# ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITA' DI BOLOGNA

# DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE, AMBIENTALI E ALIMENTARI XXVII CICLO

Settore Concorsuale di afferenza: 07/C1 Ingegneria Agraria, Forestale e dei biosistemi Settore Scientifico disciplinare: Agr/09 Meccanica Agraria

# MECCANIZZAZIONE DEI VIGNETI ALLEVATI A DOPPIA CORTINA E A CORDONE LIBERO

Presentata da: ENRICO PATRIZIO BARCA

Relatore: Coordinatore: Chiar.mo Prof. **FABIO PEZZI** Chiar.mo Prof. **GIOVANNI DINELLI** 

# INDICE

Abstract	
I <sup>a</sup> PARTE	
MECCANIZZAZIONE E FORME DI ALLEVAMENTO DELL	A VITE
1 – La meccanizzazione in viticoltura	05
1.1 Introduzione	05
1.2 Evoluzione storica	06
2 – Forme di allevamento.	12
2.1 Cenni sulle forme di allevamento tradizionali	13
2.2 Forme di allevamento meccanizzabili	20
2.2.1 Cordone speronato	20
2.2.2 Guyot	21
2.2.3 Casarsa	22
2.2.4 Combi	24
2.2.5 Doppia cortina	25
2.2.6 Cordone libero	41
II <sup>a</sup> PARTE  MACCHINE PER LA GESTIONE DEL VIGNETO	
3 – Macchine per la potatura invernale	50
3.1 Potatrici a barre falcianti.	
3.2 Potatrici a dischi rotanti	
3.3 Potatrici a coltelli rotanti	
3.4 Collegamenti e regolazioni	
3.5 Agevolatrici	
4 – Macchine per la gestione della chioma.	
4.1 Spollonatrici	
4.2 Cimatrici	
4.3 Defogliatrici	
5 – Vendemmiatrici.	
5.1 Vendemmiatrici a scuotimento orizzontale	
5.2 Vendemmiatrici a scuotimento verticale.	
5.3 Vendemmiatrici per vigneti a pergola o tendone	
5.4 Le regolazioni delle vendemmiatrici	
5.5 I modelli di vendemmiatrici attualmente in commercio in Italia	

# III<sup>a</sup> PARTE PROVE SPERIMENTALI

7 – Obiettivi della ricerca, materiali e metodi	87
7.1 I vigneti	88
7.2 Macchine utilizzate	90
7.2.1 Potatrice	91
7.2.2 Spollonatrice	93
7.2.3 Cimatrice	94
7.2.4 Defogliatrice	95
7.2.5 Prototipo di Pettinatrice per doppia cortina	96
7.2.6 Vendemmiatrici	97
7.3 Impostazione delle prove	99
7.3.1 Prove di Potatura invernale	101
7.3.2 Prove di Gestione della chioma	103
7.3.3 Prove di Vendemmia	105
7.3.4 Valutazione economica	108
8 – Risultati ottenuti	110
8.1 Prove di potatura invernale	110
8.2 Prove di gestione della chioma	128
8.3 Prove di vendemmia	134
8.4 Valutazione complessiva dei tempi di lavoro	137
9 – Valutazioni economiche	138
9.1 Valutazione economica della potatura invernale	139
9.2 Valutazione economica della gestione della chioma	141
9.3 Valutazione economica della vendemmia	145
9.5 Valutazione complessiva dei costi	147
10 – Conclusioni.	151
11 – Bibliografia.	153

#### **ABSTRACT**

#### MECHANIZATION OF VINEYARD TRAINED BY DOUBLE COURTAIN AND FREE CORDON

The research carried out has wanted to go into the possibility offered by the system of growing of double curtain vineyards (GDC) and in a free cordon referring to mechanization.

The research has examined the operations of winter pruning, canopy management (removal of suckers, trimming, defoliation, and shoots positioning) and grape harvesting. The winter pruning was especially monitored through two different levels of mechanization. All the operations have been carried out, both manually and mechanically, comparing the times of working, the quality of the work effected and the engagement of manpower employed.

The results have been synthesized under an economic valuation, supposing different levels of the cost of the employed manpower, in order to obtain to judge the suitability on the single interventions and to build a complete and more organic valuation of the proposed kind of work.

In the two forms of growing, the mechanization of both the winter pruning and canopy management have respected completely the prefixed technical aims, showing to be a valid way in order both to reduce times and cost of management.

For these interventions the purchase of machineries turns out to be suitable also for vineyards of small dimension. Even more evident in both these forms of growing are the economic advantages offered by the mechanized grape harvesting effected by few ill-treatments and wastes of product.

The tendency to mechanize completely the interventions of management of the growing cycle of vineyards, can be in the next years both a reason of interest and of a choice in carrying out new installations with both these forms of growing that shown to be a complete expression of synergy between machinery and plant.

### RIASSUNTO

#### MECCANIZZAZIONE DEI VIGNETI ALLEVATI A DOPPIA CORTINA E A CORDONE LIBERO

La ricerca svolta ha voluto approfondire le possibilità offerte dai sistemi di allevamento dei vigneti a Doppia Cortina (GDC) e a Cordone Libero nei riguardi della meccanizzazione.

La ricerca ha considerato gli interventi di potatura invernale, di gestione della chioma (spollonatura, cimatura, defogliazione e pettinatura della doppia cortina) e di vendemmia. Un'operazione particolarmente seguita è stata la potatura invernale realizzando differenti livelli di meccanizzazione. Tutti gli interventi sono stati eseguiti sia manualmente che meccanicamente, confrontando i tempi d'impiego, la qualità del lavoro svolto e gli impegni di manodopera. I risultati sono stati sintetizzati in una valutazione economica, ipotizzando differenti livelli di costo della manodopera impiegata, per ottenere giudizi di convenienza per i singoli interventi e per costruire una valutazione completa e più organica della linea di lavoro proposta.

Nelle due forme d'allevamento la meccanizzazione della potatura invernale e della gestione della chioma hanno rispettato pienamente gli obbiettivi tecnici prefissati, dimostrando di essere un valido mezzo per ridurre tempi e costi di gestione. Per questi interventi l'acquisto delle macchine risulta conveniente anche per vigneti di piccola dimensione. Ancor più evidenti in queste due forme d'allevamento sono i vantaggi economici offerti dalla vendemmia meccanica, realizzata con pochi maltrattamenti e perdite di prodotto.

La tendenza a meccanizzare integralmente gli interventi di gestione del ciclo colturale della vite, può essere nei prossimi anni un motivo di interesse e di scelta nella realizzazione di nuovi impianti con queste due forme di allevamento, che hanno dimostrato di essere un'espressione completa di sinergia tra macchina e pianta.

# I<sup>a</sup> PARTE MECCANIZZAZ<u>IONE E FORME DI ALLEVAMENTO DELLA VITE</u>

# 1 – LA MECCANIZZAZIONE IN VITICOLTURA

### 1.1. Introduzione

L'utilizzo delle macchine nella gestione del ciclo colturale della vite è diventato oggi essenziale per affrontare tutti i lavori necessari, con rapidità e precisione, specie su superfici vitate estese, e produzioni quantitativamente importanti.

La viticoltura Italiana, dopo avere avuto una fase di riduzione notevole delle superfici vitate, negli ultimi decenni sta attraversando un periodo di trasformazione, determinato sia dalle politiche comunitarie, ma anche dalle esigenze del mercato e dall'incremento qualitativo di tutta la filiera produttiva vite-vino.

In generale, il numero di aziende è diminuito mentre la superficie media vitata è aumentata, con un rinnovamento degli impianti che sempre più spesso vengono realizzati secondo concetti moderni di gestione del ciclo colturale parzialmente o totalmente meccanizzato.

La trasformazione della filiera viti-vinicola ha determinato un innalzamento qualitativo sia in campo che in cantina con miglioramenti nella progettazione e nell'impiantistica viticola ed enologica. L'utilizzo crescente dei mezzi meccanici nella gestione del ciclo colturale della vite, con un incremento nella diffusione delle vendemmiatrici e delle potatrici, è stato fondamentale per ridurre drasticamente le ore di lavoro annue e quindi abbattere i costi.

Un ulteriore incremento in questo senso, si sta verificando in questi ultimi decenni con l'introduzione di macchine specifiche per la gestione della chioma, (spollonatrici, defogliatrici, cimatrici, stralciatrici, legatrici, trinciatrici ecc) che stanno vivendo una fase di forte espansione e continua evoluzione, grazie all'interesse suscitato in gran parte delle realtà viticole che si sono dimostrate sensibili alla loro introduzione. La forte diffusione di tali macchine è legata sia alle loro caratteristiche che le rendono compatibili con aspetti strutturali della nostra viticoltura quali la frammentazione aziendale, la disomogeneità colturale e la presenza di comprensori ad altissima vocazione qualitativa, ma anche grazie alla loro semplicità costruttiva e al loro prezzo contenuto. E' comunque determinante adeguare correttamente l'utilizzo di queste macchine, a seconda delle necessità e delle circostanze, in modo da ottenere nei giusti

tempi e modalità d'impiego, un miglioramento della tecnica colturale, contenendo i costi di gestione del vigneto.

Inoltre, la diffusione del contoterzismo ha permesso l'utilizzo di macchine per la vendemmia o per altri interventi, anche in aziende di piccole dimensioni che non hanno l'interesse di acquistarle o preferiscono una gestione con tempi e costi fissi limitati, determinando un'ulteriore diffusione della meccanizzazione e permettendo di mantenere in efficienza anche queste aziende a conduzione familiare o in affitto.

Tra le forme di allevamento utilizzate, si assiste ad un abbandono di quelle che necessitano un maggior numero di ore di lavoro manuale, con difficoltà o impossibilità di meccanizzazione, e alla scelta di forme più semplici da gestire e adeguate alla meccanizzazione integrale. Con il rinnovo degli impianti, si è passati dalle forme tradizionali, alle forme in parete più facili da gestire, come cordone speronato e guyot, riducendo i tempi di gestione e aumentando le densità d'impianto. In questo contesto di incremento della meccanizzazione integrale il cordone libero e la doppia cortina si collocano come potenziali forme di allevamento in espansione nei prossimi anni.

### 1.2. – Evoluzione storica

Sin dall'inizio del Novecento, ma ancora di più dal dopoguerra, con l'avvento dell'era industriale, la viticoltura Italiana ha subito un graduale cambiamento, passando dalla gestione prevalentemente manuale, con l'ausilio di animali e piccoli attrezzi agevolatori, alla sempre più accentuata e completa meccanizzazione delle operazioni colturali.

Lo sviluppo dell'industrializzazione e dell'indotto tecnico-commerciale, determinò un notevole cambiamento nella civiltà occidentale che passò da una società prevalentemente contadina a una struttura sociale a sempre più forte vocazione industriale e commerciale, che portò alla concentrazione della popolazione su grandi aree urbane, determinando così lo spopolamento delle campagne.

L'evoluzione industriale coinvolse anche l'agricoltura, con una massiccia introduzione anche in viticoltura di macchine per la lavorazione del terreno e la distribuzione dei trattamenti antiparassitari.

La meccanizzazione delle operazioni colturali relative alla gestione del vigneto vede negli anni Cinquanta l'avvio della sua storia pionieristica con la messa a punto delle prime macchine specifiche per operare nel vigneto. Il lavoro prevalentemente manuale, che causava un dispendio di manodopera superiore a 1000 h/ha per anno, venne parzialmente sostituito con l'impiego crescente delle macchine.

A metà degli anni 60, gli studi dei principi fisiologici che regolano la funzionalità fogliare nella vite, e sul comportamento vegetativo produttivo e qualitativo delle piante, in funzione del carico di gemme e della lunghezza di potatura (Baldini et al; Intrieri 1978), dimostrarono che la maggioranza dei vitigni caratterizzati da un elevata o comunque sufficiente fertilità delle gemme basali, si prestavano ad una potatura medio-corta. Inoltre si notò che la diminuzione o l'eliminazione delle arcuature dei capi a frutto determinava un gradiente vegetativo più uniforme, e di conseguenza, creava le premesse per una maturazione più omogenea (Poni 1988).

Queste conoscenze, fondamentali dal punto di vista fisiologico, non portarono in un primo momento all'introduzione di nuove forme di allevamento, ma furono "essenziali" per far comprendere agli operatori del settore che, pur ancora in assenza di meccanizzazione, una semplificazione delle operazioni di potatura invernale, e con essa una riduzione dei costi di esecuzione, erano obiettivi facilmente raggiungibili.

Un esempio classico sotto tale profilo, fu rappresentato dal passaggio da Sylvoz a Casarsa (facilmente ottenuto raccorciando leggermente i capi a frutto e lasciandoli liberi) e successivamente, da Casarsa a Cordone Speronato (creato speronando tutti i capi a frutto e compensando il ridotto carico di gemme con il mantenimento di un numero più elevato di speroni).

La necessità di rendere meccanizzabile la raccolta meccanica originò l'idea di pensare ad un sistema di allevamento adeguato a questo scopo.

Inizialmente, in Francia negli anni Cinquanta, si provò ad utilizzare macchine agevolatrici che convogliavano e stoccavano i grappoli raccolti a mano, ma fu soltanto agli inizi degli anni Sessanta che negli Stati Uniti nacque l'idea di integrare sistema di allevamento e macchina.

Il primo vero tentativo con i modelli a barre falcianti, portate orizzontalmente su sistemi di allevamento appositamente strutturati a "Pergola" però fallì, per l'impossibilità di ottenere una posizione precisa e uniforme della fascia produttiva.

L'uso delle barre di taglio comportava infatti danni alle viti e lesioni ai grappoli posti in posizione non corretta.

Questo approccio "integrato" per la raccolta dell'uva si dimostrò veramente efficace solo verso la fine degli anni '60 grazie al Prof. Nelson Shaulis che presso la Stazione Sperimentale di Geneva, della Cornell University (Stato di New York), studiò congiuntamente le necessità costruttive del mezzo che doveva realizzare la raccolta dell'uva e il miglior assetto delle piante che ne favorisse l'intervento meccanico.

Il principio prevedeva la messa appunto di un metodo innovativo di allevamento della vite a pareti divise e la realizzazione di un prototipo di vendemmiatrice scavallante operante per "scuotimento verticale" sui cordoni permanenti costituenti il sistema di allevamento.

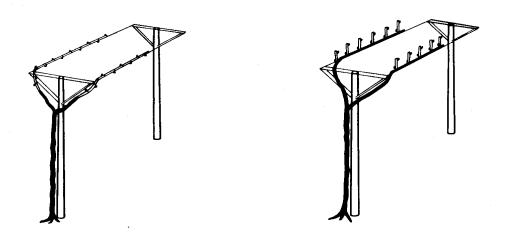


Figura 1. Forme di allevamento Duplex (a sinistra), e GDC (a destra).

Il sistema denominato Geneva Double Courtain (G.D.C.) (fig. 1) nella versione con cordone permanente, venne realizzato utilizzando un palo centrale sormontato da due bracci trasversali mobili, capaci di oscillare verso l'alto sotto l'azione di specifici organi di lavoro a "stella pivotante" montati all'interno del tunnel della macchina, il cui movimento ritmico verticale trasmetteva "indirettamente" l'energia cinetica ai grappoli, determinando per inerzia il distacco degli acini (Shaulis et al, 1960).

Una variante del GDC è il Duplex (fig. 1), ideato in California dal Prof. H.P.Olmo, dell'Università di California. Tale sistema differisce dal precedente perchè in luogo dei due cordoni permanenti, possiede dei capi fruttiferi rinnovabili annualmente con la stessa tecnica del rinnovo del Guyot.

Entrambe le Doppie cortine furono sperimentate in Emilia Romagna, privilegiando la doppia cortina con cordone permanente che, rispetto al Duplex, poi abbandonato, presentava il vantaggio di richiedere meno ore di manodopera per la potatura invernale grazie alla possibilità di meccanizzare questo intervento.

Nel 1967 in America la ditta Chisholm-Ryder & Co., costruì le prime macchine per la raccolta dell'uva che utilizzavano il principio dello scuotimento verticale (fig.2), seguendo il principio sperimentato dalla Cornell University.

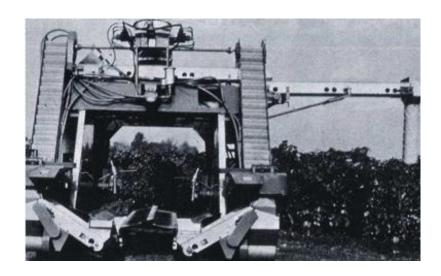


Figura 2. Foto storica di una vendemmiatrice scavallante a scuotimento verticale prodotta dalla Chisholm-Ryder & Co.(1967).

Anche in Italia nel 1969 la ditta MTB di Faenza realizzò la prima macchina europea col sistema a scuotimento verticale. Questo prototipo venne realizzato, grazie ai finanziamenti privati delle aziende agricole Montanari e Bubani, e dal Sig. Tanesini (fig. 3). La macchina era molto simile al modello americano della Chisholm Rider &Co.



Figura 3. Vendemmiatrice a scuotimento verticale semovente realizzata in Italia dalla ditta MTB (1971).

Questa macchina effettuava la raccolta meccanica integrale dell'uva per scuotimento verticale, tanto che il prodotto veniva scaricato direttamente in rimorchi agricoli trainati da trattrici. Inoltre presentava due testate di raccolta per vendemmiare contemporaneamente l'uva presente sulle due cortine di ogni filare.

La macchina semovente lavorava a cavallo del filare e veniva guidata da due operatori. Aveva la possibilità di variare verticalmente la posizione delle quattro ruote per mezzo di martinetti idraulici in modo da poter essere livellata anche in terreni in pendio e lavorare su filari alti fino a 2,2 m. Era in grado di lavorare ad una velocità di 1-2 km/h con una capacità di lavoro di 0,3-0,5 ha/h (Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Pesaro, 1971).

Durante gli anni Settanta si studiarono nuove macchine vendemmiatrici, assieme a studi relativi ad altre tipologie di macchine specifiche per la viticoltura, ed in particolare delle potatrici invernali, le cui prime esperienze risalgono al 1975 in Italia. Successivamente negli anni '80 vennero realizzate le prime macchine "polivalenti", cioè in grado di realizzare oltre alla vendemmia anche i trattamenti antiparassitari, la prepotatura e la cimatura.

In Italia, la ditta Tanesini, in collaborazione con l'Università di Bologna, realizzò il modello sperimentale di macchina polivalente "Trinova", adatta ad effettuare la vendemmia, la potatura e i trattamenti fitosanitari secondo principi innovativi di recupero del prodotto (fig. 4). Questo modello era in grado di lavorare sul cordone libero mobilizzato, nuova forma d'allevamento derivante dalla doppia cortina messa a punto dall'Università di Bologna.

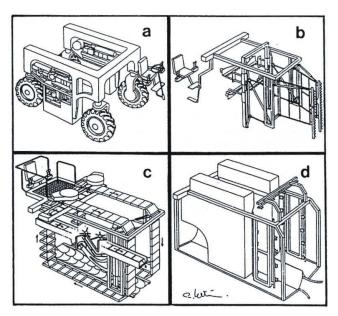


Figura 4. Schema dei moduli di TRINOVA, a) vettore, b) potatura, c) vendemmia, d) difesa fitosanitari.

Le piante erano costituite da un cordone permanente speronato, disposto orizzontalmente a circa 1,6-1,7 m dal suolo, sostenuto da un unico filo portante spiralato in forte tensione. Il filo portante era reso mobile assicurandolo a "cappellotti", che potevano sollevarsi verticalmente sotto l'azione delle sollecitazione meccaniche. Per adeguare anche le viti alla mobilità della struttura i ceppi erano piegati ad arco per rispondere elasticamente alle sollecitazioni verticali impresse al filo portante dagli organi di lavoro delle vendemmiatrici. Questa macchina era munita di tre moduli, quello di vendemmia a scuotimento verticale, provvisto di due battitori a stella, il modulo di potatura con barre di taglio verticali e orizzontali mobili e il modulo fitosanitario in forma di tunnel, con serbatoi laterali e vasche di raccolta per il recupero del prodotto in eccesso. Sulla base di questo prototipo vennero realizzate la "Trinova II", che montava esclusivamente il modulo vendemmia e la "Trinova II-Pruner", che montava il modulo potatura, eliminando l'unità fitosanitaria e rinunciando al concetto di polivalenza. La scelta di due unità indipendenti fu motivata da alcune difficoltà pratiche nelle operazioni di intercambiabilità dei moduli e dalla scarsa efficienza del sistema di irrorazione (Intrieri et al., 2000).

Dopo circa cinquant'anni di studi e di evoluzione oggi la raccolta meccanica si può ritenere un settore maturo e affidabile, in cui le macchine hanno raggiunto un eccellente standard in termini di produttività, qualità del lavoro e basso costo di utilizzo. Il settore è comunque ancora molto dinamico e ogni anno vengono introdotte sul mercato nuove soluzioni costruttive che permettono una continua evoluzione dei modelli.

I principali obiettivi ricercati attualmente dai costruttori riguardano:

- la riduzione ulteriore dei costi di esercizio:
- il maggior rispetto della qualità delle uve raccolte;
- l'aumento del livello di sicurezza e di comfort per gli operatori.

La diffusione delle vendemmiatrici e delle potatrici, ha permesso una riduzione del 70-80% dell'impiego di manodopera, arrivando oggi, nei casi più avanzati di meccanizzazione integrale della vite, ad una gestione completa in circa 60 h/ha.

In Italia, l'introduzione delle vendemmiatrici meccaniche, da molti ritenuta la principale espressione della meccanizzazione in viticoltura, è stata però limitata in alcuni comprensori, stentando ad affermarsi nella viticoltura italiana.

L'introduzione delle macchine, andò di pari passo con il rinnovo e la trasformazione dei vigneti, con forme di allevamento adeguate alle macchine, cioè a taglia ridotta e con separazione netta tra la fascia vegetativa e quella produttiva.

## 2 – FORME DI ALLEVAMENTO

La viticoltura in Italia è caratterizzata da una notevole variabilità territoriale, determinata dalle differenze pedoclimatiche degli ambienti di coltivazione, ma anche dalle differenze ampelografiche e dall'evoluzione storico-sociale dell'agricoltura. Questa ampia base di diversità, ha determinato la nascita e l'evoluzione di un cospicuo numero di sistemi di allevamento che difficilmente si riscontra nelle zone viticole di altre nazioni.

Nel corso degli ultimi decenni le forme di allevamento tradizionali (Alberelli, Pergole, Raggi, ecc.), sono state gradualmente convertite o reimpiantate con sistemi adatti alla meccanizzazione, con la prevalenza delle controspalliere basse (Cordone speronato, Guyot, Capovolto, Sylvoz, ecc.)

La moderna viticoltura ha come obiettivi l'ottenimento di uve di qualità, con impianti produttivi, che possano essere gestiti nel miglior modo possibile contenendo al minimo i costi. Per potere raggiungere questi obiettivi non si può prescindere dalla meccanizzazione delle operazioni colturali, in modo da poter gestire il vigneto con il minimo impiego di manodopera specializzata (vista anche la difficile reperibilità), ed eseguire gli interventi (potatura, raccolta, gestione della chioma) molto più rapidamente.

La diffusione di forme di allevamento adatte alla meccanizzazione, ha permesso lo sviluppo di un maggiore interesse nella produzione e commercializzazione di nuove macchine, per le differenti operazioni colturali, che negli anni sono state rese più efficienti e performanti.

Le forme di allevamento in volume, con distribuzione tridimensionale della chioma, come anche le forme in parete che richiedono un maggiore impiego di manodopera per gli interventi colturali e che non riescono ad essere meccanizzati se non in piccola parte, sono destinati nel tempo a scomparire e ad essere rimpiazzati da altre colture, o da vigneti predisposti alla gestione meccanizzata della maggior quantità possibile degli interventi colturali.

Le forme di allevamento possono essere divise in funzione della direzione prevalente di sviluppo della chioma in:

- forme in parete (Controspalliere);
- forme con sviluppo orizzontale (Tendone) o inclinato (Pergole);
- forme a chioma libera (cordone libero, alberello);
- forme a chioma separata (Doppia cortina);
- forme a chioma ibrida (separata+parete) (Combi).

Altra divisione delle forme di cui è utile la citazione per i forti riscontri che ha sulle tecniche di potatura e la conseguente predisposizione alla meccanizzazione è:

- forme **a tralcio rinnovato** (sulle quali si adotta una potatura lunga o mista, generalmente associata a legatura);
- forme a cordone permanente (nelle quali le strutture fruttifere sono gli speroni).

Di seguito si esporranno brevemente le forme tradizionali che non consentono un'adeguata meccanizzazione delle principali operazioni colturali (potatura e vendemmia), e per questo motivo, necessitano di un elevato numero di ore di manodopera. Successivamente saranno trattate le forme di allevamento più diffuse oggi, descrivendo con maggiore dettagli le due su cui è stata basata l'attività di ricerca, ossia il cordone libero e la doppia cortina.

#### 2.1. Cenni sulle forme di allevamento tradizionali

L'Alberello è uno dei sistemi di allevamento più antichi utilizzati per la coltivazione della vite, le cui ridotte dimensioni sono la diretta conseguenza degli ambienti pedoclimatici in cui si è evoluto e diffuso.

È una forma di allevamento che consente un' alta densità di piante per ettaro, e tale ragione la rende interessante anche in molti altri comprensori viticoli dove non sussistono fattori limitanti di tipo climatico-ambientale.

In Italia è diffuso nelle regioni meridionali, in Puglia e Sicilia in particolare e in tutte le realtà viticole insulari da Pantelleria alle Eolie fino all'Elba.

Siccome richiede una potatura corta, si presta ad essere adottato per tutti i vitigni caratterizzati da una buona fertilità delle gemme basali, quali ad esempio Nero d'Avola, Primitivo, Zibibbo, Sangiovese, Cabernet Sauvignon, Cabernet franc, Sauvignon, ecc.

E' una forma di allevamento adatta in ambienti contraddistinti da limitata disponibilità idrica e da suoli poco fertili, in grado di indurre spontaneamente uno scarso rigoglio vegetativo e una bassa capacità di crescita. La produzione è quindi normalmente ridotta, ma sempre di alta qualità o di elevata gradazione.

- L' Alberello ha assunto, nelle regioni in cui è stato impiegato, diverse tipologie (fig. 5), la cui distinzione e classificazione è possibile basandosi sul tipo di potatura adottata:
  - potatura cortissima, a testa di salice;
  - potatura corta (alberello pantesco, alberello pugliese o siciliano, alberello a vaso, alberello a ventaglio);
  - potatura lunga (alberello alcamese);
  - potatura mista (alberello alcamese, alberello marsalese, sistema imerese).

Questi tipi si differenziano, in sostanza, per la maggiore ricchezza di branche e di speroni lasciati sulla pianta.



Figura 5. Rappresentazione schematica di vite allevate ad alberello, da sinistra: classico, pugliese, a vaso, marsalese e appoggiato.

Il più diffuso appare l' alberello a vaso, avente il tronco alto 30-40 cm che si dirama in 1-4 branche portanti ognuna 1-2 speroni. La vite assume in tal modo uno sviluppo molto contenuto, per cui si adottano sesti d'impianto piuttosto ridotti.

Al fine di migliorare la possibilità di meccanizzazione, con riflessi positivi sul contenimento dei costi l'alberello può essere allevato in parete, con un tronco alto 30-35 cm da quale dipartono 3 branche disposte a ventaglio nel piano del filare.

Solo in questo caso appare idoneo all'impiego di macchine vendemmiatrici, per scuotimento orizzontale.

L'elevato costo di produzione, derivante dall'alta densità di impianto (10.000 piante/ha), e dalla difficoltà nella gestione delle operazioni colturali con mezzi meccanici, rende questa forma di allevamento non adatta a coltivazioni intensive.

Pur non essendo adatto alla meccanizzazione, l'alberello è una forma di allevamento che consente di ottenere produzioni di elevato livello qualitativo, producendo vini che si collocano in una fascia di prezzo medio alta, e può essere considerata una valida forma di allevamento, se considerato in contesti di coltivazione opportuni, negli ambienti pedo-climatici adatti, che limitano la vigoria della pianta e permettono il raggiungimento dell'equilibrio vegeto produttivo.

La Pergoletta romagnola è una forma di allevamento tradizionale, la cui diffusione è circoscritta soprattutto nell'areale della pianura e della pedecollina romagnola dove asseconda la vigoria indotta dai terreni fertili che caratterizzano gli ambienti di coltivazione. Si è diffusa nel dopoguerra prendendo origine dalla modifica delle cosiddette "alberate romagnole", ossia viti che si appoggiavano a strutture di sostegno realizzate con fili sostenuti da pali orizzontali (gli schioppi) fissati a sbalzo sulle piante stesse, e a tutori vivi quali olmi e aceri. La sostituzione degli alberi con pali in legno o cemento e la comparsa di un reticolato di fili posti su un piano verticale ha sancito il passaggio da alberata a pergoletta romagnola.

La pergoletta romagnola prevede una potatura lunga, a tralcio rinnovato, adattandosi ai vitigni dotati di scarsa fertilità delle gemme basali, quali trebbiano romagnolo, albana e uva d'oro. Associata a produzioni elevate, la pergoletta romagnola, se correttamente gestita, si è rilevata idonea anche a produrre vini di qualità, in particolare l'albana.

Non essendo possibile adattare questa forma di allevamento alla meccanizzazione della potatura invernale e della vendemmia, i costi eccessivi di gestione ne hanno determinato il progressivo a favore di forme di allevamento a controspalliera e in quantità minore a doppia cortina.

La Pergoletta doppia o bilaterale è la diretta evoluzione della pergola tradizionale diffusa nel veronese, rispetto alla quale presenta una struttura più snella e razionale e un maggior investimento di piante per ettaro. Pur essendo meccanizzabile solo per le operazioni di spollonatura e cimatura, ha trovato una sua collocazione nel panorama viticolo, in quanto rappresenta la migliore soluzione tecnica disponibile per la coltivazione dei vitigni che sono alla base delle produzioni di vini di elevato pregio quali l'amarone e il soave.

Dal momento che richiede una potatura lunga, la pergoletta doppia si adatta alla bassa fertilità basale dei classici vitigni per i quali è stata concepita, ovvero Corvina, Corvinone, Negrara, Rondinella, Molinara e Garganega, ma viene presa in considerazione anche per la realizzazione di vigneti dotati di buona fertilità basale.

In alternativa a questa forma di allevamento viene utilizzato il guyot, dal quale si differenzia per la capacità di ottenere piante più equilibrate, in grado di fornire produzioni costanti e caratterizzate generalmente da un numero maggiore di grappoli più piccoli e più spargoli.

Il limite principale di questa forma di allevamento è rappresentato dall'impossibilità da meccanizzare la potatura invernale e la vendemmia.

La Pergola trentina è una forma di allevamento con sviluppo orizzontale o inclinato, che permette di massimizzare l'intercettazione della luce e adattarsi ai terreni terrazzati dei territori del Trentino Alto Adige e del Veneto.

Anche questa forma di allevamento, come le altre pergole, non potendo essere meccanizzata, con conseguenti elevati costi di gestione tende ad essere sostituita dalle controspalliere basse.

Il sistema di allevamento a **Raggi o Bellussi**, ideato nel 1882 modificando le alberate, ossia la coltura promiscua della vite allora diffusa diffusa in Emilia e Veneto, deriva dalle precedenti alberate diffuse nel territorio. Ancora oggi viene utilizzato in Emilia per la produzione dei Lambruschi, Ancellotta, Trebbiano di Modena e altri vitigni, mentre in Veneto è impiegato per la produzione di Raboso, Merlot, Cabernet, Prosecco ecc. Questa forma espansa, presenta cordoni permanenti e potatura lunga, in modo da assecondare la vigoria della pianta e raggiungere elevate produzioni. L'impossibilità di meccanizzare le operazioni colturali, e gli elevati costi di gestione determinati dall'obbligo di intervenire esclusivamente a mano sia per la raccolta che per la potatura, ma anche per gli interventi di gestione della chioma, rendono questa forma di allevamento ormai obsoleta.

Il **Tendone** (fig. 6), è un sistema di allevamento inizialmente concepito per la coltivazione dell'uva da tavola, in seguito è stato adottato anche per le varietà da vino. E' diffuso principalmente nelle regioni meridionali, in Puglia e Abruzzo ma anche in Sicilia, Lazio e Campania. La superficie investita risulta in diminuzione a favore di Guyot e Cordone speronato, a causa degli elevati costi di impianto e di gestione, ma soprattutto per la scarsa attitudine alla meccanizzazione delle operazioni colturali.

In questo sistema la vegetazione e la fruttificazione sono disposte in un piano orizzontale ("tetto"), dalla quale pende la maggior parte dei grappoli. Nella fase di produzione la vite a tendone è alta 1,80-2,20 m, dalla quale si dipartono in posizione orizzontale 3-5 capi a frutto, in questo modo si viene a costituire una copertura continua su tutto il terreno, che appoggia su un'impalcatura di pali e fili.

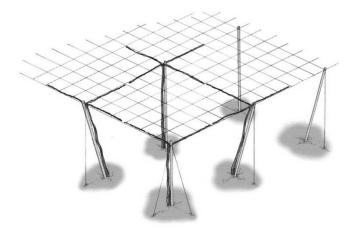


Figura 6. Rappresentazione schematica dell'allevamento a tendone.

La scarsa possibilità di meccanizzazione rendono la gestione di questo sistema di allevamento piuttosto onerosa, soprattutto se si mira a prodotti di elevato profili qualitativo. Al fine di contenere i costi sono state messe a punto vendemmiatrici meccaniche che, nonostante i risultati positivi conseguiti, sono ancora poco diffuse. Per rendere possibile la vendemmia meccanica, i tradizionali vigneti a tendone devono essere opportunamente modificati.

Il primo intervento consiste nell'allontanare l'area produttiva dalla sommità dei ceppi, così da concentrare i grappoli al centro degli interfilari in una fascia produttiva corrispondente a quella esplorata dagli organi di raccolta delle vendemmiatrici progettate per questo sistema. Questo risultato si può ottenere allevando cordoni speronati permanenti al posto dei capi a frutto dei tendoni tradizionali oppure formando delle "spalle" orientate in direzione perpendicolare al filare e derivando da esse i capi a frutto (Baldini et al, 2004).

Il **Sylvoz** (fig. 7), è un sistema d'allevamento in parete, (diffuso prevalentemente nell'area centro-settentrionale della Penisola), che si caratterizza per la presenza di un cordone permanente e per il fatto di richiedere una potatura medio lunga; risulta idoneo per assecondare una buona vigoria della pianta, indotta dal vitigno e dalle condizioni pedoclimatiche dell'ambiente di coltivazione. Questo sistema permette di ottenere produzioni quantitativamente sostenute e se correttamente gestito, rapportando il carico produttivo alle effettive potenzialità della pianta, permette di ottenere produzioni valide anche sotto il profilo qualitativo. Consente una netta separazione tra la zona produttiva e quella di rinnovo, collocate rispettivamente al di sotto e al di sopra del cordone permanente.

La struttura della pianta è costituita da un ceppo verticale alto 1,50-1,80 m che si prolunga in un cordone orizzontale, su cui si trovano i capi a frutto di 6-8 gemme ripiegati verso il basso e legati al filo inferiore della struttura. Gli archetti fruttiferi sono rinnovati annualmente, utilizzando un tralcio formatosi sulla curvatura del tralcio dell'anno precedente o da un breve sperone.

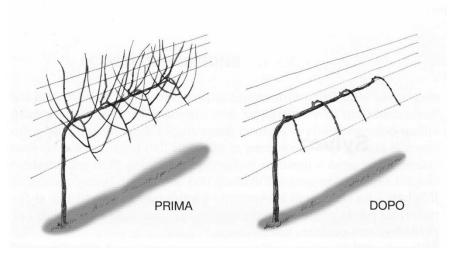


Figura 7. Vite a Sylvoz prima e dopo la potatura

Data la netta separazione della zona produttiva il Sylvoz ha il pregio di essere adatto alla vendemmia meccanica con macchine scavallatrici a scuotimento orizzontale, purché l'altezza della controspalliera rimanga nelle misure compatibili con i mezzi in commercio; ovviamente visto che le zone fruttifere sono molto ampie è richiesto un numero di battitori elevato e una maggior pulizia del vendemmiato (AA.VV.,2008). L'impossibilità di eseguire la prepotatura meccanica e la necessità di legare i capi a frutto, determinano un aumento dei costi di gestione, per questo motivo dalla modifica del Sylvoz è stato derivato il sistema a Casarsa che ne ricalca comunque i principi e l'impostazione.

Il **Doppio Capovolto** o cappuccina (fig. 8), è un sistema di allevamento che deriva dal Guyot modificato, è costituito dal ceppo, sul quale si inseriscono il capo a frutto piegato verso il basso e lo sperone; nei terreni più fertili e con vitigni vigorosi si lasciano due capi a frutto opposti, formando il doppio capovolto.

Quest'ultimo è un sistema di allevamento in parete derivato dalle alberate nelle quali i capi a frutto della vite erano sostenuti dai rami del tutore vivo e lasciati ricadere verso il basso.

Si tratta di un sistema assimilabile al guyot a doppio archetto dal quale si differenzia sostanzialmente per la maggior altezza del tronco e per i sesti d'impianto più ampi e per la conseguente maggior lunghezza dei tralci che vengono lasciati con la potatura.

Concepito per la coltivazione della vite in terreni dotati di buona fertilità nonché per vitigni tendenzialmente vigorosi è spesso utilizzato per il raggiungimento di produzioni sostenute, generalmente di non particolare pregio, vista la disomogenea maturazione dei grappoli in conseguenza della lunghezza e curvatura del capo a frutto.

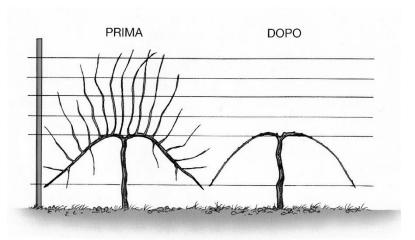


Figura 8. Doppio capovolto prima e dopo la potatura secca.

Si adatta a tutti i vitigni a prescindere dalla fertilità delle gemme basali. Sul doppio capovolto è possibile eseguire la vendemmia per scuotimento orizzontale mentre non è consentito eseguire la potatura meccanica.

### 2.2 – Forme di allevamento meccanizzabili

# 2.2.1 Cordone speronato

Il Cordone speronato è una forma di allevamento ampiamente diffusa, grazie alla facilità di gestione e ai buoni risultati qualitativi che consente di ottenere, ma anche grazie al buon grado di meccanizzazione che presenta.

Rispetto ai sistemi a tralcio rinnovato ha il vantaggio di avere uno sviluppo più omogeneo dei germogli e una maturazione pressoché contemporanea dei grappoli, con riflessi positivi sui risultati qualitativi conseguibili.

Insieme al guyot, è la forma di allevamento di riferimento per la realizzazione delle controspalliere basse che si sono diffuse negli ultimi decenni.

La struttura della pianta è composta da un tronco verticale e da un cordone orizzontale (fig. 9), su cui vengono mantenuti con la potatura invernale un numero variabile di speroni (da 5 a 7 per metro lineare), ed un numero di gemme franche per sperone anch'esso variabile (da 1 a 3).

