2021	

Autore della relazione	Giovanni Nigro		
Telefono		E-mail	gnigro@crpv.it

INDICE

1. DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO
 - 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano
2. DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE
 - 2.1 Azione 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE
 - 2.1.1 ATTIVITÀ E RISULTATI
 - 2.1.2 PERSONALE
 - 2.1.3 TRASFERTE
 - 2.2 Azione 3 – SPECIFICHE AZIONI LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO
 - 2.2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI
 - 2.2.1.1 SOTTO-AZIONE 3.1 Recupero, caratterizzazione e riutilizzo di foglie di vite e vinacce per l'estrazione di principi attivi ad uso nutraceutico
 - 2.2.1.1.1 OBIETTIVI
 - 2.2.1.1.2 MATERIALI E METODI
 - 2.2.1.1.3 RISULTATI E DISCUSSIONE
 - 2.2.1.1.4 CONCLUSIONI
 - 2.2.1.2 SOTTO-AZIONE 3.2 Recupero e utilizzo di sarmenti/vinacce a fini energetici
 - 2.2.1.2.1 OBIETTIVI
 - 2.2.1.2.2 MATERIALI E METODI
 - 2.2.1.2.3 RISULTATI E DISCUSSIONE
 - 2.2.1.2.4 CONCLUSIONI
 - 2.2.2 PERSONALE
 - 2.2.3 TRASFERTE
 - 2.2.1.3 SOTTO-AZIONE 3.3 Recupero e utilizzo del BIOCHAR per migliorare le caratteristiche agronomiche ed enologiche del vigneto e per la difesa dalla peronospora
 - 2.2.1.3.1 OBIETTIVI
 - 2.2.1.3.2 MATERIALI E METODI
 - 2.2.1.3.3 RISULTATI E DISCUSSIONE
 - 2.2.1.3.4 CONCLUSIONI
 - 2.3 Azione 4 – DIVULGAZIONE
 - 2.3.1. ATTIVITÀ E RISULTATI
 - 2.3.2 PERSONALE
 - 2.3.3 TRASFERTE
 - 2.3.4 - COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI
 - 2.4 Azione 5 - FORMAZIONE
 3. CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ
 4. ALTRE INFORMAZIONI
 5. CONSIDERAZIONI FINALI

1. DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO

Le attività hanno preso avvio in corrispondenza della data di inizio del progetto, precisamente il 1 Luglio 2017. In generale, tutte le attività sono state attivate e messe a punto secondo i protocolli presentati nel Piano. La presente rendicontazione prende in esame 42 mesi di attività, dunque il totale delle attività previste.

In sintesi:

- Le attività afferenti all'**AZIONE 1** sono state realizzate, come previsto, seguendo i percorsi e utilizzando i diversi strumenti indicati nel Piano;
- Nessuna attività era prevista nell'ambito dell'**AZIONE 2**;

Tutte le attività previste nell'**AZIONE 3** sono state regolarmente effettuate, come riportato nel progetto. In particolare, nella **sotto-azione 3.1** sono state recuperate, caratterizzate e riutilizzate foglie di vite e per l'estrazione di principi attivi a uso nutraceutico. Nello specifico sono state individuate varietà Emiliano-Romagnole, rappresentative del territorio regionale, potenzialmente più ricche in principi attivi nelle foglie (Lambrusco Grasparossa e Lambrusco Salamino) e si è, quindi, proceduto all'analisi chimico-fisica dei campioni prelevati. In parallelo, è stata messa a punto una metodologia per la raccolta meccanizzata in campo di foglie di vite da destinare a scopi nutraceutici. In particolare, è stato testato uno specifico cantiere di lavoro (defogliatrice + carro), al fine di ottimizzare il recupero di foglie su fasce differenziate della parete fogliare, in vigneti delle cv. L. Salamino e L. Grasparossa, allevati rispettivamente a spalliera e a GDC, con positivi risultati. Nella **sotto-azione 3.2** si è provveduto al recupero e utilizzo di sarmenti/vinacce a fini energetici. In particolare, sono stati raccolti e caratterizzati sarmenti ottenuti in vigneti della Regione Emilia-Romagna, soprattutto in quelli coltivati con il metodo biologico. Tali sarmenti, così come le vinacce, sono stati impiegati per la produzione di energia in prove di gassificazione effettuate con impianto cogenerativo di piccola taglia (a scala aziendale), modello PP20 della ditta californiana All Power Labs. Dalle prove condotte è emerso che la raccolta dei sarmenti, la creazione delle balle e la loro successiva trasformazione in pellet rappresentano una tangibile innovativa soluzione per la valorizzazione di tale sottoprodotto della filiera vitivinicola. Nell'ambito della **sotto-azione 3.3** sono state condotte prove di recupero e utilizzo del BIOCHAR al fine di migliorare le caratteristiche agronomiche ed enologiche del vigneto e per la difesa dalla Peronospora. Nello specifico, sono stati individuati due vigneti in due importanti areali viticoli della Regione Emilia-Romagna, il primo coltivato a Sangiovese e ubicato a Tebano, nel ravennate, mentre il secondo, della cv. Lambrusco salamino, sito a Rio Saliceto, nel reggiano. In questi due vigneti è stata condotta una valutazione agronomica della distribuzione di BIOCHAR, a

due diverse dosi (10 e 20 t/ha), con peculiare attenzione agli effetti sull'equilibrio vegeto-produttivo della vite, sulla qualità dell'uva e sul vino. Sono emersi positivi riscontri a seguito dell'interramento del BIOCHAR, che hanno evidenziato come tale matrice non impatti negativamente l'equilibrio vegeto-produttivo e lo stato fitosanitario della vite, migliori la qualità delle uve, con ripercussioni positive anche sui vini da esse derivati. Nella **sotto-azione 3.3** è stato, inoltre, valutato il recupero di rame metallico, a partire dal BIOCHAR, e la possibilità di un suo riutilizzo in vigneto per la difesa dalla peronospora. L'insieme delle misure ha mostrato la presenza di una notevole quantità di rame nel BIOCHAR (più dello 0,1%). Questa è recuperabile in modo efficace sia per elettrodeposizione sia per precipitazione come miscela di sali. Inoltre, le valutazioni condotte hanno evidenziato forti differenze composizionali tra il biochar e il polverino (che viene recuperato nel ciclone). Quest'ultimo accumula, infatti, cromo, nichel e titanio.

Il GO ha sviluppato diverse iniziative di divulgazione (**AZIONE 4**) tra le quali 5 Incontri tecnici, 6 Visite guidate, 1 Convegno finale, 4 Articoli Tecnici, 1 Audiovisivo, l'implementazione del Portale CRPV (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/26>) e della rete PEI-AGRI. Alcune Visite guidate sono state realizzate in modalità online e sono disponibili sul canale youtube del CRPV. Le attività svolte nell'ambito del progetto sono, inoltre, state presentate in convegni internazionali (ENOFORUM 2019; EUBCE 2019 e 2020). Il GO ha supportato l'azienda Linx per lo sviluppo della piattaforma di gestione del progetto tramite pubblicazione su sito WEB e App.

L'attività di formazione, prevista nell'ambito dell'**AZIONE 5**, è stata pianificata e realizzata secondo quanto previsto dal Piano (Numero a Catalogo verde: 5015612). Nello specifico è stato realizzato presso le imprese agricole facenti parte del GO un coaching, della durata di 8 ore, dal titolo "*Recupero e valorizzazione di scarti e sottoprodotti della filiera vitivinicola*". La finalità della presente proposta formativa è stata quella di trasferire, a tutta la componente agricola del GO, le più aggiornate acquisizioni scientifiche circa il re-utilizzo dei sottoprodotti della filiera vitivinicola, nell'ottica di una "Economia Circolare Agricola" e i risultati applicativi del presente Piano Operativo, al fine di accrescere la competitività del settore.

- **1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano**

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività reale	Mese termine attività previsto	Mese termine attività reale
1 - Cooperazione	CRPV	Esercizio della Cooperazione	1	1	36	42
3 - Realizzazione del Piano	CRPV	Azioni dirette alla realizzazione del Piano	1	1	36	42
4 - Divulgazione	CRPV	Divulgazione	4	11	36	42
5 - Formazione	CRPV	Seminari Coaching	1	26	36	42

2. DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

2.1 Azione 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

2.1.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Unità aziendale responsabile (Uar)

CRPV Soc. Coop., Università degli Studi di Modena e di Reggio Emilia (UNIMORE), BEELab, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"; CMA Solierese Soc. Agr. Coop., Società agricola Ferrari Nunzio e Fabio s.s., Fattoria Fiori di Fiori Pier Paolo, Azienda agricola Valentini Mano, Azienda agricola Cerpiano di Bertolini Emilio, Azienda agricola Mora William, azienda agricola Reverberi Roberto.

Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

Descrizione attività

CRPV, 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 un **Referente Scientifico**: afferente Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento DIEF.

In questo primo periodo il CRPV, tramite 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 dal CRPV, sono di seguito descritte in sintesi.

A seguito dell'approvazione del Piano (Delibera Reg. Emilia Romagna n° 2376 del 21 Dicembre 2016) è stata gestita la fase di costituzione dell'ATS con tutti i partner del Gruppo Operativo (GO) fino alla sua completa formalizzazione avvenuta in data 11 Ottobre 2017, 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 **11 Luglio 2017**, 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 del Gruppo Operativo, che ha rappresentato anche il momento di

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

- Dal Responsabile Organizzativo del Piano (RP) anche detto Responsabile del Piano:
(CRPV);
- Dal Responsabile Scientifico (RS) (UNIBO);
- Da UNIMORE:
- CMA Solierese:
- Azienda agricola Mora William
- Azienda agricola Reverberi
- Società agricola Ferrari Nunzio e Fabio s.s.
- Fattoria Fiori di Fiori Pier Paolo:
- Azienda agricola Valentini Mano:
- Azienda agricola Cerpiano di Bertolini Emilia:

È stato, in seguito, realizzato un incontro fra i partner effettivi ed associati del GO (**30 ottobre 2017**), 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, affinare le modalità di realizzazione delle azioni d'innovazione e 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, mail e mailing list, documentabili dagli strumenti CRPV 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 ad un totale di 5 incontri (uno di attivazione del progetto e 4 stati di avanzamento) nel periodo 1 Luglio 2017 - 31 Dicembre 2020, e, in particolare, nelle seguenti date:

- **11 Luglio 2017** (Tebano, RA);
- **30 ottobre 2017** (Tebano, RA);
- **9 Novembre 2018** (Modena, MO);
- **14 Novembre 2019** (Novi di Modena, MO);

- **22 Maggio 2020** (via Skype).

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 il CRPV.

Per la fase organizzativa e logistica di incontri e delle altre iniziative descritte di seguito, il CRPV si è avvalso 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 Ottobre 2017, 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 **14 Dicembre 2019** è stata evidenziata, tra l'altro, la necessità di richiedere una proroga di 180 giorni sulla scadenza del progetto in oggetto, posticipando, quindi, la chiusura del progetto al 31 dicembre 2020. Tale richiesta era giustificata dalla necessità di completare e integrare alcune valutazioni previste nella sotto-azione 3.3 – attività 3.3.1 (Valutazione agronomica ed enologica di biochar ottenuto da sarmenti di vitigni locali) e attività 3.3.2 (Recupero di rame metallico a partire dal biochar e suo riutilizzo in vigneto per la difesa della peronospora). La proroga ha, infatti, permesso di completare e, soprattutto, svolgere ulteriori e più approfondite analisi, rispetto a quanto previsto dal Piano, a supporto della validazione della tecnica innovativa. Inoltre, la richiesta di proroga ha consentito al GOI di riprogrammare e svolgere le attività previste nell'Azione 4 (Divulgazione), le quali hanno subito un'imprevista interruzione a causa delle misure di contenimento del coronavirus annunciate dal Dpcm 1 Marzo 2020 e successive modificazioni e integrazioni. La richiesta di proroga è stata consegnata in data 10 Marzo 2020 l' (ns. protocollo n. 95/2020) e ufficialmente approvata dalla RER).

Al termine del Progetto, il Responsabile del Piano e i Responsabili scientifici, insieme a tutti i partner coinvolti, hanno completato l'analisi dei risultati ottenuti e predisposto la Relazione Tecnica, oltre alla restante documentazione necessaria per la rendicontazione amministrativo-economica. Il CRPV si è occupato 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, il CRPV 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 (CRPV) all'Ente preposto.

Il CRPV si è, inoltre, occupato 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.

Autocontrollo e Qualità

Attraverso le Procedure e le Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità, il CRPV 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 del CRPV.

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 del CRPV.

Il Sistema Qualità CRPV, 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).

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

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

Attività ancora da realizzare:

Nessuna

2.1.2 PERSONALE

Nome Cognome	Unità Aziendale responsabile	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo (€)
	CRPV	Impiegato di concetto	Responsabile progetto	123	3.932,06
	CRPV	Impiegato di concetto	Referente amministrazione	44	1.652,60
	CRPV	Impiegato di concetto	Incaricato acquisti	44	1.068,72
	UNIMORE	Ricercatore	Responsabile scientifico	25	653,24
Totale					7.306,62

2.1.3 TRASFERTE

Cognome e Nome	Descrizione	Costo €
CRPV	Trasferite tra la sede del CRPV, le sedi dei partner e i siti in cui si svolgono le azioni di realizzazione del piano.	380,2
Totale:		380,2

2.2 Azione 3 - SPECIFICHE AZIONI LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

2.2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

2.2.1.1 SOTTO-AZIONE 3.1: Sotto-azione 3.1. Recupero, caratterizzazione e riutilizzo di foglie di vite per l'estrazione di principi attivi ad uso nutraceutico

Unità aziendale responsabile (Uar)

CRPV Soc. Coop., Università degli Studi di Modena e di Reggio Emilia (UNIMORE), BEELab, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"; CMA Solierese Soc. Agr. Coop., Società agricola Ferrari Nunzio e Fabio s.s., Fattoria Fiori di Fiori Pier Paolo, Azienda agricola Valentini Mano, Azienda agricola Cerpiano di Bertolini Emilio, Azienda agricola Mora William, Azienda agricola Reverberi Roberto.

Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

Descrizione attività

Negli ultimi decenni si è delineata una maggiore sensibilità relativamente all'adozione di una corretta alimentazione al fine di raggiungere un livello salutistico elevato. In particolare organismi scientifici, supportati dalle stesse Istituzioni pubbliche, hanno definito linee guida e direttive alimentari a beneficio della popolazione mondiale. Sono stati, dunque, indicati livelli ottimali di assunzione di diverse molecole, aventi proprietà benefiche, tra cui quelle appartenenti alla famiglia dei polifenoli. In particolare, diversi studi epidemiologici hanno delineato l'azione antiossidante di quest'ultimi e la loro capacità di prevenire la comparsa di malattie cardiovascolari, diabete e cancro. L'importanza dei polifenoli ha permesso la diffusione di integratori alimentari in grado di garantire un apporto soddisfacente.

È stato scientificamente provata la presenza di molecole appartenenti alla famiglia dei polifenoli all'interno delle foglie di vite e di vinacce. Da qui nasce la possibilità di recuperare questo materiale vegetale (sottoprodotto) e di isolare le molecole sopra citate per scopi alimentari.

L'intera azione è fondata su aspetti operativi consolidati, ovvero la capacità di recuperare foglie mediante specifici cantieri di lavoro (trattrice + defogliatrice), vinacce ottenute a seguito dalla pressatura dell'uva e di estrarre selettivamente categorie molecolari note per la loro efficacia nutraceutica.

Sulla base delle suddette considerazioni nell'ambito della sotto-azione 3.1 sono state sviluppate le seguenti attività:

3.1.1 Individuazione di varietà Emiliano-Romagnole potenzialmente più ricche in principi attivi nelle foglie.

Nonostante la bibliografia indichi la presenza di polifenoli all'interno delle foglie di vite e vinacce, i quantitativi reali dipendono fortemente dalla varietà presa in esame. In particolare, emerge un livello nettamente più significativo di polifenoli in varietà a bacca rossa. Alla luce di quanto affermato, sono state effettuate indagini bibliografiche e prospezioni territoriali al fine di individuare varietà a bacca rossa rappresentative del territorio regionale. Sulla base dei risultati ottenuti, sono state scelte alcune varietà, rappresentative del territorio regionale, idonee per l'estrazione dei polifenoli e antociani, concentrando l'attività sulle foglie.

L'attività 3.1.1 è stata condotta in collaborazione tra i ricercatori di UNIMORE e i tecnici di CRPV.

3.1.2 Analisi chimico fisiche su foglie

Sono state prelevate foglie in vigneto per effettuare una descrizione e caratterizzazione approfondita. In particolare sono state condotte analisi chimiche dettagliate, per una loro definizione sia quantitativa che qualitativa.

Si è, quindi, proceduto all'estrazione e purificazione con le metodologie di più recente acquisizione, presso il Laboratorio di Nutraceutica e Chimica degli Alimenti di UNIMORE che è leader per il settore.

L'attività 3.1.2 è stata condotta in collaborazione tra i ricercatori di UNIMORE e i tecnici di CRPV.

3.1.3 Messa a punto di metodologia per il recupero di foglie intere o (parzialmente intere) di viti

Nel corso della presente attività è stata messa a punto una specifica e innovativa metodologia per il recupero di foglie parzialmente intere, direttamente dalla pianta di vite delle varietà individuate con la precedente attività (3.1.1).

L'attività (3.1.3) è stata condotta in collaborazione tra i ricercatori di UNIMORE, tecnici esperti di CRPV e il personale di C.M.A. Solierese.

2.2.1.1.1 OBIETTIVI

La finalità del Piano è stata quella di sviluppare una strategia integrale di recupero di alcuni sottoprodotti dei processi di coltivazione della vite, per ridurre l'impatto ambientale e ottenerne derivati ad alto valore aggiunto, con conseguente significativo profitto per le aziende viticole.

In particolare, la presente sotto-azione si è focalizzata sul recupero e la caratterizzazione di foglie di vite per l'estrazione di composti bioattivi, per uso nutraceutico.

2.2.1.1.2 MATERIALI E METODI

3.1.1 Individuazione di varietà Emiliano-Romagnole potenzialmente più ricche in principi attivi nelle foglie.

Attraverso un'approfondita indagine bibliografica e specifici sopralluoghi, condotti a partire dall'autunno 2017 nel territorio emiliano-romagnolo, sono state individuate varietà che, in fase di maturazione, presentavano una peculiare pigmentazione rossa delle foglie.

3.1.2 Analisi chimico fisiche su foglie

Sono state prelevate foglie in vigneto per effettuare una descrizione e caratterizzazione approfondita. In particolare, sono state condotte analisi chimiche dettagliate, per una loro definizione sia quantitativa che qualitativa.

Si è, quindi, proceduto alla loro estrazione e purificazione con le metodologie di più recente acquisizione, presso il Laboratorio di Nutraceutica e Chimica degli Alimenti di UNIMORE che è leader per il settore.

In data 16 Ottobre 2017, presso l'Azienda agricola Mano Valentini sono state raccolte 2 categorie di foglie della varietà Lambrusco Salamino aventi dimensioni simili. Per ciascuna tipologia sono state campionate 50 foglie, suddividendole in: foglie rosso-verdi (ancora attive) e foglie rosso-gialle (pronte alla caduta). Ciascun campione è stato pesato prima e dopo l'essicazione (**Figura 3.1.1**), i dati sono riportati in **Tabella 3.1.1**.



Figura 3.1.1: Determinazione del peso di campioni di 50 foglie aventi diversa colorazione, annata 2017.

Il peso delle 50 foglie è risultato simile tra i due campioni; tuttavia, le foglie aventi una colorazione rosso-verde hanno presentato un peso secco maggiore (**Tabella 3.1.1**).

Campione	Peso fresco (g)	Peso secco (g)	Resa (%)
Foglie rosso-verdi	320	120	37,5
Foglie rosso-gialle	317	105	33,1

Tabella 3.1.1: Peso fresco, peso secco e resa di campioni di 50 foglie aventi diversa colorazione, annata 2017.

Sono state, inoltre, effettuate analisi chimico fisiche su campioni di foglie di Lambrusco Grasparossa fornite dalla Fattoria Fiori di Fiori Pier Paolo, Vetto (RE). Sono stati analizzati campioni misti su cui sono state fatte due serie di analisi (Tal quale 1, Tal quale 2), un campione con foglie di colorazione rosso-verde, un campione con foglie di colorazione rosso-giallo e un campione con foglie rosso-scuro. La diversa colorazione è data dalla differenza temporale del periodo di raccolta. Di seguito si riportano alcune immagini scattate poco dopo il periodo di raccolta (**Figura 3.1.2 e Figura 3.1.3**).



Figura 3.1.2: Classificazione delle foglie raccolte in 3 categorie, in funzione del colore: foglie rosso-gialle (a sx), foglie rosso-scuro (al centro), foglie rosso-verdi (a dx).



Figura 3.1.3: Massa del tal quale raccolto dalla defogliatrice, annata 2017.

È stata subito misurata l'umidità dei campioni essiccandoli in forno a 105°C per 24 ore. Successivamente è stato calcolato il quantitativo di ceneri dopo la combustione in muffola a 550 °C

per 4 ore. La composizione elementare delle foglie essiccate senza ceneri è stata invece valutata con analizzatore elementare VARIO CHSN-O. La quantità di metalli pesanti è stata eseguita sui campioni essiccati attraverso uno spettrometro di massa ICP. Infine l'analisi chimica ha permesso di ottenere la percentuale di polifenoli, antocianine e flavonoidi sul campione essiccato. I risultati delle analisi soprariportate sono riportati nella tabella seguente. È stata subito misurata l'umidità dei campioni essiccandoli in forno a 105°C per 24 ore. L'analisi chimica ha permesso di ottenere la percentuale di polifenoli, antocianine e flavonoidi sul campione essiccato. La determinazione della concentrazione in polifenoli totali nelle foglie è stata effettuata con la metodica di Folin Ciocalteau, mentre l'analisi del contenuto in antociani e flavonoidi con un altro metodo spettrofotometrico.

3.1.3 Messa a punto di metodologia per il recupero di foglie intere o (parzialmente intere) di viti

Nella presente sotto-azione, è stato testato uno specifico cantiere di lavoro (defogliatrice + carro), scelto anche sulla base delle più recenti acquisizioni tecnologiche disponibili sul mercato (macchine operatrici autosensing), al fine di ottimizzare il recupero di foglie su fasce differenziate della parete fogliare.

Nel 2017, 2018 e 2019, sono, quindi, state condotte prove in diversi vigneti al fine di valutare il corretto utilizzo e l'epoca più adatta al prelievo delle foglie. Nello specifico sono stati valutati i seguenti parametri sul funzionamento del cantiere di lavoro:

- 1) velocità di avanzamento del cantiere di lavoro (km/h);
- 2) tempi effettivi di raccolta del cantiere di lavoro (h/ha);
- 3) tempi di sosta e di svolta (sec.);
- 4) tempi operativi complessivi del cantiere di lavoro (macchina + addetti) per ogni vitigno (h/ha);
- 5) Grado di integrità delle foglie (%);
- 6) valutazioni economiche sul cantiere di lavoro.

2.2.1.1.3 RISULTATI E DISCUSSIONE

Le attività nell'ambito della sotto-azione 3.1, sono state regolarmente condotte e i risultati sono da considerarsi attendibili.

3.1.1 Individuazione di varietà Emiliano-Romagnole potenzialmente più ricche in principi attivi nelle foglie.

L'indagine bibliografica e i sopralluoghi condotti nell'ambito del presente Piano hanno portato a individuare, nell'areale emiliano-romagnolo, alcune varietà che spiccavano per la caratteristica pigmentazione rossa delle foglie in post-raccolta.

Tra queste, si sono contraddistinte, in particolare: *Lambrusco Salamino*, *Lambrusco Grasparossa*, *Prunella*, "Tintoria Tebano", *Lambrusco Piccol Ross*, *Terrano*, *Incrocio Bruni 147*. Per via della loro maggiore diffusione e rappresentatività nel territorio regionale, tra le suddette varietà, si è scelto di focalizzare le analisi chimico-fisiche sulle cv. *Lambrusco Salamino* e *Lambrusco Grasparossa*.

- Conclusioni

Sono state individuate, a seguito di ricerche bibliografiche e sopralluoghi condotti nell'areale viticolo regionale, due cultivar di vite (*Lambrusco Salamino* e *Lambrusco Grasparossa*), rappresentative del territorio, che si sono distinte in virtù della loro peculiare colorazione in post-raccolta per l'estrazione di principi attivi a uso nutraceutico.

3.1.2 Analisi chimico fisiche su foglie

Dalle analisi chimico-fisiche condotte (**Tabella 3.1.2**) risultava un'umidità abbastanza costante dei vari campioni di foglie. Nello specifico, foglie rosso-verdi apparivano leggermente più umide, in quanto raccolte prima. La percentuale di ceneri è risultata abbastanza elevata per tutti i campioni e si attestava sul 10% circa. Per quanto riguarda la composizione delle foglie, anche questa è apparsa abbastanza costante. I valori relativi ai metalli pesanti, soprattutto il rame, sono risultati piuttosto elevati, probabilmente a causa dei trattamenti fitosanitari a cui è generalmente soggetta la vite. Per quanto riguarda la quantità di composti nutraceutici, è stata rilevata una buona costanza dei valori misurati. Tuttavia, valori tendenzialmente più elevati di antociani, polifenoli e flavonoidi, sono stati rilevati nel campione di foglie rosso-scuere.

Parametro	Rosso-verde	Rosso-gialle	Rosso-scure	Tal quale 1	Tal quale 2
Umidità totale [% peso]	69,15	68,40	64,79	64,09	63,29
Ceneri [% peso]	9,15	11,25	10,39	10,26	12,60
Carbonio C [% peso]	46,80	46,95	46,21	45,46	48,16
Idrogeno [% peso]	5,84	5,59	5,74	5,88	5,99
Zolfo [% peso]	0	0	0	0	0
Azoto [% peso]	1,02	0,93	0,99	1,29	1,32
Cadmio [mg/kg]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Piombo [mg/kg]	0,7	1,5	0,6	1,1	0,6
Rame [mg/kg]	323	535	243	287	267
Mercurio [mg/kg]	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02
Polifenoli [% peso]	4,20	4,14	4,88	2,56	3,37
Antocianine [% peso]	0,35	0,38	1,72	0,17	0,16
Flavonoidi [% peso]	5,24	5,86	7,81	4,89	4,79

Tabella 3.1.2: Analisi chimico fisiche sulle foglie di vite.

- Conclusioni

Dalle analisi chimico-fisiche condotte su foglie di L. Salamino e L. Grasparossa è emersa, una composizione fogliare e un'umidità abbastanza costante e una percentuale di ceneri piuttosto alta. Il contenuto di metalli pesanti, in particolare il rame, sono apparse elevati. Questo potrebbe essere, in parte, dovuto ai trattamenti fitosanitari a cui è generalmente soggetta la vite. In relazione ai composti con proprietà nutraceutiche, valori tendenzialmente più elevati di antociani, polifenoli e flavonoidi, sono stati rilevati nel campione di foglie rosso-scure.

3.1.3 Messa a punto di metodologia per il recupero di foglie intere o (parzialmente intere) di viti

Le attività sono iniziate in data 11 Ottobre 2017 a Canolo di Correggio (RE), presso l'Azienda Agricola Reverberi Roberto sulla cultivar Lambrusco Salamino. Nello specifico è stato messo in campo un cantiere che, inizialmente, prevedeva l'utilizzo di 2 trattrici, una portante la defogliatrice modello Binger, adattata con una linea di convogliamento flusso d'aria a Y avente diametro di 180 mm. Questa scaricava su una seconda trattrice, la quale trainava uno specifico rimorchio in grado di contenere, pieno, circa 8 m³ di prodotto (**Figura 3.1.4**). Un primo problema manifestatosi è stato il flusso d'aria che usciva dal tubo. Infatti, questo era talmente forte da far uscire le foglie raccolte dal rimorchio. Il raccolto è stato misurato in peso e volume: il "tal quale" raccolto dalla defogliatrice ha un peso di circa di 2 q/m³ (**Figura 3.1.5** e **Figura 3.1.6**). È importante sottolineare che il prodotto, nel giorno successivo alla raccolta, manifestava segni di inizio fermentazione (elevate temperature delle foglie staccate rispetto alla temperatura ambientale ed il caratteristico odore di "fermentato, cotto").



Figura 3.1.4: Cantiere di lavoro, raccolta su Lambrusco Salamino, Azienda Agricola Reverberi Roberto, annata 2017.



Figura 3.1.5: Determinazione del peso del tal quale raccolto, Azienda Agricola Reverberi Roberto, annata 2017.



Figura 3.1.6: Tal quale raccolto, Azienda Agricola Reverberi Roberto, annata 2017.

Il test dello specifico cantiere di lavoro è proseguito con una seconda raccolta, iniziata in data 12 ottobre 2017, quando le viti del vigneto di Lambrusco Grasparossa, denominato “Cagarelli”, in gestione alla CMA Solierese, hanno raggiunto una tonalità “rosso prevalente” (**Figura 3.1.7**). Nello specifico, il colore delle foglie era tendenzialmente rosso, con verde come colore complementare, come si può osservare dall’immagine del tal quale raccolto (**Figura 3.1.7**).



Figura 3.1.7: Dettaglio tal quale raccolto: Lambrusco Grasparossa, vigneto Cagarelli, CMA Solierese, annata 2017.

L'operazione è iniziata al mattino, molto presto, in modo da avere a disposizione almeno 8-9 ore di lavoro. Per il trasporto, non conoscendo la resa oraria è stato previsto di utilizzare una terza trattrice con rimorchio tipo Dumper da 300 q di portata (**Figura 3.1.8**).



Figura 3.1.8: Trattrice con rimorchio tipo Dumper da 300 q di portata.

Scaricando il prodotto dal rimorchio si è notato come questo, a causa della sua particolare consistenza, non scorresse sulle pareti del rimorchio. Pertanto, si è reso necessario intervenire manualmente. Il cantiere, così organizzato, è risultato sproporzionato rispetto alle quantità di prodotto quotidianamente raccolte. Nel corso dei giorni successivi sono state apportate modifiche per l'ottimizzazione del cantiere di lavoro. È stata, quindi, modificata la macchina in modo da convogliare il prodotto non più in un rimorchio ma direttamente in un saccone, tipo Big Bag, portato dalla defogliatrice (**Figura 3.1.9**). La modifica alla defogliatrice prevedeva l'utilizzo di sacconi 90x90x180/200 cm. Questo sistema presentava tre vantaggi rispetto al cantiere precedente:

- 1 - permetteva di lavorare con una trattrice in meno;
- 2 - consentiva il trasporto all'essiccatoio con mezzi più veloci come autocarri;
- 3 - riduceva i tempi morti di manovra quando si cambiava filare.

Nello specifico, sono stati reperiti 2 tipi di Big Bag. Il primo tipo era caratterizzato da sacconi con valvola di scarico inferiore a cono ed apertura superiore a Caramella (90x90x180cm). Il secondo tipo era costituito da sacconi con valvola di carico superiore e valvola di scarico inferiore (90x90x200cm).

L'uscita dell'aria era assicurata da una rete, tipo zanzariera, 90x90cm sulla parte superiore, rinforzata con una seconda rete metallica, a maglie più grandi.

Con i sacconi del secondo tipo si è reso necessario intervenire tagliando la valvola di carico e aumentando il diametro dell'apertura superiore, in modo tale da assicurare un sufficiente deflusso dell'aria. Con entrambi i modelli, la tenuta stagna tra la rete ed il saccone era assicurata dalla pressione dell'aria che comprimeva i bordi superiori del saccone contro la rete.



Figura 3.1.9: Modifica della macchina per convogliare il prodotto in un saccone tipo Big Bag portato direttamente dalla defogliatrice.

In questo modo, il carico su furgone, tipo Daily, poteva esser fatto direttamente con la defogliatrice. Su un'altra trattrice è stato applicato un carrello di carico, utile nel caso fosse richiesta una movimentazione più precisa dei sacconi.

Ogni saccone è stato riempito al 60% circa del proprio volume, con un peso di circa 3 quintali di raccolto.

La turbolenza dell'aria all'interno del sacco faceva sì che le foglie si ammassassero contro la rete rallentando il deflusso dell'aria. Questo aspetto è risultato particolarmente importante al fine della efficienza di raccolta. Infatti, tanto più il flusso in uscita viene ostacolato, tanto maggiore è l'inefficienza della raccogliatrice.

L'utilizzo dei Big Bag ha, quindi, evidenziato alcune problematiche:

- necessità di ridimensionare la linea di convogliamento in modo da non creare ostacolo al flusso d'aria;
- importanza di garantire l'uscita dell'aria pur trattenendo efficacemente il raccolto;
- esigenza di uno scarico efficiente e non distruttivo del Big Bag.

Nelle giornate del 26 e 27 ottobre, la raccolta è stata effettuata nella zona di Correggio (RE), presso l'Azienda agricola Reverberi Roberto su forma di allevamento a spalliera. La raccolta delle foglie sulla spalliera (**Figura 3.1.10**) ha aumentato di molto l'efficienza della macchina. Inoltre, procedendo a velocità ridotte (2 km/h) è aumentata di molto la quantità di foglie/ha raccolte, raggiungendo i 7 q/ha, l'ultimo giorno, in cui si è fatto un doppio passaggio, a due altezze differenti, per potere raccogliere sull'intera parete. In pratica, si sono mantenuti i parametri di raccolta oraria e raccolta giornaliera, ma si è lavorato su superfici nettamente inferiori rispetto al GDC.



Figura 3.1.10: Raccolta delle foglie sulle viti allevate a spalliera, nell'Azienda Agricola Reverberi Roberto, annata 2017.

Dopo il passaggio della defogliatrice, che rimuoveva lo strato superficiale di foglie, emergeva lo strato sottostante, la cui colorazione era diversa, tendente al giallo (**Figura 3.1.11**). Questa prima fase della raccolta si è conclusa il 27 ottobre.



Figura 3.1.11: Piante di vite allevate a spalliera, dopo il passaggio della defogliatrice, che ha rimosso lo strato superficiale di foglie. Si possono notare gli strati sottostanti, la cui colorazione diversa, tendeva al giallo, Azienda Agricola Reverberi Roberto, annata 2017.

I primi risultati relativi alla raccolta delle foglie, ottenuti nelle annate 2017 (**Tabella 3.1.3**) e 2018 (**Tabella 3.1.4**) vengono, di seguito riportati.

Dati raccolta 2017							
Data	Descrizione Vigneto	Forma Allevamento	Peso fresco (q)	Peso secco (kg)	Resa standard (%)	Ettari raccolti	Ore raccolta
12-ott-17	Formigine CMA Cagarelli (dietro capannone)	GDC	10,3	400	39	7,0	9,5
13-ott-17	Formigine CMA Cagarelli (estremità est)	GDC	9,0	350	39	5,0	10,0
18-ott-17	Formigine CMA Cagarelli (estremità ovest)	GDC	9,5	370	39	6,5	10,5
19-ott-17	Formigine CMA Pioppa vecchia (fronte capannone ovest)	GDC	11,2	440	39	9,0	10,8
20-ott-17	Formigine CMA Pioppa vecchia (estremità est)	GDC	8,3	320	39	5,5	11,0
26-ott-17	Reverberi Roberto	Sylvoz	12,4	480	39	3,0	11,0
27-ott-17	Reverberi Roberto	Sylvoz	11,0	430	39	1,5	11,0
			<i>Somma: 71,7</i>	<i>Somma: 2790</i>	<i>Media: 39</i>	<i>Somma: 37,5</i>	<i>Somma: 73,75</i>

Tabella 3.1.3: Dati raccolta 2017.

2018

Dati raccolta 2018							
Data	Descrizione Vigneto	Forma Allevamento	Peso fresco (q)	Peso secco (kg)	Resa standard (%)	Ettari raccolti	Ore raccolta
15-ott-18	Formigine CMA Cagarelli (dietro capannone)	GDC	14,9	580	39	6,6	10,0
16-ott-18	Formigine CMA Cagarelli (estremità est)	GDC	3,0	120	39	2,0	2,5
18-ott-18	Formigine CMA Cagarelli (fronte capannone)	GDC	10,2	390	39	6,5	10,5
22-ott-18	Formigine CMA Pioppa vecchia (estremità ovest)	GDC	8,6	330	39	7,0	10,5
25-ott-18	Formigine CMA Pioppa nuova	GDC	6,0	230	39	6,4	8,0
26-ott-18	Reverberi Roberto	Sylvoz	10,2	395	39	2,3	10,0
			<i>Somma: 52,9</i>	<i>Somma: 2045</i>	<i>Media: 39</i>	<i>Somma: 30,8</i>	<i>Somma: 51,5</i>

Tabella 3.1.4: Dati raccolta 2018.

2019

Nel 2019 sono state apportate ulteriori modifiche al fine di ovviare alle problematiche riscontrate nell'annata 2018 attraverso:

- Ridimensionamento della linea di convogliamento per non ostacolare il flusso d'aria.
- Implementazione uscita dell'aria, trattenendo efficacemente il raccolto.
- Scarico efficiente e non distruttivo del Big Bag.

Sono, quindi, stati acquistati 50 Big Bag, modulati in funzione delle caratteristiche della macchina: dimensioni 90x90x180 cm, con fondo piatto, apertura superiore con caramella e laccio, 2 anelli inferiori per consentirne lo scarico (**Figura 3.1.12**).



Figura 3.1.12: Big Bag costruito in funzione delle caratteristiche della macchina defogliatrice.

L'utilizzo degli anelli, anche se più difficoltoso, ha comunque consentito lo scarico non distruttivo dei sacconi e, quindi, il loro riutilizzo. In circa 70 carichi/scarichi di sacconi effettuati, 1 saccone è andato perso, 3 sono stati danneggiati e 15 non utilizzati.

Successivamente è stata apportata una modifica alla macchina, in quanto il tubo avente diametro 180 mm si è dimostrato insufficiente per il flusso d'aria proveniente dalla defogliatrice. In base all'area del foro di uscita della macchina si è, quindi, optato per un tubo di diametro superiore e pari a 200 mm. È stata selezionata una tipologia trasparente, flessibile, con molla in rame per consentire di valutare la dinamica del flusso d'aria. È stato, quindi, realizzato un collegamento alla defogliatrice, con ganci in alluminio da irrigazione in modo funzionale a un eventuale sgancio rapido.

Per quanto riguarda lo scarico dell'aria è stato eliminato il collettore a Y dotando ogni tubo di una propria uscita indipendente nell'ambiente di carico. Per aumentare la superficie di uscita dell'aria è stata, quindi, rimossa la rete che chiudeva il sacco dall'alto, costruendo un castello di rete che coprisse tutta la struttura. A una rete metallica rigida a maglie larghe è stata aggiunta internamente una rete metallica a maglie più strette, raccordata con fascette di plastica (**Figura 3.1.13**).



Figura 3.1.13: Rete metallica a maglie più strette, raccordata con fascette di plastica, a una rete metallica rigida a maglie larghe.

A macchina pulita, vigneto con molta foglia e al netto del tempo di cambio sacconi la macchina è in grado di raggiungere i 2 q.li /ora (peso fresco raccolto). Sulla base dei dati rilevati nel 2018 e delle osservazioni dirette in campo, è stata definita una velocità ottimale di raccolta pari a 1,8 Km/h. Dal primo sacco è stato prelevato un campione di foglie per l'analisi qualitativa (**Figura 3.1.14**).



Figura 3.1.14: Vigneto e dettaglio raccolta foglie.

Dal terzo giorno di raccolta si è, tuttavia, notato un significativo calo della resa (circa -30%). Si sono, inoltre, ripresentati eventi di occlusione e riempimento dei tubi flessibili di convogliamento. Nello specifico, si notava all'interno delle tubazioni (trasparenti), non più un flusso veloce e costante ma, in prossimità dell'uscita, una specie di turbolenza vorticoso che ostruiva la fuoriuscita delle foglie. Di conseguenza, la frazione più pesante (piccioli e pezzi di tralci) ricadeva all'indietro, verso la parte bassa del tubo, occludendo il passaggio, con conseguente riempimento della linea (**Figura 3.1.15**). Questo fenomeno veniva causato da una progressiva otturazione della rete a maglie sottili. Infatti, i frammenti di foglie, unitamente alle fibre vegetali sminuzzate dalla ventola, inumiditi, creavano una specie di denso tessuto (**Figura 3.1.15**) che impediva alla macchina di scaricare efficacemente l'aria.



Figura 3.1.15: frammenti di foglie e tralci inumiditi e dettaglio otturazione della rete a maglie sottili.

Per ovviare a tale problematica, si è, quindi, proceduto con la pulizia della rete con idropulitrice. Si è, inoltre, reso necessario, per evitare che si ripresentassero i suddetti problemi, un passaggio con aria compressa sulla rete ogni volta che veniva cambiato il sacco. Tale operazione ha, tuttavia, richiesto circa 5/7 minuti per ciascun cambio, incidendo negativamente sulle tempistiche di raccolta. A seguito di queste continue operazioni di pulizia e a causa di alcuni difetti di aggancio con fascette, la rete si è lacerata progressivamente in più punti, tanto da dovere essere sostituita con una nuova rete in plastica, simile a una zanzariera. Si è optato, quindi, per agganciare tale rete in modo più aderente a quella a maglie larghe esterna, utilizzando dadi-rondelle-bulloni e fascette apposte in modo da non

fare leva sulla rete interna. In questo modo la rete è rimasta integra fino al termine dei lavori, pur necessitando di continua pulizia.

Un'ulteriore implementazione della macchina ha risolto parzialmente i problemi legati al flusso d'aria. Per il limite legato all'apertura superiore occorrerà aumentare la superficie della rete in modo tale che non risulti necessaria una pulizia frequente, consentendo una raccolta efficiente per almeno 10 ore continue di lavoro (solo pulizia serale).

