



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: 5004491

DOMANDA DI PAGAMENTO:

FOCUS AREA: 2A

Titolo Piano	Innovativi modelli per la gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto - IN.MO.ME.VI
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	CRPV Soc. Coop. sede Via dell'Arrigoni, 120 Cesena (FC), PI 01949450405
Elenco partner del Gruppo Operativo	CRPV Soc. Coop.; ASTRA – Innovazione e Sviluppo SRL; Alma Mater Studiorum – Università di Bologna sez. Distal; CER - Consorzio di bonifica di secondo grado per il canale emiliano-romagnolo; Cantine Riunite & CIV Società Cooperativa Agricola; Terre CEVICO Società Cooperativa Agricola; Cantina Sociale di San Martino in Rio Società Coop. Agricola; Azienda agricola "Tardini Angelo"; Azienda agricola Gregorini Francesco; C.A.B. FUSIGNANO Soc. Coop. Agr.; Azienda agricola Torreggiani Sauro.

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	36
Data inizio attività	01/01/2018
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già)	31/05/2021

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/01/2018	al 31/05/2021
Data rilascio relazione		

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: MODELLI DI MECCANIZZAZIONE INNOVATIVI*

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: TECNICHE IRRIGUE A MAGGIORE EFFICIENZA PER IL VIGNETO*

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

2.2.4 MATERIALE CONSUMABILE

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 a partire dal 1 Gennaio 2018. In generale, tutte le attività previste sono state attivate e messe a punto secondo i protocolli presentati nel Piano. La presente rendicontazione prende in esame 41 mesi di attività (36 + 5 mesi di proroga), dunque il 100% 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, nell'ambito della SOTTO-AZIONE 3.1, sono stati implementati diversi modelli di gestione meccanizzata del vigneto, idonei alle principali aree viticole dell'Emilia-Romagna. L'insieme delle valutazioni condotte sui modelli di gestione meccanizzata per potatura invernale ed estiva e per la vendemmia di Lambrusco salamino allevato a Cordone Libero, Trebbiano Romagnolo a Doppia Cortina, Sangiovese a Cordone libero, a confronto con i relativi testimoni (manuale), ha permesso di evidenziare la piena applicabilità delle linee proposte, sia dal punto di vista produttivo che economico. Sono stati, inoltre, valutati anche gli effetti della vendemmia meccanica sul vino, con positivi riscontri sui prodotti ottenuti.

Un ulteriore importante aspetto indagato nell'ambito della SOTTO-AZIONE 3.1 ha riguardato la valutazione della modalità di gestione del suolo nel vigneto. La scelta di mantenere l'inerbimento nell'interfilare e di gestirlo con 2-3 sfalci all'anno, rispetto alla lavorazione, ha consentito di limitare la produttività delle piante migliorando la qualità delle uve Sangiovese. Inoltre, è stato dimostrato che è possibile contenere adeguatamente lo sviluppo di infestanti con l'utilizzo di diverse macchine con lavorazione interceppo, evitando l'utilizzo di diserbanti chimici. Seppure in maniera non risolutiva, è apparsa positiva anche la possibilità di contenere lo sviluppo delle malerbe nei sotto filari utilizzando l'erba sfalciata come materiale pacciamante. Per quanto riguarda la difesa della vite, la valutazione operativa di macchine a recupero di prodotto ha confermato i loro indiscutibili vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali, sia in termini di riduzione del fenomeno della deriva che nel contenimento, superiore al 50%, del volume degli agrofarmaci distribuiti. Attraverso specifiche tecniche di viticoltura di precisione è stato possibile applicare vantaggiosamente, in un vigneto sito a Tebano (RA), una fertilizzazione azotata

differenziata e in linea con gli obiettivi aziendali, volti a mantenere livelli produttivi medio-alti, che ha permesso di risparmiare l'apporto al suolo di decine di kg di N per anno.

Nell'ambito della SOTTO-AZIONE 3.2 sono state approfondite e trasferite ai produttori della RER conoscenze innovative per promuovere l'uso sostenibile della risorsa irrigua nella coltura della vite, finalizzata al miglioramento della qualità e non alla forzatura dei livelli di resa. In particolare, dalle attività realizzate nell'ambito della SOTTO-AZIONE 3.2 è emerso che la tecnica dell'irrigazione pre-raccolta, proposta empiricamente in vigneto con lo scopo di favorire il distacco degli acini durante la vendemmia meccanizzata, non trovava evidenza scientifica e positivi riscontri a livello qualitativo negli areali monitorati.

- Il GO ha sviluppato diverse iniziative di divulgazione (**AZIONE 4**) quali: 7 visite guidate, 6 incontri tecnici, 3 articoli tecnici, 2 audiovisivi, l'implementazione del Portale CRPV (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/23>) e della rete PEI-AGRI, 1 Campus Cloud.
- L'attività di formazione, prevista nell'ambito dell'**AZIONE 5**, ha prodotto 1 Seminario dal Titolo "*Viticultura meccanizzata sostenibile*", della durata complessiva di 3 ore (**Numero a Catalogo verde: 5005272**), per trasferire i risultati applicativi del presente Piano Operativo a tutta la componente agricola del GO.

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	41
3 - Realizzazione del Piano	CRPV	Azioni dirette alla realizzazione del Piano	1	6	36	41
4 - Divulgazione	CRPV	Divulgazione	4	6	36	41
5 - Formazione	CRPV	Seminari	24	36	36	41

2. DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

2.1 Azione 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

2.1.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Unità Aziendale responsabile (Uar)

CRPV, ASTRA – Innovazione e Sviluppo, UNIBO sez. DISTAL, CER, Cantine Riunite & CIV società cooperativa agricola, Terre CEVICO Società Cooperativa Agricola, Cantina Sociale di San Martino in Rio Società Coop. Agricola, Azienda agricola “Tardini Angelo”, Azienda Agricola Gregorini Francesco, C.A.B. FUSIGNANO Soc. Coop. Agr., Azienda agricola Torreggiani Sauro.

Descrizione attività

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

Sono stati, dunque, individuati due **Referenti Scientifici**:

affidente all'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, sez. DISTAL.

In questo primo periodo il CRPV, tramite proprio personale (fra cui _____ 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 per assicurarne il corretto funzionamento e svolgimento.

In particolare sono di seguito descritte in sintesi le diverse attività svolte dal CRPV.

A seguito dell'approvazione del Piano (con deliberazione Num. 1855 del 17/11/2017, la Giunta Regionale ha disposto lo scorrimento della graduatoria relativa alla Misura 16, tipo di operazione 16.1.01, focus area 2A, approvata con determinazione n.11389/2016 e successivamente rettificata con determinazioni nn. 14057/2016 e 20486/2017) è stata gestita la fase di costituzione dell'ATS con tutti i partner del Gruppo Operativo (GO) fino alla sua completa formalizzazione avvenuta nel mese di Marzo 2018 come da comunicazione inoltrata all'Ente regionale di competenza. Nell'ATS sono anche descritti i ruoli di ciascun partner nell'ambito del GO.

Il **5 Aprile 2018** è stata organizzata la prima riunione per l'attivazione del Piano e, in particolare, delle programmazioni delle diverse attività previste nell'Azione 3. In tale occasione si è, inoltre, costituito il Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento del GO. Il CP è quindi composto:

- Dal Responsabile Organizzativo del Piano (RP): _____ (CRPV);
- Dai Responsabili Scientifici (RS) _____ (UNIBO);

e per le altre U.O. coinvolte nel Piano, dai seguenti nominativi:

- Consorzio di bonifica di secondo grado per il canale emiliano romagnolo

- ASTRA – Innovazione e Sviluppo SRL;
- Cantine Riunite & CIV Società Cooperativa Agricola;
 - Terre CEVICO Società Cooperativa Agricola;
 - Cantina Sociale di San Martino in Rio Società Coop. Agricola;
- Azienda Agricola “Tardini Angelo”;
 - Azienda Agricola Gregorini Francesco;
- C.A.B. FUSIGNANO Soc. Coop. Agr.
 - Azienda agricola Torreggiani Sauro

In data **2 Maggio 2019** è stato realizzato un incontro fra i partner effettivi e associati del GO per definire lo stato di avanzamento del Progetto, in cui 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 per 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 la 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 a un totale di 8 incontri (uno di attivazione del Progetto e 7 per lo stato di avanzamento) nel periodo 5 Aprile 2018

- 30 Maggio 2021, e, in particolare, nelle seguenti date:

- **05 Aprile 2018** (Tebano, RA);
- **02 Maggio 2019** (Tebano, RA);
- **29 Ottobre 2019** (Tebano, RA);
- **07 Febbraio 2020** (Bologna, BO);
- **06 Maggio 2020** (Skype);
- **10 Settembre 2020** (Skype);
- **22 Gennaio 2021** (Teams);
- **19 Maggio 2021** (Teams).

Gli interfaccia e le discussioni del **2 Maggio 2019** 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 e vengono allegati alla presente Relazione finale (**Allegato 1 - Verbali Attivazione e Stati di Avanzamento**).

Per la fase organizzativa e logistica degli incontri e delle altre iniziative di seguito descritte, 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 e il Responsabile del Piano. Nelle riunioni del **7 Febbraio 2020** e del **6 Maggio 2020** è stata evidenziata, tra l'altro, la necessità di richiedere una Proroga di 150 giorni sulla scadenza del progetto in oggetto, posticipando, quindi, la chiusura del progetto al 31 Maggio 2021. Nella Riunione per lo stato di avanzamento del progetto, tenutasi in data **10 Settembre 2020**, i partecipanti hanno confermato e concordato l'invio della domanda di proroga di 5 mesi rispetto alla scadenza inizialmente prevista per il Progetto (31 Dicembre 2020, come da determina RER del 19 Dicembre 2017). Tale richiesta era giustificata dalla necessità di completare e integrare alcune valutazioni (analisi chimiche e sensoriali) previste nella Sotto Azione 3.1 – prova n° 7: Valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino, nell'Azione 4 (Piano divulgazione di trasferimento dei risultati) e Azione 5 (formazione). Per queste ultime due azioni (4-5) le attività, precedentemente programmate, sono state procrastinate causa Covid-19. La richiesta è stata inoltrata il 14 Settembre 2020 (ns. Protocollo n. 218/2020 e ufficialmente approvata dalla RER).

Dal mese di Aprile 2018 è iniziata, per gran parte delle Azioni, la fase di analisi e valutazione 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. In particolare, nella Riunione tenutasi in data **19 Maggio 2021** sono state elucidate le modalità per la redazione della Relazione Tecnica e rendicontazione amministrativo-economica finale. Al termine del Progetto, il Responsabile di Piano e i Responsabili scientifici, insieme a tutti i partner coinvolti, hanno, quindi, 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 di documentazione e 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. È stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti, in particolare, 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 organizzativo del Piano	414,00	13289,61
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto tecnico	207,00	6189,30
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto amministrativo	67,00	1607,93
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto tecnico	282,00	4709,94
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto amministrativo	29,00	1089,14
	CER	Impiegato	Responsabile UO	31,00	1341,15
	ASTRA	Impiegato di concetto	Supporto tecnico	24,00	711,00
	ASTRA	Impiegato di concetto	Supporto tecnico	24,00	838,00
	UNIBO	Prof. Associato	Responsabile UO	23,00	941,66
	UNIBO	Prof. Associato	Supporto	16,00	826,56
	CEVICO	Impiegato	Supporto	14,00	1046,64
	RIUNITE & CIV	Impiegato	Coordinatore UO	23,00	800,00
	S. M. in Rio	Impiegato	Coordinatore UO	5,00	503,00
			Totale		33893,93

2.1.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo €
	CRPV - Trasferte per lo svolgimento delle riunioni di coordinamento e animazione	327,80
	CRPV - Trasferte per lo svolgimento delle riunioni di coordinamento e animazione	11,85
	CER - Riunioni di coordinamento	146,16
	UNIBO - Riunioni di coordinamento	218,21
	UNIBO - Riunioni di coordinamento	182,68
	Totale	886,70

AZIONE 2

Nessuna attività era prevista nell'ambito dell'AZIONE 2.

2.2 AZIONE 3 – SPECIFICHE AZIONI LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

2.2.1. ATTIVITÀ E RISULTATI

Unità Aziendale responsabile (Uar)

CRPV, ASTRA – Innovazione e Sviluppo, UNIBO sez. DISTAL, CER, Cantine Riunite & CIV Società Cooperativa Agricola, Terre CEVICO Società Cooperativa Agricola, Cantina Sociale di San Martino in Rio Società Coop. Agricola, Azienda agricola “Tardini Angelo”, Azienda Agricola Gregorini Francesco, C.A.B. FUSIGNANO Soc. Coop. Agr., Azienda Agricola Torreggiani Sauro.

Descrizione attività

Le conoscenze maturate dalla ricerca negli ultimi venti anni hanno messo in evidenza che i presupposti fondamentali nell’ambito della viticoltura sostenibile sono il raggiungimento di un giusto equilibrio tra attività vegetativa e riproduttiva e, nel contempo, la realizzazione della massima integrazione con i mezzi per la meccanizzazione, sia per la difesa fitosanitaria che per la potatura e la vendemmia meccanica, per raggiungere l’obiettivo del contenimento dei costi di gestione.

Attraverso il presente Piano sono state messe, pertanto, a punto linee di meccanizzazione corrispondenti ai modelli viticoli adatti alle principali aree vitate della Regione Emilia-Romagna, che comprendono, in primo luogo il sistema di allevamento associato ai più opportuni livelli di potatura invernale meccanica e alle tecniche di gestione della chioma in verde, nonché alla vendemmia meccanica. A questi obiettivi è stata poi associata l’individuazione delle modalità di gestione del suolo più opportune nell’ambito della viticoltura sostenibile. In particolare, è stata valutata la gestione dell’inerbimento tra le file con macchine che consentivano di accumulare il materiale di sfalcio sotto la fila, al fine di contenere la crescita delle infestanti e di ridurre il numero delle lavorazioni o degli interventi di diserbo per gestire il sottofila, applicabile nei diversi modelli viticoli valutati nell’ambito del Piano. Inoltre, sono stati implementati modelli di concimazione con l’applicazione di tecniche viticole di precisione. Infine, sono state approfondite e trasferite ai produttori della RER innovative conoscenze per promuovere l’uso sostenibile della risorsa irrigua nella coltura della vite, finalizzata al miglioramento della qualità e non alla forzatura dei livelli di resa.

L'obiettivo generale è stato raggiunto definendo e realizzando particolari e innovative tecniche colturali economiche, a basso impatto ambientale e capaci di offrire buone garanzie di sicurezza e comfort per gli operatori agricoli. Tali tecniche hanno consentito il raggiungimento di performance agronomiche a garanzia di ottimali livelli produttivi e qualitativi delle uve, secondo quelli che sono i principi fondanti della sostenibilità.

L'attività, prevista nell'ambito dell'Azione 3 del Progetto, è stata suddivisa in due sotto-azioni (3.1: *Modelli di meccanizzazione innovativi* e 3.2: *Tecniche irrigue a maggiore efficienza per il vigneto*), che vengono di seguito riportati.

2.2.1.1 SOTTO-AZIONE 3.1: MODELLI DI MECCANIZZAZIONE INNOVATIVI

2.2.1.1.1 OBIETTIVI

Le attività svolte nell'ambito della sotto-azione 3.1 del progetto IN.MO.ME.VI hanno avuto il fine di dimostrare la validità di modelli di gestione meccanizzata del vigneto nelle principali aree viticole dell'Emilia-Romagna.

2.2.1.1.2 MATERIALI E METODI

A tale scopo sono state individuate le combinazioni vitigno/forma di allevamento, rappresentative di ciascuna zona dell'areale viticolo emiliano-romagnolo e, in particolare: il vitigno Lambrusco Salamino allevato a Cordone Libero nell'areale DOC del Lambrusco; il vitigno Trebbiano Romagnolo allevato a Doppia Cortina nell'areale romagnolo di pianura e il vitigno Sangiovese allevato a Cordone libero nell'areale romagnolo di collina. Per ciascuno di questi "modelli" sono state condotte delle prove volte a realizzare valutazioni agronomiche ed economiche della gestione meccanizzata della potatura invernale, estiva e della vendemmia, rispetto alla gestione manuale.

Per valutare dal punto di vista vegeto produttivo le linee di gestione manuale e meccanica confrontate nelle singole aziende osservate, per due annate sono stati rilevati il peso del legno asportato durante la potatura e il carico di gemme lasciato. Alla vendemmia sono state misurate le componenti della produzione (numero e peso medio dei grappoli e peso medio acini) e la composizione delle uve con i composti biochimici principali (°Brix, pH e acidità titolabile);

Per valutare da un punto di vista operativo ed economico le linee di gestione manuale e meccanica confrontate nelle varie aziende, per due annate sono stati rilevati la velocità di lavoro, la produttività

dei cantieri, i tempi di lavoro e l'impegno di manodopera. Sono stati anche misurati i danni provocati dagli interventi meccanici eseguiti.

Successivamente con i dati operativi ottenuti e con gli elementi economici di ogni cantiere di lavoro, riportati nelle relative tabelle, è stato possibile determinare e confrontare i costi delle tecniche meccanizzate e di quelle tradizionali per poter individuare la superficie minima vitata, al di sopra della quale risulta economicamente conveniente l'introduzione della meccanizzazione eseguita con mezzi Aziendali.

Per poter rappresentare le differenti realtà produttive che compongono il variegato panorama viticolo dell'Emilia-Romagna, il calcolo dei costi è stata ripetuto ipotizzando tre differenti tariffe della manodopera utilizzata per gli interventi manuali.

Per completare questi aspetti sono stati, inoltre, condotti ulteriori esempi dimostrativi di gestione meccanizzata su vitigni di interesse regionale allevati con le principali forme meccanizzabili e di diverse modalità di gestione del suolo.

Un aspetto particolarmente innovativo affrontato dal progetto è stato quello relativo alla valutazione della concimazione a rateo variabile, attraverso l'applicazione di tecniche di viticoltura di precisione.

Gli aspetti della applicazione della meccanizzazione sono stati completati con la valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino.

Riassumendo, le attività della sotto-azione 1, illustrate nei successivi paragrafi, si articolano nelle seguenti prove:

- 1) valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata di un vitigno Lambrusco allevato a Cordone Libero nell'areale DOC del Lambrusco;
- 2) valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata del vitigno Trebbiano Romagnolo allevato a Doppia Cortina nell'areale romagnolo di pianura;
- 3) valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata del vitigno Sangiovese allevato a Cordone libero o Cordone speronato nell'areale romagnolo di collina;
- 4) esempi dimostrativi di gestione meccanizzata su vitigni di interesse regionale allevati con le principali forme meccanizzabili;
- 5) valutazione di tecniche di concimazione;
- 6) modalità di gestione del suolo;
- 7) valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino.

I dettagli relativi a ciascuna Prova vengono riportati nella seguente sezione.

2.2.1.1.3 RISULTATI E DISCUSSIONE

SOTTO-AZIONE 3.1 PROVA 1 Valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata di un vitigno Lambrusco allevato a Cordone Libero nell'areale DOC del Lambrusco.

La prova è stata condotta nelle annate 2019 e 2020 in un vigneto di Lambrusco Salamino innestato su Kober 5BB e allevato a Cordone Libero presso l'Az. Agr. Rebuschi a Novellara (RE), Azienda che conferisce le uve prodotte agli stabilimenti di Cantine Riunite&CIV.

In questo vigneto sono state messe a confronto le operazioni di potatura, cimatura e vendemmia svolte meccanicamente e manualmente. Per il calcolo dei costi d'esercizio dei cantieri sono stati utilizzati i dati operativi rilevati e i parametri economici riportati in **Tabella 1**, seguendo il metodo di calcolo utilizzato a livello internazionale per la determinazione dei costi di esercizio delle macchine agricole (Standard ASABE d497.7.2011 "Agricultural Machinery Management" – American Society of Agricultural and Biological Engineers).

Tabella 1 Elementi economici utilizzati per il calcolo dei costi d'esercizio delle operazioni svolte sul Lambrusco Salamino allevato a cordone libero a Novellara (RE).

Elementi economici	Potatrice	Cimatrice	Vendemmiatrice
Valore a nuovo macchina (€) – VA	14.000	14.000	120.000
Valore residuo (€)- VR	10% VA	10% VA	10% VA
Durata fisica (h) - N	2.000	2.000	2.500
Utilizzazione annuale (h/anno) - U	calcolo	calcolo	calcolo
Anni di utilizzo - n	N/U (max. 12)	N/U (max. 12)	N/U (max. 15)
Costi fissi (€/anno)			
ammortamento	$(VA-VR)/n$	$(VA-VR)/n$	$(VA-VR)/n$
interessi	$2,5\%(VA+VR)/2$	$2,5\%(VA+VR)/2$	$2,5\%(VA+VR)/2$
spese varie	1% VA	1% VA	1% VA
Costi variabili (€/h)			
riparazione	60% VA/N	60% VA/N	40% VA/N
trattore con conducente	40	40	60

3.1.1.1 Valutazione Agronomica

Il vigneto oggetto della prova viene gestito seguendo elevati standard di meccanizzazione, che nel tempo hanno consentito di ridurre l'impiego annuale di manodopera al di sotto delle 50 ore / ettaro. Prendendo in considerazione la potatura invernale, nella suddetta Azienda tale operazione viene di norma realizzata in due fasi temporalmente distinte: a) pre-potatura meccanica eseguita con una potatrice a barre falcianti che opera un taglio lasciando speroni corti (1-2 gemme) rivolti verso l'alto e tralci laterali più lunghi (5-6 gemme); b) veloce rifinitura manuale eseguita da operatori che lavorano da terra e che eseguono pochi tagli per pianta per rimuovere eccessivi carichi di gemme. Considerando la finalità del progetto e l'elevato livello di meccanizzazione dell'Azienda, è stato deciso di inserire nel confronto anche la tesi appena descritta (tesi "Aziendale") i cui risultati sono stati confrontati con quelli delle due tesi previste dal progetto: tesi "Manuale" corrispondente a un filare di viti potate esclusivamente a mano lasciando 10 speroni da 3 gemme e tesi "Meccanica con rifinitura" corrispondente ad un filare di viti pre-potate meccanicamente e rifinite velocemente a

mano eseguendo pochi tagli per pianta (4-5), al fine di simulare l'esecuzione di tale intervento realizzato con un operaio che lavora su carro trainato dalla trattrice mentre avanza con la potatrice in funzione.

Il carico di gemme lasciato con le diverse tipologie di potatura è risultato inferiore sulle piante in cui la potatura è stata eseguita esclusivamente a mano ed è cresciuto notevolmente in entrambe le tesi che hanno previsto la pre-potatura meccanica seguita dalla rifinitura manuale (**Tabella 2**).

Nell'ultima decade di Giugno del primo anno di prova (2019), una eccezionale grandinata ha fortemente colpito il vigneto oggetto della prova, causando gravi danni a tutti gli organi presenti sui germogli in crescita: oltre ai danni su foglie, apici e acini, sono stati infatti rimossi anche interi grappoli.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei grappoli alla vendemmia (30 Settembre 2019 e 21 Settembre 2020) non sono emerse differenze significative tra le tesi di potatura, né a carico della compattezza né a carico degli attacchi botritici (**Tabella 3**). Il numero di grappoli raccolti dalle piante in prova è risultato superiore nelle tesi che hanno previsto la pre-potatura meccanica, in particolare nel 2020, e tale aumento è stato causato dal maggior numero di gemme lasciate con la potatura invernale. Nonostante le differenze riscontrate nel numero di grappoli, nel 2019 la produzione per ceppo non ha mostrato differenze significative tra le tesi, in quanto il peso medio del grappolo è risultato tendenzialmente inferiore nelle tesi "Aziendale" e "Meccanica con rifinitura" (**Tabella 4**). I dati relativi al 2020 hanno invece messo in evidenza un deciso aumento produttivo delle tesi "Aziendale" e "Meccanica con rifinitura". Le rese ettariali stimate con i dati del 2019 sono risultate piuttosto limitate in tutte le tesi, ma tali livelli produttivi sono da imputare prevalentemente alla forte grandinata avvenuta nel mese di Giugno del 2019. Nell'annata successiva, le rese stimate sono risultate più elevate, e nelle tesi che hanno previsto la pre-potatura meccanica i valori hanno superato il limite per la produzione di Lambrusco IGT Emilia. Bisogna comunque considerare che tale "eccesso" produttivo molto probabilmente è dovuto all'alternanza produttiva innescata dalla bassa produttività riscontrata nel 2019 a causa della forte grandinata.

In entrambe le annate in prova, i livelli qualitativi dei mosti alla vendemmia sono risultati particolarmente soddisfacenti, infatti alla concentrazione zuccherina che è risultata sempre superiore ai 18°Brix è stato associato un buon livello acidico necessario per la vinificazione di vini a base Lambrusco Salamino (**Tabella 5**). In particolare, i dati relativi al 2020 hanno messo in luce un comportamento coerente con quanto emerso da precedenti esperienze di potatura meccanica, infatti le piante sottoposte a tale intervento hanno mostrato produzioni più elevate e concentrazioni

zuccherine poco inferiori rispetto alle piante potate manualmente. Infine, i dati relativi al peso del legno di potatura non hanno mostrato differenze tra le tesi a confronto (**Tabella 6**).

In conclusione, considerando l'aumento produttivo nel 2020, determinato dalle potature che prevedevano l'intervento meccanico, associato alla limitata riduzione della concentrazione zuccherina, è possibile ipotizzare che per determinati indirizzi produttivi, la potatura più adatta per il Lambrusco Salamino allevato a Cordone Libero possa essere quella che prevede la pre-potatura meccanica e una veloce rifinitura manuale finalizzata a contenere il numero di speroni.

Tabella 2 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul numero di gemme. Dati rilevati sul vigneto di Lambrusco Salamino a Novellara (RE). Medie anni 2019-2020.

Parametro	Potatura		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale
Gemme (n/ceppo)	≈ 30	≈ 50	≈ 70

Tabella 3 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche e sul numero dei grappoli alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Lambrusco Salamino a Novellara (RE). Anni 2019-2020.

Parametro	2019			2020		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale
Compattezza dei grappoli (OIV 1-9)	7,5	7,9	7,4	7,3	7,6	7,4
Botrite (% superficie colpita)	0	0	0	4,8	1,8	2,5
Grappoli raccolti (n/ceppo)	56,8 b	70,7 a	67,6 a	54,5 b	82,9 a	93,5 a

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 4 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle componenti produttive alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Lambrusco Salamino a Novellara (RE). Anni 2019-2020.

Parametro	2019			2020		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale
Produzione (kg/ceppo)	4,75	5,37	5,25	6,51 b	11,57 a	11,29 a
Resa stimata (t/ha)	14,1	16,0	15,6	19,3 b	34,3 a	33,5 a
Peso medio grappolo (g)	87,11	75,56	78,64	116,9	122,0	126,1
Peso medio acino (g)	1,35	1,31	1,28	1,37	1,41	1,37

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 5 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche compositive dei mosti alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Lambrusco Salamino a Novellara (RE). Anni 2019-2020.

Parametro	2019			2020		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale
Solidi solubili (°Brix)	19,4	19,6	18,4	20,5 a	19,2 ab	18,2 b
pH	3,24	3,29	3,30	3,25	3,22	3,22
Acidità titolabile (g/L)	11,94	12,91	12,73	9,12	9,61	9,24

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 6 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul legno di potatura. Dati rilevati sul vigneto di Lambrusco salamino a Novellara (RE). Anni 2019-2020.

Parametro	2019			2020		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Aziendale
Legno di potatura (kg/ceppo)	0,62	0,62	0,58	0,46	0,52	0,48

3.1.1.2 Aspetti operativi e valutazione economica

Potatura invernale

Nel vigneto a cordone libero dell'Azienda Rebuschi la potatura meccanica è stata realizzata con una potatrice della ditta Fama, portata anteriormente da un trattore e provvista di due barre falcianti. La posizione scavallante e l'inclinazione delle lame falcianti ha consentito di eseguire in un solo passaggio il taglio degli speroni alla lunghezza pressoché definitiva. Con operatori che procedendo da terra è stata poi realizzata una veloce rifinitura, con un parziale diradamento degli speroni, ottenendo un risultato del tutto simile a quello dei cantieri di potatura che prevedono la potatrice portata da un trattore che traina anche il carro agevolatore su cui sono portati gli operatori per la rifinitura.

La potatura manuale è stata realizzata sempre da operatori a terra che provvedevano con maggiore precisione ai tagli di raccorciamento e al diradamento degli speroni.

Per il calcolo della capacità di lavoro si è tenuto conto di un rendimento d'impiego di 1 per gli interventi manuali e di 0,95 per l'intervento meccanico.

La potatrice è stata utilizzata ad una velocità di 1,8 km/h, mentre gli operatori che eseguivano la rifinitura parziale procedevano a 204 m/h operando su di un solo lato dei filari. Molto più lenta invece era l'azione degli operatori nello svolgimento completo della potatura manuale che, intervenendo con la stessa modalità, avanzavano con una velocità media di 110 m/h.

I risultati ottenuti nei due anni mostrano come la potatura meccanica rifinita da un veloce intervento manuale abbia aumentato notevolmente la produttività dell'intervento riducendo i tempi di lavoro e l'impegno di manodopera del 43% (**Tabella 7**).

La qualità dell'intervento meccanico è risultata più che soddisfacente, con un numero di speroni gravemente danneggiati dalla potatrice al di sotto del 2%, gran parte dei quali eliminati con la successiva rifinitura manuale.

Con i dati operativi esposti e con gli elementi economici riportati in **Tabella 1** è stato possibile determinare e confrontare i costi delle due tecniche esaminate. Questo ha permesso di individuare la superficie minima vitata al di sopra della quale risulta economicamente conveniente la realizzazione della potatura meccanizzata con mezzi Aziendali. Per poter rappresentare le differenti realtà produttive che compongono il panorama viticolo emiliano romagnolo, la determinazione dei costi è stata ripetuta ipotizzando tre differenti costi orari della manodopera utilizzata per la potatura: 6, 9 e 12 €/h. Come si vede considerando l'utilizzo di personale a tariffa piena (12 €/h) la meccanizzazione della potatura diventa conveniente a partire da superfici vitate di poco superiori

ai 5 ha. Considerando invece costi orari della manodopera di 9 o 6 €/h sono necessari superfici di vigneto rispettivamente di 8 e 16 ha (**Figura 1**).

Tabella 7 Parametri operativi relativi alla potatura manuale e meccanizzata. Dati rilevati sul Lambrusco Salamino allevato a cordone libero a Novellara (RE). Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Larghezza di lavoro macchina (m)	-	2,8
Larghezza di lavoro operatori (m)	1,4	1,4
Velocità d'avanzamento potatrice (km/h)	-	1,8
Velocità d'avanzamento operatori (m/h)	110	204
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	64,9	38,5

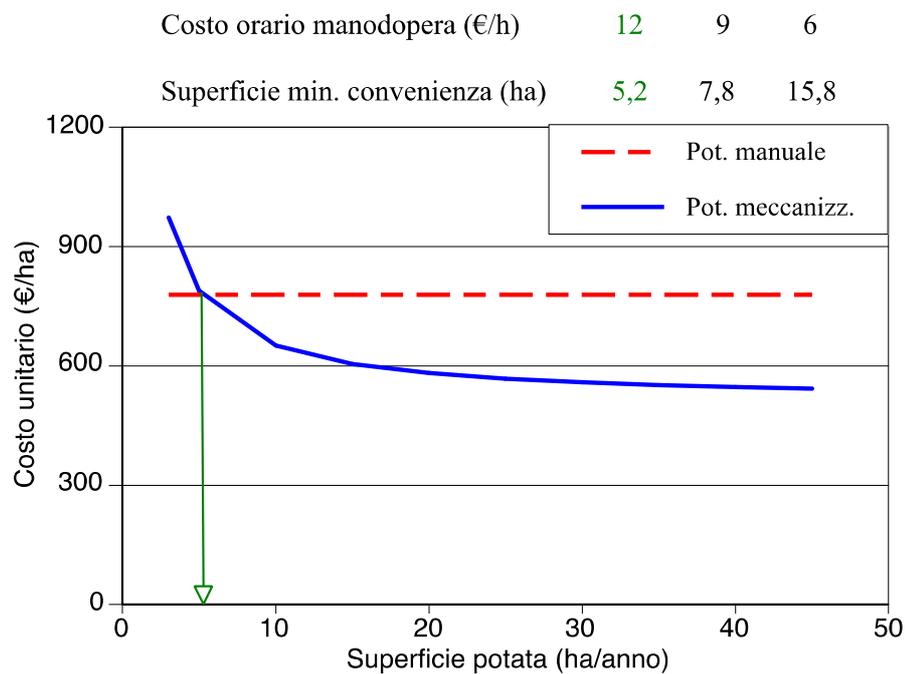


Figura 1 Andamento del costo della potatura manuale e meccanizzata del Lambrusco Salamino. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da potare necessarie per rendere conveniente la meccanizzazione.

Cimatura

L'Azienda Rebuschi, con la stessa macchina utilizzata per la potatura esegue anche le 4-5 cimature estive che normalmente realizza. Nelle due annate anche questo intervento è stato eseguito meccanicamente e manualmente per confrontare i tempi e i costi dell'operazione.

La cimatura manuale è stata effettuata con un falchetto lavorando un solo lato del filare per volta. Anche nella cimatura meccanica la macchina operava su una sola parete ed eseguiva due passaggi per completare ciascun filare. Pur con i limiti della velocità di avanzamento imposti dalla macchina a barre falcianti, l'operatività del cantiere meccanico risulta notevolmente più elevata permettendo di ridurre i tempi di lavoro di oltre il 95% (**Tabella 8**).

Da un punto di vista della qualità l'intervento meccanico risulta superiore a quello manuale per la maggiore uniformità sulla parete vegetativa e per la nettezza del taglio eseguito.

Economicamente la cimatura meccanica è molto vantaggiosa; ad esempio se si eseguono 4 cimature all'anno bastano da 1,4 a 3,5 ha, a seconda del costo orario attribuibile alla manodopera, per giustificare l'acquisto Aziendale della macchina (**Figura 2**).

Tabella 8 Parametri operativi relativi alla cimatura manuale e meccanizzata. Dati rilevati sul Lambrusco Salamino allevato a cordone libero a Novellara (RE). Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica
Larghezza di lavoro (m)	1,4	1,4
Velocità d'avanzamento (km/h)	0,29	7,0
Rendimento d'impiego	1	0,9
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	25,0	1,1

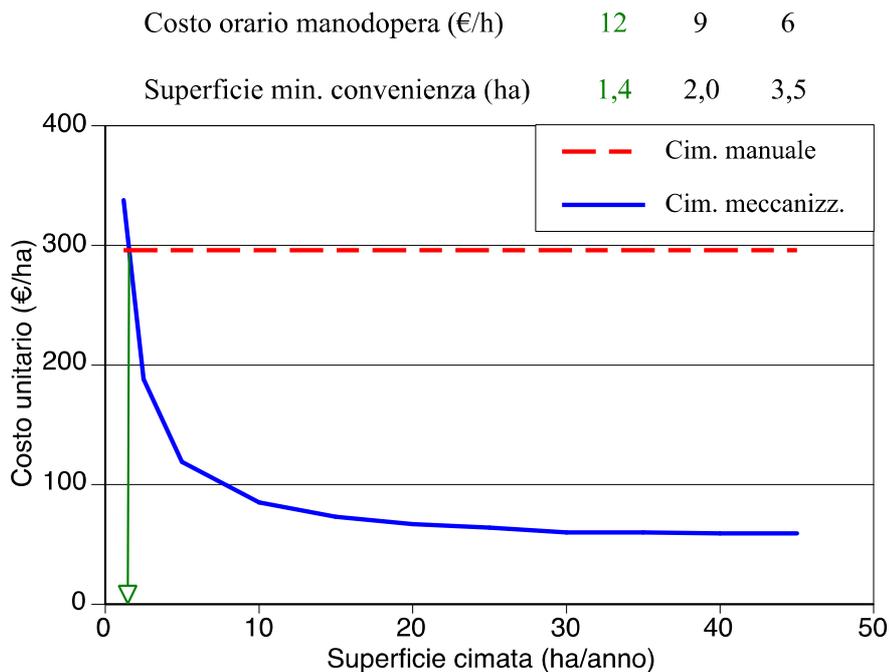


Figura 2 Andamento del costo della cimatura manuale e meccanizzata del Lambrusco Salamino. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da cimare necessarie per rendere conveniente la meccanizzazione.

Vendemmia

Per la vendemmia meccanica è stata utilizzata una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale della Gregoire mod. G56 trainata. La macchina è stata impiegata con una velocità d'avanzamento di 1,25 km/h e con una frequenza dei battitori di 440 colpi /min. (Tabella 9).

Considerando un rendimento d'impiego di 0,65 i tempi di lavoro risultano di 4,4 h/ha, corrispondenti, con la resa media di 22,1 t/ha, ad una produttività della raccolta di oltre 5 t/h. Nella raccolta manuale la produttività di ogni operatore è risultata mediamente di 120 kg/h, che ha comportato un impegno di manodopera di 184 h/ha.

L'azione della vendemmiatrice ha provocato sulla piante una certa rottura dei tralci (8%) e una bassa defogliazione. L'uva raccolta presentava un 2% circa di residui vegetali, con un livello di ammostamento medio.

Per la valutazione economica delle due modalità di vendemmia si è tenuto conto della produttività dei tempi di lavoro sopra indicati e dei valori riportati nella **Tabella 1**. Basandosi su esperienze similari sono state considerate perdite di raccolta dell'8% per la vendemmia meccanica e del 2% per quella manuale. Percentuali che sono state quantificate considerando la produzione media rilevata di 22,1 t/ha con un valore unitario di 400 €/t.

Con un costo della manodopera di 12 €/h la vendemmia manuale richiede un costo complessivo di 2387 €/ha, di cui solo 184 € dovuti alle perdite di prodotto. In queste condizioni la vendemmia

meccanica, nonostante una maggiore penalizzazione delle perdite di produzione (707 €/ha), risulta meno costosa se le superfici annualmente vendemmiate superano i 7,5 ha. Nel caso in cui il costo della manodopera venga sottostimato a 9 o 6 €/h la superficie necessaria per raggiungere la convenienza economica sale rispettivamente a 12,9 ha e 75 ha con **(Figura 3)**.

Tabella 9 Parametri operativi relativi alla vendemmia manuale e meccanizzata. Dati rilevati sul vigneto di Lambrusco salamino a Novellara. Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica
Larghezza di lavoro (m)	1,4	2,8
Velocità d'avanzamento (m/h)	38,8	1250
Frequenza di battitura (colpi/min)	-	440
Rendimento d'impiego	1	0,65
Tempi unitari (h/ha)	184,2	4,4

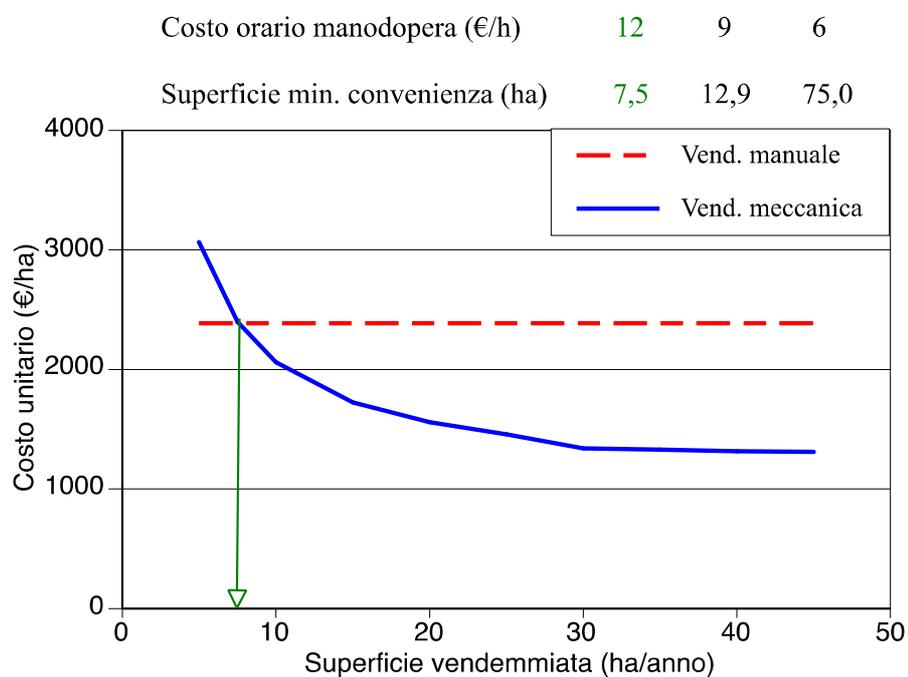


Figura 3 Andamento del costo della vendemmia manuale e meccanizzata del Lambrusco Salamino. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da vendemmiare necessarie per rendere conveniente la meccanizzazione.

SOTTO-AZIONE 3.1 PROVA 2: Valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata del vitigno Trebbiano Romagnolo allevato a Doppia Cortina nell'areale romagnolo di pianura

Questa prova è stata condotta nelle annate 2019 e 2020 in un vigneto di Trebbiano romagnolo innestato su Kober 5BB e allevato a GDC presso l'Az. Agr. Albonetti a Fusignano (RA), Azienda che conferisce le uve prodotte agli stabilimenti di TERRE CEVICO.

In questo vigneto sono state messe a confronto le operazioni di potatura, pettinatura e vendemmia svolte meccanicamente e manualmente. Per il calcolo dei costi d'esercizio dei cantieri sono stati utilizzati i dati operativi rilevati e i parametri economici riportati in **Tabella 10** seguendo il metodo di calcolo consigliato dall'ASABE.

Tabella 10 Elementi economici utilizzati per il calcolo dei costi d'esercizio delle operazioni svolte sul Trebbiano romagnolo allevato a doppia cortina.

Elementi economici	Potatrice e carro	Pettinatrice	Vendemmiatrice
Valore a nuovo macchina (€) – VA	14.000+6.000	14.000	67.000
Valore residuo (€)- VR	10% VA	10% VA	10% VA
Durata fisica (h) - N	2.000	2.000	2.000
Utilizzazione annuale (h/anno) - U	Calcolo	Calcolo	Calcolo
Anni di utilizzo - n	N/U (max. 12)	N/U (max. 12)	N/U (max. 15)
Costi fissi (€/anno)			
ammortamento	$(VA-VR)/n$	$(VA-VR)/n$	$(VA-VR)/n$
interessi	$2,5\%(VA+VR)/2$	$2,5\%(VA+VR)/2$	$2,5\%(VA+VR)/2$
spese varie	1% VA	1% VA	1% VA
Costi variabili (€/h)			
riparazione	60% VA/N	60% VA/N	40% VA/N
trattore con conducente	40	40	60

3.1.2.1 Valutazione Agronomica

In tale vigneto sono state confrontate due modalità di potatura invernale: a) “Manuale”, intervento condotto esclusivamente a mano, come viene normalmente eseguito a livello Aziendale; b) “Meccanica con rifinitura”, intervento che ha previsto la pre-potatura realizzata con una potatrice a barre falcianti che ha tagliato i tralci lasciando speroni di 3-5 gemme, seguita dalla rifinitura manuale finalizzata a sfoltire le parti del cordone in cui si ammassavano troppi speroni. Entrambe le operazioni (pre-potatura e rifinitura) sono state realizzate contemporaneamente da un cantiere di lavoro composto dal trattore su cui è stata installata frontalmente la pre-potatrice e sul retro un carrello con due operatori che hanno eseguito la rifinitura con forbici pneumatiche.