La prerogativa di questo sistema, è quella di far crescere tutti i germogli verso l'alto, ricorrendo alla loro verticalizzazione o palizzatura, che può essere eseguita a mano, con l'ausilio delle coppie di fili mobili, oppure a macchina, ricorrendo alle palizzatrici meccaniche, che orientano i germogli verso l'alto e li bloccano utilizzando i fili della struttura o stendendo una coppia di fili sintetici, che devono essere raccolti manualmente durante l'inverno.

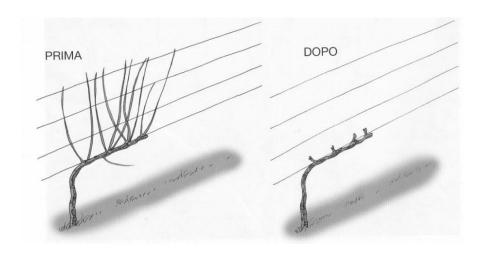


Figura 9. Cordone speronato prima e dopo la potatura.

L'impiego delle cimatrici in questo sistema è molto diffuso e, negli impianti correttamente palizzati, riguarda solamente gli apici dei germogli che sporgono oltre l'ultimo filo o le femminelle che si sviluppano verso l'interfilare.

L'azione delle defogliatrici meccaniche è in questo sistema particolarmente precisa, dal momento che la produzione è concentrata in una fascia stretta e ben definita e il portamento dei germogli permette di agire sulle foglie basali.

La posizione dei grappoli rende agevole la raccolta meccanica, che avviene con macchine a scuotimento orizzontale. Il cordone speronato si presta all'impiego delle prepotatrici con rifinitura contemporanea, permettendo un notevole risparmio di mano d'opera rispetto alla gestione manuale.

Al di la degli interventi di scacchiatura, sfemminellatura e diradamento dei grappoli che non possono essere meccanizzabili, questa forma di allevamento permette la meccanizzazione di tutti gli altri interventi di gestione del verde, potatura secca e raccolta.

# 2.2.2 Guyot

Il Guyot (fig. 10), di cui esistono diverse varianti, è uno dei sistemi di allevamento in assoluto più diffusi a livello mondiale. Si tratta di un sistema di allevamento in parete che non può essere meccanizzato integralmente in quanto prevede una potatura a tralcio rinnovato, che è forzatamente manuale.

La vite presenta infatti un tronco sul quale, annualmente, viene selezionato un tralcio dell'anno, che viene steso e legato sul filo portante come capo a frutto. Per rendere più veloce la potatura invernale sono state messe a punto macchine stralciatrici, in grado di staccare dai fili di contenimento i tralci che hanno prodotto, che presentano ancora una diffusione molto limitata. Questo sistema, che presenta una struttura del tutto analoga a quella del cordone speronato, consente l'applicazione delle spollonatrici meccaniche e delle palizzatrici meccaniche, nel caso in cui la verticalizzazione dei germogli non sia eseguita manualmente tramite le coppie di fili mobili.

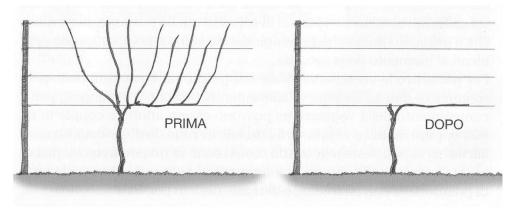


Figura 10. Guyot prima e dopo la potatura secca.

Analogamente al cordone speronato, anche il guyot è gestito tramite cimatrici meccaniche, la cui azione è riservata agli apici dei germogli che sporgono oltre l'ultimo filo e alle femminelle che crescono verso l'interfilare. I grappoli sono localizzati in una fascia ben definita, posizionata al di sopra del capo a frutto, per cui risulta essere agevole sia l'impiego delle defogliatrici meccaniche, che possono essere indirizzate sulle foglie basali dei germogli, sia quello delle vendemmiatrici meccaniche.

Uno dei vantaggi del guyot è la relativa semplicità di potatura invernale, meno impegnativa rispetto al cordone permanente, che richiede una maggiore attenzione nella corretta selezione dei nuovi speroni da lasciare ogni anno, per evitare l'invecchiamento del cordone. Inoltre durante la raccolta meccanica, riceve minori danni dai battitori, rispetto ai cordoni permanenti che presentano una struttura più rigida. Tra gli svantaggi rientra la non sempre omogenea schiusura delle gemme lungo il tralcio, spesso più spoglio nella zona centrale rispetto alla curva e alla porzione distale.

Infine essendo a tralcio rinnovato, il guyot non accumula la stessa quantità di sostanze di riserva nel legno come avviene nei cordoni permanenti, fattore questo che influisce negativamente sulla capacità da parte della pianta di raggiungere il giusto equilibrio vegeto-produttivo.

#### 2.2.3. Casarsa

Il Casarsa (fig. 11), è una forma di allevamento in parete a cordone permanente, derivante dalla modifica del Sylvoz, rispetto al quale consente un maggior grado di meccanizzazione e una gestione più agevole degli interventi di potatura.

Rientra tra i sistemi di allevamento "a chioma divisa" dato che, se correttamente gestito, attraverso la "pettinatura", consente di ottenere una netta separazione tra la parete produttiva, costituita dai germogli che portano i grappoli, dalla parete vegetativa costituita dai germogli di rinnovo. Praticamente, è un intervento da eseguire obbligatoriamente a mano in quanto attraverso la pettinatura, i germogli che portano i grappoli devono essere staccati manualmente dai fili di contenimento della vegetazione e sbilanciati verso l'interfilare, in modo che si ripieghino in basso, sotto il peso crescente del grappolo. Al fine di risparmiare mano d'opera, la pettinatura viene in taluni casi omessa, lasciando crescere tutta le vegetazione verso l'alto.

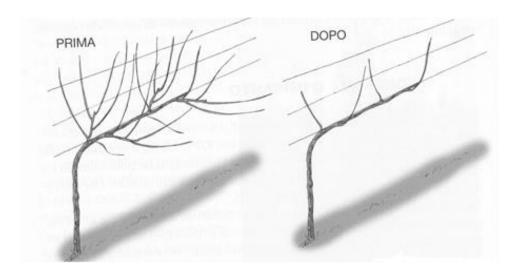


Figura 11. Casarsa prima e dopo la potatura secca.

Il Casarsa richiede una potatura media, viene utilizzato per i vitigni sia con buona che con scarsa fertilità delle gemme basali. E' diffuso soprattutto nei terreni di pianura del nord-est Italia, in ambienti pedoclimatici fertili, ottenendo rese produttive spesso piuttosto elevate.

Per la gestione meccanica della chioma, oltre all'impiego delle spollonatrici, utili per eliminare velocemente i germogli che prendono origine dal tronco, nel Casarsa si ricorre normalmente all'utilizzo delle cimatrici, in modo da contenere lo sviluppo della chioma e l'ombreggiamento.

L'utilizzo della defogliatrice, ad inizio fioritura per ottenere grappoli più spargoli o in post allegagione per migliorare le condizioni microclimatiche dei grappoli, presenta qualche difficoltà in più rispetto ad altri sistemi, in quanto i grappoli sono distribuiti in una fascia piuttosto ampia.

La potatura invernale può essere eseguita prevedendo il passaggio della prepotatrice con rifinitura contemporanea, eseguita da operatori muniti di forbici pneumatiche o elettriche, posizionati su un carrello trainato dalla trattrice; la rifinitura può essere anche non contemporanea, eseguita da operatori appiedati, con un risparmio minore in termini di mano d'opera.

La vendemmia meccanica si esegue con macchine a scuotimento orizzontale e presuppone la presenza di capi a frutto non eccessivamente lunghi e una buona tensione dell'impianto, tale da permettere il propagarsi delle vibrazioni dovute all'azione degli organi battitori.

### 2.2.4 Combi

Il Combi è un sistema di allevamento a cordone permanente, ideato e messo a punto dal gruppo di viticoltura del Prof. Cesare Intrieri dell'Università di Bologna.

Presenta una struttura a chioma suddivisa in due cortine (fig.12), come la doppia cortina, ma con la differenza che i germogli sono rivolti verso l'alto, e mantenuti in tale posizione verticale, determinando la formazioni di due pareti vegetative che vengono mantenute ingabbiate entro coppie di fili.

Una struttura ad "U" metallica ripetuta ogni 20 metri circa, consente la creazione di queste due pareti, sorreggendo i fili portanti passanti attraverso asole, e i fili singoli o coppie, per la canalizzazione della chioma. Il sistema filo/asola unito all'adozione di bracci mobili simili a quelli adoperati per la doppia cortina, consentono a questo sistema di essere vendemmiato per scuotimento verticale, ovvero senza contatto diretto tra organi battitori e grappoli, dato che il movimento che causa la caduta di acini e grappoli viene impresso sul filo che sorregge il cordone permanente.

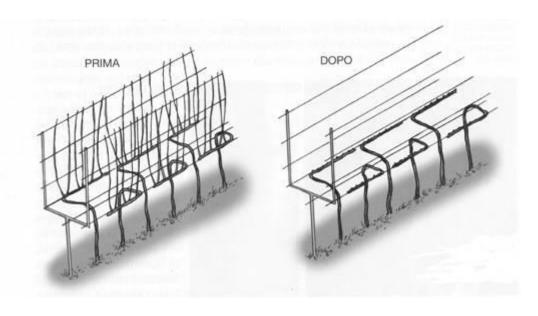


Figura 12. Combi prima e dopo la potatura.

Poiché nel Combi tutta la vegetazione è canalizzata verso l'alto da coppie di fili mobili e non pendente verso gli interfilari, le distanze tra i filari possono essere ridotte a 3,2-3,5 m (contro i 4 m necessari per la doppia cortina). Questo comporta la possibilità di realizzare fino ad oltre 6 km di cordoni produttivi per ettaro investito (contro i 5 km della doppia cortina) aumentando quindi la resa totale per ettaro investito. Il sistema è stato concepito per eseguire la vendemmia meccanica per scuotimento verticale, con la possibilità di meccanizzare anche gli interventi di

potatura invernale, defogliazione e cimatura. La corretta gestione di questa forma di allevamento, permette di mantenere un ottimale equilibrio vegeto-produttivo, con il giusto rapporto fra superficie fogliare e produzione. Elementi limitanti la diffusione possono essere i costi d'impianto (strutture ad U, braccetti e fili), e di gestione (spollonatura, palizzatura).

# 2.2.5. Doppia cortina

Come già ricordato questa forma di allevamento fu sviluppata negli anni sessanta dal Prof. Nelson Shaulis, presso la stazione sperimentale di Geneva della Cornell University (New York), negli Stati Uniti. Meglio conosciuto come GDC (Genoeva Double Curtain), è stato introdotto in Italia agli inizi degli anni 70 da parte del gruppo di viticoltura della Facoltà di Agraria di Bologna.

Questo sistema studiato appositamente per adattarlo alla meccanizzazione della vendemmia, presentava due caratteristiche rivoluzionarie rispetto alla tradizione viticola del nostro paese:

- 1 lo **sdoppiamento dei cordoni permanenti** che si originavano da ciascun ceppo in modo tale che lungo ogni filare si strutturassero due cortine di vegetazione contigue e separate tra loro. La possibilità di ripartire il carico di gemme per vite su due piani aerei paralleli consentiva pertanto, rispetto ad altri sistema a parete singola, di diminuire le distanze fra le piante sulla fila, incrementando di conseguenza la densità di piantagione.
- 2 l'**assenza di fili di contenimento** della vegetazione determinava un portamento libero dei germogli, i quali, con il peso delle foglie e dei grappoli, potevano progressivamente piegarsi verso il basso.

Le prime verifiche sperimentali sulla validità fisiologica e agronomica della doppia cortina (Fregoni et al, 1984), (Intrieri 1987), (Scaramuzzi et al, 1978), misero subito in evidenza:

- l'efficacia del sistema nel conciliare buoni livelli di resa sull'unità di superficie (effetto direttamente legato all'elevato investimento di cordone per ettaro connaturato allo sdoppiamento della parete)
- gli elevati standard qualitativi (raggiunti in funzione dell'abbassamento della carica di gemme per ceppo rispetto a sistemi espansi tradizionali, e dalla collocazione della fascia produttiva nella parte alta, e quindi meglio illuminata della chioma)

- un contenimento dei costi di potatura invernale anche in assenza di meccanizzazione (logica conseguenza di un intervento cesorio unicamente costituito da tagli di diradamento e accorciamento degli speroni senza necessità di legature, posizionamenti o stralciature)
- la caratteristica indotta dalla doppia cortina di determinare una riduzione della crescita dei germogli rispetto a forme con tralci vincolati ai fili di sostegno (Intrieri 1987), aprì un'interessante prospettiva: la possibilità di utilizzare il sistema di allevamento come elemento importante di modulazione dell'attività vegetativa delle piante.

Concepito inizialmente per integrare nel modo migliore forma di allevamento e vendemmiatrice, la doppia cortina ha in seguito attirato l'attenzione per la notevole riduzione degli interventi in verde, per la facilità di esecuzione della potatura meccanica invernale, ma anche per assecondare la vigoria delle piante, e per gli interessanti risultati produttivi (Eynard e Dalmasso, 1990).

Presenta la particolarità di consentire la vendemmia per scuotimento verticale, ovvero senza diretto contatto tra organo battitore e grappoli.

La struttura della doppia cortina è molto simile a quella di un sistema tradizionale veneto conosciuto come il "Cassone Padovano", anch'esso caratterizzato da due cortine parallele di vegetazione separate tra loro.

### Struttura

La vite allevata a doppia cortina presenta un tronco verticale, della lunghezza di 1,3-1,4 m, dal quale prendono origine 1 o 2 cordoni permanenti orizzontali (fig. 13).



Figura 13. Struttura della doppia cortina.

Dai due cordoni orizzontali si sviluppano le corrispondenti due pareti o cortine vegetali, per ciascun filare, separate dalle due braccia o spalle, ciascuna larga 60-70 cm, in modo da permettere una buona intercettazione della luce, favorendo in tal modo la fertilità e l'attività foto sintetica.

L'impianto è costituito da pali di cemento o meno frequentemente di legno precompresso, infissi nel terreno per 0,8-1,0 m e fuori terra per 1,6-1,8 m, distanziati sulla fila 5 m.

Alla estremità di ciascun palo è incernierata una coppia di braccetti metallici (fig.14) della lunghezza di circa 65-70 cm, disposti perpendicolarmente rispetto alla direzione del filare; questi sorreggono all'estremità i 2 fili (diametro 19-22 mm) su cui poggiano i cordoni permanenti delle 2 cortine, situati all'altezza di 1,6-1,8 m dal suolo e ad una distanza reciproca di 1,4 m (data dalla lunghezza dei braccetti e dallo spessore del palo che li sorregge).



Figura 14. Coppia di braccetti metallici incernierati al palo in cemento.

I braccetti metallici, possono essere di diversa conformazione (a traliccio, di quadrello o in lamiera), presentano l'estremità rivolta verso l'interfilare e in grado di oscillare verticalmente, condizione necessaria per consentire la raccolta per scuotimento verticale.

Oltre ai due fili portanti la struttura prevede inoltre un terzo filo, fissato al palo a un'altezza di circa 1,5 m dal suolo (e comunque 10 cm al di sotto del livello a cui

sono fissati i braccetti metallici), avente il compito di mantenere il tronco nel piano verticale del filare.

La struttura è completata dai divaricatori (detti anche aprifilo o distanziali) per la pettinatura semi-automatica, i quali sono incernierati sui pali al di sopra dei braccetti portanti, ogni 15-20 m, ovvero ogni 3-4 pali.

I divaricatori presentano alle due estremità un anello, attraverso il quale passa un filo per lato (bayco o acciaio): quando i divaricatori vengono aperti cioè portati in posizione perpendicolare rispetto al filare, i due fili si tendono e si dispongono a circa 30 - 35cm al di spora dei fili portanti.

I divaricatori hanno una lunghezza di 1,6 m, sporgendo cosi circa 10 cm verso l'interfila rispetto ai braccetti portanti (dato che insieme al palo sono lunghi 1,4 m), per cui sono in grado di sbilanciare i germogli verso l'interfila, e questi appesantendosi, tendono spontaneamente a ripiegarsi verso il basso.

La distanza tra i filari varia da un minimo di 3,8 m a un massimo di 4,2 m. La distanza sulla fila varia invece da 0,5 a 0,8 m, nel caso di piante con unico cordone di lunghezza compresa tra 1,0 e 1,6 m, mentre è pari a 1,0 m nel caso sia prevista la biforcazione in due cordoni permanenti da 1,0 m ciascuno e orientati in senso opposto sui fili portanti.

## Gestione della chioma

Fase di allevamento: la corretta gestione della doppia cortina deve partire sin dall'impianto nel corso del primo anno di vegetazione (fase di allevamento), in modo da favorire lo sviluppo di una coppia di germogli, ripartendo il vigore della pianta sui due cordoni. Quando i germogli hanno raggiunto una lunghezza di circa 25-30 cm, se ne selezionano 2 ben sviluppati e correttamente inseriti, cimando i restanti.

Nel corso della stagione vegetativa, al fine di evitare rotture e garantirne lo sviluppo verticale, è necessario eseguire 2-3 legature al tutore, contestualmente alla cimatura dei germogli concorrenti e delle femminelle via via sviluppatesi.

Nei terreni particolarmente fertili, anziché 2 germogli se ne possono lasciare sviluppare anche 3-4, in modo da ridurre lo sviluppo di ciascuno.

Nel corso della potatura secca eseguita al termine del 1°anno di vegetazione, viene spuntato il tralcio migliore, (che deve essere correttamente conformato e ben lignificato), ad un'altezza di circa 1,3-1,4 m, mentre i restanti sono eliminati.

In questa fase è possibile degemmare il tralcio, al fine di evitare la spollonatura negli anni successivi, risparmiando ovviamente le 5-6 gemme distali. La degemmazione, se da un lato consente di ridurre i costi di gestione dell'impianto, rende problematica la sostituzione del cordone permanente, qualora fosse necessario.

Nel caso in cui i tralci ottenuti non siano sufficientemente sviluppati e lignificati è necessario ritornare a 2 gemme.

Durante il 2°anno di vegetazione, qualora sia stata eseguita la spuntatura a 1,3-1,4 m, si lasciano sviluppare 5-6 germogli dalle gemme apicali, asportando i restanti quando avranno raggiunto una lunghezza di circa 10-15 cm (nel caso non si sia ricorso all'accecamento nel corso della potatura secca eseguita al termine del 1°anno). Al termine del 2°anno di vegetazione si selezionano 2 tralci ben inseriti sul tronco, che vengono stesi sui fili portanti in direzione opposta, dopo essere stati incrociati al di sopra del filo centrale, tenendo in considerazione che ciascun tralcio deve essere portato al filo raccordandolo con una curva sufficientemente dolce.

Il tralcio che costituirà il cordone permanente viene fatto passare sopra al filo portante e quindi arrotolato per 1,5 giri e bloccato con almeno 3 legature.

Nel momento in cui i tralci che costituiranno i cordoni, sono portati al filo, è possibile intervenire con la degemmazione delle spalle.

Superata la fase di allevamento, la pianta viene gestita mantenendo una carica di gemme in funzione della distanza di impianto, della fertilità del suolo, e del vigore vegeto-produttivo.

# Potatura invernale

Con la potatura manuale, vengono indicativamente lasciate 10-15 gemme per metro di cordone, in funzione degli obbiettivi produttivi, della fertilità del terreno ma anche della fertilità basale del vitigno, eccetera, distribuiti su speroni di 2-4 gemme.

Al fine di favorire il mantenimento della corretta conformazione della doppia cortina, con la potatura vengono selezionati, e quindi speronati, i tralci rivolti verso l'interfilare o disposti verticalmente, mentre vengono eliminati i tralci che sono orientati verso l'interno della doppia cortina, le cui gemme darebbero origine a germogli che tenderebbero ad unire le due cortine (fig.15).

La potatura dei cordoni permanenti, effettuata mediante l'impiego di un pianale mobile, o trainato dalla trattrice che esegue la prepotatura, è un altro intervento che permette di ridurre i costi.

Per evitare la perdita dei centri vegetativi e il conseguente invecchiamento del cordone, è necessario speronare i tralci inseriti direttamente sullo stesso, ovvero quelli originatisi a livello della corona degli speroni lasciati con la potatura dell'anno precedente. E' inoltre necessario mantenere pulite le curve, accecando eventualmente i centri vegetativi in essa presenti, dato che i tralci che si sviluppano su di essa si trovano in una posizione di nutrimento privilegiata e tendono a interferire negativamente sullo sviluppo di quelli inseriti lungo le cortine.



Figura 15. Potatura meccanica invernale della doppia cortina.

Per mantenere "vestito" il cordone permanente, nel caso in cui vengano eliminati tutti i tralci originatisi da un centro vegetativo, è inoltre consigliabile evitare tagli troppo radenti alla superficie del cordone, dato che ciò provoca l'asportazione o il disseccamento della corona; nella piante adulte può essere consigliabile lasciare sempre almeno uno sperone di una gemma nei centri vegetativi presenti nella porzione centrale del cordone, per assicurarsi la formazione di un tralcio idoneo a essere speronato nel corso dell'inverno successivo.

Nella doppia cortina le pratiche di <u>potatura verde</u> non possono essere assolutamente trascurate, sia per garantire l'equilibrio vegeto-produttivo, sia per il mantenimento della netta separazione delle due cortine di vegetazione, indispensabile per la corretta esecuzione dei trattamenti fitosanitari, nonché per l'ottenimento di condizioni microclimatiche confacenti alla maturazione dell'uva.

Dopo il germogliamento, uno dei primi interventi da fare appena i germogli hanno raggiunto la giusta lunghezza è la spollonatura ossia quell'operazione che va effettuata annualmente per eliminare i germogli (polloni, succhioni) che si sviluppano a livello del tronco e sulle spalle, cioè sulla porzione di raccordo tra tronco e cordone orizzontale. Per ridurre lo sviluppo di gemme lungo tali parti della pianta, viene eseguita la degemmazione nel corso della fase di allevamento.

La spollonatura viene eseguita quando i polloni hanno raggiunto una lunghezza di 10-15 cm e sono ancora facilmente distaccabili, vista la loro consistenza erbacea.

Può essere eseguita a mano, oppure meccanicamente o con mezzi chimici; L'intervento meccanico e chimico non permette però l'eliminazione dei germogli sviluppati sulle spalle, per il quale deve essere previsto un passaggio manuale di rifinitura.

La <u>scacchiatura</u> e' un operazione di potatura verde, di fatto raramente praticata, che si prefigge di eliminare i germogli doppi (detti cacchi o pecchioni), sterili e in soprannumero, favorendo la formazione di una chioma non eccessivamente folta e stratificata. Con la scacchiatura vengono anche eliminati i germogli non correttamente inseriti, come quelli originatesi in posizione ventrale e quelli orientati verso il centro del filare.

L'intervento, specie in casi di vigneti che presentano elevato vigore, ha lo scopo sia di evitare che la chioma s'infittisca, ma anche di favorire (o equilibrare) il traslocamento degli zuccheri verso i tralci uviferi, e ridurre cosi l'eventuale sviluppo eccessivo di germogli non fertili. In questi casi potrebbe anche verificarsi la necessità di diradare l'eccessivo potenziale carico produttivo, eliminando anche qualche germoglio fertile (ad es., nel caso di germogli doppi entrambi fertili), in modo da evitare eccessive produzioni che provocherebbero (senza un diradamento successivo dei grappoli) l'entrata in alternanza del vigneto.

L'operazione viene eseguita manualmente quando i germogli hanno una lunghezza di 15-20 cm. Per rendere più snello l'intervento, oltre a dotare gli operatori di un pianale semovente, è consigliabile lasciare almeno uno sperone di una gemma per ciascun centro vegetativo durante la potatura invernale, in modo da limitare la schiusura delle gemme di corona.

La <u>cimatura</u> è un'operazione meccanica eseguita tramite cimatrici munite di due barre di taglio orientabili per eseguire un taglio verticale e uno orizzontale. Il fine è quello di contenere lo sviluppo della chioma verso l'interfilare e verso il basso.

L'epoca d'intervento era in passato, in post-allegagione per contenere la lunghezza dei germogli, oggi viene applicata più precocemente, in prefioritura e prima dell'apertura dei divaricatori. Eseguita in tale epoca, quando i germogli hanno raggiunto uno sviluppo di 40–50 cm, prima che inizino a ripiegarsi verso il basso, si garantisce una maggiore assurgenza dei germogli, una chioma più aperta, e con germogli disposti a raggiera; infatti, l'asportazione dell'apice vegetativo blocca temporaneamente lo sviluppo del germoglio, favorendo l'irrobustimento della sua porzione basale e il mantenimento di un portamento più eretto. La cimatura precoce, che segue i medesimi criteri adottati per la gestione del cordone libero, risulta particolarmente utile nei vitigni a portamento semi-eretto o a ricadere.

La <u>pettinatura</u> è l'operazione di gestione della chioma in assoluto più importante per questa forma di allevamento, attraverso il quale è possibile mantenere separate ed "efficienti" le due cortine (fig.16). Consiste nel portare verso l'interfila la vegetazione che si origina da ciascun cordone, in modo da ottenere la netta separazione delle due cortine e permettere la penetrazione della luce e dell'aria. La mancata esecuzione della pettinatura causa l'aggrovigliamento dei germogli verso l'interno delle cortine, e la creazione di condizioni microclimatiche che favoriscono lo sviluppo di malattie, e impediscono un'efficace trattamento fitosanitario.



Figura 16. Chardonnay allevato a doppia cortina pettinato, con le cortine separate.

La pettinatura deve essere eseguita anche nelle giovani piante, dal momento in cui il tralcio che costituirà il cordone permanente viene portato al filo, in modo tale che durante la potatura invernale successiva, vi sia la possibilità di lasciare speroni rivolti verso l'interfila, che a loro volta daranno origine a germogli che tenderanno spontaneamente a svilupparsi nella stessa direzione.

La pettinatura eseguita manualmente da terra o su carro semovente, consiste nello spostare i germogli (che tendevano ad accrescersi dentro le due cortine, legandosi tra loro con i viticci) verso l'esterno del filare, ossia sull'interfila. L'intervento si esegue manualmente quando i germogli raggiungono una lunghezza di circa 1,0-1,5 m (a seconda della varietà), tale da consentirgli di piegarsi verso l'interfila, senza spezzarsi, e di rimanere in questa posizione, sotto l'effetto del proprio peso.

Questo tipo di pettinatura, eseguita da operatori a terra o, più convenientemente posizionati sopra un pianale semovente, è però alla base di uno stress fisiologico a carico della pianta, (ma anche di rotture di germogli), poiché determinava una

rotazione di 180° di molti germogli e l'ottenimento di una chioma eccessivamente compatta, con grosse difficoltà di penetrazione per luce e aria. L'intervento eseguito manualmente richiede una manodopera di 15-25 ore/ha in funzione della vigoria e del numero di germogli presenti. Un miglioramento nella gestione della chioma, (pettinatura semi-automatica), che rende più agevole la pettinatura, è l'introduzione nella struttura dei divaricatori (fig. 17), detti anche aprifilo o distanziali.



Figura 17. Diviaricatori o distanziali per pettinatura semi-automatica.

I distanziali (fig. 17), sono dei tubi metallici lunghi 1,6 m, montati sulla sommità dei pali ogni 15-20 m, che presentano ad ognuna delle due estremità un filo passanti attraverso un anello. Aprendo i divaricatori, ovvero portandoli in posizione perpendicolare rispetto al filare, si mettono in tensione i 2 fili, che vengono posizionati a circa 25-30 cm al di sopra dei cordoni permanenti e spostati di 10 cm verso l'esterno, determinando così lo sbilanciamento dei germogli verso l'interfilare. I divaricatori vengono aperti quando i germogli hanno mediamente raggiunto una lunghezza di 50-70 cm, tale da consentirgli di rimanere direzionati verso l'interfila; dopo circa 7-10 giorni si rende solitamente necessario un passaggio manuale per posizionare correttamente i germogli non intercettati con l'apertura dei divaricatori in quanto troppo corti.

Quando la maggior parte dei germogli è in grado di rimanere orientato verso l'interfilare, sotto l'effetto del proprio peso, e comunque prima che i viticci si attacchino ai fili, impedendone di fatto il movimento, i divaricatori vengono richiusi ovvero orientati nuovamente lungo l'asse longitudinale del filare.

Una differente metodologia prevede la chiusura dei divaricatori soltanto poco prima della vendemmia meccanica (in quanto possono essere danneggiati dall'oscillazione dei braccetti portanti sottoposti all'azione dello scuotitore); in questo modo invece si agevola l'attacco dei viticci dei germogli in crescita nella zona vicino ai fili.

Mantenendo i divaricatori aperti, la presenza dei germogli sui fili, determina una maggiore copertura fogliare delle spalle del cordone, proteggendo quest'ultimo dall'eccessivo riscaldamento che provocherebbe un maggiore risveglio vegetativo delle gemme situate dal lato del cordone esposto verso l'interno del filare (quindi in posizione non corretta). Inoltre la copertura fogliare potrebbe proteggere i grappoli da eccessivi irraggiamenti e conseguenti scottature.

La scelta di ritardare la chiusura dei distanziali può essere condizionata anche dalla presenza di vento, infatti per evitare che in annate ventose, o in località in cui il vento si presenta frequentemente, possa vanificare l'intervento di pettinatura, riportando i germogli verso il centro del filare, si decide di mantenere i divaricatori aperti richiudendoli solamente al momento della potatura invernale. In questo modo si suppone che, i tralci crescendo si leghino con i loro viticci al filo. La chiusura ritardata dei distanziali però determina un intervento molto più difficoltoso per via della necessità di liberare i fili dai viticci intrecciati e lignificati, dovendo fare più attenzione per non danneggiarli.

Oggi in Romagna la pettinatura semi-automatica è diffusa nella maggior parte degli impianti, permettendo cosi di ridurre i costi di gestione da 20-30 ore/ha della pettinatura manuale a 6-10 ore/ha (comprensive sia della loro apertura che della loro chiusura), con l'utilizzo dei divaricatori.

Sempre più spesso i braccetti divaricatori vengono lasciati aperti per tutta la stagione vegetativa, dato che rappresentano un supporto per i germogli e migliorano l'architettura della chioma, che risulta essere nel complesso più aperta ed espansa.

Una soluzione tecnica proposta più recentemente prevede che i fili per la pettinatura siano sorretti da piccoli supporti verticali posizionati sull'estremità dei divaricatori. In questo caso la coppia di fili, partendo dal centro del filare, viene spostata manualmente compiendo un movimento di rotazione antiorario verso l'esterno, (raccogliendo in questo modo i germogli), e fissata sui ganci presenti nei supporti. Questo sistema non interferisce con l'esecuzione della vendemmia meccanica.

Nonostante alcuni precedenti tentativi di meccanizzazione dell'intervento di pettinatura siano stati già da tempo sperimentati, non è stata trovata finora una macchina abbastanza valida da potere essere proposta commercialmente negli areali di diffusione della Doppia Cortina.

Un promettente prototipo di pettinatrice meccanica, messo a punto dall'Azienda Carrelli di Castelbolognese (RA), in collaborazione con la ditta Vulcano di Faenza, potrebbe rivelasi una valida soluzione ed ovviare a questa mancanza.

La macchina è stata realizzando adattando il telaio utilizzato per altre macchine (prepotatrice, cimatrice e defogliatrice), e montato anteriormente alla trattrice, (fig. 18 sx). Sul telaio sono state posizionate due ventole assiali (fig.18 dx), dotate di convogliatore per concentrare il flusso d'aria e aumentarne la velocità; le ventole prevedono un azionamento idraulico, per controllare l'intensità del flusso d'aria, e regolazioni elettroidrauliche per gestire il posizionamento e l'orientamento dei diffusori.



Figure 18 sx e dx. Prototipo di pettinatrice in prova nell'az. Carrelli.

Durante l'intervento le ventole sono collocate a circa 1-1,2 m sopra la doppia cortina, con il diffusore orientato verso l'interfilare, in modo da indirizzare il flusso d'aria sui germogli e ripiegarli verso l'esterno. Il flusso d'aria creato dalle ventole, che raggiunge velocità di punta di 20 m/s, consente anche di staccare i viticci dai fili dei divaricatori e di far passare sotto di essi la maggior parte dei germogli più piccoli cresciuti tra le 2 cortine.

Prima che i germogli possano tornare nella posizione originaria, passano sotto a un telo montato sul fianco della trattrice, di peso e altezza regolabili, che esercita una pressione modulabile e ne stabilizza la posizione.

L'intervento della pettinatrice avviene dopo l'apertura dei braccetti divaricatori, dalla presenza dei quali non può comunque prescindere, quando i germogli raggiungono

una lunghezza di circa 100-120 cm e tendono in parte a inclinarsi verso l'interno, nello spazio tra le 2 cortine.

La struttura di sostegno della macchina porta anche un pannello di circa 2 m, posizionato verticalmente al centro dell'interfila, che frenando il flusso d'aria prodotto dalle ventole ne impedisce l'interazione con i germogli della cortina adiacente.

La pettinatrice può essere realizzata anche in versione bilaterale, per intervenire su due cortine contemporaneamente e aumentare la produttività del lavoro.

La macchina inoltre potrebbe avere un duplice utilizzo in quanto, oltre che per la pettinatura, potrebbe essere utilizzata sfruttando le ventole, (cambiando la disposizione con opportune modifiche), per effettuare trattamenti fitosanitari.





Figure.19 sx e dx: Utilizzo delle ventole per i trattamenti fitosanitari.

L'intervento eseguito sulla doppia cortina disponendo le ventole posteriormente alla trattrice, (tra la trattrice e l'atomizzatore), (fig. 19), e posizionandoli in basso a pochi centimetri dal suolo, orizzontalmente. Azionando le ventole, in modo da proiettare il flusso verticalmente dal basso verso l'alto, il trattamento raggiungere la chioma pendente delle due cortine, bagnando così tutte le foglie ed i grappoli della parete.

Il duplice utilizzo della macchina consente un più rapido ammortamento dei costi e una più efficiente esecuzione dei trattamenti fitosanitari.

Nell'annata 2014, è stata seguita la prova del prototipo di pettinatrice, di cui si parlerà nella parte sperimentale.

Nella medesima azienda è stata apportata una modifica ai divaricatori, togliendo gli anelli su cui passa il filo e inserendo al loro posto un gancio (fig. 20), che permette di sbloccare i fili lungo ogni filare, e agevolare con un rapido passaggio il

riposizionamento manuale dei germogli non sufficientemente sviluppati in altezza al momento dell'apertura.



Figura 20. Gancio aperto, permette lo sbloccaggio del filo e il riposizionamento dei tralci.

I tempi di esecuzione dell'intervento di pettinatura, variano significativamente a seconda della modalità di esecuzione, passando dall'intervento manuale, all'esecuzione agevolata con i divaricatori, fino ad arrivare a sole poche ore ad ettaro con il prototipo di pettinatrice meccanica.

<u>La defogliazione</u> pur potendo essere applicata, è un intervento che nella maggior parte dei casi non si rende necessario; per la disposizione dei germogli e dei grappoli, l'intervento è forzatamente meno preciso rispetto a quello eseguito sul cordone speronato ma comunque efficace.

<u>La raccolta meccanica</u> della doppia cortina è indispensabile, poiché la posizione dei grappoli rende particolarmente disagevole la vendemmia manuale; a differenza delle controspalliere, avviene con macchine che agiscono per scuotimento verticale, senza che vi sia un contatto diretto con i grappoli.

# Costi di impianto e di gestione

Il costo d'impianto indicativo (tab. 1), per la realizzazione di un impianto di 1 ha, con sesto 1,0x4,0 m (2.500 ceppi/ha), con pali ogni 6m e con 13 filari, è di circa 13.200 €.

COSTO MATERIALI	€/unità	N°	Costo
			(€/ha)
Palo testata in cemento (2,8m/10 x 12/18 fili)	12,50	26	325
Palo intermedio in cemento (2,8m/8x8/12 fili)	6,90	417	2.88
Collare tendifilo	2,50	26	65
Gancio per tirante	2,00	26	52
Ancora (piastra in cemento Ø 40, asta 1,2m Ø12mm,fermo)	7,00	26	182
Filo centrale	1,90	96	182
Filo portante	1,90	235	446
Filo per pettinatura	2,00	80	160
Testata triangolare oscillante	23,50	26	611
Braccetto tubolare	7,20	417	3.002
Divaricatore tubolare per pettinatura	10	139	1.390
Tondino	0,53	2.083	1.104
Fermaglio tutore per bloccaggio al filo centrale	0,04	2.083	83
Barbatella	1,10	2.500	2.750
TOTALE			13.230

Tabella 1. Costi dei materiali impiegati per l'impianto di 1 ha.

Il sesto di impianto che caratterizza questo sistema di allevamento implica un impiego di materiale standard. Considerati i carichi produttivi che possono caratterizzare questo sistema di allevamento, è bene prevedere un robusto ancoraggio, evitando le soluzioni più economiche.

Molto importante è la scelta dei braccetti adeguati, in grado di resistere alle sollecitazioni dovute al carico produttivo, ma anche a quelle provocate dal passaggio della vendemmiatrice.

Per quanto riguarda il costo di messa in opera dei materiali (tab. 2), il montaggio dei braccetti metallici e dei divaricatori è quello che incide maggiormente sul totale.

COSTO MESSA IN OPERA	€/ unità	N°	Costo (€/ha)
Trapianto meccanico barbatelle	0,30	2.500	750
Stesura pali di testata	0,90	26	23
Piantumazione pali di testata	3,90	26	101
Stesura pali intermedi	0,70	417	291
Piantumazione pali intermedi	1,80	417	750
Stesura ancore	0,85	26	22
Montaggio ancore con scavo buca	9,90	26	257
Montaggio testata triangolare e collegamento fili	15,00	26	390
Montaggio gancio per tirante e collegamento all'ancora	5,50	26	143
Stesura e montaggio braccetti	5,50	417	2.293
Stesura e montaggio divaricatori per pettinatura	5,50	139	764
Stesura e montaggio filo portante, filo centrale e 2 fili per pettinatura	0,26	2.500	650
Fermaglio tutore per bloccaggio al filo centrale	0,28	2.500	700
Barbatella	0,15	2.500	375
TOTALE			7.512

Tabella 2. Costo di messa in opera.

# Problematiche e diffusione

La doppia cortina è un sistema di allevamento concepito per la meccanizzazione, che permette un buon contenimento dei costi di gestione. Infatti, si presta sia alla prepotatura meccanica, agli interventi di gestione della chioma che alla raccolta meccanica. L'operazione di gestione della chioma più importante è però la pettinatura. Quest'intervento in verde, di fondamentale importanza per la corretta gestione della chioma, purtroppo non è stato recepito dagli addetti ai lavori, viticultori e tecnici, che ne hanno sminuito l'importanza, abituandosi ad eseguire l'operazione in modo frettoloso, incompleto o in molti casi anche omettendo l'intervento.

Le difficoltà nell'esecuzione di quest'intervento, è stato una delle cause che ne hanno limitato la diffusione. La mancata o incompleta, separazione delle due cortine infatti, causa, specie in ambienti molto fertili, un intreccio dei germogli, con la conseguente difficoltà di penetrazione di luce ed aria tra le due cortine, e una riduzione dell'efficienza dei trattamenti fitosanitari che compromette la sanità dell'uva e quindi anche la qualità finale. Tutto ciò determina l'annullamento della caratteristica principale di questa forma di allevamento, ossia la presenza di due cortine separate.