La raccolta (**Figura 3.1.16**) è stata realizzata anche ad autunno inoltrato, dopo piogge di circa 50mm cadute in un arco di tempo di 7-8 giorni e in un contesto di elevata umidità. Nelle prove di raccolta condotte in precedenza, era stato osservato come le foglie umide scivolassero sui rulli. Pertanto, si è iniziato a lavorare dalle 8:00 del mattino. Tuttavia, a causa della forte rugiada le foglie si sono asciugate solo dopo le 9:00. Questo aspetto, unito alla scarsa presenza di foglie (cadute con le piogge) ha inciso negativamente sul rendimento della macchina che ha raccolto solamente 1 q.le in circa 2 ore. Inoltre, i tubi di convogliamento in plastica bagnandosi al loro interno, rallentavano il flusso delle foglie distaccate che tendevano a agglomerarsi.



Figura 3.1.16: Defogliatrice in fase di raccolta.

- *Uno o due viaggi?*

Durante i lavori è stata esplorata la possibilità di effettuare un'unica consegna con autocarro. Nello specifico il mezzo era dotato di una gru per poter caricare autonomamente i Big Bag (**Figura 3.1.17**).

Questa soluzione presentava il vantaggio di minimizzare i tempi di carico e trasporto, in quanto il caricamento poteva iniziare a partire dalle ore 16:00, in modo tale da consentire alla defogliatrice di lavorare in continuo fino a poco prima della partenza del camion. Di contro il mezzo risultava più lento e necessitava, quindi, di partire con un certo anticipo, riducendo le ore complessive in cui la defogliatrice poteva lavorare in campo. Un altro problema riscontrato era legato alla viabilità, in quanto, a differenza di un mezzo come il daily, l'autocarro è soggetto a divieti in alcune strade, allungando ulteriormente le tempistiche di trasporto.



Figura 3.1.17. Autocarro dotato di gru per il caricamento autonomo dei Big Bag.

Per questo motivo, dopo 3 giornate di raccolta (18, 19 e 20 Ottobre) si è optato per la scelta del daily e di un secondo trattore dotato di carrello sollevatore (**Figura 3.1.18**). In questo modo, l'operatore che iniziava alle ore 13:00, in autonomia, con il carrello era in grado di caricare il daily effettuando 2 consegne (**Figura 3.1.19**), una nel primo pomeriggio e una in tarda serata. I principali vantaggi e svantaggi legati all'impiego delle due diverse soluzioni vengono di seguito riportati in **Tabella 3.1.5**.

OPZIONE	VANTAGGI	SVANTAGGI
1) Autocarro con gru	<ul style="list-style-type: none"> • Unico viaggio. • Autonomia carico. • Maggiore portata. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limiti di viabilità. • Tempi di percorrenza maggiori.
2) Daily + carrello	<ul style="list-style-type: none"> • Tempi di percorrenza ridotti. • No limitazioni di traffico. • Migliore distribuzione consegne nell'arco della giornata. 	<ul style="list-style-type: none"> • Occorrono più viaggi. • Necessità di 2 operatori in caso di raccolta in siti distanti tra loro • Portata limitata.

Tabella 3.1.5: Principali vantaggi e svantaggi legati all'impiego di due differenti soluzioni lavorative.



Figura 3.1.18: Trattore dotato di sollevatore e furgone tipo daily.



Figura 3.1.19: Area di scarico all'essiccatoio.

- Indici di produttività

Il lavoro svolto nell'ambito del Piano ha permesso di creare 3 indici di produttività, la cui evoluzione è riportata in **Tabella 3.1.6**, che ci permettono di analizzare redditività ed efficacia di raccolta:

- Quintali di fresco/ora (q.li/h): quintali di foglie fresche raccolti mediamente per ogni ora di lavoro. Tale indice deve essere riferito a una giornata di lavoro, alla raccolta di un appezzamento, alla media dell'intera campagna di raccolta. Concorrono a questo indice: efficienza della macchina, forma del vigneto e relativi tempi di manovra, tempi di cambio Big Bag, pause per guasti e riparazioni.
- Euro/kilogrammo di secco (€/Kg secco): costi sostenuti per ogni kilogrammo di foglie essiccate. È il parametro che racchiude in sé la redditività dell'intero processo di raccolta. Deve essere valutato in relazione a una giornata di lavoro e a tutta la campagna di raccolta. Omnicomprensivo, è influenzato dall'efficienza della macchina, dalla forma di allevamento del vigneto, dai tempi di manovra, di carico-scarico, di trasporto, dal costo orario di personale e macchine, dalla percentuale di umidità del raccolto. Il dato che si riferisce alla attività di raccolta, non comprende il costo di essiccazione in quanto fisso per ogni kg.

Indici di produttività	2017	2018	2019
q.li fresco/h	0,97	1,04	1,09
€/kg secco	2,98	2,82	2,37

Tabella 3.1.6. Evoluzione indici di produttività 2017-2019.

I dati relativi alla raccolta, 2019, sono riportati in **Tabella 3.1.7.**

Dati raccolta 2019							
Data	Descrizione Vigneto	Forma Allevamento	Peso fresco (q)	Peso secco (kg)	Resa standard	Ettari raccolti	Ore raccolta
					(%)		
21-ott-19	Formigine CMA Cagarelli (dietro capannone)	GDC	12	468	39	7,79	10,5
22-ott-19	Formigine CMA Cagarelli (estremità est + estremità ovest)	GDC	11	429	39	8,17	9,5
23-ott-19	Formigine CMA Pioppa Vecchia	GDC	8	312	39	6,72	10
25-ott-19	Formigine CMA Pioppa vecchia (estremità ovest + Pioppa Nuova estremità est)	GDC	9,5	370,5	39	4,9	8,5
26-ott-19	Formigine CMA Cagarelli (dietro capannone/appezzamento ovest + Motti + fronte strada lato EST)	GDC	10	390	39	7	9
27-ott-19	Reverberi Roberto	Sylvoz	10,5	409,5	39	2,3	8,5
			<i>Somma: 61</i>	<i>Somma: 2379</i>	<i>Media: 39</i>	<i>Somma: 36,9</i>	<i>Somma: 56</i>

Tabella 3.1.7. Dati raccolta 2019.

- Conclusioni

Nella presente sotto-azione, è stato testato uno specifico cantiere di lavoro (defogliatrice + carrello), scelto anche sulla base delle più recenti acquisizioni tecnologiche disponibili sul mercato per ottimizzare il recupero di foglie su fasce differenziate della parete fogliare. Nelle annate 2017, 2018 e 2019, sono, quindi, state condotte prove in diversi vigneti, sulle varietà Lambrusco Salamino e Lambrusco Grasparossa, al fine di valutare il corretto utilizzo e l'epoca più adatta al prelievo delle foglie. Dalle prove effettuate, il periodo ottimale per la raccolta è risultato essere intorno alla seconda decade di Ottobre, al raggiungimento della colorazione rossa prevalente nelle foglie. Al termine del progetto è stata, inoltre, eseguita un'analisi dell'efficienza di funzionamento del cantiere (velocità di avanzamento del cantiere di lavoro (km/h); tempi effettivi di raccolta del cantiere di lavoro (h/ha); tempi di sosta e di svolta (sec.); tempi operativi complessivi del cantiere di lavoro (macchina + addetti) per ogni vitigno (h/ha); grado di integrità delle foglie (%); valutazioni economiche sul cantiere di lavoro). I dati relativi alla migliore prestazione del cantiere di lavoro sui due diversi vitigni e forme di allevamento vengono riportati nella seguente Tabella complessiva (**Tabella 3.1.8**).

VIGNETO		VALUTAZIONI CANTIERE (DEFOGLIATRICE + CARRELLO)						VALUTAZIONI ECONOMICHE			
VITIGNO	FORMA ALLEVAMENTO	VELOCITÀ DI AVANZAMENTO (km/h)	TEMPI EFFETTIVI DI RACCOLTA (h/ha)	TEMPI DI SOSTA (sec giornalieri)	TEMPI DI SVOLTA (sec)	TEMPI OPERATIVI (h/ha)**	GRADO DI INTEGRITÀ DELLE FOGLIE (%)	DEFOGLIATRICE (costo/giorno)	LOGISTICA E TRASPORTO (costo/giorno)	PERSONALE A TERRA (costo/giorno)	COSTO per 1KG SECCO* (€)
L. SALAMINO	SPALLIERA	1,5	3,5	3600	30	7,0	20	750	180	230	2,97
L. GRASPAROSSA	GDC	1,5	1,4	3600	20	2,8	20	750	180	230	2,97

Tabella 3.1.8: Analisi efficienza di funzionamento del cantiere, composto da defogliatrice e carrello, e valutazione economica. ** complessivi del cantiere di lavoro (macchina + addetti), comprensivo dell'operatore a terra (allestimento/trasporto sacchi, monitoraggio lavori).

2.2.1.1.4 CONCLUSIONI

Nella sotto-azione 3.1 sono state individuate, a seguito di indagini bibliografiche e prospezioni nel territorio regionale, varietà idonee per l'estrazione di composti a uso nutraceutico. Tra queste, il Lambrusco Salamino e il Lambrusco Grasparossa sono risultate quelle potenzialmente più ricche in principi attivi nelle foglie e si è, quindi, proceduto all'analisi chimico-fisica di diversi campioni. In generale, le foglie analizzate hanno mostrato un'umidità e una composizione piuttosto costanti e un'alta percentuale di ceneri (10%). I valori dei metalli pesanti, soprattutto del rame, sono apparsi elevati, probabilmente a causa dei trattamenti fitosanitari a cui è generalmente soggetta la vite. In relazione ai composti con proprietà nutraceutiche, valori tendenzialmente più alti di antociani, polifenoli e flavonoidi, sono stati rilevati in foglie aventi una pigmentazione rosso-scura.

Nell'ambito della presente sotto-azione è stata, inoltre, messa a punto una metodologia per la raccolta meccanizzata di foglie di vite da destinare a scopi nutraceutici. In particolare, è stato testato e implementato uno specifico cantiere di lavoro (defogliatrice + carro), al fine di ottimizzare il recupero di foglie su fasce differenziate della parete fogliare, in vigneti di L. Salamino e L. Grasparossa, allevati a spalliera e a GDC, rispettivamente, con risultati soddisfacenti per quanto riguarda le tempistiche di raccolta e la qualità del materiale ottenuto e relativi costi. Inoltre, in termini di sicurezza sul lavoro e degli addetti, lo sviluppo del cantiere per il recupero delle foglie dalla pianta, ha, tenuto conto di innovative soluzioni meccaniche presenti sul mercato (macchine operatrici munite di specifici sensori), che consentivano di agevolare l'operazione di defogliazione e di renderla meno impegnativa per l'operatore.

2.2.1.2 SOTTO-AZIONE 3.2 Recupero e utilizzo di sarmenti/vinacce a fini energetici

Unità aziendale responsabile (Uar)

CRPV Soc. Coop., Università degli Studi di Modena e di Reggio Emilia (UNIMORE), BEELab, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"; CMA Solierese Soc. Agr. Coop., Società agricola Ferrari Nunzio e Fabio s.s., Fattoria Fiori di Fiori Pier Paolo, Azienda agricola Valentini Mano, Azienda agricola Cerpiano di Bertolini Emilio, Azienda agricola Mora William, azienda agricola Reverberi Roberto.

Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

Descrizione attività

Nel processo di produzione dell'uva il principale residuo è costituito dai sarmenti asportati con la potatura invernale. I residui di potatura possono ammontare ad alcune tonnellate per ettaro, con produzione variabile a seconda del vigore del vitigno e della forma di allevamento (la biomassa annuale per ettaro è compresa tra 1,5 e 3 t). La biomasse residua dal processo di potatura è pertanto una fonte di energia attrattiva per una serie di ragioni di tipo ambientale, economico, politico e sociale. Ci sono diverse tecniche che possono essere usate per ricavare energia dalle biomasse residue. Tra queste, quella più utilizzata è un processo di tipo termo-chimico (gassificazione, pirolisi, etc.). La sotto-azione 3.2 è incentrata sulla caratterizzazione e determinazione delle effettive quantità di sarmenti presenti e vinacce di pressatura dell'uva sul territorio regionale, da destinare a scopi energetici e si articolerà nelle seguenti attività:

3.2.1 Raccolta e caratterizzazione del legno di potatura della vite (sarmenti), con particolare riferimento a quelli provenienti da vigneti biologici

Sono state individuate da CRPV e da UNIMORE diverse tipologie di vigneti caratteristici della regione emiliano-romagnola. In tali vigneti sono stati rilevati i quantitativi di sarmenti prodotti nel corso della stagione vegetativa e prelevati campioni per la successiva caratterizzazione. Ognuno di questi campioni, di circa 100 kg di peso tal quale, è stato parzialmente tritato e combinato con vinacce di pressatura dai tecnici UNIMORE, al fine di ottimizzare il funzionamento di gassificatori di piccola taglia. In particolare, i sarmenti sono stati tritati con una rotocella con lama tagliante normalmente utilizzata per alimentare caldaie a cippato. I sarmenti così tritati sono stati poi essiccati naturalmente all'aria fino a raggiungere il 20% di umidità prima di essere miscelati con vinacce e impiegati nell'impianto di gassificazione. Sono stati ottenuti circa 60-70 kg di sarmenti tritati ed

essiccati per ogni tipologia di vitigno. Per ogni tipologia di sarmento è stata poi eseguita dal personale UNIMORE una ‘*proximate analysis*’ per definirne la composizione ed il potere calorifico.

Sono state, quindi, quantificate le ceneri per ogni tipologia e analizzate al microscopio riscaldante, al fine di individuare la temperatura di rammollimento e fusione. In questo modo è stata confermata la temperatura alla quale si possono formare agglomerati all’interno del reattore di gassificazione. Questi agglomerati possono dar luogo a instabilità delle reazioni creando sottoprodotti catramosi indesiderati.

L’attività (3.2.1) è stata condotta in collaborazione tra i ricercatori di UNIMORE, tecnici di CRPV e personale di CMA Solierese.

3.2.2 Utilizzo di sarmenti e vinaccia in gassificatori a scala aziendale per la produzione di energia

I sarmenti sopra descritti sono stati opportunamente combinati con vinacce e utilizzati da UNIMORE per eseguire prove di gassificazione sull’impianto cogenerativo di piccola taglia modello PP20 della ditta californiana All Power Labs in dotazione presso il laboratorio BEELab del Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” (www.beelab.unimore.it). Con l’ausilio del PP20 sono stati effettuati test di gassificazione con i diversi campioni di sarmenti abbinati a vinacce al fine di valutare:

- il consumo specifico di biomassa (kg di biomassa secca consumata per ogni kWh di energia elettrica prodotta);
- Il rendimento di gassificazione;
- Il rendimento elettrico e termico del cogeneratore;
- la produzione di BIOCHAR in kg/h;
- la composizione del gas prodotto;
- la quantità di impurità nel gas prodotto prima e dopo lo stadio di filtraggio (vapor d’acqua, particolato e catrami).

L’ultima analisi permette di stimare i costi e i tempi di manutenzione ordinaria e straordinaria da effettuare sulla macchina. Il consumo specifico consente di fare previsioni sull’energia elettrica e termica ottenibile dalla macchina a fronte di una data quantità annuale di sarmenti e vinacce e, qualora ci sia un deficit tra energia richiesta dal processo di vinificazione e energia ottenibile dai sarmenti, stimare il cippato necessario per integrare questo deficit. Nei test sono stati utilizzati circa 1000 kg di biomassa dai quali è stata ottenuta energia elettrica e circa 60/70 kg di BIOCHAR in condizioni anidre messi a disposizione per le applicazioni agronomiche.

L'attività (3.2.2) è stata condotta dai ricercatori di UNIMORE in collaborazione con i tecnici di CRPV.

2.2.1.2.1 OBIETTIVI

La presente sotto-azione si è incentrata sul recupero, la quantificazione e la gassificazione dei sarmenti/vinacce esauste a fini energetici. L'obiettivo è stato quello di quantificare, recuperare e validare l'utilizzo dei sarmenti, opportunamente combinati con vinacce, come combustibile in impianti di gassificazione di piccola taglia, per generare energia elettrica e termica, a ridotte emissioni, a servizio della cantina.

2.2.1.2.2 MATERIALI E METODI

3.2.1 Raccolta e caratterizzazione del legno di potatura della vite (sarmenti), con particolare riferimento a quelli provenienti da vigneti biologici

➤ Raccolta, caratterizzazione e cippatura di sarmenti da destinare a gassificazione

Nel 2018, sono stati testati in gassificazione 3 campioni da circa 100 kg di sarmenti + vinacce provenienti da vite Sangiovese, Lambrusco Salamino e Lambrusco Grasparossa. I vigneti da cui sono stati ricavati i sarmenti erano coltivati con il metodo biologico ovvero senza l'utilizzo di pesticidi di sintesi. Poiché la "miscela" sarmenti + vinaccia non è risultata performante, in quanto ha fin da subito generato problemi di combustione, per la particolare composizione chimica della vinaccia, si è proceduto alla valutazione dell'efficienza della matrice "sarmenti". Pertanto si è ripetuto il test con 3 campioni da circa 100 kg composto da soli sarmenti provenienti dagli stessi vitigni sopra descritti. Per tritare i sarmenti è stata utilizzata una più pratica ed efficiente cippatrice GREEN TECHNIK, modello CIP 800, ottimizzata per la triturazione delle potature. Nella **Figura 3.2.1** sono rappresentati alcuni sarmenti prima e dopo la cippatura.



Figura 3.2.1: Sarmenti prima e dopo la cippatura.

Il contenuto idrico dei vari sarmenti è stato valutato tramite essiccamento in stufa per 24 ore a 105 °C. Successivamente è stato calcolato il quantitativo di ceneri dopo la combustione in muffola a 550 °C per 4 ore. La composizione elementare dei sarmenti essiccati senza ceneri è stata invece valutata con analizzatore elementare VARIO CHSN-O. Dall'analisi elementare è stato calcolato il potere calorifico superiore dei sarmenti essiccati tramite la correlazione di Milne:

$$HHV_{Milne} = 0.341 \cdot C + 1.322 \cdot H - 0.12 \cdot O - 0.12 \cdot N + 0.0686 \cdot S - 0.0153 \cdot ash.$$

➤ Prove di raccolta e imballo

Nei primi giorni di Gennaio 2019 sono state realizzate delle prove di raccolta e imballo di sarmenti di vite, dopo aver contattato un contoterzista della zona in possesso di una rotoimballatrice Quickpower 1230, prodotta dalla Caeb International Srl, esattamente lo stesso macchinario preso in considerazione nella presente analisi.

Attraverso la realizzazione di queste prove, oltre a valutare la disponibilità media di sarmenti in campo, è stato possibile raccogliere dati relativamente a consumi di gasolio, tempistiche e peso delle balle.

Nello specifico, per valutare con precisione la produttività dei vigneti in termini di sarmenti e delle caratteristiche della rotoimballatrice, sono stati analizzati tre vigneti in cui sono state praticate tre tecniche differenti di potatura e preparazione alla raccolta:

- Vigneto dell'Azienda Agricola La Golena, potato a macchina;
- Vigneto di proprietà del contoterzista, potato manualmente;
- Vigneto di un terzo viticoltore della zona, con potatura manuale e sarmenti disposti al centro dell'interfilare al fine di ottimizzare la raccolta.

I tre agricoltori coltivano Lambrusco Salamino che, rispetto ad altri vitigni diffusi nel modenese, produce mediamente un numero più basso di sarmenti e con diametro inferiore.

3.2.2 Utilizzo di sarmenti in gassificatori a scala aziendale per la produzione di energia

I sarmenti dopo la triturazione si sono essiccati naturalmente all'aria fino a raggiungere il 20% di umidità in un paio di mesi. I campioni sono stati poi utilizzati come combustibile in un impianto di gassificazione PP30 (evoluzione del PP20 presentato in fase di domanda) dell'azienda All Power Labs. Le caratteristiche principali della macchina (**Figura 3.2.2**) sono riportate in **Tabella 3.2.1**.

Continuous electrical power rating	22 kWel @50 Hz
Continuous thermal power rating	44 kWth at 22 kWel
Biomass P16 W10 consumption	1,0 kg/ kWel
Biomass moisture content	5-30% dry basis
Electrical efficiency with P16 W10	23%
Thermal efficiency with P16 W10	65%
Installed foot print	1.778 x 1,42 x 2,4 m
Run time with hopper fill	2 hours at 20 kWel

Tabella 3.2.1: Caratteristiche dell'impianto di gassificazione ALL Power Labs PP30.



Figura 3.2.2: Impianto di gassificazione ALL Power Labs PP30.

2.2.1.2.3 RISULTATI E DISCUSSIONE

3.2.1 Raccolta e caratterizzazione del legno di potatura della vite (sarmenti), con particolare riferimento a quelli provenienti da vigneti biologici

➤ Raccolta, caratterizzazione e cippatura di sarmenti da destinare a gassificazione

Problemi riscontrati durante la cippatura:

- Operazione lunga e laboriosa (i sarmenti sono molto flessibili e formano ponti alla bocca d'entrata della macchina);
- Molta polvere durante la cippatura;
- Necessità di carburante o di energia elettrica per alimentare la cippatrice;
- Resa bassa (50 kg/ora di cippato umido);
- Costo cippatrice non trascurabile (circa 4000 euro);
- Cippato ottenuto molto degradabile a causa di tarli e fermentazione spontanea, necessita di un essiccamento immediato.

Di seguito (**Tabella 3.2.3**, **Tabella 3.2.3** e **Tabella 3.2.4**) si riportano i dati delle analisi relativi alla caratterizzazione dei sarmenti, utilizzati:

Parametro	Campione medio	Lambrusco Salamino	Lambrusco Grasparossa	Sangiovese
Umidità totale [% wt.]	50	48	52	50
Ceneri [%wt.]	4,51	5,88	3,72	3,94
Carbonio C [%wt. DAF]	47,00	46,85	45,75	45,99
Idrogeno [%wt. DAF]	6,18	6,24	6,16	6,15
Zolfo [%wt. DAF]	0	0	0	0
Azoto [%wt. DAF]	0,89	1,24	0,66	0,76
Potere calorifico superiore anidro [MJ/kg] secondo Milne	18,94	19,45	18,62	18,74

Tabella 3.2.3: analisi chimico fisiche sul campione medio di sarmenti di vite (Lambrusco Salamino, Lambrusco Grasparossa e Sangiovese) coltivati con il metodo biologico.

Parametro	Valore
Umidità totale [% wt.]	52
Ceneri [% wt.]	3,34
Carbonio C [% wt.]	47,88
Idrogeno [% wt.]	5,76
Zolfo [% wt.]	0
Azoto [% wt.]	0,4
Potere calorifico superiore anidro [MJ/kg] secondo Milne	21

Tabella 3.2.3: Analisi chimico fisiche sul campione ottenuto da sarmenti di più varietà di vite biologica.

Varietà	C (% wt)	H (% wt)	S (% wt)	O (% wt)	N (% wt)	Ceneri (% wt)	HHV kJ/kg	LHV kJ/kg	Umidità per LHV
MERLOT BIO SECCO	47,29	6,06	0,00	42,02	0,69	3,94	19,21	18,36	17,00
SANGIOVESE BIO	45,99	6,15	0,00	43,16	0,76	3,94	18,74	17,86	16,26
CABERNET BIO SECCO	47,19	6,09	0,00	42,06	0,76	3,90	19,21	18,29	14,20

Tabella 3.2.4: Ulteriori analisi chimico fisiche su campioni di sarmenti da vite biologica.

➤ Prove di raccolta e imballo

1) Vigneto potato meccanicamente

L'Azienda Agricola La Golena ha messo a disposizione per le prove una porzione della sua superficie vitata. Vista la vasta estensione del vigneto, il proprietario ha optato per una potatura suddivisa in due fasi successive: pre-potatura meccanica e rifinitura manuale.

La pre-potatura è una pratica necessaria per accorciare i tempi della potatura annuale del vigneto. Per questa fase è stata utilizzata una pre-potatrice a nove coppie di dischi taglienti (**Figura 3.2.3**), collegata tramite un apposito braccio meccanico, alla parte anteriore della trattrice. Si tratta di uno strumento dotato di due colonne di dischi metallici rotanti, disposti in maniera simmetrica, che possono muoversi verticalmente lungo la colonna. La trattrice avanza lungo l'interfilare, manovrando il braccio meccanico in modo che le due colonne di dischi agiscano sui due lati del filare, svolgendo gran parte del lavoro di taglio dei rami. Per evitare di danneggiare i pali di sostegno del vigneto e la macchina stessa, il sistema è dotato di divaricatore con comando manuale, grazie al quale è possibile allargare le colonne in corrispondenza dei pali metallici e stringerle subito dopo per riprendere l'operazione di taglio.



Figura 3.2.3: Pre-potatrice a nove coppie di dischi taglienti, collegata a trattrice.

Dopo la fase di pre-potatura, viene realizzata la rifinitura manuale del vigneto, in maniera tale da rendere più preciso il lavoro grossolano svolto meccanicamente, che lascia sulla pianta buona parte del legno da rimuovere. Il sopralluogo preliminare con il contoterzista è stato realizzato prima della rifinitura manuale. La quantità di sarmenti presente tra i filari (con distanza di 2,9 m tra le file, **Figura 3.2.4**) è persa fin da subito molto ridotta, fatto imputabile a diversi fattori, come ad esempio la varietà, la scelta di effettuare una potatura di tipo meccanico e la mancanza del fondamentale passaggio di rifinitura manuale. Di comune accordo con il contoterzista si è così deciso di non effettuare le prove di raccolta e imballo nel vigneto dell'Azienda Agricola La Golena, in quanto queste sarebbero risultate economicamente poco convenienti e avrebbero fornito informazioni non indicative.



Figura 3.2.4: Interfilare dell'Azienda La Golena, visibilmente povero di sarmenti.

2) Vigneto potato manualmente

Pochi giorni dopo il precedente sopralluogo, non andato a buon fine, sono state effettuate alcune prove presso il vigneto di proprietà del contoterzista, situato nelle campagne di Carpi.

Anche in questo vigneto della cv. Lambrusco Salamino, la vite, allevata a Guyot, è disposta in filari a spalliera, distanti tra loro 3,4 metri. A differenza di quanto constatato nel caso dell'Azienda Agricola La Golena, in questo vigneto la potatura viene realizzata completamente a mano e necessita del lavoro di tre persone, due delle quali posizionate su una passerella in legno (Figura 3.2.5), appositamente montata su un trattore di piccole dimensioni, che viene guidato lentamente tra i filari e si ferma per permettere le operazioni di taglio.



Figura 3.2.5: Potatura manuale su trattore attrezzato.

La superficie vitata di proprietà del contoterzista si estende per 1,6 ettari dei quali, al momento della realizzazione delle prove, circa 0,7 erano stati completamente potati mentre i restanti 0,9 erano stati sottoposti solo a un primo passaggio di potatura. Le quantità di sarmenti di vite presenti tra questi filari potati a mano (Figura 3.2.6), sia quelli già terminati sia quelli in fase di potatura, sono parse di gran lunga più elevate rispetto a quanto rilevato durante il sopralluogo presso il vigneto di La Golena, potato a macchina. Nonostante ciò, si è notato che una notevole quantità di potature (circa un terzo del totale) si trovava esattamente sotto alla pianta, posizione che impediva alla rotoimballatrice l'operazione di raccolta.

Prima dell'inizio della prova, la rotoimballatrice Quickpower 1230 è stata collegata a un trattore da frutteto McCormick F80 XL, dotato di cardano posteriore per l'aggancio del macchinario e di un

motore della potenza di 75 cv. Si è, inoltre, provveduto a riempire completamente il serbatoio del trattore, operazione ripetuta alla fine della prova in maniera tale da poter misurare con precisione la quantità di gasolio consumato. Si è così registrato un consumo di 9 litri di gasolio per le lavorazioni svolte in 1,6 ettari di superficie vitata, traducibile in un consumo specifico pari a $5,6 \frac{l}{ha}$.

La prova di raccolta e imballo negli 1,6 ettari di vigneto ha avuto una durata totale di 80 minuti ($1,2 \frac{ha}{h}$), nel corso dei quali sono state realizzate in totale 63 balle di sarmenti. Siccome nell'analisi economica si è considerato che il costo indicativo della fase di raccolta e imballo, affidandosi a un contoterzista, potesse aggirarsi intorno a 1 euro per ogni balia, è stato ritenuto di primaria importanza raccogliere informazioni riguardo al peso medio di una balia di sarmenti che, ovviamente, poteva variare alla modalità di impiego della rotoimballatrice (**Figura 3.2.7**).



Figura 3.2.6: Sarmenti di vite tra i filari del vigneto potato a mano.



Figura 3.2.7: Rotoimbattrice Quickpower 1230 collegata la McCormick F80 XL.

Allo scopo di ottenere un dato completo che prendesse in considerazione tutte le possibilità, è stato chiesto al contoterzista di lavorare in maniera differente nella prova n. 2 e nella prova n. 3, producendo balle più compatte (quindi più pesanti) con i sarmenti del proprio vigneto e meno compatte (più leggere) nella prova del giorno successivo nel vigneto numero 3.

Alla fine dei lavori, cinque delle balle realizzate sono, quindi, state pesate ed è stato rilevato un peso medio di 27,9 kg (**Tabella 3.2.5**).

Peso balle vigneto 2		
Balletta n.1	31.6	[kg]
Balletta n.2	26.2	[kg]
Balletta n.3	28.5	[kg]
Balletta n.4	26.8	[kg]
Balletta n.5	26.5	[kg]
Media	27.9	[kg]

Tabella 3.2.5: Peso medio della balle nel secondo vigneto studiato.

Delle 63 balle totali, 36 sono state prodotte negli 0,7 ettari di vigneto in cui la potatura era stata completata, mentre le restanti 27 negli 0,9 ettari in cui le operazioni non erano ancora state terminate. Pertanto, prendendo come peso di ogni balla il valore ottenuto di 27,9 kg, è stato possibile calcolare la produttività del vigneto, che è risultata di $1,44 \frac{t}{ha}$ nella parte completamente potata (**Tabella 3.2.6**) e di $0,84 \frac{t}{ha}$ nella parte ancora da finire.

Produttività vigneto 2 - parte potata		
Peso medio	27.9	[kg]
N balle	36	[-]
Peso potature parte potata	1.01	[t]
Superficie vitata parte potata	0.7	[ha]
Produttività parte potata	1.44	[t/ha]

Tabella 3.2.6: Produttività del secondo vigneto studiato.

È stato scelto come valore rappresentativo medio della produttività del vigneto solamente quello relativo alla parte completamente potata, tenendo conto del fatto che il dato relativo all'altra zona del vigneto non era considerabile come definitivo.

Al termine delle operazioni è stato notato che una notevole quantità di sarmenti si trovava ancora sul campo, disposta sotto ai filari in posizioni che non erano state raggiunte dal dispositivo di raccolta della rotoimballatrice Quickpower 1230 (**Figura 3.2.8**).

Si è, così, dimostrata l'importanza di un'ulteriore variabile di cui tenere conto nella determinazione della produttività indicativa per la filiera, ovvero quella del posizionamento della biomassa più o meno favorevole per la raccolta.



Figura 3.2.8: Sarmenti rimasti sotto ai filari dopo il passaggio della Quickpower 1230.

Altro dato raccolto nel corso della prova è stato il contenuto idrico delle balle, seguendo il procedimento fornito dallo standard ASTM D4442-07. Per tale operazione è stata utilizzata una strumentazione dotata dei requisiti necessari: il forno Memmert UM 100 e la bilancia KERN PLE – 4200.

È stato prelevato un campione di sarmenti da una balledda e, il giorno seguente quello della raccolta, ne è stato registrato il peso umido, operazione ripetuta dopo averlo sottoposto ad essiccazione completa all'interno del forno.

Il contenuto idrico iniziale del campione è risultato pari al 37,2%, calcolato per mezzo della seguente formula:

$$\text{Cont. idrico} = \frac{\text{massa lorda umida [g]} - \text{massa lorda secca [g]}}{\text{massa lorda umida [g]} - \text{tara [g]}} = 37,2\%.$$

Infine, sul campione di sarmenti sono state realizzate l'analisi elementare e un trattamento termico per 6 ore a 600°C, da cui sono stati ottenuti i seguenti risultati riguardanti la composizione e il contenuto di ceneri in percentuale di peso (**Tabella 3.2.7**):

C [%]	H [%]	N [%]	S [%]	Ash [%]
46,68	6,06	0,61	0,00	3,30

Tabella 3.2.7: Composizione dei sarmenti di vite raccolti nel secondo vigneto monitorato.

3) Vigneto potato a mano e sarmenti preparati per la raccolta

Il giorno seguente, un terzo viticoltore si è reso disponibile per svolgere le prove di raccolta e imballo presso il proprio vigneto, anch'esso situato nelle vicinanze di Carpi, in provincia di Modena. Le viti della cv. Lambrusco Salamino, allevato a Guyot, erano disposte su filari aventi una distanza di 3,1 metri tra le file, suddivisi in questa maniera:

- a) 10 filari di vite piantata nel 2014 e non ancora nel pieno della produzione, ognuno dei quali lungo 183 metri, per una lunghezza totale di 1830 metri;
- b) 22 filari di vite, alcuni piantati nel 2008 e alcuni nel 2010, entrambi nel pieno della produzione, ognuno dei quali lungo 175 metri, con una lunghezza totale di 3850 metri.

Il viticoltore, che aveva già completato la potatura manuale, ha predisposto due filari per la raccolta, uno di vite giovane ed uno di vite vecchia, posizionando i sarmenti il più possibile al centro dell'interfilare, in modo da creare le condizioni più idonee per la rotoimballatrice Quickpower 1230 (collegata al trattore da frutteto McCormick F80 XL).

Le operazioni di raccolta e imballo nei due filari predisposti (**Figura 3.2.9**), aventi una lunghezza complessiva di 358 metri, hanno avuto una durata totale di 8 minuti. La lunghezza totale dei filari presenti è di 5680 metri. Con questo dato è stato possibile calcolare il tempo necessario per effettuare

l'operazione su tutto il vigneto, proseguendo al ritmo di lavoro più idoneo per la macchina, risultato pari a 127 minuti.



Figura 3.2.9: Sarmenti di vite disposti in andana per favorire le operazioni.

Considerando che la superficie vitata totale ha un'estensione di 1,7 ettari, la velocità di raccolta per il vigneto numero 3 è stata quantificata in $0,8 \frac{ha}{h}$, inferiore rispetto a quella riscontrata il giorno precedente (Tabella 3.2.8).

Velocità di raccolta vigneto 3		
Lunghezza filari	358	[m]
Tempo impiegato	8	[min]
Lungh. totale filari	5680	[m]
Tempo totale	127	[min]
Superficie	1.7	[ha]
Velocità	0.8	[ha/h]

Tabella 3.2.8: Velocità di raccolta registrata nel terzo vigneto.

La differenza è giustificata dalla maggior quantità di biomassa presente e dalla scelta di realizzare balle a legatura più blanda, che implica un maggior numero di pause per scaricare il prodotto. A differenza di quanto effettuato nella prova precedente, in questo caso è stato chiesto al contoterzista di legare le balle in maniera tale da renderle meno compatte, così da alleggerire la singola balla e produrne un numero maggiore, tecnica plausibile in quanto il guadagno dei contoterzisti aumenta con il crescere della quantità di balle prodotte.

Tutte le 9 balle prodotte, di cui 6 con le potature derivanti dal filare vecchio e 3 con quelle derivanti dal filare più giovane, sono state, quindi, sottoposte a pesatura. Le ultime balle realizzate in ognuno

dei due filari, legate e scaricate ancora semivuote solamente allo scopo di raccogliere tutti i sarmenti rimasti, non sono state considerate nel calcolo del peso medio, che è risultato pari a 23,6 kg (**Tabella 3.2.9**).

Peso ballette vigneto 3		
Balletta vite vecchia n.1	24,8	[kg]
Balletta vite vecchia n.2	22,9	[kg]
Balletta vite vecchia n.3	23,6	[kg]
Balletta vite vecchia n.4	23,2	[kg]
Balletta vite vecchia n.5	21,6	[kg]
Balletta vite vecchia n.6 *	7,6	[kg]
Balletta vite giovane n.1	24,5	[kg]
Balletta vite giovane n.2	24,8	[kg]
Balletta vite giovane n.3 *	16,7	[kg]
Media	23,6	[kg]

* : non considerato nella media

Figura 3.2.9: Peso medio delle ballette nel terzo vigneto.

Il passo successivo è stato quello della determinazione della produttività media di sarmenti del vigneto. La somma dei pesi di tutte le ballette ottenute dalla vite vecchia è stata divisa per la lunghezza del filare ed è stata così ottenuta una produttività specifica per unità lineare di filare della vite vecchia pari a $0,71 \frac{kg}{m}$. L'operazione è stata ripetuta con le ballette del filare di vite giovane, restituendo una produttività produttività specifica di $0,36 \frac{kg}{m}$, circa la metà rispetto a quella relative alla vite più vecchia e già nel pieno della sua produzione. Questa differenza ha dimostrato così l'influenza di un ulteriore aspetto sulla produttività di sarmenti dei vigneti, ovvero l'età della pianta.

Moltiplicando i due valori specifici per la lunghezza totale dei filari, è stato possibile ottenere le quantità ipotizzabili di potature di vite totali nelle due porzioni di vigneto coltivate a vite vecchia e a vite giovane, calcolate rispettivamente pari a 2,7 tonnellate e 0,7 tonnellate. La somma dei due contributi è quindi stata divisa per gli 1,7 ettari di estensione totale della superficie vitata, portando ad una produttività di sarmenti complessiva del vigneto di $2,00 \frac{t}{ha}$ (**Tabella 3.2.10**).

Produttività vigneto 3		
Peso potature filare vecchia	123,7	[kg]
Peso potature filare giovane	66,0	[kg]
Lungh. filare vite vecchia	175	[m]
Lungh. filare vite giovane	183	[m]
Produttività specifica vecchia	0,71	[kg/m]
Produttività specifica giovane	0,36	[kg/m]
Numero filari vite vecchia	22	[-]
Numero filari vite giovane	10	[-]
Lunghezza totale vite vecchia	3850	[m]
Lunghezza totale vite giovane	1830	[m]
Peso potature totale vecchia	2,72	[t]
Peso potature totale giovane	0,66	[t]
Peso potature totale	3,4	[t]
Superficie vitata totale	1,7	[ha]
Produttività	2,00	[t/ha]

Figura 3.2.10: Produttività del terzo vigneto studiato.

Ripetendo infine le stesse operazioni effettuate nel caso del vigneto numero 2, il giorno stesso della prova di raccolta e imballo è stato prelevato un campione di sarmenti dalle balle del terzo vigneto e si è ottenuto un dato di contenuto idrico del 43,4%.

La composizione del campione e il contenuto di ceneri ottenuti sono riportati in **Tabella 3.2.11**:

C [%]	H [%]	N [%]	S [%]	Ash [%]
45,68	5,82	0,50	0,00	3,10

Tabella 3.2.11: Composizione dei sarmenti di vite raccolti nel terzo vigneto studiato.

- Resoconto delle tre prove di raccolta in vigneto

Nel corso delle prove è stata dimostrata una grande variabilità nella produttività dei diversi vigneti, dipendente da svariati fattori. Per calcolarne un valore medio, con sufficiente affidabilità, sarebbe stato necessario analizzare la situazione in numerosi vigneti dalle caratteristiche differenti, operazione che avrebbe dilatato eccessivamente i tempi della prova. In considerazione di ciò, si è ritenuto opportuno affidarsi ai valori di produttività media di sarmenti di vigneti presenti in bibliografia e si è considerato un valore di $2,9 \frac{t}{ha}$ (Caeb International Srl, 2018; Puglia et al., 2017; Barella et al., 2010).

Per quanto riguarda il peso medio delle singole balle di sarmenti, durante le prove si è chiesto al contoterzista di utilizzare due tecniche differenti, cambiando il grado di compattezza. I valori medi ottenuti dalle due prove hanno mostrato una notevole differenza ma sono, comunque, risultati

entrambi inferiori al valore medio di 30 kg dichiarato dalla casa produttrice della Quickpower 1230, che tiene conto anche dei valori registrati dall'imballo di sarmenti provenienti da altre tipologie di vite (*Caeb International Srl*, 2018). Il peso medio finale delle ballete preso in considerazione per l'analisi degli scenari è stato calcolato svolgendo la media aritmetica tra i tre diversi valori riscontrati ed è risultato di 27,2 kg.

Il contenuto idrico iniziale da considerare per le ballete è risultato invece del 43,7%, dalla media aritmetica tra i valori ottenuti dai test effettuati sui campioni del secondo e del terzo vigneto e la media bibliografica, rispettivamente del 37,2%, 43,4% e 41,5%.

Come per la determinazione del peso medio delle ballete, anche per il calcolo di un valore affidabile della velocità di raccolta e imballo si è considerata la media aritmetica tra i tre valori riscontrati rispettivamente durante le prove in campo nei vigneti numero 2 e 3 e dai dati forniti dalla casa produttrice della macchina. Infatti, entrambe le prove hanno fornito valori migliori rispetto agli $0,67 \frac{ha}{h}$ dichiarati da *Caeb International*, perché realizzate in condizioni favorevoli, con terreno pianeggiante e filari larghi. La velocità di raccolta e imballo ottenuta per l'analisi è stata di $0,9 \frac{ha}{h}$.



Figura 3.2.10: I due campioni di sarmenti all'interno del forno per l'essiccazione.

