



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE AGRARIE E DEL TERRITORIO

INFLUENZA DI DIVERSE TIPOLOGIE DI
INERBIMENTO IN VITICOLTURA
BIOLOGICA: RISULTATI SUL
VERDICCHIO

INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF
COVERING IN ORGANIC VITICULTURE:
RESULTS ON VERDICCHIO

TIPO TESI: Sperimentale

Studente
JOSÈ LUIS PENTERICCI

Relatore:
PROF. VANIA LANARI

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

A mio padre

SOMMARIO

ELENCO DELLE TABELLE	4
ELENCO DELLE FIGURE	5
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI.....	6
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI	7
CAPITOLO 1: GESTIONE DEL SUOLO IN VITICOLTURA.....	8
SCOPO DELLA TESI.....	12
CAPITOLO 2: MATERIALI E METODI ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.	3
2.1 Sito di coltivazione	Errore. Il segnalibro non è definito.
2.2 Shema sperimentale e specie erbacee utilizzate.....	14
2.3 Rilievi vegetativi.....	17
2.4 Rilievi produttivi e qualitativi	17
2.4.1 Dosaggio colorimetrico rapido dell'acido tartarico.....	18
2.4.2 Determinazione dell'acido malico.....	18
2.4.3 Determinazione dell'azoto prontamente assimilabile (APA).....	19
2.5 Analisi statistica.....	19
CAPITOLO 3:RISULTATI E DISCUSSIONE	21
3.1 Architettura della chioma e superficie totale della vite	21
3.2 Evoluzione della dimensione dell'acino (g).....	23
3.3 Evoluzione della concentrazione zuccherina (°Brix).....	25
3.4 Evoluzione dell'acidità titolabile AT (g/l).....	27
3.5 Evoluzione del pH.....	29
3.6 Composizione del mosto alla vendemmia	31
3.7 Parametri della resa alla vendemmia.....	32
CONCLUSIONI	34
BIBLIOGRAFIA	36

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Architettura della chioma e NSF (numero strati fogliari) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo.....	22
Tabella 2: Numero dei germogli e superficie fogliare totale (SFT) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo.....	23
Tabella 3: Composizione del mosto alla vendemmia nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo.....	32
Tabella 4. Parametri della resa alla vendemmia nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo.....	33

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1: Mappa satellitare Google Earth dell'area interessata dal vigneto oggetto dello studio (perimetro appezzamento evidenziato in verde)	3
Figura 2: Inerbimento costituito da mix di leguminose (<i>Trifolium repens</i> , <i>Lotus corniculatus</i>) e gramiacee (<i>Lolium perenne</i> , <i>Festuca rubra</i>)	15
Figura 3: Inerbimento costituito da <i>Trifolium alexandrino</i>	16
Figura 4: Inerbimento spontaneo	16
Figure 5: Evoluzione della dimensione dell'acino (g) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$)	24
Figura 6: Evoluzione della concentrazione zuccherina (°Brix) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$)	26
Figura 7: Evoluzione dell'acidità titolabile (g/l) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$)	28
Figura 8: Evoluzione del pH nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$)	30

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

APA: Azoto prontamente assimilabile

AT: Acidità titolabile

GG: Giorni Giuliani

NST: Numero strati fogliari

PMG: Peso medio del grappolo

PMA: Peso medio dell'acino

SFT: Superficie fogliare totale

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Una risorsa fondamentale e non rinnovabile per l'agricoltura e per la biodiversità è il suolo. Esso svolge un ruolo essenziale nella cattura e nell'immagazzinamento di CO₂ nonché nella regolazione dell'acqua e nel ciclo dei nutrienti. L'agricoltura, da sempre, influenza la salute del suolo e le sfide climatiche attuali la pongono di fronte a grandi problematiche quali: l'erosione, il degrado, la desertificazione, la perdita di biodiversità e la diminuzione di nutrienti. Al fine di far fronte a tali sfide diventa essenziale una corretta ed oculata gestione del suolo agricolo attraverso pratiche sostenibili volte ad affrontare le minacce più urgenti alla salute del suolo stesso. Per meglio comprendere il significato di gestione del suolo è essenziale evidenziare il concetto di "servizi ecosistemici". Daily (1997) ha definito i servizi ecosistemici come "le condizioni e i processi attraverso i quali gli ecosistemi naturali, e le specie che li compongono, sostengono e soddisfano la vita umana". I terreni agricoli coltivati sono un ecosistema specifico con l'obiettivo principale di fornire cibo, fibre e carburante (Swinton et al., 2007). Nella coltivazione dei terreni l'ottimizzazione dei servizi ecosistemici in genere promuove la produzione alimentare, a volte però la comparsa di disservizi ecosistemici tende ad ostacolarla. L'agricoltura si trova all'interfaccia di servizi ecosistemici e disservizi ecosistemici in quanto fornisce e riceve servizi e disservizi: gestire gli ecosistemi agricoli significa "ottimizzare i flussi di servizi ecosistemici e disservizi ecosistemici da e verso l'agricoltura" (Zhang et al., 2007). Per ottimizzare tali flussi di servizi e disservizi ecosistemici occorre quindi una gestione del terreno che tenga conto di parametri tecnici, socioeconomici ed ambientali.