Il diffondersi di impianti a Doppia Cortina non pettinati, e quindi agli antipodi del principio ispiratore del sistema, contribuì a rallentarne l'ulteriore diffusione, poiché i risultati negativi che ne derivano venivano attribuiti ad un'inefficienza complessiva del sistema e non alla scorretta gestione.

L'intervento fitosanitario rimane comunque problematico anche eseguendo correttamente la pettinatura, perché se eseguito con i tradizionali atomizzatori, le pareti pendenti ostacolano il raggiungimento dei prodotti fitosanitari all'interno delle cortine, rendendo difficoltoso il raggiungimento di una buona copertura fitosanitaria dei grappoli. Una interessante soluzione potrebbe essere quella di effettuare i trattamenti diffondendo i prodotti con il metodo pneumatico verticale provato nell'azienda Carrelli, utilizzando le ventole della pettinatrice pneumatica.

Al di la delle problematiche legate alla pettinatura, oggi in parte risolte con i metodi semi-automatici, la Doppia Cortina ha avuto il merito di aver aperto, anche in Italia, la strada alla potatura meccanica, stimolando ulteriori applicazioni di meccanizzazione della potatura anche su altri sistemi tradizionali in parete, come casarsa e cordone speronato.

La sua diffusione rimane comunque finora limitata a circa 10.000-12.000 ha, distribuiti in buona parte nella pianura padana, e marginalmente in poche altre regioni italiane.

#### 2.2.6. Cordone libero

Il Cordone libero è un sistema di allevamento proposto agli inizi degli anni 80, in cui si raggiunge un ulteriore semplificazione strutturale rispetto alla Doppia Cortina. Il sistema infatti, è costituito da un cordone permanente speronato, sorretto da un filo portante e privo di altri fili di contenimento della vegetazione, cioè libera di svilupparsi verticalmente.

La facilità di allevamento e la rapidità delle operazioni di potatura, attrassero alcuni viticoltori intraprendenti e il sistema iniziò a diffondersi, soprattutto in Emilia Romagna e Veneto. La sua diffusione rimase localizzata solo in limitate aree e solo recentemente, negli ultimi 15 anni ha riscosso nuovo interesse grazie alla necessità crescente di passare a sistemi adatti alla meccanizzazione integrale e con costi di impianto inferiori.

Da studi sui meccanismi fisiologici (Bertamini, Iacono,1994), (Shubert, et al,1995), insieme ad altri studi di tipo agronomico (Intrieri et al, 1992; 1993; 1998), è emerso in generale che i vitigni a portamento assurgente o semi-assurgente, vengono oggi ritenuti particolarmente idonei all'allevamento a cordone libero, poiché questa disposizione dei tralci facilita gli interventi di potatura meccanica (Intrieri et al., 1998; Silvestroni et al,1996) ed instaura un microclima favorevole alla maturazione.

Il portamento è però influenzato da molte variabili, cioè in base alle caratteristiche dell' impianto (spessore del filo portante, se spiralato o no, alla tensione del filo e in base al sesto), da come si esegue la potatura invernale, (in base alla posizione, al numero e lunghezza degli speroni), e verde (numero e lunghezza delle cimature), dalle condizioni del suolo (fertilità, irrigazione, se e come viene lavorato), dalla varietà e dal portainnesto, ecc.

Alcuni studi (Intrieri et al, 1992, 1993) hanno dimostrato che anche il cordone libero è in grado di limitare la vigoria della pianta, rafforzando il concetto di modulazione già evidenziato con la doppia cortina. Infatti si poté notare che sul cordone libero, a parità di altre condizioni colturali, lo sviluppo dei germogli risultava intermedio fra il livello minimo raggiunto nella doppia cortina sottoposta a pettinatura, e quello massimo registrato su forme in parete con tralci assurgenti, del tipo cordone speronato.

Per mantenere il corretto portamento della chioma, il cordone libero deve essere gestito in modo adeguato a seconda se coltivato in terreni con fertilità medio alta dove bisogna prestare maggiore attenzione al contenimento della vigoria tramite l'esecuzione di precisi interventi di cimatura (3-5), l'adozione dell'inerbimento e l'oculata gestione degli apporti idrici e della concimazione. Nei terreni meno fertili, o di fertilità media, dove lo sviluppo dei tralci non è eccessivo, le cimature possono

essere limitate al minimo (1-2) indispensabile per permette il mantenimento del portamento assurgente.

Oltre che con la spollonatura meccanica, il cordone libero viene gestito prevedendo una serie di lievi cimature meccaniche, collocate a partire dalla prefioritura, finalizzate al mantenimento di un portamento più eretto dei germogli, che allungandosi si dispongono a raggiera, permettendo la circolazione dell'aria e la penetrazione della luce.

La defogliazione meccanica è possibile ma solitamente non viene applicata, dal momento che i grappoli si trovano in condizioni microclimatiche ottimali.

La raccolta si effettua con le macchine a scuotimento orizzontale utilizzate per i sistemi in parete; negli impianti appositamente predisposti, in termini di struttura e conformazione del tronco (cordone libero mobilizzato), può essere eseguita anche la raccolta con macchine a scuotimento verticale, analogamente alla doppia cortina. In diverse aree viticole nazionali questo sistema viene meccanizzato integralmente e gestito con meno di 40 h/ha annue, comprensive di raccolta e trattamenti fitosanitari.

## Struttura

La struttura di questa forma di allevamento, è caratterizzata dall'avere un solo filo portante, al di sopra del quale la chioma si sviluppa senza la presenza di fili di sostegno, determinando la formazione di un "portamento" libero, che permette alla pianta di assumere la conformazione naturale tipica del vitigno (assurgente, semi-assurgente o ricadente).

La struttura è quindi semplificata, dato che si compone di pali della lunghezza di 2,5 m, infissi nel terreno in modo da raggiungere un'altezza fuori terra compresa tra 1,4 e 1,8 m, e da un filo unico che sostiene il cordone permanente della pianta.

I pali vengono posizionati ad una distanza compresa tra 4 e 6 m, mentre l'altezza del filo portante viene stabilita in funzione del portamento del vitigno e del grado di vigoria (gli impianti più bassi sono riservati ai vitigni più assurgenti e con vigoria contenuta.

Una variante alla versione classica, è il Cordone Libero Mobilizzato in cui il filo portante non è fissato al palo ma poggia sulla sua estremità, tenuto in posizione tramite un cappellotto, ovvero un tubo di polivinilcloruro della lunghezza di 30-40 cm, che attraversa diametralmente, a pochi centimetri dal bordo superiore. Il tubo presenta un diametro leggermente superiore a quella del palo nel quale è infilato e ciò consente l'oscillazione del filo, e quindi del cordone permanente, sul piano verticale che attraversa il filare.

Per potere effettuare la raccolta per scuotimento verticale, evitando danni sia al cordone permanente che all'apparato radicale, la pianta deve essere opportunamente conformata, prevedendo la formazione di una curvatura, (con raggio di circa 30 cm) a livello della porzione superiore del tronco, a circa 50 cm dalla sommità (Intrieri e Poni, 1990; 1995; 1998). In questo caso la struttura dell'impianto si completa con un secondo filo fisso, posto a circa 25-30 cm al di sotto del filo portante, quindi circa a metà della curvatura, il quale assolve il compito di mantenere nel piano del filare la curvatura stessa fintanto che il cordone non si sarà sufficientemente irrobustito.

Per il cordone libero viene adottata una distanza sulla fila compresa tra 1,0 e 1,5 m, in funzione della vigoria espressa dalla combinazione vitigno-portinnesto e delle condizioni pedoclimatiche.

La distanza tra le file è compresa tra 2,5 e 3,0 m ed è condizionata dalla larghezza delle trattrici e delle attrezzature disponibili in azienda.

## Gestione della chioma

Nel corso del 1° anno di vegetazione, quando i germogli che si originano dalle barbatelle hanno raggiunto una lunghezza di 20-30 cm, viene selezionato quello più sviluppato, purché ben inserito, e cimati i restanti, affinché possa facilmente prendere il sopravvento.

Tramite legature successive al tutore, il germoglio viene fatto crescere verticalmente fino a quando non avrà raggiunto il filo portante. Per garantire un buon sviluppo del germoglio selezionato, è bene provvedere alla periodica cimatura delle femminelle eventualmente originatesi, le quali competono con l'apice vegetativo principale.

Nei casi in cui si verifichi sin dal germogliamento un'eccessiva vigoria o per cautelarsi da eventuali rotture accidentali, anziché un solo germoglio si può provvedere a selezionarne una coppia, riservando loro il medesimo trattamento.

La potatura secca del 1° anno, eseguita preferibilmente negli ultimi mesi dell'inverno, a seconda del grado di sviluppo e di lignificazione del tralcio prevede differenti modalità di intervento.

Se il tralcio è poco sviluppato o scarsamente lignificato, è consigliabile spuntarlo a 2-3 gemme, e partendo da esse nel corso del 2°anno, verrà favorito lo sviluppo di un tralcio di lunghezza tale da consentire il completamento della struttura permanente della pianta.

Quando il tralcio è adeguatamente sviluppato si provvede a cimarlo 15-20 cm al di sotto del filo portante e nel corso dell'annata successiva si interviene eliminando i germogli presenti nei primi 50-60 cm del tronco, in modo da consentire il diserbo o il ricorso a lavorazioni lungo la fila, mentre si lasciano sviluppare quelli situati in

posizione distale, uno dei quali sarà utilizzato per la costituzione del cordone permanente nel corso della potatura invernale del 2° anno.

In situazioni di elevata vigoria, quando il tralcio è molto sviluppato in lunghezza e ben lignificato, già al termine del 1° anno di vegetazione può essere costituita la struttura definitiva della pianta. In questi casi la spuntatura al di sotto del filo non è consigliabile perché nell'annata successiva si svilupperebbero tralci con internodi eccessivamente allungati, il che significherebbe ottenere un cordone permanente con un numero limitato di centri vegetativi già in partenza.

L'eccessiva vigoria potrebbe compromettere lo sviluppo e la produttività della pianta, quindi nel 2° anno di vegetazione deve essere previsto un'eventuale significativo diradamento della produzione.

Durante la fase di allevamento, quando si posiziona il tralcio (che diventerà il cordone permanente), sul filo portante (che può essere spiralato o rettilineo), bisogna prestare molta attenzione nel posizionarlo in maniera corretta e stabile, in modo da evitare che nella successiva stagione, l'allungamento dei tralci che si sviluppano con il germogliamento determini, con l'aumentare del loro peso e con l'azione del vento, la rotazione del cordone attorno al filo e lo spostamento della vegetazione verso un lato della fila.

Nel caso in cui l'impianto sia realizzato con filo spiralato, il tralcio che costituirà il cordone deve essere avvolto al filo in senso opposto alle spire, seguendo la loro ampiezza, consentendo al cordone una presa migliore e quindi di mantenersi più saldamente in posizione rispetto a quanto avvenga generalmente con il filo "tradizionale". Infatti negli impianti realizzati con il filo normale, il tralcio viene generalmente avvolto attorno al filo e legato in più punti, oppure per evitare che il filo possa incarnirsi, il cordone può essere legato parallelamente ad esso, ma in questo caso bisogna rinnovare periodicamente le legature ed è molto più facile che si verifichino torsioni, e il mancato ancoraggio al filo, durante i primi anni di sviluppo.

Una soluzione alternativa consiste nel conferire una maggiore stabilità al cordone permanente sovrapponendo due tralci intrecciati tra loro al filo spiralato, anziché con uno solo. In questo modo si evitano, nella maggior parte dei casi, rischi di torsioni già a partire dal terzo anno dall'impianto, ed inoltre il cordone così ha inoltre il vantaggio di avere un maggior numero di centri vegetativi per unità di lunghezza, condizione che consente di selezionare quelli in posizione più corretta. Per contro si deve però considerare che richiede una potatura leggermente più dispendiosa in termini di tempo, dal momento che deve essere eseguito un maggior numero di tagli, e l'attorcigliamento del cordone al filo determina maggiori difficoltà nei casi in cui si debba procedere alla sua sostituzione.

La potatura invernale, prevede l'eliminazione dei tralci rivolti verso il basso e quelli inseriti nella porzione inferiore del cordone permanente, privilegiando invece i tralci inseriti nei 120° superiori della sezione del cordone stesso e rivolti verso l'alto, speronandoli ad 1-4 gemme, a seconda del vitigno, della fertilità basale ecc.

La potatura corta (1-2 gemme) è una condizione necessaria sia per favorire l'assurgenza della vegetazione che per stimolare lo sviluppo delle gemme basali posizionate direttamente sul cordone, determinante per evitare la perdita dei centri vegetativi e l'invecchiamento dello stesso.

La potatura lunga (3-4 gemme) si esegue in varietà con ridotta fertilità delle gemme basali, oppure in generale può essere una strategia per aumentare il numero di germogli e distribuire la vigoria su un maggior numero di centri vegetativi, allo scopo di contenere la crescita in lunghezza. In quest'ultimo caso, è però necessario alternare la potatura lunga con una intermedia più corta (2-3 gemme) per favorire l'attivazione delle gemme basali detto in precedenza.

Il carico di gemme che viene lasciato in questo sistema di allevamento è generalmente compreso tra 8 e 12 per metro lineare di cordone, in funzione della fertilità delle stesse, del livello produttivo di riferimento e della vigoria della pianta.

<u>La Potatura verde</u> (Spollonatura, Scacchiatura, Cimatura) riveste una grande importanza in questa forma di allevamento, essendo indispensabile per la corretta gestione della chioma e dell'equilibrio vegeto-produttivo.

La <u>Spollonatura</u> è il primo intervento di potatura verde, che si esegue quando i germogli hanno raggiunto una lunghezza di 10-15 cm.

L'intervento può essere fatto con spollonatrici meccaniche, o chimicamente, oppure manualmente, con un impiego di manodopera nettamente superiore.

La <u>Scacchiatura</u> può essere necessaria per ridurre il numero dei germogli che si originano dai centri vegetativi, per evitare la formazione di una chioma eccessivamente fitta. Con questa operazione, eseguibile solo manualmente, si eliminano i germogli sterili, secondari o di corona, poco sviluppati o mal posizionati, lasciandone da 1 a 3 per ogni centro vegetativo.

Negli impianti più equilibrati, considerata anche la disposizione a raggiera che assumono i germogli, distanziandosi naturalmente tra di loro, la scacchiatura può non essere indispensabile, a differenza di quanto avviene di solito nel cordone speronato, dove a seguito della palizzata i germogli vanno ad occupare forzatamente un volume molto ridotto, portando alla formazione di una chioma eccessivamente fitta nel caso in cui non siano stati precedentemente sfoltiti.

La <u>Cimatura</u> è l'operazione di potatura verde più importante per il cordone libero, fondamentale sia per favorire il portamento assurgente della chioma (fig. 21 e 22), sia

per contenerne lo sviluppo, intervenendo tempestivamente nelle differenti fasi fenologiche:

In pre-fioritura con un taglio di pochi centimetri sotto l'apice vegetativo, quando i germogli hanno ancora una lunghezza di circa 40 cm prima che inizino a ripiegarsi verso il basso. Il germoglio, perdendo l'apice vegetativo e con esso la dominanza apicale, attiva lo sviluppo delle femminelle e inizia a lignificare alla sua base, divenendo meno soggetto a ricadere verso il basso.

In questo modo si agevola la pianta a mantenere un portamento assurgente ed espanso della chioma, intervento che risulta particolarmente utile nelle varietà semi-assurgenti.



Figura 21. Filare di Chardonnay allevato a cordone libero dopo cimatura.

Tra le fasi di post-fioritura e pre-chiusura grappolo, si eseguono le altre cimature con lo scopo di contenere la chioma, avendo l'accortezza di lasciare almeno 8-12 foglie dopo il grappolo (condizione però non sempre facile da mantenere), necessarie ad evitare squilibri fisiologici e permettere una equilibrata maturazione dei grappoli.

Il numero degli interventi di cimatura è variabile (da 2 a 5 circa) a seconda dell'annata (siccitosa o piovosa), della fertilità del suolo, della vigoria di varietà e portainnesto, e dal portamento.

Durante il primo intervento in pre-fioritura, è importante variare l'altezza della barra di taglio adeguandosi alla disformità di crescita dei germogli in modo da effettuare un

taglio minimo omogeneo uguale su tutti gli apici, indipendentemente dalla loro lunghezza.



Figura 22. Cimatura del cordone libero con due barre falcianti .

# Costi di impianto e di gestione

Il costo indicativo (tab. 3), per la realizzazione di un impianto di 1 ettaro con sesto 2.8x1,3 m (2747 ceppi/ha), e pali ogni 5,2 m e 18 filari/ha, è di circa 11.000 €.

COSTO MATERIALI	€/ unità	N°	Costo (€/ha)	
Palo testata in cemento (2,8m/10 x 12/18 fili)	12,50	36	450	
Palo intermedio in cemento (2,8m/ Ø 8cm/12 fili)	6,90	687	4.740	
Collare tendifilo	2,50	36	90	
Gancio per tirante	2,00	36	72	
Ancora (piastra in cemento Ø 40, asta 1,2m	7,00	36	252	
Ø12mm,fermo)			252	
Filo portante spiralato (Ø 4,0mm, sviluppo	2,00	,00 661	2.00 661 13	1222
5,4m/kg)			1322	
Legaccio per fissaggio filo	0,10	687	68	
Tutore in tondino di ferro (2,0m, Ø 0,8cm)	0,53	2.060	1.091	
Filo inox per fissaggio tutore	0,03	2.060	61	
Barbatella	1,10	2.747	3.021	
TOTALE			11.170	

Tabella 3. Costo dei materiali impiegati per l'impianto di 1 ettaro di vigneto allevato a cordone libero.

La semplicità di questo sistema di allevamento, costituito da pali e da un solo filo, comporta un costo complessivo dei materiali non particolarmente elevato, soprattutto

se rapportato a quello di altri sistemi, a parità di investimento unitario di piante. Negli ambienti più produttivi, è consigliabile evitare di sottodimensionare l'impianto rispetto al quantitativo di uva che si mira a produrre, nell'ottica di un risparmio sul costo dei materiali.

Considerando le caratteristiche di questo sistema di allevamento, il costo di messa in opera (tab. 4), è in assoluto tra i più contenuti, a parità di densità di investimento unitario.

Il costo di messa in opera del filo spiralato è leggermente superiore rispetto a quello delle altre tipologie di filo, dal momento che necessita di essere adeguatamente pensionato tramite l'impiego della trattrice e di un dinamometro.

COSTO DI MESSA IN OPERA				
Intervento	€/unità	N°	Costo (€/ha)	
Trapianto meccanico barbatelle	0,30	2.747	824	
Stesura pali di testata	0,90	36	32	
Piantumazione pali di testata	3,20	36	115	
Stesura pali intermedi in cemento	0,70	687	480	
Piantumazione pali intermedi in cemento <sup>1</sup>	1,80	687	1.236	
Stesura ancore	0,85	36	30	
Montaggio ancore con scavo buca <sup>2</sup>	9,90	36	356	
Montaggio collare e collegamento filo	5,50	36	198	
Montaggio gancio per tirante e collegamento all'ancora	5,50	36	198	
Stesura e montaggio filo portante <sup>3</sup>	0,15	3.571	537	
Stesura e posizionamento tutori	0,28	2.060	576	
Legatura tutori al filo	0,15	2.060	309	
TOTALE			4.893	

Tabella 4. Costo di messa in opera dei materiali per l'impianto di un ettaro di vigneto allevato a cordone libero. (¹) 1,50 euro per i pali in legno. (²) Il costo delle ancore a vite è pari a 4,80 euro cadauna. (³) Nei pali di cemento precompresso il fissaggio del filo portante con legaccio inox ha un costo di euro 0,18 a palo. Nei pali di legno il fissaggio del filo portante con cambretta o legaccio ha un costo di 0,18 a palo.

La presenza del filo spiralato consente di evitare la legatura del cordone permanente, con notevole risparmio di manodopera.

I costi del cordone libero possono essere contenuti ricorrendo alla pre-potatura meccanica e alla cimatura meccanica, quest'ultima ritenuta fondamentale in molti contesti pedoclimatici al fine di assicurare il corretto portamento della chioma.

## Problematiche e diffusione

Il cordone libero è un sistema di allevamento che presenta delle difficoltà nella gestione della vigoria e quindi di mantenimento dell'assurgenza della chioma, nel caso di terreni molto fertili.

In questi casi infatti si è costretti ad intervenire con un numero eccessivo di cimature, oppure nel caso contrario, se si limitano le cimature la vegetazione tende a ricadere sotto il proprio peso impaccandosi verso il basso rendendo difficoltosa la maturazione dei grappoli e la gestione fitosanitaria.

Se gestito correttamente, il cordone libero permette di avere una chioma espansa con una buona penetrazione di luce e aria, facilitando sia l'esecuzione dei trattamenti di difesa fitosanitaria che la maturazione dell'uva, proteggendo i grappoli da eventuali scottature e permettendo di raggiungere elevati livelli qualitativi.

Nella versione mobilizzata, consente la raccolta per scuotimento verticale, senza contatto diretto tra uva e macchina. Lo scuotimento verticale consente di effettuare la vendemmia con minori perdite di mosto e mantenere una migliore qualità del prodotto vendemmiato.

I costi di impianto sono, a parità di numero di filari per ettaro, del 30% circa inferiori a quelli di un cordone speronato o di un guyot. Inoltre il risparmio nei tempi di esecuzione della potatura, grazie alla assenza dei fili di contenimento, che non rendono necessario lo stralcio, e la possibilità di eseguire tutti gli altri interventi di gestione della chioma e di vendemmia, rendono questa forma di allevamento tra le più idonee alla meccanizzazione integrale e quindi compatibile con la moderna viticoltura.

Il cordone libero oggi è diffuso sia in Italia (Veneto, Friuli, Emilia Romagna, Toscana, Abruzzo e Sardegna) che all'estero (Australia, California, Francia e Spagna).

# III° PARTE MACCHINE PER LA GESTIONE DEL VIGNETO

## 3 – MACCHINE PER LA POTATURA INVERNALE

Le moderne potatrici meccaniche sono macchine concepite in maniera semplice e razionale. Gli organi di taglio sono applicati ad un telaio e azionati dalla presa di potenza anteriore del trattore o dal sistema idraulico dello stesso. In base al sistema di taglio possiamo distinguere diverse tipologie di potatrici:

- a barre falcianti
- a dischi rotanti
- a coltelli rotanti

#### 3.1 Potatrici a barra falcianti

Le potatrici a barre falcianti sono costituite da un telaio normalmente di tipo portato, a volte scavallante, posizionato anteriormente o lateralmente al trattore per consentire il massimo controllo da parte del conducente o talvolta montati entro i telai polivalenti delle vendemmiatrici e consistono in una o più sezioni costituenti le lame. Il sistema di taglio può essere composta da una lama oscillante e da una controlama fissa o, più raramente, da una doppia lama oscillante.

La posizione, l'angolazione e l'altezza delle medesime barre è orientabile manualmente o tramite comandi idraulici al fine di poter creare la sagomatura voluta per il taglio desiderato.

Per ottenere un taglio sufficientemente netto occorre evitare l'accumulo dei tralci durante il taglio, limitando la velocità d'avanzamento (0,5-1,5 km/h) e/o utilizzando una frequenza del movimento delle lame sufficiente (250-350 cicli/min). In caso contrario possono aumentare i tagli irregolari e la rottura degli speroni.

La possibilità di montare e posizionare in maniera adeguata più barre falcianti (2 - 4) e l'impiego di accessori specifici, come gli stralciatori e organi tastatori che consentono di spostare le lame verso l'interfilare in corrispondenza dei pali, rende queste potatrici adatte a tutte le principali forme d'allevamento. In genere queste macchine non sono troppo pesanti, hanno costi d'acquisto e di manutenzione ragionevoli e possono essere impiegate anche per le operazioni di cimatura estiva.

L'azione cesoia è affidata a vari tipi di organi:

- Lama oscillante e controlama fissa.
- Doppia lama oscillante.
- Lame scorrevoli entro guide con controlame fisse.

Le principali differenze tra le tipologie riguardano il tipo di moto che interessa gli organi meccanici: difatti nelle prime due tipologie vi è un moto alternato (ottenibile con sistema biella-manovella) che induce le lame alternativamente avanti ed indietro mentre per le lame scorrenti il moto è unidirezionale che presenta il sicuro vantaggio di un minore rischio di usura delle parti meccaniche, un meccanismo di generazione del moto più semplice ma necessitano di periodica manutenzione delle cinghie di gomma.

Le potatrici a lama oscillante e controlama fissa (figura 23) presentano un sistema di taglio costituito da due fondamentali unità: un portalama munito di denti paralama che costituiscono la parte fissa e dalla parte mobile o lama falciante, costituita da tante sezioni di lama con relativi denti di forma trapezioidale e 2 spigoli di taglio a cui è affidata l'azione cesoia che è possibile unendo il movimento della lama alternata all'azione di avanzamento della macchina che porta i tralci (o germogli a seconda del periodo in cui si stia operando) a trovarsi tra i paradenti fissi e i denti mobili che ne operano il taglio.

Nelle barre a doppia lama oscillante invece, entrambi gli organi responsabili del taglio sono mobili in cui le oscillazioni avvengono in opposizione.



Figura 23. Barra a lama oscillante e controlama fissa.

Ciò porta alcuni vantaggi alla rapidità del lavoro, diminuendo rischio e frequenza di ingolfamenti che si traduce in una maggiore velocità di avanzamento possibile. Inoltre i tagli risultano più radenti e meno sfibrati.

<u>Le lame scorrevoli</u>, come accennato, sono macchinari in cui gli organi di taglio vengono trascinati da cinghie in gomma e scorrono all'interno di una guida fissa in cui è presente la controlama.

La qualità del taglio è buona, anche se tali macchine sono utilizzate quali esclusivamente per la potatura verde e pertanto non consentono la medesima elasticità di utilizzo delle barre falcianti classiche.

Al fine di poter correttamente operare le potature invernali sulle normali controspalliere è necessario però dotare tali macchine di **tastatori** meccanici che impartendo l'ordine di ruotare la barra evitino il deleterio contatto della lama con la palificazione dell'impianto o con i fusti delle viti.

Importanti migliorie sono stati applicati a tali tastatori come l'adozione di organi a slitta interrotta per evitare l'effetto di trascinamento dei tralci (si applicano una serie di piccole ruote folli sui denti paralama per consentire una più efficace canalizzazione dei tralci) o l'adozione di sensori ottici per l'individuazione dei tutori.

Altri utili accessori sono costituiti dagli organi **stralciatori**, pettini costituiti da aste verticali di numero variabile in grado di penetrare la parete e rimuovere i tralci recisi (fig. 24).

Tali stralciatori sono in grado di ruotare sul proprio asse per potersi ripiegare al contatto con i pali e ritornare in posizione grazie all'adozione di molle.

Tali organi, anche se non consentono una completa stralciatura, riducono enormemente gli oneri di manodopera necessari alla rimozione dei tralci ancora saldamente ancorati ai fili di sostegno tramite i viticci.



Figura 24: Potatrice a barre con coppia di stralciatori.

#### 3.2 Potatrici a dischi rotanti

Le potatrici a dischi rotanti (fig. 25), rappresentano una soluzione specifica per alcune forme d'allevamento a parete, in particolare per quella a cordone speronato, per l'efficacia eliminazione dei tralci che realizzano. Sono macchine scavallanti che operano con due rotori posizionati ai lati dei filari. I due rotori montano una serie di dischi a bordo tagliente, reciprocamente sfalsati. Durante il funzionamento i dischi montati sui rotori opposti si contrappongono funzionando reciprocamente da lama e controlama. Un'alternativa del sistema più economica è rappresentata da un rotore con dischi e da un rotore con ruote di controspinta. La coppia di dischi basale determina l'altezza di taglio degli speroni, mentre quelle sovrastanti provocano il taglio dei tralci in piccole porzioni che facilmente cadono a terra senza altri interventi. La macchina esegue una buona qualità del taglio, ma richiede una buona realizzazione e gestione dell'impianto per evitarne il danneggiamento dei fili di sostegno. Inoltre il peso e il collegamento anteriore a sbalzo possono, in situazioni sfavorevoli di portanza del suolo, problemi per un corretto posizionamento.

Ideate in Francia per ottimizzare la prepotatura delle forme di allevamento in parete, sono costituiti da un telaio scavallatore provvisto di due alberi verticali controrotanti azionati da motori idraulici che si vanno a posizionare ai lati della controspalliera (fig. 30).



Figura 25. Telaio scavallatore di potatrice a dischi con profilo a margherita.

Su ciascun albero sono presenti dai 6 ai 10 elementi atti ad effettuare il taglio, che possono essere di più generi:

- Dischi dentati (con forma a margherita)con lame circolari interposte ad essi e ad essi solidali nel movimento.
- Dischi dentati (con forma a margherita) in cui sono inserite a contatto lame uncinate che sporgono in prossimità delle concavità dei denti con velocità periferica similare a quella di avanzamento.
- Seghe circolari ad elevata velocità inserite in una carcassa di protezione (folle o con velocità periferica similare alla velocità di avanzamento)
- Dischi con profilo a margherita operanti contro dischi metallici. Tale configurazione è di recente concezione al fine di contenere i costi ed il peso dello strumento.

Le due serie di elementi presentano una leggera sovrapposizione e sono mantenute in posizione da molle presenti nella biforcazione del telai. Ogni elemento si trova quindi per alcuni centimetri sovrapposto a due elementi dell'asse opposto al fine di creare un piano centrale di taglio.

Per scansare la palificazione il macchinario si affida o ai dischi di protezione o a tastatori meccanici od ottici che comandano la repentina apertura e chiusura degli alberi rotanti.

Applicare organi deputati alla stralciatura su queste macchine risulta superfluo in quanto i tagli multipli operati dal numeroso numero di elementi creano una spezzettatura efficace degli organi legnosi. Inoltre, il movimento con direzione parallela ai fili di sostegno evita l'accidentale taglio degli stessi dai dischi, purché correttamente tesi onde evitare curvature e quindi possibili interazioni con i dischi.

Negli ultimi anni, per entrambe le tipologie di potatrici, sono state presentate diverse innovazioni basate su fotocellule o altri tipi di sensori, finalizzate principalmente a migliorare la regolarità del taglio, anche per speronature molto raccorciate, o per intervenire correttamente in prossimità dei pali o di altre strutture di sostegno del filare.

Le potatrici a dischi singoli, hanno organi di taglio con bordo finemente seghettato messi in veloce rotazione da un motore idraulico. Il taglio dunque avviene senza azione di riscontro se non quella offerta dall'inerzia del tralcio rispetto alla velocità periferica del disco e pertanto ben si prestano ad azioni di tagli radenti non seguiti da rifinitura manuale, magari in contemporanea presenza di barre falcianti che operino in zone più distali.

Essendo a profilo di taglio libero tali macchine si caratterizzano per essere ben modulabili ma abbastanza pericolose e vanno correttamente gestite.

#### 3.3 Potatrici a coltelli rotanti

Le potatrici a coltelli rotanti hanno organi di taglio con o senza elementi di riscontro. Nelle potatrici con controcoltelli (dette a forbici) alcuni coltelli, di numero variabile tra 4 e 7, rimangono fissi e orientati radialmente su un primo rotore, mentre altri sono montati su un altro rotore; le lame dei due rotori sono affacciate tra loro in modo che le parti affilate si sfiorino.

La particolare posizione dei coltelli del rotore in movimento, tangenti a un cerchio che ha come centro l'asse di rotazione, fa sì che tra i coltelli fissi e quelli rotanti si crei un effetto di taglio a forbice, con le lame in rotazione che conducono i tralci a contrasto con quelle fisse.

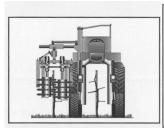
Le velocità di rotazione sono piuttosto limitate (attorno ai 300 giri/min); tale sistema consente notevoli velocità di avanzamento nel filare (5-8 km/h) senza che si creino fenomeni di ingolfamento. Inoltre è possibile disporre i rotori in modo da assecondare la geometria del taglio a seconda delle esigenze economiche dettate dalle varie forme di allevamento.

Questo principio di funzionamento pur essendo principalmente adatto ed applicato nelle operazioni di potatura verde riscontra anche una buona efficienza per sistemi di taglio operanti al bruno. Non essendo presente l'elemento di riscontro, in queste potatrici gioca un ruolo fondamentale nel taglio, la velocità di rotazione dei coltelli e la rigidità dei tralci. La velocità raggiunta nella rotazione dai coltelli in linea generale può variare tra i 2000 e i 3500 giri/min.

Seppur questa modalità di taglio si presenta estremamente semplice ed in termini economici vantaggiosa, presenta molte problematiche dovute a qualità di taglio non sempre brillanti e a velocità estremamente alte; tali macchine comunque trovano più spazio nelle operazioni in verde, sono indicate soprattutto per la recisone di femminelle e germogli in prima fase di agostamento.

# 3.4 – Collegamenti e regolazioni

Le macchine per la potatura sono generalmente installate sulla trattrice (fig.26), cingolata od a ruote, in posizione frontale o laterale per permettere la massima comodità e visibilità all'operatore; tra queste due modalità l'accoppiamento laterale (primo ad essere stato proposto assicura una visibilità superiore ma richiede una staffatura alla trattrice in una zona ove generalmente non vi sono predisposizioni e soprattutto implica un incremento dell'ingombro trasversale della macchina divenendo critico nell'ottica moderna dell'attuale riduzione degli spazi interfilare.





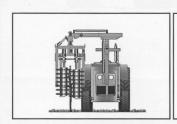




Figura 26. Schemi di applicazione di potatrici su macchine motrici, da sinistra a destra: accoppiamento laterale e frontale con portattrezzi scavallatore e frontale e laterale con trattrice [fonte Pellenc].

Al contrario il collegamento frontale, seppur implicando una maggior distanza tra macchina ed operatore consente generalmente accoppiamenti meccanici più agevoli e non incide sull'ingombro laterale della trattrice; in tale ambito vanno inquadrate anche le frequenti applicazioni sull'attacco a tre punti posteriore di trattrici dotate di guida retroversa.

Altra modalità di installazione delle potatrici prevede il collegamento a portattrezzi scavallatori; questi possono essere telai polifunzionali o specificamente progettati per la potatura. Tale modalità consente di ottenere molteplici vantaggi operativi quali: operare sempre su un intero filare in unico passaggio, garantire all'operatore una ottima visione e operare anche su interfilari ravvicinati. Va comunque evidenziato come dove non esistono problemi di eccessiva strettezza fra le file o vi sono forti pendenze, non sempre è giustificata una scelta di questo tipo che impone di lavorare con macchine che se polivalenti sono molto potenti quando per la potatura sarebbero sufficienti modeste potenze e da non dimenticare infine che a parità di costo della potatrice, l'installazione sul telaio porta-attrezzi è generalmente più costosa (ed annualmente più laboriosa) (fig. 26).

Gli utensili delle potatrici ed i sistemi di regolazione sono generalmente attuati per mezzo del sistema idraulico della trattrice poiché come noto tale modalità attuativa consente di raggiungere agevolmente anche punti di lavoro distanti e pertanto idonea ad adattarsi alle esigenze di queste macchine in cui tra l'altro spesso la geometria di taglio (ed il conseguente posizionamento degli utensili) viene variata per adattarsi alle varie forme di allevamento. Esistono esempi di applicazioni in cui gli utensili sono mossi per mezzo di motori elettrici (Pellenc) e segnalazioni relative all'impiego di aria compressa; queste modalità (attualmente impiegate principalmente per la potatura verde) come noto consentono costruzioni meccaniche più economiche, maggior leggerezza ed inferiori oneri di manutenzione.

Per poter effettuare un intervento di buona qualità sull'impianto è fondamentale che l'operatore possa disporre della possibilità di orientare spazialmente gli organi di

taglio anche durante le operazioni di lavoro mediante degli attuatori governabili dal posto di guida (generalmente martinetti idraulici). Ciò consente di accostarsi con gli organi di taglio alla spalliera qualunque sia il piano di appoggio su cui transita la trattrice. Una regolazione di spostamento verticale è sempre pressoché indispensabile, la regolazione di spostamento orizzontale è spesso utile, mentre l'inclinazione trasversale è fondamentale sia per compensare eventuali pendenze trasversali del terreno sia per modellare la forma o geometria del taglio.

Degna di nota la tendenza attuale di montare gli utensili delle potatrici su telai multifunzione pertanto in grado di supportare in alternativa ai suddetti anche altri utensili idonei ad effettuare altre operazioni colturali quali la potatura verde, la defogliazione e la spollonatura. Questa modalità costruttiva di tipo modulare, consentendo di impiegare per più macchine oltre che lo stesso telaio anche gli stessi sistemi di controllo ed attuazione, si ripercuote positivamente sul costo di gestione complessivo del vigneto.

Il costo di una prepotatrice va da circa 5.000 € per un modello a due barre, non dotato di tastatore e stralciatore, utilizzato nel cordone libero, fino ad arrivare a 35.000 € per le potatrici scavallanti dotate di lettore ottico e con elevato grado di automazione, che non prevedono nessun tipo di rifinitura manuale.

Il costo del carrello per la rifinitura contemporanea, munito di compressore e 3 forbici pneumatiche, è indicativamente compreso tra 4.500 e 5.000 €.

# 3.5 Agevolatrici

Esistono in commercio alcune tipologie di macchine e attrezzi che tendono a semplificare le operazioni di potatura, garantendo massima efficacia e minor energia sprecata. Tra queste ricordiamo: piattaforme mobili, forbici automatiche e stralciatori. Le piattaforme agevolatrici sono usate per facilitare il lavoro degli operatori nelle operazioni di rifinitura, fornendo a questi ultimi, servizi ed accessori utili ad ottimizzare al massimo i tempi di lavoro del cantiere.

Attualmente sul mercato le più diffuse sono quelle semoventi poiché, nonostante un costo d'acquisto superiore, presentano notevoli vantaggi legati alla loro manovrabilità ed affidabilità.

Queste piattaforme sono progettate per contenere il più possibile l'ingombro trasversale e possono essere introdotte in quasi tutti i sistemi di allevamento, la carreggiata è mediamente di 1.5 metri con un ingombro laterale massimo di 3.5 metri.

Le macchine più moderne sono dotate di trazione idrostatica su tutte e quattro le ruote motrici permettendo così la svolta a termine del filare evitando inutili sprechi di tempo in manovre.

Le piattaforme di lavoro possono essere sollevabili e regolabili tramite pistoni oleodinamici, inoltre attraverso la gestione elettrica di un impianto idrostatico viene conservato il piano di lavoro in posizione orizzontale anche in terreni declivi fino ad un massimo del 30% di pendenza.

Inoltre è possibile sia la regolazione della posizione della piattaforma di lavoro in funzione delle caratteristiche della forma di allevamento, sia l'erogazione di aria compressa per la potatura di rifinitura.

Nelle forbici automatiche il movimento di apertura e chiusura viene dettato da un dispositivo idraulico, attualmente però questa tipologia di forbici è caduta in disuso per l'oggettiva difficoltà nell'approvvigionamento di olio idraulico; oggigiorno la modalità di forbici che più soddisfa i requisiti del viticoltore risulta essere quella ad attivazione pneumatica.