Quest’ultima modalità di potatura ha più che raddoppiato il carico di gemme lasciato con la sola potatura manuale (+132%), in quanto gli operatori che hanno eseguito la rifinitura, avanzando alla velocità del trattore, sono riusciti a eseguire solo pochi tagli sulle piante e di conseguenza sulla pianta è rimasto un numero piuttosto elevato di gemme (**Tabella 11**).

Alla vendemmia del 2019, è emerso il considerevole aumento (+54%) del numero di grappoli raccolti nella tesi “potatura meccanica con rifinitura”, dovuto proprio al maggior numero di gemme lasciate su queste piante, mentre non sono emerse differenze significative nella compattezza dei grappoli e nell’incidenza di Botrite (

Tabella 12). Coerentemente con quanto atteso, le piante pre-potate meccanicamente hanno aumentato la produzione rispetto al controllo manuale (+42%), mostrando grappoli ed acini più leggeri (**Tabella 13**). Alla vendemmia del 2020 è stata invece riscontrata una situazione diversa, in quanto il numero di grappoli raccolti nella tesi “Meccanica con rifinitura” è diminuito notevolmente rispetto all’anno precedente ed è risultato inferiore rispetto a quello delle piante potate manualmente, così come la produzione per ceppo.

Per quanto riguarda le rese ettariali stimate, nel 2019 la tesi “Manuale” ha mostrato valori in linea con le aspettative del viticoltore mentre la tesi “Meccanica con rifinitura” si è avvicinata alla soglia delle 50 tonnellate per ettaro. Con tali livelli produttivi, la concentrazione di solidi solubili dei mosti è risultata contenuta in entrambe le tesi anche se i valori relativi alle piante potate manualmente, di poco inferiori a 18 °Brix, sono risultati comunque accettabili per la produzione di vini da tavola. Al contrario, concentrazioni zuccherine di poco superiori a 14 °Brix, registrati nelle viti pre-potate meccanicamente, non sono sufficienti per la vinificazione (

Tabella 14). Nel 2020, la resa ettaria della tesi “Meccanica con rifinitura” è risultata piuttosto limitata e considerata insoddisfacente per l’obiettivo prefissato dal viticoltore, mentre le caratteristiche compositive delle uve sono risultate ottimali e non hanno mostrato differenze tra le due tesi a confronto.

Infine, il peso del legno di potatura della tesi “Meccanica con rifinitura” del 2019 è risultato inferiore rispetto alla tesi “Manuale” probabilmente a causa dell’eccessivo carico produttivo che ha limitato l’attività vegetativa (**Tabella 15**). Nel 2020 non sono invece emerse differenze significative a carico di questo parametro.

I dati di queste prime due annate in cui è stata impostata *ex-novo* una potatura con un elevato grado di meccanizzazione, descrivono compiutamente la reazione delle piante al repentino aumento del carico di gemme. Nella prima stagione vegetativa seguente la potatura meccanica, sono stati riscontrati alcuni dei meccanismi di autocompensazione delle piante: l’aumento del numero di grappoli è risultato infatti meno che proporzionale rispetto all’aumento del numero gemme e tale comportamento in parte è dovuto alla riduzione della percentuale di germogliamento e della fertilità dei germogli. Il deciso aumento produttivo riscontrato nel 2019 potrebbe però aver depauperato eccessivamente le sostanze di riserva delle piante influenzando negativamente sulla produttività nell’annata successiva. Tale comportamento è stato ampiamente descritto nella letteratura scientifica la quale ha peraltro evidenziato che già al terzo anno la produzione delle piante tende a stabilizzarsi. Pertanto, la scelta di eseguire la pre-potatura meccanica seguita da una rifinitura veloce sul Trebbiano romagnolo allevato a GDC nell’areale di pianura, può essere considerata la soluzione ottimale per ridurre l’impiego della manodopera ottenendo livelli produttivi ottimali con soddisfacenti caratteristiche qualitative.

Tabella 11 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sul numero di gemme. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Fusignano (RA). Medie anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Gemme (n /ceppo)	37,3 b	86,9 a

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 12 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche e sul numero dei grappoli alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto Trebbiano romagnolo a Fusignano (RA). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Compattezza dei grappoli (OIV 1-9)	8,6	8,5	8,8	8,7
Botrite (% superficie colpita)	11,0	6,5	20,5	17,5
Grappoli raccolti (n/ceppo)	52,1 b	80,6 a	45,6 a	32,2 b

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 13 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sulle componenti produttive alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Fusignano (RA). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Produzione (kg/ceppo)	13,8 b	19,6 a	12,0 a	8,9 b
Resa stimata (t/ha)	34,5 b	48,9 a	30,0 a	22,3 b
Peso medio grappolo (g)	262,2 a	246,7 b	268,9	247,3
Peso medio acino (g)	2,49 a	2,18 b	2,70 a	2,47 b

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 14 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche compositive dei mosti alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Fusignano (RA). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Solidi solubili (°Brix)	17,7 a	14,2 b	19,5	19,7
pH	3,35	3,35	3,33	3,39
Acidità titolabile (g/L)	8,76	10,09	7,61	7,21

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 15 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul legno di potatura. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Fusignano (RA). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Legno di potatura (kg/ceppo)	1,00 a	0,72 b	0,75	0,80

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

3.1.2.2 Aspetti operativi e valutazione economica

Potatura invernale

Nel vigneto a doppia cortina la potatura meccanica con rifinitura è stata realizzata con una potatrice a tre barre falcianti della ditta Lotti. La potatrice era portata anteriormente da un trattore che contemporaneamente trainava un carro sul quale erano posizionati 2 operatori muniti di forbici pneumatiche. Il cantiere pertanto operava su di una cortina per volta, realizzando due passaggi per filare. La potatura manuale invece è stata eseguita da potatori a terra con forbici semplici. Per il calcolo della capacità di lavoro si è tenuto conto di un rendimento d'impiego di 1 per l'intervento manuale e di 0,95 per l'intervento meccanizzato. Il cantiere di potatura meccanica è stato utilizzato ad una velocità di poco inferiore ad 1 km/h in modo da consentire un buon posizionamento delle barre falcianti e un tempo sufficiente ai 2 operatori sul carro impegnati nella rifinitura manuale.

I risultati ottenuti nei due anni mostrano come la meccanizzazione della potatura abbia aumentato notevolmente la produttività dell'intervento riducendo i tempi di lavoro del 93% e l'impegno di manodopera del 79% (**Tabella 16**).

La qualità dell'intervento meccanico è risultata più che soddisfacente grazie alla bassa velocità d'avanzamento che ha contenuto il numero di speroni gravemente danneggiati al di sotto dello 1%, gran parte dei quali eliminati con la rifinitura manuale.

Con i dati operativi esposti e con gli elementi economici riportati in **Tabella 15** sono stati calcolati i costi delle due tecniche esaminate e di individuare la superficie minima vitata al di sopra della quale risulta economicamente conveniente la realizzazione della potatura meccanizzata. La determinazione dei costi è stata ripetuta ipotizzando tre differenti tariffe della manodopera utilizzata per la potatura: 12, 9 e 6 €/h. Come si vede considerando il costo pieno della manodopera (12 €/h) la meccanizzazione della potatura diventa conveniente a partire da superfici vitate di circa 5 ha. Considerando invece costi orari della manodopera di 9 o 6 €/h sono necessari superfici di vigneto di 6 e 16 ha (**Figura 4**).

Tabella 16 Parametri operativi relativi alla potatura manuale e meccanizzata. Dati rilevati sul vigneto a GDC di Trebbiano romagnolo. Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Operatori impegnati	1	1+2
Larghezza di lavoro (m)	2	2
Velocità d'avanzamento (m/h)	67	950
Capacità di lavoro (ha/h)	0,013	0,181

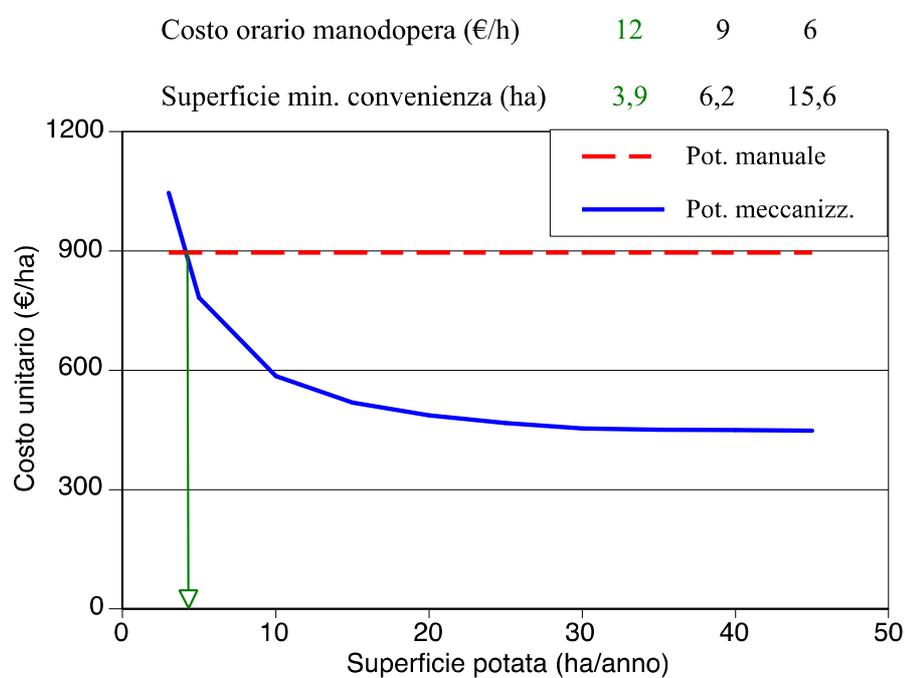


Figura 4 Andamento del costo della potatura manuale e meccanizzata del Trebbiano romagnolo allevato a doppia cortina. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da potare necessarie per rendere conveniente la meccanizzazione.

Pettinatura

Nel vigneto a doppia cortina è stata eseguita anche la pettinatura, realizzata sia manualmente da operatori posti su di un carro trainato, sia meccanicamente da una macchina portata da un trattore. Nelle due annate l'operazione è stata svolta all'inizio del mese di Giugno dopo l'apertura dei fili divaricatori, quando molti germogli avevano superato una lunghezza di circa 50-60 cm che consente di posizionarli verso l'interfilare evitando rotture o altri danni.

L'intervento manuale è stato realizzato contemporaneamente sulle due cortine di due filari adiacenti e consisteva nel sollevare il filo divaricatore e ripiegare al di sotto di questo i germogli. Questo intervento richiede una notevole fatica e costringe gli operatori ad un contatto diretto con la vegetazione del vigneto che in questo periodo è soggetta a frequenti trattamenti antiperonosporici.

La macchina pettinatrice invece realizza completamente l'intervento senza nessun intervento manuale evitando qualsiasi problematica sanitaria. La pettinatrice, portata anteriormente da un trattore, è costituita da una ventola assiale posta sopra la cortina, da una punta metallica conica che ruota in senso anti-orario posizionata tra la cortina ed i fili divaricatori, e da un telo stabilizzatore di materiale plastico montato sul fianco della trattrice. L'aria prodotta dal ventilatore viene concentrata sui germogli per favorirne la piegatura verso l'interfilare, l'azione viene completata subito dalla rotazione della punta conica e stabilizzata poi dal passaggio del telo che esercita una pressione per alcuni secondi sui germogli ripiegati. Dopo 10-15 giorni è necessario riposizionare manualmente i fili divaricatori per intercettare e ripiegare i nuovi germogli cresciuti nel frattempo. Operazione che viene eseguita da terra impiegando circa 2 h/ha. Questo intervento non è quasi mai necessario con la pettinatura manuale.

Pur operando su una sola cortina per volta e con un rendimento d'impiego più basso, la pettinatura meccanica grazie alla maggiore velocità di avanzamento ha consentito di aumentare la produttività di circa 4 volte, riducendo i tempi di lavoro del 75% e l'impiego di manodopera dell'81% (**convenienza si alza a 3-3,4 ha.**

Tabella 17). La qualità del lavoro, definibile dai germogli rotti o danneggiati e dal corretto posizionamento degli stessi, è risultata ampiamente favorevole nella pettinatura meccanica. In particolare i tralci danneggiati risultavano in una percentuale molto limitata, inferiore all'1% e significativamente inferiore a quella riscontrata nella prova di pettinatura manuale dove i danni hanno raggiunto il 7%. Mentre per quanto riguarda il posizionamento non corretto dei tralci il valore

rilevato nell'intervento meccanico è risultato di circa il 6%, contro oltre il 14% riscontrato nella pettinatura manuale.

La valutazione economica ha tenuto conto della produttività dei cantieri e dei valori riportati nella **Tabella 15**. Con un costo orario della manodopera di 12 €/h sono necessari appena 2,7 ha per giustificare la meccanizzazione dell'intervento, mentre considerando un costo della manodopera inferiore la soglia di convenienza si alza a 3-3,4 ha.

Tabella 17 Parametri operativi relativi alla pettinatura manuale e meccanizzata. Dati rilevati sul vigneto a doppia cortina di Trebbiano romagnolo. Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica
Operatori impegnati	1+2	1
Larghezza di lavoro (m)	4	2
Velocità d'avanzamento (m/h)	300	2700
Rendimento d'impiego	0,95	0,85
Capacità di lavoro (ha/h)	0,114	0,459
Tempi unitari (h/ha)	8,8	2,2
Manodopera necessaria (h/ha)	27,8	5,2

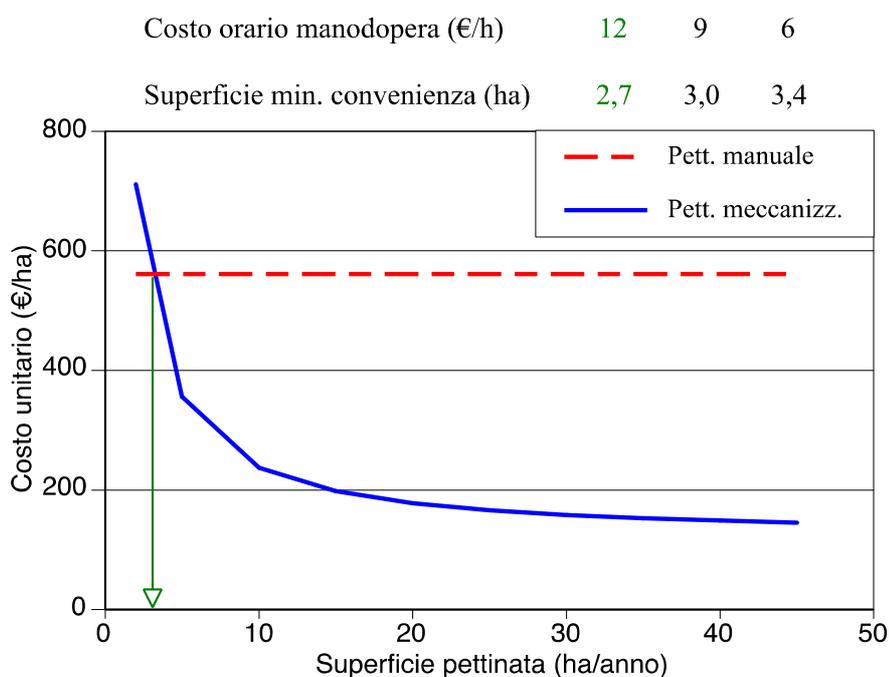


Figura 5 Andamento dei costi per la pettinatura manuale e meccanica in funzione della superficie vitata. Considerando tre valori differenti del costo orario della manodopera vengono indicate le superfici minime di vigneto da pettinare per rendere vantaggiosa la meccanizzazione.

Vendemmia

Per la vendemmia meccanica è stata utilizzata da una macchina a scuotimento verticale della ditta Paterlini mod. MK56C, portata da un trattore. Il cantiere di lavoro era completato da un carro trainato dallo stesso trattore entro cui veniva scaricata temporaneamente l'uva raccolta. Per favorire una buona qualità dell'operazione, nonostante le difficoltà al distacco tipiche del Trebbiano romagnolo, è stato scelto di impiegare bassi valori della frequenza di battitura e della velocità d'avanzamento (**Tabella 18**). La produttività è rimasta comunque accettabile, pari a 0,13 ha/h, con tempi di lavoro inferiori alle 8 h/ha. La raccolta manuale ha invece richiesto tempi e impegni di manodopera superiori alle 220 h/ha.

L'uva raccolta presentava una bassa presenza di foglie e tralci (2% circa) e un livello di ammostamento accettabile. Le rotture dei tralci provocate sulla pianta sono risultate mediamente dell'1,7% e il grado di defogliazione provocato non è risultato troppo elevato.

La valutazione economica delle due modalità di vendemmia ha tenuto conto della produttività dei tempi di lavoro sopra indicati e dei valori riportati nella **Tabella 1**. Inoltre, basandosi su esperienze simili sono state considerate perdite di raccolta del 10% per la vendemmia meccanica e del 2% per quella manuale. Percentuali che hanno permesso di risalire ai costi indiretti di raccolta considerando la produzione media rilevata di 34 t/ha con un valore unitario delle uve di 280 €/t.

La vendemmia manuale ha richiesto un costo complessivo di 2.910 €/ha, di cui solo 190 € dovuto alle perdite di prodotto. La vendemmia meccanica invece, grazie al basso prezzo d'acquisto della vendemmiatrice, può facilmente risultare più economica, anche con superfici annualmente vendemmate non troppo elevate. Infatti è sufficiente poter vendemmiare più di 4 ha all'anno per rendere conveniente la meccanizzazione. Se il costo della manodopera per la raccolta viene stimata a 9 €/h è necessaria una superficie doppia, mentre con un costo di 6 €/h la raccolta manuale risulta sempre la soluzione migliore (**Figura 6**).

Tabella 18 Parametri operativi relativi alla vendemmia manuale e meccanica. Dati rilevati sul vigneto a doppia cortina di Trebbiano romagnolo. Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica
Larghezza di lavoro (m)	2	2
Velocità d'avanzamento (m/h)	22	1000
Frequenza di battitura (colpi/min)	-	400
Rendimento d'impiego	1	0,65
Tempi unitari (h/ha)	226,7	7,7

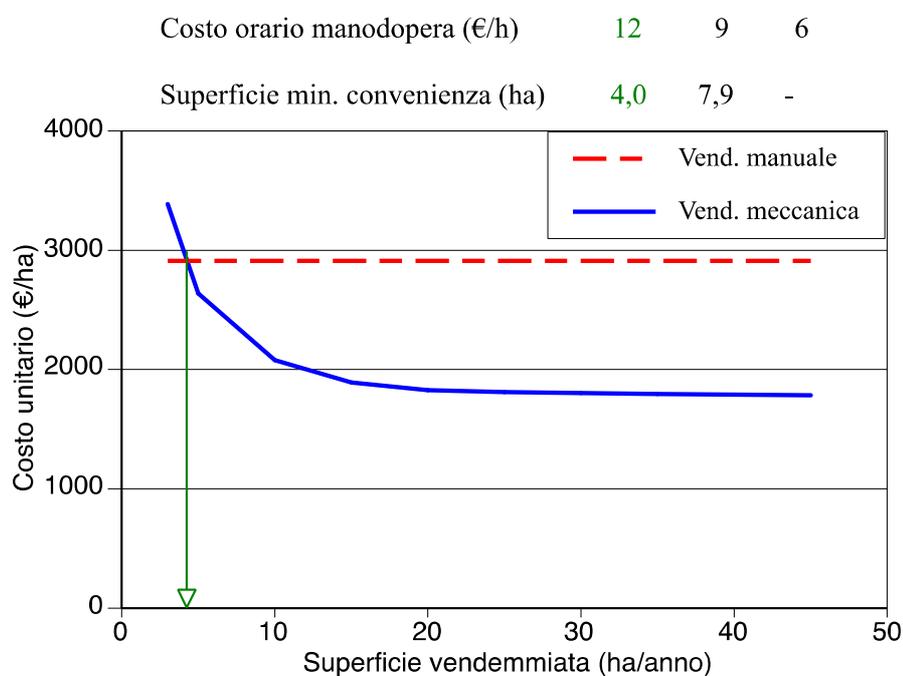


Figura 6 Andamento del costo della vendemmia manuale e meccanica del Trebbiano romagnolo in funzione della superficie annualmente raccolta. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da vendemmiare annualmente per rendere conveniente la meccanizzazione.

SOTTO-AZIONE 3.1 PROVA 3: Valutazione agronomica ed economica della gestione meccanizzata del vitigno Sangiovese allevato a Cordone Libero nell'areale romagnolo di collina

Questa prova è stata condotta in un vigneto di Sangiovese innestato su Kober 5BB e allevato a Cordone Libero presso l'Az. Agr. Nicolini a Monte Colombo (RN), Azienda che conferisce le uve prodotte agli stabilimenti di TERRE CEVICO.

In questo vigneto sono state messe a confronto le operazioni di potatura, cimatura e vendemmia svolte meccanicamente e manualmente. Inoltre, è stata valutata la gestione della difesa con macchine a recupero di prodotto. Per il calcolo dei costi d'esercizio dei cantieri sono stati utilizzati i dati operativi rilevati e i parametri economici riportati **Tabella 19**, seguendo il metodo di calcolo consigliato dall'ASABE.

Tabella 19 Elementi economici utilizzati per il calcolo dei costi d'esercizio delle operazioni svolte sul Sangiovese allevato a cordone libero a Monte Colombo (RN).

Elementi economici	Potatrice	Cimatrice	Vendemmiatrice
Valore a nuovo macchina (€)			
– VA	14.000	14.000	125.000
Valore residuo (€)- VR	10% VA	10% VA	10% VA
Durata fisica (h) - N	2.000	2.000	2.500
Utilizzazione annuale (h/anno) - U	calcolo	calcolo	calcolo
Anni di utilizzo - n	N/U (max. 12)	N/U (max. 12)	N/U (max. 15)
Costi fissi (€/anno)			
ammortamento	$(VA-VR)/n$	$(VA-VR)/n$	$(VA-VR)/n$
interessi	$2,5\%(VA+VR)/2$	$2,5\%(VA+VR)/2$	$2,5\%(VA+VR)/2$
spese varie	1% VA	1% VA	1% VA
Costi variabili (€/h)			
riparazione	60% VA/N	60% VA/N	40% VA/N
trattore con conducente	40	40	60

3.1.3.1. Valutazione Agronomica

Questo vigneto si trova nella fascia collinare della provincia di Rimini e in tale ambiente è difficile ottenere gli elevati livelli produttivi che si riscontrano in pianura, ma è possibile ottenere uve con buone caratteristiche compositive da destinare alla produzione di vini di qualità.

L'Azienda ha da tempo rinnovato tutti i vigneti Aziendali adottando la forma a Cordone Libero per ridurre i costi d'impianto e razionalizzare la gestione agronomica tramite la meccanizzazione, anche se non integrale, delle diverse operazioni colturali. Prendendo in esame la potatura invernale, le piante vengono pre-potate meccanicamente con una barra falciante disposta a "L" rovesciata che con un solo passaggio piuttosto veloce è in grado di raccorciare quasi tutti i tralci. Poiché con un solo passaggio veloce non è possibile regolare accuratamente l'altezza del taglio per effettuare una potatura corta (2 gemme per sperone) il viticoltore rifinisce attentamente la potatura, rimuovendo gli speroni in eccesso e uniformando la lunghezza degli speroni rimanenti. Eseguendo meticolosamente queste operazioni da terra, il risultato della potatura è del tutto assimilabile a quello della potatura manuale in termini di uniformità del numero e della lunghezza degli speroni. Per questo motivo, un filare potato secondo la normale gestione Aziendale è stato scelto come testimone potato a mano (tesi "Manuale"). Nel filare adiacente è stata invece impostata la tesi "Meccanica con rifinitura" che ha previsto due passaggi con la pre-potatrice (il primo su un lato del filare, il secondo sull'altro) a velocità ridotta, per poter eseguire il taglio dei tralci all'altezza corretta. Successivamente, la rifinitura manuale è stata eseguita effettuando pochi tagli per pianta volti a eliminare solo gli speroni molto ravvicinati, senza raccorciare il taglio effettuato dalla barra falciante. Il conteggio delle gemme eseguito dopo la potatura ha mostrato che la pre-potatura meccanica seguita dalla rifinitura ha quasi raddoppiato il numero di gemme per pianta rispetto alla gestione Aziendale (**Tabella 20**).

Nel mese di Maggio 2019, le abbondanti e persistenti precipitazioni hanno favorito lo sviluppo di un focolaio di Peronospora che, nel corso dei mesi successivi, ha causato danni sia alle foglie che ai grappoli, alterando il normale sviluppo di tali organi. I dati della vendemmia del 2019, eseguita il 20 Settembre, sono stati quindi fortemente influenzati dagli effetti di tale malattia, infatti le foglie (soprattutto le femminelle) non hanno potuto contribuire quanto atteso all'elaborazione di fotosintetati e circa un terzo degli acini è stato completamente disseccato. Il numero di grappoli è comunque risultato superiore di circa il 40% nella tesi "Meccanica con rifinitura", ma non è stata rilevata alcuna differenza a carico della compattezza e dell'incidenza di Botrite, che peraltro non si è manifestata in nessuna delle due tesi (**Tabella 21**). Anche nel 2020, il numero di grappoli è risultato

superiore nella tesi “Meccanica con rifinitura” e questi grappoli sono risultati meno attaccati dalla Botrite, nonostante tra le due tesi in prova non siano emerse differenze nella loro compattezza.

Nel 2019, il Maggior numero di grappoli della tesi “Meccanica con rifinitura”, seppur più leggeri rispetto alla tesi “Manuale”, ha determinato l’aumento della produzione per ceppo (+29%) e portato la resa ettariale su livelli in linea con gli obbiettivi Aziendali (

Tabella 22). Nell’annata successiva i livelli produttivi di entrambe le tesi sono aumentati di circa il 170%, grazie al netto aumento del peso medio del grappolo, portando le rese ettariali stimate oltre il limite consentito per la produzione del Sangiovese IGT Rubicone.

Per quanto riguarda invece le caratteristiche compositive, nel 2019 non sono emerse differenze tra le tesi anche se è importante evidenziare che i danni a foglie e grappoli causati dalla Peronospora hanno alterato il normale rapporto tra *source* e *sink* e che, pertanto, è difficile valutare l’effetto delle diverse tipologie di potatura sulle caratteristiche compositive delle uve (**Tabella 23**). Nel 2020, la concentrazione zuccherina delle uve della tesi “Meccanica con rifinitura” è risultata invece più bassa di 2°Brix rispetto alla tesi “Manuale” pur mantenendosi su livelli soddisfacenti.

Infine, non sono emerse differenze a carico del legno di potatura (**Tabella 24**).

In conclusione, è possibile constatare che negli areali di collina, la pre-potatura meccanica seguita da una veloce rifinitura manuale può essere applicata sul Sangiovese allevato a cordone libero, anche se dall’analisi dei dati emersi emerge che sarebbe opportuno contenere il numero di gemme raccorciando ulteriormente gli speroni oppure eseguendo una rifinitura manuale più intensa.

Tabella 20 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sul numero di gemme. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Monte Colombo (RN). Medie anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Gemme (n /ceppo)	21,0 b	37,8 a

Lettere differenti all’interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 21 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche e sul numero dei grappoli alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Monte Colombo (RN). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Compattezza dei grappoli (OIV 1-9)	7,4	7,1	8,2	8,0
Botrite (% superficie colpita)	0	0	10,0 a	2,6 b
Grappoli raccolti (n/ceppo)	21,4 b	35,6 a	21,2 b	27,4 a

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 22 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sulle componenti produttive alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Monte Colombo (RN). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Produzione (kg/ceppo)	3,05 b	3,93 a	8,42 b	10,67 a
Resa stimata (t/ha)	10,16 b	13,09 a	28,0 b	35,2 a
Peso medio grappolo (g)	140,7 a	113,3 b	403,3	402,0
Peso medio acino (g)	2,44	2,44	2,59	2,59

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 23 Effetti della meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche compositive dei mosti alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Monte Colombo (RN). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Solidi solubili (°Brix)	21,2	21,3	20,8 a	18,8 b
pH	3,22	3,21	3,44	3,42
Acidità titolabile (g/L)	5,95	6,11	6,88	6,93

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 24 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul peso del legno di potatura. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Monte Colombo (RN). Anni 2019-2020.

Parametro	2019		2020	
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Manuale	Meccanica con rifinitura
Legno di potatura (kg/ceppo)	0,65	0,61	0,64	0,62

3.1.3.2 Aspetti Operativi e Valutazione Economica

Potatura invernale

Nel vigneto di Sangiovese allevato a cordone libero la potatura meccanica con rifinitura è stata realizzata con una potatrice con due barre falcianti, in configurazione a L rovesciata, della ditta Colombardo. La macchina era portata anteriormente da un trattore e completava ogni filare con due passaggi. Successivamente, operatori da terra terminavano l'intervento con una rapida rifinitura manuale, che prevedeva solo un parziale diradamento degli speroni. A questa tesi di potatura meccanizzata è stata confrontata una tesi tradizionale di potatura manuale in cui gli operatori svolgevano il raccorciamento e un preciso diradamento degli speroni.

Per il calcolo della capacità di lavoro si è tenuto conto di un rendimento d'impiego di 1 per gli interventi manuali e di 0,95 per l'intervento meccanizzato. La potatrice a barre è stata utilizzata ad una velocità di 1,6 km/h, mentre la successiva rifinitura ha visto gli operatori effettuare un doppio passaggio per ciascun filare, avanzando alla velocità media di 240 m/h. Il Maggior impegno richiesto dalla potatura tradizionale ha invece limitato la velocità degli operatori a 100 m/h. I risultati ottenuti nei due anni mostrano come la meccanizzazione della potatura, anche se applicata parzialmente, consenta di dimezzare i tempi di lavoro e la manodopera richiesta (**Tabella 25**).

La qualità dell'intervento meccanico è risultata soddisfacente grazie anche alla rifinitura manuale che ha eliminato gran parte dei pochi speroni danneggiati.

Con i dati operativi esposti e con gli elementi economici riportati in **Tabella 1** sono stati calcolati i costi delle due tecniche esaminate ed è stata individuata la superficie minima vitata al di sopra della quale risulta economicamente conveniente meccanizzare la potatura con mezzi Aziendali. Il calcolo del costo unitario della potatura per le due tesi è stato ripetuto ipotizzando tre differenti costi orari della manodopera utilizzata: 6, 9 e 12 €/h. Considerando il costo pieno della manodopera (12 €/h) la potatura manuale comporta un costo di 800 €/ha e la meccanizzazione diventa conveniente a partire da superfici vitate di oltre 5,1 ha. Considerando invece costi orari della manodopera di 9 o 6 €/h sono necessari superfici di vigneto di almeno 8,9 e 35 ha (**Figura 7**).

Tabella 25 Parametri operativi relativi alla potatura manuale e meccanizzata. Dati medi rilevati sul vigneto di Sangiovese allevato a cordone libero negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura
Larghezza di lavoro (m)	1,5	1,5
Velocità d'avanzamento potatrice (m/h)	-	1600
Velocità d'avanzamento operatori (m/h)	135	240
Capacità di lavoro (ha/h)	0,013	0,181
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	67	32

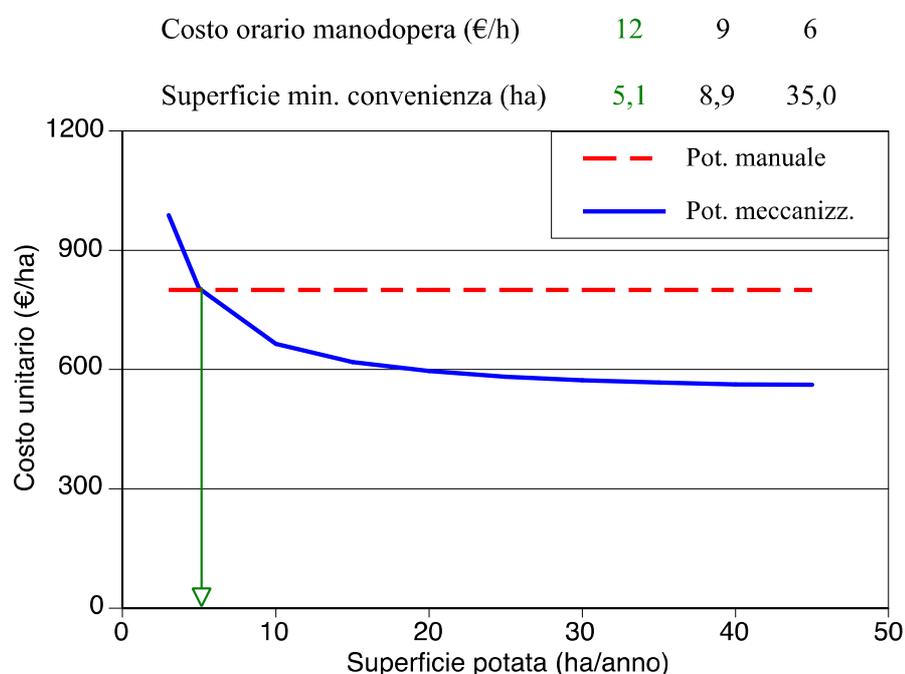


Figura 7 Andamento del costo della potatura manuale e meccanizzata del Sangiovese allevato a cordone libero. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da potare necessarie per rendere conveniente la meccanizzazione.

Cimatura

Nelle due annate seguite, con la stessa macchina utilizzata per la potatura, sono state realizzate 3-4 cimature estive. Anche questo intervento è stato eseguito meccanicamente e manualmente per confrontare i tempi e i costi dell'operazione.

Sia la cimatura manuale, realizzata con falchetto, sia la cimatura meccanica prevedevano il taglio dei germogli passando su un solo lato del filare per volta. Con le velocità riportate in **Tabella 26** la

produttività del cantiere meccanico risulta notevolmente più elevata, permettendo di ridurre i tempi di lavoro e l'impegno di manodopera di oltre il 96%. L'intervento meccanico si distingue anche per una maggiore regolarità e nettezza del taglio.

Economicamente la cimatura meccanica è molto vantaggiosa; ad esempio se si eseguono 4 cimature all'anno bastano da 1,4 a 3,5 ha circa, a seconda del costo orario attribuibile alla manodopera, per giustificare l'acquisto Aziendale della macchina (**Figura 8**).

Tabella 26 Parametri operativi relativi alla cimatura manuale e meccanizzata. Dati rilevati sul Sangiovese allevato a cordone libero. Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica
Larghezza di lavoro (m)	1,5	1,5
Velocità d'avanzamento (km/h)	0,28	8,0
Rendimento d'impiego	1	0,9
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	25,0	1,1

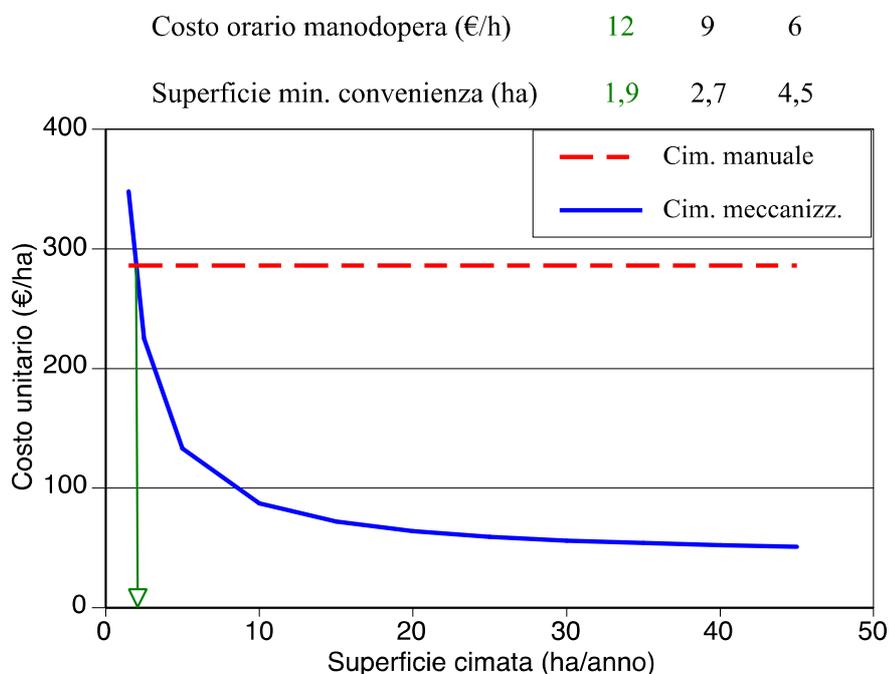


Figura 8 Andamento del costo della cimatura manuale e meccanizzata del Sangiovese allevato a cordone libero. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da cimare per rendere conveniente la meccanizzazione.

Vendemmia

La vendemmia meccanica è stata effettuata con una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale della Pellenc mod. C1 trainata. La macchina, grazie alla facilità di distacco del Sangiovese, è stata impiegata con una velocità d'avanzamento di 2,6 km/h e con una frequenza dei battitori di 430 colpi /min (**Tabella 27**).

Considerando un rendimento d'impiego di 0,65, i tempi di lavoro della vendemmiatrice risultano di 2,05 h/ha, corrispondenti, con la resa media di 21,6 t/ha, ad una produttività della raccolta di oltre 10 t/h. Nella raccolta manuale la produttività di ogni operatore è risultata mediamente di 115 kg/h, con un tempo complessivo di raccolta di 188 h/ha.

L'azione della vendemmiatrice ha provocato una bassa defogliazione e una discreta rottura dei tralci (10%). L'uva raccolta presentava circa un 1,6% di residui vegetali e un livello di ammostamento medio.

Con i risultati appena esposti e con gli elementi riportati nella **Tabella 27** è stato possibile determinare i costi della vendemmia meccanica e di quella manuale. A questi valori sono stati sommati i costi dovuti alle perdite di raccolta, tenendo conto di esperienze similari che indicano per la vendemmia meccanica percentuali rispetto alla produzione unitaria dell'8% e percentuali del 2% per quella manuale. Percentuali che sono state monetizzate riferendosi alla produzione media rilevata di 21,6 t/ha e ad un valore unitario di 400 €/t.

Con un costo della manodopera di 12 €/h la vendemmia manuale richiede un costo complessivo di poco superiore ai 2.427 €/ha (2.254 € per la manodopera e 173 € per le perdite di produzione). Rispetto a questo importo la vendemmia meccanica risulta meno costosa a partire da superfici annualmente vendemmiate di almeno 6,7 ha. Nel caso in cui il costo della manodopera venga sottostimato la superficie necessaria per raggiungere la convenienza economica sale: 10,4 ha con 9 €/h e 23,5 ha con 6 €/h (**Figura 9**).

Tabella 27 Parametri operativi relativi alla vendemmia manuale e meccanizzata. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese allevato a cordone libero. Valori medi rilevati negli anni 2019-2020.

Parametro	Manuale	Meccanica
Larghezza di lavoro (m)	3	3
Velocità d'avanzamento (m/h)	35,5	2500
Frequenza di battitura (colpi/min)	-	420
Rendimento d'impiego	1	0,65
Tempi unitari (h/ha)	187,8	2,1

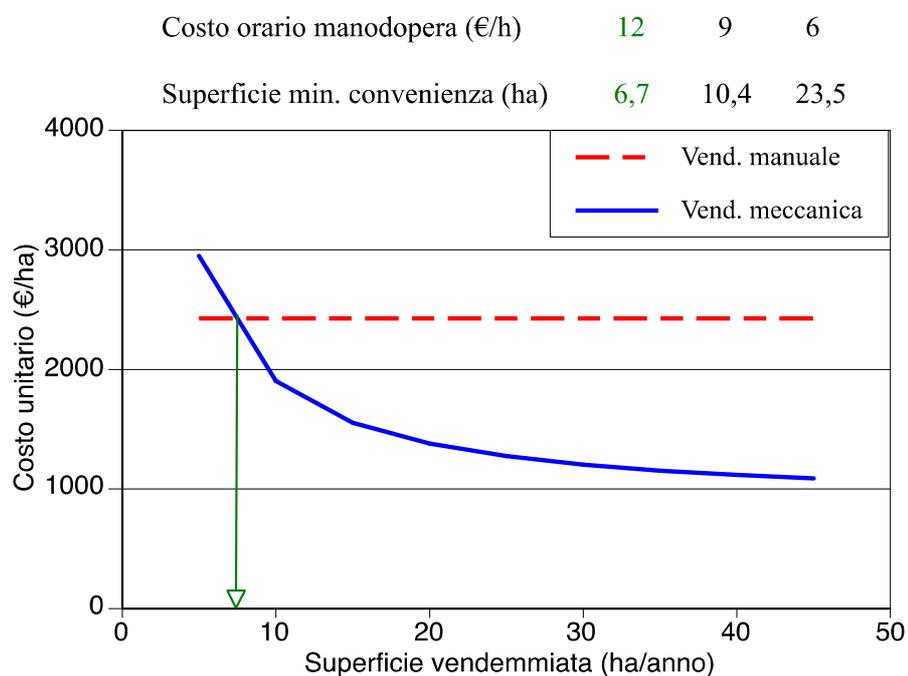


Figura 9 Andamento del costo della vendemmia manuale e meccanizzata del Sangiovese allevato a cordone libero. Sono indicate, per tre tariffe orarie della manodopera, le superfici minime di vigneto da raccogliere necessarie per rendere conveniente la meccanizzazione.

3.1.3.3 Valutazione dell'uniformità e qualità dell'irrorazione con macchine a recupero di prodotto

Il problema della contaminazione ambientale legata all'impiego degli agrofarmaci è sempre più di attualità soprattutto dopo l'entrata in vigore della direttiva quadro 2009/128/Ce che ha imposto un uso più sostenibile degli agrofarmaci come l'introduzione di aree di rispetto per la tutela della salute umana, degli ecosistemi e delle acque e l'obbligo di impiego delle migliori tecnologie disponibili per ridurre la dispersione ambientale dei prodotti chimici.

Una delle più interessanti soluzioni tecniche in grado di rispettare queste esigenze è rappresentata dalle irroratrici schermate a recupero di prodotto. Si tratta di macchine già presenti sul mercato dagli inizi degli anni '90 ma che, solo recentemente, sono state apprezzate dai viticoltori come una soluzione alternativa per la difesa.

La prova ha inteso valutare la qualità della distribuzione antiparassitaria su vigneto confrontando gli interventi con due tipologie di macchine, un'irroratrice ad aeroconvezione tradizionale e una macchina che prevede il recupero del prodotto non giunto a bersaglio.

Rilievi e metodologia

I rilievi sono stati eseguiti nel corso di due anni (2019 e 2020) su un vigneto di Sangiovese allevato a cordone libero (3 m x 1 m) leggermente declive, sito nel comune di Montescudo-Monte Colombo (RN).

Per ogni rilievo (27.05.2019; 12.07.2019; 09.05.2020) sono state considerate due parcelle non replicate di circa 100 metri, ognuna corrispondente ad una linea di gestione (difesa con irroratrice a recupero e con irroratrice ad aeroconvezione tradizionale) su cui sono stati valutati:

- Volume distribuito
- Entità e qualità della distribuzione sulla chioma
- Perdita di prodotto a terra
- Miscela recuperata

Per entrambi gli anni di prove sono stati inoltre monitorati i trattamenti reali eseguiti in termini di tipo e dose di agrofarmaco nella miscela antiparassitaria e volume effettivamente distribuito.