Capitolo 1

GESTIONE DEL SUOLO IN VITICOLTURA

La gestione del suolo va organizzata in funzione dei fattori limitanti che: dal punto di vista tecnico permettano di garantire una struttura del terreno che favorisca l'attecchimento e lo sviluppo della pianta; di rinforzare la portanza del terreno (ossia la sua capacità di sopportare la pressione esercitata dagli pneumatici o dai cingoli di una macchina) e la sua resistenza ai cedimenti; di permettere una produzione di frutti conforme agli obiettivi dell'azienda; di garantire alle piante un apporto equilibrato di acqua e di elementi minerali; dal punto di vista socio-economico permettano di garantire una raccolta qualitativamente e quantitativamente ottima; di adottare tecniche economicamente efficaci e adatte alle condizioni locali; di dare alla popolazione un'immagine positiva dell'agricoltura; ed infine per quanto riguarda gli aspetti ambientali permettano di limitare i rischi di degrado fisico dei terreni (erosione, cedimento, ecc.); di garantire a lungo termine la fertilità dei terreni; di limitare i rischi di inquinamento idrico diffuso e /o circoscritto e, non ultimo, di favorire l'attività biologica dei terreni e la biodiversità nella parcella (Morisod et al., 2018).

La salvaguardia del suolo agrario come risorsa ambientale è uno degli obiettivi raccomandati dall'Unione Europea, unitamente alla salvaguardia delle risorse acqua ed aria.

Sin dal 1985, con specifico riferimento alla viticoltura, la Commissione Europea auspica l'adozione di tecniche di gestione del suolo atte a limitare il ricorso alla lavorazione del terreno. L'inerbimento controllato è indicato nei regolamenti Comunitari di Agricoltura Biologica (Reg. CEE 2092/91) e di Agricoltura Integrata (Reg. CEE 2078/92) come metodo ecologicamente atto alla protezione dell'ambiente edafico. In viticoltura, prendersi cura del suolo è indispensabile per una buona gestione del vigneto e per una produzione adeguata agli standard. Il suolo è uno dei principali elementi del terroir (van Leeuwen et al., 2004) e pertanto la protezione dei suoli è una questione importante in viticoltura (Garcia et al., 2018). Fino a qualche decennio fa la tecnica colturale prevalente nei vigneti era la lavorazione integrale del terreno, effettuata con mezzi meccanici principalmente per ostacolare la crescita della flora infestante, interrare i fertilizzanti, i residui colturali e le malerbe, limitare le perdite d'acqua per evaporazione, ricostruire una struttura porosa del terreno che permettesse un buon

approfondimento dell'apparato radicale. Numerosi studi hanno messo in discussione molti dei benefici legati alle periodiche lavorazioni del terreno: il ricorso a questo tipo di tecniche di lavorazione nel tempo ha mostrato fenomeni di degradazione della struttura ed una riduzione del tenore di sostanza organica, aumentando il rischio di perdita di suolo attraverso fenomeni di erosione (Novara et al., 2011). D'altra parte, proprio la viticoltura causa più rischio di erosione perché spesso i vigneti sono situati su pendii collinari più o meno ripidi dove gli eventi di pioggia intensi generano ruscellamento e dilavamento con formazione di crosta superficiale. Gli schemi di impianto comunemente utilizzati in viticoltura, soprattutto i sistemi a contropalliera, lasciano, tra i filari, un'ampia porzione della superficie del suolo non coltivata. La gestione di questa parte del suolo ha effetti importanti sulla crescita vegetativa, sulla resa, sulla nutrizione delle piante e sullo stato idrico, sulla qualità dell'uva e del vino, nonché sulle caratteristiche del suolo (nutrizione, carbonio organico, struttura o erosione) e sui fattori ambientali (biodiversità del suolo e del vigneto, emissioni di gas). Pertanto, è particolarmente rilevante valutare la possibilità di usare un inerbimento e definirne un corretto utilizzo poiché esiste una grande diversità nella definizione e nell'uso di "colture erbacee" in un vigneto. In base alla loro origine, le specie erbacee utilizzate per la copertura del suolo possono essere seminate o spontanee.