Le forbici ad attivazione pneumatica presentano una struttura che può essere sia in plastica (meno costosa), sia in magnesio o carbonio (metalli superleggeri ed ad altissima resistenza), inoltre prevedono il collegamento ad un tubo di aria compressa a 2-5 bar di pressione con una portata di 60-80 litri al minuto.

La pressione di esercizio può arrivare anche a 8-10 bar in modo tale da giustificare tagli da una capacità di 30 mm di diametro; l'esercizio di taglio nel complesso risulta essere molto veloce e poco faticoso per l'operatore grazie anche il peso contenuto delle forbici (0,600-0,800 g).

Per evitare ingolfamenti delle potatrici pneumatiche l'aria dovrebbe essere ben essiccata e lubrificata. Inoltre è possibile applicare alle forbici un dispositivo di nebulizzazione per distribuire una piccola quantità di prodotto che limiti la diffusione di malattie del legno. Utilizzate per la rifinitura manuale, dopo il passaggio della potatrice, operando su carro o da terra. Funzionano per mezzo di aria compressa, (proveniente da un serbatoio di aria compressa alimentato da un compressore), che premendo il grilletto aziona il movimento delle due lame.

Il cantiere di lavoro può essere organizzato in due modi: mantenendo il compressore all'inizio del filare avanzando lungo la fila da potare con le forbici collegate tramite condotte di alimentazione da srotolare tramite bobine; oppure con carro trainato posteriormente alla trattrice su cui gli operatori eseguono la potatura su due file contemporaneamente o su una se la macchina potatrice è scavallante.

La tipologia di forbici ad attivazione elettrica (che possono essere ad una o due lame) si caratterizzano invece per la loro potenza nel taglio (fino a 35 mm di diametro), per la rapidità del taglio e per la maggiore autonomia, esse infatti prevedono il

collegamento ad uno zaino contenente gli accumulatori di energia, garantendo così un autonomia di 10-15 mila tagli, inoltre queste agevolatrici sono dotate del cosiddetto taglio progressivo ovvero una modalità di taglio proporzionale alla forza dettata dall'indice dell'operatore consentendo così tagli più netti o più lievi in base al diametro della sezione del tralcio.

Questa tipologia di forbici hanno rispetto alle agevolatrici pneumatiche il comando di discesa delle lame che è proporzionale (pertanto garantiscono maggiore sicurezza) ma richiedono lo spostamento degli accumulatori e per questo motivo risultano poco idonee all'agevolazione del lavoro in cantieri composti da più operatori.

La stralciatura è una delle operazioni che se eseguite manualmente risulta essere tra le più faticose e dispendiose in termini di tempo per l'operatore.

Esistono macchine atte ad agevolare suddetta operazione che possono essere montate anteriormente ad una trattrice e macchine che possono completare l'operato di potatrici a barre multiple su forme di allevamento a parete.

Generalmente le stralciatrici sono formate da una coppia di ruote a dita che invitano i tralci (preventivamente potati) verso le ruote stralciatrici, la quale azionate da due pompe idrauliche, estraggono i tralci dal telaio di fili di sostegno (fig. 27).



Figura 27. Stralciatrice modello Kobold con trinciatore.

La coppia di ruote a dita e un rullo in metallo mantengono il filo di sostegno superiore schiacciato verso il basso in modo tale che non possa entrare in contatto con le due ruote. I tralci stralciati vengono indirizzati in una cappa che li dirige verso il terreno al centro della fila, generalmente è possibile integrare questa tipologia di stralciatrici con una trincia nella cappa che tritura il materiale stralciato prima di indirizzarlo nel terreno.

## 4 – MACCHINE PER LA GESTIONE DELLA CHIOMA

Con il termine "gestione della chioma" vengono identificati tutti gli interventi che favoriscono il corretto portamento della vegetazione del vigneto, tale da permettere una ottimale illuminazione ed aerazione della chioma oltre ad un agevole transito dei mezzi meccanici fra le file.

Le operazioni colturali in verde rappresentano il principale strumento di riequilibrio del rapporto tra la fase vegetativa e quella produttiva della pianta durante il corso della stagione. Pur incidendo sul costo di produzione, gli interventi di potatura verde risultano uno strumento indispensabile in tutti i contesti produttivi in cui si miri all'ottenimento di uva di elevato profilo qualitativo, salvaguardandone nel migliore dei modi le condizioni sanitarie.

Lo sviluppo tecnologico, verificatosi nell'ultimo decennio, ha però consentito di meccanizzare integralmente alcune operazioni di potatura verde, riducendone significativamente il costo e rendendole applicabili anche ad aziende con grandi estensioni vitate, dove la scarsa disponibilità di manodopera, associata alla necessità di intervenire in epoche precise e di breve durata, ha per lungo tempo rappresentato un fattore limitante. Il risultato, conseguibile con vari interventi di potatura verde, è infatti strettamente correlato alla tempestività, dato che influiscono direttamente sui meccanismi fisiologici della pianta. Eseguire gli interventi di potatura verde nel momento sbagliato non solo può vanificarne l'effetto, ma può addirittura ripercuotersi negativamente sui risultati qualitativi perseguibili.

Nei vigneti, in cui le adeguate scelte (portainnesto, forma di allevamento, sesto di impianto, gestione del suolo, irrigazione e concimazione), consentono di ottenere uno sviluppo equilibrato della vegetazione (rallentando a partire dall'allegagione e di arrestarsi all'invaiatura), la necessità di ricorrere a interventi in verde si riduce considerevolmente.

Le operazioni di potatura verde, indipendentemente dall'epoca e dall'intensità con cui vengono eseguite, hanno sempre un impatto consistente su quantità e qualità della produzione poiché modificano direttamente, e spesso in modo dinamico, il rapporto tra superficie fogliare totale e carico di uva.

Gli interventi per la gestione della chioma, pur essendo stati proposti dopo altri interventi meccanizzati, come la vendemmia o la potatura invernale, si stanno rapidamente diffondendo, interessando un gruppo consistente di aziende costruttrici e, soprattutto, un elevato numero di aziende viticole

# 4.1 – Spollonatrici

La spollonatura consiste nella rimozione di polloni e succhioni, ossia di germogli perlopiù sterili generati dal portainnesto. o emessi da gemme latenti del ceppo o lungo il tronco da gemme di controcchio.

La presenza di succhioni sulla parte verticale del ceppo è di solito indesiderata a causa dell'azione fortemente competitiva verso la crescita dei germogli presenti lungo i capi a frutto o i cordoni orizzontali, che devono invece essere privilegiati.

Nelle forme a cordone permanente, quali ad esempio Cordone Speronato, Cordone Libero, Casarsa e Doppia Cortina, è di fondamentale importanza eliminare i germogli presenti nella curvatura di raccordo tra tronco e cordone permanente, dato che il loro sviluppo incide negativamente sulla vitalità dei centri vegetativi presenti nella porzione orizzontale.

I germogli originatisi sul tronco si lasciano sviluppare solo qualora sia programmata l'eliminazione del cordone permanente nel corso della potatura invernale successiva (per il suo rinnovo) o nel caso in cui si voglia sostituire la varietà ricorrendo all'innesto erbaceo o all'innesto semilegnoso. La spollonatura viene tendenzialmente eseguita quando i germogli presentano una lunghezza di 10-15 cm e possono essere eliminati agevolmente.

Un intervento troppo precoce rischia di non essere risolutivo, dato che potrebbe non asportare completamente la zona del cercine basale dal quale si possono sviluppare nuovi germogli, mentre un intervento troppo tardivo risulta essere più difficoltoso, in quanto i germogli assumono un consistenza legnosa.

La mancata spollonatura, oltre ad avere riflessi negativi sullo sviluppo della chioma, obbliga a intervenire con le forbici nell'intervento successivo e soprattutto consente la formazione di gemme di corona in grado di svilupparsi successivamente, aggravando la situazione.

La spollonatura può essere eseguita manualmente, strappando i germogli con la mano guantata, con un impiego di manodopera compreso tra 20 e 30 h/ha, in funzione del numero di polloni, del loro grado di sviluppo, dell'altezza del fusto e della densità di impianto. Questo intervento può essere eseguito anche meccanicamente, utilizzando macchine spollonatrici che effettuano l'operazione in modo efficace impiegando solamente 2-3 h/ha, riducendo considerevolmente i costi.

Questa operazione può inoltre essere eseguita con buoni risultati anche chimicamente, con glufosinate ammonio, avendo l'accortezza di intervenire non oltre uno sviluppo dei germogli di 10-12 cm oppure con devitalizzazione termica per irraggiamento.

Sia la spollonatura meccanica sia quella chimica non sono in grado di eliminare i germogli presenti a livello della curva, per cui può rivelarsi necessaria una rifinitura manuale, alla quale si può ovviare accecando le gemme presenti in tale posizione fin dal momento in cui il tralcio, che costituirà il cordone permanente, viene steso sul filo.

A seconda del principio utilizzato possiamo distinguere differenti tipologie di macchine spollonatrici:

- Spollonatrici meccaniche ad asse verticale, in cui un telaio portante comandato idraulicamente, che può essere scavallante in base al fatto che i rotori siano uno o due, è equipaggiato di un asse rotante, munito di flagelli in materiale sintetico di vario spessore e proprietà meccaniche, azionato idraulicamente dalla trattrice. L'energia cinetica impressa ai flagelli consente il distacco dei germogli anche se molto spesso non elidendo il cercine basale l'intervento va ripetuto più volte nella stagione.
- Spollonatrici meccaniche ad asse orizzontale, che presentano strutture analoghe alle precedenti ma hanno asse di rotazione paralleli al terreno: ciò comporta che se montate ad una altezza non eccessiva (20-30 cm dal suolo) consentono un efficace azione di diserbo meccanico del sottofila. L'asse orizzontale agevola inoltre l'adozione di tale tecnologia anche associata ad altri macchinari, ad esempio per la gestione dell'interfilare, contribuendo alla riduzione del numero di interventi necessari per la conduzione del vigneto.
- Spollonatrici chimiche, costituite da un telaio scavallante alle cui estremità sono fissate due o più coppie di ugelli racchiusi in un carter di contenimento che ne limiti la deriva del prodotto disseccante nebulizzato. L'efficacia del sistema anti-deriva viene implementata con l'adozione di spazzole o di teli verticali flessibili. Fondamentale è il fatto che i principi irrorati siano non sistemici in modo da limitarne l'efficacia disseccante ai soli germogli nella zona coperta.

#### 4.2 – Cimatrici

La cimatura e svettatura sono pratiche che comportano l'asportazione più o meno importante delle quote distali del germoglio, quindi dell'apice vegetativo e di un numero variabile di foglie, sia esso per scopi fisiologici o tecnici (esempio: cimatura pre-vendemmia per i sistemi GDC e Duplex).

La cimatura manuale era già applicata in passato, soprattutto in Svizzera, Germania, Francia, ecc., zone nelle quali si iniziò a meccanizzare l'operazione negli anni '70-

'80. Subito dopo, la pratica si è diffusa anche nel nostro Paese, oggi all'avanguardia nella produzione di cimatrici per tutte le necessità.

La cimatura dei germogli sopra e ai lati delle pareti produttive permette di ridurre l'eccessiva fogliosità, arieggiare ed esporre alla luce i grappoli, migliorare l'efficacia dei trattamenti parassitari e impedire che germogli eccessivamente lunghi possano invadere lo spazio tra i filari ostacolando il transito delle macchine.

Tale operazione determina un brusco aumento dell'età media della chioma, che è però seguito da un progressivo ringiovanimento la cui natura dipende dall'entità e dalla durata di formazione delle femminelle stimolate dal taglio.

Si osserva che la cimatura precoce (giugno) determina un precoce sviluppo delle femminelle, quindi di nuove foglie, le quali hanno il tempo di divenire fonte di attiva produzione di carboidrati (impiegano circa 35-40 giorni per raggiungere la massima capacità di fotosintesi) prima della completa maturazione, per cui quest'ultima si svolge regolarmente. La cimatura effettuata in epoca intermedia (agosto) riduce la superficie elaborante e provoca l'emissione di femminelle, che non hanno tempo sufficiente per divenire a loro volta fonte di elaborati traslocabili verso i grappoli e sono quindi competitive con questi determinando un ritardo della maturazione.

La cimatura tardiva o di pre-raccolta, non provoca emissione di nuove femminelle e, se non è eccessivamente drastica, non disturba la maturazione, anzi rende più visibili i grappoli, riduce la quantità di foglie presenti nel vendemmiato e aumenta la capacità di lavoro della raccolta.

Dopo quanto detto possiamo affermare che l'epoca ideale per la cimatura è il periodo intorno alla fioritura (tra le fasi fenologiche di post-fioritura e di pre-chiusura grappolo) che permetterà di avere foglie mature (fotosinteticamente attive) nel periodo della maturazione.

Tutti gli altri interventi di cimatura in epoche differenti provocheranno effetti negativi sulla qualità e quantità della produzione rispetto alla non esecuzione dello stesso.

Anche la cimatura di pre-vendemmia, effettuata immediatamente prima della raccolta meccanica dell'uva, può, nei vigneti fortemente vigorosi, facilitare la pulizia del prodotto e ridurre le perdite senza arrecare danni quali-quantitativi.

Per quanto concerne l'intensità di intervento, la cimatura dovrebbe lasciare, dopo l'ultimo grappolo, 10-12 foglie, le quali rappresentano una superficie fogliare in grado di evitare squilibri fisiologici e consentire di raggiungere la maturazione anche nel caso di limitata o nulla emissione di femminelle.

Cimature eseguite molto precocemente, in prefioritura, vengono sfruttate nel cordone libero per avere una maggiore assurgenza della vegetazione e ottenere una chioma adeguatamente espansa, utile per vitigni semi-assurgenti.

La rimozione dell'apice vegetativo provoca infatti un temporaneo arresto della crescita del germoglio, che inizia a lignificare alla base, divenendo quindi meno soggetto a ripiegarsi verso il basso e allo sviluppo di femminelle verticali.

La cimatura eseguita all'inizio della fioritura consente invece di interrompere temporaneamente la forte competizione esercitata dal germoglio in crescita, favorendo una maggiore allegagione, utile nei vitigni soggetti a cascola e con grappolo eccessivamente spargolo.

La cimatura può essere eseguita manualmente, con tempi di lavoro molto onerosi (40-60 ore/ha anno), oppure a macchina che, con la sua tempestività e i suoi ridotti impegni di tempo e di costo, può consentire di utilizzare le conoscenze fisiologiche che abbiamo della pianta, intervenendo magari ripetutamente nei momenti più opportuni.

Le tipologie di macchine disponibili oggi sul mercato sono quelle già illustrate per quanto concerne la potatura invernale, ossia potatrici a barre falcianti (con controlama fissa o a doppia lama oscillante, nonché la tipologia con lame scorrevoli) ed a coltelli rotanti di seguito descritte, che qui trovano piena applicazione sui teneri germogli nel periodo primaverile-estivo.

In questa categoria troviamo le potatrici che presentano organi di taglio in cui può essere previsto un organo di riscontro o meno.

Difatti troviamo macchine con contro coltelli fissi (da 4 a 7 unità) che offrono supporto di taglio ad altri coltelli in rotazione a 300-500 giri/min. Tale configurazione crea un taglio non dissimile al classica azione cesoia delle formici in quanto il centro di rotazione dei coltelli mobili è assimilabile ad un fulcro e per queste sue caratteristiche il taglio è di buona qualità.

Se invece la macchina non prevede organi di riscontro, la capacità del germoglio di rimanere in posizione durante il taglio è affidata all'inerzia e rigidità del germoglio stesso. Appare evidente che perché ciò avvenga le velocità di rotazione dei coltelli debbano essere piuttosto elevate (2.500-3.500 giri/min). Tale velocità può essere raggiunta secondo 2 principi: con una movimentazione dei coltelli attraverso un albero serrato al centro degli stessi, oppure con coltelli montati folli su di un motore (pertanto liberi di muoversi) che si disporranno per forza centrifuga in direzione radiale consentendone una velocità tangenziale notevole.

I tagli tuttavia sono di modesta qualità specie su germogli ben lignificati per cui questa categoria di macchine viene quasi esclusivamente destinata alla potatura estiva del vigneto.

# 4.3 Defogliatrici

La defogliazione è una pratica colturale che prevede l'eliminazione di una certa quantità di foglie basali nella zona produttiva.

È una pratica che si esegue nel periodo compreso tra allegagione e vendemmia su quelle viti che si sviluppano in modo molto vigoroso. Infatti in vitigni con una densità molto elevata della vegetazione, la defogliazione eseguita subito dopo l'allegagione migliora sia l'efficienza dei trattamenti antiparassitari che più facilmente potranno raggiungere i grappoli, limitando l'insorgenza di infezioni crittogamiche. Inoltre modifica il microclima, in termini di umidità, ma anche in termini di esposizione luminosa e migliora l'allegagione aumentando l'esposizione delle infiorescenze.

Tali effetti possono indurre indirettamente caratteristiche di pregio nell'uva, creando un microclima di sole-ombra a livello dei grappoli, favorevole alla sintesi e accumulo delle sostanze polifenoli che, consentendo una maggiore produzione e accumulo dei carboidrati, e concorrendo a ridurre l'acidità.

In linea generale viene eseguita tra l'allegagione e l'invaiatura, intervenendo preferibilmente sulle foglie collocate tra il primo e il sesto nodo. Qualora eseguita meccanicamente l'epoca coincide con la preinvaiatura, dato che il peso del grappolo e la consistenza degli acini consentono di evitare danni a loro carico.

Se compiuta precocemente, nel corso della post-fioritura, la defogliazione è in grado di ridurre l'allegagione, provocando una maggiore cascola fiorale, con l'ottenimento di grappoli più ridotti e spargoli. La defogliazione precoce favorisce una buona esposizione ai raggi del sole degli acini verdi con una maggior sintesi di sostanze coloranti e zuccherine, una riduzione degli attacchi fungini con la possibilità di evitare anche il diradamento.

L'opportunità di eseguire questo intervento deve essere ponderata attentamente, dato che con la metà dei grappoli già scoperti può risultare inutile se non addirittura dannosa.

In riferimento all'intensità dell'intervento, si deve tenere in considerazione: come siano necessari da 1 a 1,5 m² di superficie fotosintetizzante per ciascun chilogrammo di uva prodotta per raggiungere i migliori risultati qualitativi e come sia preferibile non eliminare completamente le foglie presenti nel tratto di germoglio su cui si interviene, al fine di evitare scottature a carico degli acini più esposti. Tendenzialmente comunque il rischio di scottature aumenta eseguendo l'intervento tardivamente. Negli ambienti soggetti a forte insolazione, con filari orientati da ovest a est, si può limitare il rischio di scottature defogliando solo il lato rivolto a nord e agendo nelle ore più fresche della giornata.

Un aspetto importante nella differenza tra l'operazione condotta manualmente e l'esecuzione meccanica è che quest'ultima può interessare solo le foglie più esterne alla chioma, mentre nell'operazione manuale si possono eliminare anche le foglie interne, attraverso criteri selettivi adottati dall'operatore.

Questo ci fa riflettere su un aspetto fondamentale dell'esecuzione meccanica; essa è fortemente influenzata dalla forma e dalla gestione della chioma. Quanto più uniforme sarà la forma e l'andamento lungo il filare della chioma ed ordinata la disposizione dei germogli, tanto più preciso ed uniforme sarà il lavoro delle macchine, indipendentemente della loro tipologia costruttiva.

Attualmente sono disponibili sul mercato diverse soluzioni per meccanizzare l'intervento di defogliazione, e le più diffuse sono quelle ad aspirazione, che possono variare in funzione della testata aspirante e dell'organo di taglio installato.

Queste macchine (fig. 28), sono costituite da grossi aspiratori che risucchiano le foglie attraverso una griglia dove vengono quindi rimosse ad opera di un coltello rotante posto all'interno dell'aspiratore stesso, oppure in alternativa ai coltelli sono previste barre falcianti. L'utilizzo di tali macchine è raccomandato in fasi precoci quando lo sfregamento contro le griglie metalliche non provochi danni agli acini ancora relativamente acerbi.



Figura 28. Defogliatrice ad aspirazione a griglia con sistema di taglio a coltello rotante.

Le defogliatrici **ad aspirazione a griglia con taglio a lame** (fig. 28), il cui funzionamento si basa sul principio che foglie e grappoli hanno un differente peso in relazione alla superficie, quindi si comportano diversamente sotto l'azione di un flusso d'aria aspirante.

Sono costituite da un telaio, solitamente flangiato (fissato solidamente con bulloni) frontalmente al trattore, dotato di un montante verticale sul quale è inserita una testata

aspiratrice, che può essere mantenuta sul piano verticale o inclinata fino a un angolo di circa 45°, per consentire di operare su diversi sistemi d'allevamento. La testata ha una griglia di forma circolare, che deve sfiorare la porzione di chioma da asportare.

L'aria viene aspirata per mezzo di un ventilatore, il più delle volte assiale, a 6-10 pale, di diametro pari a 40-60 cm, con velocità di rotazione di 3000-3500 giri/min, portata d'aria di 10-15000 m³/h, azionato da un motore idraulico; molto raramente sono utilizzati anche ventilatori centrifughi. In corrispondenza della testata si crea una depressione atta a convogliare le foglie all'interno della griglia stessa. La bocca del ventilatore, che aspira le foglie, è schermata da una griglia, a luci talvolta regolabili, per evitare il contatto tra i grappoli d'uva e i coltelli coassiali collocati all'interno.

La funzione dei coltelli, collocati in coppia e mossi dalla stessa girante del ventilatore, è di recidere i piccioli o le lamine fogliari una volta che queste sono entrate nella griglia.



Figura 29. Defogliatrice ad aspirazione a fessura con doppia lama di taglio.

Nelle defogliatrici ad aspirazione a fessura e taglio a barra oscillante (fig. 29), il flusso di aspirazione è fornito da un ventilatore radiale, in certi casi montato direttamente a ridosso della testata, in altri svincolato fisicamente dalla stessa e con l'aria condotta tramite tubi plastici flessibili di grande diametro. Caratteristica comune di queste macchine è che l'aria è aspirata da una fessura a ridosso della barretta falciante, tipo tosasiepi.

Le foglie sono quindi recise nel momento in cui sono attirate o introdotte nella fessura. Possiamo avere sistemi di accostamento automatico della testata sulla spalliera, in grado di movimentare la testata sull'asse orizzontale e in alcuni casi di

variarne anche l'inclinazione trasversale onde poter seguire con molta precisione il profilo della chioma.

La pressione che la testata va ad esercitare sulla chioma può essere regolata meccanicamente o in altri casi regolata dal posto di guida dall'operatore agendo su un potenziometro che permette un range di regolazione da 0 a 10 g/cm². Ovviamente questi dispositivi sono particolarmente utili su terreni declivi o accidentati.

Questa tipologia viene proposta correttamente in versione da trattore (testata destra, testata reversibile, testata doppia operante sul lato destro e sinistro di due filari adiacenti) o in versione per telai scavallanti con due testate su entrambi i lati del filare scavalcato.



Figura 30: Defogliatrice a tamburi flessibili rotanti con barra a taglio oscillante.

Il modello ad aspirazione **a tamburi flessibili rotanti con barra a taglio oscillante** (fig. 30), inizialmente veniva utilizzata per operare su entrambi i lati della spalliera (sia per telaio scavallante sia trattore) e successivamente venne costruita in versione reversibile per trattore; questo tipo di sfogliatrice può essere montata su un telaio scavallante portato dal trattore o da un portattrezzi semovente multifunzione.

In questa macchina le foglie nella zona fruttifera sono aspirate sulla superficie esterna di due tamburi rotanti di 450 mm di diametro e insistenti su due lati opposti del filare. La parte esterna dei tamburi, con velocità periferica uguale e contraria alla velocità istantanea della macchina, è flessibile e deformabile essendo costituita da una rete metallica. Gli aspiratori elicoidali montati sui tamburi creano una depressione all'interno degli stessi, che permette alle foglie di essere attirate sul tamburo rotante ed essere portate verso la barra di taglio per semplice rotazione Le foglie staccate

restano incollate alla superficie del tamburo fino a raggiungere la parte esterna, dove cadono per assenza della depressione. La pressione esercitata dai tamburi sulla spalliera è regolata mediante un sistema intelligente elettronico, che comanda i pistoni elettrici di avvicinamento e allontanamento in base alla vigoria della parete fogliare.

Sul mercato sono presenti anche **defogliatrici pneumatiche a getto d'aria intermittente** (fig. 31), che attraverso un flusso d'aria a ciclo discontinuo, colpiscono le foglie nella zona circostante i grappoli, provocando oltre alla rottura della lamina fogliare anche la pulizia del grappolo dal residuo fiorale e dai parassiti presenti sugli acini. Quest'ultimo processo è essenziale per salvaguardare la sanità dell'uva e ridurre il rischio di Botrite.

In queste macchine un compressore centrifugo genera una corrente d'aria che fuoriesce ad elevata velocità da ugelli portati all'estremità di bracci rotanti a 300-700 giri/min e aventi di conseguenza un moto circolare.



Figura 31. Sfogliatrici pneumatiche ad aria compressa.

Collegate posteriormente all'attacco a tre punti del trattore, sono costituite da un telaio su cui è montato un compressore volumetrico, azionato dalla presa di potenza,

che invia l'aria all'apparato di distribuzione. Questo è costituito da una o due testate di sfogliatura, ognuna dotata di due coppie di ugelli rotanti di diversa lunghezza.

Il complesso di sfogliatura è munito di carter cilindrico in acciaio con doppia finestratura per un angolo di 180°, al fine di direzionare l'aria in modo mirato.

La pressione d'esercizio dell'aria in lavoro varia da 4 a 5 bar, la portata è di oltre 400 m<sup>3</sup>/h, mentre la velocità d'efflusso della stessa dagli ugelli è quantificabile attorno ai 900 km/h.

Le foglie sono sottoposte a colpi d'aria tali da lacerare la superficie tra le nervature.

Nel migliore dei casi la foglia non è staccata completamente ma per lo più rimangono in sede ancora brandelli della lamina fogliare.

La quantità di foglie asportate è di circa il 50-70% di quelle presenti nell'area d'azione della macchina. Si possono verificare danni ai grappoli se l'intervento di sfogliatura è effettuato quando la bacca ha dimensioni superiori ai 4 mm a causa delle lesioni che i frammenti espulsi possono arrecare limitando l'accrescimento degli acini colpiti. Anche un uso in pre-vendemmia può rischiare di essere egualmente pericoloso, in quanto la loro non più trascurabile superficie fa sì che vengono spostati contro gli elementi di palificazione o i fili.

Un'altra tipologia a parte sono le **defogliatrici termiche o ad incandescenza** (fig. 32), anch'esse portate lateralmente alla trattrice, che consistono in un pannello od una griglia portati ad alta temperatura con gas liquido, che viene fatta sfiorare la parete. Le foglie a contatto con il metallo rovente subiscono uno shock termico che ne causa il graduale degrado e successivamente distacco.



Figura 32. Defogliatrice ad incandescenza.

Questa tipologia, nonostante gli oneri dell'acquisto del gas e le difficoltà relative alla gestione del pannello rovente, presenta alcune peculiarità favorevoli: Il distacco non

immediato consente di evitare la repentina esposizione delle uve che invece risulta graduale. Inoltre l'accidentale contatto con gli acini non provoca danni agli stessi in quanto ricchi di linfa, che, complice il brevissimo contatto, evita perdite o danneggiamenti alla produzione.

Nelle **Defogliatrice a rulli** (fig. 33), un ventilatore risucchia le foglie verso due rulli verticali aderenti e controrotanti allo scopo di strappare le foglie che verranno successivamente eliminate dal ventilatore.



Figura 33. Defogliatrice a rulli controrotanti.

Le foglie vengono strappate meccanicamente dai germogli senza creare alcuna lesione agli acini. I grappoli infatti vengono allontanati da una protezione.

I rulli possono essere preceduti da una barra di taglio alternativa per prevenire l'introduzione di germogli interi che siano sporgenti verso l'interfilare.

Il grande vantaggio di questa tipologia di macchina è quello di avere un elevatissimo rispetto dei grappoli in tutte le fasi fenologiche.

Questo tipo di sfogliatrice è stata progettata per eliminare le foglie basali circostanti i grappoli, al fine di migliorare il microclima all'interno della zona fruttifera, migliorare l'esposizione ai raggi solari e ai trattamenti fitofarmaci.

Oltre a eliminare le foglie attorno ai grappoli, il trascinamento meccanico provocato dai rulli permette di rimuovere anche le femminelle appena formate. Arrivando nella stagione della vendemmia con l'uva sfogliata e ben esposta si riducono notevolmente i tempi di raccolta manuale; se invece la vendemmia avviene meccanicamente si

ottiene un prodotto più pulito. La lavorazione risulta essere veloce, semplice ed estremamente efficace; non è richiesto alcuna particolarità sulla trattrice, poiché la sfogliatrice è dotata di centralina idraulica indipendente dal trattore. Uno degli aspetti più interessanti di queste sfogliatrici è il prezzo estremamente competitivo con gli standard di mercato.

### 5 – VENDEMMIATRICI

Oggi le vendemmiatrici moderne si distinguono in base al loro principio di raccolta:

- <u>per scuotimento orizzontale</u> (per alberelli in parete, controspalliere e cordoni liberi) (fig. 34);
- <u>per scuotimento verticale</u> (per doppie cortine, cordoni mobilizzati od ottimizzati e sistema Combi) (fig. 35);
- per pettinamento-raccolta (adottata solo per il tendone e pergole apposite) (fig. 36)

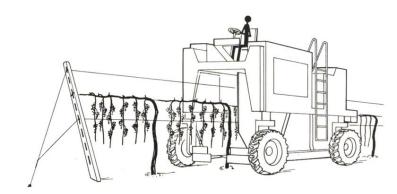


Figura 34. Rappresentazioni schematiche di una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale semovente

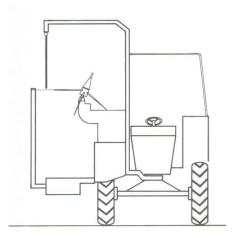


Figura 35. Rappresentazioni schematiche di una vendemmiatrice monofilare a scuotimento verticale portata per vigneti allevati a doppia cortina.

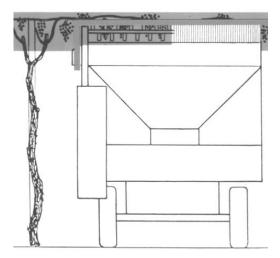


Figura 36. Rappresentazioni schematiche di una vendemmiatrice a pulsazione verticale per i vigneti allevati a tendone.

### 5.1 Vendemmiatrici a scuotimento orizzontale

Sicuramente oggi la categoria dominante il mercato delle vendemmiatrici è quella riguardante le macchine a scuotimento orizzontale, complice la loro maggiore semplicità costruttiva e quindi la relativa economicità nonché soprattutto la possibilità di operare sulla maggior parte dei sistemi riconducibili ad una contro spalliera, siano esse trainate, che necessitano di una trattrice per poter operare (fig. 37), o semoventi, che hanno un proprio sistema di propulsione (fig. 38).



Figura 37. Vendemmiatrice trainata a scuotimento orizzontale.

Data l'economicità e gli ingombri ridotti le vendemmiatrici portate sono oggi quantitativamente più rappresentative sul territorio nazionale rispetto alle sorelle semoventi, certamente più onerose ed ingombranti ma con possibilità di montare diversi attrezzi per una più ampia gamma di utilizzo.



Figura 38. Vendemmiatrice scavallante semovente a scuotimento orizzontale.

In ogni caso, le varie macchine sono accomunate dalla concezione strutturale del mezzo, che prevede un telaio scavallante munito di organi appositi per lo scuotimento della vegetazione (o testa di raccolta) e l'intercetto della produzione distaccata. (fig. 39). Il succitato telaio scavallante crea una sorta di tunnel che ospita la testata di raccolta incernierata ad esso per consentirne l'oscillazione e quindi rendendola autolivellante: la testata è cioè completamente libera nei movimenti, risultando sospesa rispetto al telaio portante della macchina, grazie a varie soluzioni costruttive.



Figura 39. Testata di raccolta di una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale.

Ciò consente maggiore capacità di adattamento della posizione della testata libera così di assecondare la vegetazione riducendo i rischi di danneggiamento al vigneto od al mezzo stesso. Di svariate tipologie e fogge, gli organi "scuotitori" deposti al distacco dell'uva sono incernierati e vincolati per ottenere un controllo della vibrazione degli stessi. (figura 40).



Figura 40. Scuotitore sagomato ad arco.

La regolazione della tesata di raccolta, automatizzata (con consolle dal posto di guida) o manuale che sia, offre la possibilità di ottimizzare ampiezza, frequenza, distanza e accelerazione degli organi mobili in funzione delle diverse condizioni di raccolta (fig.41).



Figura 41. Quadro di comando di una vendemmiatrice trainata di nuova generazione.

Il prodotto distaccato all'interno del tunnel viene intercettato da organi preposti che possono essere "scaglie mobili" o da "panieri" (fig. 42 e 43); questi permettono il passaggio dei ceppi e dei pali e allo stesso tempo sono preposti all'intercettazione del prodotto, che viene poi scaricato sui nastri trasportatori laterali ed infine nella tramoggia.



Figura 42. Gruppo di intercettazione a scaglie



Figura 43. Gruppo di intercettazione a panieri

Il primo sistema prevede "scaglie" di diverse forme in materiale plastico più o meno rigido montate su supporti elastici con molle di ritorno che consentono di bypassare il problema costituito da ceppi e palificazione mantenendo una buona copertura della superficie a terra. L'inclinazione delle scaglie, abbastanza accentuata al fine di consentire una veloce movimentazione del prodotto, convoglia il vendemmiato verso i nastri trasportatori (di vario tipo) che lo porteranno quindi alle tramogge di raccolta previo interventi di pulizia.

Il secondo sistema proposto da New Holland-Braud, prevede nastri a "panieri deformabili" in movimento a medesima velocità ma senso contrario alla marcia, che si accoppiano in modo da avvolgere gli ostacoli presenti. I panieri risultano pertanto "fermi" rispetto alle piante preservano ceppi ed organi della macchina da usura per sfregamento e limitano le perdite a terra causate da apertura e chiusura delle scaglie. Essendo mobili i panieri assolvono anche alla funzione di trasporto del vendemmiato verso le tramogge limitando quindi le sollecitazioni meccaniche al prodotto, attribuendo al suddetto sistema una meritata nomea di qualità e rispetto per l'integrità dell'uva. (fig. 44).



Figura 44. Fasi di distacco, intercettazione, pulizia e scarico in tramoggia.

Per quanto concerne la pulizia del prodotto i dispositivi destinati a tal scopo generalmente aspiratori, due o quattro in funzione delle capacità orarie del mezzo, che aspirano la maggior quota possibile di fogliame accidentalmente a

inevitabilmente distaccato (fig. 45). Essi, comandati spesso dal quadro di comando, possono essere ubicati o sui nastri o sfruttando i salti di quota, in cui le foglie sono più facilmente separate in caduta. La delicatezza delle operazioni di pulizia è cruciale per evitare l'inavvertita asportazione di acini ma soprattutto mosto-libero che andrebbero ad incrementare le già non trascurabili perdite occulte della vendemmia meccanica. Difatti a tal proposito sono grandi gli interessi verso altri sistemi di separazione (separatori a griglia, gli sgranatori lineari, le diraspatrici, i tavoli di scelta a rulli) che consentono di ridurre le velocità degli aspiratori e congiuntamente mantenere un buon livello di pulizia del prodotto.



Figura 45. Schema dei dispositivi per la pulizia e il trasporto dell'uva.

Il prodotto così vendemmiato e pulito giunge quindi alle tramogge ribaltabili (fig. 46), (di capacità variabile da 1 a 2 m³ ciascuna), disposte quasi sempre ai lati della macchina in posizione da assicurare stabilità anche nei terreni in pendenza Sempre al fine di evitare pericolosi accumuli localizzati vengono solitamente concepite coclee ad azionamento elettrico alloggiate nelle tramogge.



Figura 46. Scarico del prodotto raccolto dalle tramogge della vendemmiatrice.

### 5.2 Vendemmiatrici a scuotimento verticale

Sicuramente meno diffuse delle cugine a scuotimento orizzontale in quando operanti su un numero molto ristretto di sistemi (Doppia cortina, Cordone libero mobilizzato e Cordone speronato mobilizzato), le macchine a scuotimento verticale sono molto meno frequenti sul territorio nazionale (circa 6-7% del parco macchine) ad eccezione di Veneto ed Emilia-Romagna.



Figura 47. Vendemmiatrice monofilare portata lateralmente a scuotimento verticale.

Nel panorama delle proposte si distinguono comunque modelli portati, montabili lateralmente alle trattrici, modelli trainati, poco diffusi per la complessità di movimentazione e modelli semoventi. (fig. 47, 48 e 49).



Figura 48. Vendemmiatrice monofilare a scuotimento verticale semovente.



Figura 49. Vendemmiatrice monofilare trainata a scuotimento verticale.

La testata di raccolta è qui costituita da aste retrattili che compiono un movimento verticale o più frequentemente una stella pivotante a testa folle sul proprio asse anch'essa con movimento alternativo verticale i quali trasmettono le oscillazioni alla vegetazione agendo sul filo maestro supportante il cordone o i tralci fruttiferi. Tale sistema consente una raccolta "indiretta" per il quale il prodotto viene distaccato per oscillazioni impartite non direttamente ai grappoli, preservandone notevolmente l'integrità e la qualità.



Figura 50. Testata di raccolta con stella pivotante.

Il numero e l'intensità delle sollecitazioni sono proporzionalmente correlati alla frequenza di battitura fino ad un valore soglia dove il movimento stella-cordone diviene disaccoppiato e non più solidale per un'eccessiva velocità dell'organo meccanico. La frequenza imposta al battitore non rispecchia a pieno il reale numero di sollecitazioni impresse alla vegetazione.

Tale problematica di risonanza è però maggiore garanzia di una preservazione della struttura anche in caso di errata esecuzione della vendemmia, grazie alla naturale limitazione della frequenza dei colpi.

L'organo deputato alla intercettazione della produzione distaccata è un nastro trasportatore che copre l'intera lunghezza del tunnel di raccolta (fig. 50) mentre la pulizia del prodotto è affidata anche questa volta ad uno o più ventilatori centrifughi, posizionati nel punto di passaggio dei nastri elevatori. Opzionale è la presenza di un organo stralciatore.

I nastri convogliano quindi il prodotto verso le tramogge di accumulo o ,ormai sempre meno diffuso, lo scarico su rimorchio esterno.

Oggi le vendemmiatrici verticali semoventi sono equipaggiate quasi esclusivamente con cingoli al posto delle normali ruote, assicurandone una miglior stabilità in qualsiasi condizione di terreno bagnato o con forti pendenze (fino al 45 %), una grande mobilità e facilità di manovra (fig. 51).



Figura 51. Vendemmiatrice semovente a cingoli.