Per quanto riguarda il consumo di gasolio, si è considerato il dato di $5,6 \frac{l}{ha}$ rilevato durante le prove presso il vigneto del contoterzista. I dati ottenuti nell'ambito delle prove di raccolta ed imballo sono riassunti in **Tabella 3.2.12**.

	Produttività	Peso balledda	Umidità iniziale	Velocità di raccolta	Consumo di gasolio
	[t/ha]	[kg]	[%]	[ha/h]	[l/ha]
Vigneto 1	-	-	-	-	-
Vigneto 2	1.4	27.9	37.2	1.2	5.6
Vigneto 3	2.0	23.6	43.4	0.8	-
Bibliografia	2.9	≈ 30.0	41.5	0.7	-
Dato finale	2.9	27.2	40.7	0.9	5.6

Tabella 3.2.12: Resoconto dei risultati ottenuti dalle tre prove di raccolta e imballo.

- Analisi elementare e caratterizzazione del pellet di potature di vite

Le balleddette ottenute sono state inviate a Caeb International Srl per la fase di pellettizzazione attraverso l'impianto EPS line. Circa 2 tonnellate di pellet sono state prodotte e successivamente utilizzate per le prove di gassificazione previa adeguata caratterizzazione. La prima operazione ha riguardato la misura del diametro del pellet per verificarne la conformità con quello dichiarato dai produttori: gli elementi hanno presentato un diametro di 6 mm.

È stata, quindi, misurata la densità apparente del combustibile. Si definisce densità apparente di un corpo il suo peso di volume, comprensivo degli spazi vuoti interni.

Un contenitore cubico, avente spigoli lunghi un metro, è stato riempito fino all'orlo e il tutto è stato pesato, andando poi a sottrarre il peso del contenitore, determinato precedentemente. Ne è risultata una densità apparente di $700 \frac{kg}{m^3}$.

Il passo successivo è stato quello di sottoporre il pellet di vite ad analisi elementare per determinarne la composizione e alla calcinazione in muffola per determinarne il contenuto di ceneri. Sono stati ottenuti i seguenti risultati (**Tabella 3.2.13**):

C [%]	H [%]	S [%]	N [%]	Ash [%]
52,20	6,04	0	0,79	4,54

Tabella 3.2.13: Composizione del pellet di potature di vite.

Dalla composizione ottenuta, è stato possibile calcolare il potere calorifico superiore (HHV) del pellet di vite, sfruttando la seguente formula (*Basu*, 2010):

$$HHV \left[\frac{kJ}{kg} \right] = 349,1 C + 1178,3 H + 100,5 S - 103,4 O - 15,1 N - 21,1 Ash$$

La percentuale di ossigeno è stata calcolata per differenza da quelle precedenti ed è risultata 36,43%. Il potere calorifico superiore del pellet di vite prodotto da Caeb International Srl e usato per i test è risultato quindi pari a $21465 \frac{kJ}{kg}$, ovvero $5,96 \frac{kWh}{kg}$.

Un parametro molto importante per l'efficienza del processo di gassificazione è l'umidità della biomassa introdotta. Per determinare tale valore, sono stati innanzitutto pesati un campione di pellet umido (peso lordo, comprensivo della tara) e la tara. Quindi, il combustibile è stato messo a essiccare nell'apposito forno Memmert UM 100, per 8 ore alla temperatura di 105°C. Una volta essiccato il prodotto, è stata ripetuta l'operazione di pesatura, per ottenere il peso lordo del pellet secco. È stato, quindi, calcolato il contenuto idrico del pellet di potature di vite (**Figura 3.2.11**) in questo modo:



Figura 3.2.11: Pellet di potature di vite prodotto da Caeb e sottoposto alle analisi.

$$\text{Cont. idrico} = \frac{m \text{ lorda umida [g]} - m \text{ lorda secca [g]}}{m \text{ lorda umida [g]} - \text{tara [g]}} = \frac{110,35 - 104,21}{110,35 - 7,12} = 0,059$$

Il pellet di potature di vite ricevuto presentava perciò un contenuto idrico del 5,9%, valore più che accettabile per l'introduzione nel sistema di gassificazione PP30 Power Pallet.

Conoscendo la composizione, il potere calorifico superiore ed il contenuto idrico del pellet di potature di vite, si è provveduto a determinarne il potere calorifico inferiore (LHV) attraverso la formula seguente (Basu, 2010):

$$LHV = HHV - h_g \times \left(\frac{9H}{100} + \frac{M}{100} \right)$$

Dove:

- LHV $\left[\frac{kJ}{kg} \right]$: Potere calorifico inferiore;
- HHV = 21465 $\left[\frac{kJ}{kg} \right]$: Potere calorifico superiore;

- $h_g = 2260 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$: Calore latente di vaporizzazione a pressione standard;
- H [%]: Percentuale di idrogeno nella composizione della biomassa;
- M [%]: Contenuto idrico della biomassa.

È stato così calcolato un potere calorifico inferiore di $20103 \frac{kJ}{kg}$, ovvero $5,58 \frac{kWh}{kg}$.

- *Analisi TG e DTA del pellet di potature di vite*

Il campione di pellet di potature di vite è stato successivamente sottoposto ad analisi termica. In particolare, sono state realizzate un'analisi termica differenziale (DTA) ed una termogravimetrica (TG), due tecniche che consentono di conoscere il comportamento termico della biomassa quando viene sottoposta a riscaldamento.

L'analisi termica differenziale è un metodo utilizzato per lo studio delle trasformazioni endotermiche ed esotermiche e delle transizioni accompagnate da variazioni di calore specifico. La prova consiste nella misura della differenza di temperatura (T) che si instaura tra il campione in oggetto e un campione di riferimento inerte, in conseguenza della variazione di temperatura controllata nel tempo. Si ottiene quindi una curva che rappresenta l'andamento della differenza di temperatura (in ordinata) al variare del tempo o della temperatura (in ascissa). La curva presenta dei picchi che possono essere orientati verso l'alto se in corrispondenza di eventi esotermici, verso il basso se in corrispondenza di eventi endotermici.

Attraverso l'analisi termogravimetrica, invece, si ottiene la perdita di peso percentuale subita dal campione al crescere della temperatura.

Dopo aver ridotto in polvere il campione, la DTA e la TG sono state svolte simultaneamente, facendo aumentare la temperatura fino ad un massimo di 1200°C , con una velocità di riscaldamento di 10°C al minuto.

Dal grafico (**Figura 3.2.12**) riportato si osserva dalla curva della DTA il verificarsi di un evento di tipo endotermico a temperature compresa tra 100°C e 200°C , rappresentato da un picco rivolto verso il basso e corrispondente alla perdita dell'acqua di umidità presente nel campione. La perdita di peso evidenziata dalla curva termogravimetrica al termine di questa fase è circa del 7%.

Inoltre, la curva della DTA presenta un picco correlabile ad un evento di tipo esotermico a temperature comprese tra 250°C e 450°C circa, corrispondente alla combustione della componente organica presente all'interno del campione. Dalla curva della TG è possibile notare come il calo di peso inizi in corrispondenza della temperatura di combustione del carbonio e come esso continui all'aumentare della temperatura.

Infine, si osserva un evento di tipo endotermico intorno ai 960°C di temperatura, probabilmente associabile alla fusione di qualche componente minore.

Dal grafico ottenuto è risultata una perdita di peso del 65% circa ad una temperatura di 600°C e intorno al 93% a fine prova.

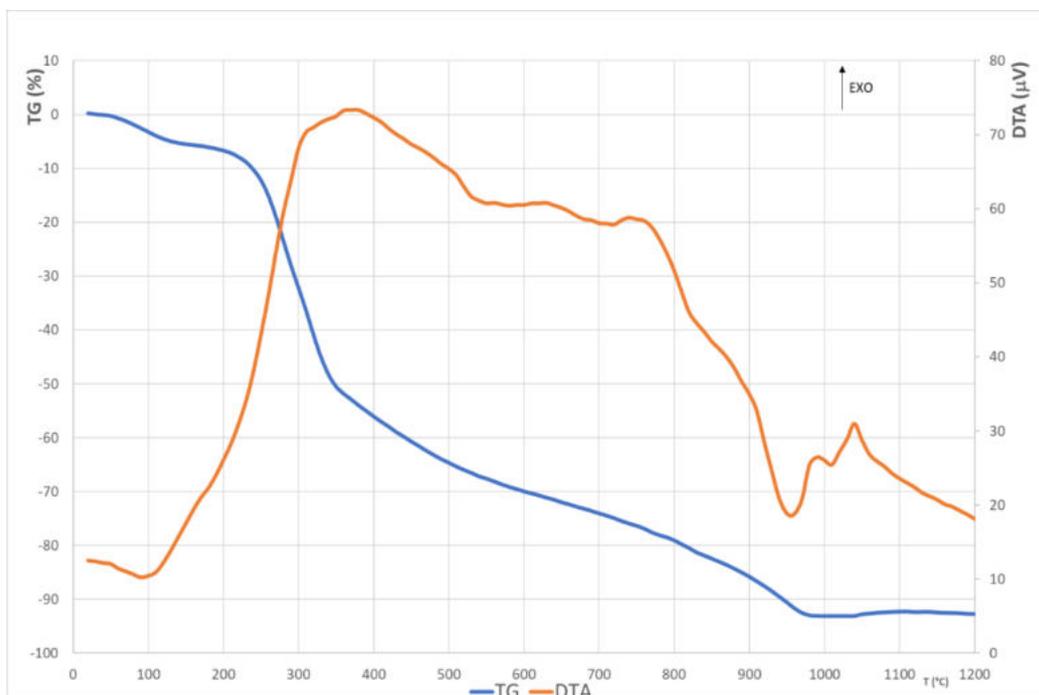


Figura 3.2.12: Risultati ottenuti dalle analisi TG e DTA sul pellet di potature di vite.

- Pellet di potature di vite e certificazioni

L'attuale legislazione italiana non prevede esplicitamente l'obbligo di certificazioni di qualità per la commercializzazione del pellet. In ambito regionale, invece, in Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto, a partire da Ottobre 2018 per il riscaldamento domestico non è più possibile bruciare pellet che non siano dotati di certificazione ENPlus A1 (*Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna, 2017*). Tale certificazione non è accessibile ai pellet derivanti da residui del settore agricolo quali, ad esempio, il pellet di potature di vite.

Allo scopo di avere una panoramica più precisa su qualità e criticità del pellet utilizzato nelle prove condotte nell'ambito del presente Piano, i valori riscontrati sono stati messi a confronto con i requisiti delle principali certificazioni in ambito di pellet (**Tabella 3.2.14**): le certificazioni ENplus e DIN plus e l'attestato di qualità Pellet Gold (*ENAMA, 2018; DIN CERTCO, 2018; AIEL, 2018*). Inoltre, è stato realizzato lo stesso confronto anche con i valori limite riportati dalla norma europea UNI EN ISO 17225 "Specifiche e classificazione del combustibile".

Il sistema di certificazione ENplus è gestito dallo European Pellet Council ed è l'unico riconosciuto a livello continentale. Tale sistema, in base alla filiera di produzione e alle caratteristiche del prodotto, suddivide il pellet in tre classi di qualità (ENplus A1, ENplus A2 ed ENplus B) e si basa su una serie di parametri ancora più restrittivi rispetto a quelli indicati dalla norma tecnica europea di riferimento ISO 17225-2.

Verifica dei parametri del pellet di potature di vite				
Parametro	Unità	DIN plus	Pellet di vite	Certificato
Diametro	[mm]	4-10	6	DIN plus
Contenuto idrico	[w%]	≤ 10	5.9	DIN plus
Ceneri	[w%]	≤ 0.5	4.54	
LHV	[kWh/kg]	≥ 5.0	5.58	DIN plus
Azoto	[w%]	≤ 0.3	0.79	
Zolfo	[w%]	≤ 0.04	0	DIN plus

Tabella 3.2.14: Confronto del pellet con i parametri ENplus.

La certificazione DIN plus è, invece, rilasciata dal DIN CERTCO, importante istituto di certificazione tedesco riconosciuto a livello internazionale (Tabella 3.2.15).

Verifica dei parametri del pellet di potature di vite						
Parametro	Unità	ENplus A1	ENplus A2	ENplus B	Pellet di vite	Certificato
Diametro	[mm]	6 ± 1 o 8 ± 1			6	ENplus A1
Contenuto idrico	[w%]	≤ 10			5.9	ENplus A1
Ceneri	[w%]	≤ 0.7	≤ 1.2	≤ 2.0	4.54	
LHV	[kWh/kg]	≥ 4.6			5.58	ENplus A1
Densità apparente	[kg/m ³]	600-750			700	ENplus A1
Azoto	[w%]	≤ 0.3	≤ 0.5	≤ 1.0	0.79	ENplus B
Zolfo	[w%]	≤ 0.4	≤ 0.5		0	ENplus A1

Tabella 3.2.15: Confronto del pellet con i parametri DIN plus.

Un altro metro di paragone utilizzato è stato l'attestato Pellet Gold, marchio di qualità italiano sviluppato e rilasciato da AIEL (Associazione Italiana Energie Agroforestali), basandosi sui criteri imposti dalle norme UNI EN. Si tratta non di una certificazione, in quanto l'AIEL non è riconosciuta come ente di certificazione, bensì di un attestato di qualità che, comunque, conferisce al prodotto prestigio e appetibilità (Tabella 3.2.16).

Verifica dei parametri del pellet di potature di vite					
Parametro	Unità	Pellet Gold A1	Pellet Gold A2	Pellet di vite	Certificato
Diametro	[mm]	6 ± 1		6	Pellet Gold A1
Contenuto idrico	[w%]	≤ 10		5.9	Pellet Gold A1
Ceneri	[w%]	≤ 0.7	≤ 1.5	4.54	
LHV	[MJ/kg]	≥ 16.5	≥ 16.3	20.1	Pellet Gold A1
Densità apparente	[kg/m ³]	≥ 600		700	Pellet Gold A1
Azoto	[w%]	≤ 0.3	≤ 0.5	0.79	
Zolfo	[w%]	≤ 0.03		0	Pellet Gold A1

Tabella 3.2.16: Confronto del pellet con i parametri Pellet Gold.

Infine si sono confrontati i valori con quelli limite della UNI EN ISO 17225, in due casi separati

(**Tabella 3.2.17**):

- *Parte 2: Definizione delle classi di pellet di legno*, che comprende all'interno della classe A2 il pellet derivante da residui di potatura;
- *Parte 6: Definizione delle classi di pellet non legnoso*, che non comprende le potature, ma è stato utilizzato come paragone per capire di quanto il pellet di potature di vite si distacchi da questa tipologia meno performante.

Verifica dei parametri del pellet di potature di vite					
Parametro	Unità	Legnoso A2	Non legnoso A	Pellet di vite	Certificato
Diametro	[mm]	6 ± 1 o 8 ± 1	≤ 25	6	Legnoso A2, Non legnoso A
Contenuto idrico	[w%]	≤ 10	≤ 12	5,9	Legnoso A2, Non legnoso A
Ceneri	[w%]	≤ 1.2	≤ 6	4.54	Non legnoso A
LHV	[MJ/kg]	≥ 16.5	≥ 14.5	20.1	Legnoso A2, Non legnoso A
Densità apparente	[kg/m ³]	≥ 600		700	Legnoso A2, Non legnoso A
Azoto	[w%]	≤ 0.5	≤ 1.5	0,79	Non legnoso A
Zolfo	[w%]	≤ 0.05	≤ 0.20	0	Legnoso A2, Non legnoso A

Tabella 3.2.17: Confronto del pellet con i parametri della normativa.

I confronti realizzati, pur dimostrando la maggior qualità del pellet di potature di vite rispetto a pellet meno prestigiosi, come quelli non legnosi, hanno evidenziato alcune difficoltà nel rispettare i limiti relativi al contenuto di ceneri e di azoto. Tutti gli altri parametri misurati mostravano, invece, ottimi valori.

Una possibile soluzione per migliorare la qualità del prodotto finale potrebbe essere rappresentata da una maggior accuratezza nella fase di raccolta dei sarmenti, evitando di sollevare terra e altro materiale che possa produrre contaminazioni e dare vita a reazioni durante le fasi di stoccaggio ed essiccamento.

Inoltre, la certificazione ENplus consente la presenza di additivi fino al 2% in peso del combustibile. Pertanto, rispettando i limiti quantitativi, si potrebbe valutarne l'utilizzo per migliorare le caratteristiche più critiche e avvicinare il più possibile i valori a quelli richiesti.

- Conclusioni

La raccolta dei sarmenti, la creazione delle balle e la loro successiva trasformazione in pellet si è rivelata l'unica soluzione fattibile per la valorizzazione dei sarmenti di vite. Si tratta, tuttavia, di un'operazione laboriosa, che si giustifica, da un punto di vista economico, nel momento in cui si basa su grossi quantitativi di materia prima.

3.2.2 Utilizzo di sarmenti e vinaccia in gassificatori a scala aziendale per la produzione di energia

- Utilizzo di sarmenti cippati

Durante la gassificazione dei sarmenti cippati sono stati individuate le seguenti problematiche:

- Problemi di bridging causa bassa densità cippato;
- Caricamento più frequente del normale causa bassa densità del cippato;
- Essiccamento cippato al 10% necessario, al 20% si ha un intasamento prematuro dei filtri.

A seguito delle suddette problematiche si è optato per l'utilizzo di sarmenti pellettati per la gassificazione.

- Impiego di pellet

Per ovviare ai problemi legati alla bassa densità del cippato, per stabilizzare il combustibile e renderlo non attaccabile dai tarli e per evitare la sua fermentazione spontanea si è deciso, quindi, di investigare la pellettizzazione dei sarmenti. Da un'indagine di mercato, è stata individuata l'azienda CAEB che produce e commercializza rotoimballatrici per sarmenti e sistemi completi di pellettizzazione partendo dalle balle ottenute. Il processo, illustrato in **Figura 3.2.13**, permette di ottenere pellet molto stabili a un'umidità dell'ordine del 10%.



Figura 3.2.13: Rotoimballatrice e impianto di cippatura CAEB.

I vantaggi della pellettizzazione dei sarmenti tramite il sistema CAEB sono:

- Nessun essiccamento richiesto (le balle vengono essiccate in aria senza problemi di fermentazione fino ad un 20% di umidità e poi pellettate);
- Caricamento nella macchina poco frequente in virtù dell'alta densità del pellets;
- Buona stabilità combustibile;
- Stoccaggio ridotto;

- Costo macchinario di cippatura paragonabile con il costo dell'essiccatore richiesto per il funzionamento della macchina con cippato;
- Flessibilità del business plan (Vendita Pellets vs. Cogenerazione).

I pochi svantaggi invece sono:

- Minore produzione di biochar;
- Consumo elettrico per la pellettizzazione.

La macchina pellettizzatrice ha un consumo medio di circa 20 kW simile alla produzione elettrica del gassificatore. Tuttavia, ha una produttività di circa 100 kg/h di pellets molto maggiore del consumo orario di pellets del gassificatore di 20 kg/h. Il bilancio energetico è quindi molto positivo, inoltre si ha la massima potenzialità termica dal gassificatore poiché non è necessario essiccare il cippato in questo caso. L'azienda CAEB ha inviato circa 110 kg di pellets di sarmenti (**Figura 3.2.14**) e il test di gassificazione è stato molto promettente.



Figura 3.2.14: Pellet di sarmenti di vite forniti dall'azienda CAEB.

- Verifica della fase di cogenerazione dell'energia

Visto che la casa produttrice del sistema PP30 Power Pallet sconsiglia l'utilizzo del pellet, tra Luglio 2018 e Gennaio 2019 sono state realizzate numerose prove di gassificazione utilizzando pellet di abete (**Figura 3.2.15**) 100% senza additivi chimici, dotato del marchio di certificazione ENplus A1 come confronto.



Figura 3.2.15: Biochar prodotto dalla gassificazione del pellet di abete.

L'umidità dichiarata dal produttore era dell'8%. Allo scopo di evitare il pericolo di un eventuale sgretolamento del pellet, si è perciò deciso precauzionalmente di non riscaldare la zona di essiccazione del sistema.

L'unico inconveniente verificatosi durante le prove di gassificazione effettuate è stato un compattamento del pellet nelle zone di alimentazione e di essiccamento, che impediva alla coclea di alimentare il reattore, rendendo necessario lo svuotamento della tramoggia di carico e il rompimento manuale del muro di pellet, dopo aver rimosso la coclea di alimentazione.

Tale fenomeno è probabilmente da attribuirsi all'alta densità del pellet, che tende a farlo compattare quando soggetto ad un elevato carico verticale. Il problema è stato risolto aumentando la frequenza di caricamento della tramoggia, in modo da permettere di avere al suo interno un minor carico di combustibile, e non lasciando il PP30 inattivo per più di due giorni consecutivi, se non dopo averlo svuotato di tutto il pellet presente nella zona di alimentazione.

Si è, quindi, proceduto con i test su pellet ottenuti da sarmenti.

Le prove di gassificazione del pellet di sarmenti non hanno evidenziato altre problematiche, oltre a quelle sopra menzionate. A livello di produzione di energia, sono stati ottenuti risultati in linea con le aspettative del sistema Power Pallet, con una potenza media elettrica di 20 kW e potenza media termica intorno ai 40 kW.

Anche la produzione di BIOCHAR è stata in linea con le aspettative, così come la composizione dello stesso. Le analisi elementari e delle ceneri a cui hanno prodotto i risultati riportati in **Tabella 3.2.18** (*All Power Labs Inc.*, 2018):

C [%]	H [%]	S [%]	N [%]	Ash [%]
77,8	0,73	0	0,33	5,48

Tabella 3.2.18: Composizione del Biochar ottenuto da pellet di vite.

La società CAEB International Srl, attraverso il sistema EPS Line, per la trasformazione delle balle di sarmenti in pellet, ha provveduto alla produzione di 100 kg di pellet di potature di vite, con cui è stato possibile realizzare una prima caratterizzazione del prodotto.

La quantità di pellet introdotta nel sistema PP30 non è stata sufficiente per poter ottenere dei dati affidabili relativi alla sua efficienza nella gassificazione e alla composizione del syngas prodotto, in quanto non è stato possibile determinare con precisione in quale momento esatto il syngas potesse essere considerato prodotto totalmente dalla gassificazione del pellet di vite, senza contributo alcuno delle biomasse gassificate in precedenza.

Nonostante ciò, il campione è stato analizzato in modo da verificare che le sue proprietà fossero in linea con quelle del pellet di abete e, quindi, non problematiche per il Power Pallet.

L'unico inconveniente durante queste prove di gassificazione si è verificato con il sistema di shaking. Questo sistema ha la funzione di mantenere il rapporto tra la pressione della zona di combustione e la pressione nel reattore (P_{ratio}) dentro ad un certo range di valori preconfigurato, allo scopo di ottimizzare il flusso del syngas all'interno dell'impianto. P_{ratio} è definito in questo modo:

$$P_{ratio} = \frac{P_{comb}}{P_{reac}} \times 100$$

Quando il valore di P_{ratio} è troppo basso, il sistema di scuotimento si attiva in modo da far cadere ceneri, polvere e char rimasti bloccati nella zona di riduzione, affinché non rischino di intasare il passaggio e ostacolare il flusso.

Durante le prove di gassificazione con il pellet di abete non è mai stato necessario modificare la configurazione del sistema di shaking usata per il cippato, con uno scuotimento della durata di 1,4 secondi ogni 4 minuti nel caso di valori standard del P_{ratio} , ogni 2 minuti qualora il P_{ratio} tendesse a calare sotto il valore minimo impostato.

Probabilmente a causa di una maggiore polverosità, il pellet di vite ha mostrato una maggior tendenza a intasare il passaggio e, pertanto, è stato necessario modificare le impostazioni relative alle tempistiche dello shaking. Infatti, mantenendo la configurazione adottata con il pellet di abete, a ogni scuotimento si riversava nella zona di combustione un'elevata quantità di materiale non pirolizzato, che provocava un eccessivo abbassamento delle temperature.

Il problema è stato risolto modificando la configurazione del sistema di shaking, imponendo scuotimenti di durata più breve (0,4 secondi) ma con una frequenza maggiore: uno ogni 60 secondi

in presenza di valori standard del P_{ratio} , uno ogni 30 secondi se questi si abbassano sotto al limite, che è stato anch'esso modificato e portato a valori inferiori.

- - Analisi di laboratorio TSP

Una delle maggiori criticità del sistema PP30 Power Pallet alimentato a biomassa consiste nel livello di sporcizia del syngas in uscita. Quantità di catrami e particolato troppo elevate, oltre ad abbassare la qualità del syngas come combustibile, rischiano, infatti, di causare problemi di tipo tecnico al motore a combustione interna, predisposto per la produzione di energia.

Per questo, si è ritenuto fondamentale verificare la qualità del syngas prodotto dalla gassificazione del pellet, visto e considerato che la casa produttrice ne sconsiglia l'utilizzo. È importante sottolineare che, nel corso di queste prove, al posto del tradizionale filtro a maniche è stato impiegato un filtro costituito da candele metalliche riempite con carbone.

Per stimare il contenuto di particolato e catrami nel syngas sono state apportate alcune lievi variazioni alle indicazioni fornite dal protocollo "Guideline for sampling and analysis of tar and particles in biomass producer gases" (CORDIS, 2018).

Il flusso di syngas è stato fatto forzatamente passare attraverso una serie di gorgogliatori (sei beute di forma conica), cinque dei quali precedentemente riempiti con 150 ml di alcol isopropilico, mentre il sesto lasciato vuoto per permettere la raccolta della condensa.

Le beute sono state posizionate all'interno di una vasca (**Figura 3.2.16**), riempita con acqua e glicole a una temperatura media di $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. È stato usato un contatore di gas per misurare la quantità di gas passato attraverso il sistema durante il campionamento.



Figura 3.2.16: Sistema di campionamento prima (a sx) e dopo (dx) il test.

Dopo le operazioni di campionamento, la beuta di raccolta è stata portata in laboratorio, dove l'alcol isopropilico in essa contenuto è stato filtrato (**Figura 3.2.17**) utilizzando carta da filtro Whatman 1452-150, allo scopo di separare il particolato con dimensione maggiore di 7 μm (misura delle maglie della carta da filtro) dall'isopropile contenente i catrami. Facendo la differenza tra il peso della carta da filtro prima e dopo la filtrazione, è stata determinata la quantità di particolato contenuta nel syngas campionato.

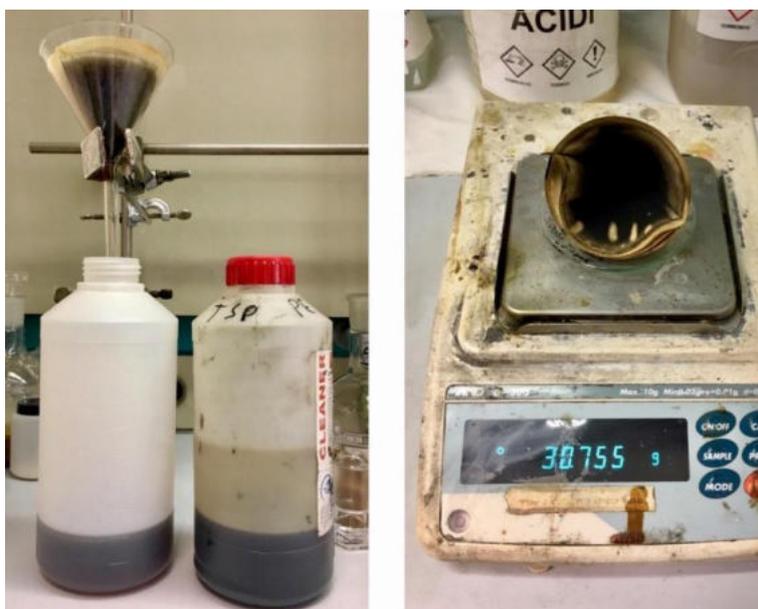


Figura 3.2.17: Operazione di filtrazione in laboratorio (a sx) e pesatura del filtro dopo la filtrazione (a dx).

Successivamente, l'alcol isopropilico filtrato è stato sottoposto a distillazione, in maniera tale da separare i catrami pesanti dal solvente. Il pallone contenente i catrami è stato a sua volta messo in forno per alcune ore, in maniera tale da ottenere una completa evaporazione dell'acqua residua (**Figura 3.2.18**).

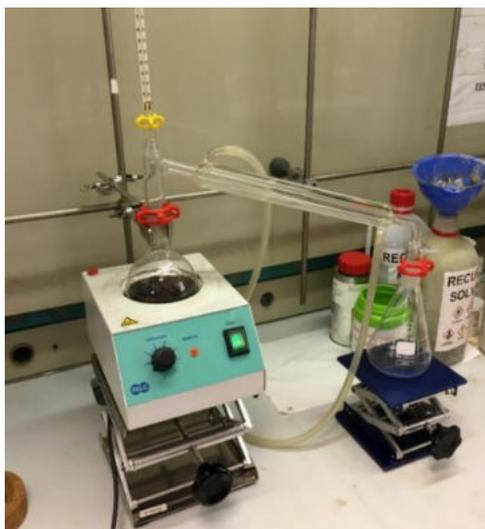


Figura 3.2.18. Operazione di distillazione, in laboratorio.

Pesando il pallone di vetro vuoto e ripesandolo alla fine dell'operazione di distillazione ed evaporazione, è stato possibile calcolare la quantità di catrami contenuta nel campione di syngas analizzato.

Le operazioni di campionamento, filtrazione e distillazione sono state effettuate raccogliendo il syngas prodotto attraverso due differenti configurazioni del sistema PP30, al fine di valutare l'alternativa migliore: nel primo caso si è mantenuta la configurazione tradizionale con il filtro a maniche posizionato dopo lo scambiatore di calore, nel secondo caso sono stati invertiti i due pezzi, facendo scorrere il syngas prima nel filtro e poi nello scambiatore.

I risultati ottenuti sono rappresentati in **Tabella 3.2.19**:

Config. standard: scambiatore-filtro		
Particolato	0.177	[g/m ³]
Catrame	5.353	[g/m ³]

Config. alternativa: filtro-scambiatore		
Particolato	0.373	[g/m ³]
Catrame	7.224	[g/m ³]

Tabella 3.2.19. Risultati dell'analisi TSP.

Appare evidente come la configurazione tradizionale, con il filtro posizionato a valle del sistema di gassificazione, abbia portato a risultati di pulizia del syngas nettamente migliori rispetto alla configurazione alternativa.

Nella **Tabella 3.2.20**, sono stati messi a confronto i risultati registrati con quelli ottenuti da prove fatte in passato con cippato di abete e cippato di vite, mentre l'ultima riga mostra le concentrazioni di

particolato e catrame ideali per un syngas da utilizzare in un motore a combustione interna (*Milne et al.*, 1998).

Confronto pulizia syngas		
	Particolato	Catrame
	[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]
Pellet di abete	177	5353
Cippato di abete	159	567
Cippato di vite	204	394
Syngas ideale	< 30	< 100

Tabella 3.2.20: Confronto dei risultati di diverse analisi TSP.

Sebbene i livelli siano molto lontani da quelli auspicabili in una situazione ideale, la concentrazione di particolato rilevata per il pellet di abete attraverso la prova TSP è assolutamente in linea con quella data dalle altre tipologie di biomassa gassificate. La quantità di catrame, invece, è risultata assai più elevata ed è la problematica più urgente da risolvere per far sì che l'impianto possa lavorare con continuità, diminuendo la frequenza degli interventi di pulizia e manutenzione.

- Conclusioni

Il progetto ha dimostrato un'efficace utilizzo del pellet ottenuto da sarmenti come combustibile per il gassificatore. Tuttavia alcuni miglioramenti possono ancora essere applicati alla macchina al fine di renderla più autonoma e meno onerosa dal punto di vista della manutenzione.

Bibliografia:

1. All Power Labs Inc. – sito web: www.allpowerlabs.com
2. Allesina G., Pedrazzi S., Puglia M., Morselli N., Allegretti F., Tartarini P., *Gasification and wine industry: report on the use of vine pruning as fuel in small-scale gasifiers*, 2018
3. Basu P., *Biomass gasification and pyrolysis*, 2010
4. Beduzzi et al., *Biochar, ritorno al passato*, 2014
5. Caeb International Srl – sito web: www.caebinternational.it
6. Clarke S., Preto F., *Biomass burn characteristics*, 2011
7. Community Research and Development Information Service (CORDIS), *Development of a standard method (protocol) for the measurement of organic contaminants “tars” in biomass producer gases*, 2018
8. D. L. 24 giugno 2014, n.91, *Disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea*
9. D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, *Norme in materia ambientale*, 2006
10. D. Lgs. 3 marzo 2011, n. 28, *Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*

11. D. M. 23 giugno 2016, *Incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico*
12. D. M. 22 dicembre 2009, n. 30125, *Disciplina del regime di condizionalità ai sensi del regolamento (CE) n. 73/2009 e delle riduzioni ed esclusioni per inadempienze dei beneficiari dei pagamenti diretti e dei programmi di sviluppo rurale*
13. Duca D., Toscano G., Pizzi A., Rossini G., Fabrizi S., Lucesoli G., Servili A., Mancini V., Romanazzi G., Mengarelli C., *Evaluation of the characteristics of vineyard pruning residues for energy applications: effect of different copper-based treatments*, 2016
14. FAO, *Wood gas as engine fuel*, 1986
15. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, *Tabella ettaro-coltura 2016*, 2016
16. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, *Direttiva (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima*, 2018
17. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, *Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili*, 2018
18. International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook*, 201
19. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) – *Fattori di emissione, produzione e consumo elettricità*, 2017

2.2.1.2.4 CONCLUSIONI

Nella sotto-azione 3.2 si è provveduto al recupero e all'impiego di sarmenti/vinacce a fini energetici. In particolare, sono stati raccolti e caratterizzati sarmenti ottenuti in vigneti della Regione Emilia-Romagna, soprattutto in quelli coltivati con il metodo biologico. Tali sarmenti, così come le vinacce, sono stati impiegati per la produzione di energia in prove di gassificazione effettuate con impianto cogenerativo di piccola taglia (a scala aziendale), modello PP20 della ditta californiana All Power Labs.

Dalle prove condotte nell'ambito del presente Piano è emerso che la raccolta dei sarmenti e la creazione di balle rappresentano un'operazione laboriosa, che si giustifica, da un punto di vista economico, nel momento in cui contempla elevati quantitativi di materia prima. Tra i punti di miglioramento del processo vi è, ad esempio, la creazione di balle direttamente a valle del processo di potatura meccanizzata, attraverso un solo macchinario, evitando quindi il contatto dei sarmenti con il terreno. Si potrebbe, inoltre, pensare di essiccare le balle utilizzando il calore che deve smaltire il cogeneratore del gassificatore, in tal modo si accorcerebbero i tempi del processo e anche i volumi occupati dallo stoccaggio delle balle che verrebbero subito convertite in pellet.

In relazione all'utilizzo di sarmenti e vinaccia in gassificatori a scala aziendale per la produzione di energia, dal momento che la "miscela" sarmenti + vinaccia non è risultata performante, in quanto ha fin da subito generato problemi di combustione, per la particolare composizione chimica della vinaccia, si è proceduto alla valutazione dell'efficienza della matrice "sarmenti". Durante la gassificazione dei sarmenti cippati sono state, invece, individuate le seguenti complicazioni: problemi di bridging e necessità di un caricamento più frequente a causa della bassa densità del cippato; essiccamento cippato al 10% necessario, in quanto al 20% si riscontra un intasamento prematuro dei filtri. Per ovviare ai problemi legati alla bassa densità del cippato, per stabilizzare il combustibile e renderlo non attaccabile dai tarli e per evitare la sua fermentazione spontanea si è deciso, quindi, di investigare la pellettizzazione dei sarmenti.

Il progetto ha dimostrato un'efficace utilizzo del pellet ottenuto da sarmenti come combustibile per il gassificatore. Tuttavia alcuni miglioramenti possono ancora essere applicati alla macchina al fine di renderla più autonoma e meno onerosa dal punto di vista della manutenzione. Innanzitutto si rende necessario un caricamento in continuo di pellet attraverso big-bag da 500 kg e sistemi svuota big-bag. In tal modo è possibile avere un'autonomia giornaliera del sistema di stoccaggio. Un altro punto da migliorare è l'estrazione del char che deve essere effettuata in continuo, a macchina funzionante, e non a macchina spenta e reattore freddo. Per migliorare l'affidabilità della macchina e diminuire le

manutenzioni, un sistema di filtraggio del gas a doppia linea intercambiabile può ridurre se non annullare il fermo macchina per manutenzione.

Dalle prove condotte nell'ambito del presente Piano è emerso, quindi, che, la raccolta dei sarmenti, la creazione delle balle e la loro successiva trasformazione in pellet rappresentano una tangibile soluzione per la valorizzazione di tale sottoprodotto della filiera vitivinicola.

2.2.1.3 SOTTO-AZIONE 3.3 Recupero e utilizzo del BIOCHAR per migliorare le caratteristiche agronomiche ed enologiche del vigneto e per la difesa dalla peronospora

Unità aziendale responsabile (Uar)

CRPV Soc. Coop., Università degli Studi di Modena e di Reggio Emilia (UNIMORE), BEELab, Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"; CMA Solierese Soc. Agr. Coop., Società agricola Ferrari Nunzio e Fabio s.s., Fattoria Fiori di Fiori Pier Paolo, Azienda agricola Valentini Mano, Azienda agricola Cerpiano di Bertolini Emilio, Azienda agricola Mora William, azienda agricola Reverberi Roberto.

Le unità verranno esplicitate per ogni singola attività.

Descrizione attività

Come diretta conseguenza dell'attività precedente (attività 3.2.2), dal processo termico cui è soggetta la biomassa recuperata dal vigneto (sarmenti) e dalle vinacce di pressatura si ottiene un sottoprodotto (BIOCHAR) il cui riutilizzo agronomico sta diventando pratica concreta e altamente sostenibile per gli impatti positivi sia sul mantenimento della fertilità del suolo, con evidenti vantaggi sull'equilibrio vegeto produttivo della vite, sia ambientale. Con questa sotto-azione si è voluto dimostrare non solo l'efficacia del BIOCHAR sugli aspetti quali-quantitativi del vigneto, ma anche la possibilità di recuperare e riutilizzare il rame, in esso contenuto, per la difesa della peronospora della vite. Quest'ultimo aspetto rappresenta in assoluto l'idea innovativa che più di tutte va nell'ottica di minimizzare il costo ambientale delle materie prime a monte della filiera produttiva, alimentando il processo virtuoso della bioeconomia. La sotto-azione si è articolata nelle seguenti attività.

3.3.1) Valutazione agronomica ed enologica di BIOCHAR ottenuto da sarmenti di vitigni locali

Sono stati individuati due vigneti, il primo della cv. Sangiovese, appartenente all'Azienda Astra Innovazione e Sviluppo (Tebano, Faenza - RA), mentre il secondo, della cv. Lambrusco Salamino, all'Azienda Agricola Selogna Luciano (Rio Saliceto - RE), con caratteristiche pedologiche diverse. In ciascun vigneto è stato scelto un filare rappresentativo dove, a eccezione che nelle parcelle di controllo, è stato distribuito e interrato BIOCHAR, nei primi 25 cm di suolo, alle dosi di 10 e 20 t/ha. Nello specifico, il BIOCHAR è stato distribuito in post germogliamento (2018) a Tebano e in post-raccolta (2018) a Rio Saliceto.

Nel corso della stagione vegeto produttiva 2018, sono iniziati i rilievi previsti nell'ambito del Progetto presso l'azienda Astra, mentre nell'azienda Selogna, sono cominciati a fine 2018, con la potatura

invernale. In ogni azienda, per ciascuna delle 3 Tesi a confronto, sono state monitorate 12 piante, per verificare l'effettiva influenza del BIOCHAR sulle proprietà dell'uva e del vino.

L'attività (3.3.1) è stata condotta in collaborazione tra i ricercatori di UNIMORE, tecnici di CRPV e personale di C.M.A Solierese.

3.3.2) Recupero di rame metallico a partire dal BIOCHAR e suo riutilizzo in vigneto per la difesa della peronospora

La prova per il recupero del rame, o di altri metalli di interesse, dal BIOCHAR è stata svolta a partire dalle ceneri e dal biochar che si sono ottenuti dalla gassificazione dei sarmenti della potatura 2018/2019 e successiva pellettizzazione.

L'attività (3.3.2) è stata condotta in collaborazione tra i ricercatori di UNIMORE e i tecnici di CRPV.

2.2.1.3.1 OBIETTIVI

Il Piano mirava a sviluppare una strategia integrale di recupero di alcuni sottoprodotti dei processi di coltivazione della vite, per ridurre l'impatto ambientale e ottenerne derivati ad alto valore aggiunto, con conseguente significativo profitto per le aziende viticole. In particolare, la presente sotto-azione, è stata incentrata su recupero e riutilizzo di ceneri e BIOCHAR per uso agronomico e sull'estrazione di rame dalle ceneri e dal BIOCHAR del processo di gassificazione. L'obiettivo è stato quello di determinare la quantità di BIOCHAR ottenibile, a seguito di gassificazione, dei residui ottenuti nella precedente sotto-azione, utilizzarlo come ammendante nei vigneti e verificarne la sua influenza sugli aspetti quali-quantitativi dell'uva. Un altro obiettivo, profondamente innovativo, è consistito nella messa a punto e l'applicazione di tecniche per l'estrazione di rame dalle ceneri e dal BIOCHAR ottenuti dalla pirolisi e gassificazione dei sottoprodotti ottenuti nella precedente sotto-azione, per "riutilizzarlo" tal quale nella lotta alla peronospora della vite.

2.2.1.2.2 MATERIALI E METODI

3.3.1) *Valutazione agronomica ed enologica di BIOCHAR ottenuto da sarmenti di vitigni locali*

La valutazione è stata condotta in due vigneti rappresentativi di due importanti areali viticoli della Regione Emilia-Romagna, il ravennate e il reggiano.