Nel caso della semina si utilizzano spesso miscugli di specie erbacee, tra cui le Fabaceae (leguminose) le Poaceae (graminacee) sono le più diffuse. In relazione a ciò, le colture erbacee possono essere classificate come annuali o permanenti, a seconda della durata della coltura. Le variazioni si verificano anche nella gestione delle coperture erbacee, che a volte include la raccolta con la trasformazione delle erbe in fieno, altre la distruzione delle erbe stesse con la lavorazione del terreno o con l'applicazione di erbicidi. La copertura delle specie erbacee, che di solito si stabilisce negli interfilari, può a volte ricoprire tutto il vigneto e più eccezionalmente si stabilisce solo sotto le viti. Considerando tutte le diversità sopra menzionate e tenendo conto che alcuni fattori aggiuntivi influenzano certamente l'impatto delle colture erbacee nel vigneto, come la variazione del clima, del tipo di suolo, del portinnesto e dell'uso dell'irrigazione, è molto importante esaminare in dettaglio l'equilibrio tra potenziali vantaggi e svantaggi in ogni situazione. L'uso di colture erbacee ha un effetto positivo sul vigneto; infatti, si registra un aumento del carbonio organico del suolo (SOC), un miglioramento dell'infiltrazione dell'acqua e della stabilità degli aggregati e la riduzione dell'erosione e delle emissioni di gas serra nell'atmosfera come evidenziato da Abad et al. (2021) su una revisione sistematica di 272 articoli da riviste a partire dal 1999 al 2018 (20 anni). Inoltre, secondo gli stessi autori, si registra un aumento della biodiversità, sia nel suolo

che nel vigneto. Da ultimo, sempre secondo la medesima ampia revisione, le colture erbacee non costituiscono di norma un'importante competizione per le sostanze nutritive della vite, tranne che per l'azoto quando si utilizzano coperture erbacee spontanee o con graminacee. Al contrario, le colture erbacee con leguminose aumentano generalmente l'azoto nel suolo, anche se la sua disponibilità per le piante non è immediata. Abad et al. (2021) hanno evidenziato che le colture erbacee hanno aumentato l'accumulo di carbonio organico nel suolo (SOC) in 13 dei 19 articoli selezionati. L'aumento osservato nel SOC è stato variabile, a seconda del tipo di coltura utilizzata (aumento medio del 39,2% negli inerbimenti con leguminose) e della sua presenza, sia durante la stagione che nel corso degli anni. Garcia-Diaz et al (2016) hanno riportato che l'incorporazione annuale di una coltura erbacea di *Vicia faba* ha richiesto 5 anni per aumentare il SOC. Oltre all'aumento del SOC sopra riportato, anche la stabilità degli aggregati del suolo è stata migliorata dalla presenza di inerbimento rispetto ai terreni lavorati. Tale miglioramento ha richiesto un periodo relativamente lungo per manifestarsi. Può succedere peraltro, poiché la vite e le colture erbacee coesistono nello stesso spazio, che in alcuni momenti della stagione entrino in competizione per i nutrienti e l'acqua, il che può influire direttamente sulle prestazioni del vigneto, come cambiamenti nella crescita dei germogli e nell'attività fogliare, che a loro volta possono influenzare seriamente la fertilità dei germogli stessi, l'allegagione, lo sviluppo degli acini, la suscettibilità a parassiti e malattie, la resa e la composizione dell'uva (Ibanez Pascual, 2013). L'intensità e le implicazioni dei suddetti effetti dipendono fortemente da molti fattori, come le caratteristiche della coltura di copertura, il tipo di suolo, il clima ed altre caratteristiche del vigneto. Garantire uno sviluppo vegetativo ottimale è un delle questioni chiave per il successo della coltivazione della vite, con numero e disposizione delle foglie tale da assicurare un rapporto tra superficie fogliare esposta al sole e superficie fogliare totale quanto più possibile vicino all'unità così da garantire una attività fotosintetica sui massimi livelli (Abad et al., 2021). Sebbene lo sviluppo fogliare adeguato ad una ottimale attività fotosintetica sia necessario per garantire l'apporto di carboidrati a tutti gli organi della pianta, una crescita eccessiva può essere dannosa, in quanto può causare una riduzione dell'allegagione (Dardeniz et al., 2008; Parker et al., 2016), una maggiore suscettibilità alle malattie fungine (Valdés-Gómez et al., 2008) e un ritardo nella maturazione (Smart et al., 2017). La competizione delle colture erbacee per l'acqua del suolo è una condizione determinante che deve essere considerata quando si decide se creare un inerbimento in aree in cui si può prevedere un certo deficit idrico in estate. Nella maggior parte dei casi, la presenza di una coltura erbacea ha comportato un certo aumento del deficit idrico, che ha raggiunto il suo massimo intorno all'invasatura, diminuendo nuovamente con