### 5.3 Vendemmiatrici per vigneti a pergola e tendone

Come anticipato nel capitolo riguardante gli sviluppi della meccanizzazione della raccolta dell'uva, la vendemmia delle forme a tetto, tendone in primis e pergole, ha scartato l'ipotesi di raccolta mediante barre falcianti per orientarsi verso principi che utilizzassero lo scuotimento e non il taglio per il distacco della produzione pendente. In un primo momento furono ipotizzate macchine a cilindri vibranti, provvisti di lunghe appendici ad ago, con sollecitazioni ritmiche anche sostenute (770 cicli/minuto) alla parte aerea della pianta (Baldini et al, 2004).

Si è invece affermata la tipologia a pettini vibranti su un telaio semovente che attualmente è commercializzata solamente dalla ditta toscana Pulcinelli (fig. 52).

L'apparato di raccolta è costituito da pettini in materiale sintetico disposti ortogonalmente alla direzione di marcia della macchina collocati al di sopra di telaio rettangolare in piano orizzontale che funge da tramoggia per il convogliamento del prodotto. Tali bacchette, leggermente inclinate verso il retro della macchina rispetto alla verticale, sono dotate di moto vibratorio ad una frequenza che può raggiungere i 700 cicli al minuto ottenuti con motori elettici e movimenti eccentrici degli assi dei pettini.



Figura 52. Vendemmiatrice semovente per tendone.

Anche il telaio con funzione di tramoggia è dotato di moto oscillatorio (a più bassa frequenza), determinando il movimento dei pettini ad esso collegati, che si alzano ed abbassano alternativamente.

Come detto tale tramoggia convoglia il prodotto verso un nastro trasportatore dove le operazioni di pulizia sono al solito presiedute da una coppia di aspiratori per una rimozione delle foglie accidentalmente distaccate mentre un elevatore a nastro provvede infine a convogliare il prodotto verso un contenitore che segue la macchina, sia esso semovente o trainato dalla vendemmiatrice (chiaramente nel caso di una macchina autonoma il cantiere di lavoro prevede una persona a governare tale carrello, ma anche nel caso di mezzi trainati è consigliabile per una migliore gestione della vendemmia prevedere un aiuto al trattorista).

La regolazione della macchina è possibile grazie alle trasmissioni del moto del tutto idrauliche che provvedono alla variazione della frequenza di battitura, parametro principe insieme alla velocità di avanzamento per la discriminazione di diversi vitigni e diversi carichi produttivi. L'altezza di battitura è regolabile invece per mezzo di martinetti idraulici che operano sulla posizione verticale del telaio porta-pettini che rende l'altezza dei battitori variabile da 1,80 a 2,50 m.

Diversi sono poi gli accorgimenti utilizzati al mezzo per semplificare il lavoro al trattorista e rendere la macchina più adatta ad operare in situazioni non ottimali, come lo sterzo con idroguida, l' impianto di frenatura a bagno d'olio e il giunto a snodo sferico che collega anteriore e posteriore del veicolo.

## 6.4 Le regolazioni delle vendemmiatrici

La qualità e quantità di produzione raccolta è legata in maniera indissolubile dalle regolazioni delle macchine vendemmiatrici in funzione delle condizioni di campo: tale oculata valutazione rende la gestione della vendemmia meccanica non banale quanto possa sembrare in prima istanza, condizionando fortemente entità e qualità merceologica del prodotto. (Intrieri et al, 1990; Pezzi et al, 2005).

I principali parametri su cui è necessario intervenire ai fini di un più proficuo risultato sono:

- altezza di raccolta;
- numero dei battitori;
- distanza tra gli scuotitori;
- frequenza del battitore;
- ampiezza di oscillazione dei battitori;
- velocità di avanzamento;
- regolazione dei sistemi di pulizia;
- velocità dei nastri;
- regolazione della testata di raccolta.

L'altezza di raccolta ed il numero di battitori (10-20 circa), parametri tra essi collegati, si prefiggono il risultato di esplorare con gli organi interessati la fascia fruttifera lasciando spazio sufficiente all'apparato di intercettazione, e soprattutto riducendo al minimo le interazioni con la porzione di chioma strettamente vegetativa, al fine di contenere i danni ai germogli, e l'eccessiva defogliazione che andrebbe poi ad inficiare la pulizia del vendemmiato.

Altro parametro strettamente correlato alle condizioni, o più precisamente alle dimensioni della chioma, è la distanza tra gli organi scuotitori, che va dimensionata allo spessore, e densità della chioma, onde evitare eccessive rotture, nel caso di distanze insufficienti, o perdite di efficienza, nel caso di distanze eccessive.

La regolazione principe delle macchine vendemmiatrici rimane però la frequenza di battitura ovvero le sollecitazioni impresse alla parete vegetativa al minuto. Tale valore, che è solitamente compreso tra i 400 ed i 650 colpi/minuto è in parte correlata alla velocità di avanzamento, anche se non in maniera strettamente proporzionale. Difatti, la discriminante più importante al fine di scegliere la frequenza di battitura è il vitigno stesso e il grado di maturazione delle bacche, che a seconda di impronta genetica e avanzamento stagionale avrà un più alto o basso grado di resistenza al distacco dal pedicello. La motivazione dell'importanza di tale parametro è che influenza in modo diretto sia la resa della vendemmia, cioè la percentuale di prodotto effettivamente raccolto sul totale della produzione sia la sua qualità: infatti se una maggiore frequenza di battitura diminuisce la quota parte di acini che rimangono attaccati alla pianta al contempo aumenta il grado di ammostamento e con esso le perdite occulte di mosto che nebulizzato viene perso attraverso il sistema di pulizia con i ventilatori centrifughi. Aumentano inoltre il grado di defogliazione e il grado di danneggiamento dei germogli.

A questo proposito la regolazione dei ventilatori viene valutata in base alle condizioni del vendemmiato, cercando di ottenere il miglior compromesso tra il grado di pulizia desiderato e le perdite in mosto libero (che oltre a rappresentare una perdita diretta di produzione tende, quando depositato sulle foglie, a creare macchie necrotiche riducendo l'efficienza fogliare in post-raccolta).

Come accennato legata alla frequenza di battitura è legata la velocità di avanzamento che, oltre alle evidenti implicazioni in merito al tempo necessario al completamento della vendemmia stessa, è correlato anche a parametri tecnici quali distacco del prodotto, pulizia e carico dello stesso mantenendo al contempo un basso impatto sull'impianto. La velocità dei nastri di trasporto del vendemmiato varia in funzione della produttività del vigneto, seppur sempre monitorando il grado di ammostamento del prodotto, che tende ad aumentare a velocità di trasporto superiori.

Infine la regolazione della testata di raccolta assume grande importanza nell'agevolazione della raccolta soprattutto in condizioni non ideali con la possibilità di migliorare l'allineamento sul filare e la corrispondenza della fascia produttiva grazie allo spostamento indipendente in altezza delle diverse ruote per compensare pendenze trasversali o longitudinali.

Essendo i parametri molteplici, talvolta collegati tra loro, ed essendo molteplici le situazioni possibili nei vari appezzamenti, la possibilità di regolazione delle varie variabili in modo continuo ed istantaneo assume oggi un fattore di grande importanza e fornisce al guidatore i mezzi per una più efficiente e agevole gestione della vendemmiatrice potendo adeguare continuamente i parametri di raccolta alle situazioni in campo.

### 6.5 I modelli di vendemmiatrici attualmente in commercio in Italia.

Mentre nelle nuove ed emergenti realtà vitivinicole (California,la Nuova Zelanda e l'Australia) la vendemmia meccanica trova larghissima diffusione (in Australia oltre il 90% dei vigneti sono raccolti meccanicamente) in Europa, culla della viticoltura, la nazione con più vendemmiatrici è la Francia (23.000 per un totale di 900.000 ha vitati su comprensorio nazionale). L'Italia, nonostante esibisca quasi i 2/3 degli ettari vitati rispetto alle superfici transalpine (632.000 dal censimento Istat 2011), può vantare solamente un decimo di vendemmiatrici operanti per i motivi già anticipatamente riportati: ampio frazionamento aziendale, vigneti in terreni declivi e l'impiego di forme di allevamento tradizionali poco affini alla vendemmia meccanica.

In questo contesto è risultato fondamentale l'impulso dei costruttori che nei vari anni hanno saputo proporre sul mercato una serie di modelli, sempre migliori nella produttivita e nella capacita di rispettare l'integrità dell'uva e dei vigneti.

Il settore della vendemmia meccanica vede contendersi, almeno sul mercato, italiano una decina di costruttori. Anche se in termini numerici limitato, tale settore però è in rapida espansione con un parco macchine di fatto triplicato negli ultimi 3 lustri. Dato il più ampio spettro di utilizzo circa l'85% del mercato (che si stima poco al di sotto delle 200 unita annuali) viene coperto da vendemmiatrici a scuotimento orizzontale mentre le rimanenti quote vengono ripartite tra macchine a scuotimento verticale e scuotimento/pettinamento per la raccolta di pergole e tendoni.

La graduatoria, in ordine di fatturato, vede al primo posto la ditta Volentieri-Pellenc, seguita dalla New Holland-Braud, prima nella produzione delle semoventi, e dalla Gregoire. A distanza troviamo l'Alma e l'Ero. Nello scuotimento verticale il mercato e ripartito fra la ditta Tanesini Technology, la Paterlini e la Metal Gei, mentre nelle vendemmiatrici per pergole e tendoni l'unico produttore é la ditta Pulcinelli.

# III° PARTE PROVE SPERIMENTALI

### 7 – Obiettivi della ricerca, materiali e metodi

La presente ricerca vuole approfondire lo studio sulle potenzialità offerte dai sistemi di allevamento a Doppia Cortina (o GDC) e a Cordone Libero, nati per migliorare l'utilizzo delle macchine impiegate per la gestione dei vigneti.

Si tratta delle due forme di allevamento più significative per la meccanizzazione, una nata con la proposta della meccanizzazione stessa, la doppia cortina, l'altra più recente concepita per migliorare la funzionalità delle macchine nelle gestione dei vigneti allevati in parete. Entrambe però sono da considerarsi moderne in quanto negli anni sono state apportate delle modifiche che hanno determinato miglioramenti sia nella struttura dell'impianto che nella gestione ottenendo risultati sempre più positivi.

Per queste due forme d'allevamento la valutazione si è concentrata sugli interventi colturali che, a partire dagli anni '70, hanno determinato lo sviluppo di una forma di meccanizzazione specifica per il vigneto. In particolare sono stati considerati gli interventi di potatura secca, di gestione della chioma con spollonature, cimature, defogliazione e pettinatura (nella doppia cortina) e di vendemmia. Sono invece state tralasciati altri interventi che potremmo definire "tradizionali" come la gestione del suolo, la concimazione e la difesa antiparassitaria che ancora oggi in molti casi non presentano una adeguata specializzazione in quanto realizzate con macchine nate ed utilizzate anche per le colture frutticole.

Una maggiore attenzione è stata dedicata alla potatura invernale in quanto, oltre a essere l'intervento che richiede, dopo la vendemmia, il maggior impegno di manodopera, è attualmente la tecnica più controversa nelle modalità di esecuzione.

Nell'ultimo decennio la meccanizzazione di questo intervento incontra diversi sostenitori che, spinti dall'incremento del costo della manodopera specializzata e dalla difficoltà a reperirla, vedono nelle macchine specializzate per questo intervento una possibile soluzione tecnica ed economica. Nel nostro territorio la potatura meccanica, utilizzata nei vigneti allevati a cordone permanente, si identifica quasi sempre con un intervento di prepotatura a cui segue la potatura manuale per una precisa selezione degli speroni. Il risultato che si ottiene è molto vicino al tradizionale intervento solo manuale, con un discreto risparmio economico rispetto a quest'ultimo. Le possibilità di maggiori livelli di meccanizzazione che possono ridurre con più evidenza i costi di produzione sono praticamente inutilizzati per il timore di compromettere la risposta vegeto-produttiva delle viti e la durata degli

impianti. Un maggiore livello di meccanizzazione potrebbe essere particolarmente adatto alle forma d'allevamento a cordone libero e doppia cortina.

Le prove sono state svolte in vigneti differenti realizzando gli interventi a macchina, anche con livelli di meccanizzazione crescenti, confrontandoli poi con gli stessi interventi eseguiti manualmente. Per ogni operazione svolta sono stati considerati tempi necessari, la qualità del lavoro svolto e la risposta agronomica delle piante. Infine i risultati sono stati sintetizzati in una valutazione economica utile a fornire rapidi giudizi di scelta.

### 7.1 I vigneti

La ricerca è stata svolta principalmente nel vigneto sperimentale Plicotto, dell'azienda Terre Naldi, situata nel Comune di Faenza (RA), in località Tebano, dove ha luogo una parte delle attività, del terzo anno del corso di Laurea triennale in Viticoltura ed Enologia che ha sede a Cesena.



Figura 53. Vigneto sperimentale Plicotto dell'azienda Terre Naldi

Nel vigneto Plicotto è stato impostato un campo dimostrativo a partire dal 2008, in cui differenti vitigni allevati con le principali forme meccanizzabili (doppia cortina, cordone libero, cordone speronato), vengono gestiti con differenti modalità di

potatura. In particolare il vigneto presenta 7 filari di chardonnay di cui 4 allevati a cordone libero e 3 allevati a doppia cortina. In questi filari nel periodo 2012-2014 sono state eseguite le prove di potatura secca, spollonatura, cimatura, defogliazione, pettinatura, e raccolta, realizzando ogni intervento sia attraverso l'utilizzo delle macchine che manualmente.

Le caratteristiche del vigneto sono elencate in tabella 5. Il terreno ha una giacitura pianeggiante ed orientamento Est-Ovest.

Vigneto	Chardonnay	Chardonnay
PLICOTTO	DC	CL
Clone	130 SMA	130 SMA
Portinnesto	SO4	S04
Anno impianto	2001	2001
Sesto d'impianto (m)	$4.0 \times 0.8$	2,5 x 1,1
Lunghezza filari (m)	235	235
Pendenza	Assente	Assente
tessitura del terreno	Medio-impasto	Medio-impasto

Tabella 5. Caratteristiche del vigneto Plicotto

Oltre al vigneto Plicotto è stato utilizzato, sempre nella stessa azienda, in località Casetta, un altro vigneto di trebbiano romagnolo, allevato a doppia cortina, per approfondire l'indagine sulla di potatura invernale. Le caratteristiche del vigneto sono elencate in tabella 6.

La prova ha lo scopo di verificare la validità operativa ed agronomica di livelli di meccanizzazione crescenti della potatura del Trebbiano romagnolo, al fine di individuare la tecnica più opportuna per tale vitigno.

Le file scelte per la prova hanno una lunghezza di circa 300 m, orientati NS e con distanze di impianto di 4x1.

CASETTA	Trebbiano DC
Clone	TR10
Portinnesto	SO4
Anno impianto	2001
Sesto d'impianto (m)	4,0 x 0,8
Lunghezza filari (m)	235
Pendenza	Assente
tessitura del terreno	Medio-impasto

Tabella 6. Caratteristiche del vigneto Casetta

Infine sono stati eseguiti alcuni rilievi di pettinatura sulla doppia cortina nell'azienda Carrelli di Castelbolognese dove è stato utilizzato un prototipo di pettinatrice meccanica recentemente progettato per questo intervento. La macchina è stata controllata sul vitigno Trebbiano romagnolo.

Le caratteristiche del vigneto sono elencate in tabella 7.

Azienda Carrelli	Trebbiano DC
Clone	TR10T
Portinnesto	Kober5bb
Anno di impianto	2008
Sesto di impianto	4x1
Lunghezza filari	235
Pendenza	Assente
Tessiturra	Medio impasto

Tabella 7. Vigneto dell'azienda Carrelli.

### 7.2 Macchine utilizzate

Le macchine utilizzate di tipo portato o trainato sono state collegate quasi sempre al trattore Fendt 211Vario 110CV 81kW le cui caratteristiche tecniche principali sono riportate in tabella 8.

In pochi casi è stato usato anche il trattore Landini 6560L.

Fendt 211Vario	Caratteristiche tecniche
Potenza massima (kW)	81
N°cilindri/raffreddamento	3 / acqua
Cilindrata (cm³)	3300
Coppia max (g/min)	448
Riserva di coppia (%)	42
Tipo di cambio	Trasmissione a variazione continua
Velocità massima (km/h)	40
Pressione circuito idraulico (bar)	200
Freni integrali con doppia trazione	Innesto automatico doppia trazione
Freno posteriore	A bagno d'olio
Massa complessiva (kg)	7000
Carreggiata anteriore (m)	1,69
Carreggiata posteriore (m)	1,66

Tabella 8. Caratteristiche tecniche del trattore utilizzato nelle prove.

#### 7.2.1 Potatrice

La potatrice utilizzata per la prova di potatura secca, sia nel vigneto è stata in entrambe i vigneti (Plicotto e Casetta) è il modello "Trimmer" della Tanesini Technology. La potatrice è stata adattata alle due forme di allevamento utilizzando, a seconda dei casi, 3 o 4 barre falcianti a una lama oscillante e controlama fissa.

Per la potatura della doppia cortina la potatrice è stata configurata disponendo per il due barre orizzontali per il taglio sopra e una sotto il cordone, mentre una terza barra viene disposta verticalmente per operare il taglio lungo l'interfilare (fig.54). Infine una quarta barra scavallante viene disposta verticalmente all'interno della cortina per operare il taglio dei tralci disposti verso l'interno del filare.



Figura 54. Potatrice a quattro barre falcianti su doppia cortina.

La configurazione della potatrice per la potatura del **cordone libero** è invece costituita da due barre verticali che operano il taglio ai due lati del cordone, e una barra orizzontale che opera il taglio degli speroni all'altezza prestabilita.

Il modello utilizzato è monolaterale, per cui si è operato esclusivamente su di un lato del filare realizzando così due passaggi per filare configurando la potatrice con una barra verticale ed una orizzontale. Le caratteristiche tecniche della potatrice sono elencate in tabella 9.

<b>Potatrice Trimmer</b>	Caratteristiche tecniche
Peso (kg)	200 – 320 a seconda degli accessori
Porta olio (l/min)	30 attacchi rapidi
Attacco alla tratrice	Parte anteriore
Movimenti idraulici	Brandeggio altezza corsa 800
Regolazione barre	Manuale
Movimento lame	Barra monolama idraulica
Azionamento lame	Manuale o elettrico
Accessori	Barre orizzontali mobili con rotelle, prolunghe barre,
	stralciatore.

Tabella 9. Caratteristiche tecniche della potatrice "Trimmer" usata nelle prove.

Per le operazioni pre-potatura meccanica con rifinitura contemporanea con forbici pneumatiche, è stato collegato un carro agevolatore (lunghezza 2,50 m, larghezza 1,40 m), trainato posteriormente dalla trattrice (tesi M+C). Sul carro hanno eseguito l'intervento di potatura due operatori, utilizzando forbici pneumatiche (Campagnola Star).



Figura 55. Forbice pneumatica CAMPAGNOLA "Black star"

Il carro, prodotto sempre dalla Tanesini Technology, dispone di ringhiere perimetrali di sicurezza, di regolazioni dell'altezza e del disassamento laterale e di un sistema centralizzato per l'erogazione d'aria compressa, (compressore da 500 litri) impiegato per l'attuazione delle cesoie pneumatiche.

# 7.2.2 Spollonatrice

Per la prova di spollonatura, è stata utilizzata la spollonatrice Desucker con doppio elemento, portata posteriormente (fig. 56), in entrambe le forme di allevamento. Le caratteristiche tecniche della macchina sono elencate in tabella10.

Spollonatrice Desucker Doppia	Caratteristiche tecniche
Dimensioni (cm)	145 x 200
Peso (kg)	310
Portata olio (l/min)	30
Attacco alla trattrice	Posteriore
Altezza di lavoro (m)	0,50 – 1,50
Telaio	A parallelogramma con spostamento laterale del
	rotore 90cm. Inclinabile longitudinalmente.

Tabella 10. Caratteristiche tecniche della Spollonatrice "Desucker Doppia".



Figura 56. Spollonatrice doppia Desucker utilizzata nelle due forma di allevamento.

### 7.2.3 Cimatrice

La Cimatrice utilizzata per gli interventi di cimatura nella prova è costituita da una serie di attrezzature montate sulla colonna Trimmer, presentante le caratteristiche tecniche elencate in tabella 11. Nel cordone libero è stato effettuata la cimatura con due barre, con disposizione a L rovesciata (fig. 57), mentre nella doppia cortina le barre sono sempre due ma disposte ad L dritta.

<b>Cimatrice Trimmer</b>	Caratteristiche tecniche
Peso (kg)	da150 a 200
Portata olio	25
Attacco alla tratrice	Parte anteriore frontale
Campo di lavoro	da 0 a 3m di altezza
Bilama verticale	da 1,6 a 2,0m
Bilama orizzontale da	0,7 – 1,0m
convogliatore	
	Comandi elettroidraulici per varie funzioni, lunghezze
Accessori	diverse delle barre e del top, martinetto idraulico sul
	top per l'inclinazione a 90°

Tabella 11. Caratteristiche tecniche della cimatrice "Trimmer" usata nelle prove



Figura 57. Cimatura cordone libero.

# 7.2.4 Defogliatrice

La prova di defogliazione è stata eseguita con Defogliatrice pneumatica ad aspirazione Plucker, montata alla trattrice anteriormente, su una colonna modello trimmer (fig. 58). Le caratteristiche della macchina sono elencate in tabella 12.



Fig. 58 Defogliatrice pneumatica Plucker utilizzata in prova.

Defogliatrice Pluker	Caratteristiche tecniche
Peso (kg)	200
Portata olio (l/min)	30
Attacco alla trattrice	Parte anteriore
Attacchi rapidi	NV½
Movimenti idraulici	Brandeggio-altezza defogliatore-Rotazione 180°
	Inclinazione bocca di aspirazione max 45°
Movimento girante	Idraulico

Tabella 12. Caratteristiche tecniche del Defogliatore Plucker usato nelle prove.

## 7.2.5 Prototipo di Pettinatrice per doppia cortina

Allo scopo di ridurre i tempi necessari per la pettinatura, i proprietari dell'Azienda Carrelli hanno progettato e costruito, in collaborazione con la ditta Vulcano di Faenza, una macchina pettinatrice che, sin dalle prime osservazioni e dai primi rilievi eseguiti nel 2013, si è rivelata estremamente efficace. La pettinatrice è in grado di operare su una cortina per volta ed è sorretta dal medesimo telaio utilizzato per altre macchine, quali pre-potatrice, cimatrice e defogliatrice, montato anteriormente alla trattrice. La macchina (fig. 59), presenta 2 ventole assiali dotate di convogliatore, per concentrare il flusso d'aria e aumentarne la velocità. Le ventole prevedono un azionamento idraulico, per controllare l'intensità del flusso d'aria, e regolazioni elettroidrauliche per gestire il posizionamento e l'orientamento dei diffusori.



Figura 59. Prototipo di Pettinatrice Meccanica.

Durante l'intervento le ventole sono collocate a circa 1-1,2 m sopra la doppia cortina, con il diffusore orientato verso l'interfilare, in modo da indirizzare il flusso d'aria sui germogli e ripiegarli verso l'esterno. Il flusso d'aria creato dalle ventole, che raggiunge velocità di punta di 20 m/s, consente anche di staccare i viticci dai fili dei divaricatori e di far passare sotto di essi la maggior parte dei germogli più piccoli, cresciuti tra le 2 cortine. Prima che i germogli possano tornare nella posizione originaria, passano sotto a un telo montato sul fianco della trattrice, di peso e altezza regolabili, che esercita una pressione modulabile e ne stabilizza la posizione. L'intervento della pettinatrice avviene dopo l'apertura dei braccetti divaricatori, dalla

presenza dei quali non può comunque prescindere, quando i germogli raggiungono una lunghezza di circa 100-120 cm e tendono in parte a inclinarsi verso l'interno, nello spazio tra le 2 cortine.

La struttura di sostegno della macchina porta anche un pannello di circa 2 m, posizionato verticalmente al centro dell'interfila, che frenando il flusso d'aria prodotto dalle ventole ne impedisce l'interazione con i germogli della cortina adiacente.

#### 7.2.6 Vendemmiatrici

La vendemmia è stata eseguita utilizzando due macchine: la vendemmiatrice trainata modello *LS* della ditta *ERO* nel cordone libero e la vendemmiatrice semovente modello *VT SC*, della ditta *Tanesini Technology* nella doppia cortina.

La **vendemmiatrice** *LS*, a scuotimento orizzontale (fig. 60), è di tipo trainato e può essere abbinata con trattori da 70-80 kW. L'avanzamento della macchina è basato su una trasmissione idrostatica (*Load Sensing Sistem*) che consente di attivare le ruote in funzione dello sforzo di traino misurato al gancio di traino. Il sistema permette inoltre di mantenere costanti i parametri delle componenti operative (battitori, ventilatori e nastri) indipendentemente dal carico di lavoro gravante sulla trazione alle ruote.



Figura 60. Vendemmiatrice trainata Hero LS.

La macchina presenta una larghezza di 2,55 m, una lunghezza di 2,90 m e un'altezza di scavalcamento massimo di 3,30 m. L'organo battitore è costituito da una doppia

serie di aste ricurve (massimo 10 per lato) che possono essere montate su una ampiezza di 1,5 m. Il battitore può operare con un'ampiezza delle oscillazioni regolabile da 50 mm a 100 mm e con una frequenza variabile sino a 12 Hz. La struttura d'intercettazione del prodotto è formata da una serie di scaglie retrattili posizionate nella parte basale, che si aprono e si chiudono in corrispondenza delle viti e dei pali di sostegno. Queste scaglie distribuiscono il prodotto su due nastri trasportatori laterali che lo scaricano su due tramogge anteriori. In ciascuna linea di trasporto è presente uno stralciatore e un ventilatore centrifugo per l'eliminazione dei tralci e delle foglie. Il controllo e le regolazioni della macchine viene effettuato dal posto di guida del trattore mediante un pannello di comando. La macchina dispone di due tramogge di carico laterali, ciascuna con una capacità di carico di 1,5 m3.

Il pannello di controllo ergonomico raggruppa tutti i comandi, inoltre le otto funzioni di regolazione del telaio sono raggruppate su una monoleva multifunzione. Lo svuotamento vasche può essere comandato mediante pulsantiera mobile sul posteriore della macchina.

La **vendemmiatrice** *VT SC* (fig. 61), a scuotimento verticale, dispone di trasmissioni idrostatiche ed elettroidrauliche, monta un motore da 120 kW ed ha una massa di circa 6500 kg. La struttura presenta una larghezza di 2,5 m ed una larghezza di 5,3 m. Il battitore, regolabile in quota da 1,4 a 2,0 m, è costituito da una stella con 6 raggi inclinati dal diametro di 0,7 m. Il suo movimento presenta un'ampiezza d'oscillazione è di 0,15 m e una frequenza variabile da 0 a 11 Hz.



Figura 61. Vendemmiatrice semovente VT SC Tanesini Tecnology.

La struttura d'intercettazione del prodotto distaccato è costituita da una nastro trasportatore basale, che interessa tutta la lunghezza della macchina. Il trasporto del prodotto raccolto viene completato da altri due nastri con listelli trasversali: uno posteriore, l'altro laterale che completa la risalita verso la tramoggia di raccolta. Nel punto di passaggio fra questi due nastri sono posizionati un ventilatore centrifugo ed uno stralciatore per allontanare le foglie e i tralci distaccati. La tramoggia di carico è posizionata anteriormente ed ha una capacità di 4 m<sup>3</sup>. La postazione per l'operatore e i comandi di guida e regolazione sono situati nella parte alta della macchina in prossimità del battitore, per favorirne il corretto posizionamento e funzionamento.

# 7.3 – Impostazione delle prove

Le operazioni considerate sono state seguite tutte nel vigneto Plicotto durante il triennio 2012-2014, ad eccezione di una prova seguita nel vigneto Casetta e di un'altra prova di pettinatura seguita nell'az. Carrelli solo nel 2014. Tutti gli interventi sono stati svolti sia meccanicamente che manualmente controllando i tempi necessari e, quando possibile, la qualità del lavoro svolto per poter formulare una valutazione economica finale. I tempi di lavoro sono stati rilevati su uno o più filari, mentre gli interventi manuali sono stati controllati in porzioni di filare di circa 50 m, eccezion fatta per l'operazione di potatura manuale in cui è stato considerato un intero filare. Gli interventi sono stati esaminati in maniera differente a seconda dell'importanza che, per tempi, costi e modalità di esecuzione, possono assumere nell'ambito colturale. Particolare attenzione è stata dedicata alle operazioni di potatura invernale e di vendemmia. Per la potatura secca sono state considerate differenti modalità d'esecuzione e le valutazioni sono state estese anche alle risposte vegeto produttive delle piante. Inoltre per questa operazione è stato seguito nel 2013 anche un campo sperimentale in cui il trebbiano romagnolo viene sottoposto a tecniche similari a quelle adottate nel vigneto Plicotto. Per la vendemmia, in cui sono state utilizzate due differenti vendemmiatrici, i rilievi hanno interessato principalmente la qualità del lavoro svolto e le perdite di produzione, per gli effetti che possono determinare sui costi indiretti di realizzazione.

 La prova di potatura secca nel vigneto Plicotto è stata quella maggiormente articolata per vigneti interessati e livelli meccanizzazione applicati.
 Lo studio è stato effettuato sulle varietà Chardonnay allevata a cordone libero e doppia cortina per valutare la validità funzionale e il vantaggio economico della meccanizzazione applicata a queste due forme di allevamento. Nel corso del tre anni sono stati svolti i rilievi sull'operatività e sulla qualità del lavoro dei cantieri esaminati e sulla risposta produttiva delle piante.

In tutti gli interventi le valutazioni sono state condotte sia meccanicamente che manualmente controllando i tempi necessari e, quando possibile, la qualità del lavoro svolto. I tempi di lavoro sono stati ricavati in più filari, mentre gli interventi manuali sono stati rilevati in porzioni di filare di circa 50 m, eccezion fatta per l'operazione di potatura manuale in cui è stato considerato un intero filare.

Ogni tesi è stata eseguita per un intero filare, lungo circa 235 m, individuando per ognuna delle tre file in prova di Chardonnay allevato a cordone libero, 3 blocchi di 8 piante, per un totale di 24 piante per fila. Nelle 3 tesi di Chardonnay allevate a doppia cortina sono stati individuati 3 blocchi di 10 piante, per un totale di 30 piante per fila. I tre blocchi sono stati individuati lungo la fila, scegliendo piante contigue di media vigoria, disponendo il primo blocco nella parte iniziale della fila, il secondo in posizione centrale e il terzo nella parte finale del filare.

Nel vigneto Plicotto, oltre alla prova di potatura secca, sono state eseguite anche prove di spollonatura, cimatura, defogliazione e raccolta, in cui l'operatività delle macchine è stata messa a confronto con gli interventi eseguiti manualmente.

Nella prova di vendemmia, sono state impiegate due vendemmiatrici, una a scuotimento orizzontale per il cordone libero, e una a scuotimento verticale per la doppia cortina.

- Nel vigneto Casetta è stata seguita un'ulteriore prova di potatura secca, simile alla prova eseguita nel vigneto Plicotto, con la differenza di essere eseguita su un vitigno diverso (Trebbiano) e di presentare una modalità di potatura meccanica aggiuntiva da valutare.
- Nel vigneto dell'az. Carrelli è stata seguita una prova di gestione della chioma attraverso la pettinatura meccanica della doppia cortina, con un prototipo di macchina progettato e realizzato dai proprietari dell'azienda.

## 7.3.1 Prove di potatura invernale

In ciascuna delle due forme d'allevamento sono state realizzate e valutate le seguenti modalità di potatura:

- 1. **potatura meccanica** (tesi M) intervenendo esclusivamente con la potatrice. Per controllare il carico di gemme complessivo e stimolare un congruo rinnovamento.
- 2. **pre-potatura meccanica e rifinitura manuale contemporanea** (tesi M+C), utilizzando il carro di agevolazione con due operatori dotati di forbici pneumatiche e prevedendo una velocità d'avanzamento costante, scelta in relazione alla densità dei tagli da effettuare.
- 3. **potatura manuale** (tesi m), realizzata da operatori che procedevano a piedi ed utilizzavano forbici manuali. Rappresenta la tesi tradizionale di riferimento.

In ogni tesi sono stati rilevati i tempi di lavoro, il risultato della potatura e la risposta vegetativa e produttiva delle piante. I tempi di lavoro dei cantieri meccanici sono stati rilevati misurando la velocità effettiva, i tempi di percorrenza lungo i filari di 235 m e i tempi necessari alle svolte e alle manovre per il passaggio da un filare all'altro. Questi elementi hanno consentito di ricavare il rendimento d'impiego e, conseguentemente, di calcolare la produttività oraria. Per gli interventi manuali di potatura a terra (tesi m) è stata misurata la velocità media degli operatori e la produttività è stata calcolata considerando un rendimento d'impiego pari al 95%. Durante la potatura è stato inoltre registrata la frequenza di taglio degli operatori impegnati nelle varie tesi. Successivamente sono stati verificati i danni prodotti dalla potatura meccanica individuando nelle piante utilizzate per i rilievi vegeto produttive sotto indicati gli speroni danneggiati, differenziando quelli che presentavano danni lievi che in genere non compromettono la futura produzione(tagli irregolari o fenditure superficiali) da quelli gravi che possono compromettere parzialmente o completamente la produzione (scosciature o fenditure profonde).

I parametri vegetativi e produttivi sono stati rilevati in ciascuna forma d'allevamento su 30 piante suddivise in 3 ripetizioni distribuite in maniera uniforme lungo i filari.

- I parametri misurati sono stati:
  - numero di speroni per pianta;numero di gemme per sperone;
  - carico di gemme per pianta;
  - germogliamento delle gemme;
  - fertilità dei germogli;

- produzione e caratteristiche delle uve alla raccolta (produzione e numero di grappoli per pianta, peso medio dei grappoli e degli acini)
- analisi di laboratorio delle uve (brix, pH, ac. totale).

Allo scopo di fornire un ulteriore elemento di valutazione della potatura meccanica rispetto a quella manuale, vengono riportati i risultati ottenuti esaminando le caratteristiche fisico-meccaniche con un Texture Analyser delle uve vendemmiate nel 2011 nel vigneto allevato a doppia cortina.

Inoltre nel 2013 è stata seguita anche una prova di potatura similare nel vigneto Casetta sul vitigno Trebbiano Romagnolo allevato a doppia cortina, che rientra in un programma sperimentale pluriennale seguito dal Prof. Fabio Pezzi e dalla Prof.ssa Ilaria Filippetti dell'Università di Bologna.

Questa prova, che ripete in gran parte l'impostazione precedente, è stata seguita in quanto analizza anche una quarta modalità di potatura e può offrire una visione degli effetti della potatura meccanica anche su un vitigno come il trebbiano romagnolo che presenta una differente fertilità delle gemme basali rispetto allo Chardonnay.

## Le 4 tesi in questa prova sono:

- 1. **potatura manuale** (tesi m). Intervento realizzato da operatori che procedono a piedi con forbici manuali. La tipologia di potatura prescelta prevede circa 7 speroni con 4 gemme per ogni metro di cortina, previlegiando le posizioni sul cordone permanente rivolte in basso o verso l'interfilare;
- 2. **pre-potatura meccanica e rifinitura manuale** (tesi M+m). Intervento meccanico seguito successivamente da quello degli operatori che procedono a piedi con forbici manuali. In questo caso la potatrice esegue il taglio alla lunghezza definitiva, mentre gli operatori devono poi solo diradare gli speroni con uno schema analogo a quello della tesi m;
- 3. **pre-potatura meccanica e rifinitura manuale contemporanea su carro** (tesi M+C). Intervento completato in un unico passaggio, collegando alla trattrice che porta la potatrice un carrello agevolatore su cui vengono portati gli operatori. Nell'anno 2013 sono stati utilizzati 2 operatori muniti di forbici pneumatiche, mantenendo una velocità d'avanzamento di lavoro abbastanza sostenuta per non penalizzare troppo la produttività della potatrice. Di conseguenza la qualità della rifinitura manuale è prevista meno precisa rispetto alle due tesi precedenti;
- 4. **potatura meccanica integrale** (tesi M). Intervento eseguito esclusivamente con la potatrice realizzando un taglio dei tralci ad una lunghezza di circa 15 cm.

Sia la potatrice che il carro impiegati nella prova sono uguali a quelli utilizzati nella prova Plicotto per la potatura della cv Chardonnay allevato a doppia cortina, cioè il modello "trimmer" prodotto dalla Tanesini Technology, monolaterale, quindi in ciascun filare sono stati realizzati due passaggi, con quattro barre falcianti, due orizzontali per eseguire i taglio sopra e sotto il cordone e due verticali, di cui una scavallante, per eseguire i tagli laterali.

I tempi di lavoro sono stati rilevati come nella prova prima descritta e le produttività sono state calcolate ipotizzando la stessa lunghezza di 235 m dei filari del vigneto plicotto. Anche i rilievi vegeto produttivi, realizzati dal gruppo di lavoro della prof.ssa Filippetti, ripetono quelli prima elencati e sono stati fatti su 20 piante per ciascuna tesi.

### 7.3.2 Prove di gestione della chioma

La meccanizzazione degli interventi necessari per il controllo della vegetazione nella fase primaverile-estiva, è certamente il settore più dinamico ed in espansione del comparto viticolo. L'introduzione di spollonatrici, cimatrici, legatrici e defogliatrici consente di alleggerire la gestione dei vigneti da lavori semplici, ma monotoni, lunghi e costosi. Non è secondaria anche l'influenza che queste macchine hanno sugli aspetti agronomici per la precisione di cui sono capaci e per la celerità degli interventi, realizzabili quindi in epoche ottimali.

Inoltre la gestione meccanizzata di queste tecniche spesso interagisce positivamente con altre operazioni, come ad esempio il controllo delle infestanti sotto il filare, la difesa antiparassitaria e la raccolta.

Le prove di gestione della chioma sono state le seguenti:

- prove di spollonatura
- prove di cimatura
- prove di defogliazione
- prova di pettinatura

## Prove di Spollonatura

Nei tre anni di prova la spollonatura è stata eseguita quando i succhioni avevano ancora un diametro medio contenuto (4-6mm), una lunghezza di circa 30-35cm, e una ridotta resistenza alla scosciatura. Su entrambe le forme d'allevamento la

spollonatura meccanica è stata eseguita con un doppio passaggio per filare e il lavoro è stato completato con una rifinitura manuale eseguita dopo qualche giorno.

La spollonatura è stata eseguita nella prima metà di maggio e ripetuta dopo circa 15-20 giorni, su entrambe le forme di allevamento. L'intervento eseguito solo manualmente è stato sempre realizzato con un solo operatore che completava l'esecuzione sul filare con un solo passaggio.

Come indicato per le prove di potatura i tempi di lavoro dei cantieri meccanici sono stati rilevati misurando la velocità effettiva e i tempi necessari alle svolte e alle manovre per il passaggio da un filare all'altro. Da questi elementi è stato ricavato il rendimento d'impiego e la produttività oraria. Per gli interventi manuali, eseguiti per realizzare integralmente le spollonatura o per rifinire l'intervento meccanico, è stata misurata la velocità d'avanzamento degli operatori ed è stato considerato un rendimento d'impiego del 95% per ricavare la produttività oraria.