Vigneto 1. Azienda Astra Innovazione e Sviluppo, Tebano (RA).

Poiché dai test sopra descritti sono stati prodotti solo 60 kg di BIOCHAR da sarmenti di vigneto bio, non sufficienti per la prova in campo (uso agronomico del Biochar), si è proceduto a far produrre i 4,5 q di biochar (con sarmenti biologici) necessari per la prova dall'azienda "Romagna Carbone". Il BIOCHAR utilizzato è stato analizzato ed è risultato molto simile al BIOCHAR da gassificazione prodotto con la macchina in gestione presso UNIMORE (PP20 della ditta californiana ALL Power Labs). Si ritiene quindi che gli effetti del BIOCHAR prodotto da Romagna Carbone sul vigneto siano simili a quelli del BIOCHAR prodotto dalla gassificazione.

La Prova è stata condotta, nelle annate 2018 - 2019 e 2020, presso l'Azienda Astra Innovazione e Sviluppo, ubicata a Tebano (Faenza, RA) a partire dal mese di Aprile 2018. Il vigneto, oggetto di studio, si colloca in collina, a 117 m s.l.m. e presenta filari disposti a rittochino, con orientamento sud est/nord ovest. Le caratteristiche del vigneto (**Figura 3.3.1**) sono riportate in **Tabella 3.31**.

Ubicazione:	TEBANO (RA)
Varietà:	Sangiovese - Clone Fedit 30 Esave
Portinnesto:	Kober 5BB
Anno di Impianto:	2003
Forma di Allevamento:	Cordone Speronato
Sesto Impianto:	2,8 m x 1,0 m

Tabella 3.3.1 Caratteristiche del vigneto dell'Azienda Astra Innovazione e Sviluppo, Tebano (RA), cv. Sangiovese.



Figura 3.3.1: Vigneto dell'Azienda Astra Innovazione e Sviluppo, Tebano (RA), cv. Sangiovese.

La Prova ha previsto l'impostazione di tre Tesi (**Tabella 3.3.2**).

Tesi 1: BIOCHAR (dose: 10 t/ha)	BIOCH10
Tesi 2: BIOCHAR (dose: 20 t/ha)	BIOCH20
Tesi 3: Testimone non trattato (Controllo)	CON

Tabella 3.3.2: Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON).

L'applicazione di BIOCHAR, prodotto a partire da sarmenti biologici di vite locali, a due diverse dosi, è stata confrontata con una Tesi di Controllo (CON). La Prova è stata impostata su un unico filare, secondo uno schema a blocchi randomizzati.

Ogni Tesi è stata replicata 2 volte, a eccezione di CON che ha compreso solo una ripetizione, per un totale di 5 parcelle. Ogni parcella è costituita da 56 piante e presenta una superficie di 50,4 m² (56 m x 0,9 m). I rilievi previsti dal protocollo sono stati condotti su 12 piante uniformi, selezionate (6 per ogni replica) tra le 56 piante di ciascuna delle 2 ripetizioni, nel caso di BIOCH10 e BIOCH20 e su 12 piante uniformi, selezionate tra le 56 viti della parcella CON.

In data 27 Aprile (post-germogliamento), è stata eseguita una scalzatura con apposito scalzatore interceppo e, quindi, il BIOCHAR è stato distribuito manualmente (**Figura 3.3.2**) alla dose di 10 e 20 t/ha, lungo il filare, sul terreno lavorato, nelle rispettive parcelle e, successivamente, interrato tramite operazione di rincalzatura (**Figura 3.3.3**). Nelle parcelle di Controllo è stata eseguita la medesima lavorazione delle altre Tesi, senza alcuna somministrazione di BIOCHAR.



Figura 3.3.2: Distribuzione di BIOCHAR, su terreno scalzato. Viti della cv. Sangiovese, in data 27 Aprile 2018 (post-germogliamento).



Figura 3.3.3: Interramento del BIOCHAR, tramite operazione di rincalzatura. Viti della cv. Sangiovese, alla ripresa vegetativa, in data 27 Aprile 2018.

Vigneto 2. Azienda Selogna Luciano, Rio Saliceto (RE).

Un'ulteriore Prova è stata condotta, nelle annate 2019 e 2020, presso l'Azienda Selogna Luciano, ubicata a Rio Saliceto (RE) a partire dall'autunno 2018. Le caratteristiche del vigneto (**Figura 3.3.4**) sono riportate in **Tabella 3.3.3**.

Ubicazione:	RIO SALICETO (RE)
Varietà:	Lambrusco Salamino
Portinnesto:	Kober 5BB
Anno di Impianto:	2008
Forma di Allevamento:	Doppio capovolto
Sesto Impianto:	3,0 m x 1,5 m

Tabella 3.3.3: Caratteristiche del vigneto dell'Azienda Selogna Luciano, Rio Saliceto (RE).



Figura 3.3.4: Vigneto dell'Azienda Selogna Luciano, Rio Saliceto (RE).

La Prova ha previsto l'impostazione di tre Tesi (**Tabella 3.3.4**).

Tesi 1: BIOCHAR (dose: 10 t/ha)	BIOCH10
Tesi 2: BIOCHAR (dose: 20 t/ha)	BIOCH20
Tesi 3: Testimone non trattato (Controllo)	CON

Tabella 3.3.4: Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON).

L'applicazione di BIOCHAR alle due diverse dosi, è stata confrontata con una Tesi di Controllo (CON). Il BIOCHAR utilizzato è stato prodotto con la macchina in gestione presso UNIMORE (PP20 della ditta californiana ALL Power Labs). Nello specifico il BIOCHAR è stato distribuito in post-

raccolta, in data 22 Novembre 2018. Ogni Tesi è stata replicata 2 volte. Ciascuna parcella era costituita da 14 piante e presentava una superficie di 8,4 m² (14 m x 0,6 m). I rilievi previsti dal protocollo sono stati condotti su 12 piante uniformi, selezionate (6 per ogni replica).

È stata eseguita una scalzatura con apposito scalzatore interceppo e, quindi, il BIOCHAR è stato distribuito manualmente alle dosi di 10 e 20 t/ha, nelle rispettive parcelle, lungo il filare, sul terreno lavorato e, successivamente, interrato tramite operazione di rincalzatura. Nelle parcelle di Controllo è stata eseguita la medesima lavorazione delle altre Tesi, senza alcuna somministrazione di BIOCHAR.

Sia nella prova condotta a Tebano (RA) che in quella realizzata a Rio Saliceto (RA), sulle 12 piante selezionate, in ciascuna delle 3 Tesi, sono stati eseguiti i seguenti rilievi vegeto-produttivi e qualitativi, al fine di verificare l'effettiva influenza del BIOCHAR sulle proprietà dell'uva e del vino:

- *Determinazioni sulla pianta*

1) Fasi fenologiche: germogliamento, fioritura e invaiatura (**Figura 3.3.5** e **Figura 3.3.6**).



Figura 3.3.5: Determinazione fasi fenologiche su vitigno Sangiovese (Tebano, RA).



Figura 3.3.6: Determinazione fasi fenologiche su vitigno Lambrusco Salamino (Rio Saliceto, RE).

2) *Peso del legno asportato con la potatura invernale* (**Figura 3.3.7**).



Figura 3.3.7: Rilievo del legno di potatura su viti di Lambrusco Salamino (Rio Saliceto, RE).

3) *Determinazioni produttive* (**Figura 3.3.8**).

- Peso della produzione per ceppo.
- Conteggio del n° di grappoli per ceppo.
- Peso medio del grappoli.



Figura 3.3.8: Determinazioni produttive su Lambrusco Salamino e Sangiovese.

- *Determinazioni analitiche su uve e mosto*

Sono state condotte 5 analisi, di cui 4 preliminari per la costruzione della curva di maturazione (**Figura 3.3.9**) e l'ultima sul campione alla raccolta, per un totale di 30, prendendo in esame zuccheri (Brix), acidità totale (g/L di acido tartarico) e pH. Inoltre, sul campione di mosto prelevato alla raccolta, è stata eseguita sia l'analisi sulla componente degli acidi organici (malico, citrico e tartarico) che sulla componente fenolica (antociani e polifenoli totali).



Figura 3.3.9: Prelievo di campioni per la costruzione della curva di maturazione della bacca.

- Microvinificazioni

Al fine di valutare gli effetti indotti dalla distribuzione in campo di BIOCHAR, per ogni Tesi/replica si è proceduto alla realizzazione di microvinificazioni (80-100 kg di uva). Le microvinificazioni sono state eseguite presso la cantina sperimentale di ASTRA Innovazione e Sviluppo, sita in via Tebano, 45 Faenza (RA), **Figura 3.3.10**.

In particolare, per le uve nere si è proceduto con linea di microvinificazione in rosso standard, come segue:

- Diraspatura / Pigiatura.
- Macerazione/Fermentazione del mosto mediante uso di lieviti selezionati in ambiente a temperatura controllata.
- Controllo dell'andamento della fermentazione.
- Svinatura / Pressatura.
- 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.

Nel corso della trasformazione sono stati aggiunti:

- metabisolfito di potassio, lieviti selezionati secchi, attivanti a base di sostanze azotate - in fase di vinificazione.
- bentonite -per la stabilizzazione del vino.



Figura 3.3.10. Linea di microvinificazione presso la cantina sperimentale di Astra, Tebano (RA).

- Analisi chimica e sensoriale del vino

Sul vino ottenuto dalle microvinificazioni, sono state eseguite analisi chimiche e valutazioni sensoriali, presso il laboratorio ASTRA.

▪ *Analisi chimica:*

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), antociani (mg/L), DO 420 nm, DO 520 nm, intensità e tonalità.

▪ *Analisi sensoriale:*

I vini sono stati sottoposti a un panel di degustatori per l'analisi sensoriale, che ha espresso un gradimento (da 1 a 9) sui differenti aspetti dei vini (visivo, olfattivo, gustativo, complessivo), procedendo a un'analisi descrittiva, in cui i differenti giudici si sono espressi sull'intensità percepita nei vini rispetto ad un elenco di parametri, specificatamente individuati per ogni vitigno e ritenuti per questo rilevanti e caratterizzanti.

3.3.2) Recupero di rame metallico a partire dal BIOCHAR e suo riutilizzo in vigneto per la difesa della peronospora

- Attacco con acido nitrico su char e successiva elettrodeposizione di rame

Tale attività è stata svolta utilizzando il BIOCHAR ottenuto da gassificazione dei sarmenti pellettati. Circa 1g di Biochar è stato calcinato in muffola a 600°C per 2 ore. Le ceneri sono state recuperate e attaccate con 5 mL di acido nitrico concentrato. La soluzione è stata filtrata e a questa sono stati aggiunti 2 mL di acido solforico e circa 300 mg di urea. Il tutto è stato portato a volume in un matraccio da 20 mL. L'elettrodeposizione è seguita per via cronoamperometrica. È stata applicata una differenza di potenziale costante di -4V al sistema elettrochimico. L'elettrodeposizione si è svolta su un filo di platino (come elettrodo di lavoro), con un contro elettrodo di platino e riferimento al calomelano saturo. Dopo 2 ore, il filo è stato ricoperto da una patina di rame metallico depositato. Il rame metallico recuperato, espresso in mg per g di biochar, risultava pari a 0,630 mg/g. In riferimento al titolo di rame contenuto nel BC depolverato la resa del processo, espressa dal fattore di recupero, risultava pari al 68,6%.

- Quantitativa sul contenuto di rame nel char

È stato realizzato un attacco con acido nitrico concentrato su Biochar tal quale (BCTQ), Biochar depolverato (BC depolv) e polvere da ciclone. L'attacco aveva la funzione di disgregare (per ossidazione) la maggior parte del network carbonioso e di liberare i cationi metallici contenuti. A seguito del processo rimaneva intatto del carboncino quindi, per confronto, si è deciso di incenerire il materiale e sulle ceneri attaccare con acido. Le due metodiche analoghe sono descritte sotto.

- a. Una quantità nota di materiale è stata pesata su una bilancia analitica, macinata su mortaio d'agata e posta in un becher. Sono, quindi, stati aggiunti circa 5 mL di acido nitrico concentrato, scaldato fino a 150°C e lasciato sotto agitazione per 1 ora.
È stata eseguita una filtrazione su carta e la soluzione recuperata è stata portata a volume in un matraccio da 50 mL. Si è, quindi, proceduto con un'analisi ICP-OES per la determinazione quantitativa del rame contenuto.
- b. Una quantità nota di materiale è stata pesata su bilancia analitica, macinata su mortaio d'agata e calcinata in muffola a 600°C per 2 ore al fine di distruggere completamente la matrice carboniosa. Le ceneri ottenute sono state pesate e poste in un becker. Sono stati aggiunti circa 5 mL di acido nitrico concentrato, scaldato fino a 150°C e lasciato sotto agitazione per 1 ora.

Si è, quindi, filtrato su carta e la soluzione recuperata è stata portata a volume in un matraccio da 50 mL. In seguito è stata condotta l'analisi ICP-OES per la determinazione quantitativa del rame contenuto.

2.2.1.3.3 RISULTATI E DISCUSSIONE

3.3.1) Valutazione agronomica ed enologica di BIOCHAR ottenuto da sarmenti di vitigni locali

Dati climatici

Dai dati dell'ARPAE della Regione Emilia-Romagna (2017-2019), sono emersi, a livello regionale, gli andamenti climatici di seguito descritti.

2018

Il 2018 è stato caratterizzato da piovosità diffusa a partire dal mese di Febbraio. Le temperature, massime, in particolare, sono risultate superiori alla norma, con scostamenti in generale tra 2 e 4 °C, mentre i valori medi mensili sono stati di circa 2°C superiori alla norma. Inoltre, nel mese di Febbraio, sono state registrate precipitazioni molto superiori alla norma, tra 100 e 200 mm su tutto il settore centro orientale.

L'inizio di Marzo è stato caratterizzato da un'anomala irruzione di aria gelida siberiana (Burian), con punte di temperatura minime a -8/-11 °C in pianura e a -12/-20 °C sui rilievi, mentre le massime si sono mantenute tra 0 e 1 °C in pianura, inferiori allo zero sui rilievi, con scostamento sul clima di circa 10 °C in meno per le massime, tra 6 e 8 °C per le minime giornaliere. Dopo un intervallo caratterizzato da temperatura mite, nella terza decade di Marzo si sono registrate forti gelate tardive. Le precipitazioni sono state, in generale, superiori alle attese, con un bilancio idro-climatico positivo su tutta la Regione.

Aprile è risultato siccitoso e molto caldo, con temperature massime tra le più elevate degli ultimi decenni, come evidenziato dai valori registrati nella seconda metà del mese di temperature tra 25 e 29 °C, tipiche della seconda metà di Giugno. Le temperature minime sono risultate molto superiori alla norma, mediamente di circa 2°C, con deficit idrici, rispetto agli ultimi 15 anni, tra 60 e 80 mm nelle aree orientali, anche superiori sui rilievi della Romagna.

Maggio si è caratterizzato per il ritorno delle piogge, nel complesso superiori alle medie 2001-2015. Calcolando da inizio anno, le precipitazioni sono state superiori alle medie 2001-2015, di circa il 20%, nella bassa pianura occidentale (del parmense e piacentino) e in alcune aree del ferrarese prossime al corso del Po, mentre sul resto del territorio si calcolano surplus pluviometrici tra il 10 e il 30%.

Il mese di Giugno si è caratterizzato per precipitazioni prossime alle attese con lievi anomalie positive su aree orientali e negative su quelle occidentali. Giugno ha fatto registrare tempo variabile o lievemente instabile con frequenti temporali, particolarmente nella prima metà del mese. Le temperature nel complesso sono state prossime alla norma in tutta la regione. Nel mese di Luglio si sono verificati parecchi eventi temporaleschi, accompagnati in diversi casi da grandinate, che hanno creato forti danni in aree tutto sommato circoscritte.

Il mese di Giugno ha manifestato precipitazioni prossime alle attese climatiche, con lievi anomalie positive sulle aree orientali e negative su quelle occidentali. In media, a livello regionale, sono stati stimati circa 60 mm di precipitazioni piovose. Giugno si è, inoltre, connotato per un tempo variabile o lievemente instabile, con frequenti temporali, in particolare, nella prima metà del mese. Le Temperature si sono mantenute prossime a quelle del clima recente.

Riassumendo il primo semestre 2018 è stato caratterizzato da precipitazioni medie regionali di circa 530 mm, decisamente superiori ai circa 287 mm dei primi sei mesi del 2017, come pure alla media 1991-2015, prossima a 410 mm.

Le temperature medie del primo semestre 2018 sono invece risultate in linea con quelle del clima recente 1991-2015, ma inferiori di circa 0,6 °C rispetto al 2017.

Il mese di Luglio ha manifestato Temperature vicine alla norma (+0,5 °C rispetto al clima recente). Le piogge, sono risultate, nel complesso, superiori alle medie degli ultimi anni, ma lievemente inferiori nella fascia della bassa pianura, prossima al corso del fiume Po.

Nel mese di Agosto le Temperature sono risultate solo lievemente superiori alla norma recente (+0,9 °C). In particolare, nella settimana dal 30 Luglio al 5 Agosto, hanno prevalso condizioni di tempo stabile con media delle massime oltre i 34 °C (circa 3°C oltre i valori medi 2001-2015) e massime assolute, in pianura, tra 36 e 37 °C. Le precipitazioni piovose si sono manifestate complessivamente simili alle medie degli ultimi anni, ma con distribuzione disomogenea, a seguito dei frequenti fenomeni temporaleschi, che hanno caratterizzato tutto il mese, a cadenza pressoché settimanale. Le precipitazioni piovose sono risultate inferiori alle attese nella pianura dal parmense al modenese, sui rilievi della Romagna e del parmense, superiori, invece, nel settore centro-orientale (Bolognese, Ravennate e in parte del Ferrarese) e sul Piacentino.

Il mese di Settembre si è rivelato caldissimo e siccitoso, assieme a Settembre 2011 e Settembre 2016 tra i più caldi del clima recente e con piogge, nel complesso, pari a circa la metà di quanto atteso dal clima recente. La media delle Temperature massime, in pianura, è risultata compresa tra 27-28 °C (oltre 2 °C in più rispetto alle medie 2001-2015). Nella pianura interna si sono contati tra i 5 e i 10

giorni con massime oltre 30 °C. Nel mese di Settembre sono stati stimati valori medi delle precipitazioni piovose, pari a circa 38 mm. Le precipitazioni cumulate mensili, in pianura, sono oscillate tra i valori minimi, (anche inferiori ai 10 mm), registrati nella pianura dal Parmense al Bolognese occidentale, a quelli massimi (tra 80 e 100 mm), rilevati nelle aree centro orientali (bolognese e ferrarese).

Per quanto concerne la fisiologia della vite, l'andamento stagionale del 2018 ha fatto sì che non si verificassero particolari situazioni di anticipo di germogliamento, così come di fioritura, che si ritiene essere avvenuta in epoca normale. In alcune zone di pianura, soprattutto romagnole, caratterizzate da temperature basse nel mese di Marzo si sono osservati grappoli spargoli con acini radi che potrebbero aver risentito delle basse temperature che hanno caratterizzato la prima metà del mese. Si è, inoltre, osservata su alcuni vitigni la presenza di acinellatura in misura più o meno marcata e colatura del grappolo, che si ritiene sia stata dovuta agli sbalzi termici e alle piogge verificatisi in concomitanza con la fase di fioritura.

Per quanto concerne il quadro fitosanitario, la situazione nell'annata 2018 è risultata difficile in diverse zone della Regione. Infatti, l'elevata piovosità del periodo primaverile-estivo ha creato le condizioni per lo sviluppo della peronospora, con situazioni più gravi nelle zone di pianura delle provincie di Modena e Reggio-Emilia e con situazioni difficili, ma isolate, anche nelle altre provincie romagnole. L'oidio è parso essere presente in maniera molto ridotta, soprattutto se si confronta l'annata 2018 con quella precedente.

Per quanto riguarda i mesi autunnali, Ottobre è risultato mite, con temperature di oltre 1°C superiori alle medie 2001- 2015, e con valori record (prossimi e localmente superiori a 30 °C) nella terza decade, precisamente nel giorno 24. Le precipitazioni sono risultate molto al di sopra alle attese nelle aree occidentali, superiori in Romagna, lievemente o moderatamente inferiori altrove. Dal 26 al 31 Ottobre sono state registrate precipitazioni elevate, intense nelle aree occidentali con valori di cumulate in pianura da 30-40 mm (settore centrale e orientale) a circa 100 mm (Parmense e Piacentino). Sui rilievi, si sono, invece, raggiunti valori compresi tra 150 e 400 mm. Nel mese di Ottobre sono state stimate piogge (media regionale) pari a circa 120 mm, corrispondenti a circa 20 mm in più delle medie 2001-2015. Nella giornata di Domenica 21 Ottobre e negli ultimi giorni del mese è stato registrato vento forte.

Il mese di Novembre, come i due precedenti, è stato caratterizzato da temperature superiori alla norma, in particolare le minime in pianura, sono risultate superiori di 2-3 °C, rispetto alle medie 2001-2015. Le precipitazioni cumulate mensili in pianura sono oscillate, in generale, tra 60 e 120 mm, con

valori superiori sui rilievi centro-occidentali. Nel mese di Novembre è stato stimato un valore medio delle piogge pari a circa 100 mm, a livello regionale, valore prossimo alle medie 2001-2015.

Dicembre, dopo i due mesi precedenti, caratterizzati da temperature superiori rispetto alla norma, ha presentato valori, nel complesso normali, dovute a valori lievemente superiori sui rilievi e lievemente inferiori in pianura. Gran parte delle precipitazioni del mese si sono verificate in un solo evento, dal 16 al 17 Dicembre, sotto forma di neviccate diffuse, con accumuli fino a 10 mm nella pianura centro-occidentale, e tra 10 e 20 mm sui rilievi. In generale, le precipitazioni, rispetto al periodo 2001-2015, sono risultate inferiori alle attese (mediamente di circa 40 mm pari a circa il 60 % in meno), mentre le temperature si sono manifestate nella norma. Dall'analisi dei bollettini agroclimatici dell'ARPAE (2018-2019) emerge, dunque, che l'autunno e l'inverno 2018 si sono manifestati complessivamente piuttosto caldi.

La vite, di fronte alle elevate temperature autunnali del 2018, ha prolungato il ciclo vegetativo ben oltre la fine di Ottobre, posticipando la fase di caduta foglie, con notevole dispendio di energie che, in condizioni normali, avrebbe accumulato come riserve, producendo conseguenti effetti negativi sul germogliamento nell'annata successiva.

2019

Il mese di Gennaio 2019 si è caratterizzato, a livello regionale, per temperature lievemente inferiori alle attese, in media di 0,7 °C, imputabili in prevalenza ai valori minimi giornalieri. La prima metà del mese è risultata senza precipitazioni in tutto il territorio regionale, mentre la seconda ha fatto registrare precipitazioni concentrate, anche se nel complesso inferiori alla norma, con un deficit medio di circa 25 mm, pari a circa il 36% in meno delle precipitazioni attese.

Febbraio si è manifestato caldissimo e siccitoso in tutta la Regione, con massime tra le più elevate dal 2001 e punte di temperatura massima oltre i 22 °C. Le temperature massime sono, in generale, risultate molto superiori alla norma, mediamente tra 3 e 5 °C, mentre le minime superiori alle attese sui rilievi, con grande escursione termica. Anche a Febbraio, le precipitazioni si sono manifestate, in generale, inferiori alla norma, mediamente di circa 11 mm, pari ad un 30% delle precipitazioni attese. In particolare, in Romagna si è registrato un deficit di pioggia di oltre 40 mm corrispondente a un calo percentuale (su 2001-2015) tra 50 e 75%.

Marzo è risultato, in generale, caldo, con massime superiori alla norma di circa 3 °C e siccitoso, con mancate piogge per circa 60 mm (stima media regionale) pari a circa l'80% in meno delle attese 2001-2015.

Le miti temperature invernali e di inizio primavera, hanno prodotto un generale anticipo della fase di apertura delle gemme della vite che, complessivamente, può essere stimata 10-15 giorni prima, rispetto all'annata precedente. Inoltre, il mancato soddisfacimento del fabbisogno in freddo ha contribuito a determinare una notevole eterogeneità nello sviluppo dei germogli, molto evidente anche a livello della singola pianta, che si è ulteriormente accentuata nei restanti mesi del periodo primaverile.

Dopo un primo trimestre del 2019 siccitoso, Aprile ha fatto registrare piogge nel complesso prossime o lievemente superiori alla norma, ma ancora inferiori alle attese in Romagna.

Maggio è, invece, risultato il Maggio più piovoso da almeno il 1961, e tra i più freddi degli ultimi 60 anni, dopo il 1984, il 1991 e il 1980. In generale, sono state registrate temperature molto inferiori alla norma, con scostamenti negativi su 2001-2015 di circa 4-5 °C per le massime e circa 2 °C per le minime giornaliere. In particolare, le precipitazioni sono risultate elevatissime, in taluni casi eccezionali, stimate in circa 225 mm (media Regione), rispetto a valori medi 2001-2015 di circa 65 mm, con nevicate anche a quote collinari.

Per quanto riguarda la fenologia della vite, l'ampio anticipo con cui si è verificato il germogliamento sulla maggior parte delle varietà di vite nel territorio della RER, si è ridotto complessivamente, nella fase di fioritura, a circa 7 giorni rispetto all'annata precedente. Tuttavia, la scalarità nello sviluppo di tale stadio fenologico, a livello di pianta, è risultata talmente marcata che, sulla stessa vite, tra fine Maggio e inizio Giugno, era possibile osservare germogli, con grappoli in pre-fioritura, unitamente a germogli con grappoli fioriti e ad altri a inizio allegagione.

Inoltre, le abbondanti precipitazioni piovose del mese di Maggio hanno reso particolarmente difficoltosa l'applicazione dei prodotti per la difesa della pianta, compromettendone, in alcuni casi, lo stato fitosanitario.

Giugno si è subito contraddistinto per temperature elevatissime e scarsissime precipitazioni, che lo hanno reso uno dei più siccitosi (assieme a Giugno 2012) nonché il secondo più caldo dal 1961 (dopo giugno 2003). Nell'ultima settimana del mese, in gran parte della Regione, sono stati superati i precedenti record di temperatura massima assoluta, anche di diversi gradi (rilievi occidentali), con picchi di 40 °C. Anche per il mese di Giugno le precipitazioni sono risultate, nel complesso, estremamente contenute, tra le più basse degli ultimi 50-60 anni.

Riassumendo il primo semestre 2019 è stato caratterizzato da precipitazioni medie regionali di 461 mm, 47,7 mm inferiori ai 508,7 mm dei primi sei mesi del 2018, e leggermente superiore alla media 1991-2015, prossima a 410 mm.

Luglio 2019 si è dimostrato un mese all'insegna della variabilità, piovoso nelle prime due settimane (con cumulate giornaliere fino a 35 mm in pianura e fino a 60 mm), siccitoso e caldo nella parte centrale. In particolare, è stata rilevata poca escursione termica tra il giorno e la notte. Nei mesi di Giugno e Luglio si sono, inoltre, verificati forti temporali e grandinate inusuali per dimensioni dei chicchi ed estensione dei fenomeni, con danni particolarmente elevati segnalati nel Reggiano, Modenese, Bolognese, fino ad interessare aree della Romagna. Tali eventi estremi, su piante con una fenologia del grappolo già piuttosto disomogenea, hanno provocato gravissimi danni non solo compromettendo il futuro processo di maturazione della produzione dell'annata 2019, ma anche il ciclo vegeto-produttivo della stagione 2020.

Agosto ha presentato temperature superiori alla norma recente (2001-2015) di circa 1,2 °C per le massime e 1,3 °C per le minime, con precipitazioni piovose, stimate in circa 31 mm (media regionale), 16 mm in meno rispetto alle attese 2001-2015.

Nel mese di Settembre, le temperature sono risultate lievemente superiori alla norma recente (2001-2015) di circa 0,7 °C sia per le massime che per le minime. Le precipitazioni, stimate in circa 64 mm (media regionale), sono risultate circa 11 mm in meno delle attese 2001-2015 (75 mm).

Ad Ottobre sono state registrate temperature superiori alla norma recente (2001-2015) di circa 1,7 °C. Le precipitazioni sono state stimate in circa 74 mm (media regionale), corrispondenti a circa 26 mm in meno rispetto al clima 2001-2015, prossime a 100 mm, pari a circa il 27 % in meno delle piogge attese.

Nel 2019 è stato, in generale, osservato un ritardo nella fase di raccolta delle uve, rispetto alla media degli ultimi 10 anni. Inoltre, l'annata 2019 ha fatto registrare un generale calo nella produzione di uva, che è oscillato in media tra il 20 e il 25% in meno rispetto al 2018, annata tuttavia caratterizzata da valori produttivi piuttosto elevati. In Romagna il calo produttivo (tra il 25% e il 32%, più accentuato per le uve rosse) ha interessato sia le zone collinari, sia la pianura.

2020

Gennaio 2020 è stato particolarmente mite, con precipitazioni inferiori alle attese, ma non siccitoso. Le temperature sono risultate decisamente superiori alla norma, in particolare nella seconda metà del mese quando si sono registrati valori eccezionalmente elevati, con punte massime di oltre 18 °C. I valori medi mensili delle temperature sono risultati di circa 1,6 °C superiori alle attese del clima recente (1991-2018) e di 3 °C superiori al clima (1961-1990), con anomalie positive più intense negli ultimi giorni del mese, quando si sono calcolati scostamenti giornalieri fino a 4-5 °C rispetto ai valori di riferimento. A Gennaio le precipitazioni sono risultate decisamente inferiori alle attese, in

particolare sui rilievi e sul settore occidentale. Le precipitazioni cumulate mensili, a livello regionale, sono state stimate in circa 25 mm, sui 60 mm climaticamente attesi in base ai dati 1991-2018, con uno scostamento percentuale di -60%. Febbraio 2020 è risultato un mese estremamente mite. Secondo i dati ARPAE (2020), la sua temperatura media, stimata in 7,7 °C, è stata la più elevata della serie dal 1961. Febbraio si è, inoltre, caratterizzato per un livello di precipitazioni estremamente basso, pari a 9,6 mm, che rappresentano il terzo valore più basso dopo quelli registrati nello stesso mese nel 1993 (1,1 mm) e nel 2000 (7,4 mm). Le precipitazioni medie attese a Febbraio (media 1961-2018) erano circa 65 mm.

Per quanto riguarda i mesi primaverili, Marzo ha mostrato, nelle prime due decadi, valori superiori alla norma (1961-1990), con scostamenti medi decadal prossimi a +4 °C nella seconda decade. In seguito sono stati riscontrati valori termici inferiori alla norma, con scostamenti negativi sul clima 1961-1990 di oltre 3,5 °C. Le temperature medie del mese sono state nel complesso lievemente superiori ai valori 1961-1990 di circa 0,5 °C. In generale, le precipitazioni di Marzo 2020, concentrate a inizio e fine mese, sono state prossime alla norma (circa 70 mm medi regionali rispetto ai 75 mm del clima 1961-2018). Il marcato ritorno di freddo nell'ultima decade del mese ha causato un'intensa gelata tardiva tra i giorni 23 e 24 Marzo, con temperature, in pianura, anche inferiori a -5 °C. Tale fenomeno ha comportato gravissimi danni soprattutto alle colture frutticole che erano in avanzato sviluppo fenologico a causa delle temperature estremamente miti dei primi mesi dell'anno. Nel caso specifico della vite sono stati riscontrati diversi e gravi danni, soprattutto sulle gemme delle varietà più precoci. Infatti, nelle due decadi precedenti le temperature si erano in generale mantenute superiori al clima 1961-1990, soprattutto per i valori massimi giornalieri che avevano raggiunto, alla fine della seconda decade, punte anche oltre ai 22 °C.

Nei giorni 25 e 26 Marzo, le precipitazioni nevose, anche a bassa quota, sono state, nel complesso, prossime alla norma (circa 70 mm medi regionali rispetto ai 75 mm del clima 1961-2018), sebbene non uniformi sul territorio regionale. In particolare, in pianura sono oscillate da valori minimi tra 15 e 20 mm (pianura bolognese e aree limitrofe) a valori massimi tra 60-70 mm sul settore occidentale. Per quanto riguarda i rilievi sono stati, invece, osservati valori più cospicui, compresi tra 40-160 mm in Romagna e tra i 100-300 mm nel settore occidentale. Aprile 2020 è risultato complessivamente più caldo del clima 1961-1990, con una temperatura media regionale di circa 12 °C rispetto agli 11 °C del riferimento climatico. Dopo i primi giorni caratterizzati da valori notevolmente al di sotto della norma, con punte minime, prossime a -4 °C, in pianura e anche inferiori nelle valli appenniniche, le temperature sono risalite rapidamente sino a valori superiori alle attese climatiche, con scostamenti

positivi di oltre 2 °C nella seconda e di circa 2 °C nella terza decade. In particolare, le massime giornaliere hanno raggiunto punte anche superiori a 27 °C, circa 10 °C in più rispetto alle attese climatiche. Il mese di Aprile è risultato piuttosto siccitoso, con soli 35 mm di pioggia sui circa 82 attesi dal clima 1961-1990. Le precipitazioni del mese sono state notevolmente inferiori alle attese, quasi tutte registrate nei giorni compresi tra il 19 al 21 Aprile e dal 28 al 30 Aprile e, a partire dall'inizio dell'anno, non sono mai risultate così basse (142 mm nel 2020, contro una media 1961-1990 di 300 mm). Le intense gelate tardive di inizio mese (punte prossime ai -4 °C in pianura e anche inferiori nelle valli appenniniche nelle mattine del 1 e del 2 Aprile) hanno prodotto (con il precedente evento del 24 Marzo) ingenti danni alla viticoltura regionale. Accanto alle aree notoriamente a rischio, quali i fondovalle e le zone umide, le conseguenze di tale fenomeno sono state osservate anche in collina.

Le miti temperature invernali e di inizio primavera del 2020 hanno, infatti, prodotto per alcune varietà di vite un anticipo di qualche giorno (fine Marzo) dell'apertura delle gemme in confronto al 2019, annata in cui tale step fenologico era stato registrato diversi giorni prima rispetto al 2018. In tali vigneti le gemme in fase di schiusura o da poco aperte sono state duramente danneggiate, pertanto, la produzione dell'annata compromessa. Unitamente ai danni da gelo sulle gemme, il mancato soddisfacimento del fabbisogno in freddo da parte della vite ha, in generale, contribuito a determinare un germogliamento anomalo e non ottimale, caratterizzato da una diffusa presenza di gemme cieche e da una notevole eterogeneità nello sviluppo dei germogli, molto evidente anche a livello della singola pianta. Tale disformità si è ulteriormente accentuata nei restanti mesi del periodo primaverile, soprattutto nelle aree più colpite dalle gelate di fine Marzo e inizio Aprile. Nella giornata di martedì 14 Aprile è stato, inoltre, registrato un afflusso di correnti fredde di bora che ha prodotto forti raffiche di vento, quasi 90 km/h a Bologna, 85 km/h a Modena, 80 km/h a Parma.

La forte intensità del vento ha causato numerosi danni in tutta l'area di pianura, da Piacenza a Ferrara, determinati principalmente dalle rotture di giovani germogli, rami e in molti casi da alberi divelti. Maggio, come tutti i mesi a partire da Gennaio 2020 (con la sola esclusione di Marzo che ha manifestato precipitazioni solo lievemente inferiori alla norma), ha presentato piogge nettamente inferiori alle attese climatiche. Nello specifico sono piovuti a livello regionale, in media circa 45 mm, rispetto ai 70 mm attesi dal clima 1961-2018, con un deficit di pioggia di circa 25 mm. Lo scostamento delle piogge rispetto alla norma non è risultato uniformemente distribuito sul territorio. Infatti, a fronte di surplus sui rilievi occidentali sono stati calcolati, in tutta la pianura, deficit diffusi che hanno superato scostamenti percentuali del 50% in tutto il settore centro-occidentale e del 75% sul settore

nord-orientale della provincia di Ferrara. Riguardo alle temperature, Maggio ha avuto complessivamente valori prossimi al clima recente (2001-2015). Tuttavia, se confrontato con il clima 1961-1990, Maggio 2020 si è rivelato più caldo di circa 1,5 °C, con scostamenti più marcati nella prima decade del mese. Le precipitazioni medie regionali 2020, dall'1 Gennaio al 31 Maggio 2020, sono risultate le più basse mai registrate dal 1961, simili solamente a quelle riscontrate nell'anno 2000. Giugno 2020, con precipitazioni in generale, ma non ovunque, superiori alla norma, ha rappresentato, per gran parte del territorio regionale, un significativo cambio di tendenza nell'andamento delle precipitazioni 2020, che erano state estremamente basse nei primi 5 mesi dell'anno. Le piogge di Giugno 2020, in gran parte concentrate nelle prime due decadi del mese, seppur con distribuzione irregolare a seguito di rovesci o temporali, hanno raggiunto i valori più elevati nel settore centro-occidentale (dal piacentino al bolognese occidentale), con valori tra 60 e 80 mm (punte oltre 100 mm) in pianura e tra 80 e 200 mm sui rilievi. Fenomeni più intensi si sono osservati dal 2 al 4 Giugno e dal 8 all'11 Giugno, con locali allagamenti e grandinate.

Dal bolognese orientale alla costa le piogge sono state inferiori, in generale tra 40 e 60 mm, con i valori minimi localizzati nella pianura della Romagna in cui vaste aree hanno avuto meno di 40 mm di pioggia. Nel complesso dell'intero territorio regionale si calcolano piogge per circa 77 mm, 24 mm oltre le medie 2001-2015 pari ad un +45 %; solo in vaste aree della Romagna e in zone più limitate della bassa pianura emiliana e ferrarese si sono registrate piogge prossime o lievemente inferiori alle attese climatiche. Le frequenti perturbazioni dei primi 20 giorni del mese hanno contenuto l'aumento delle temperature che sono salite oltre le attese climatiche solo nell'ultima decade quando le massime hanno raggiunto punte sino a 34,5 °C. Le temperature, nel complesso del mese, sono state di circa 0,7 °C inferiori a quelle degli ultimi anni (2001-2015), ma ancora superiori (circa +0,7 °C) se confrontate al clima di riferimento 1961-1990.

Riassumendo il primo semestre 2020 è stato caratterizzato da precipitazioni medie regionali di 265 mm, tra le più basse degli ultimi 60 anni, paragonabili solo a quelle delle annate 2000 e 1993, circa 143 mm inferiori alla media 1991-2015. L'anomalia negativa nelle precipitazioni del primo semestre 2020 ha raggiunto i valori più elevati sul settore centro-orientale (Romagna e Bolognese orientale), con deficit anche superiori a 200 mm, misurati a Martorano -FC- il giorno 11 Luglio). Luglio ha manifestato frequenti passaggi perturbati, piogge in generale notevolmente, ma non ovunque, superiori alle attese, (calcolati circa 65 mm medi regionali sui circa 45 attesi). Si sono registrati deficit mensili di pioggia sul clima, localizzati in aree della Romagna (particolarmente pedecollina e pianura del Forlivese-Cesenate e aree limitrofe nel Riminese dove "mancano" sul clima recente, tra 10 e 20

mm). Le Temperature di Luglio 2020, a seguito dell'andamento altalenante dei valori, conseguente al succedersi dei passaggi perturbati, sono apparse, nel complesso, prossime ai riferimenti del clima recente. Si è osservata una sola breve, ma significativa, ondata di caldo negli ultimi 5 giorni del mese con media delle massime, dal 27 al 31, oltre 34 °C nella pianura interna e punte oltre 37 °C, valore massimo assoluto 39 °C registrato il giorno 31 Luglio sui rilievi della Romagna. Agosto ha presentato piogge concentrate a inizio e a fine mese, nel complesso, ma non ovunque, superiori alle attese. Si è stimata una media regionale di circa 80 mm, circa 30 mm in più rispetto ai circa 50 mm medi calcolati nel 2001-2015, pari a circa +56 % (rispetto al clima 1961-1990 lo scostamento è di soli 10 mm pari al + 15%) ma con distribuzione non uniforme; piogge elevate sul settore occidentale, scarse in Romagna. A fronte di surplus di pioggia mensile caduta sul settore centro-occidentale (scostamenti positivi da 20 a 80 mm nella pianura dal Bolognese occidentale al Piacentino, fino a 180 mm sui rilievi più elevati del Parmense) quasi tutta la Romagna (escluso solo la fascia di pianura limitrofa al Ferrarese e i rilievi più elevati), ha avuto piogge inferiori alla norma con deficit tra 10 e 30 mm (dal 20 al 60 % in meno delle attese). Considerando l'intera estate meteorologica (dal 1° Giugno al 31 Agosto) le cumulate 2020, calcolate in circa 218 mm medi regionali, risultano superiori alle medie 2001-2015 (circa 137 mm) con surplus di circa 80 mm pari a circa il 58 % in più delle attese; nell'estate 2020 quasi tutta la regione presenta piogge superiori alle attese ad esclusione di vaste aree della Romagna; la pianura e la collina del Cesenate e del Forlivese e i rilievi del Ravennate presentano piogge estive lievemente inferiori alle attese con scostamenti negativi in generale compresi entro il 25 %. Le temperature di Agosto 2020 sono risultate in media lievemente superiori al clima recente (2001-2015) con scostamento positivo di circa 0,5 °C.