l'avvicinarsi della vendemmia e scomparendo alla fine del ciclo della vite come si evince da una sperimentazione di 3 anni condotta in California su viti di Cabernet-Sauvignon con copertura erbacea di Nassella Cernua (Daane et al., 2018). L'aumento della biodiversità della flora nel vigneto che può derivare dall'introduzione di un inerbimento può aumentare la difformità degli insetti e migliorare indirettamente l'equilibrio tra insetti e vigneti. Allo stesso modo, la coltura erbacea, avendo di solito l'effetto di ridurre la crescita vegetativa della vite, può contribuire a migliorare l'aerazione del vigneto e, di conseguenza, a ridurre l'incidenza delle malattie fungine. L'impatto positivo delle colture erbacee sulla diminuzione della popolazione di parassiti è particolarmente evidente nel caso dei Cicadellidae. L'effetto di riduzione dei parassiti è dovuto principalmente a una maggiore presenza di parassitoidi del genere *Anagrus* (Daane et al., 2018; Nicholls et al., 2008). L'impatto delle colture erbacee sulla resa dei vigneti è relativamente variabile. Come regola generale, si presume che le colture erbacee competano con le viti per le risorse del suolo, come acqua e nutrienti (Gòmez, 2017) determinando una diminuzione della resa. In una revisione sistematica di 68 articoli, Abad et al. (2021) hanno evidenziato che nel 16% di questi articoli, la presenza di copertura erbacea è stata collegata ad un aumento della resa tra il 20 e il 40% rispetto alle parcelle di controllo, nel 28% degli articoli la resa non ha mostrato nessun cambiamento mentre nel 56% degli articoli è stata evidenziata una riduzione variabile della resa. Oltre alle caratteristiche del suolo e del clima, anche le caratteristiche del portinnesto sembrano influenzare l'effetto delle colture erbacee sulla resa dell'uva: è stato riportato che portinnesti tolleranti la siccità (Fercal, 110R, 140Ru, 99R e 779P) comportano solo un leggero calo della resa.

Alcuni studi hanno dimostrato che la dimensione degli acini è poco influenzata dalla presenza di coperture erbacee. Allo stesso modo, i parametri di qualità del mosto, come solidi solubili totali (SST) o acidità titolabile (AT), tendono a stabilizzarsi. Ciò è avvenuto in diverse regioni vinicole ungheresi che hanno utilizzato una coltura erbacea spontanea e una pacciamatura organica (Varga et al., 2012) o specie spontanee di leguminose da fiore o altre colture erbacee in vigneti di Furmint (Donkò et al., 2017). Le colture erbacee di S. cereale non hanno alterato i valori di SST e pH nei vigneti di Chardonnay in California, e nemmeno le coperture vegetali di "Triticosecale" (Daane et al., 2018). Per quanto riguarda l'influenza delle colture erbacee sulla composizione fenolica dell'uva i risultati sono diversi, anche se la tendenza generale è quella di osservare un aumento del loro contenuto associato a riduzioni della resa. Ad esempio, una coltura erbacea falciata con *H. vulgare* ha determinato un contenuto di antociani più elevato rispetto alla gestione della lavorazione del terreno con il Cabernet-Sauvignon in California (Lee and Steenwerth, 2013); ciò potrebbe essere legato alla diminuzione della

dimensione degli acini. In diversi esperimenti condotti in Portogallo, i fenoli sono generalmente aumentati per almeno uno dei composti fenolici misurati per il Cabernet-Sauvignon (Lopes et al., 2008) e il Tempranillo (Silvestre et al., 2012; Tomaz et al., 2017), ma non sono state riportate variazioni in altri esperimenti con il Tempranillo (Lopes et al., 2011).

SCOPO DELLA TESI

Il presente lavoro di tesi ha avuto lo scopo di studiare e valutare le ripercussioni di inerbimenti con solo leguminose e con mix di graminacee e leguminose in confronto ad inerbimenti spontanei, sulla capacità vegeto-produttiva delle viti e qualitativa delle uve della cv Verdicchio. Questo studio potrebbe essere utile ai viticoltori locali nella scelta delle specie erbacee a seconda delle condizioni pedoclimatiche, degli obiettivi di produzione quantitativa e qualitativa e delle condizioni climatiche dell'ecosistema onde raggiungere risultati produttivi soddisfacenti.