### Prove di Cimatura

La cimatura meccanica è stata eseguita con due passaggi per filare, utilizzando la cimatrice con due barre posizionate ortogonalmente fra di loro. Nel caso del cordone libero queste realizzavano il taglio laterale e quello superiore del filare, mentre nel caso della doppia cortina realizzavano il taglio laterale e quello basale, vicino al terreno, di una singola cortina.

Nei due vigneti gli interventi sono stati differenziati per rispondere alle diverse esigenze delle due forme di allevamento: il primo intervento di spuntatura minima è stato effettuato in pre-fioritura, un secondo passaggio è stato eseguito in fase di inizio fioritura, per rendere più omogenea la cimatura raggiungendo anche i germogli non spuntati nel primo passaggio. La terza cimatura eseguita in post-allegagione, mentre l'ultimo passaggio è stato effettuato in fase di maturazione.

Sulla doppia cortina sono state eseguite due cimature, una in fase di inizio fioritura e la seconda in post-allegagione.

L'esecuzione manuale è stata eseguita nelle stesse epoche e su entrambi i lati dei filari dei vigneti.

Per le due modalità di lavoro i tempi e la produttività sono stati rilevati come indicato in precedenza.

## Prove di Defogliazione

Per la prova di defogliazione è stato eseguito un solo intervento in post fioritura, agendo solo sulla fascia produttiva con una riduzione della copertura vegetale del 30-50%. Questo intervento ha favorito l'esposizione e l'arieggiamento delle infiorescenze e ha aumentato l'efficienza dei trattamenti fitosanitari (tignola, botrite,

peronospora). L'intervento ha avuto principalmente lo scopo di condizionare l'allegagione portando alla formazione di grappoli più piccoli e spargoli, capaci di migliorare l'efficacia della successiva difesa fitosanitaria. Il rilievo dei tempi di lavoro delle macchine e degli interventi manuali ha seguito le metodiche prima citate.

### Prove di pettinatura

Come già indicato le prove di pettinatura meccanica della doppia cortina sono state seguite presso l'azienda Carrelli di Castelbolognese (RA) nel solo 2014.

La prova realizzata in un vigneto di Trebbiano romagnolo. La gestione della chioma ha previsto una cimatura meccanica precoce, che ha interessato gli apici dei germogli per pochi centimetri, a cui ha fatto seguito l'apertura dei divaricatori.

La pettinatura meccanica è stata eseguita alla velocità di 2,5 km/ora, comprendendo anche un passaggio veloce a mano per il riposizionamento dei fili di pettinatura in modo da raccogliere correttamente anche i germogli non intercettati col precedente passaggio in quanto ancora troppo piccoli.

Per contro, nei filari gestiti senza l'impiego della pettinatrice la gestione prevede una cimatura meccanica precoce, seguita dall'apertura dei divaricatori e dalla pettinatura manuale eseguita da operatori su piattaforma semovente.

#### 7.3.3 Prove di vendemmia

La valutazione dell'efficienza della raccolta meccanica, è stata effettuata utilizzando due vendemmiatrici: una a scuotimento verticale per la doppia cortina e una vendemmiatrice a scuotimento orizzontale per il cordone libero. In entrambi i vigneti la raccolta è stata anche eseguita manualmente.

I rilievi di ciascuna vendemmia meccanica sono stati realizzati su porzioni di vigneto di 24 m replicati 3 volte. Per definire con precisione la superfici raccolta prima dell'intervento è stata raccolta manualmente l'uva all'estremità di ciascuna base per circa 1,5 m. Il giorno stesso della raccolta sono state effettuate le principali determinazioni chimiche della produzione (°Brix, acidità e pH).

Prima di ogni intervento, al di fuori della base di lavoro sono state eseguite prove preliminari per scegliere le regolazioni migliori da utilizzare successivamente e sono state prelevate le foglie su alcune piante per determinarne l'umidità.

Nelle base di lavoro durante o immediatamente dopo la vendemmia sono stati rilevati i seguenti parametri:

- velocità di lavoro:
- frequenza del battitore;
- condizioni dell'uva raccolta (ammostamento, presenza di residui vegetali);
- produzione raccolta;
- perdite visibili (uva non distaccata o caduta a terra);
- perdite occulte (mosto che bagna le foglie rimaste sulle piante o espulse dai sistemi di pulizia).

Sono inoltre stati misurati i tempi durante le fasi di svolta tra un filare e l'altro e durante le fasi di scarico delle vendemmiatrici per ricavare i rendimenti d'impiego e la produttività delle macchine.

Dopo ogni intervento è stato valutato il maltrattamento provocato dalla vendemmia meccanica sulla produzione (grado di ammostamento) e sulle piante (entità della defogliazione). Il grado di ammostamento è stato valutato separando per sgrondatura, in 30 minuti, l'intero quantitativo di uva raccolta, mentre la presenza di tralci e foglie è stato rilevato separando queste componenti in un campione di circa 30 kg di uva raccolta.

Il grado di defogliazione è stato calcolato raccogliendo e pesando tutte le foglie rimaste su due piante dopo la raccolta e confrontando il valore ottenuto per pianta con quello analogo rilevato prima della raccolta, seguendo la seguente formula:

$$D = \frac{(Fi - Ff)}{Fi} x 100$$

dove:

D è la defogliazione percentuale;

 $F_i$  è il peso medio della massa fogliare di una pianta prima della raccolta;

 $F_f$ è il peso medio della massa fogliare di una pianta dopo della raccolta.

Sono state anche quantificate le perdite visibili (prodotto non distaccato e/o caduto a terra) e le perdite "occulte" (mosto aderente alla vegetazione e disperso dal sistema pneumatico di pulizia).

Le perdite dovute all'uva non distaccata dalla pianta sono state misurate pesando al netto dei raspi tutti i grappoli rimasti sull'intera base, mentre il prodotto caduto a terra è stato raccolto con un telo di plastica di 5 m posizionato a terra sotto il filare.

Il mosto sulla vegetazione è stato determinato mediante la misura dell'umidità delle foglie prima e dopo la raccolta corretto con il °Brix rilevato secondo la seguente equazione:

$$M = F - \frac{U - F (1 - a_m)}{(a_m - a_f)}$$

dove:

Mè il mosto perso (g);

F è la massa delle foglie bagnate con il mosto, dopo il passaggio della vendemmiatrice (g);

U è la sostanza secca di F (g);

 $a_m$  è la frazione d'acqua del mosto;

 $a_f$  è a frazione d'acqua delle foglie prima della vendemmia.

Le perdite ai ventilatori sono state rilevate intercettando, durante la raccolta, il flusso in uscita dal ventilatore (foglie bagnate di mosto e mosto libero) con un sistema permeabile all'aria costituito da una rete a maglia stretta (3 mm) inserita in un sacco di iuta. Il mosto aderente alle foglie raccolte dalla rete è stato quantificato secondo il metodo sopra descritto, mentre quello libero, assorbito dal sacco, è stato misurato per differenza di ponderale del sacco prima e dopo la raccolta.

#### 7.3.4 Valutazione economica

Per ogni intervento considerato è stata effettuata una valutazione economica per determinare i costi d'esecuzione e individuare la convenienza fra la modalità d'esecuzione manuale o meccanica. La valutazione è stata condotta basandosi sul 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). Il calcolo del costo orario di esercizio delle macchine è stato ricavato dagli elementi economici riportati nelle tabelle 13 e 14.

Elementi economici	Valori
Prezzo di listino – PL (€)	
colonna porta attrezzi	4.000
kit potatrice 4 barre	6.000
kit potatrice 3 barre	5.000
kit cimatura 2 barre con convogliatore	4.000
kit defogliazione	4.000
kit pettinatrice	3.500
carro agevolatore	2.500
spollonatrice doppia	4.500
Valore residuo – VR	10% PL
Durata fisica - N (h)	2000
Utilizzazione annuale – U	h/anno
Anni di utilizzo – n	N/U (max. 12)
Costi fissi (€/anno)	
Ammortamento	(PL-VR)/n
Interessi	3% (PL+RV)/2
spese varie	2% PL
Costi variabili (€/h)	
manutenzione e riparazione	50% PL/N
trattore con operatore	55
manodopera comune	12

Tabella 13. Parametri economici utilizzati per il calcolo dei costi d'esercizio delle macchine operatrici.

Alcuni di questi elementi, come il prezzo d'acquisto delle macchine, il tasso d'interesse, i salari, il costo del noleggio dei trattori, il costo dei combustibili e dei lubrificanti, sono stati rilevati direttamente nel 2014 nella provincia di Ravenna. Altri elementi di carattere più generale, come ad esempio la durata fisica ed economica, i

coefficienti di manutenzione e riparazione, sono stati ricavati dalla bibliografia internazionale.

Elementi economici	Vendemmiatrice SO	Vendemmiatrice SV
	trainata	semovente
Prezzo di listino – PL (€)	90.000	170.000
Valore residuo – VR	10% PL	10% PL
Durata fisica - N (h)	2.000	2.500
Utilizzazione annuale – U	h/anno	h/anno
Anni di utilizzo – n	N/U (max. 15)	N/U (max. 15)
Costi fissi (€/anno)		
Ammortamento	(PL-VR)/n	(PL-VR)/n
Interessi	3% (PL+RV)/2	3% (PL+RV)/2
spese varie	1% PL	1% PL
Costi variabili (€/h)		
manutenzione e riparazione*	38% PL/N	35% PL/N
manodopera conducente	-	16
trattore con conducente (€/h)	65	-
manodopera per vendemmia (€/h)	12	12
Altri parametri:		
potenza motore (kW)	-	120
consumo specifico comb. (g/kWh)	-	150
costo combustibile (€/L)	-	0,9
consumo specifico lubr. (g/kWh)	-	3
costo lubrificante (€/L)	-	3,6
perdite di produzione (%)	7,6	7,6
valore uva raccolta (€/t)	500	500

Tabella 14. Parametri economici utilizzati per il calcolo dei costi d'esercizio delle due vendemmiatrici

Dal costo orario e dalla produttività mediamente rilevata per ciascuna macchina sono stati ricavati i costi unitari riferiti a differenti livelli d'utilizzo annuale. Questo procedimento ha permesso una comparazione fra i costi degli interventi manuali e quelli meccanici, e di definire le "superfici minime di convenienza" che giustificano l'acquisto aziendale delle macchine. La valutazione è stata ripetuta considerando tre differenti costi della manodopera impiegata per l'esecuzione manuale dell'intervento (5, 8 e 11 €/h) per poter ricavare un ventaglio di ipotesi utilizzabili anche per differenti criteri di gestione aziendale. Il costo necessario per la realizzazione degli interventi ha permesso di effettuare anche una considerazione complessiva delle linee di lavoro proposte.

#### 8 – RISULTATI OTTENUTI

I risultati verranno presentati considerando prima gli aspetti legati alla realizzazione delle differenti modalità di esecuzione dei diversi interventi previsti per la potatura invernale, per la gestione della chioma e per la vendemmia. Successivamente, ogni operazione sarà valutata dal punto di vista economico, e infine verranno valutati nell'insieme le linee di lavoro.

# 8.1 Prove di potatura invernale

I risultati ottenuti dalla potatura secca nel vigneto Plicotto, mettono in evidenza come le tre tesi a confronto realizzate sulle due forme di allevamento della cv Chardonnay, presentino differenze sia per l'operatività dei cantieri di lavoro di potatura che per la risposta vegeto produttiva della pianta.

## Tempi operativi di lavoro

Le velocità di avanzamento della macchina e la frequenza dei tagli dalla potatrice e dagli operatori nei tre anni dal 2012 al 2014, eseguiti sulle tesi di cordone libero\_della cv Chardonnay, sono riportati nelle tabelle 15.

Chardonnay	Velocità	Frequenza	Tempo	Rendimento	Capacità di	Manodopera
Cordone	d'avanzamento	di taglio	1 svolta	d'impiego	lavoro	totale
libero	(km/h)	(tagli/min)	(s)		(ha/h)	(h/ha)
			2012			
M	1,440	190	23	0,93	0,334	3,00
M+C	0,70	50+40	26	0,98	0,171	17,51
m	0,075	30		0,95	0,018	56,14
			2013			
M	1,330	200	21	0,97	0,322	3,11
M+C	0,72	56+57	25	0,98	0,191	15,74
m	0,088	32		0,95	0,017	60,15
			2014			
M	1,350	200	20	0,97	0,327	3,06
M+C	0,75	50+45	23	0,98	0,184	16,33
m	0,072	32		0,95	0,017	58,48
			MEDIE			
M	1,37	197	21	0,94	0,321	3,11
M+C	0,74	52+47	25	0,98	0,182	16,49
m	0,072	31		0,95	0,017	58,21

Tabella 15. Tempi operativi cordone libero nel triennio 2012-2014.

La potatrice impiegata per la sola potatura meccanica (tesi M) è stata impiegata con una velocità d'avanzamento, variabile nei tre anni da 1,35 a 1,44 km/h; velocità abbastanza bassa per questo tipo d'intervento scelta per ottenere un taglio regolare e preciso degli speroni. Nel caso della pre-potatura meccanica con contemporanea rifinitura manuale su carro (tesi M+C) la velocità d'avanzamento è stata ulteriormente ridotta per consentire agli operai di realizzare un diradamento degli speroni corrispondente agli obietti prefissati. In questo caso la velocità è variata nei tre anni da 0,70 a 0,78 km/h. Considerando questi bassi valori della velocità d'avanzamento e che i tempi di svolta da un filare all'altro sono risultati sempre abbastanza rapidi, i rendimenti d'impiego risultavano sempre molto elevati 93-98%, contribuendo a determinare buoni livelli di produttività dei cantieri. Infatti mediamente i due interventi di potatura meccanica hanno dimostrato rispettivamente una produttività di 0,32 ha/h (tesi M) e di 0,18 ha/h (tesi M+C).

Gli operai specializzati impegnati per la rifinitura in quest'ultima tesi hanno fornito ottime prestazioni grazie al taglio realizzato precedentemente dalla potatrice e alle condizioni di lavoro migliori per la collocazione sul carro e per la dotazione di forbici pneumatiche. Mediamente la loro frequenza di taglio è risultata prossima ai 50 tagli/min. Nella potatura manuale (tesi m) gli stessi operai, realizzando una selezione più accurata del numero, della posizione e della lunghezza degli speroni, hanno ridotto la frequenza di taglio a soli 30-32 tagli/min. Questo ha portato, nei tre anni di prova, ad avere una velocità d'avanzamento media di 72 m/h che, considerando un rendimento d'impiego medio del 95%, ha determinato una produttività di 0,017 ha/h. Le tre tesi esaminate si sono differenziate sensibilmente nel carico di manodopera richiesto che passa dalle 58 h/ha dell'intervento manuale, alle 16 h/ha (-72%) per quello meccanico con rifinitura a 3 h/ha (-94,4%) per quello solo meccanico.

Nella forma di allevamento a doppia cortina la potatrice impegnata per la sola potatura meccanica è stata utilizzata con una velocità di avanzamento leggermente inferiore (1,2 km/h), per favorire un corretto "scavallamento" della barra di taglio interna sulle spalle delle viti e sui braccetti di sostegno dei fili.

Al contrario la tesi di potatura meccanica con rifinitura ha potuto essere svolta in modo più veloce (0,84 km/h) in quanto gli operatori agivano più facilmente sulla singola cortina, dove la maggior parte degli speroni era rivolta verso di loro.

Questa forma d'allevamento ha favorito leggermente anche gli operatori impegnati nella realizzazione della potatura tradizionale, risultati più efficienti nella velocità d'avanzamento (0,086 km/h) e nella frequenza di taglio (32 tagli/min).

Considerando però il maggior sviluppo del cordone produttivo della doppia cortina rispetto a quello della forma d'allevamento a cordone libero (5.000 m/ha rispetto ai

4.000 m/ha) i tempi unitari di lavoro risultano lavoro risulta comunque superiori in questa forma d'allevamento: 4,3 h/ha per la tesi M, 18,4 h/ha per la tesi M+C e 61 h/ha per la tesi m. Questi tempi mostrano anche un divario minore fra le due tesi meccanizzate e quella manuale di riferimento.

Nella tesi M+C il risparmio di tempo è stato mediamente del 69,9% e sale al 93,0% con la tesi M. Pur con queste piccole differenze le due forme d'allevamento, concepite per un razionale utilizzo della meccanizzazione del vigneto, nel caso della potatura hanno dimostrato di rispondere pienamente a questo scopo.

Questo giudizio può essere ancor di più avvalorato considerando i tempi necessari all'esecuzione delle tre stesse tesi, realizzate sempre nel vigneto Plicotto sulla cv Sangiovese, allevata a cordone speronato con un sesto d'impianto di 1x2,5 m (tab. 17). In questo caso i tempi necessari per la eseguire le potature, sia quelle meccanizzate che quella manuale, sono aumentati sensibilmente, confermando che la semplificazione della struttura che caratterizza il cordone libero e la doppia cortina è positiva non solo per gli interventi meccanici ma anche per quelli manuali.

Chardonnay	Velocità	Frequenza	Tempo	Rendimento	Capacità di	Manodopera		
Doppia	avanzamento	di taglio	di svolta	d'impiego	lavoro	totale		
cortina	(km/h)	(tagli/min)	(s)		(ha/h)	(h/ha)		
			2012					
M	1,200	190	20	0,97	0,233	4,28		
M+C	0,82	55+50	22	0,98	0,161	18,68		
m	0,096	35		0,95	0,018	54,82		
			2013					
M	1,250	200	24	0,97	0,241	4,14		
M+C	0,87	56+57	26	0,97	0,170	17,65		
m	0,088	32		0,95	0,017	59,81		
			2014					
M	1,173	200	23	0,97	0,227	4,40		
M+C	0,82	50+45	26	0,98	0,160	18,75		
m	0,075	30		0,95	0,014	70,18		
	MEDIE							
M	1,21	197	22	0,97	0,234	4,27		
M+C	0,84	53+49	25	0,98	0,164	18,35		
m	0,086	32		0,95	0,016	60,96		

*Tabella 16: Tempi operativi potature doppia cortina nel triennio 2012 – 2014.* 

Sangiovese	Velocità di	Frequenza	Tempo di	Rendimento	Capacità di	Manodopera
Cordone	avanzamento	di taglio	svolta	d'impiego	lavoro	totale
Speronato	(km/h)	(tagli/min)	(s)		(ha/h)	(h/ha)
			MEDIE			
M	1,38	197	17	0,97	0,168	5,96
M+C	0,58	50+50	24	0,98	0,071	42,06
M	0,066	30		0,95	0,008	127,59

Tabella 17: Tempi operativi medi delle potature su cordone speronato nel triennio 2012-2014.

# Entità e frequenza di tegli irregolari

I danni provocati dalla potatura meccanica nei tre anni di prova sono riassunti nella tabella 18, distinguendo (fig. 62), quelli lievi che non influenzano la futura produttività, da quelli gravi che invece la possono penalizzare.



Figura 62. Danni lievi (tagli irregolari) e gravi (scosciature) arrecati a tralci e speroni dall'azione di taglio della potatrice.

Nel complesso la loro incidenza non si dimostra importante, a riprova che il corretto svolgimento del lavoro, utilizzando una adeguata frequenza delle lame di taglio e una

corretta velocità d'avanzamento, non compromette significativamente il futuro risultato produttivo. Inoltre l'esecuzione tardiva dell'intervento, realizzato sempre nella seconda metà del mese di marzo, ha permesso di operare su speroni con una minore durezza e quindi meno soggetti alle rotture.

Il maggior danneggiamento (tab. 18), è stato mediamente rilevato nella potatura integralmente meccanica del cordone libero con 1'1,4% di speroni danneggiati gravemente (scosciature parziali o totali) e 12,3% di speroni con danni lievi (fenditure longitudinali o altre irregolarità della superficie di taglio).

Nella doppia cortina, sempre per la tesi M, le due tipologie di danni scendono rispettivamente all'1 e al 9,7%, presumibilmente a causa della minore velocità con cui è stato eseguito il lavoro.

Nella potatura meccanica con rifinitura manuale (M+C), grazie alla selezione attuata dagli operatori, tali percentuali sono scese al1o 0,6 e 9,8% nel cordone libero e allo 0,7 e 9,1% nella doppia cortina.

Tesi	Danni lievi (%)			Danni gravi (%)				
1 681	2012	2013	2014	Media	2012	2013	2014	Media
Cordone libero								
M	12,3	6,0	18,6	12,3	1,4	0,9	1,9	1,4
M+C	11,3	6,4	11,6	9,8	0,6	0,5	0,8	0,6
Doppia Cortina								
M	10,1	7,4	11,5	9,7	0,8	1,1	1,2	1,0
M+C	13,1	8,2	6,0	9,1	0,8	0,7	0,7	0,7

Tabella 18. Percentuali e medie danni provocati dalla potatura meccanica nelle due forme d'allevamento (cordone libero e doppia cortina).

## Risultato della potatura

Il risultato della potatura è il parametro che più differenzia le tesi realizzate, anche se è evidente una certa variabilità nei i vari anni determinata dalla difficoltà realizzare la potatura programmata.

Nell'ambito di ciascun anno, sia per il cordone libero che per la doppia cortina (tab. 19 e 20), le tesi M presentano la maggiore densità di speroni. Poco inferiore risulta la densità degli speroni della tesi M+C, che da un punto di vista statistico si colloca spesso allo stesso livello della tesi precedente. Fa eccezione solo la DC che nel 2014 si caratterizza per un numero molto elevato di speroni presenti nella tesi M+C. Rispetto alle due tesi meccaniche quella manuale ha presentato sempre un numero di speroni ben inferiore (dal 23 al 49%).

Anche se il numero medio di gemme per sperone mostra differenze fra i vari anni, con un incremento rispetto ai valori misurati nel 2012, nell'ambito di ciascun anno non si sono evidenziate differenze importanti fra le tesi. Di conseguenza la carica di gemme per pianta lasciate nelle varie tesi mostra ancora valori più elevati nelle tesi meccanizzate rispetto a quella manuale.

Nel cordone libero l'incremento risulta mediamente del 154% e del 160%, rispettivamente per la tesi M+C e per la tesi M.

Chardonnay	Speroni/pianta	Gemme/sperone	Gemme/pianta	Gemme/ha
Cordone libero				
		2012		
M	20,3 a	1,63 a	33,0 a	120.000
M+C	21,0 a	1,66 a	35,3 a	128.485
m	10,7 b	1,55 b	16,5 b	59.848
		2013		
M	26,4 a	2,52 a	66,3 a	241.061
M+C	24,0 b	2,16 c	51,5 b	187.424
m	15,9 c	2,31 b	36,6 c	133.182
		2014		
M	24,6 a	1,98 c	49,0 a	178.333
M+C	23,7 a	2,34 a	55,5 a	201.970
m	18,2 b	2,17 b	39,3 b	142.879
		MEDIE		
M	23,8 a	2,04 a	49,4	179.798
M+C	22,9 b	2,05 a	47,4	172.626
m	14,9 c	2,01 a	30,8	111.970

Tabella 19. N°speroni e gemme su Chardonnay allevato a cordone libero.

Nella doppia cortina invece tali incrementi sono risultati pari al 147 e 164%.

Per quanto riguarda le due forma d'allevamento si può notare come la doppia cortina (tab. 20), con un maggior sviluppo di cordone permanente rispetto al cordone libero abbia presentato nel corso del triennio una maggiore carica di gemme per ettaro: +30% nella tesi m, +11% nella tesi M+C, e +17% nella tesi M

Chardonnay	Speroni/pianta	Gemme/sperone	Gemme/pianta	Gemme/ha
Doppia cortina				
		2012		
M	36,4 a	1,68 b	61,6 a	179.557
M+C	25,9 b	1,52 c	39,9 b	102.734
m	14,6 c	1,89 a	27,6 c	85.938
		2013		
M	37,2 a	2,15 a	80,0 c	250.000
M+C	31,6 b	1,98 b	63,0 b	196.875
m	22,9 c	2,06 a	47,3 a	147.813
		2014		
M	26,7 b	2,46 b	65,7 a	205.313
M+C	32,6 a	2,72 a	88,1 b	275.417
m	23,5 c	2,81 a	65,3 a	204.063
		MEDIE		
M	33,4 a	2,10 b	69,1 a	211.623
M+C	30,0 a	2,07 b	63,7 b	191.675
m	20,3 b	2,25 a	46,7 c	145.938

Tabella 20: N°speroni e gemme su Chardonnay allevato a doppia cortina.

La distribuzione percentuale del numero di gemme per ogni sperone, nella forma di allevamento a cordone libero (tab. 21), è variata nei tre anni di prove. Nel 2012, nelle tre tesi erano presenti quasi esclusivamente speroni con 1 - 2 gemme. Nel 2013 e 2014, sono aumentati notevolmente gli speroni con 3 gemme e in misura minore a 4 gemme. Lo stesso andamento si è verificato nella doppia cortina (tab. 22), con incrementi simili nel secondo e terzo anno di prova.

Chardonnay	SPERONI (%)				
Cordone libero	1 gemma	2 gemme	3 gemme	4 gemme	n>4 gemme
		201	4		
M	27,46	49,32	19,66	3,39	0,17
M+C	19,72	33,45	39,44	7,22	0,18
m	22,20	44,39	28,83	4,58	0,00
		201	3		
M	19,40	33,75	30,28	12,46	4,10
M+C	20,62	49,39	26,00	3,29	0,69
m	9,16	52,36	37,70	0,79	0,00
		201	2		
M	41,36	54,53	3,91	0,21	0,00
M+C	44,64	48,02	6,55	0,79	0,00
m	49,22	47,27	3,52	0,00	0,00
		MED	IA		
M	29,41	45,87	17,95	5,35	1,42
M+C	28,33	43,62	24,00	3,77	0,29
m	26,86	48,01	23,35	1,79	0,00

Tabella 21. Distribuzione percentuale del numero di gemme per sperone rilevata nelle tre tesi di potatura di Cordone libero nei tre anni di prova.

Chardonnay	SPERONI (%)						
Doppia cortina	1 gemma	2 gemme	3 gemme	4 gemme	n>4 gemme		
		201	4				
M	14,48	40,45	31,21	12,23	1,62		
M+C	14,91	28,91	32,89	17,77	5,52		
m	19,12	23,09	26,91	22,95	7,93		
		2013	3				
M	21,97	47,44	25,11	4,57	0,90		
M+C	27,19	46,26	23,18	3,27	0,11		
m	17,03	59,24	23,58	0,15	0,00		
		2012	2				
M	37,97	55,26	6,59	0,18	0,00		
M+C	49,55	46,98	3,09	0,39	0,00		
m	26,88	57,63	14,81	0,46	0,23		
_	MEDIA						
M	24,81	47,72	20,97	5,66	0,84		
M+C	30,55	40,72	19,72	7,14	1,88		
m	21,01	46,65	21,77	7,85	2,72		

Tabella 22. Distribuzione percentuale del numero di gemme per sperone rilevata nelle tre tesi di potatura della Doppia cortina nei tre anni di prova.

#### Fertilità dei germogli

Prima di considerare la risposta produttiva delle piante nei confronti delle tecniche di potatura è corretto premettere che negli anni precedenti l'esecuzione della prova il vigneto Plicotto si presentava in una condizione di scarsa fertilità. Gli interventi di recupero della fertilità eseguiti ogni anno (concimazioni fogliari e al terreno e lavorazioni nell'intraceppo), accompagnati anche da andamenti climatici favorevoli, hanno condizionando positivamente la produttività delle piante negli ultimi due anni. Nelle tabella 23 e 24 sono riassunti i valori del germogliamento e della fertilità riscontrate nelle tesi realizzate nel cordone libero e nella doppia cortina.

I dati rilevati nel cordone libero, mettono in evidenza come la carica di gemme lasciata dalla diverse tesi di potatura condizioni successivamente la fase di germogliamento e la fertilità dei germogli (tab. 23).

Infatti il germogliamento nei tre anni è risultato sempre inferiore nelle tesi meccanizzate. In queste tesi il maggior numero di gemme lasciato dalla potatura ha sicuramente spinto le piante ad adeguarsi alla disponibilità nutrizionale inibendone una parte. Nonostante ciò il totale dei germogli prodotti è risultato ancora significativamente superiore, con incrementi compresi fra il 10 e il 65%. Questa

situazione, per le stesse ragioni sopra citate, ha sicuramente condizionato a sua volta la fertilità dei germogli che, in maniera meno evidente, è risultata ancora inferiore rispetto a quella registrata nella tesi potata manualmente.

Nel complesso questo adeguamento fisiologico ha portato ad un certo equilibrio produttivo delle piante nelle tesi meccanizzate che nei primi due anni hanno presentato un numero di grappoli di poco superiore a quello nella tesi meccanica (+12-23%). Nel terzo anno si è verificata riduzione ancora più evidente della fertilità delle tesi meccanizzate che ha determinato un a riduzione del numero di grappoli rispetto alla tesi manuale (-15-18%). Questo risultato del 2014 potrebbe essere però stato condizionato anche dall'elevata produzione ottenuta nell'anno precedente, interferendo con il successivo equilibrio vegeto-produttivo.

Chardonnay	Germogli	Germogliamento	Grappoli	Fertilità				
Cordone libero	(n°/pianta)	(germogli/gemme)	(n°/pianta)	(grappoli/germoglio)				
		2012						
M	31,2 a	0,96 b	28,8 a	0,94 b				
M+C	34,3 a	1,01 b	30,3 a	0,91 b				
m	20,7 b	1,29 a	24,5 b	1,19 a				
		2013						
M	50,3 a	0,77 c	61,5 a	1,21 b				
M+C	46,5 a	0,91 b	62,6 a	1,35 a				
m	39,4 b	1,09 a	54,6 b	1,38 a				
		2014						
M	49,9 a	1,08 ab	34,5 b	0,69 c				
M+C	48,6 a	0,92 b	36,0 b	0,73 b				
m	44,0 b	1,16 a	42,3 a	0,96 a				
	MEDIE							
M	43,8 a	0,94 b	41,6 a	0,95 b				
M+C	41,1 a	0,95 b	42,9 a	1,00 b				
m	34,7 b	1,18 a	40,5 b	1,18 a				

Tabella 23: Fertilità su Chardonnay allevato a cordone libero

Lo stesso comportamento delle piante è stato riscontrato, anche se in maniera meno evidente, nella doppia cortina (tab. 24). In questo caso la tesi con rifinitura (M+C) ha fatto registrare valori intermedi, meno vicini a quelli della tesi interamente meccanizzata (tesi M). Anche nella doppia cortina nell'ultimo anno si è verificata una riduzione della fertilità nelle tesi meccanizzate portando il numero di grappoli per pianta su livelli di poco inferiori a quelli della tesi manuale.

Chardonnay	Germogli	Germogliamento	Grappoli	Fertilità
Doppia cortina	(n°/pianta)	(germogli/gemme)	(n°/pianta)	(grappoli/germoglio)
		2012		
M	53,5 a	0,95 b	48,6 a	0,83 b
M+C	31,1 b	0,96 b	33,0 b	0,91 a
m	31,2 b	1,12 a	28,6 c	0,94 a
		2013		
M	96,2 a	1,21 a	83,2 a	0,88 b
M+C	65,6 b	1,09 b	65,6 b	0,99 a
m	57,3 c	1,23 a	61,2 b	1,07 a
		2014		
M	77,3 a	1,20 a	49,6 a	0,65 b
M+C	76,9 a	0,89 c	49,3 a	0,63 b
m	67,9 b	1,06 b	51,6 a	0,77 a
_		MEDIE		
M	75,7	1,12	60,5	0,79
M+C	57,9	0,98	49,3	0,84
m	52,1	1,14	47,1	0,93

Tabella 24. Fertilità su Chardonnay allevato a doppia cortina.

#### Produzione

Anche per la produzione i dati rilevati dimostrano l'adattamento delle piante alla differenti condizioni lasciate dalle tesi di potatura. In entrambe le forme di allevamento, dal primo al secondo anno di prova, si è verificato un incremento di produzione per pianta, sia nelle tesi meccaniche che nella tesi manuale. Nel terzo anno invece la produzione per pianta è stabilizzata su valori intermedi (tab. 25 e tab. 26). In ciascun anno di prova i valori più elevati sono stati riscontrati mediamente nelle tesi meccanizzate che hanno prodotto un maggiore di grappoli, caratterizzati da un peso medio inferiore e con acini più ridotti.

Chardonnay	Produzione	Resa	Grappoli	Peso grappoli	Peso acini
Cordone libero	(kg/pianta)	(t/ha)	(n°/pianta)	(g)	(g)
		201	1 2		
M	6,6 a	12,0	56 a	119 a	1,28 a
M+C	6,9 a	12,6	65 a	106 a	1,23 a
m	5,9 a	10,8	49 a	121 a	1,27 a
		20	1 3		
M	10,7 a	38,9	90 a	119 b	1,35 a
M+C	10,1 a	36,6	77 b	131 b	1,25 a
m	10,5 a	38,3	73 b	145 a	1,24 a
		201	1 4		
M	8,0 a	29,1	52 a	155 a	1,75 b
M+C	7,9 a	28,6	49 a	161 a	1,70 b
m	8,1 a	29,5	49 a	167 a	1,92 a
		MEI	DIE		
M	8,4	26,7	66,0	131	1,46
M+C	8,3	25,9	63,7	133	1,39
m	8,2	26,2	57,0	144	1,48

Tabella 25. Produzione su Chardonnay allevato a cordone libero.

Chardonnay	Produzione	Resa	Grappoli	Peso grappoli	Peso acini
Doppia cortina	(kg/pianta)	(t/ha)	(n°/pianta)	(g)	(g)
		2 0	1 2		
M	5,7 a	17,7	65 a	88 b	1,00 b
M+C	6,0 a	18,7	60 a	100 ab	1,11 a
m	5,6 a	17,4	53 a	106 a	1,20 a
		2 0	1 3		
M	11,3 a	35,0	105 a	109 a	1,20 a
M+C	11,8 a	37,0	107 a	112 a	1,20 a
m	11,0 a	34,3	104 a	106 a	1,25 a
		2 0	1 4		
M	10,0 a	31,2	81 a	122 ab	1,53 b
M+C	9,4 a	29,4	82 a	115 b	1,56 b
m	9,6 a	29,9	67 b	145 a	1,68 a
		ME	DIE		
M	9,0	28,0	84 a	106 b	1,24 b
M+C	9,1	28,4	83 a	109 b	1,29 a
m	8,7	27,2	75 a	119 a	1,38 a

Tabella 26. Produzione su Chardonnay allevato a doppia cortina.

Pur presentando caratteristiche morfologiche diverse, le uve non hanno mostrato differenze importanti nei valori analitici di concentrazione zuccherina, acidità totale e pH, rilevati al momento della raccolta. In entrambe le forme di allevamento (tab. 27 e tab. 28), si sono evidenziate piccole differenze poco significative.

Chardonnay	°Brix	Ac. Totale	рН	Zuccheri
Cordone libero		(g/L)		(kg/ha)
		2012		
M	20,6 a	9,4	3,0	2472 a
M+C	21,0 a	9,4	3,1	2647 a
m	20,8 a	9,3	3,1	2244 a
		2013		
M	16,2 b	8,9	3,1	6282 b
M+C	17,0 b	9,0	3,1	6223 b
m	19,9 a	7,5	3,2	7611 a
		2014		
M	17,5 a	11,3	3,1	5083 a
M+C	17,3 a	11,4	3,1	4983 a
m	17,7 a	10,4	3,1	5174 a
	ME	DIE 2012 – 2014		
M	18,1	9,9	3,1	4612
M+C	18,4	9,9	3,1	4618
m	19,5	1,1	3,1	5010

Tabella 27. Analisi delle uve Chardonnay (cordone libero)alla raccolta.

Chardonnay	°Brix	Ac. Totale	pН	Zuccheri
Doppia cortina		(g/L)		(kg/ha)
		2012		
M	18,2 a	7,29	3,2	3223 a
M+C	18,9 a	7,22	3,2	3600 a
m	19,2 a	7,87	3,2	3288 a
		2013		
M	18,0 b	8,05	3,3	6334 a
M+C	18,5 a	8,42	3,2	6841 a
m	19,2 a	7,90	3,3	6605 a
		2014		
M	17,5 a	9,9	3,2	5427 a
M+C	16,7 a	10,9	3,1	4952 a
m	17,3 a	9,9	3,1	5189 a
		MEDIE		
M	17,9	8,4	3,2	4995
M+C	18,0	8,8	3,2	5131
m	18,6	8,6	3,2	5027

Tabella 28. Analisi delle uve Chardonnay (doppia cortina)alla racolta.

La seconda prova di potatura, svolta sulla cv trebbiano romagnolo, allevato a doppia cortina è stata seguita solo nel 2014, ed ha avuto lo scopo di valutare un'ulteriore possibilità di meccanizzazione rappresentata da una prepotatura meccanica seguita da una rifinitura manuale da terra (M+m), che ha fornito un risultato molto simile alla potatura tradizionale.

Trebbiano	Velocità	Frequenza	Tempo di	Rendimento	Capacità	Manodoper
Doppia	avanzamento	di taglio	1 svolta	d'impiego	di lavoro	a totale
cortina	(km/h)	(tagli/min)	(s)		(ha/h)	(h/ha)
M	1,6	180	19	0,97	0,309	3,24
M+C	1,23	35+45	22	0,97	0,238	12,59
M	1,6	180	19	0,97	0,309	3,24
m	0,132	34		0,95	0,025	39,87
M+m						43,11
M	0,066	25		0,95	0,013	79,74

Tabella 29. Velocità di avanzamento e frequenza di taglio dei cantieri di lavoro nelle 4 tesi.

# Tempi operativi di lavoro

L'operatività dei mezzi meccanici e dagli operatori sono riportati nella tabella 29.

La potatrice impiegata per la sola potatura meccanica (tesi M) e per la pre-potatura seguita da rifinitura manuale da terra (tesi M+m) è stata impiegata con una velocità d'avanzamento di 1,6 km/h al fine di ottenere un taglio regolare e preciso degli speroni. Dai tempi di svolta misurati è scaturito un rendimento d'impiego del 97%, che porta ad avere una produttività di 0,31 ha/h.

Nel caso della pre-potatura meccanica con contemporanea rifinitura manuale su carro (tesi M+C) la velocità d'avanzamento è risultata inferiore per favorire l'intervento dei due operatori impegnati nel diradamento degli speroni. In questo caso la produttività del cantiere è risultata di 0,24 ha/h.

Gli interventi manuali hanno fornito prestazioni molto differenti nelle diversi tesi realizzate. Nella tesi di riferimento di sola potatura manuale (tesi m) gli operai specializzati hanno mantenuto una velocità di avanzamento lungo ogni cortina di 66 m/h, mantenendo mediamente una frequenza di taglio di 25 colpi/min. Per la realizzazione di questa modalità di potatura è stato necessario un tempo di 79,74 h/ha. Nella rifinitura manuale da terra dopo la prepotatura meccanica (tesi M+m) gli stessi operatori, con un minor intralcio degli speroni già tagliati, hanno aumentato la frequenza di taglio a 34 tagli/min e, dovendo eseguire solo il diradamento degli speroni senza raccorciarli, hanno mantenuto una velocità media di 132 m/h, doppia rispetto a quella rilevata nella tradizionale potatura manuale. Conseguentemente il tempo di lavoro degli operatori a terra si è ridotto a 39,9 h/ha che, sommato alle 3,2 h/ha impiegate dal conducente del cantiere di prepotatura, porta complessivamente l'impegno di manodopera a 43,1 h/ha.