A Settembre le precipitazioni, gran parte di esse concentrate nell'ultima decade, sono state in generale inferiori alla norma. Nello specifico si stimano caduti (media regionale) circa 55 mm rispetto ai 75 calcolati secondo il clima 2001-2015 e i circa 80 calcolati secondo il clima 1961-2018; valori cumulati mensili superiori alle medie si calcolano solo sui rilievi più elevati della Romagna e più localmente in aree di pedecollina o collinari del settore centro-occidentale. Le temperature sono state complessivamente superiori alle attese, circa 1,4 °C rispetto alle medie 1961-1990. Le anomalie più intense si sono registrate nella seconda decade di Settembre quando, per le temperature medie, si calcolavano anomalie positive di oltre 3 °C. Nella terza decade, precisamente dal giorno 26 Settembre, le temperature hanno avuto una marcata flessione; le massime, che fino alla giornata di venerdì 25 oscillavano in pianura tra 26 e 28 °C, nella giornata di domenica 27 erano scese tra 15 e 18 °C, con una diminuzione oltre 10 C° in tutto il settore orientale, lievemente meno su quello

occidentale, con media regionale di circa 9 °C in meno. Le minime giornaliere in pianura sono passate da 15-17 °C a 6-8 °C, con punte minime al di sotto dei 4 °C, mentre sul crinale si sono registrati i primi valori al di sotto dello zero. A Ottobre le precipitazioni, in gran parte concentrate nella prima metà del mese, sono state in generale superiori alla norma. In particolare, si stimano caduti (media regionale) circa 120 mm rispetto ai 100 calcolati secondo il clima 2001-2015. Su tutto il settore occidentale, sul Forlivese e Cesenate e aree limitrofe, le piogge sono state superiori alle medie con scostamenti percentuali fino al 40-50% in più delle attese, sul settore centro-orientale, con epicentro il Bolognese, le piogge sono state invece lievemente inferiori alle attese con scostamenti sino al 25-30% in meno delle piogge attese dal clima recente. Le temperature sono state prossime alle attese, circa 0,3 °C inferiori rispetto alle medie 1961-1990. Le anomalie negative, oltre 2,5 °C si sono registrate nella seconda decade mentre nella terza decade i valori sono risaliti di circa 2 °C oltre la norma.

Vigneto 1. Azienda Astra Innovazione e Sviluppo, Tebano (RA), cv. Sangiovese.

- Analisi chimico-fisica del suolo

2018

Prima della distribuzione del BIOCHAR (tempo zero, T0), in data 12 Aprile 2018, è stato effettuato un campionamento di suolo (da 0 a 40 cm), per la valutazione dei parametri chimico-fisici nelle parcelle destinate alle diverse Tesi (**Figura 3.3.11** e **Tabella 3.3.5**). Il terreno è risultato franco, con un pH sub-alcalino. Le percentuali di carbonati totali e calcare attivo si sono manifestate medio-alta e alta, rispettivamente. Il livello di sostanza organica è apparso nella norma, così come l'azoto totale. Il fosforo assimilabile è risultato medio-basso, il potassio scambiabile medio-alto, mentre sodio, calcio scambiabile, manganese e ferro assimilabile si sono manifestati nella norma. Il rame assimilabile ha, invece, presentato concentrazioni molto elevate. Il rapporto Ca/Mg sc. e Mg/K sc. e Ca/K sc. e la capacità di scambio cationico (CSC) si sono in generale, manifestati nella norma (**Tabella 3.3.5**).

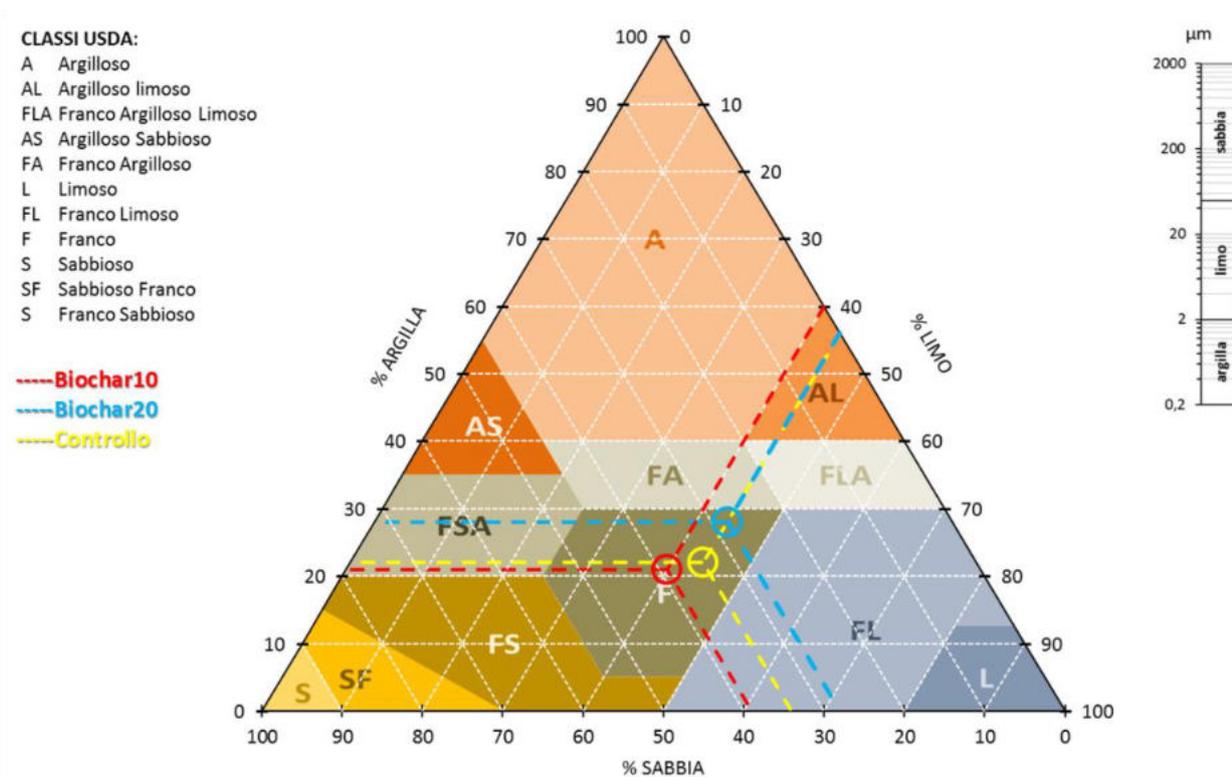


Figura 3.3.11: Tabella della tessitura del terreno nelle parcelle del vigneto della cv. Sangiovese (Tebano, RA), prima dell'applicazione del BIOCHAR (T0), 12 Aprile 2018. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON).

PARAMETRO		CONTROLLO	BIOCHAR10	BIOCHAR20
pH in H₂O		8,01	8,06	8,00
Carbonati totali (CaCO₃)	%	27,00	27,50	26,50
Calcare attivo (CaCO₃)	%	10,4	10,4	10,7
Carbonio organico (C)	%	0,96	0,93	0,91
Sostanza organica (SO)	%	1,65	1,63	1,65
Azoto totale (N)	‰	1,12	1,10	1,08
Fosforo assimilabile (P₂O₅)	ppm	18,3	18,0	18,8
Potassio scambiabile (K₂O)	ppm	253,2	248,8	240,6
Sodio scambiabile (Na)	ppm	35,5	35,0	36,5
Calcio scambiabile (Ca)	ppm	3062,0	30651,0	3043,5
Magnesio scambiabile (Mg)	ppm	234,5	235,5	236,0
Ferro assimilabile (Fe)	ppm	11,5	10,5	11,0
Rame assimilabile (Cu)	ppm	22,1	21,9	21,1
Boro assimilabile (B)	ppm	0,4	0,4	0,4
Rapporto Ca/Mg sc.	in meq	8,7	8,5	8,4
Rapporto Mg/K sc.	in meq	4,7	4,8	4,4
Rapporto Ca/K sc.	in meq	38,3	35,3	37,1
Rapporto C/N		8,4	8,0	8,4
Capacità di scambio cationico (CSC)	meq/100 gr.	17,7	17,6	18,2
Sabbia	%	34,0	39,0	28,0
Limo	%	44,0	40,0	44,0
Argilla	%	22,0	21,0	28,0

Tabella 3.3.5: Analisi chimico-fisiche del suolo (0-40 cm) nelle parcelle del vigneto della cv. Sangiovese (Tebano, RA), prima dell'applicazione del BIOCHAR (T0), 12 Aprile 2018. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON).

- Fasi fenologiche della vite

2018

Le fasi fenologiche delle piante di vite sottoposte alle diverse Tesi, registrate nell'annata 2018, sono riportate in **Tabella 3.3.6**. Il germogliamento è avvenuto in data 6 Aprile in tutte le Tesi. La piena fioritura e l'allegagione sono state registrate con due e tre giorni di anticipo, rispettivamente, nelle parcelle in cui è stato distribuito il BIOCHAR. Nelle viti di tali parcelle, anche la piena invaiatura è occorsa con un anticipo di due giorni rispetto al Controllo. Tutte le Tesi sono state raccolte in data 6 Settembre 2018.

2019

Le fasi fenologiche osservate nell'annata 2019, sono riportate in **Tabella 3.3.6**. Il germogliamento è avvenuto in data 30 Aprile nel Controllo e un giorno in anticipo nelle Tesi BIOCHAR. Analogamente all'annata precedente, nel 2019, la piena fioritura (2 gg) e l'allegagione (1 g) sono state registrate in anticipo nelle parcelle in cui è stato distribuito il BIOCHAR rispetto al Controllo. Nelle viti delle Tesi BIOCHAR, anche la piena invaiatura è occorsa con un anticipo di 1 giorno rispetto al Controllo. Tutte le tre Tesi sono state raccolte in data 7 Ottobre 2019. Rispetto al 2018, si evince un generale ritardo in tutte le fasi fenologiche monitorate, non ascrivibile all'applicazione del Biochar, ma legato al peculiare decorso meteorologico dell'annata.

2020

Le fasi fenologiche osservate nell'annata 2020, sono riportate in **Tabella 3.3.6**. Il germogliamento è avvenuto anticipatamente rispetto alle annate precedenti e, precisamente, in data 30 Marzo nel Controllo e con due giorni di anticipo nelle Tesi BIOCHAR. Analogamente alle due precedenti annate, nel 2020, la piena fioritura (3 gg) e l'allegagione (2 gg) sono anticipate nelle parcelle in cui è stato distribuito il BIOCHAR. Non sono emerse differenze tra le Tesi in fase di invaiatura. Tutte le tre Tesi sono state raccolte in data 15 Settembre 2020. Rispetto al 2019, si evince un generale anticipo in tutte le fasi fenologiche monitorate, imputabile al decorso meteorologico dell'annata.

TESI	Germogliamento	Fioritura	Allegagione	Invaiatura	Raccolta
2018					
CONTROLLO	06-apr	23-mag	04-giu	03-ago	06-set
BIOCHAR10	06-apr	21-mag	01-giu	01-ago	06-set
BIOCHAR20	06-apr	21-mag	01-giu	01-ago	06-set
2019					
CONTROLLO	30-apr	03-giu	07-giu	13-ago	07-ott
BIOCHAR10	29-apr	01-giu	06-giu	12-ago	07-ott
BIOCHAR20	29-apr	01-giu	06-giu	12-ago	07-ott
2020					
CONTROLLO	30-mar	19-mag	28-mag	05-ago	15-set
BIOCHAR10	28-mar	16-mag	26-mag	05-ago	15-set
BIOCHAR20	28-mar	16-mag	26-mag	05-ago	15-set

Tabella 3.3.6: Fasi fenologiche delle piante di vite sottoposte a 3 diverse Tesi. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019, Tebano (RA).

Dalla valutazione della fenologia della vite nelle parcelle in prova del vigneto di Tebano (RA), è emerso, nelle tre annate, un anticipo delle fasi di fioritura e allegagione nelle parcelle in cui è stato distribuito BIOCHAR. Inoltre, in due annate su tre, nelle Tesi BIOCHAR è stato registrato un anticipo anche del germogliamento (2019 e 2020) e dell'inviatura (2018 e 2019). L'anticipo dello sviluppo fenologico delle viti tendeva, in generale, ad attenuarsi in fase di maturazione.

- Cinetica di maturazione e parametri tecnologici della bacca alla raccolta

2018

Dal 7 Agosto sino alla raccolta (6 Settembre) si è osservato un accumulo di solidi solubili pari a 4,9 Brix nel Controllo, a 5,5 Brix nelle bacche della Tesi BIOCH10 e a 4,7 Brix in BIOCH20 (**Figura 3.3.12; Tabella 3.3.7**). In data 7 Agosto, le Tesi BIOCH10 e BIOCH20 presentavano livelli tendenzialmente più alti di 1,4 e 0,8 Brix, rispettivamente, in confronto a CON. In tale data, la concentrazione di acidità totale delle bacche del Controllo è risultata più alta (+1,41 g/L vs BIOCH10 e + 0,96 g/L vs BIOCH20). I valori di pH alla raccolta sono apparsi più alti nella Tesi BIOCH10 (3,36) e simili nel Controllo (3,30) e nel BIOCH20 (3,29) (**Figura 19; Tabella 3.3.7**).

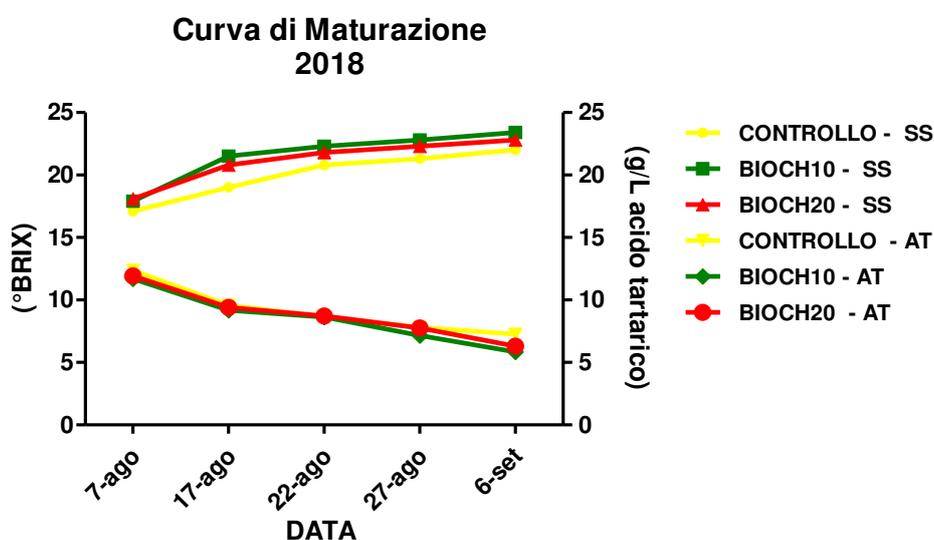


Figura 3.3.12: Curve di maturazione di bacche della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. SS: Solidi Solubili (°Brix); AT: Acidità Totale (g/L di acido tartarico). Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

TESI	7-ago-18	17-ago-18	22-ago-18	27-ago-18	6-set-18
SOLIDI SOLUBILI (°BRIX)					
CONTROLLO	17,1	19,0	20,8	21,3	22,0
BIOCHAR10	17,9	21,5	22,3	22,8	23,4
BIOCHAR20	18,1	20,8	21,8	22,3	22,8
ACIDITÀ TOTALE (g/L di acido tartarico)					
CONTROLLO	12,36	9,57	8,66	7,80	7,26
BIOCHAR10	11,70	9,18	8,63	7,16	5,85
BIOCHAR20	11,93	9,41	8,72	7,75	6,30
pH					
CONTROLLO	2,94	3,04	3,09	3,14	3,25
BIOCHAR10	2,93	3,14	3,12	3,29	3,36
BIOCHAR20	2,89	3,12	3,12	3,20	3,29

Tabella 3.3.7: Andamento di solidi solubili (Brix), acidità totale (g/L acido tartarico) e pH in bacche della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

2019

Dal 13 Agosto sino alla raccolta (7 Ottobre) si è osservato un accumulo di solidi solubili pari a 7,6 Brix nel Controllo, a 9,0 Brix nelle bacche della Tesi BIOCH10 e a 10,1 Brix in quelle di BIOCH20 (**Figura 3.3.13; Tabella 3.3.8**). In data 13 Agosto, le differenti Tesi presentavano livelli simili di solidi solubili (in media 15,2 Brix). Analogamente all'annata precedente, alla raccolta, le Tesi BIOCH10 e BIOCH20 hanno prodotto valori di solidi solubili tendenzialmente più alti del Controllo (+1,6 e +2,1 Brix, rispettivamente). In tale data, i livelli di acidità totale sono apparsi sostanzialmente simili tra le differenti Tesi a confronto. I valori di pH alla raccolta sono risultati più alti nella Tesi BIOCH20 (3,51), mentre più bassi e simili tra Controllo e BIOCH10 (3,49) (**Tabella 3.3.8**). In generale, nell'annata 2019 si sono riscontrati livelli di solidi solubili e di pH più elevati in tutte le rispettive Tesi, rispetto all'annata precedente.

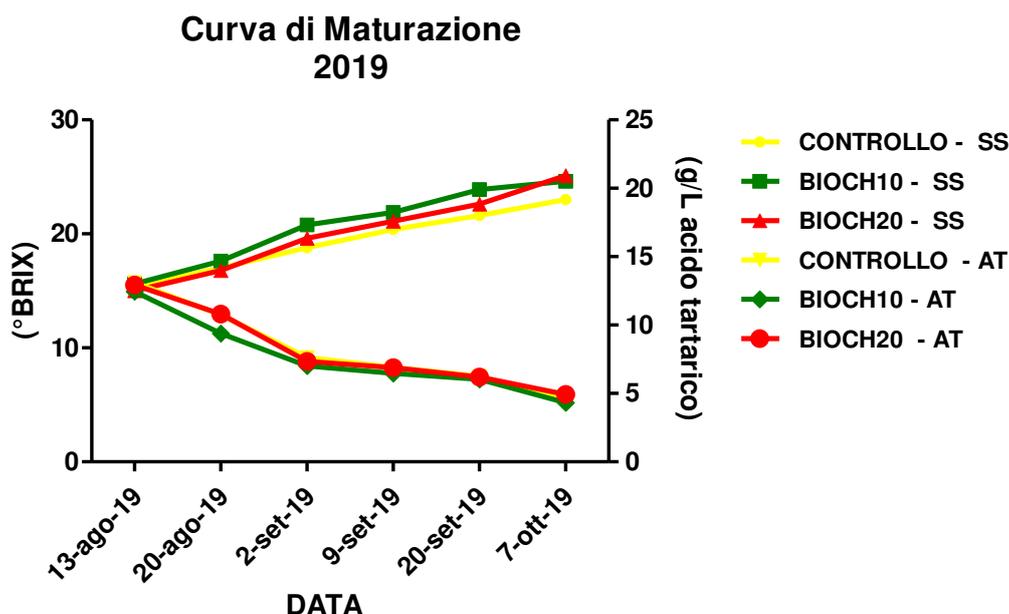


Figura 3.3.13: Curve di maturazione di bacche della cv. Sangiovese sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. SS: Solidi Solubili (°Brix); AT: Acidità Totale (g/L di acido tartarico). Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

TESI	13-ago-19	20-ago-19	2-set-19	9-set-19	20-set-19	7-ott-19
SOLIDI SOLUBILI (BRUX)						
CONTROLLO	15,4	17,0	18,8	20,4	21,6	23,0
BIOCHAR10	15,6	17,6	20,8	21,9	23,9	24,6
BIOCHAR20	15,0	16,8	19,6	21,1	22,6	25,1
ACIDITÀ TOTALE (g/L di acido tartarico)						
CONTROLLO	15,74	12,90	9,16	8,29	7,51	5,43
BIOCHAR10	14,95	11,25	8,41	7,76	7,24	5,19
BIOCHAR20	15,50	12,97	8,81	8,26	7,45	5,92
pH						
CONTROLLO	2,86	2,88	3,04	3,06	3,22	3,49
BIOCHAR10	2,91	2,95	3,05	3,14	3,23	3,49
BIOCHAR20	2,89	2,95	3,08	3,14	3,24	3,51

Tabella 3.3.8: Andamento di solidi solubili (Brix), acidità totale (g/L acido tartarico) e pH in bacche della cv. Sangiovese sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

Dal 7 Agosto sino alla raccolta (15 Settembre) si è osservato un accumulo di solidi solubili pari a 9 Brix nel Controllo, a 10,7 Brix nelle bacche della Tesi BIOCH10 e a 9,1 Brix in quelle di BIOCH20 (Figura 3.3.14; Tabella 3.3.9). In data 7 Agosto, le Tesi BIOCHAR presentavano livelli tendenzialmente più alti di solidi solubili. In modo simile all'annata precedente, alla raccolta, le Tesi BIOCH10 e BIOCH20 hanno prodotto valori di solidi solubili tendenzialmente più alti del Controllo (+3,7 e +1,1 Brix, rispettivamente). In tale data, i livelli di acidità totale sono apparsi sostanzialmente simili tra le differenti Tesi a confronto. I valori di pH alla raccolta sono risultati più alti nella Tesi BIOCH10 (3,31), mentre più bassi nel CONTROLLO (3,25) e BIOCH10 (3,29) (Tabella 3.3.9). Nell'annata 2020, alla raccolta, si sono riscontrati livelli di solidi solubili più elevati nelle parcelle Controllo e BIOCH10, rispetto a quelli osservati nelle stesse Tesi nelle due precedenti annate. La Tesi BIOCH20 ha, invece, presentato, nel 2020, valori di solidi solubili simili alla precedente vendemmia, più elevati rispetto a quelli prodotti nel 2018.

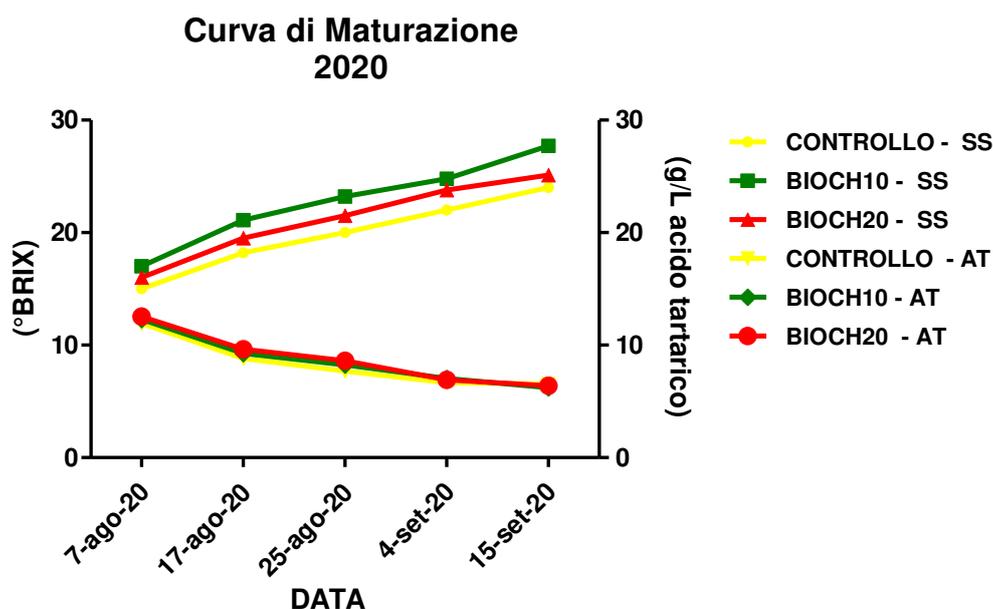


Figura 3.3.14: Curve di maturazione di bacche della cv. Sangiovese sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. SS: Solidi Solubili (°Brix); AT: Acidità Totale (g/L di acido tartarico). Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

TESI	7-ago-20	17-ago-20	25-ago-20	4-set-20	15-set-20
SOLIDI SOLUBILI (°BRIX)					
CONTROLLO	15,0	18,2	20,0	22,0	24,0
BIOCHAR 10	17,0	21,1	23,2	24,8	27,7
BIOCHAR 20	16,0	19,5	21,5	23,8	25,1
ACIDITÀ TOTALE (g/L di acido tartarico)					
CONTROLLO	11,93	8,80	7,69	6,66	6,53
BIOCHAR 10	12,28	9,26	8,24	7,03	6,21
BIOCHAR 20	12,53	9,64	8,60	6,91	6,38
pH					
CONTROLLO	2,88	2,96	3,10	3,19	3,25
BIOCHAR 10	2,96	3,02	3,21	3,23	3,31
BIOCHAR 20	2,94	3,01	3,18	3,23	3,29

Tabella 3.3.9: Andamento di solidi solubili (Brix), acidità totale (g/L acido tartarico) e pH in bacche della cv. Sangiovese sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Dal dettaglio dei dati riportati nelle Tabelle relative ai tre anni, emerge come le bacche del Controllo, rispetto a quelle delle parcelle in cui è stato distribuito BIOCHAR, presentavano sempre valori di acidità totale più alti e livelli di solidi solubili più bassi alla raccolta. È interessante notare come tale dato si confermi in tre annate con diverso decorso meteorologico.

- Antociani e Polifenoli Totali della bacca alla raccolta

In tutte le tre annate monitorate sono stati evidenziati valori di polifenoli totali e di antociani tendenzialmente più alti nelle bacche delle parcelle in cui è stato distribuito BIOCHAR rispetto a quelle del Controllo (**Figura 3.3.15, Figura 3.3.16 e Figura 3.3.17**).

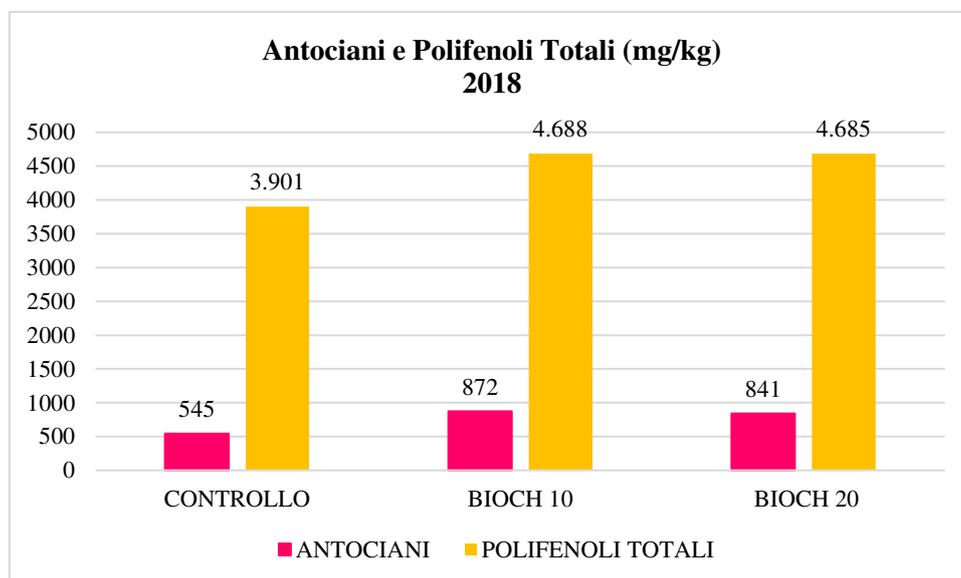


Figura 3.3.15: Antociani e polifenoli totali alla raccolta, in bacche della cv. Sangiovese sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

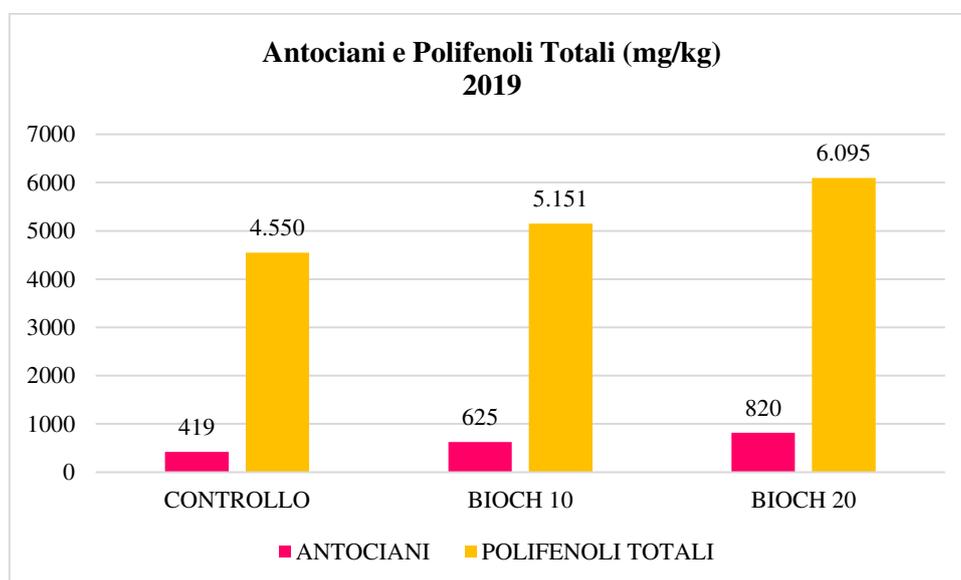


Figura 3.3.16: Antociani e polifenoli totali alla raccolta, in bacche della cv. Sangiovese sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

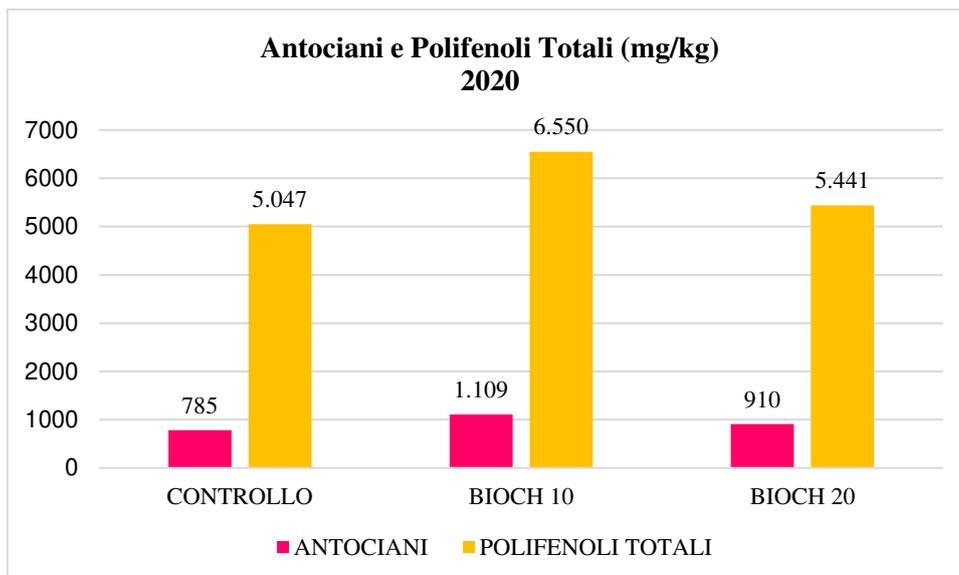


Figura 3.3.17: Antociani e polifenoli totali alla raccolta, in bacche della cv. Sangiovese sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

- Parametri produttivi, legno di potatura e Indice di Ravaz

2018

Nel 2018, non sono emerse differenze significative in relazione ai parametri vegeto-produttivi della pianta (**Tabella 3.3.10**). Tuttavia, si evince una tendenza verso una più elevata produzione nelle viti delle Tesi BIOCHAR. I valori dell'Indice di Ravaz hanno evidenziato un generale equilibrio vegeto-produttivo delle viti delle diverse Tesi.

TESI	Grappoli (N)	Produzione (kg)	Peso medio (g)	Legno Chioma (kg)	Indice di Ravaz
CONTROLLO	14	2,66	183	0,47	5,7
BIOCH10	14	2,76	188	0,53	5,2
BIOCH20	14	2,74	185	0,63	4,4
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.10: Parametri produttivi di piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

2019

Nel 2019, analogamente all'annata precedente, non sono emerse differenze significative, in relazione ai parametri vegeto-produttivi della pianta (**Tabella 3.3.11**). Ancora una volta, emerge una tendenza verso una più alta produzione nelle viti della Tesi BIOCHAR10. I valori dell'Indice di Ravaz dimostravano il generale equilibrio vegeto-produttivo delle viti a confronto.

TESI	Grappoli (N)	Produzione (kg)	Peso medio (g)	Legno Chioma (kg)	Indice di Ravaz
CONTROLLO	14	2,52	180	0,48	5,3
BIOCH10	14	2,58	184	0,45	5,7
BIOCH20	14	2,53	182	0,44	5,8
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.11: Parametri produttivi di piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

Anche nel 2020 non sono emerse differenze significative, in relazione ai parametri vegeto-produttivi della pianta (**Tabella 3.3.12**). È stata, tuttavia, riscontrata una tendenza verso una maggiore produzione nelle viti della Tesi BIOCHAR20. I valori dell'Indice di Ravaz confermano, anche nel 2020, il generale equilibrio vegeto-produttivo delle viti a confronto.

TESI	Grappoli (N)	Produzione (kg)	Peso medio (g)	Legno Chioma (kg)	Indice di Ravaz
CONTROLLO	18	2,53	139	0,35	8,5
BIOCH10	18	2,46	140	0,29	9,2
BIOCH20	18	2,58	149	0,29	9,1
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.12: Parametri produttivi di piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Dalla valutazione complessiva dei dati raccolti nelle tre annate, nel sito di Tebano, si evince che l'applicazione di BIOCHAR non influisce negativamente sul livello produttivo e sull'equilibrio vegetativo di viti della cv. Sangiovese.

- Anomalie di maturazione della bacca e rilievi fitosanitari

2018

In relazione alle anomalie di maturazione, non sono stati registrati fenomeni di scottatura nelle diverse Tesi (**Tabella 3.3.13**). L'avvizzimento è risultato assente nel Controllo, mentre ha mostrato una lieve incidenza (numero di grappoli colpiti per pianta), inferiore all'1%, nelle viti delle parcelle in cui è stato somministrato BIOCHAR, con severità (% grappolo colpito) inferiore al 5%. L'incidenza della disidratazione della bacca è risultata inferiore all'1% in tutte le Tesi, con severità inferiore al 5%. Un lieve disseccamento del rachide è stato registrato nelle Tesi Controllo e BIOCH10, con severità inferiore al 5%. In generale, in tutte le Tesi, è stato osservato un diffuso fenomeno di colatura (**Tabella 3.3.13**). La severità della colatura ha riguardato porzioni di grappolo comprese tra il 15 e il 20%.

TESI	Incidenza (%)				
	Scottature	Avvizzimento	Disidratazione	Disseccamento del rachide	Colatura
CONTROLLO	n.p.	n.p.	<1	<1	<3
BIOCH10	n.p.	<1	<1	<1	<3
BIOCH20	n.p.	<1	<1	n.p.	<3
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.13: Incidenza (%) delle anomalie di maturazione della bacca alla raccolta, in piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

Alla raccolta, nel 2018, le uve delle diverse Tesi sono risultate, in generale, sane (**Tabella 3.3.14**). Nelle piante di Controllo è stata rilevata una lieve incidenza (% di grappoli colpiti per pianta) di *Botrytis cinerea*, inferiore all'1%, con severità inferiore al 5%.

TESI	Incidenza (%)		
	Oidio	Peronospora	Botrite
CONTROLLO	n.p.	n.p.	<1
BIOCH10	n.p.	n.p.	n.p.
BIOCH20	n.p.	n.p.	n.p.
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.14: Incidenza (%) delle principali malattie fungine alla raccolta, in piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

2019

Per quanto riguarda le anomalie di maturazione della bacca, nell'annata 2019, non sono emerse, in generale, differenze significative tra le Tesi a confronto. Tuttavia, sono stati registrati fenomeni di scottatura, con incidenza inferiore al 15% (**Tabella 3.3.15**) e severità inferiore al 10% in tutte le Tesi. L'incidenza della disidratazione della bacca è risultata inferiore al 10% in tutte le Tesi, con severità inferiore al 5%. In generale, è stato osservato un diffuso fenomeno di colatura, (**Tabella 3.3.15**), con incidenza inferiore al 3% e severità del 5-10% in tutte le Tesi.

TESI	Incidenza (%)				
	Scottature	Avvizzimento	Disidratazione	Disseccamento del rachide	Colatura
CONTROLLO	<15	n.p.	<10	n.p.	<3
BIOCH10	<15	n.p.	<10	n.p.	<3
BIOCH20	<15	n.p.	<10	n.p.	<3
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.15: Incidenza (%) delle anomalie di maturazione della bacca alla raccolta, in piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

Nel 2019 (**Tabella 3.3.16**) è stata rilevata, in tutte le Tesi, la presenza di *Botrytis cinerea*, con incidenza (numero di grappoli colpiti per pianta) inferiore all'15% e severità inferiore al 5% (porzione di grappolo colpita).

TESI	Incidenza (%)		
	Oidio	Peronospora	Botrite
CONTROLLO	n.p.	n.p.	<15
BIOCH10	n.p.	n.p.	<15
BIOCH20	n.p.	n.p.	<15
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.16: Incidenza (%) delle principali malattie fungine alla raccolta, in piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

Per quanto riguarda le anomalie di maturazione, anche nel 2020, non sono emerse, in generale, differenze significative tra le Tesi a confronto. Sono stati registrati fenomeni di scottatura, con incidenza inferiore al 20% (**Tabella 3.3.17**) e severità inferiore al 10% in tutte le Tesi. L'incidenza della disidratazione della bacca è risultata inferiore al 30%, con severità inferiore al 10%, in tutte le Tesi. Si è riscontrato un diffuso fenomeno di colatura, (**Tabella 3.3.17**), con incidenza inferiore al 5% e severità del 5-10% in tutte le Tesi.

TESI	Incidenza (%)				
	Scottature	Avvizzimento	Disidratazione	Disseccamento del rachide	Colatura
CONTROLLO	<20	n.p.	<30	n.p.	<5
BIOCH10	<20	n.p.	<30	n.p.	<5
BIOCH20	<20	n.p.	<30	n.p.	<5
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.17: Incidenza (%) delle anomalie di maturazione della bacca alla raccolta, in piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Nel 2020 (**Tabella 3.3.18**) è stata rilevata una lieve presenza di *Botrytis cinerea*, con incidenza (numero di grappoli colpiti per pianta) inferiore all'1% e severità inferiore al 5% (porzione di grappolo colpita).

TESI	Incidenza (%)		
	Oidio	Peronospora	Botrite
CONTROLLO	<5	n.p.	<1
BIOCH10	<5	n.p.	<1
BIOCH20	<5	n.p.	<1
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.18: Incidenza (%) delle principali malattie fungine alla raccolta, in piante della cv. Sangiovese, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

La valutazione della presenza di eventuali anomalie di maturazione della bacca, nelle tre annate, ha portato a escludere danni associabili alla distribuzione del BIOCHAR. Il BIOCHAR non ha, inoltre, avuto conseguenze negative sullo stato fitosanitario delle piante.

- Analisi chimica dei mosti

2018

I parametri qualitativi del mosto sono riportati in **Tabella 3.3.19**. Si evince, per le Tesi BIOCHAR, una più elevata concentrazione di solidi solubili e una più bassa acidità totale rispetto al Controllo, in linea con quanto osservato sulle uve prelevate per la realizzazione della curva di maturazione.

I valori di Azoto Prontamente Assimilabile dai lieviti (APA) sono apparsi più alti nella Tesi BIOCH20. Le concentrazioni di acido tartarico e malico, sono risultate tendenzialmente più alte nel Controllo, mentre la Tesi BIOCH10 ha presentato livelli lievemente più bassi di tali acidi organici rispetto a BIOCH20. L'acido citrico è risultato presente a livelli simili in tutte le Tesi (**Tabella 3.3.19**). Le concentrazioni di antociani e polifenoli totali hanno mostrato valori tendenzialmente più alti nelle Tesi in cui è stato applicato il BIOCHAR.

TESI	Solidi solubili (Brix)	Acidità Totale (g/L Ac. tartarico)	pH	APA (mg/L)	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	Antociani (mg/kg)	Polifenoli Totali (mg/kg)
CONTROLLO	22,0	7,26	3,25	55	4,98	1,74	0,13	545	3901
BIOCH10	23,4	5,85	3,36	57	4,65	1,28	0,13	872	4688
BIOCH20	22,8	6,30	3,29	105	4,81	1,33	0,13	841	4685

Tabella 3.3.19: Parametri qualitativi del mosto di uve della cv. Sangiovese, alla raccolta, di 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

2019

I parametri qualitativi del mosto sono riportati in **Tabella 3.3.20**. Emerge, per le Tesi BIOCHAR, una più elevata concentrazione di solidi solubili e una più bassa acidità totale rispetto al Controllo, in linea con quanto osservato nell'annata precedente. Inoltre, analogamente al 2018, le concentrazioni di acido tartarico e malico, sono risultate tendenzialmente più alte nel Controllo, mentre la Tesi BIOCH10 ha presentato livelli lievemente più bassi di tali acidi rispetto a BIOCH20. L'acido citrico è risultato presente in concentrazione simile in tutte le Tesi (**Tabella 3.3.20**). La concentrazione di antociani e polifenoli totali nella bacca ha mostrato valori tendenzialmente più elevati nelle Tesi in cui è stato distribuito BIOCHAR.