Capitolo 2

MATERIALI E METODI

2.1 Sito di coltivazione

Lo studio è stato condotto presso l'azienda Agricola Dottori Edoardo, sita nel comune di San Paolo di Jesi (AN) e ricadente all'interno della più ampia area di produzione della DOC Verdicchio dei Castelli di Jesi, sviluppatasi nelle colline poste attorno alla valle Esina (fig. 1). Il vigneto si estende su una superficie di circa 5,5 ha ed è costituito interamente da Verdicchio innestato su 420A, con esposizione Nord/Ovest e orientamento dei filari Nord/Ovest-Sud/Est, ad un'altitudine di circa 190 m s.l.m. e con una pendenza media del 21%.

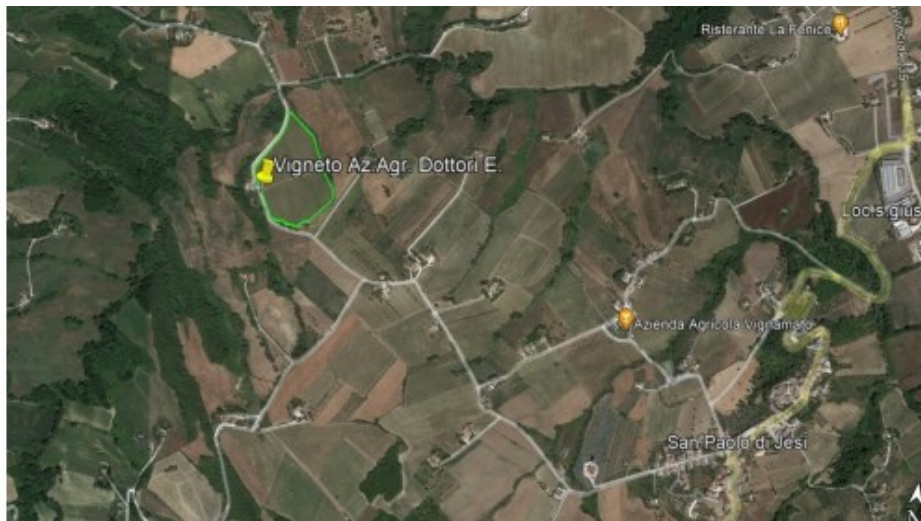


Figura 1: Mappa satellitare Google Earth dell'area interessata dal vigneto oggetto dello studio (perimetro appezzamento evidenziato in verde).

Parte del vigneto è stato impiantato nel 2014 per un totale di 4 ha, successivamente, nel 2017 è stata occupata la restante parte. Le viti sono distanti 1,10 m sulla fila e 3,00 m tra le file, per un totale di 3030 viti/ha.

Il suolo, di origine pleistocenica, è composto da una netta prevalenza di argilla e abbondante presenza di calcare che nel complesso lo identificano come tendenzialmente

argilloso, con una buona profondità. L'ambiente fitoclimatico di tutta l'area rientra nella fascia "Alto collinare", con precipitazioni medie uguali o superiori ai 700/800 mm annui e temperature medie attorno ai 14 °C (*Disciplinare di produzione dei vini a denominazione di origine controllata "Verdicchio dei Castelli di Jesi"*).

Attualmente l'azienda gestisce il vigneto in regime di agricoltura biologica, applicando il relativo disciplinare di produzione. Il vigneto è gestito con inerbimento, in parte controllato e in parte spontaneo. La gestione del cotico erboso viene effettuata solo meccanicamente, si effettuano concimazioni annuali con ammendanti organici, sfruttando anche gli apporti e i fertilizzanti delle stesse essenze erbacee. La difesa dalle principali avversità parassitarie viene eseguita mediante l'uso di rame e zolfo, con l'aiuto di altri prodotti consentiti in bio, come il ricorso ai microrganismi antagonisti.

2.2 Schema sperimentale e specie erbacee utilizzate

La porzione considerata per il lavoro ha interessato una superficie di circa 1 ha di vigneto.

Per la prima tesi è stato scelto un mix di leguminose (*Trifolium repens*, *Lotus corniculatos*) e graminacee (*Lolium perenne*, *Festuca rubra*) costituito da specie poliennali (T1) (fig. 2). Per la seconda tesi è stato scelto un inerbimento con *Trifolium alexandrino*, (T2) caratterizzato da copertura annuale (fig. 3). Infine, nel caso della terza tesi, si è valutato un inerbimento spontaneo (T3) (fig. 4). Nelle prime due tesi il sottofila è stato lavorato, mentre nella terza l'inerbimento ha interessato tutta la superficie.