Le macchine impiegate

La qualità della distribuzione e l'entità della dispersione ambientale di miscela fitoiatrica è stata valutata ponendo a confronto una irroratrice tradizionale ad aeroconvezione della ditta IDROJET mod. Euroline 1000, equipaggiata con serbatoio di 1.500 litri e ventilatore assiale. Gli ugelli a cono vuoto Albus rosso ATR 80 erano collocati sulla sezione di uscita del flusso d'aria. La difesa con recupero di prodotto è stata valutata impiegando l'irroratrice della ditta Bertoni modello Arcobaleno TR200 a doppio tunnel che intercetta e recupera il prodotto distribuito e non depositato sulla vegetazione. Il sistema di distribuzione/recupero è costituito da una coppia di pannelli contrapposti in vetroresina e acciaio (altezza 2 m) che avvolgono lateralmente il filare. Su ogni pannello sono inseriti verticalmente gli ugelli di erogazione (Albus ATR 80 marroni 7 -10 per ogni pannello) e una serie di ventilatori assiali (diametro 305 mm) che generano il flusso d'aria che proietta la miscela fitoiatrica sulla vegetazione e creano un flusso di aspirazione per la miscela che non è stata intercettata dalla parete vegetativa (**Figura 10**). Completano la struttura dei pannelli una serie di alette verticali che intercettano la miscela non trattenuta dalla vegetazione.

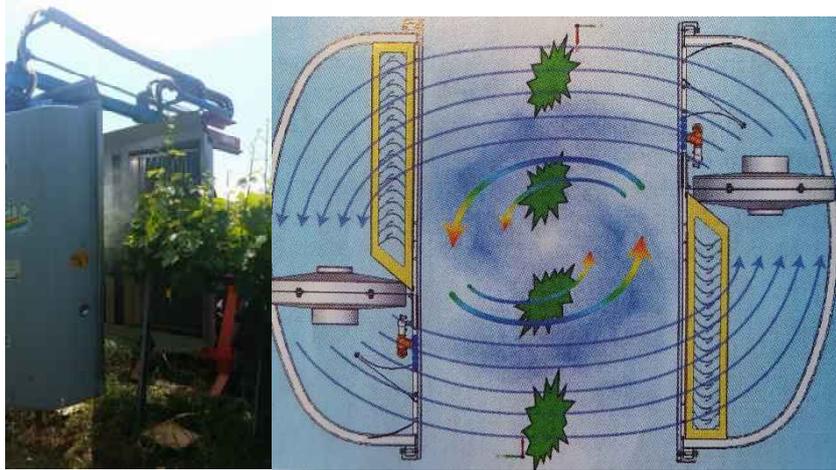


Figura 10. Irroratrice a recupero di prodotto Bertoni Arcobaleno TR2, a destra schema del flusso di aria e miscela fitoiatrica generato dai ventilatori assiali.

I parametri di regolazione delle macchine adottati durante le prove sono riepilogati in **Tabella 28**.

Tabella 28 Parametri operativi delle macchine.

		TRADIZIONALE	RECUPERO
Modello		IDROJET Euroline	Bertoni Arcobaleno TR200
Ugello		Albuz rosso ATR 80	Albuz marrone ATR 80
n° ugelli	27.05.19; 09.05.20	2+2	3+3
	12.07.19	3+3	4+4
Pressione (bar)		8	11,5
Portata ugello (l/min)		1,8	0,71
Velocità (km/h)		5	4,5
Volume (l/ha)	27.05.19; 09.05.20	288	189
	12.07.19	432	252

Stima della superficie fogliare

Prima di ogni prova è stato misurato il LAI (Leaf Area Index) delle piante, considerando 10 piante scelte casualmente sul filare individuato per la prova di distribuzione, su cui sono stati misurati il numero complessivo dei tralci e la loro lunghezza. Da ogni pianta selezionata sono stati quindi prelevati 4 tralci rappresentativi delle quattro lunghezze maggiormente riscontrate dai quali sono state distaccate le foglie, poste su un supporto e fotografate. Le immagini sono state successivamente analizzate con il software di analisi dell'immagine ImageJ per stimare la superficie fogliare (**Figura 11**). La misura dell'area campione è stata quindi ricondotta a quella dell'intera pianta sulla base dei risultati del campionamento dei tralci.



Figura 11. Procedimento di misura del LAI tramite rilievo dell'immagine fogliare, scansione ed elaborazione dell'immagine scansionata.

Misura dei volumi d'intervento

La miscela antiparassitaria utilizzata nelle due tesi a confronto presentava la stessa concentrazione di formulato. Il volume erogato dai due cantieri è stato calcolato sulla base dell'Eq. 1.

$$D = Q \cdot 600 \cdot L \cdot v \text{ [L/ha]} \quad \text{Eq. 1}$$

dove:

$$Q = n \cdot q \text{ [L/min]}$$

q = portata teorica ugello (L/min)

n = numero ugelli

L = larghezza di lavoro (m)

v = velocità di avanzamento (km/h)

Mentre nell'irroratrice tradizionale il volume erogato e il volume effettivamente distribuito coincidono, il sistema a tunnel consente il recupero di parte del prodotto erogato. Per determinare quindi il volume effettivamente distribuito dal cantiere a tunnel è stato misurato quello effettivamente distribuito con il trattamento. Tale volume è il risultato della differenza tra volume erogato calcolato e il volume residuo nel serbatoio (al lordo quindi del prodotto recuperato) rapportato all'unità di superficie (Eq. 2).

$$D_{\text{eff.distr}} = Q \cdot 600 L \cdot v - D_{\text{recup}} \quad [\text{L/ha}] \quad \text{Eq. 2}$$

Rilievo del prodotto intercettato e disperso

Per verificare l'effettiva bagnatura fogliare e la dispersione della miscela fitoiatrica nell'ambiente circostante sono state utilizzate cartine idrosensibili (26 x 76 mm) che hanno la proprietà di virare il proprio colore al blu se bagnate con un liquido.

In ogni rilievo si sono individuati due filari di riferimento, uno per tesi, macchina tradizionale e a recupero.

Per ciascun filare le due macchine hanno effettuato:

- un passaggio singolo (PS), solo su un lato del filare, per valutare la dispersione della miscela fitoiatrica distribuita dalle due macchine nell'ambiente circostante
- un passaggio completo (PC), ovvero su tutti i filari, simulando un trattamento convenzionale, per valutare l'effettiva bagnatura fogliare e la dispersione della miscela fitoiatrica nel sotto-fila e nei due interfilari adiacenti il filare trattato (**Figura 12**).

All'interno del filare trattato sono state individuate due piante (una pianta nella zona PS e una pianta nella zona PC; **Figura 12**), in corrispondenza delle quali sono stati rilevati sia il prodotto giunto a bersaglio sulla chioma e intercettato dalle cartine, che il prodotto perso a terra.

Rilievo delle perdite al suolo.

Per rilevare le perdite al suolo le cartine idrosensibili sono state disposte su tavolette di legno appoggiate sul terreno. La **Figura 12** illustra la collocazione delle cartine idrosensibili al suolo e la posizione delle piante test.

Nell'ambito del test che prevedeva un solo passaggio della macchina (zona PS) sono state collocate a terra 6 cartine idrosensibili disposte a 1,5 m l'una dall'altra (in corrispondenza degli interfilari e

filari adiacenti, per un totale di 3 filari e 3 interfilari) con la prima cartina collocata sotto la pianta test.

Nell'ambito della zona PC che prevedeva un passaggio completo della macchina sono state collocate 4 cartine, due sulla fila (una sotto e una davanti alla pianta test) e due sulle rispettive interfila in prossimità della pianta trattata (**Figura 12**).

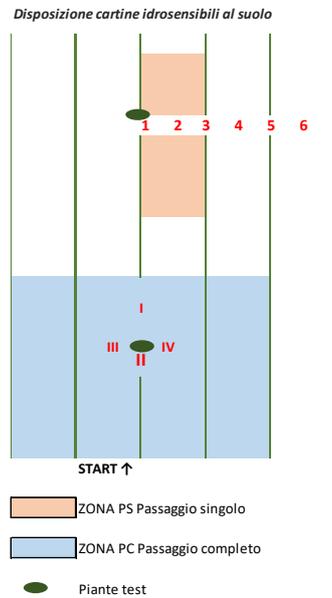


Figura 12. Layout della posizione delle piante test e delle delle cartine idrosensibili al suolo.

Rilievo della distribuzione sulla chioma.

Per ottenere indicazioni rappresentative della distribuzione sull'intera chioma si è divisa idealmente la vegetazione in tre fasce di altezza, superiore (A1, A2, A3) intermedia (A4, A5, A6) e inferiore (A7, A8, A9). Su ogni fascia sono state applicate 3 coppie di cartine, opportunamente codificate, in corrispondenza della pagina superiore e inferiore delle foglie.

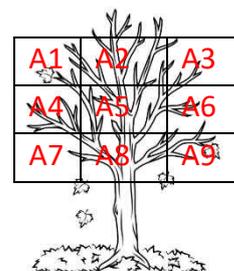


Figura 13. Layout della disposizione delle cartine idrosensibili sulla chioma delle piante test.

In ogni fascia le tre coppie di cartine sono state disposte due esternamente e una internamente alla massa vegetativa (A1, A4, A7, A3, A6, A9 fascia esterna; A2, A5, A8 fascia interna; **Figura 13**). Le cartine idrosensibili sottoposte ai trattamenti sono state quindi prelevate e lasciate asciugare. Successivamente sono state scansionate con una risoluzione di 600 dpi e le immagini ottenute sono state sottoposte a un procedimento di analisi di immagine utilizzando Image J software.

Il software tramite un procedimento di segmentazione, regolazione del contrasto e pulizia, è in grado di discriminare l'area virata al blu in seguito all'intercettazione del trattamento fogliare dal fondo giallo della cartina; in questo modo per ogni cartina e per ogni fascia è stato possibile determinare la percentuale della superficie che ha intercettato il trattamento.



Figura 14. Irroratrice schermata Bertoni Arcobaleno TR200 durante le prove.

Qualità della distribuzione

Uno dei principali aspetti da valutare per definire l'efficacia di una distribuzione antiparassitaria è rappresentato dalla capacità della macchina di indirizzare la miscela sul bersaglio e dalla uniformità con cui la miscela è distribuita sulla chioma. Tali aspetti sono influenzati dalla conformazione della chioma e dal suo sviluppo fogliare e, quindi, dallo stadio fenologico della coltura.

I rilievi hanno interessato due momenti di sviluppo vegetativo caratterizzati da un diverso LAI (**Tabella 29**). Durante il primo e terzo rilievo le piante erano in pieno accrescimento vegetativo con un LAI di 0,36 (27.05.19) e 0,30 (09.05.20) Nel corso del secondo rilievo le piante erano nella fase di ingrossamento acini con un LAI 1,4.

Tabella 29 Superfici fogliari e stadio fenologico in corrispondenza dei rilievi.

Data rilievo	Stadio fenologico	LAI (m ² /m ²)
27/05/2019	pre-fioritura	0,36
12/07/2019	chiusura grappolo	1,4
09/05/2020	maturazione	0,30

La distribuzione della miscela intercettata dalle cartine idrosensibili disposte sulla chioma delle piante test (**Figura 15.**) è stata analizzata considerando separatamente le fasce di intercettazione verticali (alta, media, bassa; **Figura 16**) e quelle laterali (esterna, interna; **Figura 17**) relativamente a un completo passaggio delle macchine che simula un reale trattamento di campo.

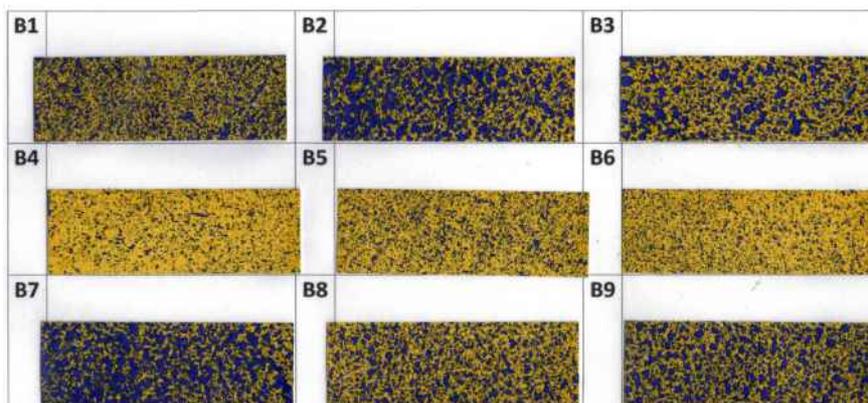


Figura 15. Cartine idrosensibili disposte sulla chioma, intercettazione della miscela fitoiatrica e reazione colorimetrica.

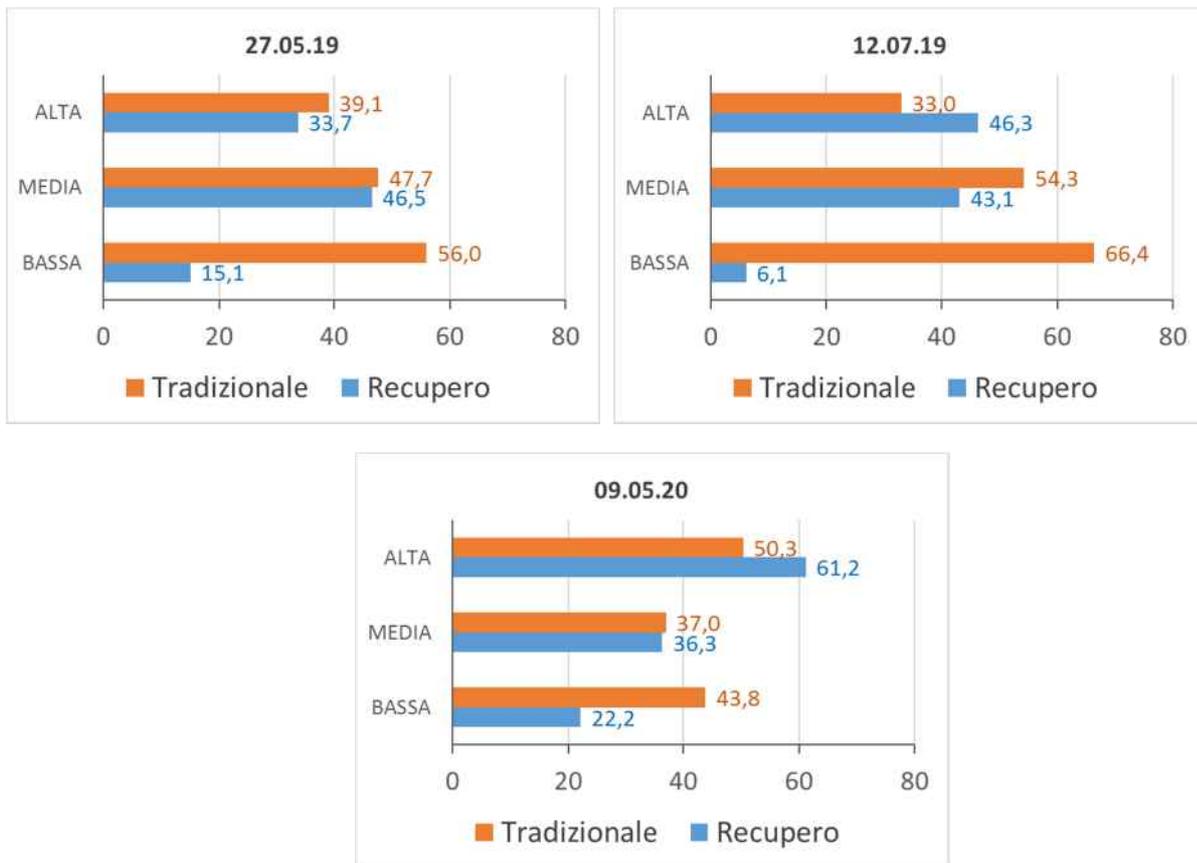


Figura 16. Superficie intercettata della miscela erogata (%) sulle cartine idrosensibili disposte sulla chioma in corrispondenza delle tre fasce di altezza, passaggio completo dell'irrorazione.

La distribuzione della miscela sulla chioma da parte della macchina tradizionale esprime percentuali di superficie delle cartine intercettate superiori (47%, media dei tre rilievi) rispetto alla macchina a recupero (34%, media dei tre rilievi) che indicano una maggiore capacità, dell'atomizzatore, di proiettare quantitativi maggiori di miscela sul bersaglio. In termini di uniformità di distribuzione la macchina tradizionale presenta una accettabile uniformità di distribuzione verticale (CV_{medio} 18%) contro la macchina a recupero che è caratterizzata da una considerevole variabilità (CV_{medio} 46%) soprattutto attribuibile a bassi valori di distribuzione ottenuti nella fascia inferiore della chioma. Tuttavia, se si considerano gli effetti del trattamento in relazione alla distribuzione trasversale (fascia centrale ed esterna) si osserva una notevole riduzione della variabilità sia per la macchina a recupero (CV_{medio} 17%) che per quella tradizionale (CV_{medio} 3%) (Figura 17).

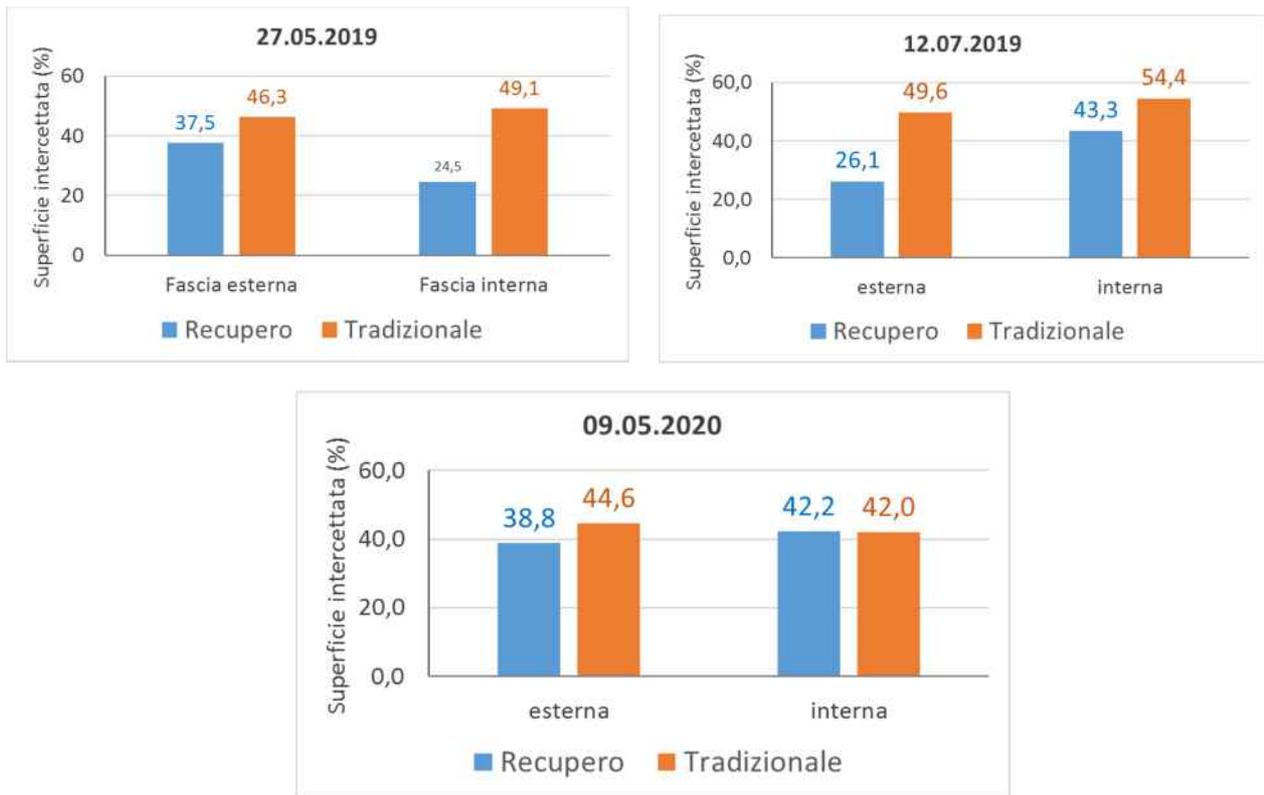


Figura 17. Superficie intercettata dalla miscela (%) sulle cartine idrosensibili disposte sulla chioma in corrispondenza delle due fasce laterali, passaggio completo (PC) dell'irroratrice.

Dispersione ambientale

Una indicazione rappresentativa della dispersione nell'ambiente della miscela fitoiatrica è ottenibile dalla misura della superficie delle cartine disposte al suolo che intercettano la miscela erogata (Figura 18).

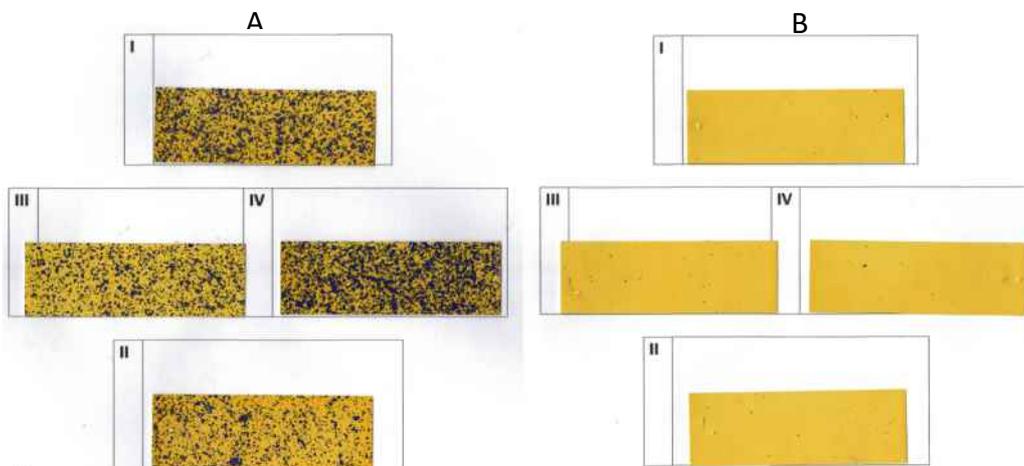


Figura 18. Particolare delle cartine idrosensibili disposte a terra, in prossimità della pianta test; viraggio del colore in seguito al passaggio dell'irroratrice tradizionale (A) e della macchina con recupero (B).

Considerando l'area in prossimità della pianta test si osserva che le perdite al suolo derivate dal passaggio della macchina con recupero di prodotto sono estremamente limitate e decisamente più contenute rispetto a quelle derivate dal passaggio della macchina tradizionale. Infatti, in seguito al trattamento con la macchina a recupero la superficie delle cartine (media tre rilievi) interessata dalla deposizione della miscela è inferiore al 2% mentre nel passaggio con la macchina tradizionale questo valore sale a quasi il 30% (**Figura 19**).

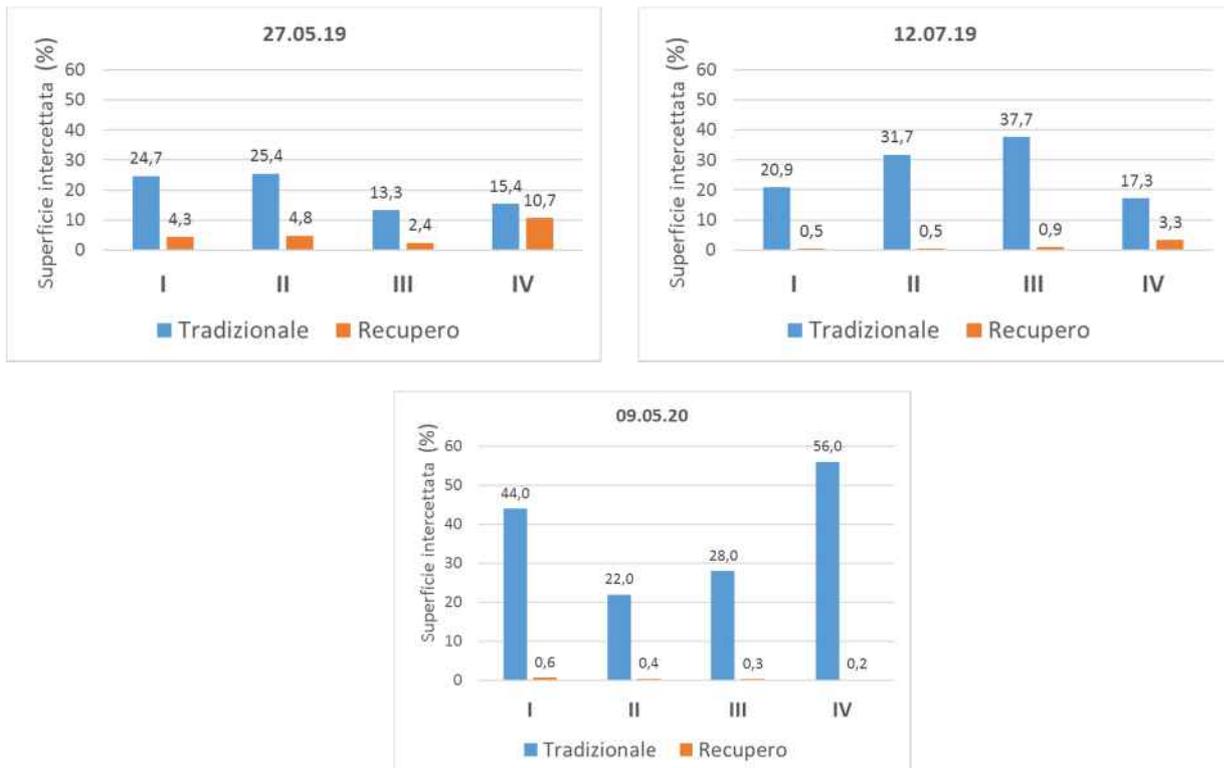


Figura 19. Misura della miscela dispersa; superficie intercettata della miscela erogata (%) sulle cartine idrosensibili disposte sul terreno in corrispondenza del filare trattato con intervento completo (ZONA PC).

La dispersione di miscela nell'ambiente si riduce inevitabilmente allontanandosi dal punto di applicazione della miscela (**Figura 20**) mostrando valori medi pari a 0,4% della superficie interessata all'intercettazione per la macchina a recupero e quasi il 6% nel caso di trattamento con la macchina tradizionale con picchi di 15, 18 e 28% a una distanza di 3 m dalla pianta test per la macchina tradizionale. Anche in questo caso i valori di miscela fitoiatrica dispersi nell'ambiente sono nettamente superiori per la macchina tradizionale.



Figura 20. Misura della miscela dispersa; superficie intercettata della miscela erogata (%) sulle cartine idrosensibili disposte sul terreno lateralmente al filare trattato in corrispondenza di un singolo passaggio (ZONA PS).

Recupero prodotto

L'irroratrice schermata ha consentito di recuperare il 26 % della miscela erogata durante le prove simulate nel Maggio 2019 e 2020 e il 37% nel trattamento del 12.07.20 quando i volumi distribuiti erano superiori. Considerando il diverso volume erogato dalle due tipologie di macchine l'irroratrice schermata ha premesso quindi di risparmiare il 51 % e il 63 % della miscela fitoiatrica rispetto alla macchina tradizionale (**Tabella 30**).

Tabella 30 Volume di irrorazione erogati ed effettivi.

Data Intervento	Macchina tradizionale	Irroratrice con recupero di prodotto		
	Volume erogato (l/ha)	Volume erogato (l/ha)	Volume effettivamente distribuito (l/ha)	Volume recuperato (%)
27.05.19; 09.05.20	288	189	140	26%
12.07.19	432	252	160	37%

Conclusioni Prova 4

Le irroratrici schermate sono macchine decisamente più complesse e costose rispetto alle macchine ad aeroconvezione di tipo tradizionale e possono essere utilizzate solo in vigneti privi di ostacoli non eccessivamente declivi e che dispongano di capezzagne con adeguate dimensioni per garantire gli spazi di manovra e svolta di queste macchine spesso ingombranti. Nonostante questi elementi di criticità presentano alcuni aspetti tra cui la forte riduzione del fenomeno della deriva e la possibilità di recuperare parte della miscela erogata che le stanno facendo apprezzare come soluzione alternativa per la difesa del vigneto. L'aspetto della riduzione della deriva ambientale di prodotto è particolarmente apprezzabile perché tutela le zone di rispetto stabilite dalla nuova normativa PAN soprattutto nei vigneti localizzati in prossimità dei centri abitati e in prossimità di siti sensibili come corsi d'acqua e strade.

I risultati dei rilievi effettuati, pur limitandosi a un'indagine sulla miscela intercettata da cartine disposte al suolo, hanno evidenziato come, per l'irroratrice a tunnel, i valori di perdita a terra siano stati estremamente bassi e circoscritti alla zona di applicazione. Viceversa, per l'irroratrice

convenzionale i valori sono apparsi nettamente superiori. In particolare, i valori rilevati in seguito al passaggio della macchina a recupero sono stati 15 volte (in prossimità delle piante) e 13 volte (fascia laterale delle piante trattate) inferiori a quelli rilevati dal passaggio con la macchina tradizionale. Inoltre, se un valore medio del 6% per l'intercettazione di miscela dispersa lateralmente dalla macchina tradizionale può sembrare limitato occorre considerare che i successivi passaggi della macchina nei filari adiacenti, per completare il trattamento sull'intero appezzamento, determinano un accumulo progressivo di miscela, e quindi di agrofarmaco, che può raggiungere valori significativi. Circa la qualità della copertura della chioma, il presente lavoro ha evidenziato una minore efficienza, da parte della macchina schermata a raggiungere soprattutto le aree inferiori della vegetazione. Questo aspetto che potrebbe essere importante per interventi su piante più espanse e vigorose, può essere facilmente corretto aumentando il volume distribuito mediante strategie indirette (riduzione della velocità d'avanzamento o incremento della portata) o, ancora meglio, aumentando la concentrazione del fitofarmaco. Infine, la possibilità di recuperare una frazione importante del volume distribuito determina un considerevole risparmio di agrofarmaco. L'analisi dei dati relativi ai trattamenti di difesa realmente eseguiti nel vigneto nel corso del 2019 e 2020 ha evidenziato un risparmio di agrofarmaco superiore al 50%. Nel 2019, realizzando 10 interventi, a fronte di una spesa per gli agrofarmaci di 680 €/ha con il sistema ad aeroconvezione, la spesa con il sistema a recupero è stata di 320 €/ha con un risparmio del 53%. Nel 2020 i trattamenti realizzati sono stati 5 con un risparmio del 52%.

SOTTO-AZIONE 3.1 PROVA 4: Esempi dimostrativi di gestione meccanizzata su vitigni di interesse regionale allevati con le principali forme meccanizzabili

Nei vigneti sperimentali del Polo Tecnologico di Tebano (Faenza – RA) sono in corso prove di meccanizzazione della potatura iniziate circa dieci anni fa su vitigni rappresentativi della viticoltura emiliano-romagnola. In questo sito è stato quindi possibile valutare gli effetti delle diverse tipologie di potatura su piante che negli anni hanno adattato il proprio comportamento vegeto-produttivo a differenti carichi di gemme, e che quindi dovrebbero aver messo in atto tutti i meccanismi di autoregolazione.

Questa prova è stata svolta nelle annate 2018 e 2019 sui vitigni Trebbiano romagnolo, Sangiovese e Pignoletto allevati sulle forme più adatte alle singole varietà e che corrispondono rispettivamente a GDC, Cordone Speronato e Cordone Libero.

Tre diverse tipologie di potatura, con crescente livello di meccanizzazione, sono state applicate a ciascun vitigno: a) potatura eseguita esclusivamente a mano con operatori che lavorano da terra (tesi “Manuale”); b) pre-potatura realizzata con una potatrice a barre falcianti che hanno tagliato i tralci lasciando gli speroni della lunghezza corretta in funzione della varietà, seguita dalla rifinitura manuale che ha mirato a sfoviare le parti del cordone in cui si ammassavano troppi speroni (tesi “Meccanica con rifinitura”). In questa tesi, entrambe le operazioni (pre-potatura e rifinitura) sono state realizzate contemporaneamente da un cantiere di lavoro composto dal trattore su cui era installata frontalmente la pre-potatrice e sul retro un carrello con due operatori che hanno rifinito la potatura con forbici pneumatiche. c) potatura meccanica eseguita solamente con la pre-potatrice, senza quindi alcun intervento manuale (tesi “Meccanica integrale”).

3.1.4.1 Trebbiano romagnolo allevato a GDC

I parametri operativi medi rilevati durante l’esecuzione delle tre modalità di potatura del Trebbiano romagnolo sono riassunti nella **Tabella 31**.

Per la potatura meccanica è stata impiegata una potatrice con quattro barre della ditta Tanesini che, in ogni passaggio, eseguiva i tagli nell’intorno di un singolo cordone. Per eseguire tagli di buona qualità e di altezza regolare la macchina è stata impiegata con una velocità d’avanzamento moderata e con una elevata frequenza di oscillazione delle lame. In queste condizioni il tempo di lavoro è risultato di 3,1 h/ha e la presenza di speroni gravemente danneggiati è rimasta limitata al 2,1% circa. Rispetto a questa tesi la potatura meccanica con rifinitura è stata eseguita con una velocità d’avanzamento più bassa per dare modo ai due operatori posizionati sul carro di realizzare

una veloce selezione e un parziale diradamento degli speroni. I tempi di lavoro sono risultati comunque contenuti, pari a 4,8 h/ha. I due operatori muniti di forbici pneumatiche e correttamente posizionati rispetto all'altezza del cordone hanno svolto tagli rapidi e sufficientemente precisi, con una frequenza media di 48 tagli/min da parte del primo operatore, prevalentemente focalizzato nell'eliminazione degli speroni mal posizionati, e di 30 tagli/min del secondo operatore, maggiormente impegnato nella selezione degli speroni. Questa modalità di potatura, grazie alla minore velocità di lavoro e all'intervento di rifinitura, ha contenuto sotto lo 0,5% la presenza di speroni danneggiati.

Anche nella potatura manuale gli operatori avanzavano ciascuno lungo un cordone per volta. In questa tesi la frequenza di taglio è risulta di 24 tagli/min, la velocità di avanzamento media di soli 70 m/h e i tempi di lavoro di 71,4 h/ha.

In questo vigneto la meccanizzazione della potatura ha consentito una riduzione dei tempi di lavoro del 93 e del 96% e una riduzione della manodopera necessaria del dell'80 e del 96%.

Da un punto di vista economico il costo della potatura manuale di 857 €/ha, stimato con la tariffa ufficiale della manodopera di 12€/h, può essere abbassato con la potatura meccanica impiegando annualmente la potatrice su almeno 2 ha. È invece necessaria una utilizzazione annuale del cantiere di lavoro su almeno 3,8 ha per rendere economicamente vantaggiosa la potatura meccanica con rifinitura (costi determinati con gli elementi economici della **Tabella 10**).

L'entità del risparmio possibile con la meccanizzazione è evidente anche riferendosi a vigneti di piccola media dimensione. Se ipotizziamo di intervenire su soli 5 ha/anno il risparmio ottenibile con la potatura con rifinitura ammonta a 127€/ha, mentre con la potatura integrale si raggiungono risparmi di 444 €/ha.

Tabella 31 Elementi operativi misurati nelle tre tesi di potatura. Dati rilevati nel vigneto di Trebbiano romagnolo allevato a doppia cortina a Tebano (RA). Medie anni 2018-2019.

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Velocità d'avanzamento (m/h)	70	1100	1700
Passaggi per filare (n.)	2	2	2
Rendimento d'impiego	1	0,95	0,95
Capacità di lavoro (ha/h)	0,014	0,209	0,323
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	71,4	4,8	3,1
Manodopera impiegata (h/ha)	71,4	14,4	3,1
Frequenza di taglio (n. /min)	24	48+30	90

Il carico di gemme rilevato dopo la potatura del Trebbiano romagnolo allevato a GDC è risultato superiore nelle tesi che prevedevano l'intervento meccanico, rispetto al controllo manuale (**Tabella 32**). L'incremento del carico di gemme ha contribuito all'aumento del numero di grappoli rilevato nelle stesse tesi e tale aumento, in entrambi gli anni, è stato più intenso nella tesi "Meccanica con rifinitura" (**Tabella 33**). I grappoli delle piante potate manualmente sono risultati più compatti rispetto alle altre tesi e di conseguenza sono stati maggiormente colpiti dalla *Botrytis cinerea*.

Coerentemente con l'aumento del numero dei grappoli, anche la produzione delle piante delle tesi che prevedevano l'intervento meccanico è risultata superiore al controllo manuale, anche se la riduzione del peso medio del grappolo ha contenuto l'aumento delle rese (**Tabella 34**). Anche in questa prova sono evidenti gli effetti dei meccanismi di autocompensazione, infatti, se prendiamo in considerazione le tesi "Manuale" e "Meccanica integrale" emerge che partendo dall'aumento del numero di gemme (+116%), l'aumento del numero dei grappoli si è attestato al +97%, con tutta probabilità a causa della riduzione del germogliamento e della fertilità dei germogli sviluppati. Infine, la riduzione del peso dei grappoli (-47%), dovuto prevalentemente alla riduzione dell'allegagione, ha contenuto l'aumento produttivo delle piante potate meccanicamente.

Le rese ettariali stimate in base alle produzioni mostrano che tutte le tesi hanno presentato buoni livelli produttivi anche se le maggiori rese delle tesi "Meccanica con rifinitura" e "Meccanica

integrale”, associate alle soddisfacenti caratteristiche compositive dei mosti (**Tabella 35**), fanno ritenere che le tipologie di potatura in grado di dare i migliori risultati in termini economici siano proprio quelle che prevedono l’intervento meccanico.

Per quanto riguarda infine il peso del legno di potatura, in entrambe le annate tale parametro è diminuito al progredire del livello di meccanizzazione (**Tabella 36**).

In conclusione, la potatura meccanica (con o senza rifinitura manuale) del Trebbiano romagnolo allevato a GDC può consentire in primo luogo di risparmiare ore di manodopera e inoltre può contribuire al raggiungimento di livelli produttivi ottimali associati a soddisfacenti livelli qualitativi.

Tabella 32 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul numero di gemme. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Tebano (RA). Medie anni 2018-2019.

Parametro	Potatura		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Gemme (n/ceppo)	30,0 b	53,6 a	64,8 a

Lettere differenti all’interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 33 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche e sul numero dei grappoli alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Compattezza dei grappoli (OIV 1-9)	8,2 a	7,0 b	6,8 b	7,7 a	7,2 ab	6,4 b
Botrite (% superficie colpita)	9,5 a	5,2 b	4,2 b	32,0 a	25,0 b	22,0 b
Grappoli raccolti (n/ceppo)	28,9 c	48,7 b	66,3 a	43,0 b	64,2 a	75,7 a

Lettere differenti all’interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 34 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle componenti produttive alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Produzione (kg/ceppo)	11,30 b	14,74 b	17,62 a	10,25 b	11,53 ab	12,61 a
Resa stimata (t/ha)	28,3 c	36,8 b	44,0 a	25,8 b	28,8 ab	31,5 a
Peso medio grappolo (g)	397,1 a	309,5 b	265,7 b	237,8 a	187,5 b	165,6 b
Peso medio acino (g)	2,93 a	2,49 b	2,39 b	2,26	2,41	2,09

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 35 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche compositive dei mosti alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2019			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Solidi solubili (°Brix)	17,9 a	16,4 b	16,2 b	16,7	17,1	16,6
pH	3,55	3,51	3,48	3,34	3,37	3,36
Acidità titolabile (g/L)	5,37	5,37	5,69	7,65 a	7,52 a	6,82 b

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 36 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul legno di potatura. Dati rilevati sul vigneto di Trebbiano romagnolo a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2019			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Legno di potatura (kg/ceppo)	1,64 a	1,24 b	0,73 c	1,73 a	1,38 b	0,96 c

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

3.1.4.2 Sangiovese allevato a Cordone Speronato

In **Tabella 37** vengono riportati i valori medi dei parametri operativi rilevati durante l'esecuzione delle tre modalità di potatura del Sangiovese allevato a cordone speronato.

In questo vigneto la potatura manuale viene appesantita dalla necessaria stralciatura che impegna ulteriormente gli operatori. Questi, lavorando a coppie sui due lati dei filari, completavano l'intervento su 100 m in un'ora, corrispondenti a tempi di lavoro di 80 h/ha.

Interventi molto più rapidi sono stati riscontrati nelle due tesi meccaniche in cui è stata utilizzata ancora la potatrice a barre della Tanesini, in questo caso allestita con tre barre, di cui una verticale sul lato dell'interfilare di passaggio e due orizzontali, entrambe scavallanti, posizionate sopra e sotto il cordone permanente. La potatrice montava anche uno stralciatore a dente orizzontale, collocato a 40 cm circa sopra il cordone permanente in posizione leggermente avanzata rispetto alle barre di taglio, per consentire il trascinarsi dei germogli e la conseguente rottura dei viticci un attimo prima che venissero tagliati.

Nella potatura meccanica con contemporanea rifinitura manuale, realizzata con un solo passaggio per filare, è parsa adeguata la velocità di 0,85 km/h. Infatti in questa condizione i due operatori, ben posizionati sul carro, riuscivano a operare su tutto il cordone eliminando in maniera corretta gli speroni appena riaccurciati dalla potatrice e quelli rimasti integri presenti sul lato opposto. Inoltre riuscivano anche a far cadere alcuni tralci recisi che lo stralciatore qualche volta accumulava a ridosso dei pali di sostegno dei filari. Forse a questa maggiore complessità dell'intervento è da attribuire la frequenza di taglio più bassa rilevata durante il lavoro (41 e 25 tagli/min).

La potatura meccanica integrale, eseguita con la sola potatrice preparata con lo stesso assetto, è stata realizzata con due passaggi per filare, di cui il secondo di ritorno più rapido prevedeva praticamente solo il taglio laterale. La velocità media di avanzamento è stata di 1,9 km/h e la qualità

del lavoro è risultata penalizzata per la presenza di qualche sperone spezzato (1,5% circa) e per qualche tralcio non ben stralciato e ancora trattenuto dai fili di sostegno.

Anche nel cordone speronato le tecniche di meccanizzazione agevolata e integrale hanno fornito ottimi risultati per la riduzione dei tempi di lavoro con risparmi dell'ordine del 95-96%. Risparmi leggermente inferiori, ma ancora molto evidenti anche per quanto riguarda l'impegno di manodopera.

Molto importante risulta anche la riduzione del costo ottenibile con la meccanizzazione. A fronte di un costo della potatura manuale di 960 €/ha, l'equivalenza economica si ottiene potando 2,7 ha/anno con il cantiere che prevede la rifinitura manuale o 1,8 ha/anno con la sola potatrice meccanica. L'andamento dei costi unitari è tale che, anche su vigneti di piccola-media dimensione il risparmio economico è tangibile; ad esempio potando annualmente 5 ha di vigneto si realizzano risparmi di 337 o 448 €/ha, a seconda che si realizzi la potatura meccanica con rifinitura o quella integrale.

Tabella 37 Elementi operativi misurati nelle tre tesi di potatura. Dati rilevati nel vigneto di Sangiovese allevato a cordone speronato a Tebano (RA). Medie anni 2018-2019

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Velocità d'avanzamento (m/h)	100	850	1900
Passaggi per filare (n.)	2	1	2
Rendimento d'impiego	1	0,95	0,95
Capacità di lavoro (ha/h)	0,013	0,202	0,226
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	80,0	5,0	4,4
Manodopera impiegata (h/ha)	80,0	14,9	4,4
Frequenza di taglio (n./min)	24	41+25	90

Il carico di gemme rilevato sulle piante di Sangiovese allevato a Cordone Speronato è cresciuto più del doppio nella tesi "Meccanica con rifinitura" rispetto al controllo manuale ed è risultato addirittura quadruplicato nella tesi "Meccanica integrale" (**Tabella 38**).