TESI	Solidi solubili (Brix)	Acidità Totale (g/L Ac. tartarico)	pH	APA (mg/L)	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	Antociani (mg/kg)	Polifenoli Totali (mg/kg)
CONTROLLO	21,0	6,60	3,23	45	4,32	1,68	0,10	419	4550
BIOCH10	24,4	5,47	3,32	34	4,13	1,44	0,12	625	5151
BIOCH20	23,4	5,59	3,31	41	4,19	1,56	0,13	820	6095

Tabella 3.3.20: Parametri qualitativi del mosto di uve della cv. Sangiovese, alla raccolta, di 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

I parametri qualitativi dei mosti, ottenuti nella vendemmia 2020, sono riportati in **Tabella 3.3.21**. Si osserva, per le Tesi BIOCHAR, una più alta concentrazione di solidi solubili e una più bassa acidità totale rispetto al Controllo, in linea con quanto osservato nelle due precedenti vendemmie. I valori di Azoto Prontamente Assimilabile dai lieviti (APA) sono risultati più bassi nelle Tesi BIOCHAR. La concentrazione di acido tartarico è risultata tendenzialmente più alta nella Tesi BIOCHAR10, mentre la Tesi BIOCH25 ha presentato il più alto valore di acido malico. L'acido citrico è risultato presente in concentrazione simile in tutte le Tesi (**Tabella 3.3.21**). Il contenuto antociani e polifenoli totali nella bacca ha mostrato valori tendenzialmente più alti nelle Tesi in cui è stato applicato il BIOCHAR.

TESI	Solidi solubili (Brix)	Acidità Totale (g/L Ac. tartarico)	pH	APA (mg/L)	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	Antociani (mg/kg)	Polifenoli Totali (mg/kg)
CONTROLLO	24,2	5,06	3,15	46	4,73	0,76	0,13	785	5047
BIOCH10	26,8	5,19	3,18	<25	4,95	0,73	0,10	1109	6550
BIOCH20	25,6	5,35	3,20	<25	4,50	0,86	0,13	910	5441

Tabella 3.3.21: Parametri qualitativi del mosto di uve della cv. Sangiovese, alla raccolta, di 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

I parametri qualitativi del mosto nelle tre annate riflettono quanto già precedentemente indicato per le uve e, in generale, il migliore livello di maturazione nelle Tesi in cui è stato distribuito il BIOCHAR.

- Analisi chimica e sensoriale dei vini

2018

Dal confronto dei dati analitici appare nettamente l'effetto del BIOCHAR sulla composizione chimica dei vini, ottenuti nella vendemmia 2018 (**Tabella 3.3.22**). Infatti, le uve delle parcelle BIOCHAR, presentavano un livello di maturazione più avanzata e il vino ottenuto da tali Tesi ha raggiunto, di conseguenza, gradazioni alcoliche superiori ai 13%vol. Anche i valori di estratto sono risultati più elevati nei vini BIOCH10 e BIOCH20 rispetto al Controllo. La più avanzata maturazione delle uve nelle Tesi BIOCHAR si rifletteva, inoltre, sui valori di acidità totale dei vini. Tuttavia, tale differenza tendeva a modificarsi passando da mosto a vino. Infatti, l'acido malico nei mosti presentava una differenza di 1 g/L tra il Controllo (che mostrava anche acidità totale più elevata) e Tesi BIOCHAR, condizione che si annullava o addirittura si invertiva per i vini. Le precipitazioni di tartrati tra mosto e vino sono apparse rilevanti (calo acido tartarico intorno a 3 g/L). La composizione fenolica dei vini si caratterizzava per concentrazioni di polifenoli totali e antociani più elevate nei vini delle parcelle BIOCHAR. Questo ha conseguentemente portato ad alcune differenze nei parametri legati al colore (intensità, tonalità). In particolare le Tesi BIOCHAR10 e BIOCHAR25, manifestavano valori di intensità più elevati e di tonalità più bassi rispetto al testimone.

Dall'analisi chimica dei vini della vendemmia 2018, sembra che il positivo effetto sulla composizione enologica, conseguente alla distribuzione del BIOCHAR nel vigneto, possa essere conseguito con l'utilizzo della dose più bassa (BIOCH10) dal momento che un incremento della quantità somministrata in campo non valorizza ulteriormente il prodotto finale.

In relazione al processo di vinificazione, alla svinatura, la resa uva/vino è risultata più elevata nel Controllo (73%) e più limitata per le Tesi BIOCHAR10 e BIOCHAR25 (68%). La durata della fermentazione, in conseguenza del diverso grado alcolico, è stata più breve nel Controllo (17 gg) e più lunga nelle Tesi BIOCHAR10 (29 gg) e BIOCHAR20 (26 gg).

PARAMETRO		CONTROLLO	BIOCHAR10	BIOCHAR25
Densità		0,99360	0,99250	0,99335
Alcol effettivo	vol%	12,98	13,73	13,05
Zuccheri	g/L	< 1	1,7	1,6
Alcol complessivo	vol%	12,98	13,83	13,15
Estratto secco totale	g/L	25,4	26,8	26,9
Estratto non riduttore	g/L	21,4	25,1	25,3
pH		3,38	3,40	3,41
Acidità Totale	g/L	5,71	6,28	6,20
Acidità Volatile	g/L	0,33	0,23	0,22
Acido Tartarico	g/L	1,56	1,47	1,56
Acido Malico	g/L	1,87	1,72	1,86
Acido Lattico	g/L	0,25	0,37	0,45
Acido Citrico	g/L	0,17	0,13	0,18
Polifenoli Totali	mg/L	2332	2644	2733
Antociani	mg/L	104	125	126
DO 420 nm		1,84,84	2,17	1,91
DO 520 nm		2,04	2,74	2,42
Intensità		3,88	4,91	4,33
Tonalità		0,81	0,79	0,79

Tabella 3.3.22: Parametri qualitativi del vino Sangiovese ottenuto da 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2018.

Il vino Controllo ha mostrato una colorazione rosso rubino non particolarmente accentuata. All'olfatto è apparso molto tenue, con delicate note di ciliegia. Al gusto il vino testimone si è mostrato acidulo, astringente, amarognolo e con debole struttura (**Figura 3.3.18**).

Il vino BIOCHAR10 ha presentato una colorazione vivace, rosso rubino di medio-alta intensità e intensi riflessi rubino. All'olfatto si è contraddistinto per i profumi tipici del Sangiovese, con note piuttosto intense di ciliegia, frutti di bosco e floreali (viola), ma anche di speziato e vegetale secco. Al gusto è apparso acidulo e astringente, amarognolo, con una buona struttura (**Figura 3.3.18**).

Il vino BIOCHAR20 ha presentato una colorazione rosso rubino di medio-alta intensità e riflessi rubino accentuati. All'olfatto si è mostrato intenso, delicato e armonico, con note prevalenti di frutti di bosco e ciliegia. Al gusto è stato percepito equilibrato, acidulo, leggermente astringente, lievemente amarognolo, con media struttura (**Figura 3.3.18**).

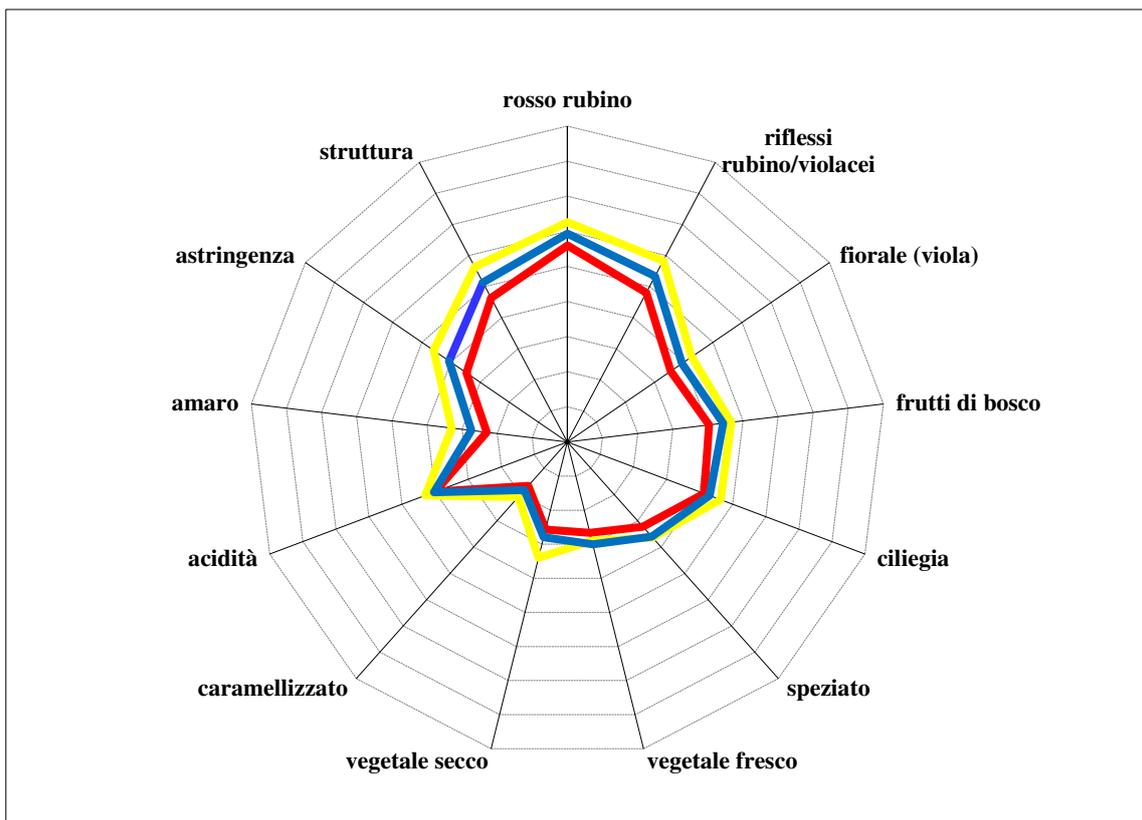


Figura 3.3.18: Profilo sensoriale (spider plot) del vino Sangiovese. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2018.

Il Test di gradevolezza dei vini (Figura 3.3.19) ottenuti dalla vendemmia 2018, ha evidenziato giudizi positivi per tutte le tre Tesi a confronto. Tuttavia, a livello visivo, olfattivo, gustativo e complessivo, il vino BIOCHAR10 è risultato il più apprezzato dai giudici, seguito da BIOCHAR25. In tutti gli aspetti evidenziati il vino ottenuto dalle parcelle di Controllo ha ricevuto i punteggi più bassi (Figura 3.3.19).

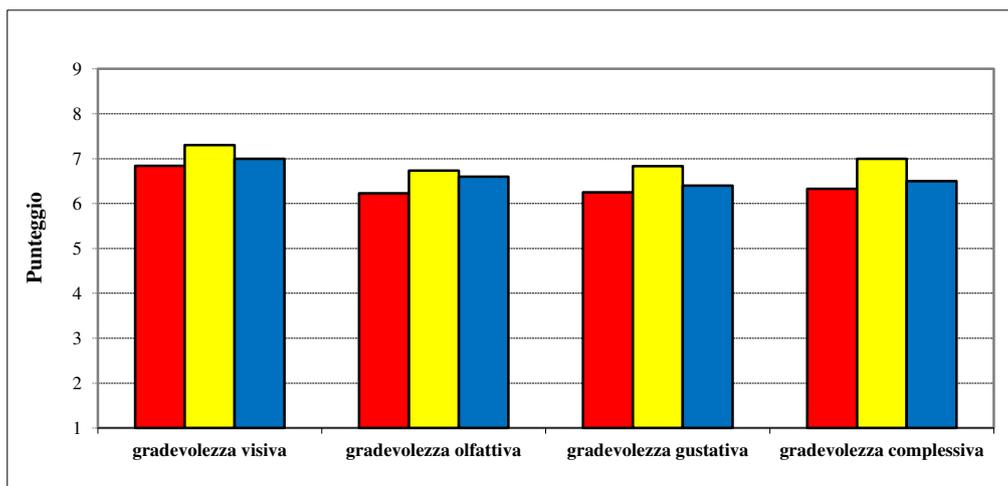


Figura 3.3.19: Test di gradevolezza del vino Sangiovese. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2018.

2019

Dalla valutazione dei dati analitici relativi alla vendemmia 2019 appare nuovamente un evidente effetto sul vino della distribuzione in campo di BIOCHAR. Ancora una volta, infatti, le due Tesi BIOCHAR si sono presentate con un livello di maturazione più avanzata. A vino finito è stata registrata una gradazione alcolica più alta nelle Tesi BIOCHAR, soprattutto in BIOCHAR10, superiore di 2,5%vol rispetto al valore determinato nel Controllo (**Tabella 3.3.23**). La differenza è stata rilevata anche nei livelli di estratto, decisamente validi, pari a circa 26 g/L nelle Tesi BIOCHAR e, comunque, apprezzabili (24,4 g/L) anche nel Controllo (**Tabella 3.3.23**). La maturazione nei mosti è apparsa leggermente più avanzata nelle Tesi BIOCHAR, anche in relazione ai valori di acidità, (**Tabella 3.3.23**). Tale differenza tendeva, però, a modificarsi passando da mosto a vino. L'effetto sembrava determinato dalla precipitazione dei tartrati, che tra mosti e vini è risultata abbastanza rilevante (calo acido tartarico intorno ai 3 g/L). Altre differenze sostanziali sono state rilevate nella composizione fenolica (**Tabella 3.3.23**). Infatti, i polifenoli totali differivano tra Controllo e Tesi BIOCHAR, a favore di queste ultime. Gli antociani, nello specifico, apparivano molto bassi nel Controllo (55 mg/L). Tali livelli si riflettevano negativamente sul colore, parametro per il quale i vini BIOCHAR si presentavano con intensità più elevata e tonalità abbastanza brillante, mentre i valori del Controllo apparivano decisamente carenti.

Analogamente al 2018, anche nel 2019, l'effetto enologico dell'applicazione di BIOCHAR sembrava essere raggiunto già con l'applicazione in campo della dose più bassa (10 t/ha).

PARAMETRO	CONTROLLO	BIOCHAR10	BIOCHAR25	PARAMETRO
Densità		0,99430	0,99265	0,99365
Alcol effettivo	vol%	11,97	14,48	13,55
Zuccheri	g/L	1,7	3,2	3,0
Alcol complessivo	vol%	12,07	14,67	13,73
Estratto secco totale	g/L	26,1	29,2	28,9
Estratto non riduttore	g/L	24,4	26,1	25,9
pH		3,32	3,44	3,43
Acidità Totale	g/L	5,47	6,27	6,00
Acidità Volatile	g/L	0,30	0,40	0,38
Acido Tartarico	g/L	1,42	1,20	1,26
Acido Malico	g/L	1,63	1,67	1,85
Acido Lattico	g/L	0,28	0,21	0,22
Acido Citrico	g/L	0,44	0,26	0,20
Polifenoli Totali	mg/L	1355	2694	2331
Antociani	mg/L	55	171	147
DO 420 nm		0,930	1,920	1,430
DO 520 nm		0,810	2,680	1,830
Intensità		1,74	4,60	3,26
Tonalità		1,15	0,72	0,78

Tabella 3.3.23: Parametri qualitativi del vino Sangiovese ottenuto da 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

Il vino Sangiovese, ottenuto dalla Tesi Controllo, si distingueva per un aspetto visivo poco gradevole e una colorazione rosso rubino particolarmente scarica (**Figura 3.3.20**). L'aspetto olfattivo appariva molto tenue, con lievi note di frutta e di vegetale fresco. Al gusto il vino si presentava acidulo e con debole struttura (**Figura 3.3.20**).

Il vino BIOCHAR10 ha avuto un notevole impatto, a livello visivo, sul panel di degustatori, presentando una colorazione vivace, rosso rubino, di medio-alta intensità. All'olfatto si è distinto per profumi delicati, tipici e sentori fruttati particolarmente intensi, di ciliegia, frutti di bosco, accentuate note floreali ma anche di speziato. Al gusto BIOCHAR10 è apparso acidulo, con buona struttura (**Figura 3.3.20**).

Il vino BIOCHAR20 ha presentato un aspetto visivo vivace, con colorazione rosso rubino di medio-alta intensità. All'olfatto è apparso delicato e armonico, con note prevalenti di frutti di bosco e ciliegia, ma anche accentuati sentori floreali, di speziato e vegetale secco. Al gusto il vino è risultato acidulo, lievemente amarognolo, con media struttura (**Figura 3.3.20**).

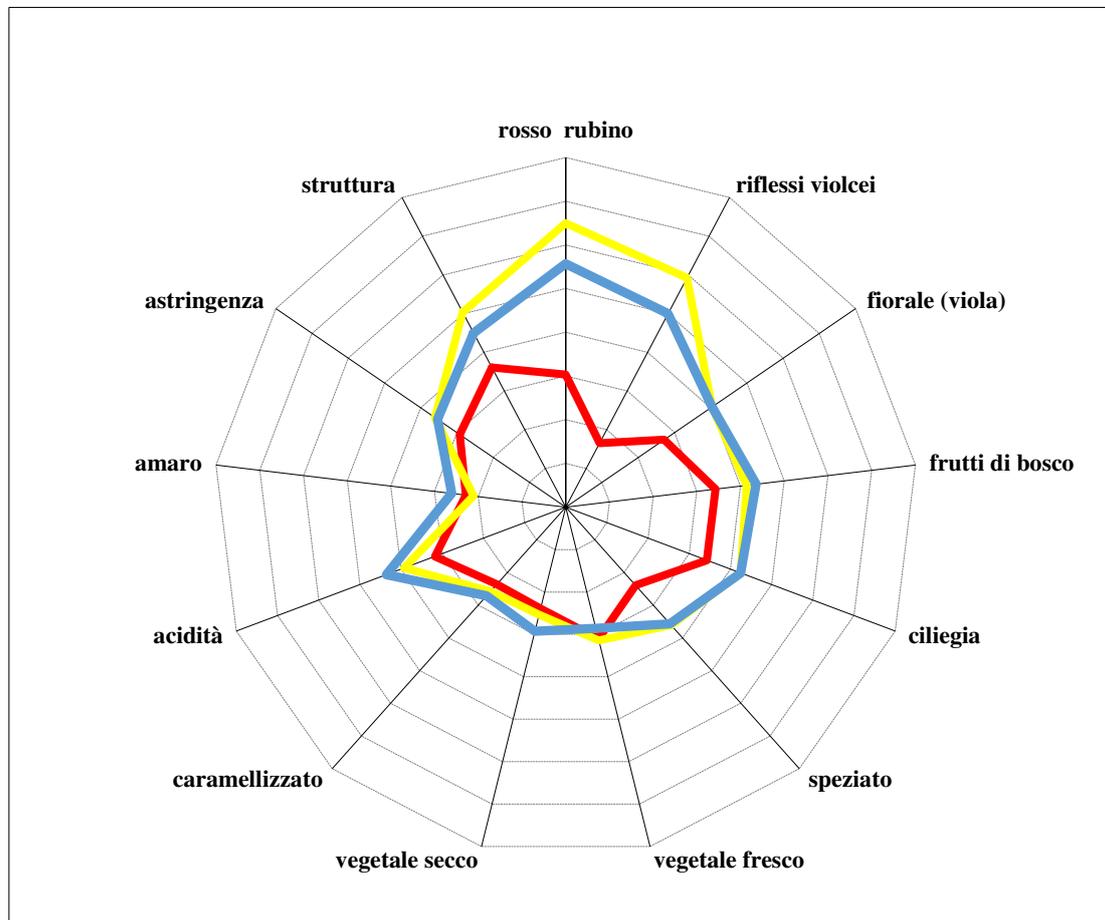


Figura 3.3.20: Profilo sensoriale (spider plot) del vino Sangiovese. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2019.

Dal test di gradevolezza (**Figura 3.3.21**) condotto sui vini Sangiovese, prodotti da uve vendemmiate nel 2019, è emerso che BIOCHAR10 risultava il più gradito dal panel di degustatori esperti e appariva quello con le migliori caratteristiche di tipicità. Il vino BIOCHAR20 ha ottenuto punteggi positivi, più bassi in relazione agli aspetti visivo, olfattivo, gustativo e complessivo rispetto a BIOCHAR10, ma più elevati nei confronti del Controllo. Il testimone ha ricevuto dai giudici le valutazioni più basse in relazione a tutti gli aspetti considerati nel test di gradevolezza. Nel test triangolare condotto sui vini, la Tesi BIOCHAR10 è risultata nettamente distinguibile da BIOCHAR 20, con il 71% di risposte corrette.

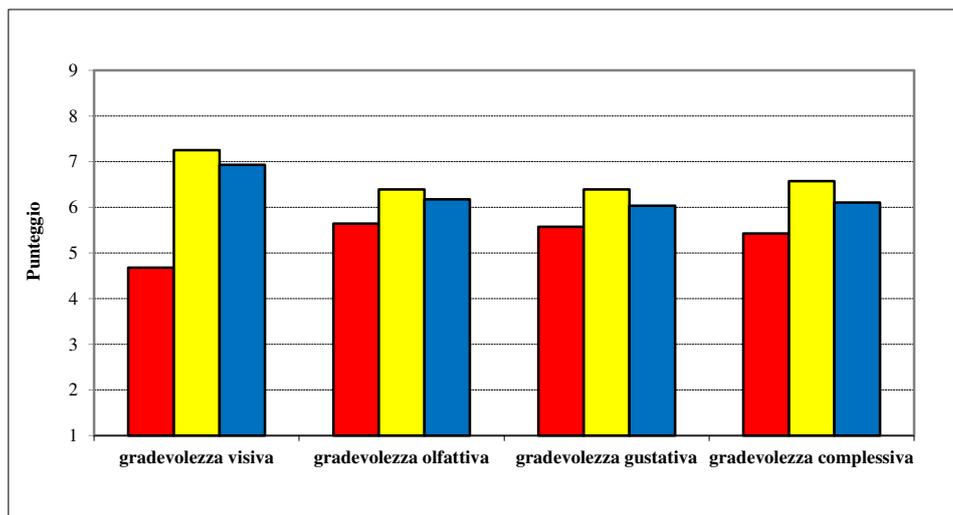


Figura 3.3.21: Test di gradevolezza del vino Sangiovese. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2019.

2020

Anche nel 2020, dal confronto dei dati relativi all'analisi chimica appare nettamente l'effetto della distribuzione in campo del BIOCHAR sui vini (**Tabella 3.3.24**). I mosti presentavano un contenuto zuccherino differente, in generale elevato, ma più alto nelle Tesi BIOCHAR. Nello specifico, BIOCHAR10 ha mostrato la gradazione alcolica più elevata (16,60 %vol), mentre il Controllo la più bassa (14,90 %vol). È emersa una differenza anche nei valori di estratto, decisamente elevati (28 g/L) nelle Tesi BIOCHAR e comunque apprezzabili (25,2 g/L) anche nel testimone. I valori di acidità sono apparsi simili nelle differenti Tesi e abbastanza sostenuti nonostante la maturazione molto avanzata delle uve. I polifenoli totali sono risultati più elevati in BIOCHAR10 e più bassi nel Controllo. Gli antociani sono, invece, risultati simili nelle Tesi a confronto e, comunque, in linea con le caratteristiche del vitigno. Questi valori complessivamente hanno dato origine a intensità coloranti abbastanza elevate, con tonalità violacea e vivace. In particolare, la Tesi BIOCHAR10 si presentava con intensità più elevata, mentre il Controllo con il valore più basso, coerentemente con gli altri parametri analitici misurati. Analogamente alle precedenti annate, anche nel 2020 appariva come l'effetto ottenibile dall'utilizzo del BIOCHAR in campo sui parametri enologici fosse evidente con la distribuzione della dose più bassa (10 t/ha) e che, quindi, la somministrazione di un quantitativo maggiore di BIOCHAR interveniva su una pianta non più in grado di valorizzarne gli effetti (**Tabella 3.3.24**).

PARAMETRO		CONTROLLO	BIOCHAR10	BIOCHAR25
Densità		0,99155	0,99250	0,99210
Alcol effettivo	vol%	14,94	16,60	15,83
Zuccheri	g/L	2,4	6,4	3,8
Alcol complessivo	vol%	15,08	16,98	16,06
Estratto secco totale	g/L	27,6	34,4	31,8
Estratto non riduttore	g/L	25,2	28,0	28,0
pH		3,28	3,40	3,42
Acidità Totale	g/L	6,54	6,58	6,49
Acidità Volatile	g/L	0,34	0,70	0,51
Acido Tartarico	g/L	1,92	1,33	1,34
Acido Malico	g/L	1,52	1,08	1,30
Acido Lattico	g/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acido Citrico	g/L	0,11	0,13	0,13
Polifenoli Totali	mg/L	2053	2872	2466
Antociani	mg/L	182	186	172
DO 420 nm		2,57	4,46	3,64
DO 520 nm		4,95	7,42	5,87
Intensità		7,52	11,88	9,51
Tonalità		0,52	0,61	0,62

Tabella 3.3.24: Parametri qualitativi del vino Sangiovese di 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Il vino ottenuto dalla Tesi Controllo ha presentato apprezzate note di colore. All'olfatto è apparso gradevole, con sentori di frutti di bosco e ciliegia. Al gusto il vino testimone appariva equilibrato, poco amaro e astringente, con buona struttura (**Figura 3.3.22**).

Il vino BIOCHAR10 ha mostrato uno spiccato aspetto visivo, con colorazione intensa e vivace. All'olfatto si è connotato di decise note fruttate, speziate e di sentori vegetali, non prevalenti. Al gusto il vino appariva equilibrato, leggermente amaro e astringente, con notevole struttura.

Il vino BIOCHAR20 ha manifestato uno spiccato profilo visivo, caratterizzato da colorazione intensa e vivace (**Figura 3.3.22**). Il profilo olfattivo si è connotato di gradevoli sentori di frutti di bosco e ciliegia. Al gusto il vino è risultato equilibrato, con note amare e astringenti e struttura decisamente importante (**Figura 3.3.22**).

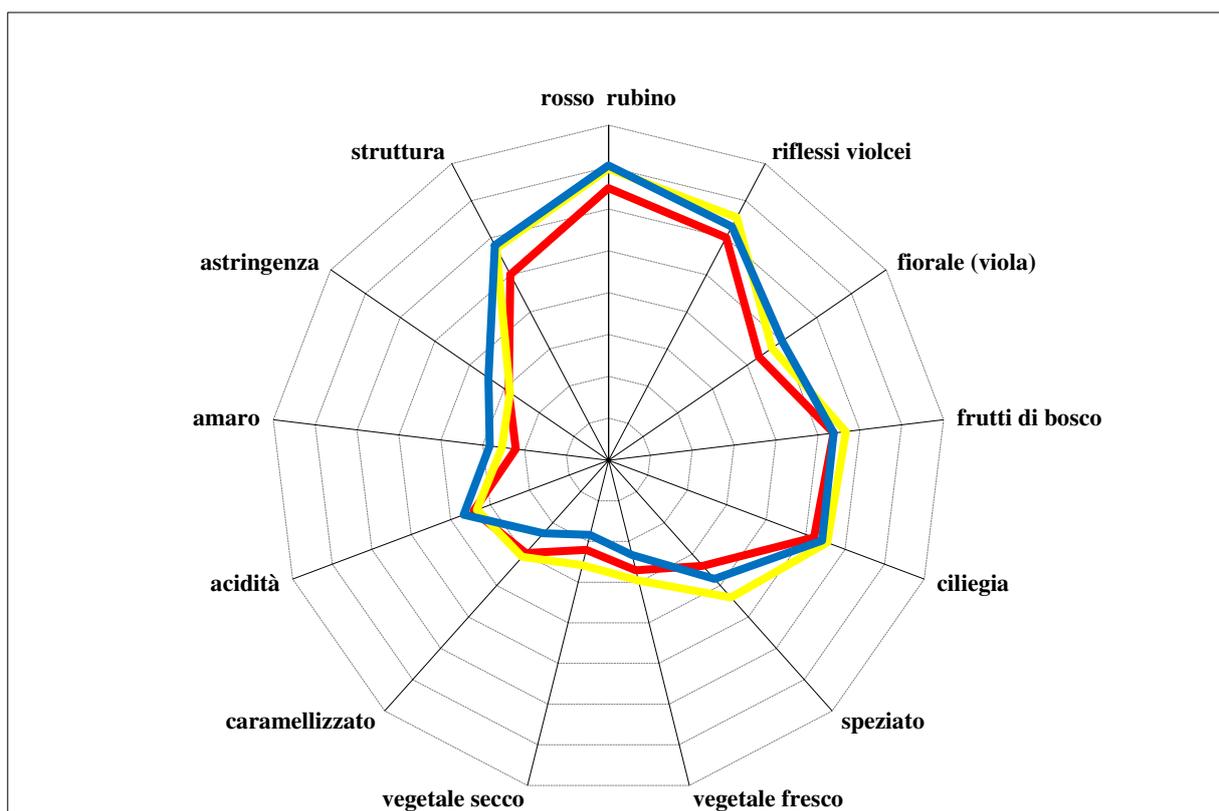


Figura 3.3.22: Profilo sensoriale (spider plot) del vino. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2020.

Il Controllo è risultato meno gradito dei vini ottenuti dalle Tesi BIOCHAR, sia a livello visivo che olfattivo, come si evince dal test di gradevolezza (**Figura 3.3.23**). Al gusto e complessivamente il testimone ha ricevuto punteggi più bassi di BIOCHAR10 e più elevati di BIOCHAR20 (**Figura 3.3.23**).

Anche nel 2020, il vino BIOCHAR10 è risultato il più gradito, con le migliori caratteristiche di tipicità (**Figura 3.3.23**).

Il BIOCHAR20 ha ricevuto dai giudici esperti punteggi elevati sia alla vista che all'olfatto, mentre è stato penalizzato al gusto per le note più amare e astringenti (**Figura 3.3.23**).

Nei test triangolari solo il confronto tra Controllo e BIOCHAR10 è risultato significativo, con il 75% di risposte corrette. Da questo si evince che i giudici sono stati in grado di distinguere i due vini per le loro peculiarità. Non sono, tuttavia, state espresse preferenze significative verso una delle due tipologie. È possibile che il risultato sia stato influenzato dalle diverse caratteristiche di colore (**Figura 3.3.23**).

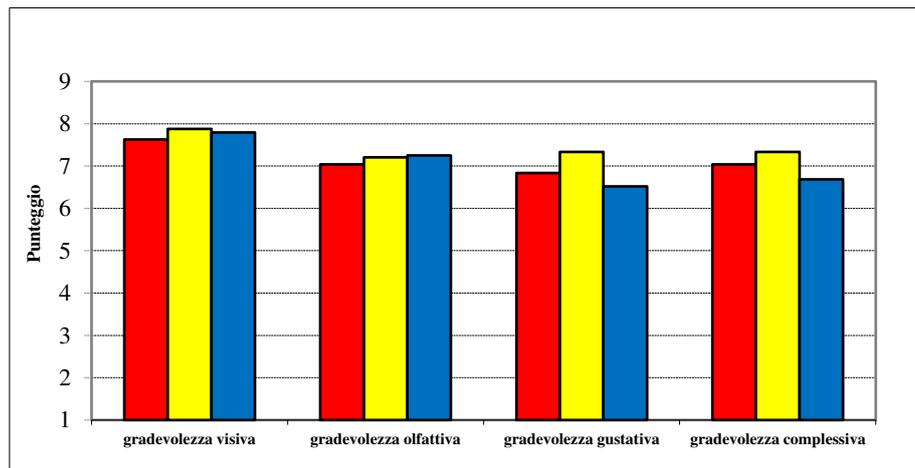


Figura 3.3.23: Test di gradevolezza del vino. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2020.

Per quanto riguarda i vini della vendemmia 2018, l'analisi dei descrittori sensoriali, effettuata da un panel di degustatori esperti, ha evidenziato un vivace aspetto visivo nelle Tesi BIOCHAR, in particolare in BIOCHAR10. Le Tesi BIOCHAR hanno, inoltre, mostrato un profilo olfattivo con più intense note floreali, fruttate, di speziato e sentori vegetali delicati. I vini delle Tesi BIOCHAR sono apparsi al gusto più strutturati rispetto al testimone. Il vino maggiormente apprezzato a livello sensoriale dai giudici è risultato BIOCHAR10.

L'analisi condotta sui vini della vendemmia 2019 ha riconfermato una netta differenza tra i vini della Tesi BIOCHAR e il CONTROLLO. Quest'ultimo è apparso, infatti, ancora una volta meno colorato, con minore complessità olfattiva e meno strutturato rispetto ai vini BIOCH10 e BIOCH20. Anche nel 2019, il vino che spiccava per la sua colorazione era il BIOCHAR10. Questo vino è, inoltre, risultato il più gradito dal panel di degustatori e quello con i migliori tratti di tipicità.

Dalla valutazione dei vini della vendemmia 2020 appariva nuovamente una netta differenza tra le Tesi BIOCHAR e il CONTROLLO. Quest'ultimo risultava ancora una volta meno colorato, con minore complessità olfattiva e meno strutturato rispetto ai vini BIOCH10 e BIOCH20. Nel 2020, il vino maggiormente apprezzato per la sua colorazione era il BIOCHAR10, che è risultato nuovamente il più gradito dal panel di esperti e con i migliori tratti di tipicità.

Vigneto 2. Azienda Selogna Luciano, Rio Saliceto (RE).

- *Analisi chimico-fisica del suolo*

Prima della distribuzione del BIOCHAR (T₀), in data 20 Novembre 2018, è stato effettuato un campionamento di suolo (da 0 a 40 cm), per la valutazione dei parametri chimico-fisici nelle parcelle destinate alle diverse Tesi (Tabella 3.3.25 e in Figura 3.3.24). Il terreno è risultato argilloso-limoso, con pH sub-alcino (Tabella 3.3.25 e Figura 3.3.24). La percentuale di carbonati totali è apparsa medio-alta e il calcare attivo alto. Il livello di sostanza organica è risultato medio-alto, mentre l'azoto totale alto. Il fosforo assimilabile, il potassio scambiabile sono apparsi molto alti e il calcio nella norma. Magnesio, ferro e manganese sono risultati medio-alti, il boro normale e il rame elevato. Il rapporto Ca/Mg sc. e Mg/K sc. si sono in generale, manifestati nella norma, Ca/K sc. è apparso medio-basso, mentre la capacità di scambio cationico (CSC) alta (Tabella 3.3.26).

PARAMETRO		AZIENDA SELOGNA
pH in H ₂ O		7,86
Carbonati totali (CaCO ₃)	%	13,00
Calcare attivo (CaCO ₃)	%	8,8
Carbonio organico (C)	%	1,89
Sostanza organica (SO)	%	3,26
Azoto totale (N)	%	2,34
Fosforo assimilabile (P ₂ O ₅)	ppm	126
Potassio scambiabile (K ₂ O)	ppm	671
Sodio scambiabile (Na)	ppm	54
Calcio scambiabile (Ca)	ppm	4914
Magnesio scambiabile (Mg)	ppm	388
Ferro assimilabile (Fe)	ppm	19,72
Rame assimilabile (Cu)	ppm	37,19
Boro assimilabile (B)	ppm	0,44
Rapporto Ca/Mg sc.	in meq	7,68
Rapporto Mg/K sc.	in meq	2,23
Rapporto Ca/K sc.	in meq	17,15
Rapporto C/N		8,1
Capacità di scambio cationico (CSC)	meq/100 gr.	29,38
Sabbia	%	11,0
Limo	%	45,0
Argilla	%	44,0

Tabella 3.3.25: Analisi chimico-fisiche del suolo (0-40 cm) nelle parcelle nel vigneto della cv. Lambrusco Salamino (Rio Saliceto, RE), prima dell'applicazione del BIOCHAR (T₀), 20 Novembre 2018. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON).

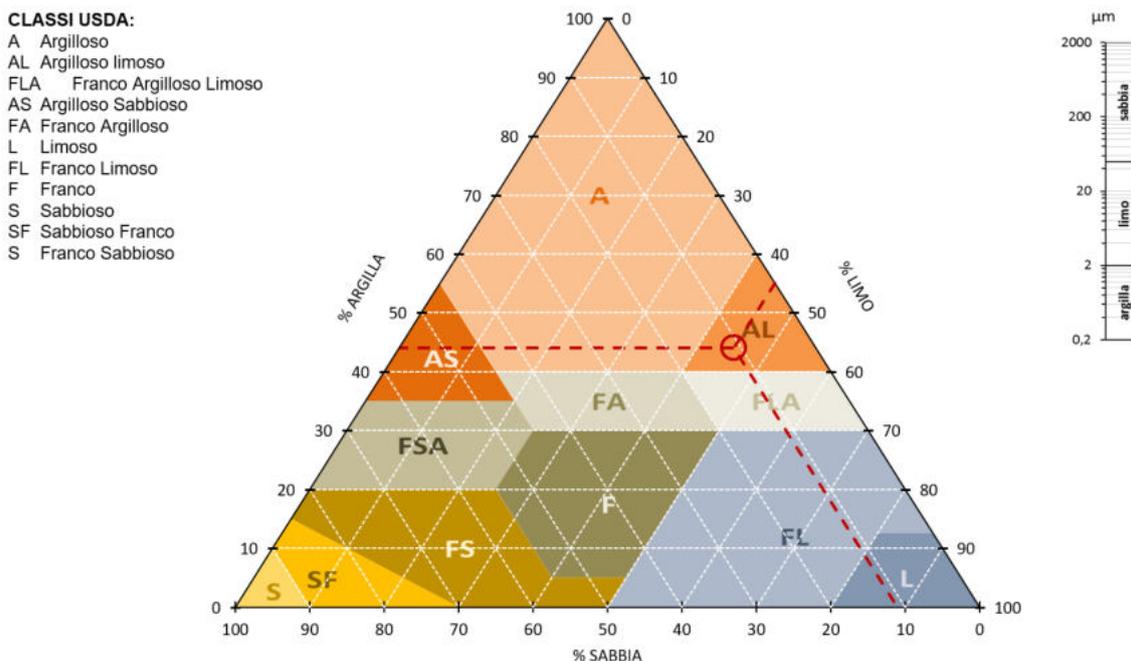


Figura 3.3.24: Tabella della tessitura del terreno nelle parcelle nel vigneto della cv. Lambrusco Salamino (Rio Saliceto, RE), prima dell'applicazione del BIOCHAR (T0), 20 Novembre 2018. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON).

- Fasi fenologiche della vite

2019

Nel 2019, non sono state riscontrate differenze significative in relazione allo sviluppo delle fasi fenologiche della vite tra le diverse Tesi a confronto, dal germogliamento sino alla raccolta (**Tabella 3.3.26**).

2020

Analogamente all'annata precedente, nel 2020, non sono emerse particolari differenze in relazione all'andamento delle principali fasi fenologiche della vite (**Tabella 3.3.27**).

TESI	Germogliamento	Fioritura	Allegagione	Invaiaura	Raccolta
2019					
CONTROLLO	22-apr	11-giu	20-giu	25-ago	24-set
BIOCHAR10	22-apr	11-giu	20-giu	25-ago	24-set
BIOCHAR20	22-apr	11-giu	20-giu	25-ago	24-set
2020					
CONTROLLO	7-apr	27-mag	5-giu	11-ago	11-set
BIOCHAR10	7-apr	27-mag	5-giu	11-ago	11-set
BIOCHAR20	7-apr	27-mag	5-giu	11-ago	11-set

Tabella 3.3.26: Fasi fenologiche delle piante di vite, cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019, Rio Saliceto (RE).

- Cinetica di maturazione e parametri tecnologici della bacca alla raccolta

2019

Dal 20 Agosto sino alla raccolta (24 Settembre) si è osservato un accumulo di solidi solubili pari a 5,7 Brix nel Controllo, a 6,1 Brix nelle bacche della Tesi BIOCH10 e a 5,9 Brix in quelle di BIOCH20 (Figura 3.3.25; Tabella 3.3.27). In data 20 Agosto, sono stati rilevati livelli di solidi solubili e di acidità totale simili tra le differenti Tesi a confronto. Anche alla raccolta, le bacche delle diverse Tesi hanno mostrato valori di solidi solubili e acidità totale simili. In tale data i valori di pH sono risultati più alti nelle Tesi Controllo e BIOCH10, rispetto a BIOCH20 (Figura 3.3.25; Tabella 3.3.28).

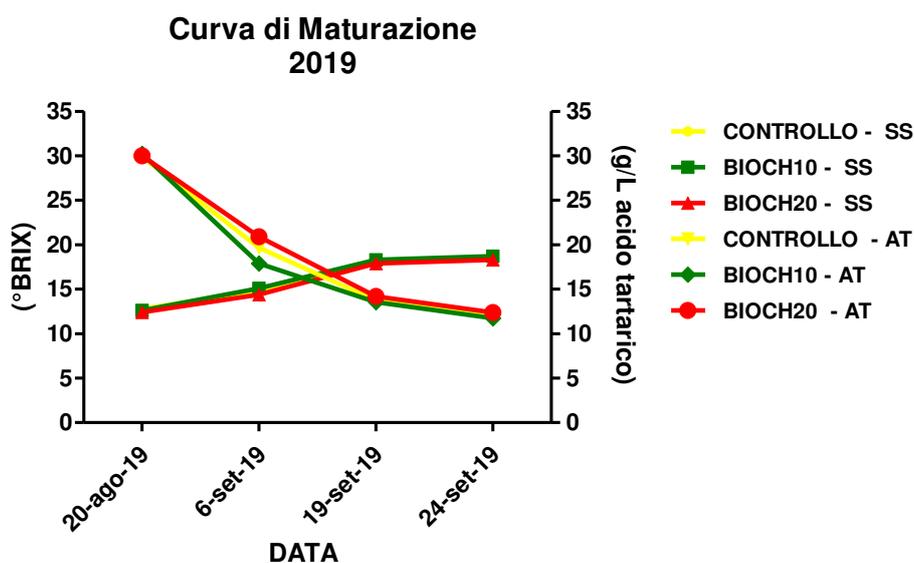


Figura 3.3.25: Curve di maturazione di bacche della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. SS: Solidi Solubili (°Brix); AT: Acidità Totale (g/L di acido tartarico). Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

TESI	20-ago-19	06-set-19	19-set-19	24-set-19
SOLIDI SOLUBILI (°BRIX)				
CONTROLLO	12,8	14,8	18,1	18,5
BIOCHAR10	12,6	15,1	18,3	18,7
BIOCHAR20	12,4	14,4	17,9	18,3
ACIDITÀ TOTALE (g/L di acido tartarico)				
CONTROLLO	29,91	19,66	13,71	11,91
BIOCHAR10	30,23	17,9	13,54	11,74
BIOCHAR20	29,99	20,89	14,19	12,39
pH				
CONTROLLO	2,64	2,81	2,98	3,12
BIOCHAR10	2,62	2,89	2,97	3,11
BIOCHAR20	2,63	2,82	2,96	2,98
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.27: Andamento di solidi solubili (Brix), acidità totale (g/L acido tartarico) e pH in bacche della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

Dall'11 Agosto sino alla raccolta (11 Settembre) si è osservato un accumulo di solidi solubili pari a 6,3 Brix nel CONTROLLO, a 4,9 Brix nelle bacche della Tesi BIOCH10 e a 5,5 Brix in quelle di BIOCH20 (**Figura 3.3.26; Tabella 3.3.28**). In data 11 Agosto, le Tesi BIOCHAR presentavano livelli di solidi solubili e di acidità totale tendenzialmente più alti rispetto al Controllo. Alla raccolta, le bacche delle Tesi BIOCHAR hanno mostrato valori acidità totale tendenzialmente più elevati e livelli di solidi solubili lievemente più bassi rispetto al testimone. In tale data il valore di pH è apparso più elevato nel Controllo (**Tabella 3.3.28**). In generale, i livelli di solidi solubili e di acidità totale alla raccolta sono risultati più bassi in tutte le Tesi rispetto all'annata precedente.