Il mix di leguminose e graminacee e la copertura con sole leguminose sono state seminate nell'ottobre 2020 e 2021 con una quantità pari a 30 kg ha⁻¹ di seme. Poiché il ripristino del T1 nell'autunno 2021 è stato insoddisfacente, a causa delle avverse condizioni meteorologiche, nel marzo 2022 è stata effettuata una sovrasemina usando 30 kg ha⁻¹ di seme, con la tecnica della semina su zolla. Nello specifico sono stati randomizzati quattro blocchi, contenenti ciascuno 3 filari contigui per tesi, a inerbimento controllato divisi da un filare a inerbimento naturale.

Le caratteristiche delle specie utilizzate sono riportate di seguito:

TRIFOLIUM REPENS: specie perenne, tipica dei prati e dei pascoli seminaturali. Emerge tardivamente e necessita di un certo livello di luce, calore e umidità. Ha una buona adattabilità alle diverse condizioni pedo-climatiche e, nonostante un apparato radicale poco profondo dimostra una certa tolleranza anche alla siccità.

LOTUS CORNICULATOS: pianta perenne, caratterizzata da un lento insediamento e da una discreta resistenza al freddo. Non essendo molto aggressiva, teme la competizione delle altre specie. Presenta un'elevata resistenza alla siccità e si adatta bene anche in suoli poco profondi o caratterizzati da eccesso di umidità. Si adatta bene anche in suoli acidi (l'optimum è pH 6,5). Inoltre, garantisce una buona produzione estiva e presenta una buona attitudine allo sfalcio.

LOLIUM PERENNE: specie longeva, di rapido insediamento e accrescimento, permette di ottenere una discreta produzione fin dal primo anno. Non ama temperature elevate. Si adatta bene a terreni umidi, mentre ha una scarsa resistenza alla siccità. Preferisce suoli ricchi ed è favorito dalle concimazioni. È una specie moderatamente aggressiva.

FESTUCA RUBRA: specie stolonifera longeva molto persistente che tende a formare un tappeto erboso compatto e denso. Resiste bene al freddo ma si adatta discretamente anche a temperature elevate e condizioni di siccità.

TRIFOLIUM ALEXANDRINO: originario di climi temperato-caldi, non tollera temperature inferiori a 0 °C e resiste bene alle elevate temperature (fino a 40 °C). Dal punto di vista podologico il trifoglio alessandrino è considerato una specie di limitate esigenze. È specie miglioratrice per il suo apparato radicale fittonante e ricco di tubercoli radicali.



Figura 2 – Inerbimento costituito da mix di leguminose (*Trifolium repens*, *Lotus corniculatos*) e graminacee (*Lolium perenne*, *Festuca rubra*).



Figura 3 – Inerbimento costituito da *Trifolium alexandrino*.



Figura 4 – Inerbimento spontaneo

2.3 Rilievi vegetativi

In ciascun anno sono state calcolate la superficie fogliare totale (SFT) e la densità della chioma (espressa come numero di strati fogliari, NSF) sono state determinate tramite Point Quadrat Analysis (Smart e Robinson 1991). Il 1° settembre e il 22 agosto, rispettivamente nel 2021 e nel 2022, il SFT e il NSF sono stati stimati utilizzando 100-120 inserimenti, a seconda dell'intera altezza della chioma, ad intervalli di 10 cm con una sottile asta metallica seguendo una griglia di campionamento.

L'asta metallica simula il raggio solare e, ogni contatto con un componente della tettoia, rappresenta le intercettazioni solari.

Ogni anno della prova, la crescita annuale della vite è stata valutata contando e pesando i tralci su tutte le viti, e l'indice Ravaz (Ravaz, 1903), comunemente usato per valutare l'equilibrio tra crescita della vite e resa, è stato calcolato come il rapporto tra cedere alla massa di potatura.

2.4 Rilievi produttivi e qualitativi

Per entrambi gli anni, a partire dall'ultima settimana di luglio sono iniziati i campionamenti sulle uve per analizzare la composizione del mosto in termini di concentrazione zuccherina, pH e acidità. Questi sono stati effettuati con cadenza settimanale e si sono prolungati fino alla vendemmia, effettuata il 13 settembre 2021 e il 23 agosto 2022.

Alla vendemmia, per determinare la quantità di uva per vite, i grappoli sono stati contati e pesati. Campioni di 100 acini sono stati prelevati in tutte le viti campione, pesati ed analizzati in laboratorio.