Ancora migliore è stata la prestazione degli operatori quando sono intervenuti sul carro agevolatore in contemporanea con la prepotatura meccanica (tesi M+C). In questo caso l'ausilio delle forbici pneumatiche e la corretta posizione assunta durante il lavoro ha permesso di incrementare ulteriormente la frequenza di taglio: il primo operatore, a cui spettava il compito di eliminare prevalentemente gli speroni dalle posizioni interne e superiori del cordone permanente, ha mantenuto una frequenza di taglio di 45 tagli/min, mentre il secondo operatore, che doveva selezionare con più attenzione gli speroni rimasti, ha raggiunto una frequenza di taglio di 35 tagli/min. In questa tesi i tempi di manodopera necessari sono stati complessivamente di 12,6 h/ha, di cui 8,4 h per la rifinitura e 4,2 h per la guida del cantiere.

Nel complesso (fig. 63), rispetto alla potatura manuale (tesi m), il risparmio di manodopera è aumentato sensibilmente con il livello di meccanizzazione adottato: è risultato del 46% nella prepotatura meccanica con successiva rifinitura da terra (tesi M+m), dell'84% con la rifinitura eseguita contemporaneamente su carro (tesi M+C) il risparmio di tempo è dell'82%, sino a raggiungere il 96% nella potatura integralmente meccanica (tesi M).

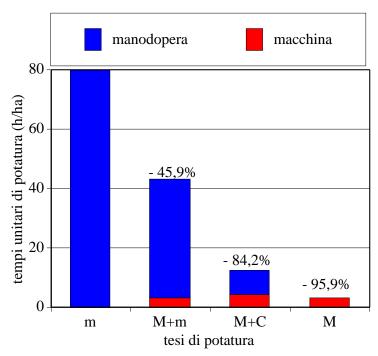


Figura 63. Tempi di lavoro complessivi impiegati nelle 4 tesi di potatura

#### Entità e frequenza di tagli irregolari

Come nella prova precedente l'impiego della potatrice con una velocità d'avanzamento contenuta ha provocato un modesto danneggiamento degli speroni. Nella potatura integralmente meccanica è stato rilevato un'incidenza del 1,8% di speroni con danni gravi (scosciature parziali o totali) e del 9,5% di speroni con danni lievi (fenditure longitudinali o altre irregolarità della superficie di taglio). Tali percentuali sono scese nella tesi di prepotatura meccanica con rifinitura su carro (1,3 e 8,3%) e ancor di più in quelle con rifinitura a terra (0,6 e 6,9%), grazie alla selezione attuata dagli operatori (tab. 30).

Tesi	Danni lievi	Danni gravi
M	9,5%	1,8%
M+C	8,3%	1,3%
M+m	6,9%	0,6%

Tabella 30. Percentuale di speroni danneggiati durante l'esecuzione delle quattro tesi di potatura.

### Risultato della potatura

Come previsto nell'impostazione della prova il numero di speroni per pianta è risultato superiore nelle viti potate integralmente a macchina (54), mentre quelle potate a mano hanno presentato il numero più basso (15 speroni per pianta).

Anche nella potatura meccanica associata alla rifinitura manuale da terra il numero degli speroni nella è risultato molto basso (16), mentre nella potatura associata alla rifinitura da carro si è collocato in una situazione intermedia (26 speroni/pianta) (tab. 31). In tutte le tesi gli speroni hanno presentato una lunghezza molto simile nelle diverse tesi, con lunghezze leggermente superiori alle 4 gemme per sperone.

Conseguentemente le considerazioni appena fatte valgono anche per il carico di gemme per pianta. Infatti questo parametro è risultato significativamente più elevato nelle viti sottoposte a potatura meccanica integrale, mentre il carico più basso è stato registrato nelle viti con potatura manuale e in quelle con potatura meccanica e rifinitura da terra. Le viti con potatura meccanica e rifinitura dal carro hanno presentato un carico di gemme intermedio rispetto alle tesi precedenti.

Trebbiano Doppia cortina	Speroni /pianta	Gemme /sperone	Gemme /pianta	Germogliamento ( germ./gemme)	Germogli /pianta
M	54,5 a	4,42	241,1 a	0,53 b	126,8 a
M+C	26,0 b	4,54	118,0 b	0,56 ab	66,6 b
M+m	16,2 c	4,41	71,5 c	0,62 a	44,5 bc
m	14,8 c	4,15	61,3 c	0,61 a	37,3 с

Tabella 31. Dati vegetativi relativi alle quattro tesi di potatura a confronto

### Risposta vegeto-produttiva delle piante

Le piante sottoposte a potatura meccanica integrale, con un carico di gemme decisamente superiore a quello delle altre tesi, hanno manifestato un primo effetto di autoregolazione a livello della percentuale di germogliamento che è risultata significativamente inferiore rispetto alla tesi manuale e con rifinitura da terra (tab. 31). Nonostante questo fenomeno il numero di germogli nelle viti potate integralmente a macchina è risultato significativamente superiore a quello delle altre tesi; la potatura meccanica con rifinitura da carro ha presentato un numero di germogli intermedio, mentre la potatura manuale e quella meccanica con rifinitura da terra i valori più bassi.

L'adattamento delle piante si è evidenziato anche durante la produzione delle infiorescenze con una riduzione significativa della fertilità nella tesi integralmente

meccanica (M) dove il carico iniziale di gemme superava di 6 volte maggiore di quello lasciato dalla potatura tradizionale (m).

Trebbiano	Fertilità	Grappoli	Peso	Peso	Produzione	Resa
Doppia	(grapp/germ)	(n°/pianta)	grappolo	acino	(kg /pianta)	(t/ha)
cortina			(g)	(g)		
M	0.39 b	49.84 a	258.5 c	2.57 b	12.68 a	31.69 a
M + C	0.61 a	40.33 b	284.9 b	2.68 ab	11.50 ab	28.76 ab
M +m	0.71 a	31.53 c	321.3 a	2.67 ab	10.04 bc	25.09 bc
m	0.69 a	25.58 c	329.7 a	2.82 a	8.40 c	20.99 c

Tabella 32. Dati produttivi relativi alle quattro tesi di potatura a confronto

Dalla fase di allegagione alla raccolta le piante hanno poi attuato un ulteriore meccanismo di autoregolazione, determinando un differente sviluppo dei grappoli. Nelle tesi M+C e M dove il loro numero per pianta era significativamente superiore, i grappoli si sono caratterizzati per una minore dimensione degli acini e per un peso medio più contenuto (tab. 32).

A livello produttivo sono emerse differenze tra le diverse tesi in prova con valori decrescenti dai 12,68 kg per pianta nella tesi meccanizzata integralmente fino a 8,4 nella manuale.

Alla vendemmia infatti valori superiori di concentrazione zuccherina e di pH associati a più bassi valori di acidità sono stati registrati nelle due tesi m e M+ m meno produttive (tab. 33).

Trebbiano Doppia cortina	°Brix	рН	Ac. Totale (g/L)	Compattezz a grappoli	Botrite (%)
M	18.3 b	3.26 c	7.60 a	6.34 b	4.42
M + C	18.7 b	3.25 c	7.24 b	6.58 b	2.10
M +m	19.5 a	3.30 b	6.81 c	8.13 a	3.32
M	20.0 a	3.34 a	6.79 c	8.06 a	4.61

Tabella 33. Principali parametri biochimici delle uve alla vendemmia; caratteri morfologici dei grappoli e percentuali di attacchi botritici;

Per quanto riguarda le caratteristiche morfologiche, i grappoli delle tesi a meccanizzazione integrale (M) e rifinitura da carro (M+C) sono risultati meno compatti rispetto alle altre due tesi, mentre gli attacchi botritici si sono mantenuti a livelli contenuti (3-5%) in tutte le tesi.

# 8.2 Prove di gestione della chioma

I differenti interventi realizzati per la gestione della chioma verranno trattati esclusivamente negli aspetti operativi dando evidenza alla differenza che è emersa nei tempi di lavoro fra gli interventi meccanici e quelli manuali

### Spollonatura

L'intervento meccanico sul cordone libero, è stato eseguito con una spollonatrice dotata di doppio elemento. La velocità di avanzamento non eccessiva (tab. 34) e il regime di rotazione dei rotori mantenuto a circa 1700-1900 giri/min, ha permesso una buona efficacia del lavoro, senza provocare danni alle piante e lasciando dopo il passaggio un limitato numero di germogli residui. L'intervento ha richiesto un doppio passaggio per ogni filare, con una produttività media di 0,54 ha/h.

A distanza di circa un mese dall'intervento meccanico, è stato eseguito un passaggio con spollonatura manuale dei germogli residui che nel frattempo erano ricresciuti lungo il ceppo. Complessivamente il carico di manodopera necessario è risultato variabile nei 3 anni da 7 a 8 h/ha. L'intervento manuale sulla stessa forma d'allevamento, che ha prodotto lo stesso risultato finale, ha richiesto un impegno di manodopera ben superiore con valori variabili da 21 a 32 h/ha.

Anche nella doppia cortina è stata utilizzata la stessa spollonatrice con doppio elemento. La velocità di avanzamento della macchina utilizzata (tab. 35), è comunque risultata simile a quella del cordone libero, determinando produttività variabili da 0,64 a 0,74 ha/h.

In questa forma d'allevamento si è dimostrata più impegnativa la rifinitura manuale, per la necessità di pulire anche le "spalle" del cordone che si ripartono dal tronco verso i fili di sostegno delle due cortine. Va sottolineato che in questa porzione l'intervento richiesto era abbastanza modesto in quanto durante la fase d'allevamento del vigneto si è provveduto ad accecare buona parte delle gemme presenti.

Per la rifinitura manuale sono state necessarie da 9,3 a 11,3 h/ha. Complessivamente l'intervento meccanico con rifinitura ha quindi richiesto un impegno di manodopera variabile da 11a 13 h/ha. Anche nella doppia cortina l'intervento manuale è risultato ben più impegnativo per l'impegno di manodopera con tempi unitari variabili da 19 a 22 h/ha.

In entrambi i casi la qualità del lavoro è risultata molto buona avendo sempre raggiunto un'eliminazione pressoché completa dei germogli. Nel caso della spollonatura meccanica si è dimostrato importante non ritardare troppo l'intervento per intervenire su germogli ancora non troppo resistenti alla rottura/scosciatura, lasciando poi alla successiva rifinitura manuale il compito di eliminare quelli

germogliati tardivamente. Mentre nell'intervento manuale è stato fondamentale non anticipare l'intervento per non dover poi ripeter successivamente il passaggio.

Chardonnay	Velocità	Tempo di	Rendimento	Capacità di	Manodopera
Cordone libero	avanzamento	svolta	d'impiego	lavoro	totale
	(km/h)	(s)		(ha/h)	(h/ha)
		2 0	1 2		
M	4,5	20	0,90	0,508	1,97
m	0,8		0,95	0,190	5,26
Tesi M+m				0,138	7,23
Tesi m	0,15		0,95	0,036	28,07
		2 0	13		
M	4	20	0,91	0,457	2,19
m	0,7		0,95	0,166	6,02
Tesi M+m				0,122	8,20
Tesi m	0,13		0,95	0,031	32,39
		2 0	1 4		
M	4,8	20	0,90	0,539	1,86
m	0,8		0,95	0,190	5,26
Tesi M+m				0,140	7,12
Tesi m	0,2		0,95	0,048	21,05
		MEI	DIE		
M	4,43	20	0,91	0,502	1,99
m	0,77		0,95	0,182	5,49
M+m					7,49
m	0,16		0,95	0,038	26,32

Tabella 34 . Parametri operativi rilevati nelle spollonature meccaniche e manuali

Chardonnay	Velocità	tempo	Rendimento	Capacità di	Manodopera
Doppia cortina	avanzamento	di svolta	d'impiego	lavoro	totale
	(km/h)	(s)		(ha/h)	(h/ha)
		2 (	12		
M	4,1	22	0,90	0,741	1,35
m	0,75		0,95	0,285	10,53
M+m					11,88
m	0,12		0,95	0,046	21,93
		2 (	)13		
M	3,8	22	0,83	0,635	1,58
m	0,7		0,95	0,266	11,28
M+m					12,85
m	0,14		0,95	0,053	18,80
		2 (	14		
M	4,2	22	0,82	0,689	1,45
m	0,85		0,95	0,323	9,29
M+m					10,74
m	0,13		0,95	0,049	20,24
		MEDIE 2	012-2014		
M	4,03	22	0,83	0,667	1,50
m	0,77		0,95	0,291	10,30
M+m					11,80
m	0,13		0,95	0,049	20,24

Tabella 35. Parametri operativi rilevati nelle spollonature meccaniche e manuali

#### Cimatura

Per la cimatura del cordone libero, ogni anno, sono stati eseguiti 4 interventi: in prefioritura, in piena fioritura, in post-alleggione e in pre-vendemmia.

Il maggior numero di interventi realizzati nel cordone libero sono necessari per contenere la chioma nelle fasi iniziali e al contempo rendere i germogli più assurgenti e più resistenti alle rotture. L'impiego delle macchine per l'esecuzione dei 5 interventi, ha permesso un risparmio del 94% rispetto alla gestione manuale. L'intervento è stata eseguito con una buona velocità d'avanzamento in entrambe le forme di allevamento (tab. 36 e 37).

Nella doppia cortina sono stati eseguiti solo due interventi, uno in post-allegagione ed il secondo in pre-vendemmia. Anche in questo caso l'impiego della cimatrice ha permesso un risparmio del 96% rispetto all'intervento manuale.

Chardonnay	velocità	tempo svolta	Rendimento	capacità di	manodopera
Cordone Libero	avanz. (km/h)	(s)	d'impiego	lavoro (ha/h)	tot. (h/ha)
Medie 2012-2014					
1° pass. meccanica	7,57	18,67	0,86	0,81	1,23
2° pass. meccanica	7,50	18,33	0,86	0,81	1,24
3° pass. meccanica	7,37	17,00	0,87	0,80	1,25
4° pass. meccanica	7,23	18,33	0,86	0,78	1,28
tot. meccanica					5,00
1° pass. manuale	0,36		0,95	0,043	23,39
2° pass. manuale	0,41		0,95	0,049	20,54
3° pass. manuale	0,42		0,95	0,050	20,05
4° pass. manuale	0,37		0,95	0,044	22,76
tot. manuale	0,39		0,95	0,050	87,16

Tabella 36. Parametri operativi rilevati nelle cimature meccaniche e manuali

Chardonnay	velocità avanz.	tempo svolta	Rendimento	capacità di	manodopera
Doppia cortina.	(km/h)	(s)	d'impiego	lavoro (ha/h)	tot. (h/ha)
Media 2012 - 2014					
1° pass. meccanica	7,37	19,33	0,86	0,79	1,27
2° pass. meccanica	7,30	19,00	0,86	0,78	1,28
tot. meccanica					2,55
1° pass. manuale	0,24		0,95	0,05	35,09
2° pass. manuale	0,21		0,95		40,10
tot. manuale	0,23		0,95	0,03	73,60

Tabella 37. Parametri operativi rilevati nelle cimature meccaniche e manuali

# **Defogliazione**

La defogliazione appare l'intervento in cui la realizzazione meccanica offre i maggiori vantaggi per velocità e tempestività di esecuzione. In questo intervento la macchina, posizionata sulla porzione superficiale della fascia produttiva, ha realizzato la defogliazione programmata (25-30% circa) senza arrecare significativi danni alle infiorescenze presenti. L'intensità della defogliazione aumentava poi nei giorni successivi sino al 35-40%, grazie al disseccamento delle foglie parzialmente recise e rimaste sulla pianta dopo il passaggio della macchina.

Nel cordone libero (tab. 38), la produttività della defogliatrice è risultata mediamente di 0,46 ha/h, corrispondente ad un impegno di manodopera di 2,2 h/ha. Per svolgere lo stesso intervento manualmente sono state invece necessarie quasi 60 h/ha che,

considerando la necessità di svolgere questo intervento in un periodo abbastanza ristretto, comportano la necessità di disporre anche per superfici vitate di medie piccole dimensioni di un numero di un buon numero di operatori.

Considerazioni del tutto simili possono essere ripetute per la defogliazione sulla doppia cortina (tab. 39). In questa forma d'allevamento la produttività del lavoro è risultata più elevata, mediamente pari a 0,75 ha/h, per la maggiore distanza dei filari. Per lo stesso motivo anche la produttività dell'intervento manuale è aumentata, determinando una impegno complessivo di 35 h/ha che comunque può creare difficoltà per intervenire in periodi ristretti.

Chardonnay	velocità av.	tempo svolta	Rendimento	capacità di	manodopera		
Cordone libero	(km/h)	(s)	d'impiego	lavoro (ha/h)	tot. (h/ha)		
		2 0	1 2				
M	3,9	18	0,92	0,450	2,22		
m	0,14		0,95	0,017	60,15		
		2 0	1 3				
M	3,8	18	0,93	0,439	2,28		
m	0,16		0,95	0,019	52,63		
		2 0	1 4				
M	4,3	17	0,92	0,495	2,02		
m	0,13		0,95	0,015	64,78		
MEDIA 2012 – 2014							
M	4	20	0,91	0,46	2,19		
m	0,14		0,95	0,02	58,75		

Tabella 38. Parametri operativi rilevati nelle defogliazioni meccaniche e manuali

Chardonnay	velocità av.	tempo svolta	Rendimento	capacità di	manodopera		
Doppia cortina	(km/h)	(s)	d'impiego	lavoro (ha/h)	tot. (h/ha)		
		2 0	1 2				
M	3,9	19	0,92	0,717	1,39		
m	0,13		0,95	0,025	40,49		
		2 0	1 3				
M	3,7	18	0,93	0,69	1,46		
m	0,14		0,95	0,03	37,59		
		2 0	1 4				
M	4,1	19	0,92	0,75	1,33		
m	0,15		0,95	0,03	35,09		
MEDIA 2012 – 2014							
M	4,1	19	0,92	0,75	1,33		
m	0,15		0,95	0,03	35,09		

Tabella 39. Parametri operativi rilevati nelle defogliazioni meccaniche e manuali

#### **Pettinatura**

Durante l'esecuzione della pettinatura meccanica della doppia cortina, realizzata solo nel 2014 con un prototipo di recente costruzione, sono state misurate velocità medie di 2,5 km/h e tempi di svolte di 26 secondi. Tali valori (tab. 40), porterebbero ad avere nel vigneto un rendimento del 93% e una produttività di 0,46 ha/h.

A questo intervento è poi seguita dopo circa 8-10 giorni un veloce riposizionamento manuale dei fili dei divaricatori per recuperare anche i germogli non intercettati con il passaggio meccanico. Questa seconda operazione eseguita da 2 operatori a terra ha richiesto 0,9 h/ha portando l'impegno di manodopera complessivo a 3,1 h/ha.

L'esecuzione manuale della pettinatura è stata invece svolta da due operatori posizionati su di un carro semovente, con una produttività di 0,08 ha/h e un impegno di manodopera di 12,7 h/ha.

Va sottolineato che l'intervento manuale, oltre a richiedere tempi di lavoro molto più elevati, espone direttamente gli operatori al contatto con la vegetazione in un periodo dove sono frequenti gli interventi antiparassitari. Da un punto di vista dell'esecuzione del lavoro l'intervento pneumatico della macchina produce un buon posizionamento dei tralci senza provocarne in alcun modo la rottura.

L'intervento manuale invece provocando una torsione dei germogli può provocare danni o rotture. Nei controlli eseguiti questo danneggiamento totale o parziale dei germogli è risultato pari al 2,4%.

Pettinatura	velocità	tempo svolta	Rendimento	capacità di	manodopera
Chardonnay	avanzam.	(s)	d'impiego	lavoro (ha/h)	tot. (h/ha)
Doppia cortina	(km/h)				
M	2,50	26	0,93	0.464	2,15
m	2,90	0	0,92	1,062	0,94
M+m					3,10
m	0,40	30	0,99	0,079	25,30

Tabella 40. Parametri operativi rilevati nella prova di pettinatura.

#### 8.3 Prove di vendemmia

Nelle tabelle 41 e 42, vengono riportati i valori della produzione e i parametri operativi della raccolta meccanica e di quella manuale rilevati nei tre anni di prova durante la vendemmia dello chardonnay allevato a cordone libero e a doppia cortina. Nei tre anni il buon grado di maturazione raggiunto dalle uve e la conseguente facilità di distacco degli acini misurata alla raccolta (2-3 N) ha favorita l'esecuzione della vendemmia meccanica. Anche in queste condizioni favorevoli si è cercato di realizzare un intervento di vendemmia meccanica con velocità di lavoro e frequenze di battitura contenute per rispettare il più possibile le piante e le uve raccolte.

Nel cordone libero la vendemmiatrice a scuotimento orizzontale è stata utilizzata con velocità d'avanzamento inferiori a 2 km/h e con frequenze dei battitori di 400 colpi/min. La macchina, pur essendo di tipo trainato, ha dimostrato una buona manovrabilità nelle fasi di svolta e di scarico. Il rendimento d'impiego è risultato variabile dal 62% al 78%, in funzione della frequenza di scarico imposta dal quantitativo d'uva prodotta. La capacità di lavoro è risultata dell'ordine di 0,3 ha/corrispondenti a circa 7.800 kg/h di uva raccolta. Nella vendemmia manuale invece gli operatori hanno raggiunto una produttività di solo 129 kg/h, penalizzati in parte dalla ridotta dimensione dei grappoli dello Chardonnay.

Nella doppia cortina, raccolta con la macchina a scuotimento verticale, che utilizza un'azione indiretta e più efficiente del battitore, è stato possibile mantenere una velocità di avanzamento maggiore e una frequenza di battitura più ridotta. La vendemmiatrice, di tipo cingolata e semovente, ha richiesto tempi di svolta e di scarico ancor più limitati. Anche in questo caso la dimensione del rendimento d'impiego è stata condizionata dalla produttività del vigneto e dalla frequenza degli scarichi, determinando un valore medio del 67%. La produttività è risultata leggermente più elevata rispetto a quella riscontrata nel cordone libero, mediamente

pari a 0,36 ha/h, corrispondente a 9.900 kg/h. In questa forma di allevamento la raccolta manuale è risultata meno efficiente (114 kg/h).

Vendemmia Cord. libero	20	12	20	13	20	14	Me	edia
Tesi	M	m	M	m	M	m	M	m
Produzione (t/ha)	11,8	11,8	37,9	37,9	29,0	29,0	26,2	26,2
Freq/batt (colpi/min)	420		400		400		407	
Velocità avanz. (km/h)	1,7	0,043	1,9	0,017	2,0	0,021	1,87	0,022
Tempo 1 svolta (s)	90		102		102		98	
Tempo 1 scarico (s)	150		168		162		160	
Rendimento d'impiego	0,78	0,95	0,62	0,95	0,62	0,95	0,64	0,95
Capacità di lavoro (ha/h)	0,332	0,009	0,296	0,004	0,308	0,005	0,297	0,005
Capacità di lavoro (kg/h)	3.914	121	11.207	152	8.928	144	7.801	139
Manodopera totale	3,01	92,91	3,38	236,88	3,25	190,79	3,36	179,27

Tabella 41. Valori delle produzioni alla raccolta e parametri operativi rilevati nello Chardonnay allevato a cordone libero.

Vendemmia Chardonnay	20	012	20	13	20	14	Me	edia
Doppia cortina	M	m	M	M	M	m	M	m
Produzione (t/ha)	18,0	18,0	35,6	35,6	30,2	30,2	27,9	27,9
Freq/batt (colpi/min)	390		380		370		380	
Velocità avanz. (km/h)	2,4	0,033	2,8	0,022	2,8	0,024	2,67	0,025
Tempo 1 svolta (s)	84		90		90		88	
Tempo 1 scarico (s)	120		150		150		140	
Rendimento d'impiego	0,74	0,95	0,65	0,95	0,65	0,95	0,67	0,95
Capacità di lavoro (ha/h)	0,355	0,006	0,362	0,004	0,362	0,004	0,356	0,005
Capacità di lavoro (kg/h)	6.392	112	12.894	147	10.938	136	9.945	132
Manodopera totale	2,82	152,54	2,76	229,68	2,76	211,19	2,81	201,44

Tabella 42. Valori delle produzioni alla raccolta e parametri operativi.

L'attenzione con cui è stata svolta la vendemmia meccanica ha permesso di limitare il danneggiamento delle piante e del raccolto come dimostrano i valori riportati nelle tabelle 43 e 44. I livelli più contenuti di ammostamento delle uve, di impurità e di defogliazione sono stati riscontrati nella vendemmia della doppia cortina in cui il battitore della vendemmiatrice, esercitando un'azione diretta sul filo di sostegno e non sulla fascia produttiva, ha provocato meno danni. Il contenimento di questi parametri, comunque molto positivi anche nella vendemmia del cordone libero, ha permesso di non aumentare troppo le perdite di raccolta "occulte" di cui sono la principale causa.

Infatti la misura delle perdite riscontrate, è risultata nel triennio sempre inferiore al 10% della produzione presente; limite che potrebbe rappresentare un confine fra una vendemmia meccanica realizzata correttamente, da una vendemmia meccanica mal gestita. Analizzando nel dettaglio le perdite rilevate sul cordone libero, la media dei tre anni è risultata del 7,9%, causata in maggior parte dalle perdite di mosto disperso sulle foglie rimaste sulle piante e fuoriuscito dai sistemi di pulizia del prodotto installati sulla macchina. Nella doppia cortina invece il valore medio è risultato pari al 6,9%, con la prevalenza delle perditi visibili, ed in particolare di quelle riscontrate sul terreno.

Forma d'allevamento	Cordone Libero					
Anno	2012	2013	2014	Media		
Ammostamento (%)	19,00	18,40	21,40	19,60		
Impurità vegetali (%)	0,90	0,80	0,60	0,77		
Defogliazione piante (%)	21,20	20,90	19,90	20,67		
Forma d'allevamento		Doppia	Cortina			
Anno	2012	2013	2014	Media		
Ammostamento (%)	17,30	17,50	16,80	17,20		
Impurità vegetali (%)	0,50	0,50	0,30	0,43		
Defogliazione piante (%)	18,00	18,90	18,40	18,43		

Tabella 43. Ammostamento, impurità delle uve raccolte e defogliazione delle piante provocati dalla vendemmia meccanica nelle due forme d'allevamento.

Forma d'allevamento		Cordone	Libero	
Anno	2012	2013	2014	Media
Uva non distaccata (%)	2,2	1,8	1,2	1,73
Uva caduta a terra (%)	1,8	1,5	2,1	1,80
Mosto che imbratta le piante (%)	2,4	2,2	2,6	2,40
Mosto fuoriuscito dai ventilatori (%)	2,0	1,8	2,0	1,93
Perdite totali (%)	8,4	7,3	7,9	7,87
Forma d'allevamento		Doppia	Cortina	
Anno	2012	2013	2014	Media
Uva non distaccata (%)	2,0	1,8	1,4	1,72
Uva caduta a terra (%)	1,9	1,9	2,2	2,00
Mosto che imbratta le piante (%)	1,5	1,6	1,1	1,40
Mosto fuoriuscito dai ventilatori (%)	1,6	1,6	2,0	1,73
Perdite totali (%)	7,0	6,9	6,7	6,86

Tabella 44. Perdite di prodotto rilevate con la vendemmia meccanica nel cordone.

# 8.4 Valutazione complessiva dei tempi lavoro

La gestione meccanizzata di tutti gli interventi realizzati nel cordone libero, ha permesso, rispetto alla gestione manuale, un risparmio di ore di manodopera del 95% (fig. 64). Gli interventi che hanno richiesto un più elevato numero di ore nella gestione meccanizzata, sono stati la spollonatura (7 h/ha) e la cimatura (5 h/ha), mentre per i rimanenti interventi di potatura, defogliazione e vendemmia, i tempi sono variati da 2 a 3 h/ha.

La gestione meccanizzata della doppia cortina (fig. 65), ha permesso di ridurre del 94%, il numero di ore di manodopera impiegata, e anche in questo caso l'intervento che ha richiesto un maggior numero di ore di lavoro, è stata la spollonatura (12 h/ha). In questo caso però, a differenza del cordone libero, la maggiore difficoltà d'intervento, causata dalla necessità di spollonare a mano le spalle della doppia cortina, ha determinato un incremento del numero totale (M+m) di ore necessarie per eseguire il lavoro. Inoltre, in questa forma di allevamento, si aggiunge anche l'importante intervento di pettinatura che incide in parte (3-4 h/ha), sull'incremento del numero di ore totali necessarie.

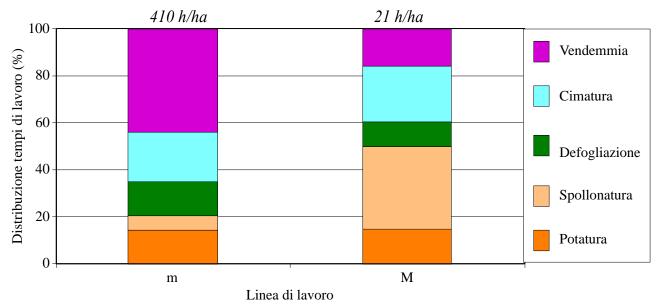


Figura 64. Somma dei tempi di lavoro della gestioni manuale (m) e meccanica (M) nel cordone libero.

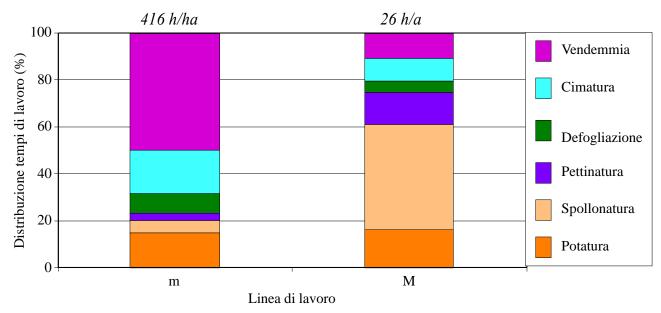


Figura 65. Somma dei tempi di lavoro della gestioni manuale (m) e meccanica (M) nella doppia cortina.

# 9 – VALUTAZIONI ECONOMICHE

Le valutazioni economiche riportate nel capitolo precedente si basano sui parametri economici e sulle produttività del lavoro manuale e di quello meccanico rilevati. Per ogni operazione verrà presentato il costo dei cantieri meccanici presentando l'andamento che si riscontra ipotizzando superfici vitate crescenti. Questa valutazione permetterà di individuare il livello di superficie minima al di sopra della quale risulta conveniente l'acquisizione aziendale dei cantieri di lavoro indicati.

La valutazione della superficie minima verrà ripetuta anche considerando un costo della manodopera impegnato negli interventi manuali più basso (8 e 5€/h), rispetto a quello ufficiale (11€/h), per simulare anche valutazioni in cui l'azienda presenta una disponibilità di manodopera più che sufficiente a eseguire gli interventi manuali.

# 9.1 Valutazione economica della potatura invernale

Per quanto riguarda le tre tesi di potatura realizzate nello Chardonnay allevato a cordone libero una prima valutazione può essere ricavata dalla figura 66, che riporta il costo unitario (€/ha) delle tre modalità di potatura in funzione della superficie di vigneto interessata dall'intervento. Rispetto al costo della potatura manuale che rimane sempre di 640 €/ha, i costi delle potature meccanizzate, partendo da valori inizialmente molto elevati perché penalizzati da una ripartizione dei costi fissi su superfici troppo piccole, mostrano un andamento che decresce rapidamente all'aumentare della superficie vitata. Oltre i 10-15 ha, il decremento del costo si appiattisce tendendo praticamente a stabilizzarsi quando si superano i 50 ha. Questo andamento dei costi porta ad ottenere un vantaggio economico della potatura meccanizzata anche su superfici limitate di vigneto.

Nel caso della potatura integralmente meccanica (M), la superficie minima di vigneto al di sopra della quale risulta conveniente l'acquisizione diretta della macchina nell'azienda è di appena 1,6 ha. Per il cantiere di prepotatura con rifinitura manuale su carro (M+C), tale superficie risulta di 5,6 ha.

Se si attribuisce al costo della manodopera impegnata per la potatura manuale di 8 €/h anziché 11 €/h, la superficie necessaria per ottenere un vantaggio economico dalla meccanizzazione risulta di 2,5 ha per la tesi M, e di 25 ha per la tesi M+C. Ipotizzando un costo della manodopera ancora più basso, pari a 5 €/h, sono necessari 6,8 ha per introdurre la meccanizzazione integrale, mentre la potatura con meccanica contemporanea rifinitura manuale (M+C), non risulta mai competitiva, neanche se applicata su superfici vitate molto alte.

Nella doppia cortina la potatura manuale ha comportato un costo leggermente più alto pari a 671 €/ha, le due tesi meccanizzate raggiungono la convenienza economica quando la potatura integrale (M) viene eseguita su superfii maggiori di 1,8 ha, e quando la potatura con rifinitura su carro (M+C), viene realizzata su superfici maggiori di 5,8 ha.

Come nel cordone libero se si ipotizza un costo inferiore della manodopera impegnata nella potatura manuale, queste superfici da cui inizia la convenienza economica, aumentano. Con la manodopera a 8 €/h la superficie minima risulta di 3,2 ha per la tesi M e di 33 ha per la tesi M+C. Con un costo della manodopera di 5 €/ha la tesi con rifinitura (M+C), non appare mai conveniente, mentre per l'intervento integralmente meccanizzato (M), sono necessari almeno 11 ha.

Potatura						
€/h manodopera	5	8	11			
M - CL	6,8	2,5	1,6			
M+C - CL	nr	25,0	5,6			
M - DC	10,8	3,2	1,8			
M+C - DC	nr	33,0	5,8			

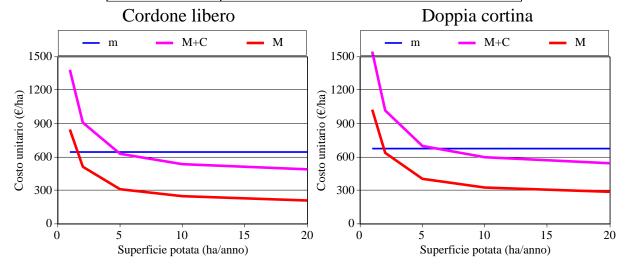


Figura 66. Andamento del costo unitario della potatura in funzione della superficie interessata (a sx cordone libero, a dx doppi cortina). Per le tesi meccanizzate viene indicata la superficie minima oltre la quale l'acquisto della potatura è conveniente. La soglia di convenienza è stata calcolata considerando 3 differenti costi orari dell'intervento manuale (5, 8 e 11 €/h).

Anche nella prova di potatura complementare eseguita sul <u>Trebbiano</u> le tre forme meccanizzate risultano convenienti con superfici non molto elevate. La superficie minima per introdurre la potatura completamente meccanizzata (M) risulta di 1,8 ha (tab.67) per la tesi M, 5,8 per la tesi M+C e 3,1 per la tesi M+m.

Nel caso della tesi con potatura con rifinitura su carro (M+C) la maggiore difficoltà a raggiungere la convenienza economica è chiaramente giustificata dal costo ulteriore del carro e dalla produttività non troppo elevata del cantiere di lavoro, imposta dalla necessita di permettere agli operatori di operare la rifinitura voluta.

Questa tesi di lavoro si dimostra una certa difficoltà ad ottenere la convenienza, quando il costo della manodopera scende ad 8 €/h, in cui la convenienza si raggiunge soltanto con 33 ha. Se il costo della manodopera diminuisce ulteriormente non è più possibile raggiungere la convenienza per questo tipo di intervento di potatura.

Le altre due tesi di meccanizzazione possono essere competitive anche quando il costo della manodopera scende a 8 e 5  $\in$ .

Potatura						
€/h manodopera	5	8	11			
M	10,8	3,2	1,8			
M+C	nr	33	5,8			
M+m	50	5,8	3,1			
		3.5.0				

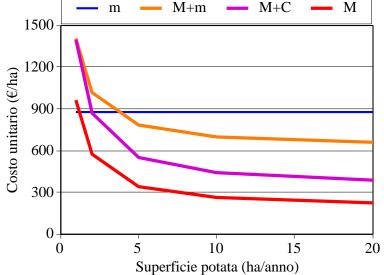


Figura 67. Superficie minima di convenienza della potatura secca per le tre tesi di potatura meccanizzata del trebbiano, rispetto alla potatura manuale.

# 9.2 Valutazione economica della gestione della chioma

# **Spollonatura**

Per quanto riguarda la spollonatura (fig.68), la linea dei costi dell'intervento manuale pari a 289 €/ha, viene intersecata dalla curva dei costi dell'intervento meccanico, in corrispondenza di una superficie vitata di 4,3 ha. Se si considera un costo della manodopera pari 8 €/h, il costo della spollonatura manuale scenderà a 211 €/ha e la convenienza della meccanizzazione ad una superficie superiore ai 9,2 ha.

Considerando invece il costo della manodopera a 5 €/h, il costo unitario dell'intervento manuale sarà di 132 €/h e la meccanizzazione non sarà conveniente in quanto non potrà scendere sotto questo valore.

Spollonatura						
€/h manodopera	5	8	11			
M - CL	nc	9,2	4,3			
M - DC	nc	10,0	5,0			

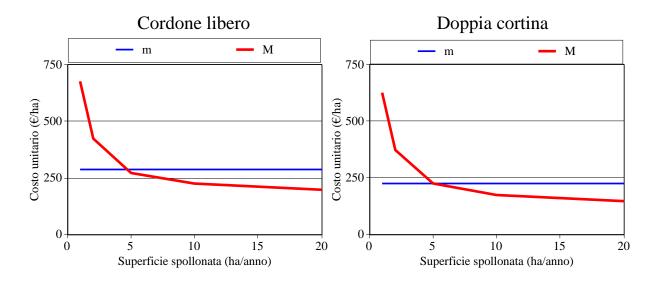


Figura 68. Andamento del costo unitario della spollonatura in funzione della superficie interessata (a sx cordone libero, a dx doppia cortina). Per le tesi meccanizzate viene indicata la superficie minima oltre la quale l'acquisto della spollonatrice è conveniente. La soglia di convenienza è stata calcolata considerando 3 differenti costi orari dell'intervento manuale (5, 8 e 11 €/h).

#### Cimatura

Il vantaggio economico della meccanizzazione nella cimatura viene esaltato (fig. 69), dalla elevata produttività delle macchine e dalla ripetizione degli interventi eseguiti nello stesso ciclo colturale. Nel caso del cordone libero, è sufficiente disporre di una superficie di appena 0,8 ha per rendere conveniente l'intervento meccanico. Anche nell'ipotesi di riduzione del costo della manodopera, la convenienza economica si raggiunge ancora su dimensioni del vigneto molto limitati: 1,4 ha, con la manodopera a 8 €/h, 3,5 ha con la manodopera a 5 €/h.

Il risultato è molto simile nella doppia cortina, dove la convenienza economica dell'intervento manuale si raggiunge a 0,9 ha, 1,3 ha e 2,5 ha, considerando rispettivamente un costo della manodopera per eseguire l'intervento manuale di 11, 8 e 5 €/h.