Il numero di grappoli raccolti nelle diverse tesi nel 2018 non segue il trend atteso, in quanto le piante pre-potate e rifinite hanno prodotto più grappoli rispetto a quelle potate esclusivamente a macchina, le quali hanno mostrato valori non significativamente differenti rispetto al controllo (**Tabella 39**). La compattezza e l'incidenza di attacchi botritici non hanno mostrato differenze significative tra le tesi. L'anno successivo, il numero di grappoli è invece aumentato all'aumentare del livello di meccanizzazione della potatura e nella tesi "Meccanica integrale", la compattezza dei grappoli è risultata inferiore alle altre due tesi.

La produzione per ceppo rilevata alla vendemmia 2018 è coerente con il numero di grappoli raccolti e quindi le piante pre-potate a macchina e rifinite a mano hanno prodotto di più rispetto a quelle delle altre due tipologie di potatura (**Tabella 40**). Le rese ettariali di tutte le tesi sono risultate molto elevate se non eccessive nel caso della tesi "Meccanica con rifinitura" in quanto in questo caso è stata superata la soglia di 40 tonnellate per ettaro. Nel 2019, le piante potate esclusivamente a macchina hanno prodotto il 20% in più rispetto al controllo, mentre nella tesi "Meccanica con rifinitura" la produzione è stata limitata dalla riduzione del peso del grappolo. In questa annata, a differenza della precedente, le rese ettariali sono risultate più contenute ed in linea con gli obiettivi produttivi.

Per quanto riguarda le caratteristiche compositive delle uve alla vendemmia è necessario evidenziare che in nessuna delle due annate è mai stato raggiunto un livello qualitativo adeguato alla produzione di un vino Sangiovese, nonostante nel 2019 la produzione per ceppo di tutte le tesi si attesta su valori più bassi rispetto a quelli del 2018. La concentrazione zuccherina è risultata infatti sempre compresa tra 16 e 17 °Brix, corrispondenti a circa 9,5 gradi alcolici potenziali (**Tabella 41**).

Infine, non sono emerse differenze significative a carico del peso del legno di potatura (**Tabella 42**). La scarsa concentrazione zuccherina riscontrata nel 2018 potrebbe essere stata causata dagli elevati livelli produttivi e pertanto sarebbe auspicabile ridurre il carico di gemme, al fine di limitare la resa delle piante. In tale contesto, l'intervento meccanico dovrebbe essere condotto cercando di eseguire il taglio il più vicino possibile al cordone per lasciare meno gemme di quante siano state lasciate in questi anni e, nel caso sia prevista anche la rifinitura manuale, sarebbe necessario realizzare questa operazione in modo più accurato.

Il fatto che anche nel 2019 le concentrazioni zuccherine siano risultate troppo basse, nonostante le produzioni non siano state eccessive, fa presupporre che altri fattori abbiano influito negativamente sull'accumulazione di solidi solubili. Probabilmente la mancanza di interventi manuali necessari per

palizzare i germogli, non ha consentito la formazione di una buona parete vegetativa e quindi nei mesi di Agosto e Settembre la capacità fotosintetica della chioma potrebbe essere risultata inadatta a portare a maturazione le uve.

Tabella 38 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul numero di gemme. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Medie anni 2018-2019.

Parametro	Potatura		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Gemme (n /ceppo)	16 c	47,4 b	71,8 a

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 39 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche e sul numero dei grappoli alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Compattezza dei grappoli (OIV 1-9)	7,8	7,5	7,4	7,6 a	7,0 a	5,2 b
Botrite (% superficie colpita)	11,7	5,5	3,2	3,2	2,2	0,6
Grappoli raccolti (n/ceppo)	24,5 b	36,4 ab	47,9 a	30,8 c	44,4 b	54,6 a

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 40 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle componenti produttive alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Produzione (kg/ceppo)	8,23 b	9,41 b	12,73 a	6,58 b	6,88 b	7,92 a
Resa stimata (t/ha)	27,3 b	31,3 b	42,3 a	21,9 b	22,9 b	26,4 a
Peso medio grappolo (g)	345,1 a	241,0 b	266,8 b	211,9 a	151,2 b	149,0 b
Peso medio acino (g)	2,48	2,34	2,50	1,96	1,92	2,01

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 41 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche compositive dei mosti alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Solidi solubili (°Brix)	16,9	16,3	16,1	16,9	16,5	16,7
pH	3,37	3,34	3,34	3,24	3,24	3,21
Acidità titolabile (g/L)	6,18	6,04	6,22	7,46	7,47	8,52

Tabella 42 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul legno di potatura. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA), Anni 2018-2019.

Parametro	2019			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Legno di potatura (kg/ceppo)	0,68	0,62	0,60	0,74	0,79	0,75

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

3.1.4.3 Pignoletto allevato a Cordone Libero

I parametri operativi medi rilevati durante l'esecuzione delle tre modalità di potatura del Pignoletto sono riassunti nella Tabella 43.

Per la potatura meccanica la potatrice della ditta Tanesini è stata impiegata con due barre a V rovesciata per completare l'intervento su ogni filare in un solo passaggio. Nella potatura meccanica integrale la macchina è stata impiegata con una velocità d'avanzamento moderata e con una elevata frequenza delle lame per eseguire tagli di buona qualità e di altezza regolare. In queste condizioni il tempo di lavoro è risultato di 2,6 h/ha e la presenza di speroni gravemente danneggiati è stata dell'1,7% circa. Rispetto a questa tesi la potatura meccanica con rifinitura è stata eseguita con una velocità d'avanzamento ancora più bassa (0,95 km/h) per dare modo ai due operatori posizionati sul carro di realizzare una veloce selezione e un parziale diradamento degli speroni. I tempi di lavoro sono risultati comunque contenuti, pari a 4,4 h/ha. In questo intervento due operatori sul carro, muniti di forbici pneumatiche e correttamente posizionati rispetto all'altezza del cordone, hanno svolto tagli rapidi e sufficientemente precisi degli speroni, con una frequenza media di 52 tagli/min. da parte del primo operatore e di 24 tagli/min. del secondo operatore, Maggiormente impegnato nella selezione degli speroni. Questa modalità di potatura, grazie alla minore velocità di avanzamento e all'intervento di rifinitura, ha praticamente annullato la presenza di speroni danneggiati.

Nella potatura manuale gli operatori avanzavano a coppie lungo lo stesso filare, con una velocità di avanzamento di 120 m/h, una frequenza di taglio di 30 tagli/min. e impegni di manodopera di 66,7 h/ha.

In questo vigneto la meccanizzazione della potatura ha consentito una riduzione dei tempi di lavoro del 93 e del 96% e una riduzione della manodopera necessaria del dell'80 e del 96%.

Da un punto di vista economico il costo della potatura manuale di 857 €/ha, stimato con la tariffa ufficiale della manodopera di 12€/h, può essere abbassato con la potatura meccanica impiegando annualmente la potatrice su almeno 2 ha. È, invece, necessaria una utilizzazione annuale del cantiere di lavoro di 4 ha per rendere economicamente vantaggiosa la potatura meccanica con rifinitura.

Tabella 43 Elementi operativi misurati nelle tre tesi di potatura. Dati rilevati nel vigneto di Pignoletto allevato a cordone libero a Tebano (RA). Medie anni 2018-2019.

Parametro	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Velocità d'avanzamento (m/h)	120	950	1600
Passaggi per filare (n.)	2	1	1
Rendimento d'impiego	1	0,95	0,95
Capacità di lavoro (ha/h)	0,015	0,23	0,38
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	66,7	4,4	2,6
Manodopera impiegata (h/ha)	66,7	13,3	2,6
Frequenza di taglio (n./min)	30	52+24	90

Il carico di gemme lasciate sulle piante di Pignoletto potate esclusivamente a macchina è risultato il triplo rispetto a quello delle piante potate manualmente, mentre non sono emerse differenze significative tra queste ultime e quelle pre-potate e rifinite (**Tabella 44**). Nonostante l'elevata differenza nel numero di gemme lasciate, alla vendemmia del 2018 non sono emerse differenze nel numero di grappoli raccolti. In questa annata, i grappoli della tesi "Rifinitura" sono apparsi tendenzialmente più compatti rispetto a quelli delle altre due tesi e questo potrebbe aver determinato la maggior incidenza di attacchi botritici (**Tabella 45**). Nel 2019, le piante potate solo a macchina hanno invece prodotto più grappoli rispetto alle piante delle altre due tesi e sono risultati inoltre meno compatti. In questa annata gli attacchi botritici sono risultati molto limitati in tutte le tesi.

Le produzioni delle piante potate manualmente e di quelle pre-potate e rifinite appaiono omogenee nelle due annate in prova mentre le piante potate esclusivamente a macchina mostrano una evidente alternanza produttiva: nel 2018 la produzione della tesi “Meccanica integrale” è risultata inferiore alle altre due tesi ed al contrario è risultata superiore nel 2019 (**Tabella 46**). Nel biennio in prova, le rese ettariali si sono mantenute su livelli ottimali per quanto riguarda le finalità produttive del Pignoletto allevato in pianura, ad eccezione della tesi “Meccanica integrale” che nel 2019 ha prodotto più di 30 tonnellate per ettaro, resa che non permette di ottenere la Denominazione di Origine Controllata.

I risultati relativi alla concentrazione di solidi solubili possono essere considerati ottimali per la produzione di vini frizzanti e spumanti, principale tipologia prodotta con le uve Pignoletto, ad eccezione delle uve della tesi “Meccanica integrale” raccolte nel 2019, che non hanno raggiunto la giusta concentrazione zuccherina (**Tabella 47**). Il pH e l’acidità titolabile dei mosti, caratteristiche molto importanti per la produzione di vini base per la rifermentazione, si sono sempre attestati su livelli ottimali: il pH si è sempre mantenuto al di sotto di 3,30 e l’acidità titolabile non è mai scesa al di sotto dei 7,00 g/L.

Per quanto riguarda il peso del legno di potatura, nel 2019 tale parametro è diminuito all’aumentare del livello di meccanizzazione, mentre l’anno successivo non sono emerse differenze tra le tesi (**Tabella 48**).

L’insieme di questi dati permette di sostenere che il Pignoletto si adatta bene alla forma di allevamento Cordone Libero e che le produzioni e la qualità dell’uva sono adeguate alla finalità produttiva. Per quanto riguarda la meccanizzazione della potatura invernale appare importante non eccedere nel carico di gemme lasciate perché potrebbero verificarsi fenomeni di alternanza produttiva con conseguenti problemi nella maturazione delle uve nell’annata di carica. La pre-potatura meccanica con la rifinitura eseguita da carro, se opportunamente calibrata, potrebbe rappresentare il giusto compromesso tra risparmio di manodopera e perseguimento degli obiettivi produttivi e qualitativi.

Tabella 44 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul numero di gemme. Dati rilevati sul vigneto di Pignoletto a Tebano (RA). Medie anni 2018-2019.

Parametro	Potatura		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Gemme (n/ceppo)	32,0 b	42,4 b	104,4 a

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

Tabella 45 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche e sul numero dei grappoli alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Pignoletto a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Compattezza dei grappoli (OIV 1-9)	7,4	7,8	7,4	7,9 a	7,6 a	6,9 b
Botrite (% superficie colpita)	2,0 b	13,0 a	5,0 b	4,3	4,1	2,0
Grappoli raccolti (n/ceppo)	51,2	57,3	48,0	58,3 b	63,9 b	81,2 a

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 46 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle componenti produttive alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Pignoletto a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Produzione (kg/ceppo)	7,91 a	8,22 a	6,13 b	7,14 b	7,36 b	9,23 a
Resa stimata (t/ha)	26,1 a	27,1 a	20,1 b	23,7 b	24,7 b	30,7 a
Peso medio grappolo (g)	159,2 a	145,8 a	128,2 b	123,1	116,0	113,2
Peso medio acino (g)	1,96	1,91	1,95	1,94 a	1,86 ab	1,71 b

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 47 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sulle caratteristiche compositive dei mosti alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Pignoletto a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Solidi solubili (°Brix)	18,1 a	17,9 b	18,5 a	18,6 a	17,9 a	16,1 b
pH	3,25	3,23	3,27	3,16	3,14	3,12
Acidità titolabile (g/L)	7,39	7,81	7,59	8,18	8,96	8,66

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 48 Effetti di diversi livelli di meccanizzazione della potatura invernale sul legno di potatura. Dati rilevati sul vigneto di Pignoletto a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2019			2019		
	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale	Manuale	Meccanica con rifinitura	Meccanica integrale
Legno di potatura (kg/ceppo)	1,09 a	0,75 b	0,60 b	0,88	0,94	0,85

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$.

3.1.4.4 Interventi di gestione della chioma

Nei vigneti sottoposti a potature con differenti livelli di meccanizzazione sono stati realizzati alcuni interventi di gestione della chioma già messi a punto anche in precedenti prove e condotti con tecniche manuali e meccaniche.

In particolare nel Trebbiano Romagnolo allevato a doppia cortina è stata eseguita la pettinatura, nel Sangiovese a cordone speronato è stata eseguita la defogliazione durante l'invaiaitura e nel Pignoletto allevato a cordone libero sono state effettuate cimature intensive.

Le due modalità di attuazione sono state condotte su filari adiacenti rilevando produttività e tempi di lavoro, valutando la qualità dell'intervento e stimando i costi di esecuzione.

Pettinatura del Trebbiano romagnolo

Nel caso del Trebbiano romagnolo, allevato a doppia cortina, la pettinatura ha lo scopo di orientare i tralci delle due cortine verso i due interfilari adiacenti per migliorare l'esposizione alla luce e alla circolazione d'aria della vegetazione. L'intervento meccanico è stato effettuato alla fine di Maggio dopo l'apertura dei fili divaricatori presenti nell'impianto. L'intervento meccanico è stato eseguito con una pettinatrice pneumatica monolaterale, prodotta dalla ditta Vulcano di Faenza.

La macchina è costituita da due ventole assiali dotate di convogliatore, per concentrare il flusso d'aria che raggiunge i germogli dall'alto con una velocità elevata circa 35 m/s per ripiegarli verso l'interfilare e da un telo di materiale plastico montato sul fianco della trattrice, di peso e altezza regolabili, che esercita una pressione modulabile e stabilizza la posizione dei germogli verso l'esterno della cortina. Con questa macchina la pettinatura meccanica viene normalmente ripetuta due volte nella stagione, e richiede dopo una decina di giorni dal secondo intervento un riposizionamento finale dei fili divaricatori, eseguito da operatori a terra in circa 1 h/ha.

La pettinatura manuale invece viene eseguita normalmente con gli operatori, posizionati su piattaforme mobili, che ripiegano direttamente i tralci con una certa forza sotto i fili divaricatori. La soluzione più utilizzata prevede un carro trainato da un trattore su cui sono posizionati due operatori che lavorano sulle due cortine di due filari adiacenti.

I parametri operativi medi rilevati per questi interventi vengono riportati nella Tabella 50.

La maggiore velocità della pettinatrice ha permesso di contenere i tempi del lavoro complessivi a 6,5 h/ha, nonostante la ripetizione dell'intervento, mentre la pettinatura manuale ha richiesto più di 10 h/ha. Ancora maggiore è la differenza in termini di manodopera necessaria: 7,5 h/ha per la pettinatura meccanica contro 30,4 h/ha per quella manuale.

Queste differenze assumono una consistenza economica importante; ad esempio, a fronte di un costo della pettinatura manuale di 650 €/ha, la pettinatura meccanica comporta un costo di 390 €/ha se si lavora solo su 5 ha e può calare a 275 €/ha aumentando la superficie pettinata a 10 ha/anno.

Non sono poi da trascurare altri importanti vantaggi della pettinatura meccanica che riguardano la qualità del lavoro, migliore per il minor numero di tralci danneggiati (1-2% contro 9-10%), e la salubrità per gli operatori che evitano un contatto prolungato con la vegetazione del vigneto che in questo periodo è frequentemente trattato con anticrittogamici.

Tabella 49 Elementi operativi misurati nella Pettinatura della doppia cortina. Dati rilevati nel vigneto di Trebbiano romagnolo di Tebano (RA).

Parametro	Manuale	Meccanica
Velocità d'avanzamento (m/h)	260	3400
Passaggi per filare	1	2
Rendimento d'impiego	0,95	0,90
Capacità di lavoro (ha/h)	0,10	0,61
Numero di interventi (n/anno)	1	2
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	10,1	6,5
Manodopera impiegata (h/ha)	30,4	6,5+1

Defogliazione del Sangiovese

La defogliazione del Sangiovese è stata realizzata all'invaiaatura sulle pareti del filare meno esposte. Sono stati confrontati un intervento manuale e uno meccanico realizzato con una Binger mod. Seilzug. La macchina è del tipo ad aspirazione ed è provvista di due rulli controrotanti verticali che trattengono sulla superficie le foglie e le strappano per poi tritarle. Questa defogliatrice è ribaltabile e può operare sia sulla parte sinistra sia sulla parte destra del trattore che la porta. La qualità del lavoro è ottima per la buona salvaguardia dei grappoli che difficilmente vengono

danneggiati e per la possibilità di modulare la pressione sulla parete vegetativa che regola l'intensità della defogliazione.

I parametri operativi rilevati con questa macchina nel vigneto di Tebano sono riportati nella tabella 47. La defogliazione meccanica è stata condotta con una velocità di 4 km/h e con tempi accessori ridotti, grazie alla possibilità di ribaltamento della macchina che elimina la necessità di effettuare ritorni a vuoto per lavorare sempre sullo stesso lato dei filari. Queste condizioni hanno contenuto il tempo di lavoro a 1,1 h/ha. Per contro l'intervento manuale, inevitabilmente lento, ha richiesto un impegno di quasi 35 h/ha.

Questa grande differenza operativa si dimostra in grado di compensare il costo abbastanza elevato della defogliatrice (14.000 €) e di rendere facilmente competitiva la meccanizzazione dell'intervento. Infatti è sufficiente defogliare annualmente almeno 4 ha di vigneto per avere un costo unitario inferiore a quello della defogliazione manuale (417 €/ha). Con superfici vitate poco più elevate il risparmio diventa anche ben evidente; ad esempio lavorando su 10 ha è possibile ridurre la spesa necessaria del 55%.

Tabella 50 Elementi operativi misurati nella defogliazione monolaterale del cordone speronato. Dati rilevati nel vigneto di Sangiovese di Tebano (RA).

Parametro	Manuale	Meccanica
Velocità d'avanzamento (m/h)	115	4000
Passaggi per filare	1	1
Rendimento d'impiego	1	0,90
Capacità di lavoro (ha/h)	0,029	0,900
Tempi unitari di lavoro (h/ha)	34,8	1,1

Cimatura del Pignoletto

Il Pignoletto allevato a cordone libero nell'Azienda di Tebano (RA) è stato sottoposto a 5 cimature, seguendo le indicazioni tecniche più recenti che consigliano tagli ripetuti 4-6 volte all'anno, accorciando in misura minima i germogli a partire dallo stadio di prefioritura. Questi interventi sono stati eseguiti con una cimatrice a coltelli della ditta ERO che si caratterizza per una buona stabilità e efficacia di taglio. La macchina con due serie di coltelli posizionati a L rovesciata cima ogni filare con due passaggi. I tagli abbastanza distanziati dai grappoli hanno permesso di lavorare in maniera veloce senza timore di provocare danni, con una produttività di 1,35 ha/h. Anche sommando i tempi necessari per ripetere per cinque volte l'intervento si raggiungono valori complessivi di 3,7 h/ha che risultano ben inferiori al tempo necessario a svolgere manualmente una sola cimatura (35 h/ha). La qualità del taglio realizzato dalla cimatrice a coltelli si dimostra molto buona grazie all'elevata velocità di rotazione dei coltelli e all'effetto aspirante che questi provocano sulle foglie distali.

Senza considerare la differente efficacia fisiologica di cinque leggere cimature rispetto ad una soltanto eseguita manualmente, si può valutare la validità economica della cimatura meccanica realizzata considerando il prezzo d'acquisto di 13.000 € e i parametri riportati nella **Tabella 19**.

L'equivalenza economica rispetto al costo di 384 €/ha necessario con la cimatura manuale si raggiunge lavorando almeno su 5,7 ha di vigneto all'anno. Ipotizzando invece una superficie di 10 ha /anno il risparmio si attesta sui 100 /ha.

Tabella 51 Elementi operativi misurati nella cimatura del cordone libero. Dati rilevati nel vigneto di Pignoletto di Tebano (RA).

Parametro	Manuale	Meccanica
Velocità d'avanzamento (m/h)	250	12.000
Passaggi per filare	2	2
Rendimento d'impiego	1	0,90
Capacità di lavoro (ha/h)	0,031	1,350
Numero di interventi (n/anno)	1	5
Tempi unitari di lavoro (h/ha anno)	34,8	3,7

SOTTO-AZIONE 3.1. PROVA 5: Valutazione di tecniche di concimazione

Nell'ambito della Prova 5 è stata verificata la possibilità di introdurre tecniche che consentano una maggiore razionalizzazione degli interventi di fertilizzazione in vigneto attraverso la loro applicazione differenziata sulla base delle effettive esigenze della coltura, coerentemente ai principi di sostenibilità ambientale.

La conoscenza della eterogeneità all'interno di un appezzamento è la premessa fondamentale per introdurre un approccio diversificato delle pratiche agronomiche VRT (Variable Rate Technology). Intervenire in maniera differenziata significa valorizzare le specificità che si possono riscontrare all'interno di un vigneto nell'ottica sia di un miglioramento qualitativo delle uve sia della riduzione dell'impiego di input e quindi di tutela ambientale. Questo approccio è alla base della viticoltura di precisione (VP).

La distribuzione a rateo variabile dei fertilizzanti è una delle più interessanti applicazioni in VP e può essere realizzata con sistemi meccanici sito-specifici cioè che consentono interventi spazialmente differenziati in funzione delle reali esigenze della coltura. Tali applicazioni, realizzate sulla base di mappe di prescrizione, necessitano di disporre di informazioni georeferenziate sulla variabilità spaziale delle caratteristiche del vigneto connesse con le esigenze nutrizionali (quindi prevalentemente caratteristiche del suolo e vigore della coltura) al fine di dosare gli elementi nutritivi in funzione delle reali esigenze.

Uno degli strumenti più interessanti per caratterizzare la variabilità del suolo è rappresentato dalla misura della sua conducibilità elettrica che è direttamente correlata a diverse proprietà chimico-fisiche del suolo. In particolare, evidenze scientifiche consolidate mettono in relazione tale parametro con la tessitura del suolo (in particolare contenuto in argilla) e con il contenuto di umidità. Per tale motivo rappresenta uno strumento speditivo ed economico per effettuare una prima valutazione della variabilità del suolo dell'intero appezzamento cui far succedere analisi di tipo tradizionale su aree omogenee che permettano di confermare e caratterizzare l'eterogeneità riscontrata.

La caratterizzazione della variabilità del vigore vegetativo all'interno del campo è un altro aspetto fondamentale per la gestione differenziata degli interventi agronomici. La misura del vigore trova un'importante realizzazione attraverso la misura di Indici Vegetazionali (IV) che si basano sulla misura, rilevata da sensori ottici, del rapporto tra le quantità di luce riflessa dalle piante a diverse e specifiche lunghezze d'onda. Tali indici sono correlati allo stato vegetativo, al contenuto di acqua liquida o di clorofilla presente nella vegetazione. I sensori ottici impiegati possono operare da

remoto (telerilevamento satellitare, foto aeree) o a distanza ravvicinata con la vegetazione (sensori prossimali).

Uno dei principali indici impiegati in ambito agricolo è l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) che indica il rapporto normalizzato della differenza tra riflettanza nell'infrarosso vicino (NIR) e nel rosso del visibile (RED) (Eq. 1). Tale indice è correlato con lo sviluppo fogliare (Leaf area index - Lai) e con la biomassa verde.

$$NDVI = \frac{(R_{nir} - R_{red})}{(R_{nir} + R_{red})} \quad \text{Eq.1}$$

NIR = riflettanza nell'infrarosso vicino (780-800 nm)

RED = riflettanza nel rosso visibile (670 nm)

Bassi valori di NDVI si verificano in aree con bassa o assente copertura vegetale o dove la vegetazione è senescente o sofferente, mentre, in corrispondenza di forte attività fotosintetica ed elevata presenza di biomassa, si registrano elevati valori.

Al fine di verificare e promuovere tali applicazioni di PV nel contesto produttivo, è stata condotta una prova in un vigneto pedecollinare in cui sono state raccolte informazioni per la definizione di aree omogenee sui cui sono state applicate tecniche di gestione sito specifica della fertilizzazione.

Rilievi metodologia ed elaborazioni dei dati

Le prove sono state condotte in un vigneto di Trebbiano allevato a doppia cortina (sesto 4m x 1m). Il vigneto, esteso 3 ha e leggermente declive, è situato nelle prime colline faentine, in località Tebano (RA). Le prove hanno interessato una porzione regolare di forma rettangolare del vigneto estesa 2,4 ha (295 m x 80 m) (**Figura 21**).

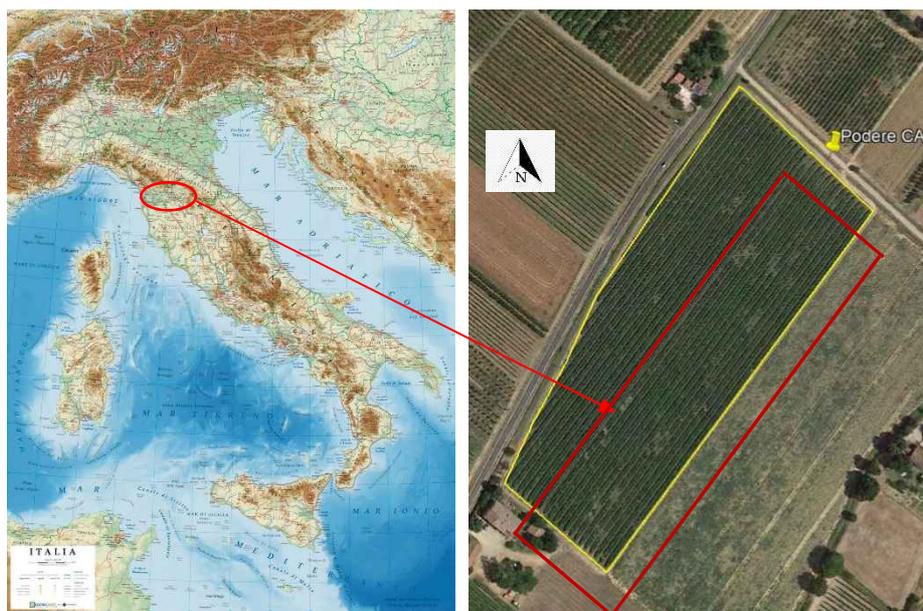


Figura 21 Vigneto monitorato, Tebano, RA (lat 44.287293°; long. 11.778875°)

La variabilità presente nell'appezzamento è stata definita attraverso il rilievo dei seguenti parametri: conducibilità elettrica apparente del suolo (ECa), proprietà chimico fisiche del suolo, misura del vigore vegetativo della chioma (NDVI), i rilievi sono stati effettuati in tre anni (2018-2020) (**Tabella 52**).

Tabella 52 Riepilogo rilievi eseguiti

RILIEVO	DATA
NDVI + ECa	25/06/2018
NDVI + ECa	23/08/2018
NDVI	27/06/2019
NDVI + ECa	28/08/2019
ECa	09/05/2020
NDVI + ECa	26/06/2020
NDVI + ECa	31/08/2020

La misura della conducibilità elettrica apparente e del vigore vegetativo sono state effettuate in collaborazione con la ditta Agrinnovazione del Dott. Misturini, utilizzando un veicolo quad su cui erano installati i sensori prossimali per la misura di tali parametri. Il veicolo era allestito con un sistema di posizionamento costituito da un ricevitore con antenna GNSS integrata e modem interno, modello STONEX® S8 PLUS, e sistema di correzione RTK (Real Time Kinematic) che garantisce una

precisione centimetrica. Il ricevitore era installato nella parte anteriore del mezzo e il palmare datalogger in cabina per registrare i dati di posizione e quelli provenienti dal sensore geoelettrico (**Figura 22**).

Analisi del suolo

Per caratterizzare il suolo sono stati effettuati 4 campionamenti (**Tabella 52**) per valutare le principali proprietà chimico fisiche con analisi standard. Ogni campione è stato ottenuto con 4 prelievi equidistanti a una profondità 0-0,4 m. Sono stati valutati i seguenti parametri: tessitura (sabbia, limo, argilla), pH, calcare totale e attivo, azoto totale, sostanza organica, fosforo disponibile, cationi scambiabili (K, Ca, Mg, Na), capacità di scambio cationica (CSC).

Misura della conducibilità elettrica del suolo:

La misura della CEa è stata effettuata con il sensore TopSoil Mapper TSM (**Figura 22**), installato anteriormente al quad, ad un'altezza di circa 0,20 m. I rilievi sono stati effettuati periodicamente (25.06.18; 23.08.18; 27.06.19; 28.08.19; 09.05.20; 26.06.20; 31.08.20) nel corso dei tre anni di prove. Lo strumento è un sensore a induzione elettromagnetica (EMI sensor) che misura la capacità del suolo di condurre corrente elettrica. Il sensore produce, grazie a un sistema multi bobina, un campo elettromagnetico variabile nel tempo che induce una corrente nel suolo che produce a sua volta un campo magnetico secondario. Un ricevitore posto sul TSM permette di misurare i segnali elettrici trasmessi dal terreno caratterizzando così il comportamento geofisico del suolo fino a una profondità di 0,8 m. Il sensore ha effettuato misure in continuo di conducibilità elettrica fornendo 4 strati informativi di ECa corrispondenti a 4 livelli di profondità (R1, 0-0,25 m; R2 0-0,4 m; R3 0-0,6 m; R4 0-0,8 m) che descrivono le variazioni spaziali del comportamento di ogni strato.



Figura 22 Sensore Top Soil Mapper (EMI sensor) per la misura della conducibilità elettrica applicato anteriormente al veicolo quad. A destra ricevitore GNSS e datalogger STONEX.

Misura del vigore della chioma

Il veicolo quad impiegato per il rilievo della CEa è stato allestito con una coppia di radiometri attivi GreenSeeker (GS-NTech Industries, Inc., Ukiah, CA, USA) sovrapposti e ad un'altezza dal suolo rispettivamente di 1,37 m e di 1,64 m, che ha consentito di intercettare una fascia vegetativa di 0,40 m. I sensori sono dotati di un sistema di illuminazione artificiale delle foglie che permette di effettuare le misure eliminando gli errori indotti dalla luminosità naturale dell'ambiente e calcolano i valori NDVI rapportando la riflettanza misurata nella banda del rosso (R_{RED}) e infrarosso (R_{NIR}). I dati rilevati erano memorizzati nel palmare datalogger Stonex S4 a bordo del veicolo equipaggiato con software dedicato Farmworks Mobile™ (Trimble Technologies) per l'acquisizione dei dati (**Figura 23**).



Figura 23. Radiometri attivi Greenseeker utilizzati per le misure di vigore vegetativo.

Elaborazione dei dati

I dati puntuali ottenuti dai rilievi prossimali della conducibilità elettrica e dell'NDVI sono stati analizzati per l'eliminazione dei valori outliers, localizzati, soprattutto, in prossimità dei bordi del campo. I dati relativi ai 4 strati R1, R2, R3, R4 della CEa sono stati interpolati applicando un modello di interpolazione lineare (Distanza Inversa Ponderata, IDW) su una griglia di 1m x 1m con l'applicativo QGIS ottenendo mappe raster della distribuzione della CEa.

La mappa raster continua dei dati di vigore è stata ottenuta interpolando i dati della media dei due sensori sovrapposti per ciascun punto di rilievo. Tenendo conto della minore risoluzione dei dati ottenuti dai sensori NDVI la griglia di interpolazione adottata è stata 2 x 2 m. Gli strati raster NDVI e CEa sono stati quindi sovrapposti e intersecati con un reticolo regolare con maglia 2 x 2 m ottenendo un dataset di punti regolari con associati i valori di NDVI e di conducibilità elettrica apparente.

I dati georeferenziati sono stati quindi sottoposti a cluster analisi con l'applicativo SAGA GIS utilizzando il modulo *K-Means Clustering for Grids* per ottenere aree del campo che mostrassero un comportamento omogeneo. I dati ottenuti dagli strati interpolati, dai rilievi fisico chimici del suolo e quelli estratti dalle aree omogenee sono stati analizzati con il software STATISTICA 13 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

Applicazione a rateo variabile

Sulla base della classificazione dei valori NDVI rilevati con i sensori prossimali Green Seeker sono state individuate zone a diverso vigore sulle quali sono state effettuati due interventi di fertilizzazione azotata, con dosi differenziate di azoto, nel corso delle primavere avanzate del 2019 e del 2020. Per l'applicazione a rateo variabile è stato impiegato lo spandiconcime Kuhn mds 12.1



Figura 24 Applicazione a rateo variabile del fertilizzante tramite spandiconcime Kuhn. A, particolare del ricevitore STONEX con antenna GNSS integrata; B, centralina elettronica di controllo dello spandiconcime; C, macchina in lavoro in campo allestita con deviatori per la localizzazione del fertilizzante a bande in prossimità delle piante.

Rilievi alla raccolta

Si è proceduto alla selezione e georeferenziazione di alcune zone del vigneto, rappresentative di aree a diversa vigoria, sulle quali registrare i parametri produttivi. Ogni zona era rappresentata da un interpalo (ciascuno corrispondente a 6 piante) per un totale di 20 interpali posizionati nel campo su una griglia di 50 x 13 m. Gli interpali sono stati georeferenziati tramite un GPS palmare mod. S42H STONEX con un livello di precisione di circa 2 m. Alla vendemmia (13.09.18; 25.09.19) è stata quindi effettuata la misura della massa della produzione e il conteggio dei grappoli negli interpali selezionati. Sono stati poi campionati 100 acini per interpalo sui quali sono state svolte analisi sulla maturità tecnologica.

Risultati

Caratteristiche del suolo

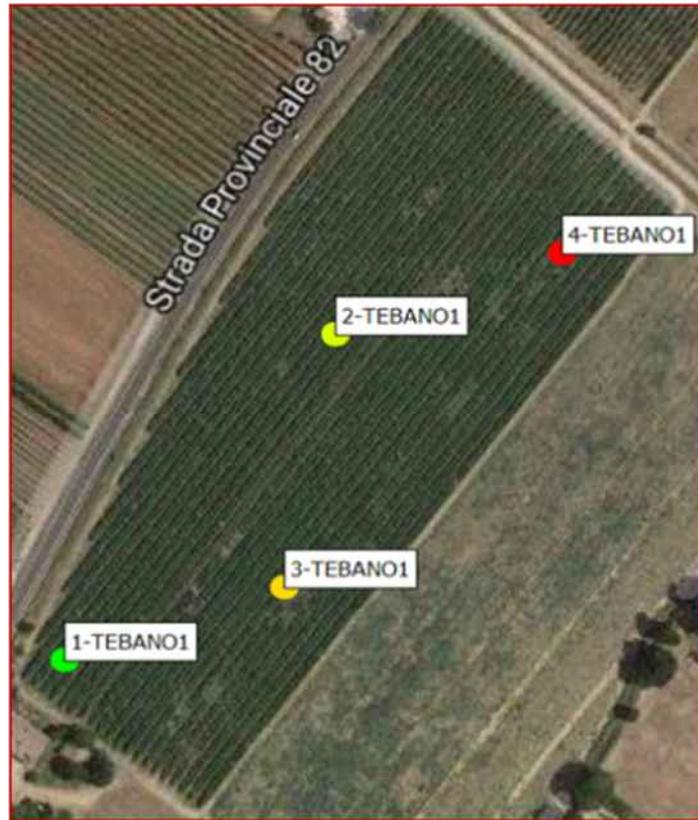


Figura 25 Punti di prelievo dei campioni per le analisi del suolo.

Le analisi dei campioni prelevati in quattro punti (**Figura 25**) evidenziano una limitata variabilità delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno nel vigneto (**Tabella 53**). I parametri chimico fisici del suolo descrivono un terreno con un basso contenuto in sabbia (franco limoso argilloso e limoso argilloso) a reazione subalcalina/alcalina e con elevato livello di calcare attivo il contenuto in sostanza organica è medio buono e medio il contenuto in azoto.

Tabella 53 Principali parametri chimico-fisici del suolo

Id Suolo		1	2	3	4	Media
Sabbia	g/kg	11	12	3	10	9
Limo	g/kg	56	47	57	48	52
Argilla	g/kg	33	42	40	42	39
Classe		FLA	AL	FLA	AL	
pH		8,3	7,8	8,1	8,1	8,1
Calcare attivo	g/kg	70	24	72	72	60
N	g/kg	1,1	0,8	1	1,3	1,1
K scamb.	meq/100g	207	203	262	227	225
P assimil.	mg/kg	4	1	2	1	2
Sost. Org.	g/kg	1,8	1,7	1,7	2,1	1,8
C/N		9,1	12,8	9,5	9,6	10,3

La tematizzazione dei dati secondo classi di isofrequenza della EC_a del suolo è illustrata in **Figura 26** dove sono riportati i dati rilevati nel corso dei rilievi del 2020. Pur emergendo una sostanziale coerenza nella distribuzione spaziale dei dati si evidenzia una bassa variabilità spaziale dei valori che oscillano in un intervallo di 16-40 mS/m. Mentre nei terreni salini il maggior contributo alla conduttività elettrica è legato alla concentrazione di soluto per i terreni non salini le principali influenze sono legate all'umidità e al contenuto di argilla (Sudduth et al., 2003; King et al., 2005). Nel vigneto considerato, comunque, il contenuto di argilla non presenta una variazione strutturata che consenta di delimitare zone a resistività differenziata.

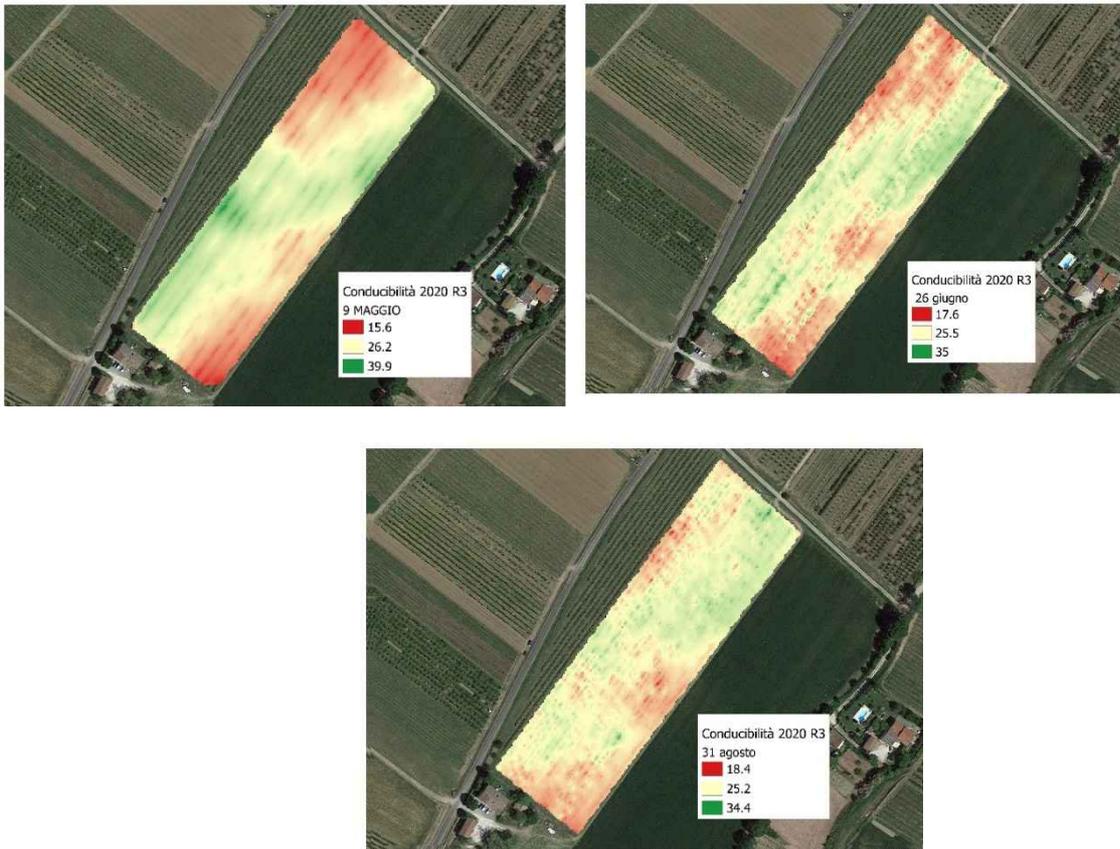


Figura 26. Mappe raster ECa del vigneto, strato R3 (0 – 0.60 m); rilievi del 9 Maggio, 26 Giugno e 31 Agosto 2020.

Vigore vegetativo

In **Figura 27** sono illustrate le mappe raster della distribuzione spaziale dei valori NDVI nei tre anni di prove relativamente alla medesima fase fenologica del vigneto corrispondente alla chiusura del grappolo.

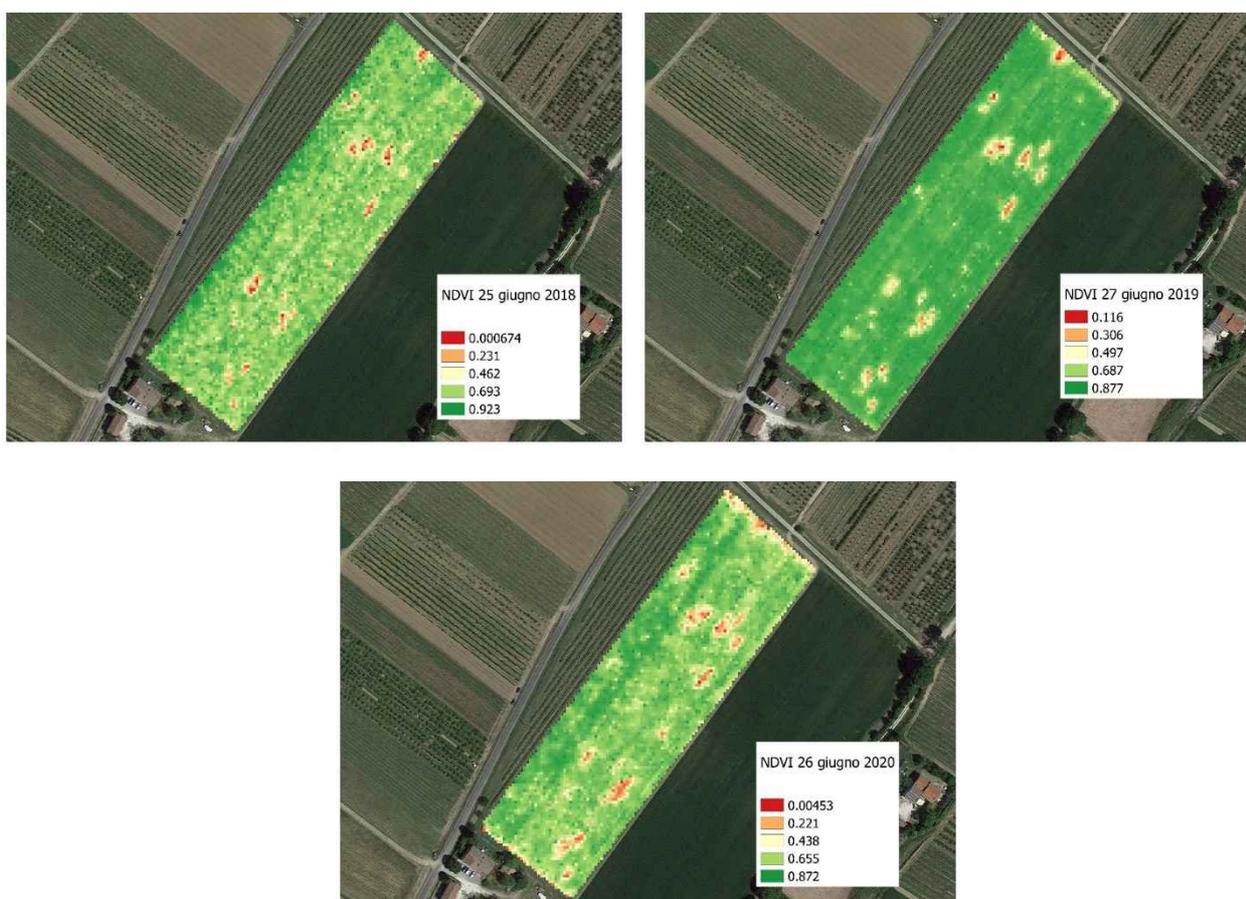


Figura 27. Mappe valori NDVI fase di chiusura del grappolo nei tre anni di prove.