Gli acini sono stati pigiati per far fuoriuscire il mosto su cui sono state determinate:

- concentrazione zuccherina (°Brix), con rifrattometro digitale Maselli LR-01;
- acidità titolabile (espressa in g/L di acido tartarico equivalente) con un titolatore Crison utilizzando NaOH 0,25 N con endpoint a pH 7,00;
- pH con il pH metro Crison.

In un secondo momento sono state eseguite le determinazioni dell'acido tartarico, dell'acido malico e dell'azoto prontamente assimilabile (APA), previo scongelamento dei campioni di mosto.

2.4.1 Dosaggio colorimetrico rapido dell'acido tartarico

L'acido tartarico è quello maggiormente presente e il più rappresentativo nei mosti.

Per determinare l'acido tartarico è stato usato il metodo del “dosaggio colorimetrico rapido”. Questo metodo sfrutta il principio della reazione dell'acido tartarico con l'acido vanadico (composto chimico di formula V_2O_5), la quale genera una colorazione aranciata, misurabile a 500 nm, grazie all'uso di uno spettrofotometro a doppio raggio.

Come reattivi sono stati utilizzati:

- NaOH 1 N;
- Acetato di sodio al 27%;
- Acido acetico al 30%;
- Metavanadato d'ammonio: in un pallone da 1000 ml, costituito da 10 g di metavanadato d'ammonio in 150 ml di NaOH 1N; con aggiunta di 200 ml di acetato di sodio al 27% e portato a volume con acqua.

Per il procedimento si è disposto in una beuta da 50 ml, 1 ml del mosto. Successivamente sono stati aggiunti 10 ml di acido acetico al 30% e 10 ml di metavanadato d'ammonio in soluzione. La miscela è stata agitata e si è atteso 15 minuti. Dopodiché è stata letta l'assorbanza a 500 nm con una cuvetta di 0,5 cm di spessore, ottenendo in questo modo il valore E1. Si è poi eseguita la prova in bianco sostituendo il mosto con 1 ml di acqua distillata, determinando così un'estinzione chiamata E2.

La concentrazione dell'acido tartarico è stata determinata dalla differenza di E1 ed E2 (E1 – E2).

2.4.2 Determinazione dell'acido malico

La determinazione dell'acido malico è stata effettuata con un metodo enzimatico usando il kit di determinazione K-LMAL-116A della Megazyme. Le letture sono state effettuate allo spettrofotometro UV-1601 (Schimadzu Italia s.r.l.).

Il kit comprende l'enzima L-malico deidrogenasi e il glutammato ossalacetato transaminasi (GOT). Il processo è basato su due reazioni enzimatiche.

Nella prima reazione, catalizzata dalla L-malato deidrogenasi (L-MDH), l'acido malico è ossidato a ossaloacetato dal dinucleotide adenina nicotilammide. Si procede ossidando l'acido malico in ossalacetico (OXA), mediante l'enzima malato e il NAD⁺. Per rompere l'equilibrio della reazione occorre effettuare una successiva ossidazione dell'OXA da cui si ottiene l'aspartato. Per formare questo ultimo composto ci si serve di un ulteriore catalizzatore che è il GOT, il quale trasferisce un gruppo amminico dall'acido glutammico e lo attacca all'acido

ossalacetico. Visto che l'acido malico ha un rapporto stechiometrico di 1:1 con il NAD che si forma, attraverso lo spettrofotometro ad una lunghezza d'onda di 340 nm, si ricavano le molecole di NADH formate. Pertanto, tramite una formula fornita dal produttore si ottiene il valore espresso in g/L di acido L-malico

2.4.3 Determinazione dell'azoto prontamente assimilabile (APA)

L' azoto prontamente assimilabile è uno dei fattori chiave della fermentazione, per questo è importante avere un metodo di controllo efficace e veloce da attuare sui mosti. In questo caso si è scelto di seguire il metodo del Numero di Formolo con titolazione a pH 8.10. Consiste nel bloccare la funzione amminica degli amminoacidi per addizione di formaldeide in eccesso. Si forma così un derivato metilenico che contiene il gruppo carbossile degli amminoacidi, ma non il gruppo basico. A questo punto, è possibile procedere per titolazione con NaOH. Il catione ammonio, invece, come accennato in precedenza è bloccato dall'aldeide formica, che lascia titolare la sua funzione acida.

Il numero di formolo si ottiene preparando un campione di 20 ml di mosto, neutralizzato a pH 8,1 con una soluzione di idrossido di sodio (NaOH) 1 N. Successivamente è stata addizionata una soluzione acquosa di formaldeide pura (minimo 35%) di 10 ml, anch'essa portata a pH 8,1. L'addizione di formaldeide al mosto porta alla liberazione di uno ione H⁺ per molecola d'amminoacido. Dopo aver lasciato riposare il preparato, si procede alla titolazione con l'aggiunta di una soluzione di idrossido di sodio (NaOH) 0,1 N. Il numero di formolo in meq/l si ottiene moltiplicando i ml di soda utilizzata per la titolazione per 5. Il valore di APA in mg/l si ottiene moltiplicando il numero di formolo per 14.