Cimatura						
€/h manodopera	5	8	11			
M - CL	3,5	1,4	0,8			
M - DC	2,5	1,3	0,9			

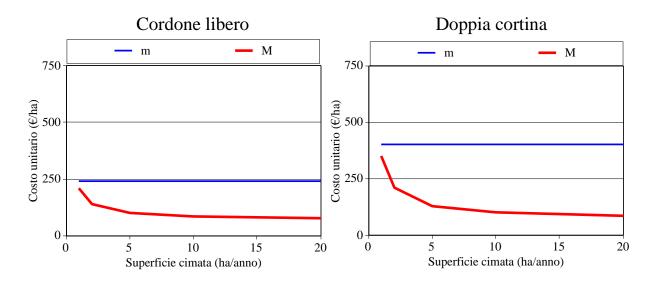


Figura 69. Andamento del costo unitario della cimatura in funzione della superficie interessata (a sx cordone libero, a dx doppia cortina). Per le tesi meccanizzate viene indicata la superficie minima oltre la quale l'acquisto della cimatrice è conveniente. La soglia di convenienza è stata calcolata considerando 3 differenti costi orari dell'intervento manuale (5, 8 e 11 €/h).

### **Defogliazione**

L'impegno richiesto dalla defogliazione manuale in termini di ore di lavoro, oltre a penalizzare la tempestività dell'intervento comporta certamente un onere molto elevato.

Nel caso del cordone libero (fig. 70), con una defogliazione realizzata su entrambe i lati del filare, il costo dell'intervento manuale nei tre anni è mediamente risultato pari a 646 €/ha. Rispetto a questo costo la meccanizzazione è in grado di offrire una maggiore convenienza quando la superficie interessata supera 1,1 ha.

Nelle ipotesi già effettuate per i precedenti interventi in cui si considera il costo della manodopera pari a 8 e 5 €/h, la superficie necessaria per applicare direttamente la meccanizzazione sale rispettivamente a 1,6 e 3,2 ha.

La defogliazione manuale risulta meno onerosa nella doppia cortina con un costo di 386 €/ha e in questo caso l'intervento meccanico necessita di una superficie disponibile più alta ma ancora molto limitata.

Nelle tre ipotesi di costo della manodopera di 11, 8 e 5 €, la superficie sale rispettivamente a 1,8, 2,7 e 5,5 ha.

Defogliazione					
€/h manodopera	5	8	11		
M - CL	3,2	1,6	1,1		
M - DC	5,5	2,7	1,8		

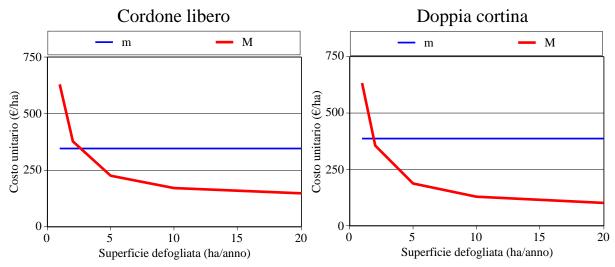


Figura 70. Andamento del costo unitario della defogliazione in funzione della superficie interessata (a sx cordone libero, a dx doppia cortina). Per le tesi meccanizzate viene indicata la superficie minima oltre la quale l'acquisto della defogliatrice è conveniente. La soglia di convenienza è stata calcolata considerando 3 differenti costi orari dell'intervento manuale (5, 8 e 11 €/h).

# Pettinatura della doppia cortina

La pettinatura manuale della doppi cortina (fig. 71), pur essendo stata realizzata in modo agevolato, utilizzando una piattaforma semovente, ha richiesto un impiego di manodopera di oltre 25 h/ha. Questo impegno corrisponde a un costo di circa 280 €/ha, che sommato al costo della piattoforma semovente (15 €/h), determina un costo unitario complessivo di 469 €/ha.

L'intervento di pettinatura pneumatica, considerando anche il riposizionamento manuale dei fili, richiede un costo inferiore alla pettinatura manuale, quando la superficie vitata supera 1,6 ha. In questo caso le ipotesi fatte utilizzando un minor costo della manodopera, modificano in maniera ancora meno evidente, le dimensioni necessarie per l'intervento meccanico in quanto essendo necessario il

riposizionamento manuale dei fili, anche la tecnica meccanica riduce il suo costo. Infatti ipotizzando 8 e 5 €/h, le superfici minime di convenienza salgono a 2,1 e 2,9 ha.

Pettinatura					
€/h manodopera	5	8	11		
M	2,9	2,1	1,6		

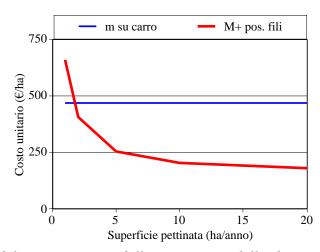


Figura 71. Andamento del costo unitario della pettinatura della doppia cortina in funzione della superficie interessata. Viene indicata la superficie minima oltre la quale l'acquisto della pettinatrice è conveniente. La soglia di convenienza è stata calcolata considerando 3 differenti costi orari dell'intervento manuale (5, 8 e 11 e/h).

### 9.4 Valutazione economica della vendemmia

Rispetto alle operazioni precedenti di potatura e di gestione della chioma, la convenienza economica della vendemmia meccanica appare meno facile da raggiungere (fig. 72). Infatti il costo della raccolta è molto condizionato dal prezzo di acquisto elevato della macchina vendemmiatrice e dal valore delle perdite di raccolta. Nei due casi esaminati, pur avendo riscontrato un livello di perdite accettabili, il valore di questo costo indiretto è risultato di circa 1000 €/ha, che è ben superiore anche al costo di noleggio. Nel caso del cordone libero, in cui è stata utilizzata una vendemmiatrice trainata meno costosa e il livello delle perdite è stato mediamente del 7,9%, la convenienza economica con la vendemmia meccanica si raggiunge su

superfici superiori di 12,4 ha. La riduzione del costo della vendemmia manuale a 1434 €/ha, che si ottiene con un costo orario della manodopera di 8 €/h, rende di fatto improponibile la vendemmia meccanica che anche su superfici molto ampie tende ad avere un costo simile ma non inferiore. Nel caso della doppia cortina l'utilizzo di una macchina semovente più costosa ma anche più produttiva ed efficiente (6,9% di perdite), si è raggiunto una soglia di convenienza tra la vendemmia manuale e quella meccanica, con una superficie di 14,3 ha. Tale soglia aumenta a 32 ha qualora la vendemmia manuale venga realizzata retribuendo la manodopera con 8 €/h. Ulteriori riduzioni del costo orario della manodopera rendono improponibile, anche in questo caso, la raccolta meccanica.

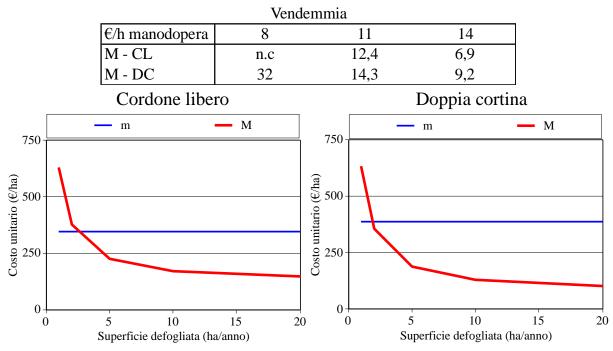


Figura 72. Andamento del costo unitario della vendemmia in funzione della superficie interessata (a sx cordone libero, a dx doppia cortina). Per le tesi meccanizzate viene indicata la superficie minima oltre la quale l'acquisto della vendemmiatrice è conveniente. La soglia di convenienza è stata calcolata considerando 3 differenti costi orari dell'intervento manuale (8, 11 e 14 e/h).

## 11 – Valutazione complessiva dei costi

Il costo complessivo degli interventi realizzati manualmente viene riassunto nelle figure 73 e 76, insieme a quelli realizzati meccanicamente, ipotizzando per questi ultimi una differente utilizzazione annuale delle macchine basata su superfici vitate di 2, 5, 10, 20 e 50 ha. Nel caso dei vigneti a cordone libero (fig. 73), la sommatoria degli interventi manuali determina un costo complessivo di 4.500 € e le ipotesi di meccanizzazione appaiono convenienti solo dopo i 5 ha, con valori gradualmente più favorevoli sulle superfici maggiori. Da questa sintesi si può però evidenziare che, alcuni interventi meccanici se realizzati su superfici limitate, presentano un costo superiore a quello richiesto dalla realizzazione manuale. Queste situazioni, evidenziate nella figura 74, da una differente colorazione degli istogrammi, sono prevalentemente da attribuire all'intervento della vendemmiatrice trainata che, come prima indicato, trova una convenienza economica solo se impiegata annualmente su superfici superiori ai 13 ha.

Se si ipotizza di ricorrere al noleggio della vendemmiatrice nei tre casi evidenziati, stimando un costo pari a 1.580 €/ha (550 € per costo del noleggio e 1.030 € per le perdite di raccolta), si ottengono le situazioni riportate in figura 75, in cui è evidente il notevole vantaggio della meccanizzazione anche quando viene applicata su superfici modeste.

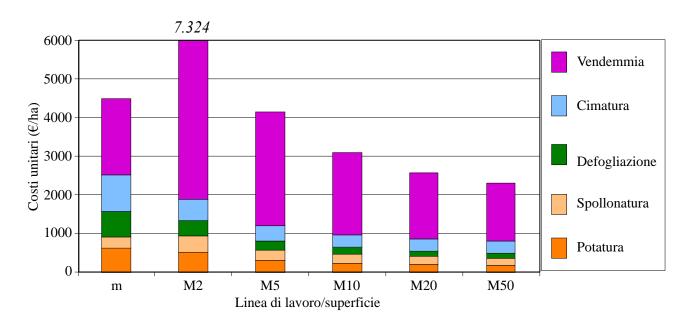


Figura 73. Costo complessivo delle operazioni svolte manualmente (m) e meccanicamente (M) nel cordone libero. Per l'intervento meccanico si fa riferimento a 5 differenti superfici del vigneto (2, 5, 10, 20 e 50 ha). Vengono riportati i valori calcolati per ogni intervento.

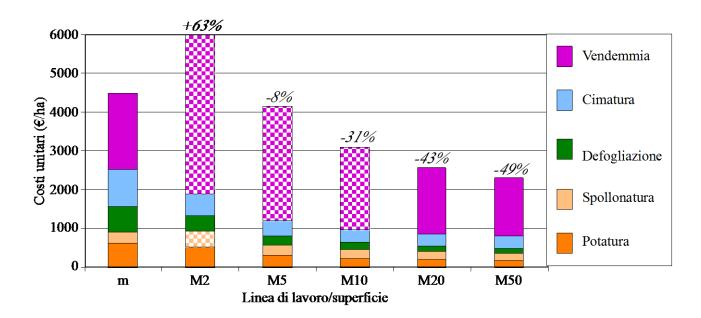


Figura 74. Costo complessivo delle operazioni svolte manualmente (m) e meccanicamente (M) nel cordone libero; con la colorazione a scacchi vengono evidenziate gli interventi meccanici più costosi del corrispondente manuale.

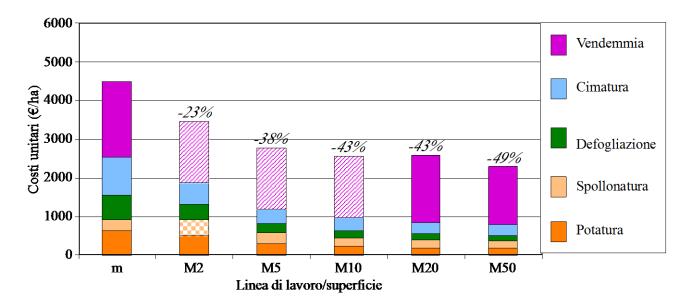


Figura 75. Costo complessivo delle operazioni svolte manualmente (m) e meccanicamente (M) nel cordone libero. Viene riportato la simulazione prevedendo di impiegare il noleggio nelle prime tre ipotesi di raccolta meccanica con un costo di 1580  $\epsilon$ /ha (550)/ha di noleggio e 1030  $\epsilon$ /ha per le perdite di produzione).

Una valutazione analoga si può ritrovare considerando i costi riferiti al vigneto allevato a doppia cortina (fig. 76). In questo caso rispetto al costo complessivo degli interventi manuali pari a 4.770 €/ha, le ipotesi di meccanizzazione risultano convenienti su superfici superiori ai 5 ha di vigneto, incrementando la convenienza con l'aumentare delle superfici vitate. Anche in questa forma d'allevamento, si può però evidenziare che, alcuni interventi meccanici se realizzati su superfici limitate, presentano un costo superiore a quello richiesto dalla realizzazione manuale. Queste situazioni, evidenziate nella figura 77, da una differente colorazione degli istogrammi, sono prevalentemente da attribuire all'intervento della vendemmiatrice trainata che, trova una convenienza economica solo se impiegata annualmente su superfici superiori ai 14 ha.

La gestione meccanizzata risulta più conveniente sin da superfici di alcuni ettari, nel caso in cui si ricorra al noleggio della vendemmiatrice, stimando un costo pari a 1.600 €/ha (650 € per costo del noleggio e 950 € per le perdite di raccolta). Infatti in questo caso (fig. 78), nelle tre ipotesi di noleggio su superfici a 2, 5 e 10 ha, la riduzione del costo della vendemmia, incide positivamente sulla riduzione del costo totale della linea di lavoro meccanica ipotizzata.

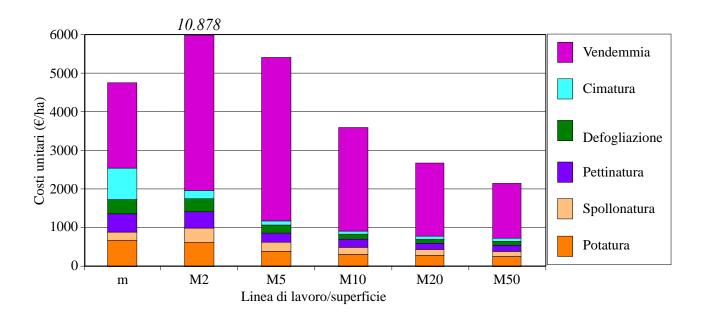


Figura 76. Costo complessivo delle operazioni svolte manualmente (m), e meccanicamente (M), nella doppia cortina. Per l'intervento meccanico si fa riferimento a 5 differenti superfici del vigneto (2, 5, 10, 20 e 50 ha). Vengono riportati i valori calcolati per ogni intervento.

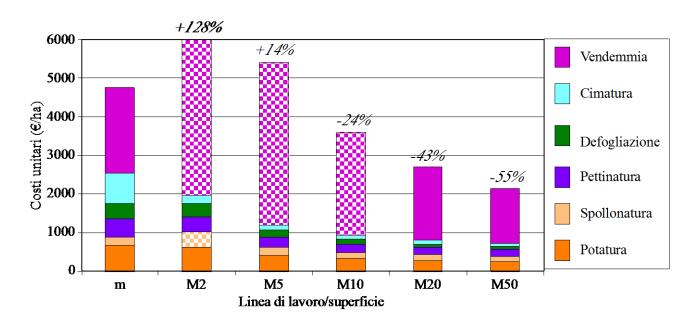


Figura 77. Costo complessivo delle operazioni svolte manualmente (m), e meccanicamente (M), nella doppia cortina. Con la colorazione a scacchi vengono evidenziate gli interventi meccanici più costosi del corrispondente manuale.

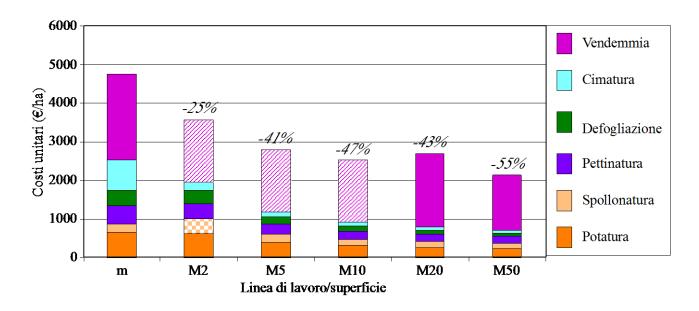


Figura 78. Costo complessivo delle operazioni svolte manualmente (m), e meccanicamente (M), nella doppia cortina. Viene riportato la simulazione prevedendo di impiegare il noleggio nelle prime tre ipotesi di raccolta meccanica con un costo di 1600  $\epsilon$ /ha (650 /ha di noleggio e 950  $\epsilon$ /ha per le perdite di produzione)

### 10 – CONCLUSIONI

La ricerca ha permesso di valutare l'uso delle macchine nella gestione del vitigno Chardonnay allevato a cordone libero e a doppia cortina, due forme nate specificatamente per favorire la meccanizzazione viticola.

Nei tre anni di prove, l'esecuzione meccanizzata delle operazioni di potatura, di gestione della chioma e di vendemmia hanno permesso di valutarne l'efficienza e i limiti di convenienza rispetto agli stessi interventi eseguiti manualmente.

I rilievi della produttività di differenti livelli di meccanizzazione della potatura invernale e il successivo controllo vegeto-produttivo delle piante hanno dimostrato come sia possibile ridurre i tempi e i costi di quest'intervento, anche su superfici vitate di piccola o piccolissima dimensione, senza penalizzare la qualità del lavoro eseguito e la produttività delle piante. Queste infatti hanno dimostrato di sapersi autoregolare differenziandosi nel germogliamento, nella fertilità e nella dimensione dei grappoli. Comportamento confermato anche nelle prove di potature effettuate sul Trebbiano romagnolo.

In maniera analoga la meccanizzazione degli interventi di spollonatura, defogliazione, pettinatura e cimatura, che controllano lo sviluppo delle piante dalle prime fasi vegetative sino alla raccolta, si è dimostrata economicamente conveniente per tutte le situazioni aziendali, in sostituzione a interventi manuali lunghi e faticosi. Inoltre la facilità e la tempestività che caratterizza questo tipo di meccanizzazione favorisce il raggiungimento di risultati agronomici ottimali, altrimenti difficilmente ottenibili se non con una consistente disponibilità di manodopera.

La corretta gestione della potatura invernale e della chioma nei due vigneti allevati a cordone libero e a doppia cortina ha permesso di ottenere buoni risultati nella vendemmia meccanica sia per la qualità del lavoro eseguito sia per i tempi di esecuzione. In entrambi i casi il danneggiamento delle piante e delle uve raccolte è rimasto entro limiti accettabili, riducendo l'incidenza delle perdite di raccolta. Questo ha condizionato positivamente la validità economica dell'intervento meccanico che trova soglie di convenienza anche raccogliendo annualmente superfici di 20-30 ha.

La completa meccanizzazione degli interventi considerati nei vigneti a cordone libero e a doppia cortina permette di raggiungere un bilancio economico molto vantaggioso rispetto all'esecuzione manuale su superfici superiori ai 20 ha. La validità può comunque essere estesa anche a realtà di minore dimensioni se si prevede l'esecuzione della vendemmia meccanica attraverso il noleggio. In questo caso le linee di meccanizzazioni utilizzate consentono facilmente di dimezzare i costi necessari.

Considerando che l'attuale tendenza della viticoltura italiana, verso una diminuzione dei costi e dei carichi di manodopera, sarà certamente rafforzata nei prossimi anni, è certamente auspicabile, nella realizzazione dei futuri impianti, considerare queste due forme di allevamento, che rappresentano l'espressione più evoluta e completa di sinergia tra macchina e pianta.

# **BIBLIOGRAFIA**

- 01. ASABE Standards. (2011). D497.7: Agricultural Machinery Management Data. St. Joseph, Mich.: ASABE.
- 02. Assirelli, A., & Pignedoli, S. (2005). Costo di esercizio delle macchine agricole. Bollettino C.R.P.A. Notizie, 5,1-10.
- 03. Baldini E. (1982) Italian experience of double curtain training system with special reference to mechanization. Webb A. D. Ed. Grape and Wine Centennail Proc. 18-21 June 1980. Davis, CA: 195-200.
- 04. Baldini E., Intrieri C., Marangoni B., Toscano A. (1975) Primi rilievi fenologici e produttivi su vigneti trasformati per la raccolta con vendemmiatrici scavallatrici. Atti Acc. It. Vite e Vino, Vol.
- 05. Baldini E., Intrieri C. (1984) Meccanizzazione della vendemmia e della potatura. Clueb, Bologna;
- 06. Baldini E., Intrieri C. (2004) Viticoltura meccanizzata. Edagricole, Bologna;
- 07. Baraldi G., Bordini F., Caprara C., Pezzi F. (2006) Interazione macchina pianta nella vendemmia meccanica, Atti del Convegno "Innovazione delle macchine e degli impianti nel settore agro-alimentare per un'agricoltura multifunzionale nel rispetto dell'ambiente", 2006, Anacapri (NA), 5-6 giugno, 167-173.
- 08. Bates, T., & Morris, J. (2009). Mechanical cane pruning and crop adjustment decreases labor costs maintains fruit quality in New York "Concord" grape vineyards. HortTechnology, 19(2),247–253.
- 09. Bertamini M., Iacono F. (1994) Effects of upward and downward shot growth on vegetativ development, yeld and must composition: influence of pruning level and basing leaf removal (cv Chardonnay) Proc. GESCO Valladolid, 21-23 June:106-109.
- 10. Biasi W., Bonato L., Teot G. (1990) Vite, meccanica della potatura invernale. Terra e Vita, 50: 29-32.
- 11. Bonato L., Berto G., Bottazzo A. (2000) Le forme di allevamento per la meccanizzazione del vigneto. Terra e Vita, 42 suppl.: 19-23.
- 12. Bordini F., Liberati P., Pezzi F. (2005) Un sistema integrato per il controllo funzionale delle vendemmiatrici.
- 13. Bordini F., Pezzi F. (2006), Innovazione per agevolare la potatura. Vigne Vini, 11: 89-91.
- 14. Brancadoro L., Maccarone G., Scienza A. (1997) Potatura invernale della vite: risultati vegeto produttivi. L'informatore Agrario 48: 59-62
- 15. Brancadoro L., Marmugi M. (1997) Rapporto tra i sistemi di potatura invernale e tempi di lavoro nella vite. L'Informatore Agrario 23: 71-74.
  - Brancadoro L., Campostrini F. (2003) Tecniche di gestione della chioma (Forme di allevamento della vite e modalità di distribuzione dei fitofarmaci): 117-139. Ed. Bayer CropScienze S.r.l..
- 17. Brancadoro L. (2004) La meccanizzazione della potatura invernale della vite. Phyto 08/2004; 17-18.
- 18. Calcante, A., Fontanini, L., & Mazzetto, F. (2013). Coefficients of repair and maintenance costs of self-propelled combine harvesters in Italy. Agric Eng Int: CIGR Journal, 15(3),141-147.

- 19. Calò A., Cargnello G. (1969) Indigine sulla produttività delle foglie nella vite. Atti Acc. Ital. Vite e Vino. 21: 413-426.
- 20. Calò A., Iannini B. (1975) Indagine sulla migrazione dei prodotti di assimilazione della vite mediante l'uso di C14. Riv. Ital. Viticoltura ed Enologia 28: 236-252.
- 21. Calò A., Iannini B., Pezza L. (1975) Ulteriori indagini sulla funzionalità dell'apparato fogliare della vite. Influenza delle azioni correttive lungo il tralcio. Atti Acc. Ital. Vite e Vino. 27: 213-236.
- 22. Calò A., Iannini B. (1976) Indagini sulla funzionalità dell'apparato fogliare della vite. Comportamento dei singoli germogli uviferi. Atti Acc. Ital. Vite e Vino. 28: 177-187.
- 23. Calò A., Giorgessi F., Lavezzi A., Ridomi A., (1991) Risposta produttiva della vite allevata a contro spalliera e a cortina semplice e doppia con diverse densità di piantagione in pianure dell'Italia nord-orientale. Riv. Vitic. Enol. 4: 233-246.
- 24. Capucci C. (1968) Moderni sistemi di allevamento della vite. Edagricole, Bologna.
- 25. Castaldi R. (2011) Vite. Sistemi di allevamento. Guida alla scelta e alla gestione. Edizioni L'Informatore Agrario..
- 26. Castaldi R. (2013) Vite. Gestione della chioma. Potatura invernale, interventi al verde e innesti. Edizioni L'informatore Agrario.
- 27. Castaldi R., Pezzi F. (2014) Defogliare a macchine la vite conviene già su piccole superfici. L'Informatore Agrario 18/2014.
- 28. Castaldi R., Pezzi A., Carrelli M., Barca E., Pezzi F. (2014) Doppia cortina: pettinatura meccanica traguardo possibile. L'informatore Agrario 26/2014: 44-47.
- 29. Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Pesaro, 1971.
- 30. Clingeleffer, P. R. (2013). Mechanization in Australian vineyard. In: Proc. 1th Intl. Workshop on Vineyard Mechanization and Grape and Wine Quality (pp. 169-177). Piacenza, Italy: ISHS Acta Hortic. 978.
- 31. Corazzina E. (2007) La coltivazione della vite. Ed. L'Informatore Agrario, 264 pp.
- 32. Corazzina, E. (2010). Patto tra produttori e terzisti per la vendemmia meccanica. L'Informatore Agrario, 21,41-43.
- 33. Corradi C. (2004), La cimatura estiva. Vigne Vini, 6: 47-51.
- 34. Demaldè, R., & Spezia, G. (2006). Quando conviene acquistare una vendemmiatrice. L'Informatore Agrario, 22,57-60.
- 35. Eynard I., Dalmasso G. (1990) Viticoltura Moderna. Manuale pratico. Hoepli. 397 400.
- 36. Eynard I., Morando A., Novello V., Bovio M., Navissano G. (1991) Confronto fra contro spalliere e cortine con potatura corta o mista nell'Italia nord-occidentale. Riv. Vitic. Enol. 4: 209-216.
- 37. Elia P. (1988) Considerazioni tecniche ed esperienze sulla potatura meccanica invernale delle controspalliere nei vigneti collinari, Speciale vite: potatura meccanica invernale. Edizioni L'Informatore Agrario n.11/1988.
- 38. Faccioli F., Intrieri C. (1985) Le innovazioni della tecnologia viticola fra il 1920 e il 1960 nella documentazione dell'archivio fotografico dell'Istituto di Coltivazione Arborea dell'Università di Bologna. La catalogazione della coltura materiale. Il ciclo della vite e del vino. Ed Grafis. 91-153.
- 39. Fernandez-Alcázar, J.I. (2009). Costes de vendimia mecanizada. Cuaderno de Campo, 42: 32-35.

- 40. Filippetti I., Intrieri C., Silvestroni O., Poni S. (1991) Effetti della potatura corta e lunga sulla sincronizzazione fenologica e sul comportamento vegeto-produttivo della cv Sangiovese (V. Vinifera L.) Vignevini 12: 41-46.
- 41. Fontana M., Venturi A. (2000) Le forme di allevamento per la meccanizzazione del vigneto. Supplemento a Terra e Vita.
- 42. Fontana M. (2009) Vigneti Meccanizzabili moltiplicati per tre, Vignevini, 1/2, 36-40.
- 43. Fregoni M., Boselli M., Dorotea G., Montesani G., Volpe B., Zamboni M. (1984) Ruolo del cordone permanente e della doppia cortina nelle forme di allevamento adatte alla vendemmia meccanica. Vignevini 10: 23-38.
  - 44. Fregoni M. (1987) Viticoltura generale. Ed. Reda. Bologna.
- 45. Fregoni M. (1998) Viticoltura di qualità. Ediz. L'informatore Agrario
- 46. Fregoni M. (2005) Viticoltura di qualità. Phytoline.
- 47. Gambella, F., & Sartori, L. (2014). Comparison of mechanical and manual cane pruning operations on three varieties of grape (Cabernet Sauvignon, Merlot, and Prosecco) in Italy. Transactions of the ASABE, 57(3),701-707.
- 48. Gily M. (2003) Allevamento della vite a chioma divisa. Speciale L'Informatore Agrario, 37, 61-70.
- 49. Intrieri C., Faccioli F. (1978) Prime esperienze su diversi tipi di potatura nei "Lambruschi" in rapporto ad alcuni modelli fisiologici del loro comportamento produttivo. Atti Acc. It. Vite e Vino, Vol. XXX: 158-176.
- 50. Intrieri C. (1979) Experiences italiennes sur la taille mechanique de la vigne. Le Progrès Agricole et Viticole 19: 389-392.
- 51. Intrieri C., Baldini E. (1982) Le forme di allevamento per la meccanizzazione integrale del vigneto. L'Inf. Agr. 39: 22733-22737.
- 52. Intrieri C., Marangoni B. (1982) The alternate "up-down" mechanical pruning system experiments on vine GDC-trained (V.vinifera cv Montuni). Webb A.D. Ed Grape and Wine Centennial Proc. 18-21 June 1980. Davis. CA: 195-200.
- 53. Intrieri C., Silvestroni O. (1983) Advances on winter mechanical pruning of grapevine: equipments and training systems. 1ere Sem. Intern. Sur la Taille Mecanique de la Vigne. Montpellier: 49-73.
  - 54. Intrieri C., Silvestroni O. (1983) Evoluzione delle forme d'allevamento della vite nella pianura padana. Atti Convegno sull'evoluzione delle forme d'allevamento della vite in situazioni di piano e di colle: 13-45. Torino.
- 55. Intrieri C. (1987) Experiences on the effect of vine spacing and trellis training system on canopy microclimate vine performance and grape quality: Acta Hort. 206: 69-87.
- 56. Intrieri C., Silvestroni O., Poni S. (1988) Long-term trials on winter mechanical pruining of grapes. Riv. Ing. Agraria Quaderno 9: 168-172.
- 57. Intrieri C., Poni S. (1990) Nuovo approccio integrato fra sistemi di allevamento e macchine per la conduzione di vigneti di qualità. Atti Acc. It. Vite e Vino. Vol.42: 295-323.
- 58. Intrieri C., Poni S., Filippetti I., Silvestroni O., Colucci E. (1992) Indagini poliennali su forme della vite tradizionali ed innovative in Emilia Romagna. Vignevini 10: 29-36.
- 59. Intrieri C., Poni., Silvestroni O., Coricciati G., Rebucci B. (1993) Long-term comparison of three training system in the Po Valley. Atti GESCO, Rems, 14-16 April: 42-48.

- 60. Intrieri C., Poni S. (1995) Integrated evolution of trellis training systems and machines to improve grape quality and vintage quality of mechanized Italian vineyards. Am J. Enol. Vitic. 46. (1):116-127.
- 61. Intrieri C., Silvestroni O., Poni S., Filippetti I., Colucci E., Lia G. (1998) Meccanizzazione integrale in viticoltura. Principi ed evoluzione tecnica dei sistemi di allevamento e delle macchine. Supplemento a Terre e Vita, 11: 1-62.
- 62. Intrieri C., Silvestroni O., Lia G., Borghesi L., Colucci E., (1998) Comportamento operativo e funzionale di "Trinova II" e "Trinova II-Pruner" in prove di vendemmia e di potatura su "Cordone Libero Mobilizzato". Notiziario Tecnico CRPV, 55: 87-114.
- 63. Lisa L., Cargnello G. (1991) Confronto fra sistemi di allevamento della vite nelle colline piemontesi. Riv. Vitic. Enol. 4: 83-92.
- 64. Intrieri, C., & Poni, S. (2000). Physiological response of winegrape to management practices for successful mechanization of quality vineyards. In: Proc. 5th Intl. Symposium on Grapevine Physiology (pp. 33-48). Jerusalem, Israel: ISHS Acta Hortic. 526.
- 65. ISO 5704. (1980). Equipment for vine cultivation and wine making Grape-harvesting machinery Test methods. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
  - 66. ISTAT (2002) Statistiche sull'agricoltura, anno 1999. Annuario n. 47.
- 67. ISTAT. (2010). VI Censimento generale dell'agricoltura. Retrieved from <a href="http://www.istat.it/it/censimento-agricoltura/agricoltura-2010">http://www.istat.it/it/censimento-agricoltura/agricoltura-2010</a>
- 68. Johann, Jerry A., Silva, Maria C. A., Uribe-Opazo, Miguel A., & Dalposso, Gustavo H. (2010). Variabilidade espacial da rentabilidade, perdas na colheita e produtividade do feijoeiro. Engenharia Agrícola, 30(4),700-714.
- 69. Maines F. (2009) Meccanizzazione in viticoltura (parte prima) Corso di Meccanica agraria Istituto Agrario S. Michele.
- 70. Manaresi A. (1957) Trattato di Viticoltura. Edagricole.
- 71. Marenghi M. (2004), Agevolazione della potatura. Vigne Vini, 3: 70-71.
- 72. Martinez de Toda F., Tardaguila J. (2003) Meccanizzazione e fabbisogni di manodopera nei diversi sistemi d'allevamento (Forme di allevamento della vite e modalità di distribuzione dei fitofarmaci): 141-158. Ed. Bayer CropScienze S.r.l..
- 73. Morando A. (1994) Materiali e tecniche per l'impianto del vigneto. Ediz. Vit.En
- 74. Morris, J.R. (2007). Development and commercialization of a complete vineyard mechanization system. HortTechnology, 17(4),411–420.
- 75. Novello V. (1994) Effects of four trellis systems on productivity and must quality of grapevine cv Erbaluce. Proc. GESCO. Valladolid, 21-23 June: 67-72.
- 76. Pergher G., Gubiani R. (1995) Analisi dei tempi di lavoro nella potatura del vigneto. M&MA 7-8: 49-53.
- 77. Pezzi F., Bordini F., (2004) Gestione del suolo in viticoltura. Vignevini 10: 61-65.
- 78. Pezzi F., Bordini F., (2005) La gestione meccanizzata della chioma del vigneto. Vignevini 7-8: 95-101.
  - 79. Pezzi F., Bordini F. (2005) Valutazioni tecnico economiche sulla gestione meccanizzata della chioma nel vigneto. Vignevini, n.7/8: 68-72;
- 80. Pezzi F., Bordini F., (2006) La potatura meccanica nel vigneto: aspetti tecnici, qualitativi ed economici di differenti livelli di meccanizzazione. Rivista di Ingegneria Agraria 1:57-65.

- 81. Pezzi F. (2006) Evaluation of two different systems for grape harvesting using horizontal and vertical shaking. Agricoltura Mediterranea, Vol.136, 181-188.
- 82. Pezzi F., Bordini F., (2007) Impiego di marcatori cromatici per agevolare la potatura del vigneto. Convegno nazionale AIIA, Pisa e Volterra 5 7 Settembre.
- 83. Poni S., Volpelli P. (1988) Gradienti vegetativi dei germogli di vite in rapporto alla posizione sul capo a frutto. Vignevini 1-2: 59-64.
- 84. Poni S., Intrieri C. (2000) Forme di allevamento e potatura. Contributo della scuola italiana al progresso delle scienze vitivinicole Acc. Ital. Vite e Vino, Vol. n.1, 227-241.
- 85. Poni S., Bernizzoni F., Rebucci B. (2003) La potatura invernale della vite. Principi fisiologici e criteri applicativi. Speciale L'informatore Agrario, 46:59-71.
- 86. Scaramuzzi F., Di Collalto G., Bandinelli R. (1978) I sistemi di allevamento per la vendemmia meccanica. Sette anni di indagini comparative in ambienti diversi. Conv. Naz. Vend. Mecc. In Italia: 143-152.
- 87. Shaulis N.J. (1998) Responses of grapevines and grape to spacing of and within canopies. Proc. Grape and wine centennial symposium, University of California, Davis, 353-361.
- 88. Shubert A., Restagno M., Novello V., Peterlunger E. (1994) Effect of shoot orientation on growth, net photosynthesis and hydraulic conductivity of Vitis Vinifera L. cv. Cortese. Am. J. Enol. Vitic. 3: 324-329.
- 89. Silvestroni O., Intrieri C., Poni S. (1994) Dinamica della funzionalità fogliare e rilievi eco fisiologici su alcune forme di allevamento della vite. Frutticoltura. 10: 25-36.
- 90. Silvestroni O., Intrieri C., Filippetti I., Lavezzi A., Ridomi A., Pezza L. (1996) Performance of Tocai vines under mechanical and band-pruned simple-curtain and traditional band-pruned Casarsa system. Riv. Vitic. Enol. Anno XLIX. (4): 39-52.
- 91. Smart R. (1993) Canopy management, current developments in Australia. The Australian Grapegrower and Winemaker, 354: 17-28.
  - 92. Spezia G. (1991) Macchine operatrici per il vigneto. *Vignevini*, 3: 41-47
- 93. Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P., & Buckmaster, D. R. (2006). Engineering Principles of Agricultural Machines. 2nd ed. St Joseph, MI, USA: ASABE.
- 94. Trapani, A. M. D., & Sgroi, F. (2010). La vendemmia meccanica è sempre conveniente. L'Informatore Agrario, 40,83-87.
- 95. Tudisca, S., Trapani, A. M. D., Sgroi, F., & Testa, R. (2013). The cost advantage of Sicilian wine farms. Am. J. Applied Sci., 10(12),1529-1536.

#### CONSIDERAZIONI E RINGRAZIAMENTI

Il percorso di ricerca intrapreso è stato purtroppo condizionato da problematiche personali di salute, che hanno limitato in parte il mio rendimento e il modo di affrontare mentalmente questi anni trascorsi. Il risultato finale rimane limitato per le opportunità di ricerca e crescita professionale non pienamente sfruttate.

Rimane comunque un'esperienza di ricerca professionale importante, attraverso la quale, le attività svolte mi hanno fatto comprendere meglio quanto sia importante la meccanizzazione in viticoltura, l'utilizzo adeguato e corretto per ogni singolo intervento e contesto, dei mezzi meccanici, e l'incidenza fondamentale della forma di allevamento, sulla gestione dei tempi, dei costi e della qualità finale del prodotto.

Ringrazio il mio Relatore, Prof. Fabio Pezzi, con il quale ho intrapreso questo percorso, riconoscendogli una grande professionalità e competenza nell'affrontare le problematiche della gestione meccanizzata dei vigneti.

Ringrazio la Società Terre Naldi, gli amministratori Giovanni Carapia e Laura Montanari, per la disponibilità ed il supporto fornitomi nell'attività di ricerca svolta nei tre anni.

Un doveroso e sentito ringraziamento và anche a Gian Luigi Baccarini, amministratore unico della società All Vineyard, per la sua disponibilità e professionalità, con macchine, attrezzi e tanta esperienza. La sua collaborazione è stata indispensabile per potere effettuare con correttezza, nelle modalità e nei tempi di esecuzione, buona parte delle prove eseguite.

Ringrazio la Prof.ssa Ilaria Filippetti, per la disponibilità fornitami nelle prove eseguite sul Trebbiano Romagnolo.

Ringrazio inoltre la Società Astra Innovazione e Sviluppo, che mi ha permesso di effettuare le analisi necessarie, nei tre anni di ricerca.

Ringrazio Mirco Carrelli e famiglia, per la disponibilità fornitami nelle prove eseguite nella loro azienda.

Ringrazio anche gli Agronomi Mirco Melotti, Riccardo Castaldi, Aldo Pezzi e Flavio Ricci.

Un ringraziamento e una dedica per questo lavoro, a mio padre, (ex motorista dell'Ente di Sviluppo Agricolo siciliano), alla mia famiglia e alla mia terra, la Sicilia.