La misura del vigore vegetativo evidenzia la presenza di valori elevati di NDVI con medie prossime a 0,7 nel 2018 e 2019 e 0,8 relativamente al rilievo del 2019 che presenta una distribuzione dei valori concentrata nell'intervallo 0,73-0,87 (outliers esclusi) (**Tabella 54; Figura 28**).

Tabella 54 NDVI rilevati nella fase di allegazione nei tre anni di prova, statistica descrittiva.

data	N	Media	Min	Max	Quartile inf.	Quartile sup.	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.
25/06/2018	5964	0,72	0,00	0,92	0,69	0,78	0,01	0,11	15,3
27/06/2019	6005	0,79	0,12	0,88	0,79	0,83	0,01	0,09	11,0
26/06/2020	5987	0,68	0,00	0,87	0,65	0,75	0,01	0,12	17,8

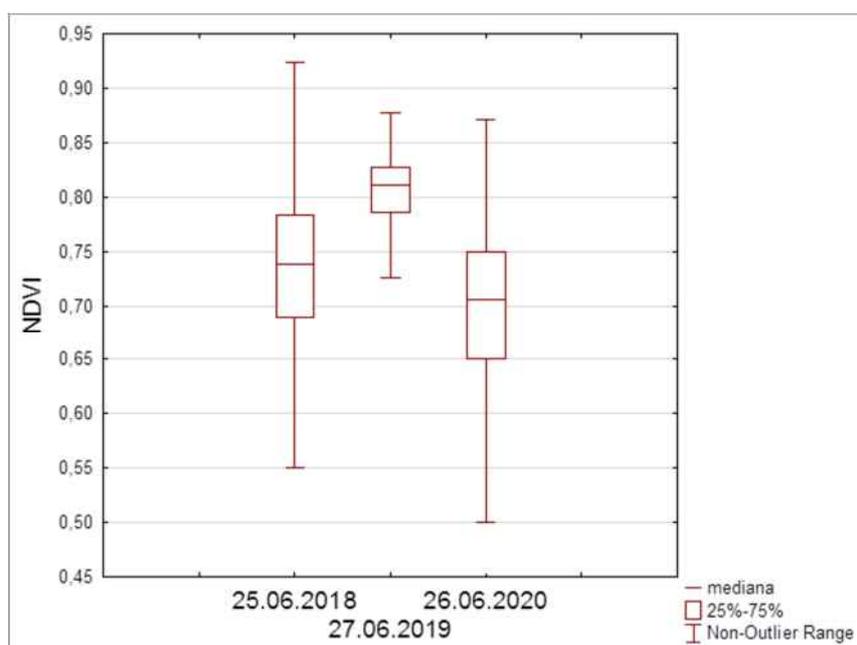


Figura 28. NDVI rilevati nella fase di allegazione nei tre anni di prova, box-plot.

La distribuzione percentuale della superficie per classi di valore NDVI, conferma questo andamento che esprime, in media, il 28% della superficie caratterizzata da valori di NDVI nell'intervallo 0,6-0,7 e il 50% nell'intervallo 0,7-0,8 (anni 2018 e 2020) mentre, per il 2019, circa il 90% della superficie presentava valori di NDVI superiori a 0,7 con un terzo collocato nella classe 0,7-0,8 e quasi il 60% della superficie con valori di NDVI superiori a 0,8 (**Tabella 55**).

Tabella 55 Distribuzione dei valori NDVI, rilievi 25.06.18; 27.06.19; 26.06.20

	<0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	>0,8
NDVI 2018	8%	24%	52%	16%
NDVI 2019	4%	4%	33%	58%
NDVI 2020	15%	32%	48%	6%

I valori superiori di NDVI rilevati nel 2019 sono, molto probabilmente, da ricondursi alle Maggiori piogge verificatisi nei mesi di Aprile e Maggio nel 2019 (241 mm) rispetto al 2018 (83 mm) e 2020 (64 mm) che hanno favorito il maggiore sviluppo vegetativo rilevato dal sensore. A questo si aggiunge che pochi giorni prima del rilievo NDVI del 2019 si è registrata una cospicua pioggia (16 mm) che ha favorito il vigore della chioma (Dext3r Arpae, online, accesso 30 marzo 2021).

Tabella 56 Matrice di correlazione di Pearson (r) fra i valori NDVI rilevati.

	NDVI 25.06.2018	NDVI 27.06.2019	NDVI 26.06.2020
NDVI 2018	1	0,60	0,49
NDVI 2019	0,60	1	0,66
NDVI 2020	0,49	0,66	1

In rosso sono indicati valori di r significativi per $P \leq 0.05$.

L'andamento dei valori NDVI manifesta una sostanziale coerenza spaziale nei tre anni di indagine rilevabile già visivamente dalle mappe (**Figura 27**) tale coerenza è confermata dalla significatività degli indici di correlazione (**Tabella 56**) e dal basso valore del CV temporale (9,2%) che esprime la variabilità del valore di NDVI assunto, da uno stesso pixel, nel corso dei rilievi che hanno interessato la stessa fase fenologica nei tre anni.

In particolare, osservando le immagini dell'NDVI è possibile identificare delle aree caratterizzate dai valori più bassi di NDVI e il cui profilo e posizione si mantiene stabile negli anni. Tali aree identificano

zone in cui le piante erano mancanti o senescenti in quanto colpite dal mal dell'esca come emerge dai rilievi eseguiti per il loro monitoraggio (**Figura 29**).



Figura 29. Mappa vettoriale poligonale corrispondente alla posizione delle piante morte o senescenti in seguito all'attacco del mal dell'esca.

Mappe di prescrizione

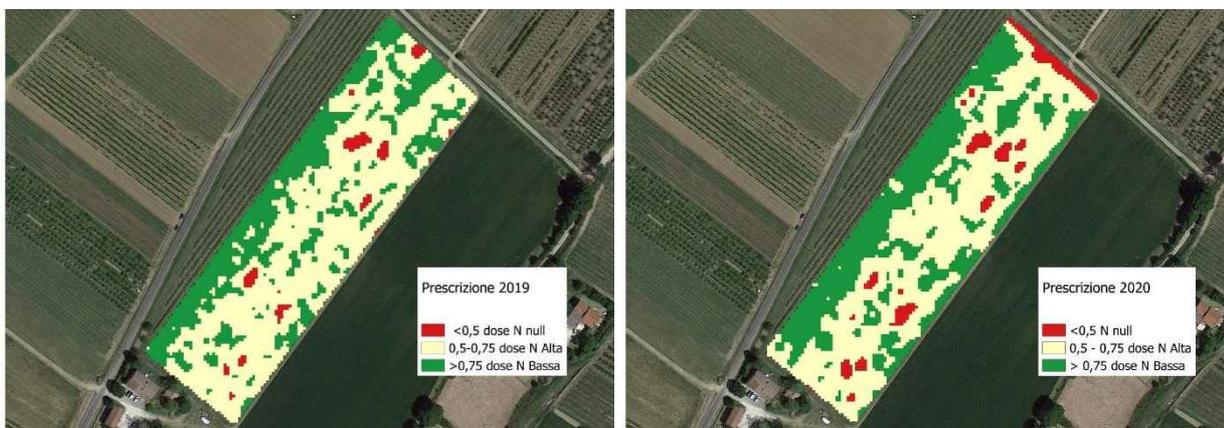


Figura 30 Mappe di prescrizione adottate nella distribuzione a rateo variabile del fertilizzante.

L'applicazione a rateo variabile è stata realizzata nella primavera inoltrata del 2019 e del 2020 sulla base della classificazione dei valori NDVI rilevati nella stagione precedente (Giugno 2018 e Agosto 2019; **Figura 30**). L'applicazione a rateo variabile del fertilizzante è stata, in entrambi gli anni preceduta da due distribuzioni di fertilizzante uniformi, una autunnale di fondo con concimi complessi e una a inizio primavera con azoto nitrico (40 kg/ha).

La distribuzione differenziata dell'azoto è stata realizzata, in entrambi gli anni, impiegando azoto nitrico e adottando il livello maggiore di N nelle zone con medio vigore il livello intermedio nelle

zone a più alto vigore e evitando la somministrazione di N nelle aree dove erano concentrate le piante morte o senescenti, secondo le dosi indicate in **Tabella 57**

Tabella 57 Livello di vigore e unità di azoto

ZONA	NDVI	2019 (N, kg/ha)	2020 (N, kg/ha)
Alto vigore	>0,75	30	20
Medio vigore	0,5-0,75	60	40
Basso vigore	<0,5	0	0

Dopo una fase preliminare di allestimento dello spandiconcime KUHN MDS 12.1 con il ricevitore GNSS e taratura del sistema di distribuzione, la mappa è stata caricata sul software del sistema in modo tale che la dose distribuita variasse in funzione della posizione della macchina sulla base delle istruzioni codificate dalle mappe di prescrizione (**Figura 30**).

Dati produttivi

In **Figura 31** sono evidenziati i punti della zona intermedia dell'interpalo in corrispondenza dei quali sono stati effettuati i rilievi delle rese e dei parametri qualitativi delle uve.



Figura 31 Rilievi alla raccolta, le lettere indicano la posizione degli interpali in corrispondenza dei quali sono stati effettuati i rilievi.

Tabella 58 Parametri quanti qualitativi uve (raccolta 13.09.2018)

	Produzione (kg/ceppo)	Prod. Stimata (t/ha)	Peso medio grappolo (g)	Peso medio acino (g)	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità titolabile (g/L)
Medio vigore	7,5 a	18,7 a	316	2,79	17,7 b	3,56 b	5,90 a
Alto vigore	10,4 b	26,1 b	291	2,63	17,0 a	3,51 a	6,32 b

Tabella 59 Parametri quanti qualitativi uve (raccolta 25.09.2019)

	Produzione (kg/ceppo)	Prod. Stimata (t/ha)	Peso medio grappolo(g)	Peso medio acino (g)	Solidi solubili (°Brix)	pH	Acidità titolabile (g/L)
Medio vigore	10,5 a	26,4 a	176,1	2,18	17,1	3,35	7,83 a
Alto vigore	12,8 b	31,8 b	198,2	2,19	15,9	3,37	8,71 b

I dati produttivi e i parametri di maturità tecnologica evidenziano (

Tabella 58, Tabella 59 Parametri quanti qualitativi uve (raccolta 25.09.2019)), come nel 2019, i valori produttivi medi siano risultati superiori rispetto al 2018 del 41% e del 22% rispettivamente per le zone a medio ed alto vigore. Questo comportamento è coerente con i maggiori livelli di NDVI riscontrati nel 2019 (**Figura 28**) molto probabilmente, da ricondursi alle maggiori piogge verificatisi nei mesi di Aprile e Maggio nel 2019 e alle Maggiori dosi di azoto distribuite nelle aree a vigore intermedio. Infatti, considerando che il vigneto non era irriguo, il verificarsi di precipitazioni abbondanti e ben distribuite nel periodo di crescita dei germogli potrebbe aver migliorato l'assorbimento delle superiori quantità di azoto fornito. Ciò ha probabilmente contribuito all'aumento del vigore nelle zone dove le viti erano apparse più deboli nel 2018. Per poter valutare approfonditamente l'efficacia della concimazione a rateo variabile è comunque necessario ripetere lo stesso intervento per più anni, consentendo alla pianta di adattarsi alla differente dotazione nutrizionale. Le prime evidenze sperimentali, infatti, suggeriscono una durata minima di 4 anni per poter valutare questo tipo di gestione della concimazione (Gatti et al. 2017; 2019).



Figura 32 Mappa di distribuzione di resa (kg/corona) raccolta 13.09.2018 e 25.09.2019.

Definizione aree omogenee

La definizione delle aree omogenee del campo sulla base dei valori NDVI assunti nei tre anni di rilievo è stata realizzata eliminando le aree in cui erano state rilevate le piante morte o senescenti. Dai punti rilevati è stato quindi creato un buffer che, con un algoritmo di poligonizzazione, ha restituito il layer vettoriale rappresentativo delle aree con piante morte/assenti. La differenza tra il layer del campo e quello delle piante morte/assenti ha restituito il layer vettoriale puntuale del campo ripulito dalle fallanze. Con un processo di cluster analisi applicato ai valori NDVI dei tre anni di indagini sono state aggregate le aree del campo che mostravano un comportamento omogeneo nei tre anni. Per semplicità operativa finalizzata ad evitare un'eccessiva parcellizzazione del campo

scarsamente gestibile nell'ipotesi di interventi differenziati si è deciso di considerare i risultati della cluster analisi ottenuti imponendo due classi di vigore (**Figura 33**).

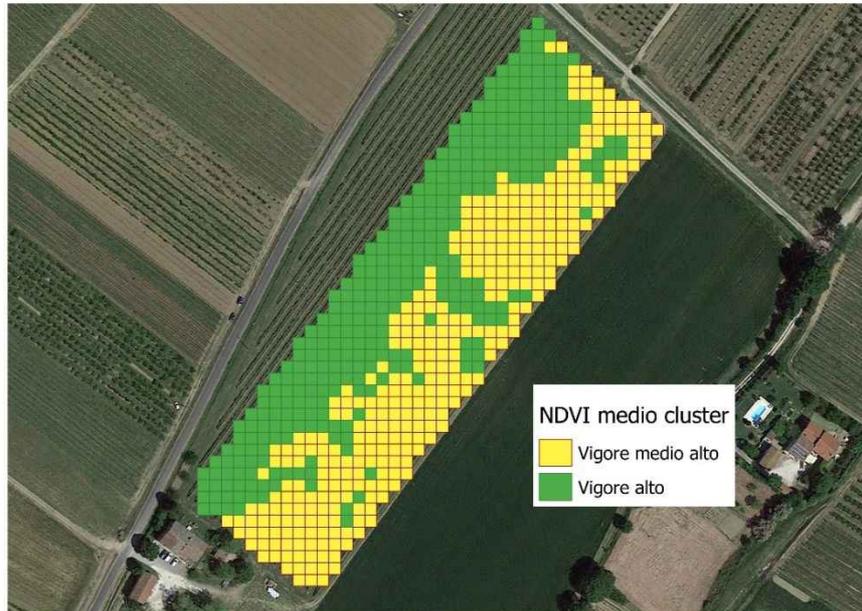


Figura 33 Mappa aree omogenee ottenute dalla cluster analisi dei valori NDVI rilevati nei tre anni (rilievi: 25.06.2018; 27.06.2019; 26.06.2020).

Con l'analisi cluster dei valori NDVI sono state ottenute zone omogenee che raggruppano aree con valori molto prossimi ma statisticamente diversi di NDVI e che corrispondono a circa la metà dell'estensione del campo per entrambe le classi di vigore (**Figura 33, Tabella 60**). Su tali aree potrebbe quindi essere impostata una gestione differenziata della fertilizzazione poliennale finalizzata a rendere uniforme il livello di vigore della chioma.

Tabella 60 Aree omogenee, classi di vigore e NDVI

Classe vigore	Mean	Area
Medio alto	0,75 a	53%
alto	0,78 b	47%

Lettere diverse indicano differenze significative della media, LSD test ($P \leq 0.05$) N =694

Conclusioni Prova 5

L'approccio sito specifico in ambito viticolo richiede, quindi, come fase preliminare, il monitoraggio della variabilità delle caratteristiche pedoclimatiche e colturali e la definizione delle aree omogenee dell'appezzamento ossia regioni del campo in cui la coltura è soggetta agli stessi fattori limitanti (tessitura, pendenza, temperatura, illuminazione, disponibilità idrica, profondità del suolo, disponibilità di nutrienti) e sviluppa quindi caratteristiche vegeto-produttive di entità simile.

La possibilità di individuare aree omogenee è, quindi, il presupposto per l'applicazione dell'agricoltura di precisione. Nel vigneto oggetto di studio si è registrata sostanzialmente una limitata variabilità spaziale sia del vigore vegetativo sia, soprattutto, delle caratteristiche chimico fisiche e geo elettriche del suolo. La limitata variabilità può non rendere conveniente una gestione differenziata degli input produttivi in quanto i costi per l'analisi e interpretazione della variabilità e la conseguente applicazione differenziata degli input possono risultare superiori ai benefici che se ne possono trarre. In ogni caso la validità dell'approccio metodologico di indagine e le ricadute, in termini divulgativi, intese a favorire la diffusione in ambito agricolo di una gestione differenziata delle pratiche agronomiche mantengono la loro validità.

La stessa dimensione Aziendale può rappresentare un fattore limitante alla diffusione di tali pratiche in quanto le risorse da mettere in campo in termini di tempo e investimenti possono non rendere conveniente il rapporto costi/benefici. Tuttavia, quando le dimensioni Aziendali non siano comunque sufficienti a consentire investimenti propri sarebbe possibile e auspicabile ricorrere a servizi avanzati per l'agricoltura forniti da soggetti esterni come agromeccanici e liberi professionisti. Si stima, infatti, che nel prossimo futuro il volume d'affari previsto per le consulenze agronomiche e la fornitura di servizi di supporto sarà in grande crescita. In alternativa, la gestione di tali tecnologie potrebbe essere organizzata in maniera aggregata da parte di consorzi e cooperative che avrebbero le dimensioni per fornire servizi di consulenza rapidi e qualificati ai propri consorziati. Tali realtà hanno infatti dimensioni che consentono di diluire i costi fissi relativi alla formazione di personale qualificato e all'acquisto di tecnologie per il monitoraggio pedo-culturale e per la distribuzione a rateo variabile. In questo modo sarebbe possibile, per gli agricoltori, avere accesso a conoscenze, attrezzature e servizi di rilevamento, favorendo la diffusione dell'agricoltura di precisione, incrementando gli aspetti quanti-qualitativi della produzione e riducendo l'impatto ambientale del settore primario.

SOTTO –AZIONE 3.1 PROVA 6: Modalità di gestione del suolo

Negli anni 2018 e 2019, in un vigneto di Sangiovese allevato a Cordone speronato presso il Polo Tecnologico di Tebano (RA), è stata verificata la validità di gestione dell'inerbimento controllato del vigneto che prevede lo sfalcio dell'interfilare con l'andatura dell'erba tagliata nel sottofila per ottenere un effetto pacciamante e contenere lo sviluppo delle infestanti. In queste due annate lo sfalcio è stato realizzato con una falciatrice Blader della Tanesini. Questa falciatrice opera su un fronte di lavoro di 1,9 m ed è provvista di due lame orizzontali controrotanti posizionate sotto un carter di protezione praticamente chiuso, eccezion fatta per due convogliatori laterali regolabili da cui viene scaricata l'erba tagliata.

Per eseguire il taglio a ridosso dei ceppi delle piante e andare l'erba sfalciata in questa zona, l'intervento è stato realizzato con due passaggi per ogni filare con la macchina disassata lateralmente. La velocità media di avanzamento si è attestata sui 7 km/h da cui si ricava, considerando la distanza interfilare di 2,5 m e un rendimento d'impiego di 0,9, una produttività di circa 0,8 ha/h. Nei due anni l'efficacia della pacciamatura realizzata è stata variabile e influenzata dalla massa d'erba sfalciata e dalla capacità di ricaccio che questa mostrava. Solo in un caso la pacciamatura è risultata sufficiente per contenere l'accrescimento nel sottofila per due sfalci consecutivi, limitando ad un solo intervento specifico il controllo dell'erba nel sottofila. Nell'altro anno invece la pacciamatura ha contenuto l'erba solo tra il primo e il secondo sfalcio.

Per valutare la convenienza di questo cantiere si deve anche considerare l'alternativa rappresentata dal semplice sfalcio e dalla lavorazione del sottofila. In questo caso la falciatrice realizza l'intervento con un solo passaggio per filare e aumenta la produttività quasi del doppio, mentre la lama scavallatrice orizzontale, utilizzata nelle prove per la lavorazione del sottofila è stata impiegata ad una velocità d'avanzamento di 4 km/h e, con un doppio passaggio per filare, ha fornito una produttività di 0,45 ha/h. Il costo di esecuzione degli interventi considerati è stato calcolato con i dati operativi riportati e gli elementi indicati nella **Tabella 61**.

Come si vede dalla **Figura 34**, il costo dei due tipi di falciatura risulta contenuto anche se la macchina viene utilizzata su superfici limitate. La differenza di costo fra la falciatura che prevede due passaggi per realizzare una buona pacciamatura nel sottofila e quella realizzata in un solo passaggio senza pacciamatura risulta di circa 27 €/ha. Una differenza che appare ben inferiore rispetto al costo della lavorazione del terreno con la lama orizzontale, superiore almeno di 3-4 volte. Pertanto è certamente positivo realizzare la pacciamatura nel primo sfalcio quando ha buone possibilità di

essere efficace, ma può essere ragionevole valutare se realizzarla anche nel taglio successivo in cui la possibilità di evitare la lavorazione del terreno nel sottofila è meno certa.

Tabella 61 Valori operativi medi delle macchine utilizzate nello sfalcio dell'interfilare e nella lavorazione sottofilare. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Elementi economici	Valori
Valore a nuovo macchina (€) – VA	
Falciatrice	7.000
Lama orizzontale	5.500
Valore residuo (€) - VR	10% VA
Durata fisica (h) - N	2.000
Utilizzazione annuale (h/anno) - U	Calcolo
Anni di utilizzo - n	N/U (max. 12)
Costi fissi (€/anno)	
Ammortamento	$(VA-VR) / n$
Interessi	$2,5\%(VA+VR) / 2$
Spese varie	1% VA
Costi variabili (€/h)	
Riparazione	60% VA/N
Trattore con conducente	40

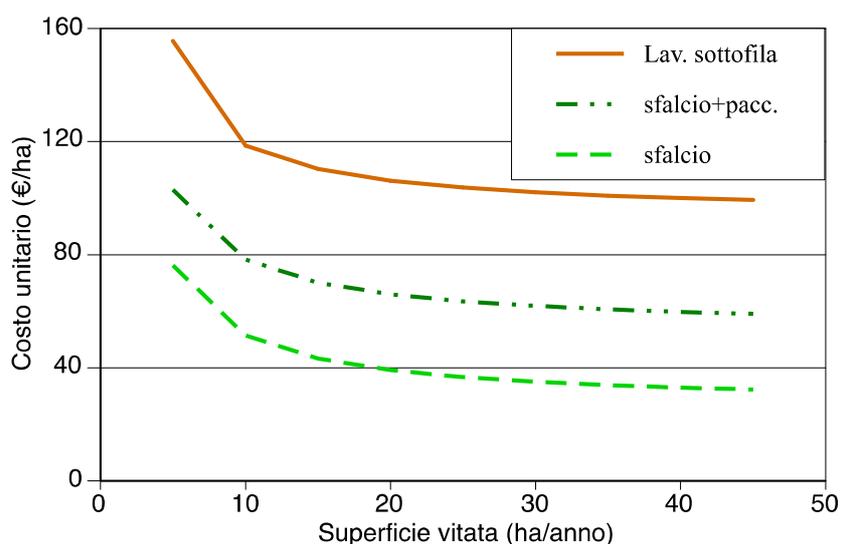


Figura 34 Andamento dei costi unitari in funzione della superficie vitata per eseguire un intervento di sfalcio con e senza la pacciamatura.

Sempre nello stesso vigneto di Sangiovese allevato a cordone speronato è stato condotto un confronto tra le seguenti linee di gestione del suolo: a) inerbimento dell'interfilare gestito mediante sfalci periodici (tesi "Inerbimento"); b) lavorazione del suolo nell'interfilare eseguito con coltivatore e erpice rotante per rimuovere le erbe infestanti. In entrambe le linee di gestione è stato deciso di non eseguire diserbi chimici e pertanto le infestanti del sottofila sono state rimosse con lavorazioni interceppo.

La lavorazione del terreno nell'interfilare è stata gestita con un primo intervento di un coltivatore della ditta Mainardi che operava a 20 cm circa di profondità, seguita poi da un passaggio più superficiale (10-15 cm circa) di un erpice rotante della ditta Falc. L'inerbimento è stato invece controllato con tre tagli eseguiti con una trinciatrice della Falc. Tutti i tre attrezzi presentavano una larghezza di lavoro di 2 metri. La lavorazione del terreno nel sottofila è stata realizzata con una lama orizzontale scavallante in entrambe le tesi.

L'operatività dei mezzi impiegati nelle due linee d'intervento viene riportata nella **Tabella 62**.

La linea di lavorazione del terreno, penalizzata dalla minore produttività del coltivatore, ha richiesto un tempo totale di 2,37 h/ha. L'inerbimento controllato, nonostante l'esecuzione di tre interventi, ha richiesto un tempo complessivo inferiore del 25%. Considerando i prezzi delle macchine di 5.000, 6.500 e 6.000 €, rispettivamente per il coltivatore, l'erpice rotante e la trinciatrice, e gli elementi economici della tabella A è possibile effettuare una valutazione economica dei costi delle due linee d'intervento in funzione della superficie lavorata annualmente.

In entrambe le tecniche il costo unitario scende rapidamente all'aumentare della superficie e al di sopra dei 5 ha di vigneto lavorato annualmente i valori si posizionano sotto i 200 €/ha. Con pochi ettari di vigneto da gestire la lavorazione del terreno risulta meno costosa, poi al crescere della superficie interessata, poco prima dei 10 ha, la gestione con l'inerbimento risulta meno onerosa (**Figura 35**).

In linea generale le due tecniche non differiscono troppo da un punto di vista economico e la valutazione fatta può facilmente variare anche in funzione dell'andamento climatico e del conseguente sviluppo delle infestanti.

Tabella 62 Elementi economici utilizzati per il calcolo dei costi necessari alla realizzazione delle due tecniche di gestione del terreno.

Macchina	Coltivatore	Erpice rotante	Falciatrice
Interventi (n/anno)	1	1	3
Velocità d'avanzamento (km/h)	3,0	5,0	7,5
Capacità di lavoro (ha/h)	0,68	1,13	1,69
Tempo totale di lavoro (h/ha)	-	2,37	1,78

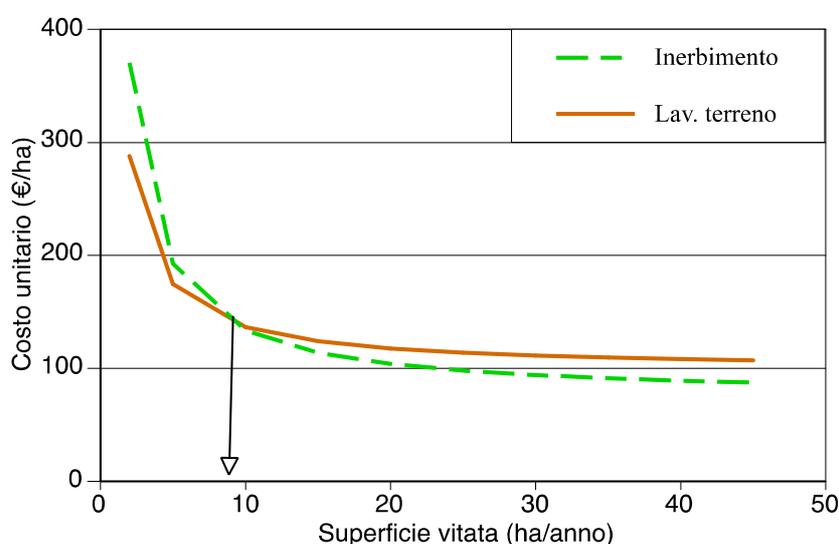


Figura 35 Andamento dei costi annui necessari per le due linee di gestione del terreno in funzione della superficie di vigneto interessata.

Le due linee di gestione del suolo sono state implementate nella primavera del 2018 e, come atteso, alla vendemmia dello stesso anno non sono emerse differenze significative a carico dei parametri valutati. Nel 2019, non sono emerse differenze nel numero dei grappoli raccolti, nella loro compattezza e nell'incidenza di Botrite (**Tabella 63**) ma le viti della tesi "Lavorazione del terreno" hanno prodotto il 32% in più di quelle della tesi "Inerbimento", grazie all'accresciuto peso del grappolo (**Tabella 64**). Le rese ettariali stimate sono risultate eccessive nel caso della tesi "Lavorazione del terreno" tanto che tali livelli produttivi superano i limiti per la produzione di Sangiovese IGT Rubicone. Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative delle uve, la concentrazione zuccherina della tesi "Inerbimento" è risultata superiore rispetto alla tesi "Lavorazione del terreno" ma non sono invece emerse differenze a carico del pH e dell'acidità titolabile (**Tabella 65**).

Infine, il peso del legno di potatura non è risultato significativamente differente tra le due linee di gestione del suolo anche se nel 2019 i valori tendono a discostarsi maggiormente rispetto al 2018 (Tabella 66).

I dati rilevati nel secondo anno di prova hanno mostrato che la scelta di mantenere l'inerbimento nell'interfilare e di gestirlo con 2-3 sfalci all'anno, ha consentito di limitare la produttività delle piante migliorando la qualità delle uve di Sangiovese. Inoltre è stato dimostrato che è possibile contenere adeguatamente lo sviluppo di infestanti con l'utilizzo di diversi macchinari interceppo, evitando l'utilizzo di diserbanti chimici.

Le "best practices" per la gestione del suolo nel vigneto prevedono quindi l'inerbimento dell'interfilare associato alla lavorazione del sottofila che può essere eseguita con macchinari interceppo. Per quanto riguarda l'inerbimento è possibile scegliere tra il mantenimento del cotico erboso che cresce spontaneamente e la semina di essenze erbacee (o miscugli) che meglio si adattano alle condizioni pedoclimatiche del sito e agli obiettivi produttivi del vigneto. A tal riguardo è importante tenere in considerazione che in funzione dell'essenza erbacea scelta per la semina è possibile modulare la competizione idrica e nutrizionale. A titolo esemplificativo, la *Festuca arundinacea* è una specie vigorosa che può esercitare una notevole competizione nei confronti del vigneto mentre la *Festuca ovina*, essenza a tagli a bassa, è molto meno competitiva.

Tabella 63 Effetti della gestione del suolo sulle caratteristiche e sul numero dei grappoli alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018		2019	
	Inerbimento	Lavorazione del terreno	Inerbimento	Lavorazione del terreno
Compattezza dei grappoli (OIV 1-9)	8,1	7,9	5,4	4,4
Botrite (% superficie colpita)	4,8	1,0	0,8	0,8
Grappoli raccolti (n/ceppo)	48,4	48,2	51,6	49,6

Tabella 64 Effetti della gestione del suolo sulle componenti produttive alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018		2019	
	Inerbimento	Lavorazione del terreno	Inerbimento	Lavorazione del terreno
Produzione (kg/ceppo)	14,10	13,65	6,74 b	8,94 a
Resa stimata (t/ha)	47,0	45,5	22,5 b	29,8 a
Peso medio grappolo (g)	294,7	292,1	138,6 b	177,1 a
Peso medio acino (g)	2,48	2,27	1,94	2,01

Tabella 65 Effetti della gestione del suolo sulle caratteristiche compositive dei mosti alla vendemmia. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2018		2019	
	Inerbimento	Lavorazione del terreno	Inerbimento	Lavorazione del terreno
Solidi solubili (°Brix)	16,0	15,9	18,0 a	16,9 b
pH	3,29	3,31	3,25	3,23
Acidità titolabile (g/L)	6,21	6,43	7,68	7,83

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$ nei due anni di prova.

Tabella 66 Effetti di diverse gestioni del suolo sul legno di potatura e sul numero di gemme. Dati rilevati sul vigneto di Sangiovese a Tebano (RA). Anni 2018-2019.

Parametro	2019		2020	
	Inerbimento	Lavorazione del terreno	Inerbimento	Lavorazione del terreno
Legno di potatura (kg/ceppo)	0,56	0,60	0,52	0,63

Lettere differenti all'interno della riga indicano differenze significative per $P < 0,05$

SOTTO-AZIONE 3.1 PROVA 7: Valutazione degli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino

La Prova 7 aveva come obiettivo quello di valutare gli effetti della raccolta meccanica sull'uva e sul vino.

Vinificazioni

Le vinificazioni sono state eseguite su un volume di circa 100/150 kg di uva per ciascuna Tesi. Le uve vendemmiate a mano, prima del passaggio della vendemmiatrice, sono state depositate direttamente nel rispettivo bin. Le uve vendemmiate a macchina sono state prelevate operando su un numero di piante sufficiente a fornire il quantitativo prestabilito e, quindi, travasando nel bin di trasporto il prodotto raccolto. In seguito, si è proceduto campionando una frazione dell'uva raccolta a macchina e procedendo alla sua vinificazione in condizioni standardizzate, da confrontare con la vinificazione dell'uva raccolta manualmente, nel medesimo vigneto.

Nel rispetto dei tempi operativi normalmente realizzabili nella produzione industriale, si è lavorato per fare intercorrere circa due ore dalla raccolta meccanica al conferimento e lavorazione in cantina. Le uve sono state trasferite dai vigneti oggetto della prova alla cantina sperimentale di ASTRA - Innovazione e Sviluppo (Tebano, RA), gestendone il trasporto in condizioni paragonabili a quanto si verifica nelle normali condizioni operative (tempi tra raccolta e lavorazione, temperatura, protezione, macchine per la lavorazione delle uve, etc.) La vinificazione è stata effettuata secondo le normali pratiche di vinificazione in uso nell'areale di riferimento dei vitigni scelti. Di seguito vengono riportati i dettagli relativi, al confronto delle diverse Tesi, in a ciascuna annata (2018, 2019 e 2020), su diverse varietà coltivate in Emilia-Romagna.

2018

Nel primo anno (2018), è stata effettuata una prova sul vitigno Trebbiano, coltivato nell'areale romagnolo (Tebano, RA), ponendo a confronto le seguenti tre Tesi: 1 - *meccanica*: vigneto potato a macchina + raccolta manuale delle uve; 2 - *manuale*: vigneto potato a macchina + vendemmia meccanica; 3 - *potatura*: vigneto potato a mano + vendemmia meccanica. Le uve sono state conferite in data 1 Ottobre 2018 e, quindi, vinificate secondo linea di vinificazione in bianco di normale applicazione in cantina. Si è effettuata la diraspapigiatura anche sulle uve vendemmiate meccanicamente al fine di rendere confrontabili le linee tecnologiche, anche se queste uve presentavano pochi raspi e acini già rotti.

I mosti ottenuti sono stati fatti fermentare con l'utilizzo di lieviti selezionati e in ambiente mantenuto a 18° C. La fermentazione ha avuto un andamento regolare e analogo nelle diverse Tesi

e si è completata in 15 giorni. A fine fermentazione, i vini sono stati travasati, reintegrati in SO₂, trattati con bentonite e messi a freddo a stabilizzare (-4°C), in contenitori ermetici.

2019

Nel secondo anno (2019), sono state condotte prove su altri 3 vitigni (Lambrusco Salamino, Lambrusco di Sorbara e Sangiovese), raccolti meccanicamente e confrontati con i relativi testimoni vendemmiati a mano (3+3 vinificazioni). Le uve Sangiovese, vendemmate presso l'Azienda Nicolini Romano (RN), sono state conferite il 26 Settembre 2019, mentre le uve delle cv. Lambrusco di Sorbara e Lambrusco Salamino, raccolte presso l'Azienda Rebuschi (RE), il 30 Settembre 2019. Sono state seguite le linee di vinificazione in rosso, di normale applicazione in cantina. È stata effettuata la diraspapigiatura anche sulle uve vendemmate meccanicamente al fine di rendere confrontabili le due linee tecnologiche, anche se queste uve presentavano pochi raspi e acini già rotti.

Le uve della cv. Lambrusco di Sorbara, dopo diraspapigiatura, sono state fatte fermentare con l'uso di lieviti selezionati e in ambiente mantenuto a 20° C. Il contatto con le vinacce è durato 7 giorni. Si è poi proceduto a svinatura e pressatura, lasciando esaurire la fermentazione in altri 7 giorni. L'andamento della fermentazione è risultato regolare e analogo nelle due diverse Tesi a confronto. Le uve della cv. Lambrusco Salamino dopo diraspapigiatura sono state fatte fermentare con l'impiego di lieviti selezionati e in ambiente mantenuto a 20° C. Il contatto con le vinacce è avvenuto per 7 giorni, procedendo poi a svinatura e pressatura e lasciando esaurire la fermentazione in altri 7 giorni.

Le uve della cv. Sangiovese, dopo diraspapigiatura, sono state fatte fermentare con l'uso di lieviti selezionati e in ambiente mantenuto a 20° C. Il contatto con le vinacce è stato prolungato fino a fine fermentazione (7 giorni), procedendo poi a svinatura e pressatura. L'andamento della fermentazione è stato regolare e simile nelle due Tesi a confronto. A fine fermentazione tutti i vini sono stati travasati, reintegrati in SO₂, trattati con bentonite e lasciati stabilizzare a freddo (-4°C) in contenitori ermetici.

2020

Il terzo anno (2020), la prova di vinificazione ha interessato due varietà (Sangiovese e Lambrusco Salamino), raccolte meccanicamente e confrontate con i relativi testimoni, vendemmiati a mano (2+2 vinificazioni). Le uve Sangiovese, raccolte presso l'Azienda Nicolini Romano (RN), sono state conferite il 18 Settembre 2020, mentre le uve Lambrusco Salamino, vendemmate presso l'Azienda Rebuschi (RE), il 21 Settembre 2020. Sono state seguite le linee di vinificazione in rosso di normale applicazione in cantina. È stata effettuata la diraspapigiatura anche sulle uve vendemmate

meccanicamente per rendere confrontabili le linee tecnologiche, anche se queste uve presentavano pochi raspi e acini già rotti.

Le uve Lambrusco Salamino, dopo diraspapigiatura, sono state lasciate fermentare con l'impiego di lieviti selezionati e in ambiente mantenuto a 20° C. Il contatto con le vinacce è durato 4 giorni, a cui sono seguite la svinatura e la pressatura e lasciando esaurire la fermentazione in altri 8 giorni.

Le uve del vitigno Sangiovese, dopo diraspapigiatura, sono state fatte fermentare con l'uso di lieviti selezionati e in ambiente mantenuto a 20° C. Il contatto con le vinacce è stato prolungato fino a fine fermentazione (5 giorni), procedendo poi a svinatura e pressatura. L'andamento della fermentazione è avvenuto regolarmente. Tutti i vini a fine fermentazione sono stati travasati, reintegrati in SO₂, trattati con bentonite e stabilizzati a freddo (-4°C) in contenitori ermetici.

Valutazione dei prodotti ottenuti

In tutte le tre annate (2018, 2019 e 2020) sul mosto sono state eseguite analisi di caratterizzazione chimico-fisica significative rispetto alla modalità di raccolta (zuccheri, pH, acidità totale, polifenoli totali, alcol, acidità volatile, potassio etc.). Sono, inoltre, stati effettuati controlli microbiologici (carica microbica lieviti e batteri) nella fase intercorrente tra la vendemmia e la lavorazione delle uve. Nello specifico, l'analisi è stata effettuata su un campione prelevato in cantina sul mosto ottenuto e ha contemplato, quindi, un intervallo temporale di circa 3 ore tra la raccolta e il conferimento in cantina/ lavorazione delle uve (2 ore raccolta e trasporto, 1 ora carico impianti e lavorazione uva). Il campionamento è stato realizzato su mosto omogeneo in vasca, prima di effettuare qualsiasi aggiunta di prodotti enologici.

Sul vino sono state eseguite analisi di caratterizzazione chimico-fisica (alcol, zuccheri, pH, acidità totale, acidità volatile, polifenoli, D.O. e test di maderizzazione, metalli etc.) e organolettica (test discriminanti e di preferenza).

Dalle analisi chimiche è stato possibile individuare eventuali differenze compositive in base alle quali definire eventuali scelte tecnologiche. L'analisi sensoriale ha, invece permesso di stabilire se le differenti modalità di raccolta inducessero differenze percepibili e di definire eventuali preferenze significative tra le Tesi a confronto.

Risultati

2018

Nel primo anno di attività sono stati posti a confronto i vini ottenuti da uve della cv. Trebbiano, sottoposte alle tre seguenti Tesi:

1- *meccanica*: vigneto potato a macchina + raccolta manuale delle uve;

2 - *manuale*: vigneto potato a macchina + vendemmia meccanica;

3 - *potatura*: vigneto potato a mano + vendemmia meccanica.

Analisi microbiologica Trebbiano 2018

L'analisi microbiologica, condotta sui campioni di Trebbiano delle tre Tesi nell'arco di tempo intercorrente tra la raccolta e la lavorazione delle uve, viene riportata in **Tabella 67**. Il confronto ha mostrato uno sviluppo microbico tendenzialmente analogo nelle tre Tesi.

Tabella 67: Analisi microbiologica su campioni della cv. Trebbiano sottoposti a tre differenti Tesi, annata 2018.

	Trebbiano manuale	Trebbiano meccanica	Trebbiano potatura
UFC lieviti/ml	4 x 10 ⁵	5 x 10 ⁵	4 x 10 ⁵
UFC batteri totali/ml	4 x 10 ⁵	7 x 10 ⁵	3 x 10 ⁵

Analisi chimico-fisica Trebbiano 2018

Il confronto tra mosti e vini della cv. Trebbiano, ottenuti da uve sottoposte a tre diverse Tesi, nel 2018, è riportato in **Tabella 68**. I vini si presentavano abbastanza simili a livello compositivo. Il grado alcolico e l'acidità rilevate risultavano coerenti con la composizione dei mosti. La gradazione alcolica non appariva elevata ed era rispondente alla tipologia di vino Trebbiano. L'acidità si manteneva sostenuta (superiore a 6 g/L). Nella Tesi 3 – *potatura* sono stati riscontrati valori di estratto leggermente più elevati. I livelli di polifenoli totali e di colore sono risultati paragonabili tra i diversi vini a confronto e nella norma.

Tabella 68: Analisi chimico-fisica su campioni della cv. Trebbiano sottoposti a 3 differenti Tesi, annata 2018.