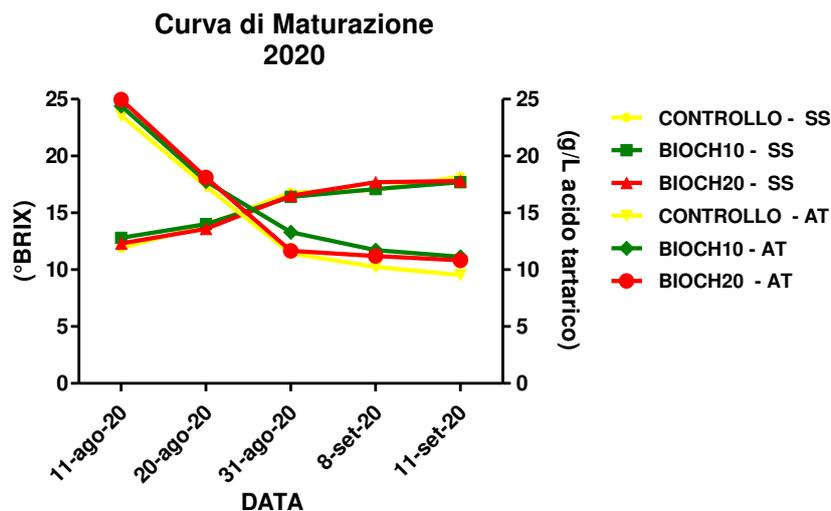


Figura 3.3.26: Curve di maturazione di bacche della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. SS: Solidi Solubili (°Brix); AT: Acidità Totale (g/L di acido tartarico). Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

TESI	11-ago-20	20-ago-20	31-ago-20	8-set-20	11-set-20
SOLIDI SOLUBILI (°BRIX)					
CONTROLLO	11,9	13,9	16,8	17,0	18,2
BIOCHAR 10	12,8	14,0	16,4	17,1	17,7
BIOCHAR 20	12,3	13,6	16,5	17,7	17,8
ACIDITÀ TOTALE (g/L di acido tartarico)					
CONTROLLO	23,57	17,35	11,43	10,23	9,53
BIOCHAR 10	24,40	17,78	13,31	11,71	11,14
BIOCHAR 20	24,96	18,11	11,65	11,20	10,82
pH					
CONTROLLO	2,78	2,77	2,97	3,00	3,06
BIOCHAR 10	2,79	2,81	2,95	2,93	2,97
BIOCHAR 20	2,73	2,78	2,97	2,96	2,98
Significatività	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.28: Andamento di solidi solubili (Brix), acidità totale (g/L acido tartarico) e pH in bacche della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Nelle diverse annate, le cinetiche di maturazione delle bacche di Lambrusco Salamino, sottoposte ai diversi trattamenti, hanno, in generale, mostrato andamenti simili. Il livello di solidi solubili, alla raccolta, non evidenziava differenze significative tra le Tesi. Tuttavia, nel 2020, l'acidità totale registrata nelle bacche delle parcelle di Controllo è apparsa tendenzialmente più bassa di quella riscontrata nelle bacche delle Tesi BIOCHAR.

- Antociani e Polifenoli Totali della bacca alla raccolta

2019

Nel 2019 sono stati evidenziati valori di polifenoli totali e di antociani tendenzialmente più alti nelle bacche delle parcelle in cui è stato distribuito BIOCHAR rispetto a quelle del Controllo (**Figura 3.3.27**).

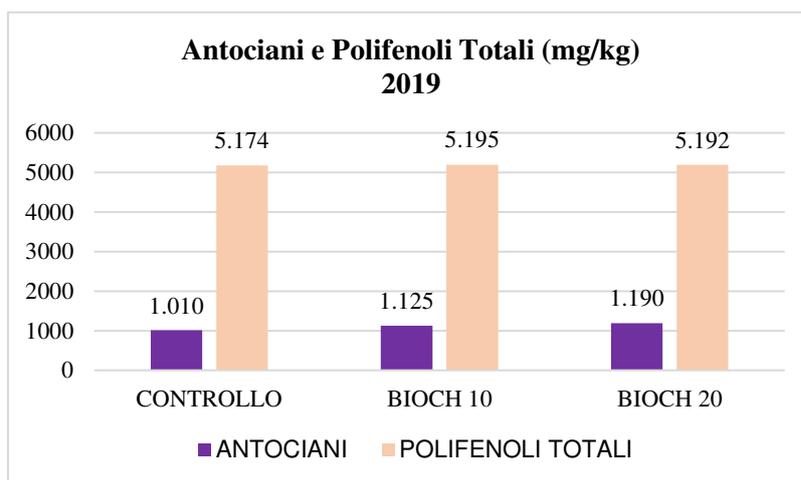


Tabella 3.3.27: Antociani e polifenoli totali cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

Nel 2020 sono stati evidenziati valori di antociani simili nelle tre Tesi, mentre una concentrazione di polifenoli totali più elevata nel Controllo e in BIOCH10 (**Figura 3.3.28**).

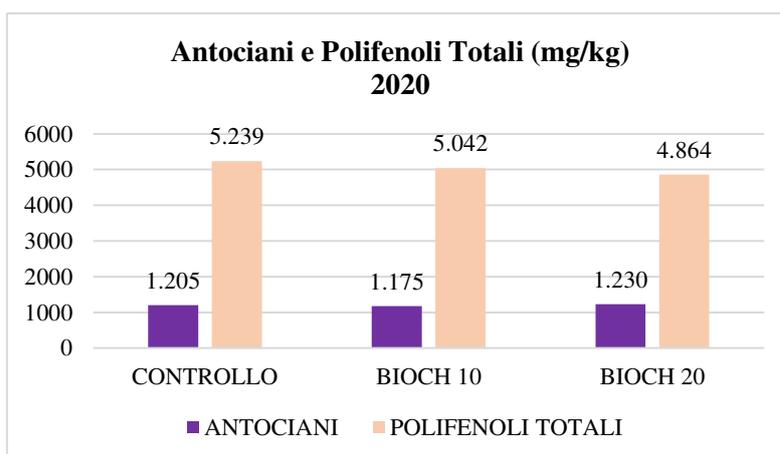


Tabella 3.3.28: Antociani e polifenoli totali cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

- Parametri produttivi, legno di potatura e Indice di Ravaz

2019

Nel 2019, non sono emerse differenze significative in relazione ai parametri vegeto-produttivi della pianta (**Tabella 3.3.29**). Tuttavia, analogamente a quanto riscontrato su Sangiovese, si evince una tendenza verso una più elevata produzione nelle viti delle Tesi trattate con BIOCHAR. I valori dell'Indice di Ravaz, indicano che le piante sono, in generale, molto produttive.

TESI	Grappoli (N)	Produzione (kg)	Peso medio (g)	Legno Chioma (kg)	Indice di Ravaz
CONTROLLO	65	9,6	148	0,81	11,9
BIOCH10	66	10,1	152	0,78	12,9
BIOCH20	67	10,0	149	0,83	12,0
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.29: Parametri produttivi di piante della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

Anche nel 2020, non sono state rilevate differenze significative inerenti i parametri vegeto-produttivi della vite (**Tabella 3.3.30**). Tuttavia, analogamente al 2019, le piante delle Tesi trattate con BIOCHAR tendono ad essere più produttive. I valori dell'Indice di Ravaz mostrano l'elevato livello produttivo delle piante.

TESI	Grappoli (N)	Produzione (kg)	Peso medio (g)	Legno Chioma (kg)	Indice di Ravaz
CONTROLLO	76	11,3	149	0,90	15,5
BIOCH10	78	11,9	152	0,82	14,9
BIOCH20	78	11,8	150	0,86	14,3
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.30: Parametri produttivi di piante della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Sebbene nelle due annate monitorate non emergano differenze significative tra le 3 Tesi a confronto, si evidenzia un livello produttivo tendenzialmente più elevato nelle viti di Lambrusco Salamino delle parcelle in cui è stato distribuito BIOCHAR, indipendentemente dalla dose.

- Anomalie di maturazione della bacca e rilievi fitosanitari

2019

Nel 2019, non sono stati registrati fenomeni di scottatura, avvizzimento e disseccamento del rachide nelle diverse Tesi (**Tabella 3.3.31**). L'incidenza della disidratazione della bacca è risultata inferiore all'1% in tutte le Tesi, con severità inferiore al 5%. In generale, è stato osservato un diffuso fenomeno di colatura, tuttavia, con lievi incidenza e severità <5% in tutte le Tesi (**Tabella 3.3.31**).

TESI	Incidenza (%)				
	Scottature	Avvizzimento	Disidratazione	Disseccamento del rachide	Colatura
CONTROLLO	n.p.	n.p.	<1	n.p.	<5
BIOCH10	n.p.	n.p.	<1	n.p.	<5
BIOCH20	n.p.	n.p.	<1	n.p.	<5
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.32: Incidenza (%) delle anomalie di maturazione della bacca alla raccolta, in piante della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

Nel 2019 (**Tabella 3.3.32**), non è stata riscontrata presenza di oidio in nessuna parcella oggetto della prova. Sono invece, state rilevate peronospora e botrite nei grappoli di tutte le tre Tesi, con incidenza inferiore al 20% e al 10%, rispettivamente, e severità di entrambe le malattie fungine al di sotto del 5%.

TESI	Oidio	Peronospora	Botrite
CONTROLLO	n.p.	<20	<10
BIOCHAR10	n.p.	<20	<10
BIOCHAR20	n.p.	<20	<10

Tabella 3.3.32: Incidenza (%) delle principali malattie fungine alla raccolta, in piante della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2019.

2020

In relazione alle anomalie di maturazione della bacca, nel 2020, non sono stati registrati fenomeni di scottatura e avvizzimento nelle diverse Tesi a confronto (**Tabella 3.3.33**). L'incidenza della disidratazione della bacca è risultata inferiore all'1% in tutte le tre Tesi, con severità inferiore al 5%. Il fenomeno del disseccamento del rachide è stato identificato solamente nei grappoli del Controllo, con incidenza limitata, inferiore all'1% e severità minore del 5%. In generale, anche nel 2020, è stato osservato un diffuso fenomeno di colatura, tuttavia, con lievi incidenza e severità (<5%) nelle Tesi BIOCHAR e più marcato nel Controllo, in cui l'incidenza è risultata inferiore al 15% e la severità minore del 10% (**Tabella 3.3.33**).

TESI	Incidenza (%)				
	Scottature	Avvizzimento	Disidratazione	Disseccamento del rachide	Colatura
CONTROLLO	n.p.	n.p.	<1	<1	<15
BIOCH10	n.p.	n.p.	<1	n.p.	<5
BIOCH20	n.p.	n.p.	<1	n.p.	<5
<i>Significatività</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabella 3.3.33: Incidenza (%) delle anomalie di maturazione della bacca alla raccolta, in piante della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Nel 2020 (**Tabella 3.3.34**) non è stata rilevata presenza di oidio nelle parcelle in prova. In tutte le tre Tesi l'incidenza della peronospora è risultata inferiore al 5%, con severità minore del 10%. Il Controllo ha mostrato una più elevata incidenza della botrite, rispetto alle parcelle in cui era stato distribuito BIOCHAR, tuttavia il livello di severità è rimasto per tutte e tre le Tesi sotto al 5%.

TESI	Oidio	Peronospora	Botrite
CONTROLLO	n.p.	<5	<10
BIOCHAR10	n.p.	<5	<5
BIOCHAR20	n.p.	<5	<5

Tabella 3.3.34: Incidenza (%) delle principali malattie fungine alla raccolta, in piante della cv. Lambrusco Salamino, sottoposte a 3 diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Dalle osservazioni condotte nei due anni nel vigneto della cv. Lambrusco Salamino ubicato a Rio Saliceto, presso l'Azienda Selogna, emerge che il BIOCHAR non influisce negativamente sullo stato sanitario delle uve e non comporta conseguenze negative sul processo di maturazione dell'uva.

- Analisi chimica dei mosti

2020

I parametri qualitativi dei mosti, ottenuti nella vendemmia 2020, sono riportati in **Tabella 3.3.35**. La differenza nel livello di solidi solubili riscontrata sulle bacche alla raccolta, è apparsa più accentuata nei mosti, in cui il controllo assumeva i valori più elevati di zuccheri. Inoltre, la Tesi BIOCHAR10 presentava un contenuto in solidi solubili più alto (1 Brix) rispetto a BIOCH20. I mosti delle Tesi BIOCHAR hanno evidenziato un'acidità totale più elevata e pH più basso rispetto al testimone. I valori di Azoto Prontamente Assimilabile dai lieviti (APA) sono risultati decisamente più alti nelle Tesi BIOCHAR. La concentrazione di acido tartarico è apparsa tendenzialmente più elevata nel Controllo, mentre le Tesi BIOCHAR hanno presentato valori più elevati di acido malico. L'acido citrico era presente in concentrazione simile in tutte le tre Tesi (**Tabella 3.3.36**). Il contenuto antociani è risultato simile nelle diverse Tesi, mentre i polifenoli totali sono apparsi tendenzialmente più elevati nel testimone e in BIOCHAR10.

TESI	Solidi solubili (Brix)	Acidità Totale (g/L Ac. tartarico)	pH	APA (mg/L)	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	Antociani (mg/kg)	Polifenoli Totali (mg/kg)
CONTROLLO	18,4	10,67	3,04	85	7,06	4,75	0,36	1205	5239
BIOCH10	17,1	12,15	3,01	106	6,91	6,10	0,39	1175	5042
BIOCH20	16,1	12,44	3,03	130	6,55	7,08	0,39	1230	4846

Tabella 3.3.35: Parametri qualitativi del mosto di uve della cv. Lambrusco Salamino, alla raccolta, di 3 diverse Tesi, nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

- Analisi chimica e sensoriale dei vini

2020

I dati relativi all'analisi chimica dei vini, condotta su uve Lambrusco Salamino vendemmiate nel 2020 (**Tabella 3.3.36**), confermano che le due Tesi BIOCHAR mostravano un minore livello di maturazione rispetto al Controllo. A vino finito presentano, infatti, una gradazione alcolica più bassa (inferiore a 10 %vol) rispetto al testimone. I valori di estratto sono apparsi simili tra le Tesi a confronto. L'acidità è risultata leggermente più elevata nelle Tesi BIOCHAR, confermando ancora una volta un livello di maturazione più avanzato nel Controllo. Nei vini non sono state rilevate particolari differenze nella composizione in polifenoli e antociani e, nel complesso, è stata evidenziata un'intensità elevata, con tonalità decisamente vivace.

PARAMETRO		CONTROLLO	BIOCHAR10	BIOCHAR25
Densità		0,99665	0,99710	0,99715
Alcol effettivo	vol%	10,16	9,73	9,73
Zuccheri	g/L	1,5	1,2	1,2
Alcol complessivo	vol%	10,25	9,80	9,80
Estratto secco totale	g/L	26,6	26,6	26,8
Estratto non riduttore	g/L	25,1	25,2	25,6
pH		3,39	3,34	3,36
Acidità Totale	g/L	7,92	8,59	8,32
Acidità Volatile	g/L	0,13	0,18	0,14
Acido Tartarico	g/L	1,52	1,55	1,52
Acido Malico	g/L	4,21	4,73	4,57
Acido Lattico	g/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acido Citrico	g/L	0,44	0,44	0,43
Polifenoli Totali	mg/L	1452	1395	1462
Antociani	mg/L	328	276	293
DO 420 nm		2,76	2,57	2,88
DO 520 nm		6,66	6,21	6,89
Intensità		9,42	8,78	9,77
Tonalità		0,41	0,41	0,42

Tabella 3.3.36: Parametri qualitativi del vino Lambrusco Salamino ottenuto da tre diverse Tesi nell'ambito della Prova di applicazione del BIOCHAR. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20); Controllo (CON), annata 2020.

Il vino Lambrusco Salamino, ottenuto da uve vendemmiate nel 2020 nelle parcelle del Controllo, ha presentato apprezzate caratteristiche di colore. All'olfatto è apparso gradevole, con note floreali e fruttate, di mora e lampone. Al gusto è risultato acidulo, di buona struttura (**Figura 3.3.29**).

Il vino BIOCHAR10 ha espresso vivaci note di colore. All'olfatto spiccavano gradevoli sentori floreali e fruttati di mora, lampone e ciliegia. Al gusto il vino è apparso acidulo, leggermente astringente, con buona struttura (**Figura 3.3.29**).

Il vino BIOCHAR20 ha presentato spiccate caratteristiche di colore. Il profilo olfattivo è risultato gradevole, con note floreali e di mora e lampone. Al gusto il vino è apparso acidulo, con buona struttura (**Figura 3.3.29**).

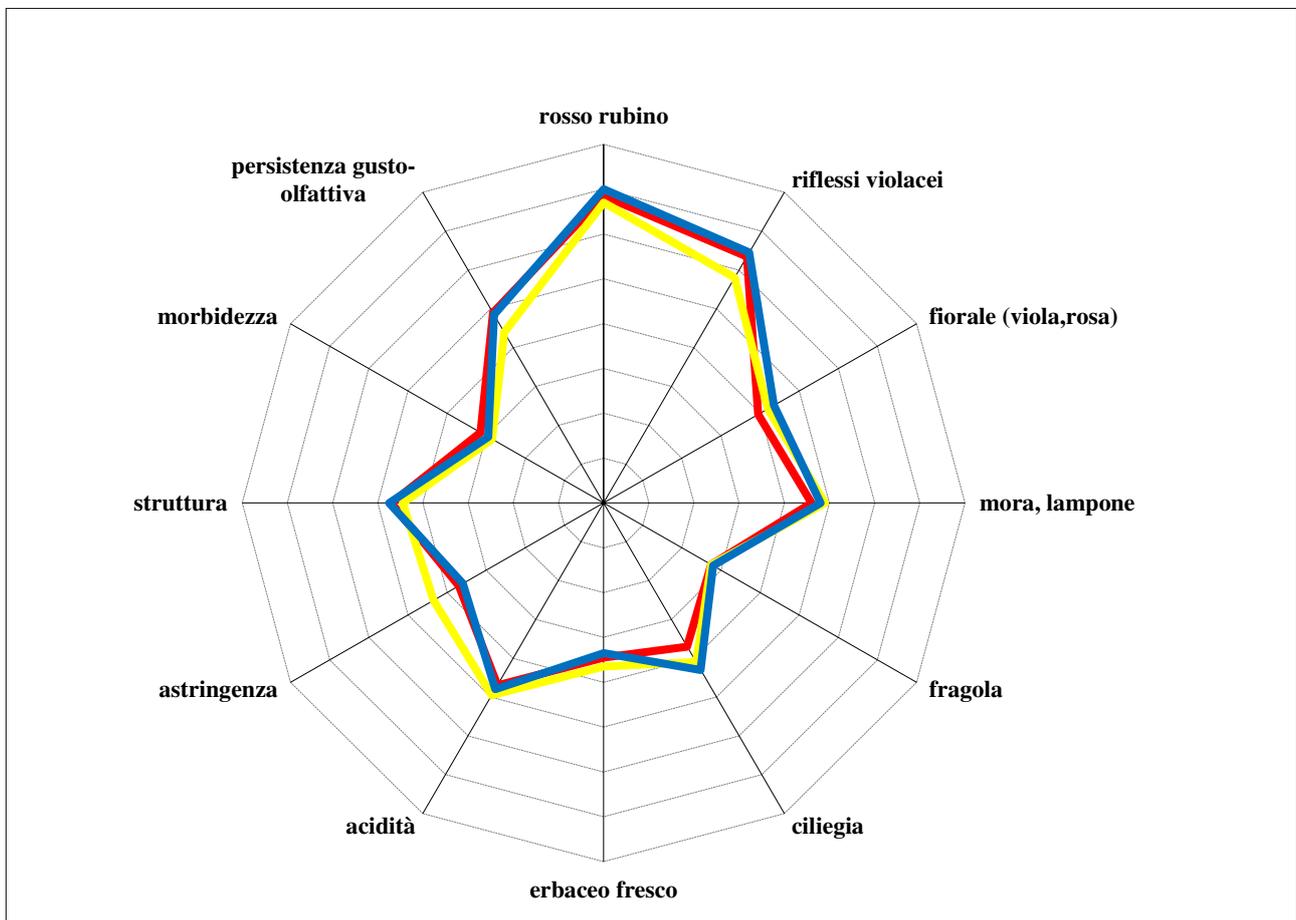


Figura 3.3.29: Profilo sensoriale (spider plot) del vino Lambrusco Salamino. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2020.

Dal test di gradevolezza (**Figura 3.3.30**) è emerso che il vino che è stato maggiormente apprezzato a livello visivo dal panel di esperti era il BIOCHAR20, mentre il BIOCHAR10 e il Controllo hanno

ricevuto punteggi simili. All'olfatto i vini BIOCHAR hanno ottenuto valutazioni leggermente più alte. Al gusto sono stati più apprezzati i vini BIOCHAR20 e Controllo e una simile tendenza è stata riscontrata anche nel giudizio complessivo. In generale, tutti i tre vini hanno ricevuto giudizi positivi. Nei test triangolari solamente il confronto tra Controllo e BIOCHAR10 è risultato significativo, con il 67 % di risposte corrette, pertanto i due vini sono apparsi diversi. Non è, tuttavia, stata espressa una preferenza significativa, in termini di gradimento tra le due Tesi.

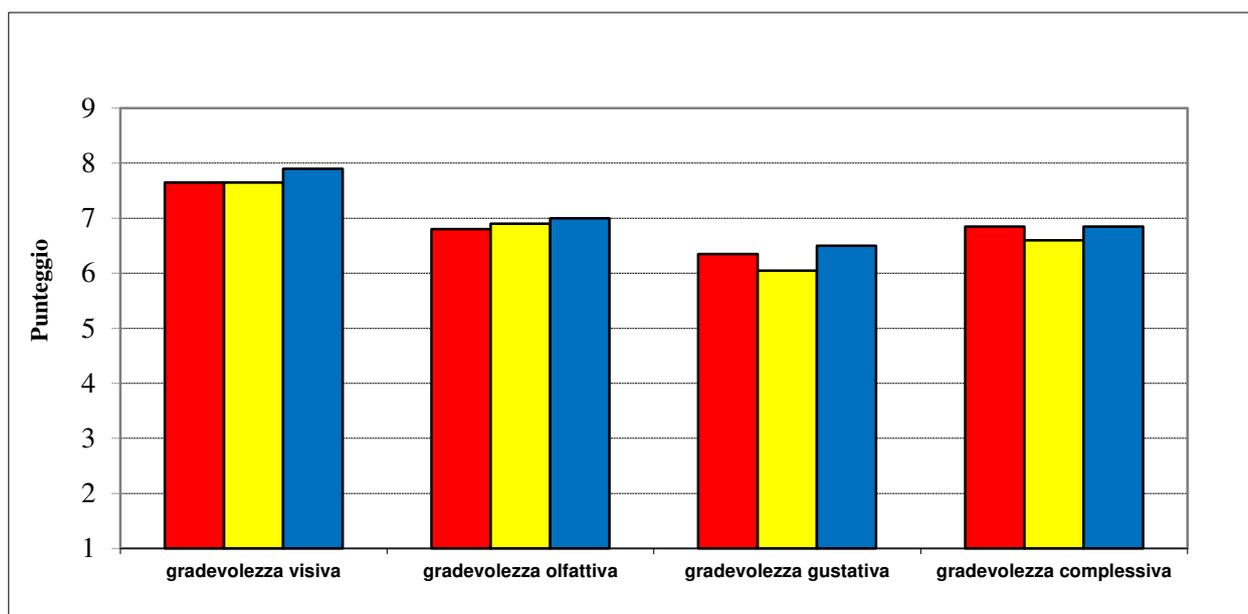


Figura 3.3.30: Test di gradevolezza del vino Lambrusco Salamino. Applicazione di BIOCHAR alla dose di 10 t/ha (BIOCH10, giallo); Applicazione di BIOCHAR alla dose di 20 t/ha (BIOCH20, blu); Controllo (CON, rosso), annata 2020.

I vini Lambrusco Salamino delle Tesi BIOCHAR, ottenuti da uve vendemmiate nel 2020, hanno presentato gradazione alcolica tendenzialmente più bassa e acidità totale più elevata rispetto al Controllo, contrariamente a quanto riscontrato per il vitigno Sangiovese. A livello visivo e olfattivo i vini BIOCHAR sono stati particolarmente apprezzati per la vivace colorazione e all'olfatto si sono distinti per un gradevole bouquet, caratterizzato da note floreali e fruttate. A livello gustativo, la Tesi BIOCHAR10 è stata penalizzata da una lieve nota astringente. Nel complesso tutti i vini rispecchiavano pienamente la tipicità varietale e sono stati apprezzati dai giudici. L'applicazione di BIOCHAR ha valorizzato le peculiarità del vitigno lambrusco in particolare l'acidità totale dei vini.

- Conclusioni

I risultati ottenuti nell'ambito delle prove agronomiche ed enologiche condotte nei due diversi areali viticoli della Regione Emilia-Romagna sono evidenti e fortemente incoraggianti. Di seguito vengono sintetizzati gli effetti positivi, dal punto di vista agronomico ed enologico, della distribuzione di BIOCHAR.

- La distribuzione del BIOCHAR o meglio il suo interrimento a circa 30-35 cm, in vigneti in essere, non comporta particolari difficoltà operative.
- Nel sito di Tebano, su un vigneto della cv. Sangiovese, nei tre anni di rilievi, le tesi BIOCHAR hanno mostrato un anticipo delle fasi fenologiche di fioritura e allegagione rispetto al Controllo. In due annate è stato inoltre registrato un anticipo del germogliamento e dell'invaiaitura nelle viti delle parcelle BIOCHAR in confronto alle piante del testimone.
- Dal punto di vista fitosanitario e delle anomalie di maturazione non sono state evidenziate problematiche ascrivibili agli effetti del BIOCHAR.
- Dal punto di vista produttivo, nelle parcelle in cui è stato distribuito il BIOCHAR, sono stati rilevati valori di produzione tendenzialmente più alti rispetto alle parcelle di Controllo.
- I vini Sangiovese ottenuti dalle tesi BIOCHAR sono risultati più apprezzati dal panel di degustatori esperti rispetto al vino prodotto dalle parcelle di Controllo.
- La distribuzione in campo di BIOCHAR non ha prodotto conseguenze negative sui vini della cv. Lambrusco Salamino, che, nel 2020 sono stati particolarmente apprezzati a livello visivo e olfattivo.

3.3.2) Recupero di rame metallico a partire dal BIOCHAR e suo riutilizzo in vigneto per la difesa della peronospora

- Analisi quantitativa sul contenuto di rame nel char

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti nell'ambito della sotto-azione 3.3.2.

I residui di char rimanenti dal solo attacco acido sono in grado di trattenere cationi metallici e questo è dimostrato dalle differenti quantità determinate dalle metodiche **a** e **b**.

a. BCTQ	0.300 mg/g, RSD 0.75%
b. BC depolv	0.369 mg/g, RSD 1.11%
Polvere da ciclone	0.567 mg/g, RSD 0.66%
b. BCTQ	1.247 mg/g, RSD 0.44%
BC depolv	0.919 mg/g, RSD 0.95%
Polvere da ciclone	0.711 mg/g, RSD 2.25%

La quantità di rame è espressa in mg di Cu per g di Biochar, RSD indica relative standard deviation

- Attacco con acido cloridrico su ceneri di char per recupero cloruri di metalli contenuti nel materiale

Al fine di determinare quali tipi di cloruri metallici potessero essere recuperati per attacco con acido cloridrico e successiva evaporazione delle soluzioni è stato scelto un approccio multi-analitico: XRF (X-Ray fluorescence) e SEM EDS (microscopia a scansione elettronica e analisi composizionale) XRF.

Il diverso colore delle ceneri (**Figura 3.3.31**) fa ipotizzare un differente contenuto di ossidi metallici, confermato dall'analisi seguente (**Figura 3.3.32**).

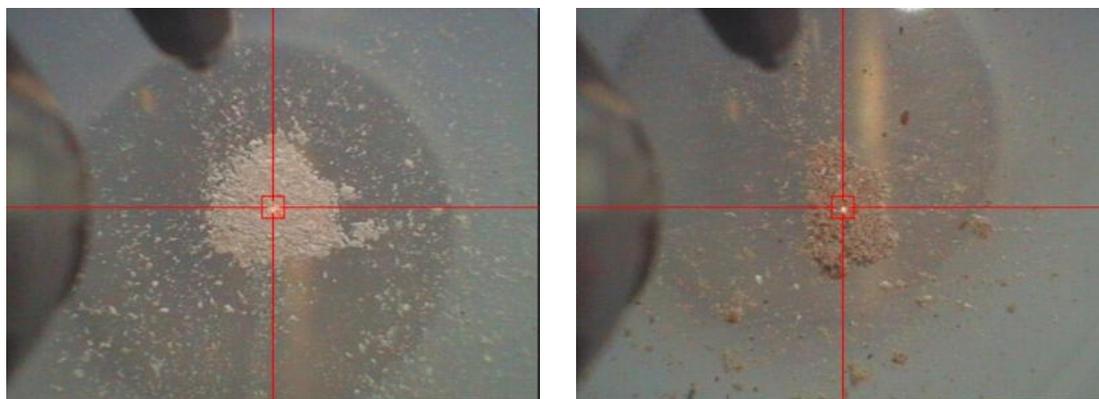


Figura 3.3.31: Immagini di ceneri risultanti da calcinazione di BCTQ sx, polvere da ciclone dx.

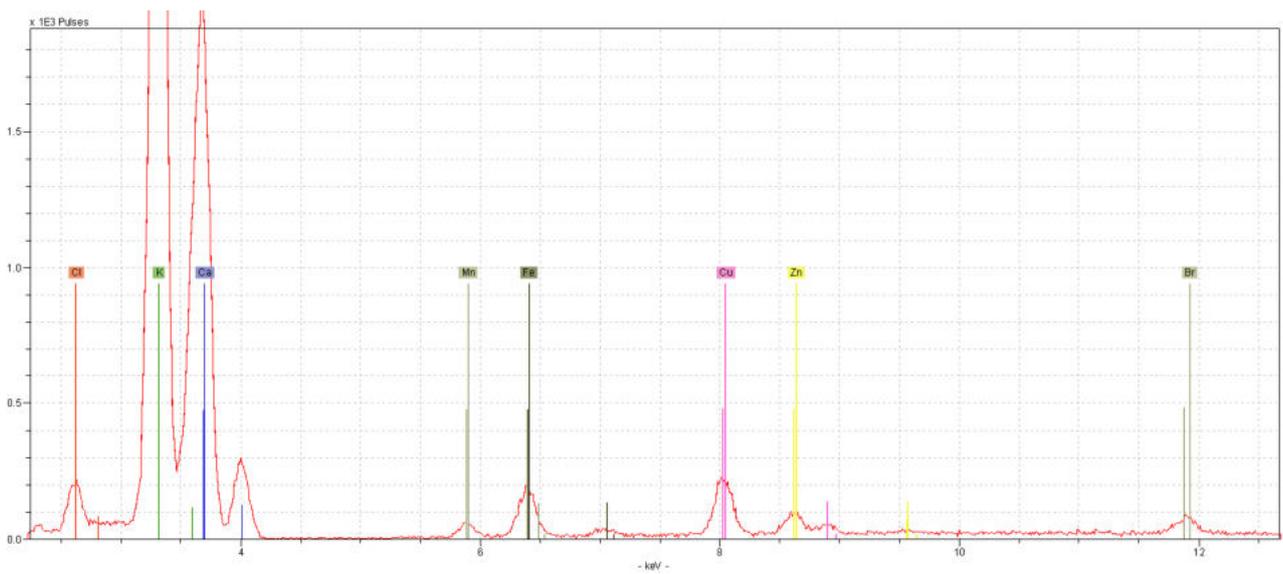


Figura 3.3.32: Spettro XRF su BCTQ.

In **Figura 3.3.33** si rilevano i segnali di metalli di transizione tra cui rame (Cu), manganese (Mn), ferro (Fe) e zinco (Zn) e di metalli alcalini e alcalino terrosi: calcio (Ca), potassio (K).

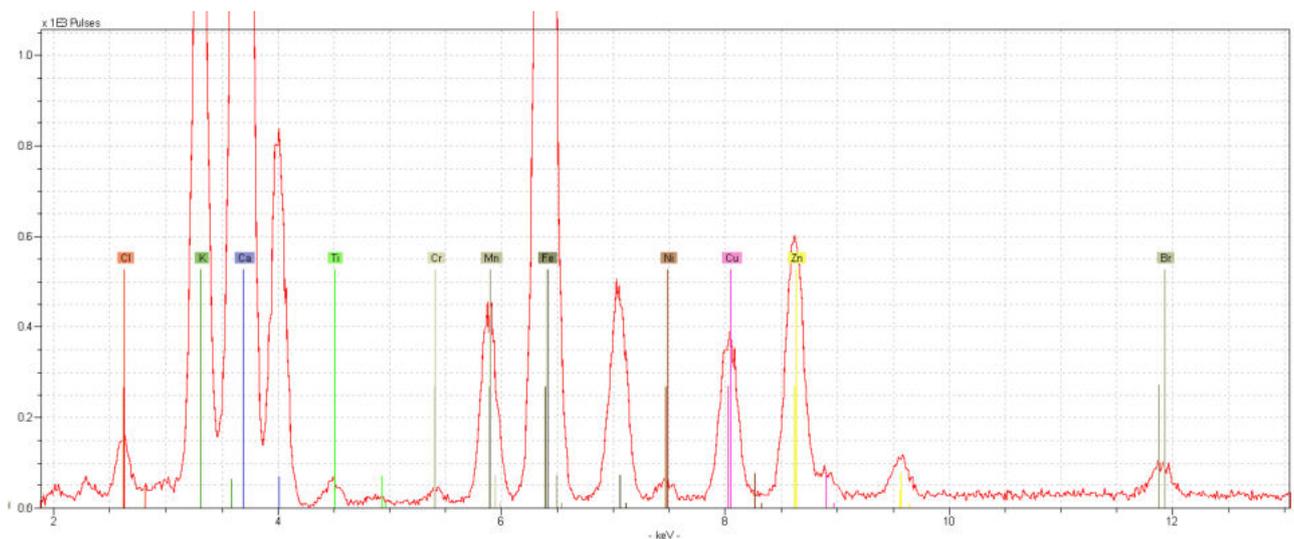


Figura 3.3.33: Spettro XRF su polvere da ciclone.

In **Figura 3.3.34**, si rilevano i segnali di metalli di transizione tra cui rame (Cu), manganese (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn), titanio (Ti), cromo (Cr) e nichel (Ni) e di metalli alcalini e alcalino terrosi: calcio (Ca), potassio (K).

Il confronto tra gli spettri di fluorescenza mostra un segnale molto più intenso per il ferro e la comparsa di segnali attribuiti a elementi inusuali in questa matrice tra cui cromo, nichel e titanio. Probabilmente, il flusso di gas e particolato ad alta temperatura all'interno del ciclone svolge un'azione erosiva sulle pareti di acciaio che porta a un accumulo di questi metalli all'interno della matrice.

SEM EDS

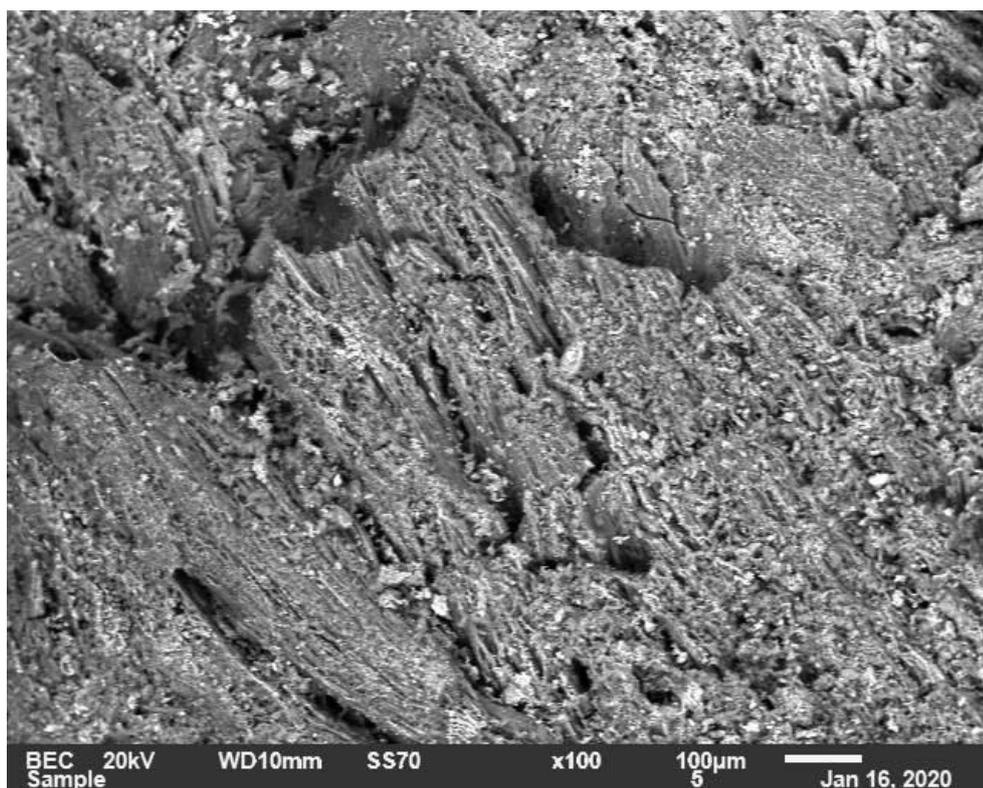
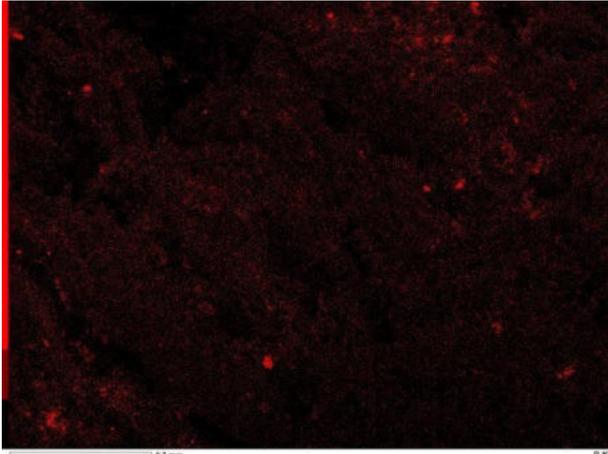
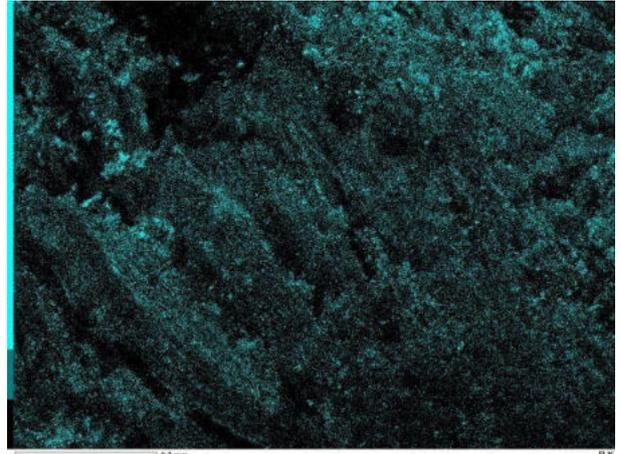


Figura 3.3.34: Immagine SEM su BCTQ.