TREBBIANO		MANUALE	MECCANICA	POTATURA
MOSTO				
Brix		18,6	17,4	18,4
Alcol potenziale	%vol	10,55	9,80	10,40
pH		3,38	3,43	3,46
Acidità totale	g/L	6,76	6,19	5,99
APA (mg/L)		154,0	131,6	163,8
VINO				
Densità		0,99280	0,99350	0,99355
Alcol effettivo	vol%	11,03	10,23	10,76
Zuccheri	g/L	1,2	< 1	1,2
Alcol complessivo	vol%	11,10	10,23	10,83
Estratto secco totale	g/L	19,4	18,8	20,4
Estratto non riduttore	g/L	18,2	18,8	19,2
pH		3,29	3,32	3,34
Acidità Totale	g/L	6,22	6,14	6,16
Acidità Volatile	g/L	0,39	0,29	0,26
Acido Tartarico	g/L	1,90	1,91	1,84
Acido Malico	g/L	2,45	2,80	2,88
Acido Lattico	g/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Acido Citrico	g/L	0,27	0,29	0,29
Polifenoli Totali	mg/L	242	234	255
DO 420 nm		0,074	0,080	0,088

Analisi sensoriale Trebbiano 2018

Dal test triangolare non sono emerse differenze significative tra i tre vini Trebbiano a confronto (Tabella 69).

Tabella 69: Analisi sensoriale, Test triangolare, su campioni della cv. Trebbiano sottoposti a 3 differenti Tesi, annata 2018.

confronti	risultati triangolare con 18 assaggiatori		preferenze nel confronto a coppie con 18 assaggiatori			
	risposte corrette	significatività p=0,05	meccanica	manuale	potatura	significatività p=0,05
MECCANICA --> MANUALE	7	non significativo	9	9		non significativo
MANUALE --> POTATURA	9	non significativo		7	11	non significativo
MECCANICA --> POTATURA	6	non significativo	8		10	non significativo

Anche nel test descrittivo (Figura 36) non sono state osservate differenze rilevanti tra le diverse Tesi. Complessivamente i tre vini presentavano una colorazione gialla, di media intensità e con riflessi giallognoli. All'olfatto sono state percepite note dolci fiorali e fruttate (agrumi e mela verde), con presenza di sentori erbacei. La Tesi *manuale* si presentava leggermente più erbacea e meno fruttata. Al gusto i vini apparivano aciduli e lievemente amarognoli, con media struttura.

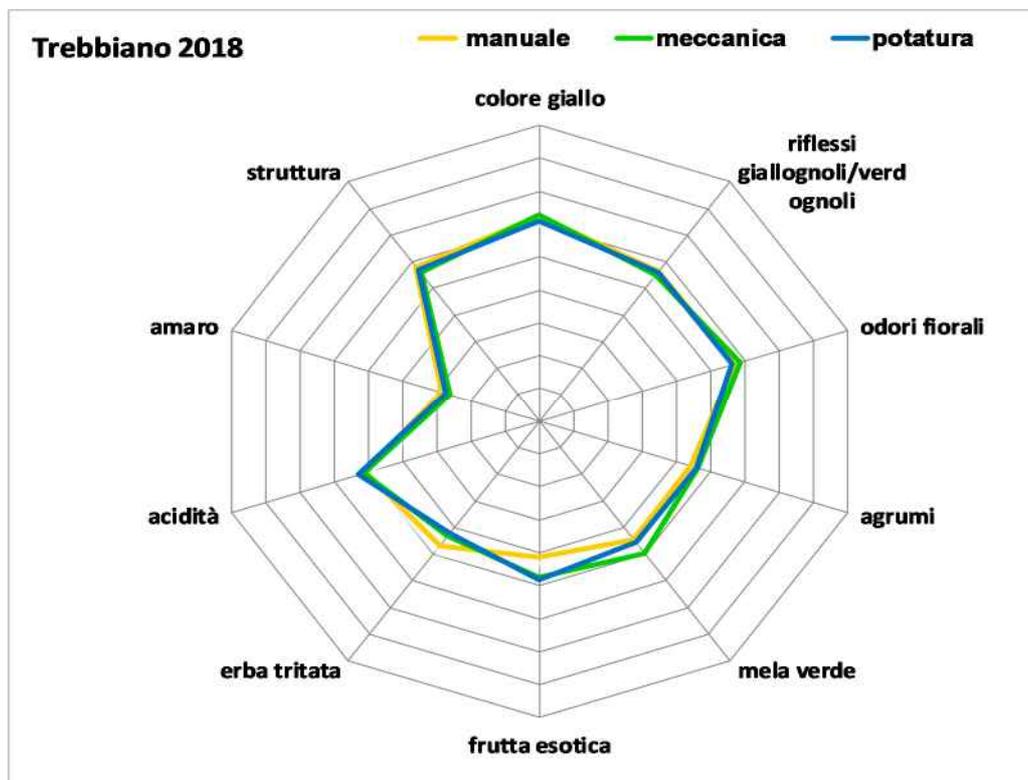


Figura 36: Valutazione dei descrittori sensoriali su campioni della cv. Trebbiano sottoposti a 3 differenti Tesi, annata 2018.

Tutti i vini sono stati apprezzati dal panel di degustatori, come emerge dai punteggi di gradevolezza. In particolare, i vini sono stati particolarmente graditi dai giudici in relazione all'aspetto visivo (Figura 37). All'olfatto la nota erbacea ha penalizzato la tesi *manuale* ed è stata più apprezzata la

Tesi *potatura*. Anche al gusto e nella gradevolezza complessiva la Tesi *manuale* appariva meno gradita rispetto alle restanti Tesi, le quali presentavano, invece, valori analoghi.

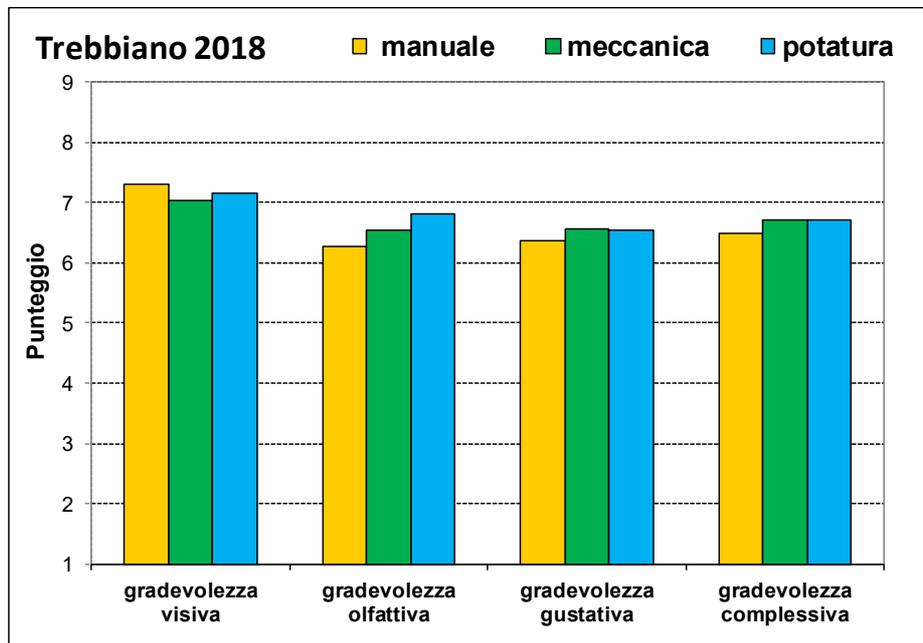


Figura 37: Analisi sensoriale, Test di gradevolezza, su campioni della cv. Trebbiano sottoposti a 3 differenti Tesi, annata 2018.

Conclusioni Trebbiano 2018

Dalle analisi condotte sulle vinificazioni realizzate nella vendemmia 2018, nell'ambito della Prova 7, non sono emerse differenze significative, a livello compositivo e sensoriale, tra i tre vini Trebbiano a confronto. Tuttavia, la Tesi *manuale* ha mostrato note leggermente più erbacee. Nel complesso si trattava comunque di prodotti gradevoli, apprezzati dai valutatori esperti.

2019

Nel secondo anno (2019), sono state condotte prove su altri 3 vitigni (Sangiovese, Lambrusco Salamino e Lambrusco di Sorbara), raccolti meccanicamente e confrontati con i relativi testimoni vendemmiati a mano (3+3 vinificazioni).

Analisi microbiologica Lambrusco Salamino 2019

L'analisi microbiologica, condotta sui 2 campioni di Lambrusco Salamino, nell'arco di tempo intercorrente tra la raccolta e la lavorazione delle uve, viene riportata in **Tabella 70**. Il confronto fra le Tesi mostra tendenzialmente uno sviluppo microbico superiore nel caso del campione vendemmiato a macchina, sebbene di entità limitata.

Tabella 70: Analisi microbiologica su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

	Lambrusco Salamino meccanica	Lambrusco Salamino manuale
UFC lieviti/ml	2×10^7	3×10^6
UFC batteri totali/ml	2×10^5	3×10^5

Analisi chimico-fisica Lambrusco Salamino 2019

Il confronto tra mosti e vini della cv. Lambrusco Salamino, prodotti da uve vendemmiate meccanicamente o manualmente nel 2019 è riportato in **Tabella 71**. Nello specifico, il mosto ottenuto da uve vendemmiate meccanicamente è apparso meno zuccherino rispetto a quello derivato da raccolta manuale. Inoltre, ha mostrato un contenuto in potassio più elevato, probabilmente dovuto all'effetto meccanico della vendemmiatrice. I vini presentavano una composizione correlata ai mosti. La gradazione alcolica non appariva elevata, ma tendenzialmente più alta nella Tesi *manuale*. I valori di antociani sono risultati più elevati nella Tesi *manuale* e hanno dato origine a un'intensità colorante più carica e a una tonalità più brillante. Al test di maderizzazione il colore si è evoluto verso un aumento di intensità, con perdita di brillantezza, più sensibile nella Tesi *meccanica*.

Tabella 71: Analisi chimico-fisica su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

LAMBRUSCO SALAMINO		MECCANICA	MANUALE
MOSTO			
Alcol effettivo	%vol	0,51	0,37
Zuccheri riduttori	g/L	179,0	191,0
Alcol potenziale	%vol	11,25	11,83
pH		3,02	3,02
Acidità totale	g/L	11,12	11,74
Acidità Volatile	g/L	< 0,01	< 0,01
Polifenoli Totali	mg/L	439	445
APA	mg/L	118	125
Potassio	mg/L	1734	1436
VINO			
Densità		0,99960	0,99850
Alcol effettivo	vol%	9,75	10,35
Zuccheri	g/L	2,4	1,9
Alcol complessivo	vol%	9,89	10,46
Estratto secco totale	g/L	33,1	32,0
Estratto non riduttore	g/L	30,7	30,1
pH		3,57	3,57
Acidità Totale	g/L	9,23	8,54
Acidità Volatile	g/L	0,35	0,39
Acido Tartarico	g/L	1,35	1,47
Acido Malico	g/L	5,89	5,24
Acido Lattico	g/L	0,63	0,46
Acido Citrico	g/L	0,51	0,53
Polifenoli Totali	mg/L	2850	2727
Antociani	mg/L	288	345
Rame	mg/L	0,02	n.r.
DO 420 nm		2,71	2,90
DO 520 nm		4,14	5,13
Intensità		6,85	8,03
Tonalità		0,65	0,56
Test maderizzazione D DO420nm		1,27	1,34
Test maderizzazione D DO520nm		0,80	0,99
Intensità		8,92	10,36
Tonalità		0,81	0,69

Analisi sensoriale Lambrusco Salamino 2019

Dal test triangolare (**Tabella 72**) non sono emerse differenze significative tra i vini. Nel corso della degustazione la Tesi *manuale* è stata percepita più fresca, con note acide e astringenti, mentre la Tesi *meccanica* appariva più rotonda, con note evolute e sentore di confettura.

Tabella 72: Analisi sensoriale, Test triangolare, su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

LAMBRUSCO SALAMINO	MAN -->MEC
riconoscimenti %	46
risultato	N.S.
preferenza MAN %	54
preferenza MEC %	46
risultato test preferenza	N.S.

Analisi microbiologica Lambrusco di Sorbara 2019

L'analisi microbiologica condotta sui 2 campioni di Lambrusco di Sorbara, nell'arco di tempo intercorrente tra la raccolta e la lavorazione delle uve, viene riportata in **Tabella 73**. Il confronto fra le Tesi mostra tendenzialmente uno sviluppo microbico superiore nel caso della Tesi meccanica, anche se di entità limitata.

Tabella 73: Analisi microbiologica su campioni della cv. Lambrusco di Sorbara sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

	Lambrusco di Sorbara meccanica	Lambrusco di Sorbara manuale
UFC lieviti/ml	5 x 10 ⁶	2 x 10 ⁶
UFC batteri totali/ml	1 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴

Analisi chimico-fisica Lambrusco di Sorbara 2019

I mosti ottenuti da uve della cv. Lambrusco di Sorbara, vendemmiate meccanicamente o manualmente, nell'annata 2019, presentavano una composizione simile (**Tabella 74**). Tuttavia, è emerso un valore leggermente più alto in acidità nella Tesi *manuale*, così come in polifenoli totali e in potassio. Anche i vini si presentavano abbastanza simili a livello compositivo. La gradazione alcolica non appariva elevata, ma rispondente alla tipologia di vino Lambrusco. L'acidità si è mantenuta sostenuta (> 8 g/L). I valori di estratto sono apparsi più alti nella Tesi *meccanica*. I valori di polifenoli e antociani sono apparsi lievemente più elevati nei vini della Tesi *manuale*, con intensità colorante conseguentemente più carica e tonalità più brillante. Al test di maderizzazione il colore è evoluto verso un aumento di intensità, con perdita di brillantezza, leggermente più marcata nella Tesi *meccanica*.

Tabella 74: Analisi chimico-fisica su campioni della cv. Lambrusco di Sorbara sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

LAMBRUSCO DI SORBARA		MECCANICA	MANUALE
MOSTO			
Alcol effettivo	%vol	0,37	0,37
Zuccheri riduttori	g/L	187,0	187,0
Alcol potenziale	%vol	11,59	11,59
pH		3,06	2,91
Acidità totale	g/L	12,22	13,64
Acidità Volatile	g/L	< 0,01	< 0,01
Polifenoli Totali	mg/L	395	432
A P A	mg/L	198	194
Potassio	mg/L	1309	1516
VINO			
Densità		0,99935	0,99840
Alcol effettivo	vol%	10,15	10,13
Zuccheri	g/L	3,0	2,7
Alcol complessivo	vol%	10,33	10,29
Estratto secco totale	g/L	33,6	31,0
Estratto non riduttore	g/L	30,6	28,3
pH		3,47	3,46
Acidità Totale	g/L	9,24	8,71
Acidità Volatile	g/L	0,25	0,38
Acido Tartarico	g/L	1,57	1,60
Acido Malico	g/L	5,89	4,77
Acido Lattico	g/L	0,53	0,24
Acido Citrico	g/L	0,44	0,40
Polifenoli Totali	mg/L	3370	3491
Antociani	mg/L	149	160
Rame	mg/L	0,37	0,28
DO 420 nm		1,89	2,30
DO 520 nm		2,58	3,84
Intensità		4,47	6,14
Tonalità		0,73	0,60
Test maderizzazione D DO420nm		1,03	0,82
Test maderizzazione D DO520nm		0,47	0,00
Intensità		5,97	6,96
Tonalità		0,96	0,81

Analisi sensoriale Lambrusco di Sorbara 2019

Al test triangolare i vini sono stati percepiti diversi tra loro. Tuttavia, quando ai giudici è stato chiesto di scegliere quale fosse il campione più gradito tra la Tesi *meccanica* e quella proveniente da uve raccolte manualmente, presentate in forma anonima, non è stata espressa alcuna preferenza significativa. Nel corso della degustazione, la Tesi *manuale* è stata percepita più rotonda, con note di frutti di bosco. La Tesi *meccanica*, è, invece, apparsa più evoluta, con note erbacee.

Tabella 75: Analisi sensoriale, Test triangolare, su campioni della cv. Lambrusco di Sorbara sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

LAMBRUSCO SORBARA	MAN -->MEC
riconoscimenti %	85
risultato	p=0,01
preferenza MAN %	54
preferenza MEC %	46
risultato test preferenza	N.S.

Analisi microbiologica Sangiovese 2019

L'analisi microbiologica condotta sui 2 campioni di Sangiovese, nell'arco di tempo intercorrente tra la raccolta e la lavorazione delle uve, viene riportata in **Tabella 76**. Il confronto fra le Tesi mostra tendenzialmente uno sviluppo microbico superiore nel caso delle tesi vendemmiate a macchina, seppure di entità limitata.

Tabella 76: Analisi microbiologica su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

	Sangiovese meccanica	Sangiovese manuale
UFC lieviti/ml	3 x 10 ⁴	2 x 10 ⁴
UFC batteri totali/ml	3 x 10 ⁴	2 x 10 ⁴

Analisi chimico-fisica Sangiovese 2019

Il confronto tra mosti e vini della cv. Sangiovese, prodotti da uve vendemmiate meccanicamente o manualmente nel 2019, è riportato in **Tabella 77**.

I mosti presentavano, in generale, una composizione analoga. Tuttavia, dalle analisi condotte, le uve della Tesi *manuale* apparivano tendenzialmente meno mature (concentrazione in zuccheri più bassa e acidità più elevata). La Tesi *meccanica* ha, invece, prodotto mosti con valori tendenzialmente più elevati in polifenoli e concentrazione in potassio più alta, probabilmente dovuta all'effetto meccanico della vendemmiatrice.

I vini, in linea con quanto emerso dall'analisi dei mosti, si presentavano piuttosto simili a livello compositivo. La gradazione alcolica è apparsa, in generale, lievemente carente. Tuttavia, l'analisi dei vini confermava, ancora una volta, il livello di maturazione tendenzialmente meno avanzato delle uve della Tesi *manuale* (alcol, acidità). I valori di polifenoli e antociani, che sono apparsi simili e non elevati, davano origine a intensità colorante limitata e comunque analoga nelle diverse Tesi. Al test di maderizzazione il colore evolveva verso un aumento di intensità, con perdita di brillantezza, leggermente più accentuato nella Tesi *meccanica*.

Tabella 77: Analisi chimico-fisica su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

SANGIOVESE		MECCANICA	MANUALE
MOSTO			
Alcol effettivo	%vol	0,39	0,39
Zuccheri riduttori	g/L	180,0	176,0
Alcol potenziale	%vol	11,19	10,95
pH		3,35	3,22
Acidità totale	g/L	5,73	6,76
Acidità Volatile	g/L	0,07	0,17
Polifenoli Totali	mg/L	222	122
APA	mg/L	148	177
Potassio	mg/L	1347	1225
VINO			
Densità		0,99470	0,99485
Alcol effettivo	vol%	10,34	9,99
Zuccheri	g/L	1,4	1,1
Alcol complessivo	vol%	10,42	10,06
Estratto secco totale	g/L	22,2	21,4
Estratto non riduttore	g/L	20,8	20,3
pH		3,42	3,33
Acidità Totale	g/L	4,40	5,63
Acidità Volatile	g/L	0,37	0,32
Acido Tartarico	g/L	1,94	2,18
Acido Malico	g/L	1,87	1,94
Acido Lattico	g/L	0,31	0,33
Acido Citrico	g/L	0,26	0,28
Polifenoli Totali	mg/L	1153	1028
Antociani	mg/L	77	75
Rame	mg/L	0,29	0,30
DO 420 nm		0,63	0,50
DO 520 nm		0,65	0,61
Intensità		1,28	1,11
Tonalità		0,97	0,82
Test maderizzazione D DO420nm		0,55	0,42
Test maderizzazione D DO520nm		0,46	0,43
Intensità		2,29	1,96
Tonalità		1,06	0,88

Analisi sensoriale Sangiovese 2019

Al test triangolare (**Tabella 78**) i vini sono stati percepiti tra loro differenti. Tuttavia, quando al panel è stato chiesto di individuare quale tra fosse il campione più gradito, tra la Tesi *meccanica* e quella *manuale*, presentate in forma anonima, non è stata espressa alcuna preferenza significativa.

Tabella 78: Analisi sensoriale, Test triangolare, su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2019.

SANGIOVESE	MAN -->MEC
riconoscimenti %	77
risultato	p=0,01
preferenza MAN %	69
preferenza MEC %	31
risultato test preferenza	N.S.

Conclusioni vendemmia 2019

Nel corso delle Prove di vinificazione realizzate nella vendemmia 2019, nell'ambito della Prova 7, non sono emerse differenze significative tra i vini ottenuti con le diverse modalità di raccolta.

È apparsa, tuttavia, una certa influenza sul contenuto in potassio che, in due varietà (Lambrusco Salamino e Sangiovese), risultava essere tendenzialmente più elevato nei mosti ottenuti da vendemmia *meccanica*. Tale aspetto potrebbe essere spigato dall'influenza dell'azione meccanica sulle uve, in fase di raccolta.

È stata rilevata una colorazione rossa tendenzialmente più vivace nei vini ottenuti da vendemmia *manuale*, che si manifestava anche più stabile alla maderizzazione. Tale colorazione era, in generale, correlata a una più elevata presenza di antociani. Le differenze compositive tra le Tesi a confronto erano comunque limitate. Anche livello sensoriale non sono state osservate differenze sostanziali tra i diversi vini a confronto. Tendenzialmente le Tesi raccolte manualmente si presentavano lievemente più fresche al gusto e meno evolute, sebbene ciò non abbia indotto i giudici a esprimere preferenze di un vino rispetto all'altro.

2020

Analisi microbiologica Lambrusco Salamino 2020

L'analisi microbiologica condotta sui 2 campioni di Lambrusco Salamino, nell'arco di tempo intercorrente tra la raccolta e la lavorazione delle uve, viene riportata in **Tabella 79**. Il confronto fra le Tesi mostra tendenzialmente uno sviluppo microbico superiore nel caso della Tesi vendemmiata a macchina, anche se di entità limitata.

Tabella 79: Analisi microbiologica su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

	Lambrusco Salamino Meccanica	Lambrusco Salamino Manuale
UFC lieviti/ml	2 x 10 ⁶	2 x 10 ⁵
UFC batteri totali/ml	2 x 10 ⁴	3 x 10 ⁴

Analisi chimico-fisica Lambrusco Salamino 2020

Il confronto tra mosti e vini della cv. Lambrusco Salamino, prodotti da uve vendemmiate meccanicamente o manualmente nel 2020, è riportato in **Tabella 80**.

I mosti presentavano, in generale, una composizione piuttosto simile. Tuttavia, emergeva un valore lievemente più alto in acidità nella Tesi *manuale*. Più rilevanti erano, invece, le differenze in polifenoli e in potassio a favore della Tesi *meccanica*, dovute probabilmente all'effetto meccanico della vendemmiatrice.

Anche i vini si presentavano abbastanza simili a livello compositivo. La gradazione alcolica non appariva elevata ed era rispondente alla tipologia di vino Lambrusco. L'acidità si manteneva abbastanza sostenuta (superiore a 8 g/L). I valori di polifenoli e antociani sono apparsi più elevati nella Tesi *manuale* e hanno dato origine a intensità colorante più carica. La tonalità si presentava brillante. Al test di maderizzazione il colore evolveva verso un aumento di intensità, con perdita di brillantezza, leggermente più sensibile nella Tesi *meccanica*.

Tabella 80: Analisi sensoriale su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

LAMBRUSCO SALAMINO		MECCANICA	MANUALE
MOSTO			
Alcol effettivo	%vol	0,47	0,46
Zuccheri riduttori	g/L	182,0	191,2
Alcol potenziale	%vol	11,39	11,93
pH		3,22	3,10
Acidità totale	g/L	10,63	11,19
Acidità Volatile	g/L	0,09	0,05
Polifenoli Totali	mg/L	378	332
A P A	mg/L	138	187
Potassio	mg/L	1719	1198
VINO			
Densità		0,99815	0,99790
Alcol effettivo	vol%	10,09	10,33
Zuccheri	g/L	2,2	2,1
Alcol complessivo	vol%	10,22	10,45
Estratto secco totale	g/L	30,2	30,5
Estratto non riduttore	g/L	28	28,4
pH		3,51	3,51
Acidità Totale	g/L	8,36	8,42
Acidità Volatile	g/L	0,25	0,29
Acido Tartarico	g/L	1,60	1,46
Acido Malico	g/L	5,45	5,64
Acido Lattico	g/L	0,51	< 0,2
Acido Citrico	g/L	0,54	0,59
Polifenoli Totali	mg/L	1860	2150
Antociani	mg/L	288	343
Rame	mg/L	0,10	0,13
DO 420 nm		2,61	3,04
DO 520 nm		4,67	6,03
Intensità		7,28	9,07
Tonalità		0,56	0,50
Test maderizzazione D DO420nm		1,38	1,38
Test maderizzazione D DO520nm		1,27	1,44
Intensità		9,93	11,89
Tonalità		0,67	0,59

Analisi sensoriale Lambrusco Salamino 2020

Al test triangolare (**Tabella 81**) i vini sono stati percepiti tra loro differenti. Tuttavia, quando ai giudici è stato chiesto di individuare quale fosse il campione più gradito, tra la Tesi *meccanica* e quella *manuale*, presentate in forma anonima, non è stata espressa alcuna preferenza significativa.

Tabella 81: Analisi sensoriale, Test triangolare, su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

LAMBRUSCO SALAMINO	MAN -->MEC
riconoscimenti %	73
risultato	p=0,01
preferenza MAN %	55
preferenza MEC %	45
risultato test preferenza	N.S.

La valutazione dei descrittori sensoriali dei vini viene riportata in **Figura 38**. Alla vista i vini si presentavano simili, con colore intenso. All'olfatto la Tesi *meccanica* mostrava note fiorali e fruttate (in particolare ciliegia) più accentuate. Al gusto, la Tesi *manuale* appariva leggermente più acida, ma meno astringente e amara. Entrambi i vini a confronto presentavano buona struttura e persistenza.

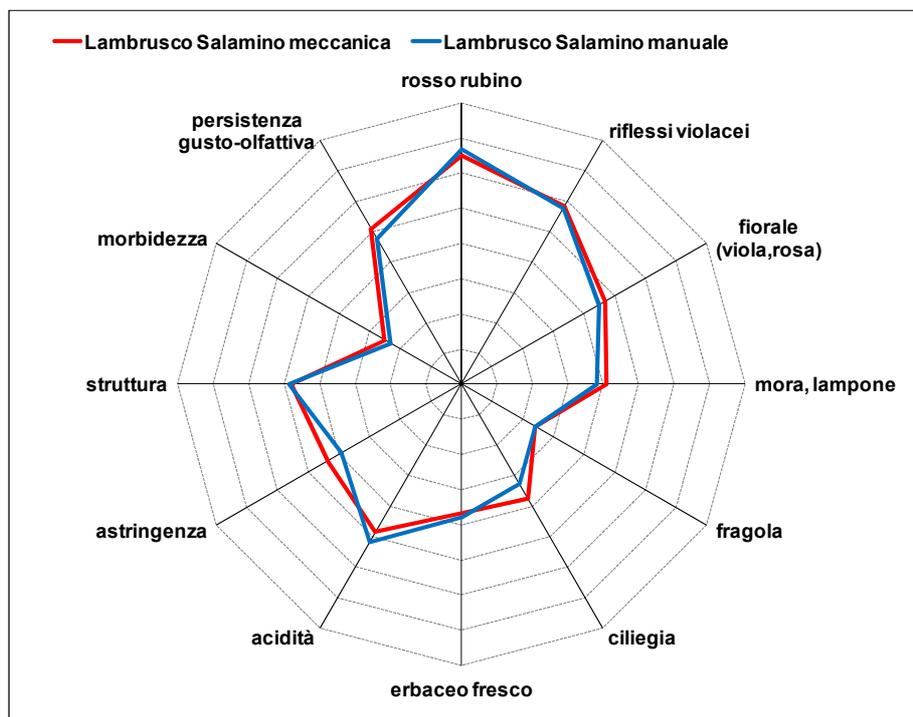


Figura 38: Analisi descrittori sensoriali su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

Dal test di gradevolezza (**Figura 39**) è emerso che la Tesi *manuale* risultava leggermente più gradita all'aspetto gustativo, mentre la Tesi *meccanica* prevaleva alla vista e all'olfatto. A livello complessivo entrambi i vini sono stati ugualmente graditi dai giudici.

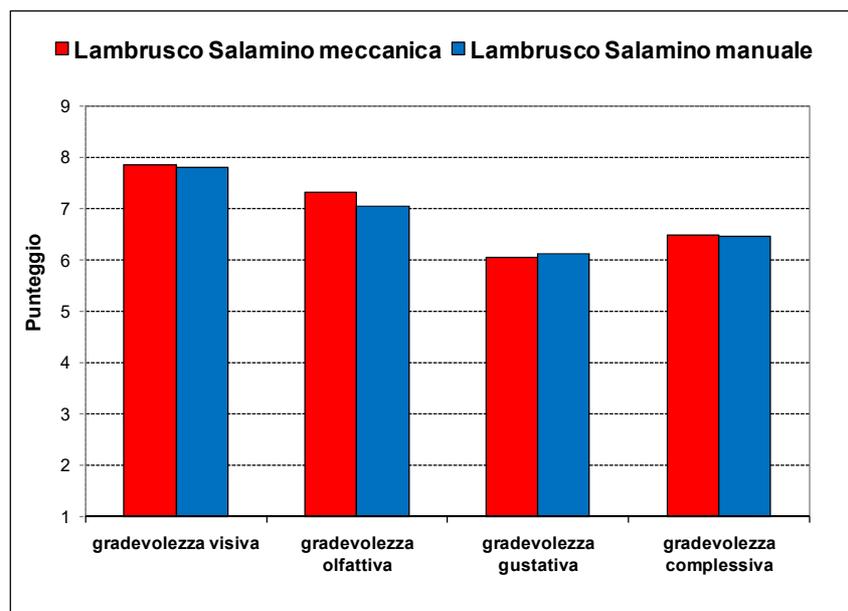


Figura 39: Analisi sensoriale, Test di gradevolezza, su campioni della cv. Lambrusco Salamino sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

Analisi microbiologica Sangiovese 2020

L'analisi microbiologica condotta sui 2 campioni di Sangiovese, nell'arco di tempo intercorrente tra la raccolta e la lavorazione delle uve, viene riportata in **Tabella 82**. Il confronto fra le Tesi mostra tendenzialmente uno sviluppo microbico superiore nel caso della Tesi *meccanica*, seppure di entità limitata.

Tabella 82: Analisi microbiologica su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

	Sangiovese meccanica	Sangiovese manuale
UFC lieviti/ml	4×10^4	2×10^4
UFC batteri totali/ml	4×10^4	2×10^4

Analisi chimico-fisica Sangiovese 2020

Il confronto tra mosti e vini della cv. Sangiovese, prodotti da uve vendemmiate meccanicamente o manualmente nel 2020, è riportato in **Tabella 83**. I mosti presentavano una composizione chimica piuttosto simile tra loro. Tuttavia, emergevano alcune differenze in relazione alla concentrazione in polifenoli e in potassio a favore della Tesi *meccanica*, presumibilmente dovute all'effetto meccanico della vendemmiatrice.

I vini si presentano simili a livello compositivo, con gradazione alcolica non elevata. I valori di polifenoli e antociani risultavano simili e non elevati e davano origine a intensità colorante limitata in entrambe le Tesi. Al test di maderizzazione il colore evolveva verso un aumento di intensità, con perdita di brillantezza, leggermente più accentuato nella Tesi *meccanica*.

Tabella 83: Analisi chimico-fisica su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

SANGIOVESE		MECCANICA	MANUALE
MOSTO			
Alcol effettivo	%vol	< 0,3	< 0,3
Zuccheri riduttori	g/L	187	188
Alcol potenziale	%vol	11,22	11,28
pH		3,31	3,21
Acidità totale	g/L	6,40	6,60
Acidità Volatile	g/L	< 0,05	< 0,05
Polifenoli Totali	mg/L	328	245
APA	mg/L	148	138
Potassio	mg/L	1014	967
VINO			
Densità		0,99445	0,99445
Alcol effettivo	vol%	10,70	10,71
Zuccheri	g/L	2,0	1,9
Alcol complessivo	vol%	10,82	10,82
Estratto secco totale	g/L	22,4	22,9
Estratto non riduttore	g/L	20,4	21,0
pH		3,35	3,35
Acidità Totale	g/L	5,27	5,31
Acidità Volatile	g/L	0,20	0,24
Acido Tartarico	g/L	2,36	2,30
Acido Malico	g/L	1,72	1,86
Acido Lattico	g/L	< 0,2	< 0,2
Acido Citrico	g/L	0,25	0,26
Polifenoli Totali	mg/L	1025	1040
Antociani	mg/L	105	112
Rame	mg/L	0,30	0,71
DO 420 nm		0,92	0,88
DO 520 nm		1,40	1,45
Intensità		2,32	2,34
Tonalità		0,66	0,61
Test maderizzazione D DO420nm		0,67	0,58
Test maderizzazione D DO520nm		0,81	0,68
Intensità		3,80	3,59
Tonalità		0,72	0,68

Analisi sensoriale Sangiovese 2020

Al test triangolare (**Tabella 84**) i vini sono stati percepiti tra loro differenti. Tuttavia, quando ai giudici è stato chiesto di individuare quale fosse il campione più gradito, tra la Tesi *meccanica* e la *manuale*, presentate in forma anonima, non è stata espressa alcuna preferenza significativa.

Tabella 84: Analisi sensoriale, Test triangolare, su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

SANGIOVESE	MAN -->MEC
riconoscimenti %	73
risultato	p=0,01
preferenza MAN %	64
preferenza MEC %	36
risultato test preferenza	N.S.

Il grafico a radar (**Figura 40**) riporta la valutazione dei descrittori sensoriali nei due vini a confronto. Alla vista i vini si presentano analoghi, con intensità limitata. All'olfatto la Tesi *meccanica* mostrava note speziate prevalenti rispetto a quelle fiorali e fruttate. La Tesi *manuale* presentava un buon equilibrio tra note fiorali e fruttate, con sentori caramellatati ed evoluti. Al gusto la Tesi *manuale* appariva più equilibrata rispetto alla meccanica, meno astringente e con buona struttura.

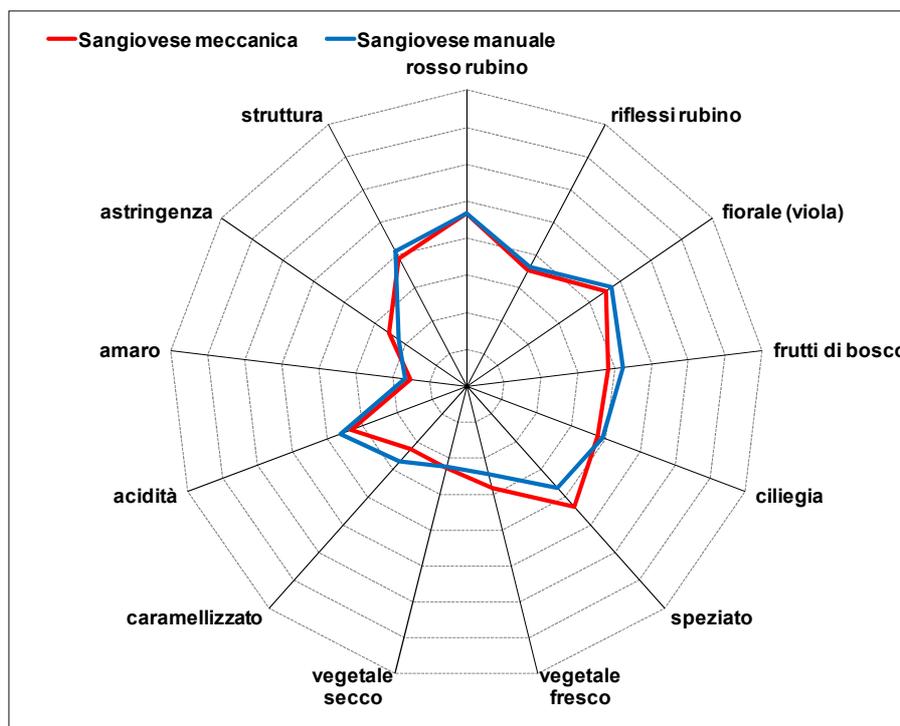


Figura 40: Analisi dei descrittori sensoriali su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

Dal test di gradevolezza (**Figura 41**), è emerso che la Tesi *manuale* risultava nel complesso leggermente più gradita e prevaleva all'aspetto gustativo, mentre la Tesi *meccanica* è stata più apprezzata alla vista e all'olfatto.

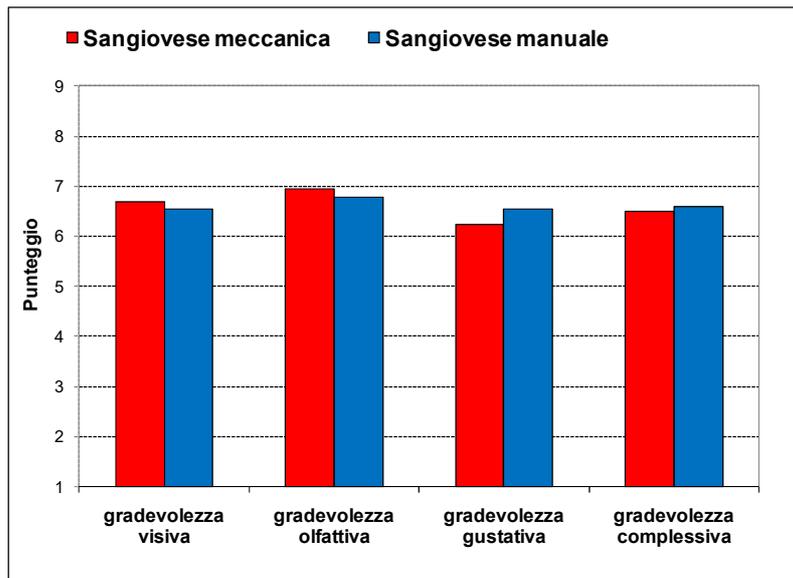


Figura 41: Analisi sensoriale, Test di gradevolezza, su campioni della cv. Sangiovese sottoposti a 2 differenti Tesi, annata 2020.

Conclusioni vendemmia 2020

Dalle analisi condotte nella vendemmia 2020, non sono emerse differenze significative a livello compositivo tra le Tesi a confronto. Tuttavia, è stata osservata una tendenza verso una più elevata concentrazione in potassio e in polifenoli totali nei mosti ottenuti da vendemmia *meccanica*, che potrebbe essere correlata all'influenza dell'azione meccanica sulle uve in fase di raccolta.

Si è rilevato un colore rosso tendenzialmente più vivace nei vini ottenuti da vendemmia *manuale*, che si manifestava anche più stabile alla maderizzazione. Tale colorazione era correlata a un più elevato contenuto in antociani. Le differenze tra i vini a confronto apparivano comunque limitate.

In entrambe le varietà analizzate, a livello sensoriale i vini ottenuti da uve raccolte meccanicamente sono apparsi simili a quelli prodotti da uve vendemmiate manualmente. Tuttavia, le Tesi ottenute da vendemmia *meccanica* apparivano più gradite alla vista e all'olfatto, mentre i vini prodotti da uve vendemmiate manualmente prevalevano al gusto, essendo leggermente più equilibrati per via di un'astringenza meno pronunciata. Nel complesso tutti i vini sono stati graditi dal panel di esperti degustatori, come si evince dai giudizi di gradevolezza, senza che, tuttavia, venisse espressa alcuna preferenza significativa in favore di una Tesi.

Conclusioni Prova 7

I prodotti ottenuti da uve raccolte meccanicamente sono apparsi tendenzialmente simili a quelli realizzati da Tesi vendemmiate manualmente.

Tuttavia, la raccolta *meccanica* ha esercitato una certa influenza sul contenuto in potassio dei mosti, che è apparso tendenzialmente più elevato nelle Tesi vendemmiate a macchina a differenza di quelle raccolte a mano.

Nei vini rossi ottenuti da vendemmia manuale è stato rilevato un colore rosso tendenzialmente più vivace, che si manifestava anche più stabile alla maderizzazione. Tale colorazione era, in generale, correlata a un contenuto più elevato in antociani. Le differenze tra le diverse Tesi si presentavano, comunque, limitate.

A livello sensoriale i vini di una medesima varietà, prodotti nell'ambito dei diversi confronti (raccolta manuale vs meccanica), realizzati nell'ambito della Prova 7, apparivano tra loro simili. Tendenzialmente le Tesi manuali si presentavano un po' più fresche e meno evolute, leggermente più equilibrate al gusto.

2.2.1.1.4 CONCLUSIONI SOTTO-AZIONE 3.1

La sotto-azione 3.1 del progetto IN.MO.ME.VI ha comportato una serie di attività complesse e articolate, volte in primo luogo a rappresentare e valutare diversi modelli di gestione meccanizzata del vigneto idonei alle principali aree viticole dell'Emilia-Romagna. L'insieme delle valutazioni agronomiche ed economiche condotte sui modelli di gestione meccanizzata per potatura invernale ed estiva e per la vendemmia per Lambrusco salamino allevato a Cordone Libero, Trebbiano Romagnolo allevato a Doppia Cortina, Sangiovese allevato a Cordone libero a confronto con quello manuale, ha permesso di evidenziare la piena applicabilità delle linee proposte, sia dal punto di vista produttivo che economico. È stato infatti comprovato, che l'adozione di una veloce rifinitura manuale dopo l'intervento meccanico di potatura invernale, opportunamente realizzato in relazione al vitigno e alle forme di allevamento, consente di raggiungere riduzioni notevoli (comprese tra il 50 e il 90 %) nei tempi e nella manodopera richiesta e ottime performance produttive e qualitative, senza evidenziare danni alle piante. La validità di questa tecnica è legata anche alla possibilità di modulare l'intensità della potatura per renderla adatta alle specifiche esigenze del vitigno e delle finalità produttive. Nell'ambito del progetto è stata inoltre dimostrata la possibilità di applicare anche linee di gestione integralmente meccanizzabili senza l'intervento di rifinitura, in particolare su forme di allevamento come la Doppia Cortina e il Cordone libero su vitigni non particolarmente

fertili nelle gemme basali come il Trebbiano Romagnolo e il Pignoletto, consentendo di ridurre ulteriormente i tempi di lavoro.

I risultati hanno anche dimostrato che l'utilizzo di queste forme d'allevamento semplificate favoriscono i maggiori risparmi anche quando i livelli di meccanizzazione sono limitati. Risultati positivi ancora più evidenti, ottenuti grazie alla meccanizzazione, sono emersi controllando alcune operazioni per la gestione della chioma nei vigneti di prova. Interventi come la cimatura, la pettinatura e la defogliazione, svolti meccanicamente, riescono a sopperire a lavori manuali impegnativi e costosi con tempestività e un'ottima qualità del lavoro svolto. La celerità di questi interventi meccanici permette inoltre di modificare la tecnica agronomica per migliorare gli obiettivi produttivi.

Un ulteriore importante aspetto oggetto del progetto ha riguardato la valutazione della modalità di gestione del suolo del vigneto, che rappresenta uno strumento importante per conservare la struttura del suolo ma che ha anche notevoli effetti sul comportamento delle viti. La scelta di mantenere l'inerbimento nell'interfilare e di gestirlo con 2-3 sfalci all'anno, rispetto alla lavorazione, ha consentito di limitare la produttività delle piante migliorando la qualità delle uve di Sangiovese. Inoltre è stato dimostrato che è possibile contenere adeguatamente lo sviluppo di infestanti con l'utilizzo di diverse macchine con lavorazione interceppo, evitando l'utilizzo di diserbanti chimici. Anche se in maniera non risolutiva, è apparsa positiva anche la possibilità di contenere lo sviluppo delle malerbe nei sotto filari utilizzando l'erba sfalciata come materiale pacciamante.

Il problema della contaminazione ambientale legata all'impiego degli agrofarmaci è sempre più di attualità soprattutto dopo l'entrata in vigore della direttiva quadro 2009/128/Ce e la successiva applicazione mediante il Piano di Applicazione Nazionale (PAN) che hanno imposto un uso più sostenibile degli agrofarmaci e l'obbligo di impiego delle migliori tecnologie disponibili per ridurre la dispersione ambientale dei prodotti chimici. L'introduzione, come mezzi di difesa in ambito viticolo delle macchine a recupero di prodotto, consente di soddisfare queste esigenze di riduzione della quantità di agrofarmaci distribuiti e del fenomeno della deriva, con concrete possibilità di riduzione delle distanze di rispetto dalle aree di irrorazione.

Nel corso della valutazione delle condizioni operative di tali macchine, sia in condizioni di prova che durante le operazioni reali di distribuzione in campo, si sono potuti confermare i loro indiscutibili vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali sia in termini di riduzione del fenomeno della deriva sia nella riduzione, superiore al 50%, del volume degli agrofarmaci distribuiti. Pur considerando che le irroratrici schermate sono macchine decisamente più complesse e costose rispetto alle macchine

ad aeroconvezione di tipo tradizionale e possono essere utilizzate solo in vigneti privi di ostacoli non eccessivamente declivi, grazie alla loro possibilità di recuperare frazioni importanti del volume della miscela erogata realizzano la convenienza economica alla loro introduzione nel giro di pochi anni. Una maggiore tutela ambientale, attraverso la riduzione degli input chimici nell'ambiente, è alla base anche delle strategie impiegate in Viticoltura di Precisione che prevedono l'applicazione degli input, in particolare fertilizzanti chimici, solo dove effettivamente necessario e in quantità variabili sulla base delle effettive esigenze delle colture.

Le prove realizzate nell'ambito del progetto sono state finalizzate alla individuazione di aree omogenee che rappresentano il presupposto delle metodologie di intervento previste dall'agricoltura di precisione. Le indagini sul vigneto hanno prodotto la mappatura della variabilità del suolo, in particolare dei suoi parametri geofisici (conducibilità elettrica apparente) e chimico fisici tradizionali e della chioma, tramite rilievi del vigore vegetativo con sensori attivi NDVI prossimali. La sovrapposizione delle informazioni georeferenziate ha restituito una sostanziale limitata variabilità spaziale sia del vigore vegetativo sia, soprattutto, delle caratteristiche chimico fisiche e geoelettriche del suolo. Nonostante la limitata variabilità spaziale emersa nel vigneto in esame, è stato comunque possibile applicare vantaggiosamente una fertilizzazione azotata differenziata e in linea con gli obiettivi Aziendali, volti a mantenere livelli produttivi medio-alti, che ha permesso di risparmiare l'apporto al suolo di decine di kg di N per anno.

Gli incontri tecnici e divulgativi rivolti ai viticoltori e ai tecnici del settore hanno rappresentato l'occasione per condividere e confrontarsi sui modelli innovativi e sostenibili per una gestione meccanizzata ed efficiente nel vigneto. In particolare, tecniche di più recente introduzione come la gestione differenziata delle pratiche agronomiche, previste nella Viticoltura di Precisione, si avvantaggiano in modo particolare dalla possibilità di confrontare le informazioni tecniche e osservare direttamente in campo il funzionamento delle macchine e sensori.

Questo aspetto è di particolare rilievo se si considera la lentezza, che si registra nel nostro Paese, nella diffusione delle tecnologie dell'agricoltura di precisione e, in generale, dei sistemi digitali che tanto sono promossi e sostenuti dai programmi di investimento e supporto a livello regionale, nazionale e comunitario.

Uno dei principali vincoli alla diffusione dell'agricoltura di precisione è, come noto, la limitata dimensione Aziendale che caratterizza l'agricoltura italiana e che, molto spesso, non garantisce adeguati rapporti costi/benefici dall'introduzione di sistemi precisi di gestione Aziendale. Nel settore viticolo grazie alla particolare organizzazione in strutture cooperative e associazioni di

produttori tale vincolo potrebbe essere convenientemente superato sfruttando proprio l'aggregazione che caratterizza la filiera. La gestione di tali tecnologie potrebbe infatti essere organizzata in maniera aggregata da parte di consorzi e cooperative che potrebbero fornire servizi di consulenza rapidi e qualificati ai propri consorziati. Tali realtà hanno infatti dimensioni che consentono di diluire i costi fissi relativi alla formazione di personale qualificato e all'acquisto di tecnologie per il monitoraggio pedo-culturale e per la gestione agronomica differenziata.

In questo modo sarebbe possibile, per gli agricoltori, avere accesso a conoscenze, attrezzature e servizi di rilevamento, favorendo la diffusione dell'agricoltura di precisione, incrementando gli aspetti quanti-qualitativi della produzione e riducendo l'impatto ambientale del settore primario.

La valutazione degli effetti della raccolta meccanica sul vino ha mostrato come i prodotti ottenuti da uve raccolte meccanicamente fossero simili a quelli derivati da vendemmia manuale, seppure con alcune differenze. In particolare, la raccolta *meccanica* ha esercitato una certa influenza sul contenuto in potassio, che, in generale, è apparso tendenzialmente più elevato nei vini vendemmiati a macchina. Nei vini rossi ottenuti da vendemmia manuale è stato rilevato un colore rosso tendenzialmente più vivace, che si manifestava anche più stabile alla maderizzazione. Tale colorazione era, in generale, correlata a un contenuto più elevato in antociani. A livello sensoriale i vini ottenuti da raccolta manuale apparivano tendenzialmente più freschi, meno evoluti e leggermente più equilibrati al gusto.

Bibliografia

Ade G., Balloni S., Pezzi F. Valutazione di un'irroratrice a tunnel nei trattamenti al vigneto, *Informatore Fitopatologico*, 2005, 6, 37-43.

Gatti M., Garavani A., Squeri C., Vercesi A., Poni S., 2017, Viticoltura di precisione: le mappe NDVI per fare qualità, *L'informatore agrario*, 22, 35-39.

Gatti M., Squeri C., Garavani A., Frioni T., Dosso P., Diti I., Poni S., 2019, Effects of Variable Rate Nitrogen Application on cv. Barbera Performance: Yield and Grape Composition, *Am. J. Enol. Vitic.* 70:2

King, J.; Dampney, P.; Lark, R.; Wheeler, H.; Bradley, R.; Mayr, T. Mapping potential crop management zones within fields: Use of yield-map series and patterns of soil physical properties identified by electromagnetic induction sensing. *Precis. Agric.* 2005, 6, 167–181.

Pezzi, F., Martelli R. Technical And Economic Evaluation Of Mechanical Grape Harvesting In Flat And Hill Vineyards. *Transactions Of The Asabe*, 2015, 58 (2), 297-303.

Sudduth, K.A.; Kitchen, N.R.; Bollero, G.A.; Bullock, D.G.; Wiebold, W.J. Comparison of electromagnetic induction and direct sensing of soil electrical conductivity. *Agron. J.* 2003, 95, 472–482.

Sitografia

<https://simc.arpae.it/dext3r>

2.2.1.2 SOTTO-AZIONE 3.2: TECNICHE IRRIGUE A MAGGIORE EFFICIENZA NEL VIGNETO

2.2.1.2.1 OBIETTIVI

La SOTTO-AZIONE 3.2 del Piano è nata dall'esigenza di strutturare scientificamente una pratica che è nata in modo empirico in alcuni areali vitivinicoli, dove la meccanizzazione ha raggiunto livelli molto elevati già da diversi anni ed ora è in continua evoluzione: l'irrigazione preraccolta.

Questa pratica, al momento, è sostenuta dalla convinzione che un'irrigazione effettuata poco prima della raccolta meccanizzata, favorisca il distacco degli acini sotto l'azione dello scuotitore.

Partendo dalla prassi colturale, si è iniziato ad indagare l'effetto reale che una o più irrigazioni effettuate in prossimità della raccolta ha sulla percentuale di uva raccolta della macchina vendemmiatrice.

La presente SOTTO-AZIONE ha come ulteriore obiettivo l'integrazione di quanto sta emergendo, nel database di IRRINET, al fine di rendere disponibile la conoscenza acquisita nei 3 anni, al maggior numero di agricoltori possibile.

2.2.1.2.2 MATERIALI E METODI

La SOTTO-AZIONE 3.2, ha visto svolgere le seguenti attività:

- a) creazione di parcelle irrigate con sistemi microirrigui, asservite ad una differente gestione irrigua. Per ciascun vitigno indagato, sono state messe a confronto le seguenti tre Tesi:

Tesi 1: Disciplinare - la Tesi ha seguito il bilancio di Irrinet e le indicazioni del Disciplinare

Tesi 2: Irrigazione a 4 giorni – la Tesi ha seguito il bilancio di Irrinet e le indicazioni del Disciplinare fino alle fasi preraccolta. 4 giorni prima della raccolta è stata fatta un'irrigazione.

Tesi 3: Irrigazione a 10 e 4 giorni – la Tesi ha seguito il bilancio di Irrinet e le indicazioni del Disciplinare fino alle fasi preraccolta. 10 e 4 giorni prima della raccolta è stata fatta un'irrigazione.

Le parcelle sono state individuate in vigneti appartenenti ad Aziende Partner del GOI

- CAB Terra, ubicata in località Camerlona, in provincia di Ravenna (cv. Trebbiano, **Tabella 85**):

Tabella 85: Descrizione del vigneto della cv. Trebbiano (CAB Terra, RA).

Ubicazione:	CAMERLONA (RA)
Varietà:	Trebbiano
Portinnesto:	Kober 5BB
Anno di Impianto:	2013
Forma di Allevamento:	Sylvoz
Sesto Impianto:	3,8 m x 1,4 m

- Azienda Tardini Angelo, sita a Correggio (cv. Ancellotta, più precoce (**Tabella 86**); cv. Lambrusco Salamino (**Tabella 87**), più tardiva).

Tabella 86: Descrizione del vigneto della cv. Ancellotta (Azienda Tardini Angelo, RE).

Ubicazione:	CORREGGIO (RE)
Varietà:	Ancellotta
Portinnesto:	Kober 5BB
Anno di Impianto:	1996
Forma di Allevamento:	Sylvoz
Sesto Impianto:	3,0 m x 2,0 m

Tabella 87: Descrizione del vigneto della cv. Lambrusco Salamino (Azienda Tardini Angelo, RE).

Ubicazione:	CORREGGIO (RE)
Varietà:	Lambrusco Salamino
Portinnesto:	Kober 5BB
Anno di Impianto:	2004
Forma di Allevamento:	Sylvoz
Sesto Impianto:	3,0 m x 1,0 m

Per ciascuna parcella sono stati individuati 3 filari contigui tra loro, in modo da poter aver un campione sufficientemente rappresentativo. Quando possibile, per ciascuna Tesi sono state realizzate 5 ripetizioni in fase di raccolta.

Si specifica che, inizialmente sono state previste prove solo su due vitigni soltanto, ma vista la disponibilità dell'Azienda agricola Angelo Tardini, è stato inserito un'ulteriore vitigno, per un totale di tre prove (Trebbiano, Ancellotta e Lambrusco). L'ulteriore sforzo richiesto, seppur inizialmente non previsto, è stato messo in campo nel tentativo di ovviare alla prevedibile influenza del clima autunnale sulle prove e alla conseguente possibile mancanza di dati. Possibilità, che poi si sono puntualmente verificate.

Lo schema delle diverse prove viene riportato in **Figura 42** e **Figura 43**.

CAB Terra - Camerlona																		
	Trebiano - terreno sabbioso																	
Vitigno	Trebiano						Trebiano											
Fila	58	59	60	61	62	63	64	65	66	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Tesi	TESI 1 tesi IRRINET - Sospensione all'invaiaatura fase piena			TESI 2 irrigazione PRE-RACCOLTA 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)			TESI 3 2 irrigazioni PRE-RACCOLTA 10 e 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)			TESI 1 tesi IRRINET - Sospensione all'invaiaatura fase piena			TESI 2 irrigazione PRE-RACCOLTA 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)			TESI 3 2 irrigazioni PRE-RACCOLTA 10 e 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)		
	VA 11 mm			VA 11 mm			VA 11 mm			VA 11 mm			VA 11 mm					

Figura 42: Schema della Prove condotte presso l'Azienda CAB – Camerlona, RA, su cv. Trebbiano.

Az. Tardini - Correggio																		
Ancellotta - terreno argilloso																		
Lambrusco salamino - terreno argilloso																		
Vitigno	Ancellotta						Lambrusco Salamino											
Fila	58	59	60	61	62	63	64	65	66	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Tesi	TESI 1 tesi IRRINET - Sospensione all'invaiaatura fase piena			TESI 2 PRE-RACCOLTA 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)			TESI 3 irrigazione PRE-RACCOLTA 10 e 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)			TESI 1 tesi IRRINET - Sospensione all'invaiaatura fase piena			TESI 2 PRE-RACCOLTA 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)			TESI 3 irrigazione PRE-RACCOLTA 10 e 4 giorni prima con VA in funzione del tipo di terreno (Smax-Smin)		
				VA 12 mm			VA 12 mm						VA 12 mm			VA 12 mm		
Localizzazione																		

Figura 43: Schema della Prove condotte presso l'Azienda Tardini Angelo, Correggio – RE, su cv. Ancellotta e Lambrusco Salamino.

Gli impianti irrigui aziendali, entrambi alimentati da motopompe, sono composti da ali gocciolanti. La strategia irrigua è stata modulata sulla base delle necessità gestionali delle Aziende, sia in funzione della disponibilità di acqua irrigua, ma soprattutto del clima. Solamente in un'annata è stato, infatti, possibile effettuare la prova sul vitigno più tardivo, il Lambrusco Salamino. Nel periodo pre-raccolta, si possono, infatti, manifestare precipitazioni piovose e questo rende inapplicabili ed anche inutili, strategie di irrigazione preraccolta.

La caratterizzazione pedologica ha permesso al personale CER di individuare in 12 millimetri e in 11 mm il volume irriguo da svolgere 4 e 10 giorni prima, rispettivamente presso l'Azienda Tardini Angelo (Correggio) e presso CAB (Camerlona, RA). Tali indicazioni sono state trasmesse alle Aziende e applicate nel modo più aderente possibile. I volumi irrigui individuati rappresentano la quantità massima distribuibile per ciascun intervento irriguo e tale è stata distribuita al fine di massimizzare l'eventuale effetto dell'irrigazione preraccolta.

Per ovviare alle difficoltà di comunicazione e di inserimento delle irrigazioni in Irrinet, dovute al contesto gestionale delle Aziende coinvolte, si è ritenuto opportuno svolgere analisi di umidità del terreno su campioni raccolti in campo. Questo ha permesso di correggere il bilancio idrico, rendendo

secondario l'inserimento delle irrigazioni nel bilancio. Si specifica, inoltre, che, nella prassi empirica e nelle tesi costituite, le irrigazioni preraccolta non sono basate né influenzate dalle condizioni fenologiche della vite e, pertanto, lo svolgimento del bilancio idrico in pre-raccolta, non è servito a calcolare il volume irriguo, quanto piuttosto a valutare eventuali stati di stress idrico o viceversa di eccesso di acqua disponibile. Prima di consigliare l'irrigazione, è sempre stato consultato il bilancio idrico. L'irrigazione preraccolta è stata effettuata solo a condizione che:

- L'acqua disponibile non fosse già superiore alla soglia massima
- Non fossero previste abbondanti precipitazioni nei due giorni successivi
- Non fosse piovuto nel giorno individuato una quantità d'acqua simile a quella prevista dal piano irriguo e comunque sufficiente a permettere all'acqua disponibile di raggiungere la soglia massima.

b) Durante la stagione irrigua, secondo in base a quanto comunicato dai conduttori, sono state effettuate le registrazioni delle date e dei volumi riguardanti le irrigazioni effettuate ed inseriti nel database di Irrinet oltre ai dati emersi dalle analisi dei campioni di terra. Per il calcolo del bilancio idrico è stato usato il DSS Irrinet, che utilizza entrambi i dati sopraindicati.

I vigneti dell'Azienda CAB, in località (Camerlona, RA), all'inizio del progetto, si presentavano in evidente stato di stress idrico. È stato quindi necessario ripristinare urgentemente un livello di acqua disponibile, superiore alla soglia di intervento indicata da Irrinet. I vigneti dell'Azienda Tardini (Correggio, RE), invece, si sono presentati fin da subito in una condizione di idratazione ottimale.

Il vigneto di Trebbiano, sito a Camerlona, ha presentato nel corso della prova uno sviluppo vegetativo e rese decisamente inferiori alle aspettative per un impianto di tale età. I dati relativi alla produzione sono dunque stati fortemente influenzati più che dalle irrigazioni, dallo stato vegetativo delle piante. Questo a dimostrazione di come carenze idriche e nutrizionali si ripercuotano fortemente sulla produzione dell'anno successivo.

La raccolta di campioni di terreno, fin dalle prime fasi del progetto, è proseguita fino alla VENDEMMIA; questo ha permesso di svolgere il bilancio idrico sui dati di umidità reali, correggendo così eventuali difetti di comunicazione delle irrigazioni effettuate.

c) Valutazione della influenza dell'irrigazione sulla resa di vendemmia delle macchine di raccolta. Per ciascuna parcella sono stati valutati i seguenti parametri:

- I. Il numero di grappoli presenti sulle piante campione prima della vendemmia

- II. Il numero di grappoli presenti sulle piante campione dopo la vendemmia
- III. Il numero di acini presenti sulle piante campione dopo la vendemmia
- IV. Il peso degli acini presenti sulle piante campione dopo la vendemmia
- V. Parametri relativi ai mosti ottenuti dai campioni raccolti nelle particelle
- VI. Peso dell’uva vendemmiata nella totalità di ciascuna parcella.

La valutazione dei parametri qualitativi dell’uva è stata condotta presso il laboratorio sperimentale di Astra – Innovazione e Sviluppo (Tebano, RA).

I dati produttivi sono stati raccolti mediante pesata dell’intera prova raccolta, costituita da 3 filari.

2.2.1.2.3 RISULTATI E DISCUSSIONE

Il Bilancio irriguo è stato realizzato con Irrinet. Non sono stati adottati differenti parametri colturali per i vitigni o tipologie di vitigni introdotti nel menù di scelta “Coltura” del servizio Irrinet, in quanto non sono presenti altre colture oltre a “VITE” nel sopracitato menù di Irrinet. I dati raccolti in passato e in particolare durante lo svolgimento del presente GOI, hanno dimostrato che non vi è un discostamento significativo nei fabbisogni termici tra un vitigno e l’altro nelle fasi fenologiche in cui il disciplinare di produzione prevede l’irrigazione.

Registrazioni delle date e dei volumi riguardanti le irrigazioni effettuate

Di seguito viene riportato un esempio di grafico con inserimento di irrigazioni che illustra l’andamento dell’acqua disponibile e le soglie irrigue (**Figura 44**).

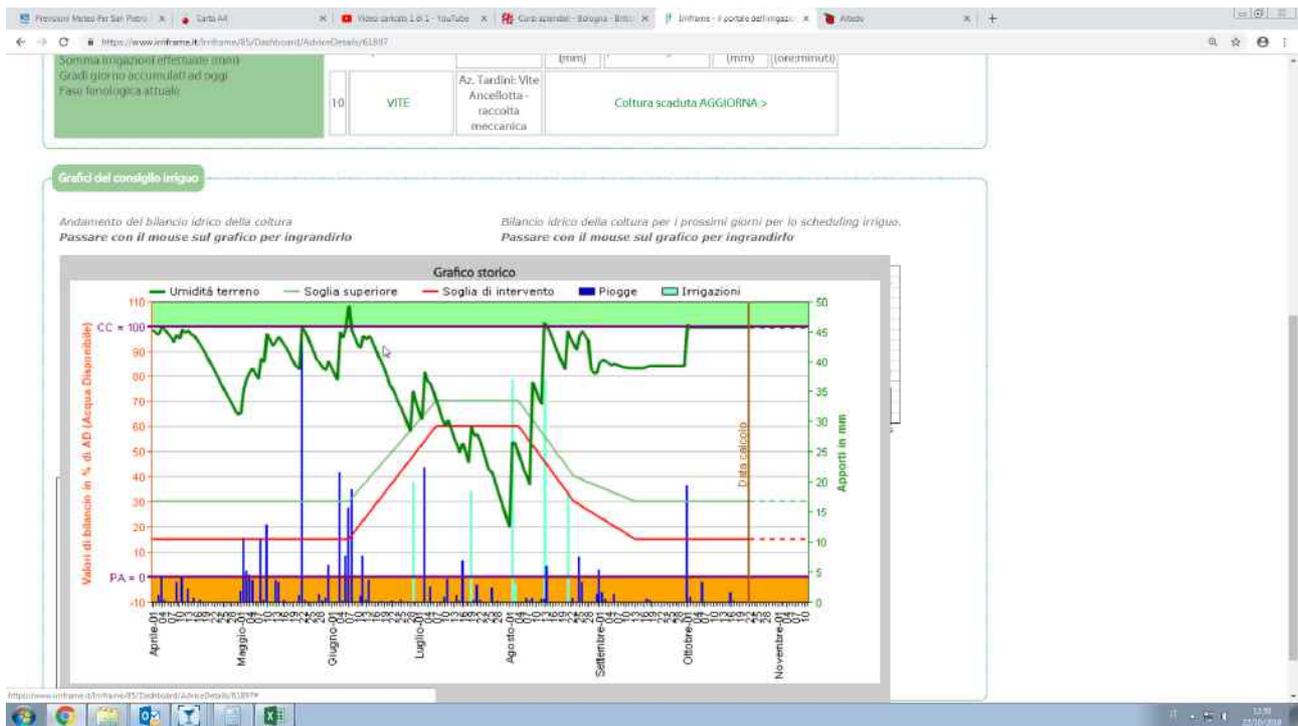


Figura 44: esempio di grafico con inserimento di irrigazioni che illustra l'andamento dell'acqua disponibile e le soglie irrigue.

I dati relativi a peso umido e peso secco del terreno, rilevati nelle date indicate nelle Tabelle, per le diverse verità monitorate vengono di seguito riportati.

- Campionamenti del terreno

2018

In **Tabella 88** vengono riportati i risultati ottenuti, il primo anno, nel vigneto dell'Azienda CAB – Camerlona (RA).

Trebbiano

Tabella 88: Campionamenti di terreno su cv. Trebbiano, CAB, Camerlona (RA), 2018.

Data prelievo 8 AGOSTO 2018				
Vitigno TREBBIANO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	1	1503,42	1237,77	21,46
2	2	1355,15	1145,23	18,33
3	3	1111,1	955,77	16,25
Data prelievo 23 AGOSTO 2018				
Vitigno TREBBIANO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	1	892,12	774,38	15,20
2	2	820,42	725,48	13,09
3	3	731,2	637,09	14,77
Data prelievo 5 SETTEMBRE 2018				
Vitigno TREBBIANO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	1	597,98	504,05	18,64
2	2	617,55	529,26	16,68
3	3	728,65	622,16	17,12

In **Tabella 89** e **Tabella 90** vengono riportati i risultati, ottenuti nel primo anno, nei vigneti dell'Azienda Tardini Angelo – Correggio (RE).

Ancellotta

Tabella 89: Campionamenti di terreno su cv. Ancellotta, Azienda Tardini, Correggio (RE), 2018.

Data prelievo 9 AGOSTO 2018				
Vitigno ANCELLOTTA				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	59	1039,87	813,38	27,85
2	62	941,54	726,99	29,51
3	65	1093,84	847,1	29,13
Data prelievo 29 AGOSTO 2018				
Vitigno ANCELLOTTA				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	59	818,17	636,57	28,53
2	62	976,49	748,86	30,40
3	65	880,57	683,64	28,81
Data prelievo 4 SETTEMBRE 2018				
Vitigno ANCELLOTTA				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	59	774,47	607,44	27,50
2	62	856,64	666,1	28,61
3	65	586,33	446,31	31,37
Data prelievo 19 SETTEMBRE 2018				
Vitigno ANCELLOTTA				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	59	1294,65	1030,93	25,58
2	62	1143,04	883,76	29,34
3	65	1119,54	827,99	35,21

Lambrusco Salamino

Tabella 90: Campionamenti di terreno su cv. Lambrusco Salamino, Azienda Tardini, Correggio (RE), 2018.

Data prelievo 9 AGOSTO 2018				
Vitigno LAMBRUSCO SALAMINO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	36	1034,67	805,04	28,52
2	39	1100,87	849,37	29,61
3	42	1063	828,01	28,38
Data prelievo 29 AGOSTO 2018				
Vitigno LAMBRUSCO SALAMINO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	36	716,89	547,65	30,90
2	39	606,26	460,4	31,68
3	42	622,54	475,12	31,03
Data prelievo 4 SETTEMBRE 2018				
Vitigno LAMBRUSCO SALAMINO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	36	694,4	534,1	30,01
2	39	796,36	613,53	29,80
3	42	745,48	570,79	30,60

2019

In **Tabella 91** e in **Tabella 92** vengono riportati i risultati, ottenuti nel secondo anno, nei vigneti dell'Azienda Tardini Angelo – Correggio (RE).

Ancellotta

Tabella 91: Campionamenti di terreno su cv. Ancellotta, Azienda Tardini, Correggio (RE), 2019.

Data prelievo 18 LUGLIO 2019				
Vitigno ANCELLOTTA				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	59	1427,98	1084,08	31,72
2	62	1427,98	1084,08	31,72
3	65	1427,98	1084,08	31,72
Data prelievo 8 AGOSTO 2019				
Vitigno ANCELLOTTA				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	59	974,44	770,35	26,49
2	62	974,44	770,35	26,49
3	65	974,44	770,35	26,49

Lambrusco Salamino

Tabella 92: Campionamenti di terreno su cv. Lambrusco Salamino, Azienda Tardini, Correggio (RE), 2019.

Data prelievo 18 LUGLIO 2019				
Vitigno LAMBRUSCO SALAMINO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	36	1317,04	1025,28	28,46
2	39	1317,04	1025,28	28,46
3	42	1317,04	1025,28	28,46
Data prelievo 8 AGOSTO 2019				
Vitigno LAMBRUSCO SALAMINO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	36	1091,93	862,25	26,64
2	39	1091,93	862,25	26,64
3	42	1091,93	862,25	26,64

2020

Di seguito (**Tabella 93** e **Tabella 94**) vengono riportati i risultati, relativi ai campionamenti di terreno, ottenuti nel terzo anno, nei vigneti dell'Azienda Tardini Angelo – Correggio (RE).

Ancellotta

Tabella 93: Campionamento di terreno su cv. Ancellotta, Azienda Tardini, Correggio (RE), 2020.

Data prelievo 13 AGOSTO 2020 Vitigno ANCELLOTTA				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	59	1611,98	1215,98	32,57
2	62	2022,02	1479,98	36,62
3	65	1902,53	1430,47	33,00

Lambrusco Salamino

Tabella 94: Campionamento di terreno su cv. Ancellotta, Azienda Tardini, Correggio (RE), 2020.

Data prelievo 13 AGOSTO 2020 Vitigno LAMBRUSCO SALAMINO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	36	2017,68	1502,08	34,33
2	39	1758,64	1327,11	32,52
3	42	1959,1	1474,63	32,85

Trebbiano

In **Tabella 95** vengono riportati i risultati, relativi ai campionamenti di terreno, ottenuti nel terzo anno (2020), nel vigneto della CAB Terra – Camerlona (RA).

Tabella 95: Campionamenti di terreno su cv. Trebbiano, CAB, Camerlona (RA), 2020.

Data prelievo 5 MAGGIO 2020				
Vitigno TREBBIANO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	1	1218,84	1050,66	16,01
2	2	1340,67	1155,78	16,00
3	3	1274	1091,24	16,75
Data prelievo 13 AGOSTO 2020				
Vitigno TREBBIANO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	1	1782,3	1515,37	17,61
2	3	1750,23	1488,8	17,56
3	3	2004,97	1702,85	17,74
Data prelievo 25 SETTEMBRE 2020				
Vitigno TREBBIANO				
Tesi	Fila	Peso Umido	Peso Secco	U% sul secco
1	1	728,45	665,25	9,50
2	2	.	.	.
3	3	961,33	825,33	16,48

Irrigazioni in preraccolta

In **Tabella 96** sono riassunte le irrigazioni effettuate in preraccolta nelle tre annate per ciascun vitigno:

Soltanto il primo anno è stato possibile differenziare le Tesi su tutti e tre i vitigni monitorati (Trebbiano, Ancellotta e Lambrusco Salamino), potendo applicare le irrigazioni sia 10 che 4 giorni prima della raccolta. Per quanto riguarda la cv. Trebbiano è stato possibile, anche nel 2019, effettuare entrambe le irrigazioni, mentre nel 2020 si è potuto realizzare solamente quella prevista 10 giorni prima della raccolta. Al contrario, le stagioni piovose non hanno permesso di differenziare le tesi all'Azienda Tardini Angelo.

TESI	2018			2019			2020		
	Trebbiano	Ancellotta	Lambrusco	Trebbiano	Ancellotta	Lambrusco	Trebbiano	Ancellotta	Lambrusco
1 - Disciplinare	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2- 4 giorni	11	12,3	12	11	-	-	-	-	-
3 - 4-10 giorni	22	23,8	24	22	-	-	11	-	-

Valutazione della influenza dell'irrigazione sulla resa di vendemmia delle macchine di raccolta

L'analisi della varianza non ha rilevato differenze significative tra le Tesi a confronto. Si riportano di seguito le Tabelle riassuntive ed i grafici elaborati, partendo dai dati raccolti.

2018

Trebbiano

I dati rilevati nell'Azienda CAB Terra – Camerlona (RA), nell'annata 2018, cv. Trebbiano, vengono di seguito riportati (**Tabella 97, Figura 45 e Figura 46**).

Tabella 97: Valutazione dell'influenza dell'irrigazione sulla resa della vendemmia e i parametri qualitativi della bacca, cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), 2018.

Trebbiano 2018													
TESI	pre-raccolta		post-raccolta				produzione (q/ha)	Parametri qualitativi					
	irrigazioni (mm)	grappoli (n.)	grappoli (n.)	acini (n.)	acini (gr.)	% grappoli rimasti		°Brix	pH	Ac. totale g/L	Ac. citrico g/L	Ac. tartarico g/L	Ac. malico g/L
TESI 1	0	24,8	21,8	53,5	106	84,1	218,8	16,8	3,4	7,48	0,25	6,86	2,93
TESI 2	11	28,3	26,7	39,7	91,6	94,1	258,6	17,6	3,4	6,78	0,25	6,58	2,74
TESI 3	22	31	29,3	37	73,5	94,3	263,8	17,2	3,3	7,11	0,25	6,73	2,62

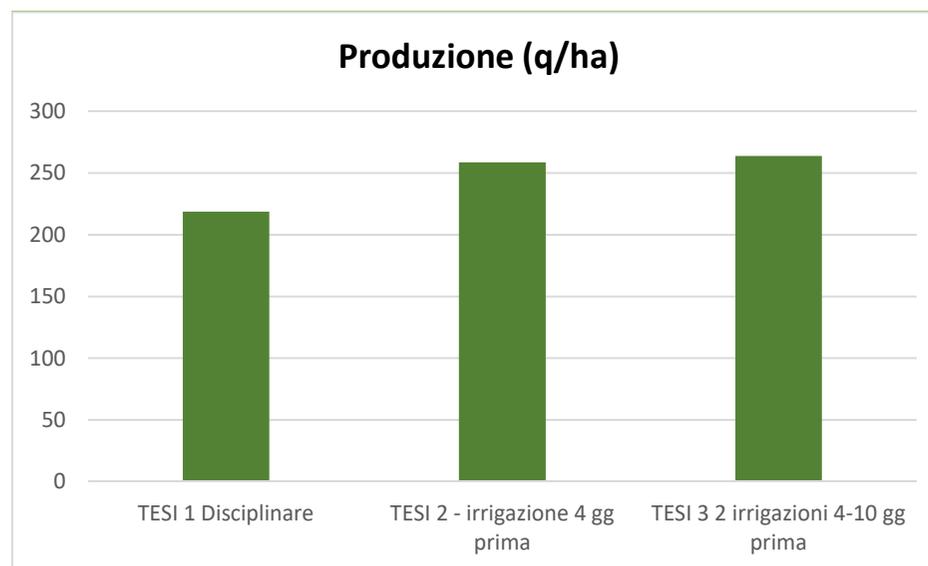


Figura 45: Produzione, in viti della cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2018.

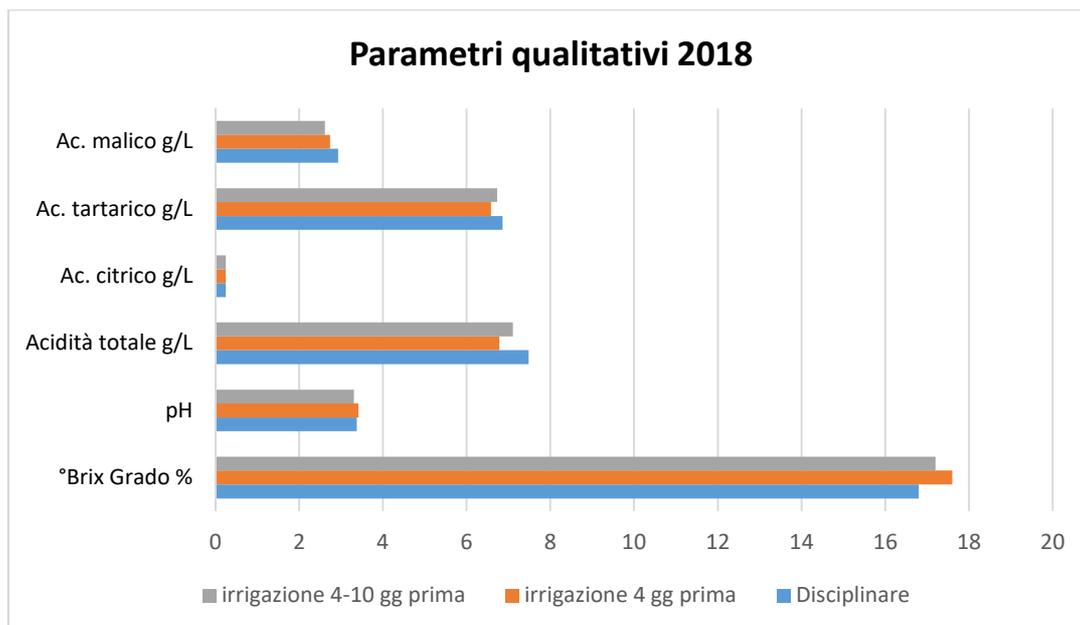


Figura 46: Parametri qualitativi della bacca, in viti della cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2018.

Di seguito (**Figura 47-Figura 50**) vengono riportate alcune foto relative alle operazioni di raccolta meccanizzata nel vigneto di CAB Terra (2018).



Figura 47: Raccolta meccanizzata del Trebbiano, presso l'Azienda CAB TERRA a Camerlona, RA.



**Figura 48: Raccolta meccanizzata del Trebbiano, presso l'Azienda CAB TERRA a Camerlona, RA.
– Particolare della pianta e dei grappoli con acini sui raspi.**



Figura 49: Raccolta meccanizzata del Trebbiano, presso l'Azienda CAB TERRA a Camerlona, RA - Particolare della pianta e dei grappoli con acini sui raspi.



Figura 50: Raccolta meccanizzata del Trebbiano, presso l'Azienda CAB TERRA a Camerlona, RA - Particolare della pianta e dei grappoli con acini sui raspi.

I dati rilevati nell'Azienda Tardini Angelo – Correggio (RE), per le cv. Ancellotta e Lambrusco Salamino, nell'annata 2018, vengono di seguito riportati.

Ancellotta

I dati relativi alla cv. Ancellotta, vendemmia 2018, sono riportati in **Tabella 98**, **Figura 51** e **Figura 52**.

Tabella 98: Valutazione dell'influenza dell'irrigazione sulla resa della vendemmia e i parametri qualitativi della bacca, cv. Ancellotta (Azienda Tardini, Correggio, RE), 2018.

Ancellotta 2018		Pre-raccolta		post-raccolta				Parametri qualitativi					
TESI	irrigazioni	grappoli	grappoli	acini	acini	% grappoli rimasti	produzione (q/ha)	°Brix	pH	Ac.totale g/L	Ac. citrico g/L	Ac. tartarico g/L	Ac. malico g/L
	(mm)	(n.)	(n.)	(n.)	(gr.)								
TESI 1	0	186,3	149,5	121,8	105,7	81	292	18,2	3,22	9,71	0,33	6,95	3,77
TESI 2	12,3	210,3	174	196,2	173,3	82,6	308,4	16,8	3,15	10,95	0,36	7,24	4,43
TESI 3	23,8	173,2	151	146,7	85	86,6	296,4	15,8	3,09	11,18	0,38	7,55	4,38

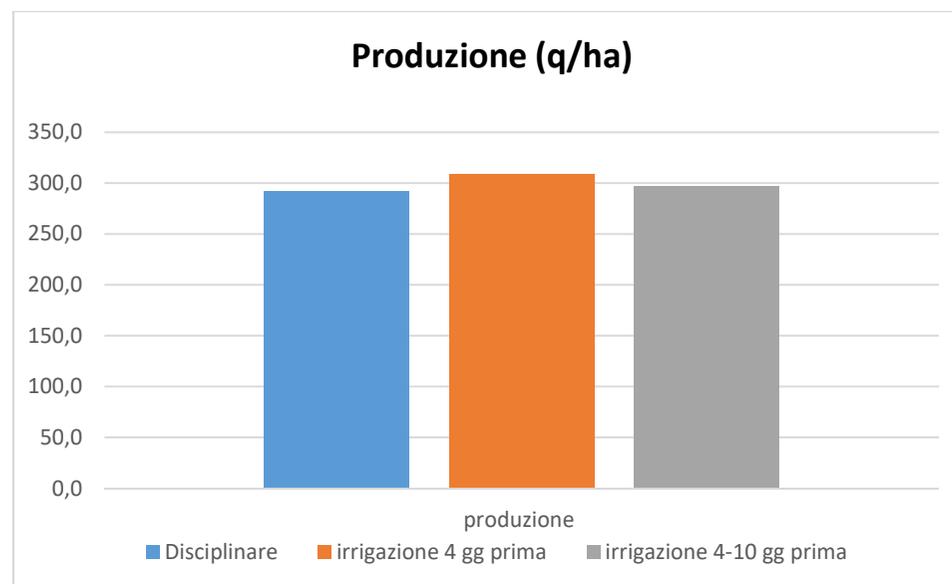


Figura 51: Produzione, in viti della cv. Ancellotta (Correggio, RE), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2018.

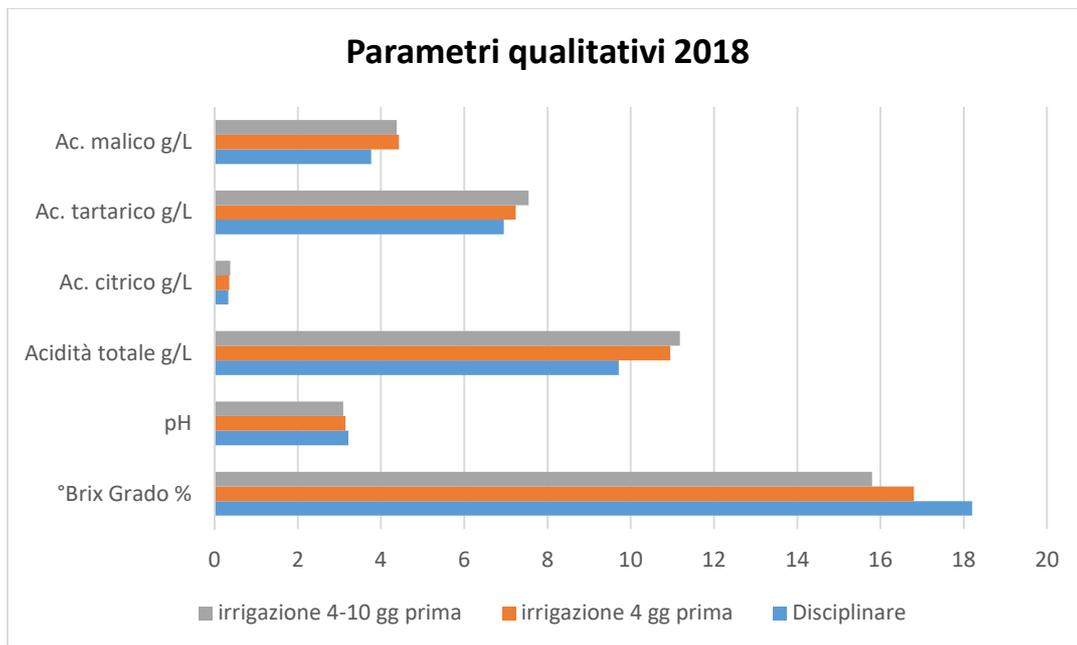


Figura 52: Parametri qualitativi della bacca, in viti della cv. Ancellotta (Correggio, RE), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2018.

Lambrusco Salamino

I dati relativi alla cv. Lambrusco Salamino, vendemmia 2018, sono riportati in **Tabella 99**, **Figura 53** e **Figura 54**.

Tabella 99: Valutazione dell'influenza dell'irrigazione sulla resa della vendemmia e i parametri qualitativi della bacca, cv. Lambrusco Salamino (Azienda Tardini Angelo), 2018.

TESI	pre-raccolta					post-raccolta							
	irrigazioni (mm)	grappoli (n.)	grappoli (n.)	acini (n.)	acini (gr.)	% grappoli rimasti	produzione (q/ha)	°Brix Grado %	pH	Acidità totale g/L	Ac. citrico g/L	Ac. tartarico g/L	Ac. malico g/L
TESI 1	0	64,7	37,7	15,3	13,5	0,6	373	18,2	3,22	9,71	0,33	6,95	3,77
TESI 2	12	80	53	22	13,8	0,7	357	16,8	3,15	10,95	0,36	7,24	4,43
TESI 3	24	81,7	47,7	20	20,6	0,6	361	15,8	3,09	11,18	0,38	7,55	4,38

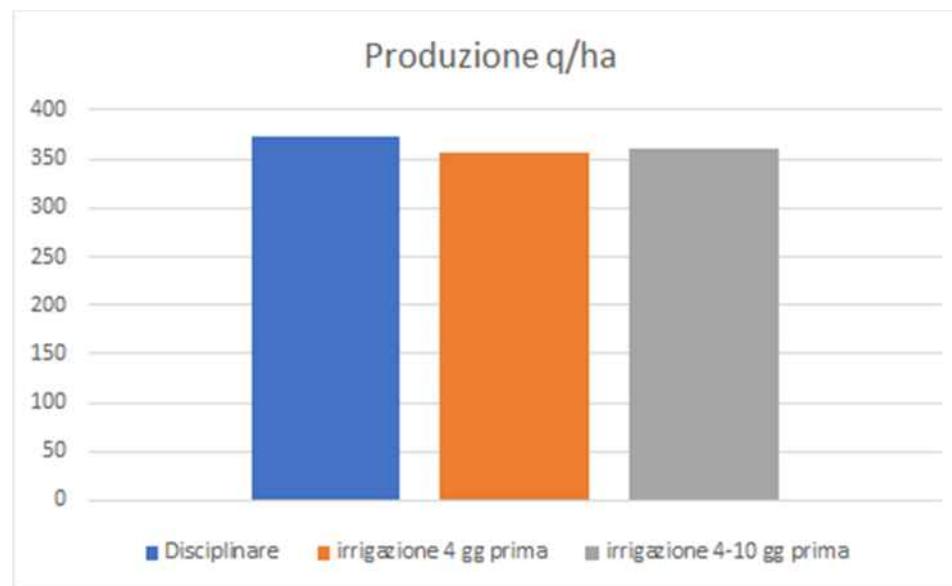


Figura 53: Produzione, in viti della cv. Lambrusco Salamino (Correggio, RE), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2018.