Mappe EDS



Zolfo



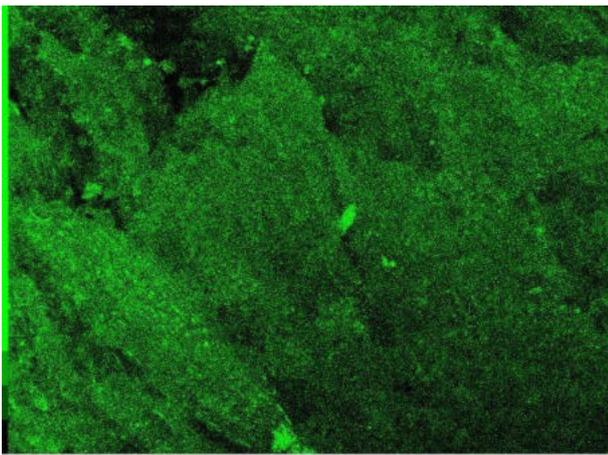
Fosforo



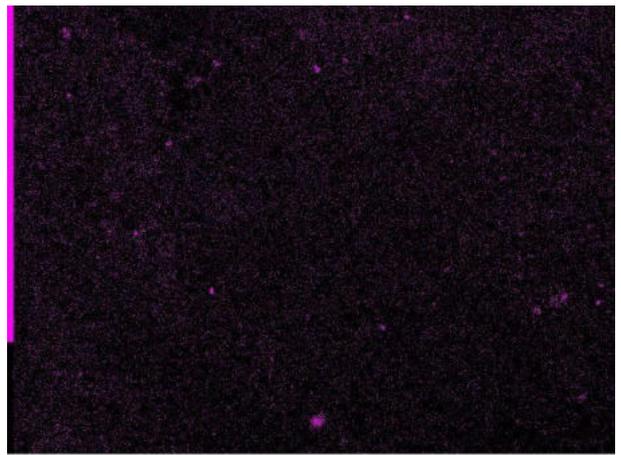
Ossigeno



Magnesio



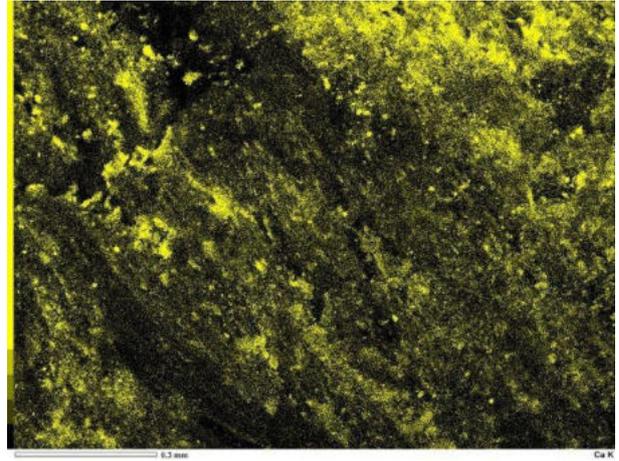
Potassio



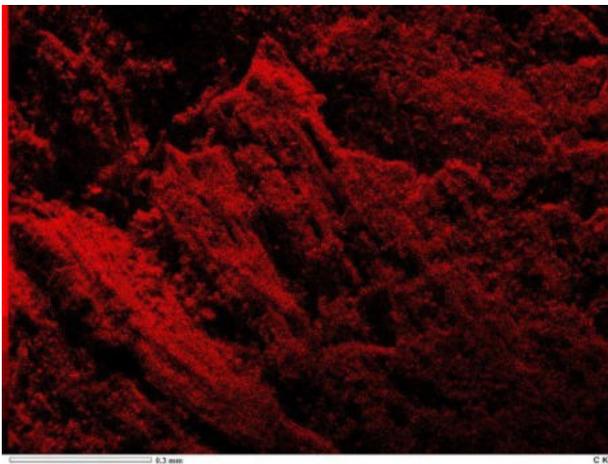
Ferro



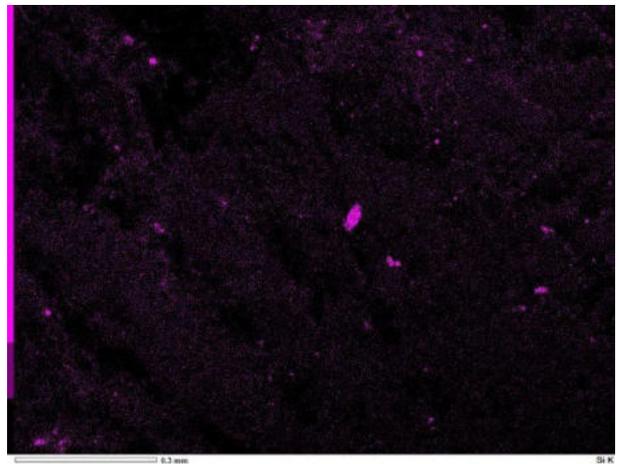
Rame



Calcio



Carbonio



Silicio

La maggior parte degli elementi è distribuita in modo uniforme sulla superficie del campione (**Figura 3.3.35**). Zolfo, silicio e ferro compaiono puntualmente in alcuni aggregati. Il rame sembra non essere presente sulla superficie del materiale e questo è dovuto alla differente mobilità dei diversi cationi. Il rame è, quindi, segregato in profondità nella matrice carboniosa. Per questo diventa necessario calcinare il char per liberare completamente ogni ione Cu^{2+} .

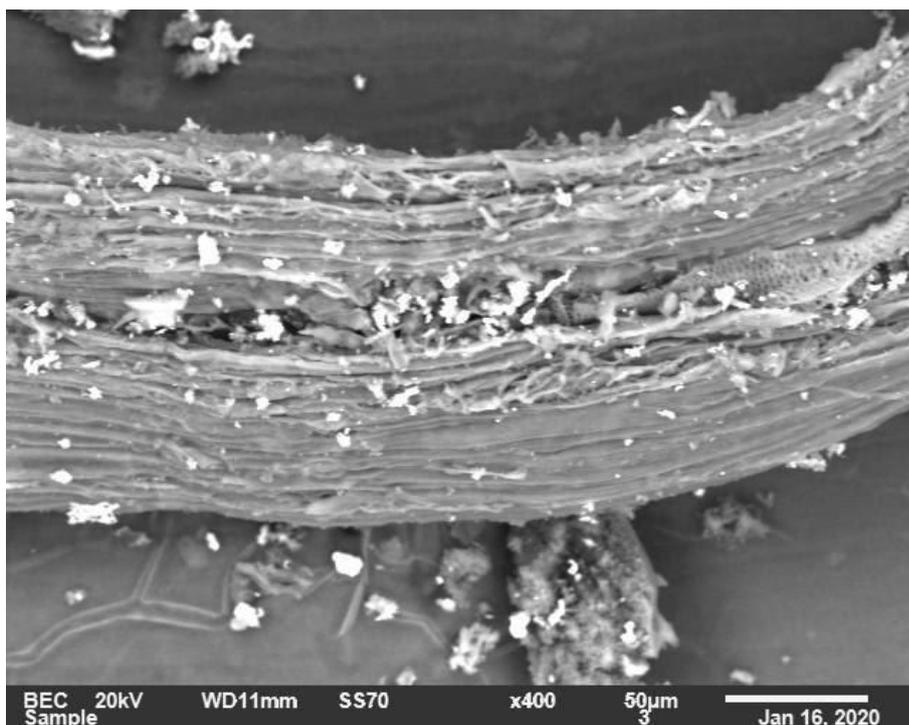
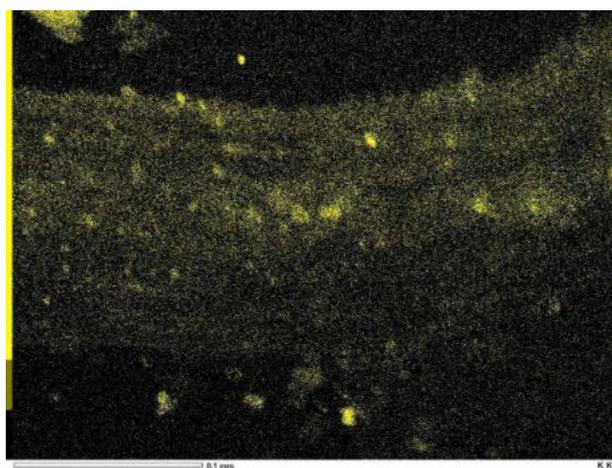


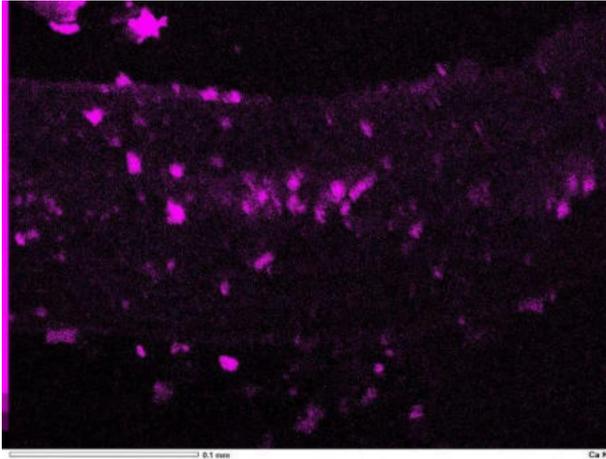
Figura 3.3.35: Immagine SEM su polvere da ciclone.



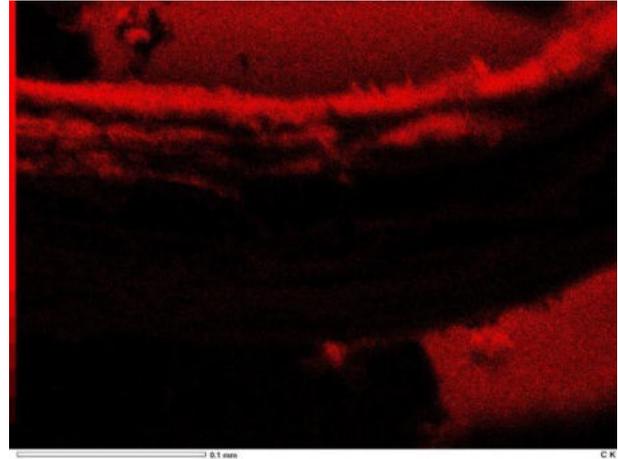
Potassio



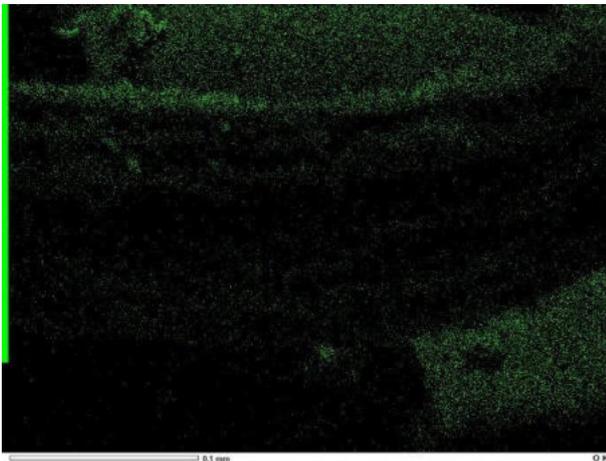
Rame



Calcio



Carbonio



Ossigeno

Come nel BCTQ il rame non è presente sulla superficie del campione. Il biochar viene, quindi, miscelato con 5 mL di acido cloridrico concentrato in un becker, a 150°C per 1 ora.

Si decide, quindi, di effettuare anche un attacco con acido cloridrico sulle ceneri di biochar calcinate, per 2 ore, a 600°C, in muffola. Il prodotto ottenuto si presenta come solido eterogeneo di colore giallo-verde, la resa di questo processo produce 1.454 mg di prodotto spurio per ogni grammo di char trattato. Si tratta di una miscela di cloruri dei metalli alcalini, alcalino terrosi e delle transizioni rilevate dall'analisi SEM-EDX e XRF svolte sulle ceneri.

- Conclusioni

L'insieme delle misure ci ha permesso di capire che esiste una quantità non indifferente di rame nel biochar (più dello 0,1%). Questa è recuperabile in modo efficace sia per elettrodeposizione (che ci restituisce rame metallico) sia per precipitazione come miscela di sali (cloruri di rame, calcio,

potassio, magnesio, zinco, ferro, ecc.). Inoltre, le valutazioni condotte hanno messo in evidenza come esistano forti differenze composizionali tra il biochar e il polverino (che viene recuperato nel ciclone). Quest'ultimo accumula, infatti, cromo, nichel e titanio.

2.2.1.3.4 CONCLUSIONI

- SOTTO-AZIONE 3.3 Recupero e utilizzo del BIOCHAR per migliorare le caratteristiche agronomiche ed enologiche del vigneto e per la difesa dalla peronospora

I positivi risultati ottenuti nell'ambito delle prove agronomiche ed enologiche realizzate nel ravennate e nel reggiano, rispettivamente su Sangiovese Lambrusco Salamino, distribuendo in campo due diverse dosi di BIOCHAR (10 e 20 t/ha), sono fortemente incoraggianti. Innanzitutto, la distribuzione del BIOCHAR, in vigneti in essere, è un'operazione che non comporta particolari difficoltà operative a livello agronomico. Per quanto riguarda gli effetti dell'ammendante sulla pianta, nel vigneto della cv. Sangiovese, in tre anni di rilievi, le tesi BIOCHAR hanno mostrato un anticipo delle fasi fenologiche di fioritura e allegagione rispetto al testimone. Inoltre, in due annate è stato riscontrato anche un anticipo del germogliamento e dell'invaiaitura nelle viti delle parcelle BIOCHAR in confronto alle piante del Controllo. Dal punto di vista fitosanitario e delle anomalie di maturazione non sono state evidenziate problematiche ascrivibili agli effetti del BIOCHAR. In relazione alla produzione, nelle parcelle BIOCHAR, sono stati, in generale, rilevati valori tendenzialmente più alti rispetto a quelle di Controllo. I vini Sangiovese BIOCHAR hanno ricevuto giudizi di gradevolezza migliori dal panel di degustatori esperti rispetto al vino prodotto dalle parcelle di Controllo. I vini della cv. Lambrusco Salamino, prodotti da uve delle parcelle BIOCHAR sono stati particolarmente apprezzati a livello visivo e olfattivo.

Nella presente sotto-azione è stato, inoltre, investigato il recupero di rame metallico, a partire dal BIOCHAR, e la possibilità di un suo riutilizzo in vigneto per la difesa dalla peronospora. L'insieme delle misure ha mostrato la presenza di una certa quantità di rame nel BIOCHAR (più dello 0,1%). Questa è recuperabile in modo efficace sia per elettrodeposizione sia per precipitazione come miscela di sali. Inoltre, le valutazioni condotte hanno evidenziato forti differenze composizionali tra il biochar e il polverino (che viene recuperato nel ciclone). Quest'ultimo accumula, infatti, cromo, nichel e titanio.

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

Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti durante questo periodo di rendicontazione.

Attività ancora da realizzare:

Nessuna.

2.2.2 PERSONALE

AZIONE 3

Nome Cognome	Unità Aziendale responsabile	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo (€)
	CRPV	Impiegato di concetto	Responsabile progetto	88	2.807,82
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	174	5.136,48
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	160	4.683,20
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	229	3.884,81
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	236	3.740,60
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	52	891,80
	UNIMORE	Ricercatore	Responsabile scientifico	41	1.071,32
	UNIMORE	Assegnista di ricerca	Tecnico di progetto	1.720	36.989,38
	CMA Solierese	Operaio specializzato	Supporto operativo	811	15.484,50
Totale:					74.689,91

2.2.3 TRASFERTE

Cognome e Nome	Descrizione	Costo €
- CRPV	Trasferte tra la sede del CRPV, le sedi dei partner e i siti in cui si svolgono le azioni di realizzazione del piano.	778,5
· CRPV	Trasferte tra la sede del CRPV, le sedi dei partner e i siti in cui si svolgono le azioni di realizzazione del piano.	426,82
- CRPV	Trasferte tra la sede del CRPV, le sedi dei partner e i siti in cui si svolgono le azioni di realizzazione del piano.	8,3
Totale:		1.213,62

2.3 Azione 4 – PIANO DI DIVULGAZIONE DI TRASFERIMENTO DEI RISULTATI E IMPLEMENTAZIONE DELLA RETE PEI

2.3.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Unità aziendale responsabile (Uar)

CRPV

Descrizione attività

La divulgazione dell'innovazione alle imprese agricole e operatori del settore vitivinicolo, costituisce un'azione fondamentale del piano. Il CRPV ha attivato il proprio personale per sviluppare questa attività sin dalle prime fasi del progetto.

Uno degli obiettivi di questa azione è di concretizzare un efficace collegamento funzionale *multi actor* tra innovazione, trasferimento e applicazione, e stimolare lo sviluppo e applicazione dell'innovazione lungo la filiera.

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 ad una più ampia gamma di *stakeholders* del settore agricolo. Il CRPV ha messo a disposizione del GO un indirizzario che conta migliaia utenti, una mailing list di oltre 1.500 indirizzi, un portale che conta circa 10.000 visitatori all'anno oltre a considerare che già la sua base sociale contribuisce nel suo complesso a produrre circa il 60% della PLV vegetale regionale.

Come preventivato nel Progetto, il Piano di Comunicazione è stato sviluppato dall'operato del personale CRPV, al fine di sviluppare una "Comunicazione sostenibile", ossia organizzare iniziative utili a mostrare i risultati via via raggiunti dalle attività del progetto e sistemi di divulgazione logisticamente 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 sin dalle prime fasi di sviluppo del Piano.

In accordo con i partner del GO, il personale CRPV ha quindi organizzato e gestito le iniziative e azioni di diffusione che sono descritte in **Tabella 4.1: 6 Visite guidate, 5 Incontri tecnici, 4 Articoli tecnici, 1 Convegno Finale (Webinar), 1 Registrazione audio-video, che illustra i principali risultati ottenuti nell'ambito del Progetto.**

Le attività svolte nell'ambito del progetto sono state presentate di un convegno nazionale (ENOVITIS IN CAMPO, 2018) e di due convegni internazionali (ENOFORUM 2019 tenutosi a Vicenza; EUBCE 2019, a Lisbona, e EUBCE 2020, a Firenze). Tali iniziative hanno rappresentato un momento di discussione e confronto sul tema oggetto dell'evento, permettendo così un utile scambio di esperienze e risposte a vantaggio di tutti i partecipanti e del GO stesso.



Figura 4.1. Presentazione del Progetto Val.So.Vitis a Enovitis in campo, 21 Giugno 2018, Fabbrico (RE).



Figura 4.2. Incontro Tecnico 9 Novembre 2018 (MO).



Figura 4.3. Incontro Tecnico e Visita guidata 14 Novembre 2019 (Novi di Modena, MO).



Figura 4.4. Visita guidata online 22 Ottobre 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=lmY5FG6etPU&t=2s>

Istituzione realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 - Tipi di operazioni 16.1.01 - Gruppo operativo del partenariato regionale per l'innovazione: "Sostenibilità e sostenibilità dell'agricoltura"
 Piacenza Area 2C - Progetto "Valorizzazione dei sottoprodotti della filiera vitivinicola - Val. 60.000"

Programma di Sviluppo Rurale
 2014-2020

Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Rurali
 Regione Emilia-Romagna
 Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Metodologie di recupero del rame da biochar di vite
 Giulio Allesina, Simone Pedrazzi
 Dipartimento di Ing. Enzo Ferrari, Università di Modena e Reggio Emilia

Figura 4.5. Visita guidata online 27 Ottobre 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=5Lp6H712dgs&t=931s>



Figura 4.6. Visita guidata online 1 Dicembre 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=diR5zfWfwIw>



Figura 4.7. Visita guidata online 14 Dicembre 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=5vvTD4KXSA4>



Figura 4.8. Visita guidata online 21 Dicembre 2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=-mgSHIasK28&feature=youtu.be>

Inoltre il CRPV ha messo a disposizione del GO il proprio **Portale Internet**, affinché le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano siano facilmente identificabili e fruibili dall'utenza. All'interno del portale CRPV, è stata individuata una pagina dedicata al Piano, (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/26>), composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del progetto e i primi aggiornamenti relativi alle attività condotte. Inoltre, attraverso un contatto continuo con i Responsabili scientifici, un referente CRPV ha proceduto all'aggiornamento della pagina con notizie, informazioni e materiale divulgativo ottenuti durante lo sviluppo del Piano. Questo lavoro, in fase di implementazione, permetterà, unitamente alla pubblicazione dei risultati, la consultazione dell'elenco dei Piani coordinati da CRPV, dal quale, selezionando un singolo Piano/progetto si accederà ad una nuova pagina simile a quella del Portale CRPV, con cui si potranno vedere i dettagli delle attività. Contestualmente è stata attivata un'App specifica "CRPV PEI" di progetto con il supporto dell'azienda Linxs. Questo strumento comunicativo e divulgativo consentirà altresì di poter visionare collegamenti e sinergie che il presente Piano può avere anche con altri progetti e/o iniziative.

Infine, sul canale Youtube del CRPV, oltre ai filmati realizzati in occasione delle visite guidate, sono disponibili anche la registrazione del Convegno conclusivo (<https://www.youtube.com/watch?v=IwYniSWomqA>) e l'audiovisivo del Progetto (<https://www.youtube.com/watch?v=7sWppKs4eGU&t=29s>).

Come indicato nell'Azione 1, il personale CRPV 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**.

Nella **Tabella 4.1**, sono riportate le iniziative organizzate nel dettaglio

Visite guidate		Incontri tecnici		Audiovisivo		Publicazioni		Convegno finale	
Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo	Data	Titolo (Rivista)	Data	Titolo
14/11/2019	Linea per la produzione di energia elettrica, termica e biochar da sottoprodotti della vite: dimostrazione e illustrazione del dispositivo per la gassificazione. (MO) (n. presenze: 12) VALSOVITISVisita14novembre19MO	21/06/2018	Presentazione del Progetto "Val.So.Vitis" - Valorizzazione dei sottoprodotti della filiera vitivinicola. (RE) (n. presenze: 135) VALSOVITISIncontro21giugno18RE	11/11/2020	GOI: Valorizzazione dei sottoprodotti della filiera vitivinicola. (n. visualizzazioni: 80) https://www.youtube.com/watch?v=7sWppKs4eGU	21-23/05/2019	Poster: Valorization of wine industry by products – Val. So. Vitis – (ENOFORUM – VI). Poster Enoforum 21 maggio 2019 Vicenza	18/11/2020	Convegno conclusivo progetto: Val. So. Vitis. "Valorizzazione dei Sottoprodotti della Filiera Vitivinicola". (n. iscritti: 19) (n. visualizzazioni: 43) https://www.youtube.com/watch?v=IwYniSWomqA VALSOVITISConvegnofinaleonline18dicembre20
22/10/2020	Dimostrazione di raccolta meccanizzata delle foglie di vite. (on line) (n. visualizzazioni: 165) VALSOVITISVisitaonline22ottobre20MO	9/11/2018	Prime indicazioni per la valutazione e applicazione di innovative soluzioni tecniche per l'utilizzazione degli scarti e dei sottoprodotti della filiera vitivinicola. (MO) (n. presenze: 8) VALSOVITISIncontro9novembre18MO			27-30/05/2019	Poster: Study of copper content distribution through the thermochemical conversion chain of vine pruning biomass. (EUBCE – Lisbona, PT). Poster EUBCE 27-30 maggio 2019 Lisbona		
27/10/2020	Recupero del rame da biochar di vite. (on line) (n. visualizzazioni: 205) VALSOVITISVisitaonline27ottobre20MORE	14/11/2019	Linea per la produzione di energia elettrica, termica e biochar da sottoprodotti della vite: dimostrazione e illustrazione del dispositivo per la gassificazione. (MO) (n. presenze: 12) VALSOVITISIncontro14novembre19MO			17/12/2019	Paper: Use of fabric filters for syngas dry filtration in small-scale gasification power systems. (AIP Conference Proceedings 2191, 020117)		
01/12/2020	Dimostrazione di raccolta meccanizzata dei sarmenti di vite con rotoimballatrice. (on line) (n. visualizzazioni: 143) VALSOVITISVisitaonline1dicembre20MO	6/12/2019	Prime indicazioni sull' utilizzo di biochar in contesti viticoli diversi dell' Emilia-Romagna. (RA) VALSOVITISIncontro6dicembre19RA			03/2020	Articolo: Calore e biochar dagli scarti di viticoltura Ecoscienza 2/2020		
14/12/2020	Valutazione degli effetti agronomici sull'uva e su vino del Biochar su vitigno Lambrusco Salamino. (on line) (n. visualizzazioni: 59) VALSOVITISVisitaonline14dicembre20RE	11/12/2020	Economia circolare in viticoltura: pirodiserbo tramite gassificazione dei sarmenti e produzione di biochar (n. partecipanti: 52) http://www.crpv.it/images/stories/pdf/2020/Iniziativa/IncontroonlineVALSOVITIS111220.pdf			07/2020	Paper: Enhanced heat transfer in tubes-in-shell heat exchanger for syngas cooling: A comparison between conventional and perforated twisted tape inserts. (ATTI EUBCE - 2020, pp. 288-294)		
21/12/2020	Biochar: valutazione degli effetti agronomici sull'uva e su vino su vitigno SANGIOVESE (on line) (n. visualizzazioni: 155) VALSOVITISVisitaonline21dicembre20RA					07/2020	Paper: Vine pruning agro-energetic chain: experimental and economic assessment of vine pellets use in gasification power plants. (ATTI EUBCE - 2020, pp. 92-96)		
						07/2020	Poster: Vine pruning agro-energetic chain: experimental and economic assessment of vine pellets use in gasification power plants. (ATTI EUBCE - 2020) Poster EUBCE 6-9 giugno 2020 on line		
Tot = 6		Tot = 5		Tot=1		Tot = 4		Tot=1	

Tabella 4.1. Descrizione delle iniziative di divulgazione svolte dal 15 Aprile 2017 al 31 Dicembre 2020.

Le locandine prodotte e i fogli firma registrati in occasione dell'iniziativa sopra descritta in **Tabella 4.1** sono disponibili presso il CRPV e verranno allegati alla rendicontazione di fine progetto. Il numero di partecipanti alle Visite guidate in modalità streaming, si riferisce al numero di visualizzazioni del filmato, in data 25 Febbraio 2021. Nel caso specifico del Convegno sui risultati finali del Piano, svolto in modalità Webinar, i numeri delle presenze riportati in Tabella 4.1 si riferiscono sia al numero delle registrazioni preventive (fino al 17 Dicembre 2020) sia alle effettive visualizzazioni al 25 Febbraio 2021.

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

Gli obiettivi previsti per questa fase di rendicontazione sono stati raggiunti senza scostamenti dal piano di lavoro ed evidenze di criticità.

Attività ancora da realizzare:

Nessuna.

2.3.2 PERSONALE

Cognome e nome	Unità Aziendale responsabile	Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo €
	CRPV	Dirigente	Supporto all'organizzazione GOI	64	3.502,08
	CRPV	Impiegato di	Supporto alla divulgazione	102	2.733,10
	CRPV	Impiegato di	Supporto amministrativo	64	1.765,76
	CRPV	Impiegato di	Responsabile del Progetto	128	4.106,18
	CRPV	Impiegato di	Tecnico di progetto	263	4.146,52
	CRPV	Impiegato di	Tecnico di progetto	36	581,40
Totale:					16.835,04

2.3.3 TRASFERTE

Cognome e Nome	Descrizione	Costo €
CRPV	Trasferte tra la sede del CRPV, le sedi nelle quali si sono svolte le iniziative di divulgazione.	251,9
	Trasferte tra la sede del CRPV, le sedi nelle quali si sono svolte le iniziative di divulgazione.	46,5
Totale:		298,40

2.3.4 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI

Fornitore	Descrizione	Costo (€)
Pubblisole	Audiovisivo	500,00
Totale		500,00

2.4 Azione 5 – ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

2.4.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Azione

Azione 5 – FORMAZIONE

Unità aziendale responsabile (Uar)

CRPV

Descrizione attività

Per questa specifica azione sono state realizzate tre attività di coaching, della durata di 8 ore ciascuna, (Numero a Catalogo verde: 5015612) dal titolo “*Recupero e valorizzazione di scarti e sottoprodotti della filiera vitivinicola*”. La finalità della presente proposta formativa è stata quella di fornire ai partecipanti informazioni in merito alle più aggiornate acquisizioni scientifiche circa il ri-utilizzo dei sottoprodotti della filiera vitivinicola,

Incoraggiare le aziende del settore vitivinicolo ad innovarsi applicando nuovi criteri e prospettive di innovazione, al fine di sviluppare un modello condiviso di “Agricoltura Circolare”, è la chiave di volta per ripensare creativamente la sostenibilità della filiera e andare verso una futura strategia di elevata responsabilità e consapevolezza sociale ed economica.

Gli obiettivi formativi hanno, quindi, riguardato: la descrizione delle caratteristiche dei sottoprodotti della filiera vitivinicola (residui di potatura, vinacce, raspi, vinaccioli, borlande, fecce, acque di lavorazione ecc.) la loro riutilizzazione anche in ambiti diversi da quelli prettamente agricoli, attraverso l’individuazione di una strategia integrata di recupero dei sottoprodotti dei processi di vinificazione (e distillazione), per ridurre l’impatto ambientale e ottenerne derivati ad alto valore aggiunto, con conseguente potenziale significativo profitto per le aziende del settore. Alla termine del coaching, i partecipanti hanno acquisito importanti nozioni utili alla conoscenza dei sottoprodotti e alle strategie più innovative e vantaggiose per un loro riutilizzo.

Di seguito sono elencate le aziende agricole coinvolte con le date di coaching (per un totale di 8 ore):

- Azienda agricola Mora William;
- Azienda agricola Reverberi Roberto;
- Azienda agricola Mano Valentini;
- Azienda agricola “Fattoria Fiori” di Fiori Pier Paolo;
- Società agricola Ferrari Nunzio e Fabio s.s.;

- Azienda Agricola “Cerpiano” di Bertolini Emilio;
- C.M.A. Solierese Soc. Coop. Agr.

L'attività di coaching è stata articolata nei seguenti 4 moduli:

- 1 - I sottoprodotti della filiera vitivinicola: tipologie, caratteristiche e quantità.
- 2 - Da sottoprodotti a risorsa: utilizzo dei sottoprodotti della filiera vitivinicola per scopi nutraceutici.
- 3 - Da sottoprodotti a risorsa: utilizzo dei sottoprodotti della filiera vitivinicola per scopi agronomici.
- 4 - Da sottoprodotti a risorsa: utilizzo dei sottoprodotti della filiera vitivinicola per scopi energetici.

Coach:

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

Gli obiettivi del Progetto in merito alla formazione sono stati pienamente raggiunti e con alto grado di gradimento da parte degli utenti finali.

Attività ancora da realizzare:

Nessuna.

TOTALE COSTO AZIONE 5			
Numero proposta presentata su Catalogo verde	Costo Unitario (€)	Numero aziende aderenti	Totale Importo (€)
ID - 5015612 (Coaching)	434	7	3.038

3. CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Criticità tecnico-scientifiche	Non sono state rilevate criticità significative nello svolgimento del Piano.
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Non sono state rilevate criticità gestionali nello svolgimento del Piano.
Criticità finanziarie	Non sono state rilevate criticità finanziarie.

4. ALTRE INFORMAZIONI

Non si reputa necessario inserire altre informazioni.

5. CONSIDERAZIONI FINALI

L'attività di recupero e di valorizzazione di materiali di scarto e sottoprodotti costituisce per la filiera vitivinicola un anello importante per la realizzazione e stabilizzazione di un sistema virtuoso, volto a migliorarne la sostenibilità, in un'ottica di economia circolare.

Nell'ambito del presente Piano è stata, pertanto, sviluppata una strategia integrale di recupero di alcuni sottoprodotti dei processi di coltivazione della vite, per ridurre l'impatto ambientale e ottenerne derivati ad alto valore aggiunto, con maggiore redditività per le aziende vitivinicole.

In linea con gli obiettivi del Piano, nell'ambito della **sotto-azione 3.1**, sono state condotte specifiche prove che hanno previsto il recupero, la caratterizzazione e il riutilizzo di foglie di due cultivar di vite (Lambrusco Salamino e Lambrusco Grasparossa), rappresentative del territorio regionale, che si sono distinte, ai fini dell'estrazione di principi attivi a uso nutraceutico, per la loro peculiare colorazione fogliare in post-raccolta. Dalle analisi chimico fisiche sono emerse, una composizione fogliare e un'umidità costanti e una percentuale di ceneri piuttosto elevata per tutti i campioni (10%). I valori relativi alle concentrazioni di metalli pesanti nelle foglie, soprattutto il rame, sono apparsi elevati, presumibilmente per via dei trattamenti fitosanitari a cui è generalmente soggetta la vite. In relazione

ai composti con valore nutraceutico, percentuali tendenzialmente più elevate di antociani, polifenoli e flavonoidi, sono stati rilevate nel campione di foglie con colorazione rosso-scura.

Parallelamente, nell'ambito della **sotto-azione 3.1** è stata messa a punto una metodologia per la raccolta meccanizzata di foglie di vite da destinare a scopi nutraceutici. In particolare, è stato testato uno specifico cantiere di lavoro (defogliatrice + carro), al fine di ottimizzare il recupero di foglie su fasce differenziate della parete fogliare, in vigneti delle cv. L. Salamino e L. Grasparossa, allevati rispettivamente a spalliera e a GDC, con positivi risultati relativi alle tempistiche di raccolta e alla qualità del materiale ottenuto e relativi costi. In termini di sicurezza sul lavoro e degli addetti, la messa a punto del cantiere per il recupero delle foglie dalla pianta, ha tenuto conto delle innovative soluzioni meccaniche oggi disponibili sul mercato, che consentivano di agevolare l'operazione di defogliazione, rendendola meno impegnativa per l'operatore.

Nella **sotto-azione 3.2** sono stati recuperati sarmenti/vinacce da destinare a scopi energetici. Nel contesto del risparmio energetico il progetto mirava, infatti, a produrre energia elettrica e termica attraverso l'individuazione, quantificazione, caratterizzazione e utilizzo di biomassa vitivinicola (residui di processi di lavorazione), che a oggi viene prevalentemente smaltita in discarica (con un notevole costo per le aziende agricole) oppure bruciata in campo creando un grave danno ambientale. Nello specifico, l'attività di raccolta e caratterizzazione ha riguardato sarmenti e vinacce ottenuti in vigneti della Regione Emilia-Romagna, soprattutto in quelli coltivati con il metodo biologico. I sarmenti, così come le vinacce, sono stati, quindi, impiegati per la produzione di energia in prove di gassificazione effettuate con impianto cogenerativo a scala aziendale, modello PP20 (All Power Labs). Dal momento che la "miscela" sarmenti + vinaccia non è risultata performante, in quanto ha fin da subito generato problemi di combustione, dovuti alla peculiare composizione chimica della vinaccia, si è proceduto alla valutazione dell'efficienza della matrice sarmenti. Durante la gassificazione dei sarmenti cippati sono, tuttavia, state individuate alcune complicazioni: problemi di bridging e necessità di un caricamento più frequente a causa della bassa densità del cippato; essiccamento cippato al 10% necessario, in quanto al 20% si riscontrava un intasamento prematuro dei filtri. Per ovviare ai problemi legati alla bassa densità del cippato, stabilizzare il combustibile e renderlo non attaccabile dai tarli ed evitare la sua fermentazione spontanea si è, quindi, deciso di valutare la pellettizzazione dei sarmenti. Il progetto ha dimostrato un'efficace utilizzo del pellet, ottenuto da sarmenti, come combustibile per il gassificatore, sebbene alcuni miglioramenti possano ancora essere applicati alla macchina al fine di renderla più autonoma e meno onerosa dal punto di vista della manutenzione. Dalle prove condotte nell'ambito della **sotto-azione 3.2** è, dunque, emerso

che la raccolta dei sarmenti, la creazione delle balle e la loro successiva trasformazione in pellet rappresentano una tangibile innovativa soluzione per la valorizzazione di tale sottoprodotto della filiera vitivinicola. Tuttavia, per rendere il processo conveniente sotto il profilo economico è importante considerare di agire su quantitativi elevati di sottoprodotto.

Nella **sotto-azione 3.3** sono state condotte prove di recupero e utilizzo del BIOCHAR al fine di migliorare le caratteristiche agronomiche ed enologiche del vigneto e per la difesa dalla Peronospora. Nello specifico, sono stati individuati due vigneti, in due importanti areali viticoli della Regione Emilia-Romagna, il primo coltivato a Sangiovese e ubicato a Tebano, nel ravennate, mentre il secondo, della cv. Lambrusco Salamino, sito a Rio Saliceto, nel reggiano. In questi due vigneti è stata condotta una valutazione agronomica della distribuzione di BIOCHAR, a due diverse dosi (10 e 20 t/ha), con peculiare attenzione agli effetti sull'equilibrio vegeto-produttivo della vite, sulla qualità dell'uva e sul vino. Sono emersi positivi, incoraggianti, riscontri a seguito dell'interramento del BIOCHAR, che hanno evidenziato come tale matrice non impatti negativamente l'equilibrio vegeto-produttivo e lo stato fitosanitario della vite, migliori la qualità delle uve, con ripercussioni positive anche sui vini da esse derivati. Dalle esperienze condotte dal GO si evince come la distribuzione del BIOCHAR, in vigneti in essere, sia un'operazione che non comporta particolari difficoltà operative a livello agronomico. Per quanto riguarda gli effetti dell'ammendante sulla pianta, nel vigneto della cv. Sangiovese, in tre anni di rilievi, le tesi BIOCHAR hanno mostrato un anticipo delle fasi fenologiche di fioritura e allegagione rispetto al testimone. Inoltre, in due annate è stato riscontrato anche un anticipo del germogliamento e dell'invaiaitura nelle viti delle parcelle BIOCHAR in confronto alle piante del Controllo. Dal punto di vista fitosanitario e delle anomalie di maturazione non sono state evidenziate problematiche ascrivibili agli effetti del BIOCHAR. In relazione alla produzione, nelle parcelle BIOCHAR, sono stati, in generale, rilevati valori tendenzialmente più alti rispetto a quelle di Controllo. I vini Sangiovese BIOCHAR hanno ricevuto giudizi di gradevolezza migliori dal panel di degustatori esperti rispetto al vino prodotto dalle parcelle di Controllo. I vini della cv. Lambrusco Salamino, prodotti da uve delle parcelle BIOCHAR sono stati particolarmente apprezzati a livello visivo e olfattivo. I positivi risultati conseguiti, incoraggiando l'impiego di biochar nei vigneti, consentiranno di incrementare progressivamente la quantità di carbonio stoccato nel terreno, con positive ricadute a livello ambientale. È importante sottolineare, in relazione all'utilizzo di BIOCHAR come ammendante, che in bibliografia emerge chiaramente la permanenza di questo carbonio nel terreno, inalterato, per centinaia di anni.

Nella **sotto-azione 3.3** è stato, inoltre, valutato il recupero di rame metallico, a partire dal BIOCHAR, e la possibilità di un suo riutilizzo in vigneto per la difesa dalla peronospora. L'insieme delle misure ha mostrato la presenza di una certa quantità di rame nel BIOCHAR (più dello 0,1%). Questa è recuperabile in modo efficace sia per elettrodeposizione sia per precipitazione come miscela di sali. Inoltre, le valutazioni condotte hanno evidenziato forti differenze composizionali tra il biochar e il polverino (che viene recuperato nel ciclone). Quest'ultimo accumula, infatti, cromo, nichel e titanio. Attraverso le attività condotte nell'ambito del presente Piano, è stato, dunque, possibile mettere a punto delle strategie concrete per il recupero e il riutilizzo del rame presente nelle ceneri derivanti dai processi di gassificazione.

In relazione agli obiettivi di indirizzo comunitari del Piano, l'attività di divulgazione/trasferimento dell'innovazione ha visto il GO sviluppare diverse iniziative di divulgazione (**AZIONE 4**), tra le quali 5 Incontri tecnici, 6 Visite guidate, 1 Convegno finale, 4 Articoli Tecnici, 1 Audiovisivo, l'implementazione del Portale CRPV e della rete PEI-AGRI. Cinque Visite guidate sono state realizzate in modalità online e sono, pertanto, disponibili sul canale youtube del CRPV. Le attività svolte nell'ambito del progetto sono, inoltre, state presentate in convegni internazionali (ENOFORUM 2019; EUBCE 2019 e 2020). Il GO ha supportato l'azienda Linx per lo sviluppo della piattaforma di gestione del progetto tramite pubblicazione su sito WEB e App. Questo ha permesso di rafforzare il collegamento funzionale tra innovazione, trasferimento e applicazione, più volte ribadito nell'ambito dell'Operazione 16.1 del PSR.

Il GO ha, quindi, rappresentato un elemento fondamentale dal punto di vista organizzativo per cogliere i risultati provenienti dalle diverse attività condotte nell'ambito del Piano e garantirne il rapido trasferimento a livello produttivo, rafforzando, in questo modo, lo scambio di conoscenze tra i partner, attraverso un approccio *multi actor* e diffondendo la consapevolezza della necessità di unire le forze per investire nell'innovazione sostenibile della filiera vitivinicola. Le imprese agricole aderenti al GO, sono, inoltre, state oggetto di specifiche azioni di formazione, attraverso coaching, finalizzate a trasferire gli elementi fondamentali relativamente ai processi di recupero e valorizzazione di scarti e sottoprodotti della filiera vitivinicola. In particolare, le imprese agricole sono state incoraggiate a innovarsi applicando nuovi criteri e prospettive, al fine di sviluppare un modello condiviso di "Agricoltura Circolare", che è la chiave di volta per ripensare creativamente la sostenibilità della filiera e andare verso una futura strategia di elevata responsabilità e consapevolezza sociale ed economica.

Elenco Allegati:

- *Allegato 1: Verbali Attivazione e Stati di Avanzamento;*
- *Allegato 4.1: Articoli e Poster;*
- *Allegato 4.2: Visite Guidate;*
- *Allegato 4.3: Incontri Tecnici e Convegno Finale;*
- *Allegato 5: Formazione.*

Data 26/02/2021

IL LEGALE RAPPRESENTANTE
(Firmato digitalmente)