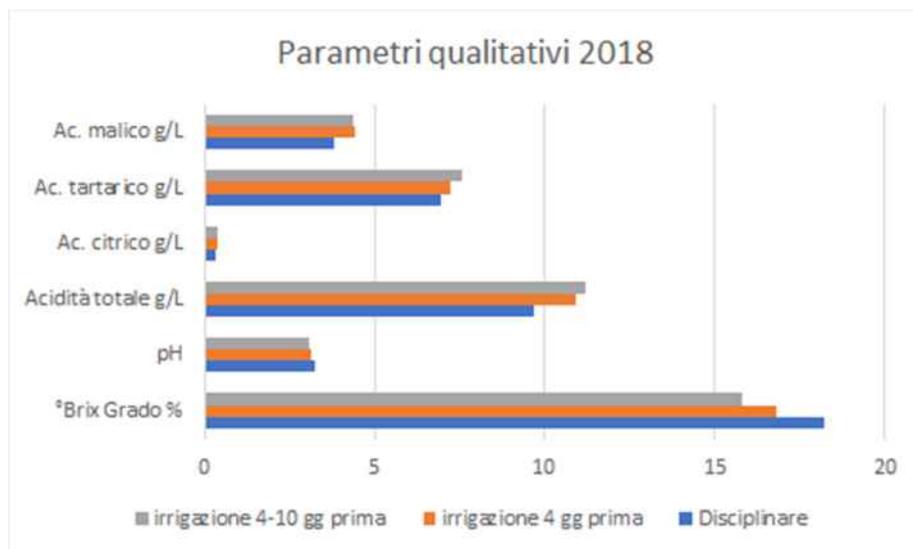


Figura 54: Parametri qualitativi della bacca, in viti della cv. Lambrusco Salamino (Correggio, RE), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2018.

Di seguito (**Figura 55 - Figura 64**) vengono riportate alcune foto relative all'intervento di vendemmia meccanica presso l'Azienda Tardini Angelo (Correggio – RE).



Figura 55: Raccolta meccanizzata dell'Anzellotta presso l'Azienda Tardini Angelo, a Correggio – RE.

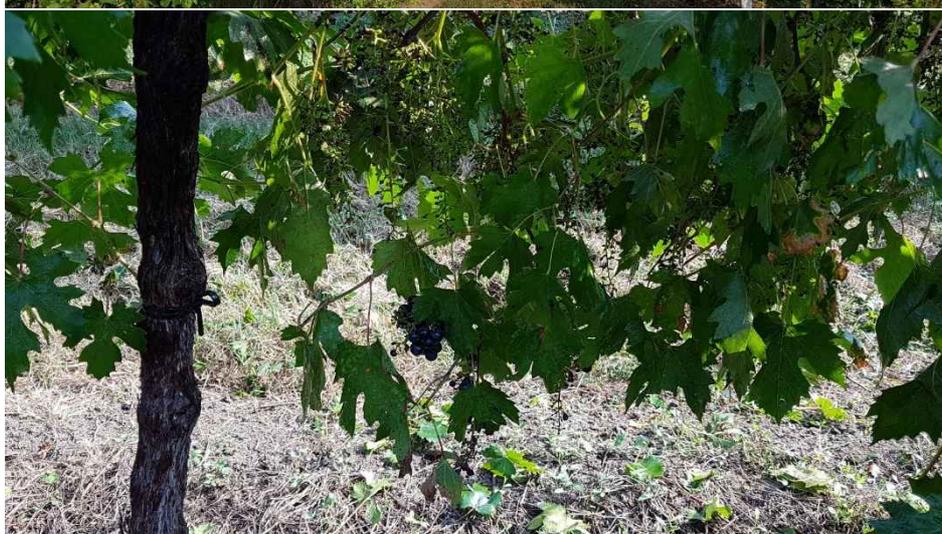


Figura 56: Raccolta meccanizzata dell'Anzellotta presso l'Azienda Tardini Angelo, a Correggio – RE. – Particolare della pianta e dei grappoli con acini sui raspi.



Figura 57: Raccolta meccanizzata di Lambrusco az. Agricola Tardini – Fase di svuotamento delle tramogge di raccolta della vendemmiatrice meccanica utilizzata.



Figura 58: Raccolta meccanizzata dell’Ancellotta presso l’Azienda Tardini Angelo, a Correggio – RE. – Particolare della pianta e dei grappoli in post-raccolta.



Figura 59: Raccolta meccanizzata di Lambrusco az. Agricola Tardini – Particolare della vendemmiatrice meccanica utilizzata.



Figura 60: Raccolta meccanizzata di Ancellotta Az. Agricola Tardini – Particolare della pianta dopo il passaggio della vendemmiatrice.



Figura 61: Raccolta meccanizzata di Ancellotta Az. Agricola Tardini – Particolare della pianta dopo il passaggio della vendemmiatrice.



Figura 62. Raccolta meccanizzata di Ancellotta az. Agricola Tardini – Particolare della pianta e dei grappoli con acini sui raspi – Raccolta dei campioni.



Figura 63: Raccolta meccanizzata di Ancellotta az. Agricola Tardini – Particolare della pianta e dei grappoli con acini sui raspi.



Figura 64: Raccolta meccanizzata di Ancellotta presso l'Az. Agricola Tardini, Correggio (RE).

2019

Trebbiano

I dati rilevati nell'Azienda CAB Terra – Camerlona (RA), cv. Trebbiano, nell'annata 2019, vengono di seguito riportati (Tabella 100, Figura 65 e Figura 66).

Trebbiano 2019		pre-raccolta		post-raccolta				Parametri qualitativi					
TESI	irrigazioni	grappoli	grappoli	acini	acini	%	produzione						
	(mm)	(n.)	(n.)	(n.)	(gr.)	grappoli rimasti		(q/ha)	°Brix	pH	Ac.totale g/L	Ac. citrico g/L	Ac. tartarico g/L
TESI 1	0	45,0	34,4	44,6	40,7	0,8	269,5	13,2	3,21	11,33	0,20	4,4	3,63
TESI 2	11	43,8	34,8	50,4	47,1	0,8	273,5	12,8	3,13	12,2	0,20	4,38	3,75
TESI 3	22	47,2	37,2	40,6	34,9	0,8	269,0	11,6	3,17	11,55	0,22	4,84	3,74

Tabella 100: Valutazione dell'influenza dell'irrigazione sulla resa della vendemmia e i parametri qualitativi della bacca, cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), 2019.

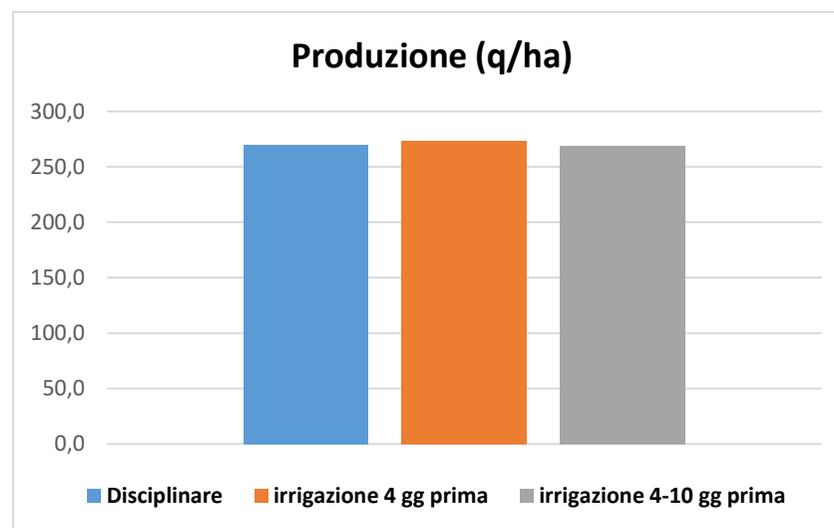


Figura 65: Produzione, in viti della cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2019.

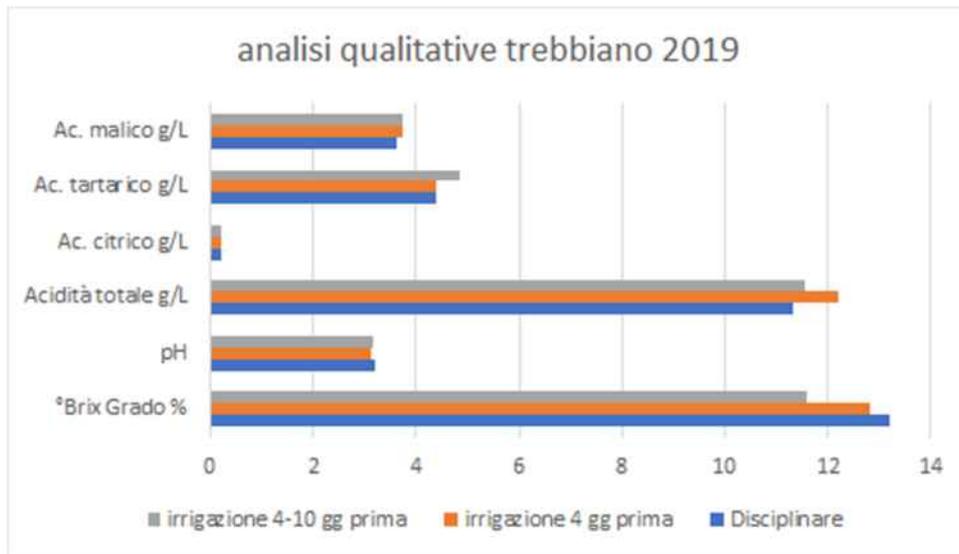


Figura 66: Parametri qualitativi in viti della cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2019.

Ancellotta e Lambrusco Salamino

Nell'azienda agricola Tardini Angelo, nel 2019, le abbondanti precipitazioni prima della raccolta non hanno consentito di differenziare i trattamenti previsti. I rilevamenti fatti alla raccolta nelle aree di saggio non hanno evidenziato pertanto differenze sui risultati della raccolta meccanizzata, in termini di rapporto tra grappoli presenti prima e dopo la vendemmia (50/60% su tutte le Tesi), acini per grappolo in post raccolta.

2020

Trebbiano

I dati rilevati nell'Azienda CAB Terra – Camerlona (RA), nell'annata 2020, cv. Trebbiano, vengono di seguito riportati (**Tabella 101, Figura 67 e Figura 68**). Nel 2020 è stato possibile individuare solo due Tesi in quanto, come anticipato, la stagione di raccolta coincideva con una stagione ricca di piogge ed anche in questo caso, 4 giorni prima della raccolta è avvenuta una precipitazione che ha simulato l'irrigazione prevista. Pertanto sono state valutate solamente due Tesi.

Tabella 101: Valutazione dell'influenza dell'irrigazione sulla resa della vendemmia e i parametri qualitativi della bacca, cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), 2020.

Trebbiano 2020		pre-raccolta							post-raccolta						
TESI	irrigazioni	grappoli	grappoli	acini	acini	acini/grap.	acini/grap.	% grappoli rimasti	produzione (q/ha)	Parametri qualitativi					
	(mm)	(n.)	(n.)	(n.)	(gr.)	(n.)	(gr.)			°Brix	pH	Ac.totale g/L	Ac. citrico g/L	Ac. tartarico g/L	Ac. malico g/L
Disciplinare	0	30,2	22,8	36	49,3	1,6	2,2	0,8	71,5	16,8	3,38	7,48	0,25	6,86	2,93
Irrigazione 4-10 gg prima	11	34,8	26,6	15,4	25	0,6	0,9	0,8	62,5	17,2	3,31	7,11	0,25	6,73	2,62

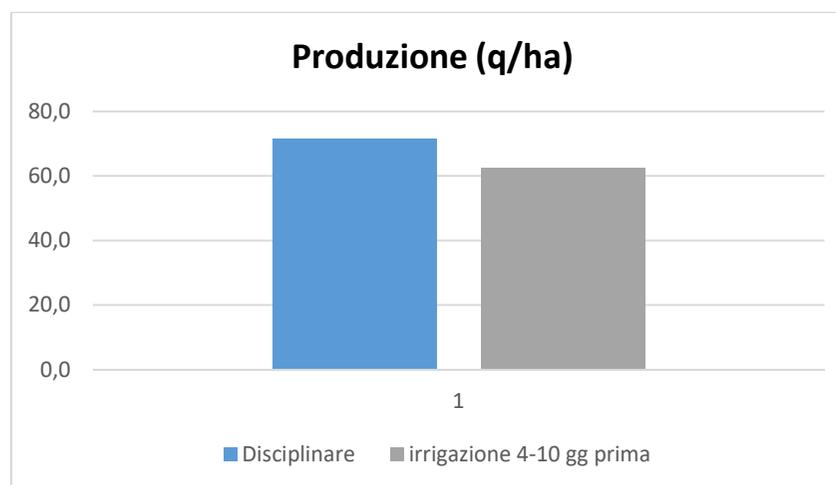


Figura 67: Produzione in viti della cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2020.

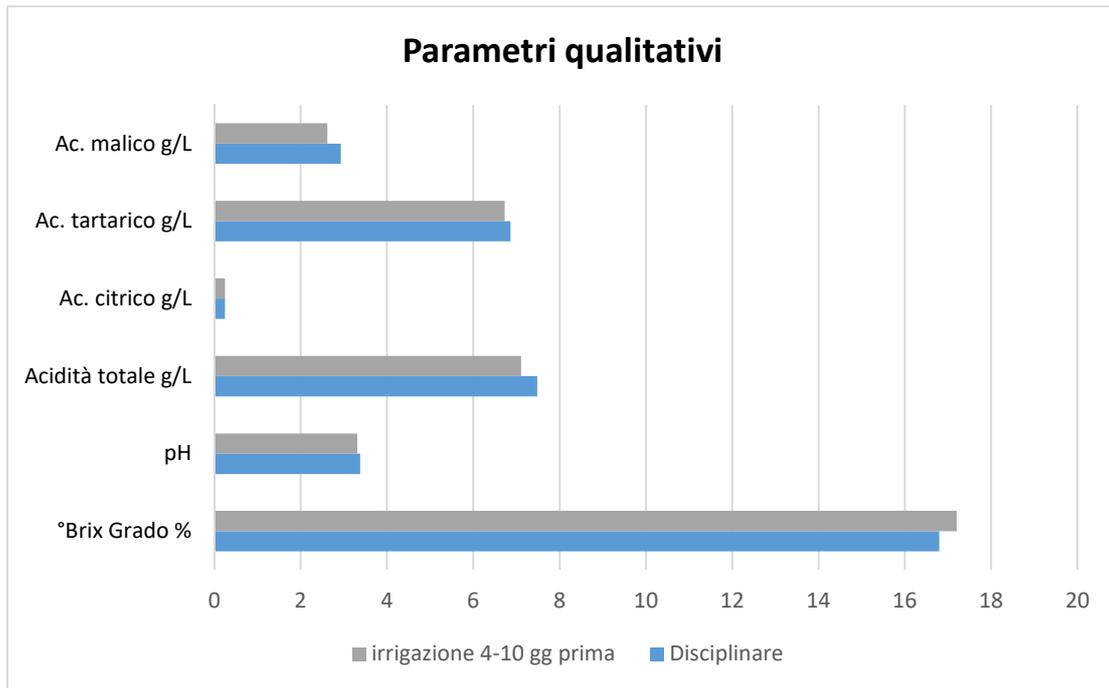


Figura 68: Produzione, in viti della cv. Trebbiano (CAB, Camerlona, RA), sottoposte a tre diverse Tesi di irrigazione, 2020.

Ancellotta e Lambrusco Salamino

Nel 2020 non è stato possibile effettuare le prove nei vigneti dell'azienda agricola Tardini Angelo, in quanto colpita fortemente da condizioni climatiche avverse (grandinata) e quindi indisponibile alle prove di raccolta.

2.2.1.2.3 CONCLUSIONI SOTTO-AZIONE 3.2

La tecnica dell'irrigazione preraccolta, proposta empiricamente in campagna con lo scopo di favorire il distacco degli acini durante la raccolta meccanizzata, non ha trovato una evidenza scientifica dalle prove effettuate.

In particolare si pongono all'attenzione i seguenti aspetti.

- Il periodo di preraccolta è solitamente caratterizzato da piogge cumulate sufficienti a mantenere una percentuale di acqua disponibile ideale per la fisiologia della vite. Nei 3 anni di progetto, infatti, è stato eccezionale poter applicare su tutti e tre i vitigni, il protocollo predefinito.
- I rilievi effettuati sulle piante dopo scuotitura non hanno mostrato differenze significative nel distacco degli acini legato agli apporti irrigui preraccolta.
- Quando si è riusciti ad applicare interventi irrigui in preraccolta, ad un eventuale incremento di resa si è accompagnato, talvolta, un peggioramento qualitativo delle uve: il grado zuccherino può essere influenzato negativamente dalle irrigazioni preraccolta, a tal punto da declassare le partite di uva conferite. Al fine di scongiurare tale rischio, si invitano i tecnici e gli agricoltori ad attuare l'irrigazione in preraccolta solo in annata eccezionali, caratterizzate da una quasi totale assenza di piogge nei periodi precedenti, sempre monitorando la flessione del contenuto zuccherino delle uve, prima di effettuare eventuali ulteriori interventi irrigui.
- L'irrigazione in preraccolta può aumentare la produzione a fronte di una diminuzione del contenuto zuccherino. Per raggiungere la massima PLV è quindi necessario verificare le aspettative produttive in base ai metodi di valutazione e pagamento delle uve, praticate da ciascuna cantina.
- L'irrigazione in preraccolta non ha mostrato effetti significative sul distacco degli acini. Si ricorda peraltro, che la regolazione delle macchine permette di favorire il distacco, variando la frequenza degli scuotitori ed altre impostazioni. Non si riscontra quindi la necessità di inserire tale pratica nei disciplinari. Come già previsto, l'irrigazione preraccolta sarà permessa o addirittura consigliata, applicando una deroga apposite alle norme vigenti, in funzione delle specifiche condizioni di umidità dei terreni ed in caso di condizioni climatiche particolarmente siccitose.

- Si valuta come inopportuno, quindi, modificare Irrinet al fine di inserire l'irrigazione preraccolta.

2.2.2 PERSONALE

Nome Cognome	Unità Aziendale responsabile	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo (€)
	CRPV	Impiegato di concetto	Responsabile del progetto	103,00	3227,66
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	329,00	5497,99
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	46,00	788,90
	CRPV	Impiegato di concetto	Tecnico di progetto	398,00	6308,30
	CER	Impiegato	Responsabile UO	176,50	7570,51
	CER	Impiegato	Tecnico di progetto	175,07	4642,32
	CER	Impiegato	Tecnico di progetto	151,50	2938,75
	CER	Impiegato	Tecnico di progetto	115,00	2089,28
	ASTRA	Impiegato di concetto	Prove in campo	1080,00	32002,00
	ASTRA	Impiegato di concetto	Prove in campo	1144,00	39973,00
	ASTRA	Impiegato di concetto	Prove in campo	720,00	18456,00
	ASTRA	Impiegato di concetto	Prove in campo	288,00	8696,00
	UNIBO	Prof. Associato	Responsabile UO	1016,00	41326,40
	UNIBO	Prof. Associato	Prove in campo	1495,00	77118,89
	UNIBO	Impiegato	Prove in campo	752,00	12025,45
	UNIBO	Impiegato	Prove in campo	528,00	9702,05
	UNIBO	Assegnista	Prove in campo	2940,00	40909,38
	CEVICO	Impiegato	Prove in campo	46,00	3438,96
	CEVICO	Impiegato	Prove in campo	64,00	2546,56
	RIUNITE & CIV	Impiegato	Prove in campo	336,00	12464,96
	S. M. in RIO	Impiegato	Prove in campo	79,00	3512,34
			Totale		335235,70

2.2.3 TRASFERTE

Cognome e nome	Descrizione	Costo €
	CRPV - Trasferite relative ad attività in campo e attività collegiali di ricerca con i partner	1077,25
	CRPV - Trasferite relative ad attività in campo	206,02
	CER – Sopralluoghi e rilievi	797,40
	CER – Sopralluoghi e rilievi	1905,84
	UNIBO – Sopralluoghi e rilievi	333,93
	UNIBO – Sopralluoghi e rilievi	3135,72
	UNIBO – Sopralluoghi e rilievi	131,52
	Totale	7587,68

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

Gli obiettivi del Piano sono stati raggiunti.

Attività ancora da realizzare:

Nessuna.

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 IN.MO.MEVI, pertanto il CRPV ha attivato il proprio personale per sviluppare questa attività sin dalle prime fasi del Progetto.

Uno degli obiettivi di questa azione è consistito nel concretizzare un efficace collegamento funzionale *multi actor* tra innovazione, trasferimento e applicazione e nello 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 anche a 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 a intercettare oltre il 80% della vitivinicoltura regionale e, 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 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 nell'ambito del presente 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: 7 Visite guidate, 6 Incontri tecnici, uno dei quali tenutosi nell'ambito della tredicesima edizione di Enovitis in Campo, presso Fabbrico (RE), 3 Articoli tecnici (i primi due pubblicati rispettivamente sulle Riviste VVQ – Vigne, Vini e Qualità e Vite & Vino, mentre il terzo in fase di pubblicazione - Settembre 2021, sull'Informatore Agrario), 1 Campus Cloud e 2 RegISTRAZIONI audio-video, che illustrano i principali risultati ottenuti nell'ambito del Progetto.**

Sul **canale Youtube** del CRPV, oltre ai filmati relativi a 2 visite guidate, realizzate in modalità on-line, a causa dell'emergenza COVID 19, sono disponibili anche i 2 audiovisivi prodotti nell'ambito del Piano di Divulgazione. Di seguito si riportano i link a tali iniziative:

- *Visita Guidata IN.MO.ME.VI: Sostenibilità della meccanizzazione nella gestione del suolo del vigneto (22 Maggio 2020):* <https://www.youtube.com/watch?v=KJFcYJ4DiGU>;
- *Visita Guidata In.Mo.Me.Vi: Concimazione a rateo variabile in un vigneto della cv. Trebbiano (03 Maggio 2021):* https://www.youtube.com/watch?v=Fb_rEYbluUo.
- *GOI - IN.MO.ME.VI: Meccanizzazione del vigneto - Lavorazioni terreno e interventi in verde:* <https://www.youtube.com/watch?v=vil2Ad-gUek>;
- *GOI - IN.MO.ME.VI: Meccanizzazione del vigneto - Concimazione e Vendemmia:* <https://www.youtube.com/watch?v=xAq5hsuGSGY>.

Vengono, di seguito riportate alcune foto, relative ai rimanenti Incontri Tecnici e Visite Guidate:



Figura 4.1: Incontro Tecnico, nell'ambito della 13ª edizione di Enovitis in campo - Il Naviglio Soc. Agr. – Fabbrico (RE), 22 Giugno 2018.



Figura 4.2: Incontro Tecnico e Visita Guidata, presso sede CRPV, Tebano (RA) – 6 Giugno 2019.



Figura 4.3: Incontro Tecnico e Visita Guidata, presso l'Azienda Rebuschi Massimo, Novellara (RE) – 2 Luglio 2019.



Figura 4.4: Incontro Tecnico e Visita Guidata, presso l’Azienda Nicolini Romano, Monte Colombo (RN) – 12 Luglio 2019.



Figura 4.5: Incontro Tecnico e Visita Guidata, presso la sede di CRPV, Tebano (RA) – 05 Dicembre 2019.



Figura 4.6: Incontro Tecnico e Visita Guidata, presso l’Azienda Nicolini Romano, Monte Colombo (RN) – 11 Dicembre 2019.

Inoltre, il CRPV ha messo a disposizione del GO il proprio Portale Internet, affinché le attività e i risultati conseguiti nel presente Piano potessero essere facilmente identificabili e fruibili dall’utenza. All’interno del portale CRPV, è stata individuata una **pagina dedicata al Piano**, composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del Progetto e gli aggiornamenti relativi alle attività condotte (<https://progetti.crpv.it/Home/ProjectDetail/23>).

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, nel periodo 01 Gennaio 2018-31 Maggio 2021.

Tabella 4.1. Descrizione delle iniziative di divulgazione svolte dal 01 Gennaio 2018 al 31 Maggio 2021.

Visite guidate		Incontri tecnici		Campus Cloud		Pubblicazioni		Audiovisivi	
Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Rivista)	Data	Titolo (link)
06/06/19	Fertilizzazione a rateo variabile e gestione dell'interfilare nel vigneto. INMOMEVIncVisita060619RA (Ravenna) (n. 19)	22/06/2018	Innovativi modelli per la gestione meccanizzata e sostenibile del vigneto e monitoraggio della fertilità. (nell'ambito della 13ª edizione di Enovistis in campo). INMOMEVIncontro220618RE	13/10/20	Webinar: Tecniche agronomiche per la riduzione del consumo idrico e per un'irrigazione sostenibile del vigneto. INMOMEVICampusCloudonline290421 (n. 44)	01/20	Doppia Cortina e Cordone libero potatura invernale a diversi livelli di meccanizzazione. VVQ – Numero 1 2020 INMOMEVIVVQ n. 1/2020	2020	GOI - IN.MO.ME.VI: Meccanizzazione del vigneto - Lavorazioni terreno e interventi in verde https://www.youtube.com/watch?v=vil2Ad-gUek (n. 643 Visualizzazioni)
02/07/19	La cimatura meccanica nel Lambrusco Salamino allevato a Cordone Libero. INMOMEVIncVisita020719RE (Reggio Emilia) (n. 21)	06/06/19	Fertilizzazione a rateo variabile e gestione dell'interfilare nel vigneto. INMOMEVIncVisita060619RA (Ravenna) (n. 19)			03/20	Mappe di vigore per rendere efficiente la distribuzione dei concimi. Vite&Vino INMOMEVIVite & Vino n. 3/2020	2020	GOI - IN.MO.ME.VI: Meccanizzazione del vigneto - Concimazione e Vendemmia https://www.youtube.com/watch?v=xAq5hsuGSgy (n. 161 Visualizzazioni)
12/07/19	Gestione della difesa in vigneto con irroratrici a recupero di prodotto. INMOMEVIncVisita120719RN (Rimini) (n. 23)	02/07/19	La cimatura meccanica nel Lambrusco Salamino allevato a Cordone Libero. INMOMEVIncVisita020719RE (Reggio Emilia) (n. 21)			09/21	Il Sangiovese allevato a Cordone Libero L'Informatore Agrario		
05/12/19	Dimostrazione e commenti sulla potatura meccanica del Trebbiano Romagnolo allevato a GDV. INMOMEVIncVisita051219RA (Ravenna) (n. 14)	12/07/19	Gestione della difesa in vigneto con irroratrici a recupero di prodotto. INMOMEVIncVisita120719RN (Rimini) (n. 23)						
11/12/19	Dimostrazione e commenti sulla potatura meccanica del Sangiovese allevato a Cordone Libero. INMOMEVIncVisita111219RN (Rimini) (n. 16)	05/12/19	Dimostrazione e commenti sulla potatura meccanica del Trebbiano Romagnolo allevato a GDV. INMOMEVIncVisita051219RA (Ravenna) (n. 14)						
22/05/20	Visita on line: Sostenibilità della meccanizzazione nella gestione del suolo del vigneto. https://www.youtube.com/watch?v=KJFcYJ4DIGU (n. 91)	11/12/19	Dimostrazione e commenti sulla potatura meccanica del Sangiovese allevato a Cordone Libero. INMOMEVIncVisita111219RN (Rimini) (n. 16)						
03/05/21	Visita on line: La fertilizzazione a rateo variabile per una viticoltura sostenibile. INMOMEVIVisitaonline030521RA (n. 131)								
	TOT.=7		TOT.=6		TOT.=1		TOT.=3		TOT.=2

Le locandine prodotte e i fogli firma registrati in occasione delle iniziative descritte in **Tabella 4.1** sono disponibili presso il CRPV e allegati alla presente rendicontazione (**Allegato 4 – Divulgazione**). Il numero di partecipanti alle Visite guidate in modalità streaming, si riferisce al numero di visualizzazioni del filmato, in data 7 Luglio 2021.

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

Gli obiettivi previsti sono stati raggiunti senza scostamenti dal Piano di lavoro ed evidenze di criticità.

Attività ancora da realizzare:

Nessuna.

2.3.2 PERSONALE

Nome Cognome	Unità Aziendale responsabile	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo (€)
	CRPV	Dirigente	Supporto alla divulgazione	68,00	3717,56
	CRPV	Impiegato di concetto	Responsabile del progetto	263,00	8472,78
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto alla divulgazione	164,00	4365,48
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto alla divulgazione	61,00	985,15
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto alla divulgazione	131,00	3916,90
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto alla divulgazione	416,00	7023,52
	CRPV	Impiegato di concetto	Supporto alla divulgazione	8,00	402,80
Totale					28884,19

2.3.3 TRASFERTE

Cognome e nome	Descrizione	Costo €
	CRPV - Trasferite per la divulgazione	288,70
	CRPV - Trasferite per la divulgazione	37,36
Totale		326,06

2.4. AZIONE 5 – ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

2.4.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Azione

Azione 5 – FORMAZIONE

Unità Aziendale responsabile (Uar)

CRPV

Descrizione attività

Sono state svolte tutte le attività previste nell'ambito della presente AZIONE e, in particolare, n.1 Seminario del quale tutta la documentazione è stata inserita sul sistema SIAG. Nell' **allegato 5** è riportato il programma del seminario (**Allegato 5 - Formazione**).

Seminario n. 5005276 a Catalogo Verde

Titolo: Viticoltura meccanizzata sostenibile.

Moduli: 1- Forme di allevamento per una meccanizzazione sostenibile del vigneto; 2 - Gestione dell'irrigazione; 3 - riduzione dell'uso degli agrofarmaci in viticoltura.

Data realizzazione: 22 Febbraio 2021.

Durata: 3 ore (dalle ore 16.30 alle ore 19.30).

Sede: via Webinar

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.

2.4.2 COSTO FORMAZIONE

TOTALE COSTO AZIONE 5		
Numero su Catalogo verde	Unità aziendale responsabile	Totale Importo (€)
5005276	CRPV	594,24

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.
Criticità finanziarie	Non sono state rilevate criticità finanziarie.

4 ALTRE INFORMAZIONI

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

Non si reputa necessario inserire altre informazioni.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

La ricerca e la sperimentazione nel settore viticolo ed enologico hanno messo a punto numerose **soluzioni tecniche innovative, perfettamente integrate con la meccanizzazione**, che si inseriscono a pieno titolo nell'ambito della **vitivinicoltura sostenibile**. La necessità di trasferire queste conoscenze sul territorio e ai vitivinicoltori, modulando le diverse soluzioni in relazione alle differenti condizioni pedoclimatiche e alle peculiarità enologiche dei vitigni più rappresentativi dell'Emilia-Romagna, è il motivo che ha portato alla realizzazione del Piano IN.MO.MEVI.

La giusta scelta delle macchine, dall'impianto alla raccolta consente, infatti, di svolgere i vari interventi colturali con tempestività e celerità, presupposti essenziali per la qualità finale delle uve e del vino. Qualità che non deve peraltro prescindere da un processo di sostenibilità.

Lo sviluppo del presente Piano è nato, inoltre, dalla necessità di approfondire e trasferire ai produttori della RER le conoscenze ad oggi disponibili **per promuovere l'uso sostenibile della risorsa irrigua nella coltura della vite**. In particolare, la finalità è quella di infondere una "cultura" irrigua, che consenta alle Aziende di concepire questa tecnica colturale come un importante mezzo di regolazione dell'equilibrio vegeto produttivo della vite, di miglioramento della qualità e non di forzatura dei livelli di resa.

Nello specifico, nell'ambito della **SOTTO-AZIONE 3.1** sono state condotte numerose e articolate attività, mirate, in primo luogo, a rappresentare e valutare diversi modelli di gestione meccanizzata del vigneto idonei alle principali aree viticole dell'Emilia-Romagna. L'insieme delle valutazioni agronomiche ed economiche condotte sui **modelli di gestione meccanizzata per potatura invernale ed estiva e per la vendemmia** di Lambrusco salamino allevato a Cordone Libero, Trebbiano Romagnolo a Doppia Cortina, Sangiovese a Cordone libero a confronto con i relativi testimoni gestiti manualmente, ha permesso di evidenziare la piena applicabilità delle linee proposte, sia dal punto di vista produttivo che economico. È stato, infatti, comprovato, che l'adozione di una veloce rifinitura manuale dopo l'intervento meccanico di potatura invernale, opportunamente realizzato in relazione al vitigno e alle forme di allevamento, consente di raggiungere riduzioni notevoli (comprese tra il 50 e il 90 %) nei tempi e nella manodopera richiesta e ottime performance produttive e qualitative, senza evidenziare alcun danno alle piante. È stata, inoltre, dimostrata la possibilità di applicare anche linee di gestione integralmente meccanizzabili, senza l'intervento di rifinitura, in particolare su forme di allevamento come la Doppia Cortina e il Cordone libero su vitigni non particolarmente fertili nelle gemme basali come il Trebbiano Romagnolo e il Pignoletto,

consentendo di ridurre ulteriormente i tempi di lavoro. I risultati hanno anche dimostrato che l'utilizzo di queste forme d'allevamento semplificate favorisce i maggiori risparmi anche quando i livelli di meccanizzazione sono limitati. Interventi come la cimatura, la pettinatura e la defogliazione, svolti meccanicamente, riescono a sopperire a lavori manuali impegnativi e costosi con tempestività e un'ottima qualità del lavoro svolto. La celerità di questi interventi meccanici permette, inoltre, di modificare la tecnica agronomica per migliorare gli obiettivi produttivi. La valutazione degli **effetti della vendemmia meccanica su mosti e vini** ha mostrato come i prodotti ottenuti da uve raccolte meccanicamente fossero sostanzialmente simili a quelli derivati da vendemmia manuale, seppure con alcune differenze. In particolare, la raccolta meccanica ha esercitato una certa influenza sul contenuto in potassio dei mosti, che, in generale, è apparso tendenzialmente più elevato rispetto al quantitativo riscontrato nei mosti ottenuti da vendemmia manuale. Nei vini rossi prodotti da uve raccolte manualmente è stato rilevato un colore rosso tendenzialmente più vivace, che si manifestava anche più stabile alla maderizzazione. Tale colorazione era, in generale, correlata a un contenuto più elevato in antociani. A livello sensoriale i vini ottenuti da raccolta manuale apparivano tendenzialmente più freschi, meno evoluti e leggermente più equilibrati al gusto.

Le attività svolte nell'ambito del Piano hanno contemplato anche la valutazione della modalità di **gestione del suolo del vigneto**, che rappresenta uno strumento importante per conservare la struttura del suolo ma che ha anche notevoli effetti sul comportamento delle viti. La scelta di mantenere l'inerbimento nell'interfilare e di gestirlo con 2-3 sfalci all'anno, rispetto alla lavorazione, ha consentito di limitare la produttività delle piante migliorando la qualità delle uve di Sangiovese. Inoltre, è stato dimostrato che è possibile contenere adeguatamente lo sviluppo di infestanti con l'utilizzo di diverse macchine con lavorazione interceppo, **evitando l'utilizzo di diserbanti chimici**. Anche se in maniera non risolutiva, è apparsa positiva anche la possibilità di contenere lo sviluppo delle malerbe nei sotto filari utilizzando l'erba sfalciata come materiale pacciamante.

L'introduzione, come mezzi di difesa in ambito viticolo delle **macchine a recupero di prodotto**, consente di soddisfare le esigenze di **riduzione della quantità di agrofarmaci distribuiti e del fenomeno della deriva**, con concrete possibilità di riduzione delle distanze di rispetto dalle aree di irrorazione. Nel corso della valutazione delle condizioni operative di tali macchine, sia in condizioni di prova che durante le operazioni reali di distribuzione in campo, si sono potuti confermare i loro indiscutibili vantaggi rispetto alle tecniche tradizionali sia in termini di riduzione del fenomeno della deriva sia nella riduzione, superiore al 50%, del volume degli agrofarmaci distribuiti. Pur considerando che le irroratrici schermate sono macchine decisamente più complesse e costose

rispetto alle macchine ad aeroconvezione di tipo tradizionale e possono essere utilizzate solo in vigneti privi di ostacoli non eccessivamente declivi, grazie alla loro possibilità di recuperare frazioni importanti del volume della miscela erogata realizzano la convenienza economica alla loro introduzione nel giro di pochi anni.

Una maggiore tutela ambientale, attraverso la **riduzione degli input chimici nell'ambiente**, è alla base anche delle strategie impiegate in **Viticultura di Precisione** che prevedono l'applicazione degli input, in particolare fertilizzanti chimici, solo dove effettivamente necessario e in quantità variabili sulla base delle effettive esigenze delle colture. Le indagini condotte in un vigneto sito a Tebano (RA) hanno prodotto la mappatura della variabilità del suolo, in particolare dei suoi parametri geofisici (conducibilità elettrica apparente) e chimico fisici tradizionali e della chioma, tramite rilievi del vigore vegetativo con sensori attivi NDVI prossimali. Nonostante la limitata variabilità spaziale emersa nel vigneto in esame, è stato comunque possibile applicare vantaggiosamente una **fertilizzazione azotata differenziata** (rateo variabile) e in linea con gli obiettivi aziendali, volti a mantenere livelli produttivi medio-alti, che ha permesso di risparmiare l'apporto al suolo di decine di kg di N per anno. Uno dei principali vincoli alla diffusione dell'agricoltura di precisione è, come noto, la limitata dimensione Aziendale che caratterizza l'agricoltura italiana e che, molto spesso, non garantisce adeguati rapporti costi/benefici dall'introduzione di sistemi precisi di gestione Aziendale. Nel settore viticolo grazie alla particolare organizzazione in strutture cooperative e associazioni di produttori tale vincolo potrebbe essere convenientemente superato sfruttando proprio l'aggregazione che caratterizza la filiera. La gestione di tali tecnologie potrebbe infatti essere organizzata in maniera aggregata da parte di consorzi e cooperative che potrebbero fornire servizi di consulenza rapidi e qualificati ai propri consorziati. Tali realtà hanno infatti dimensioni che consentono di diluire i costi fissi relativi alla formazione di personale qualificato e all'acquisto di tecnologie per il monitoraggio pedo-culturale e per la gestione agronomica differenziata. In questo modo sarebbe possibile, per gli agricoltori, avere accesso a conoscenze, attrezzature e servizi di rilevamento, favorendo la diffusione dell'agricoltura di precisione, incrementando gli aspetti quantitativi della produzione e riducendo l'impatto ambientale del settore primario.

Dalle attività realizzate nell'ambito della **SOTTO-AZIONE 3.2** è emerso che la tecnica **dell'irrigazione pre-raccolta**, proposta empiricamente in vigneto con lo scopo di favorire il distacco degli acini durante la raccolta meccanizzata, non ha trovato una evidenza scientifica e positivi riscontri a livello qualitativo negli areali viticoli monitorati.

Infatti, il periodo di preraccolta risulta solitamente caratterizzato da piogge cumulate sufficienti a mantenere una percentuale di acqua disponibile ideale per la fisiologia della vite. Inoltre, i rilievi effettuati sulle piante dopo scuotitura non hanno evidenziato differenze significative nel distacco degli acini legato agli apporti irrigui preraccolta. Quando si è riusciti ad applicare interventi irrigui in pre-raccolta, a un eventuale incremento di resa si è accompagnato, talvolta, un peggioramento qualitativo delle uve. Infatti, il grado zuccherino può essere influenzato negativamente dalle irrigazioni preraccolta, a tal punto da declassare le partite di uva conferite. Al fine di scongiurare tale rischio, si invitano, pertanto, i tecnici e gli agricoltori ad attuare tale tecnica solamente in annate eccezionali, caratterizzate da una quasi totale assenza di piogge nei periodi precedenti, monitorando l'evoluzione del contenuto in solidi solubili delle uve, prima di effettuare eventuali ulteriori interventi irrigui. L'irrigazione in pre-raccolta può, infatti, aumentare la produzione a fronte di una diminuzione del contenuto zuccherino. Per raggiungere la massima PLV è, quindi, necessario verificare le aspettative produttive in base ai metodi di valutazione e pagamento delle uve, praticate da ciascuna cantina. L'irrigazione in preraccolta non ha mostrato effetti significativi sul distacco degli acini. Si ricorda peraltro, che la regolazione delle macchine permette di favorire il distacco, variando la frequenza degli scuotitori ed altre impostazioni. Non si riscontra, pertanto, la necessità di inserire tale pratica nei disciplinari. Come già previsto, l'irrigazione pre-raccolta sarà permessa o addirittura consigliata, applicando una deroga apposite alle norme vigenti, in funzione delle specifiche condizioni di umidità dei terreni ed in caso di condizioni climatiche particolarmente siccitose. Si valuta come inopportuno, quindi, modificare Irrinet al fine di inserire tale tecnica.

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 6 Incontri tecnici, 7 Visite guidate, 1 Campus Cloud, 3 Articoli Tecnici, 2 Audiovisivi, l'implementazione del Portale CRPV e della rete PEI-AGRI. Due Visite guidate sono state realizzate in modalità online e sono, pertanto, disponibili sul canale youtube del CRPV. Gli incontri tecnici e divulgativi rivolti ai viticoltori e ai tecnici del settore hanno rappresentato l'occasione per condividere e confrontarsi sui modelli innovativi e sostenibili per una gestione meccanizzata ed efficiente nel vigneto. In particolare, tecniche di più recente introduzione come la gestione differenziata delle pratiche agronomiche, previste nella viticoltura di precisione, si avvantaggiano dalla possibilità di confrontare le informazioni tecniche e osservare direttamente in campo il funzionamento di macchine e sensori.

Questo aspetto è di particolare rilievo se si considera la lentezza, che si registra nel nostro Paese, nella diffusione delle tecnologie dell'agricoltura di precisione e, in generale, dei sistemi digitali che tanto sono promossi e sostenuti dai programmi di investimento e supporto a livello regionale, nazionale e comunitario. IN.MO.MEVI è stato presentato anche nell'ambito della tredicesima edizione di Enovitis in campo. 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 uno specifico **seminario di formazione**, finalizzato a trasferire gli elementi fondamentali relativamente ai processi per lo sviluppo di una viticoltura meccanizzata sostenibile.

Il raggiungimento dei risultati prefissati è stato garantito dalla fattiva collaborazione tra l'Università di Bologna, CRPV, ASTRA - Innovazione e Sviluppo e CER, qualificati centri di ricerca, che da numerosi anni portano avanti con successo ricerche e sperimentazioni applicative inerenti gli obiettivi specifici del Piano, nonché gli ambiti operativi della Focus Area 2A.

Elenco Allegati:

- *Allegato 1: Verbali Attivazione e Stati di Avanzamento;*
- *Allegato 4: Divulgazione;*
- *Allegato 5: Formazione.*

Data IL LEGALE RAPPRESENTANTE