Il principio di questa determinazione si basa sul fatto che, ogni molecola di formaldeide aggiunta, libera uno ione idrogeno per ogni molecola di amminoacido presente nel mosto. Questa misura, valida e attendibile, ci fornisce buone informazioni sulla presenza di composti azotati prontamente assimilabili dai lieviti. Tale metodo non è adatto a misurare la prolina, amminoacido presente in elevate quantità nel mosto ma non utilizzato dai lieviti in condizioni di fermentazione alcolica (Cavaglioni et al., 2002).

2.5 Analisi statistica

I risultati sono stati testati con Statistica versione 4.3 (StatSoft, Tulsa, OK, USA) per l'omogeneità della varianza e sottoposti ad ANOVA. Le rappresentazioni grafiche sono state ottenute utilizzando il Sigma Plot versione 10 (SPSS, Chicago, IL, USA). In ogni anno, i dati di SFT e NSF, composizione dell'uva alla raccolta e componenti della resa sono stati testati

utilizzando la separazione delle medie calcolata applicando il test di Student–Newman–Keuls a $P \leq 0,05$.

Nelle figure, dell'evoluzione della massa dell'acino, TSS, pH e TA del mosto sono riportati come valori medi SE.

Capitolo 3

RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Architettura della chioma e superficie totale della vite

Lo sviluppo della chioma della vite è stato significativamente influenzato dalla composizione e dal tasso di copertura del suolo nel biennio 2021-2022. Nel biennio l'altezza media della chioma è stata più bassa in maniera considerevole nelle viti con copertura naturale (T3), pari a 114 cm nel 2021 e a 99 cm nel 2022, rispetto al miscuglio di graminacee e leguminose (T1) e alla coltura di copertura di *Trifolium alexandrinum* (T2), che hanno mostrato valori di 124 cm e 123 cm rispettivamente nel 2021 e di 108 cm per entrambe le tesi nel 2022 (Tab. 1). Inoltre, nel 2021 la tesi T3 ha mostrato valori decisamente inferiori di spessore della chioma in tutte le zone campionate. In generale, le viti a copertura naturale hanno presentato uno spessore medio della chioma di 29 cm, mentre le viti soggette alla copertura T1 e T2 hanno evidenziato uno spessore medio della chioma di 40 cm nel 2021 mentre nel 2022 addirittura la tesi T2 ha mostrato uno spessore medio della chioma di 50 cm contro i 29 cm della tesi T3. Anche il numero degli strati fogliari totali nella zona produttiva risulta migliorato nelle tesi T1 e T2 rispetto alla tesi T3 in entrambi gli anni di studio (Tab. 1).

Tabella 1: Architettura della chioma e NSF (numero strati fogliari) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo.

anno	copertura	Altezza chioma (cm)	Spessore medio chioma (cm)	Spessore chioma nella zona produttiva (cm)	NSF nella zona produttiva (n°)
2021	T1	124 a	40 a	38 a	3 a
	T2	123 a	40 a	37 a	3,3 a
	T3	114 b	29 b	26 b	2,3 b
2022	T1	108 a	43 b	44 a	3,8 a
	T2	108 a	50 a	47 a	3,9 a
	T3	99 b	29 c	31 b	2,6 b

Entro colonna, le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

Anche il numero di germogli e la superficie fogliare totale (SFT) hanno risentito in maniera significativa del tipo di copertura. Nel 2021 il numero di tralci per vite era lo stesso per le tre tesi, pari a 16 tralci per vite, mentre nel 2022 la copertura naturale (T3) ha mostrato un numero di tralci per vite considerevolmente inferiore (15), rispetto alle tesi T1 e T2 che presentavano 20 tralci per vite ciascuna. Per quanto riguarda la SFT (superficie fogliare totale), le viti sottoposte a miscuglio di graminacee-leguminose (T1) e a *Trifolium alexandrinus* (T2) hanno mostrato superfici simili attorno a 5 m², mentre le viti con copertura T3 hanno presentato un valore decisamente inferiore, pari a 3,66 m². Nel 2022 le tesi hanno seguito lo stesso andamento, con valori simili di SFT nelle viti con copertura T1 e T2, e valori significativamente più bassi in T3 (Tab. 2).

Tabella 2: Numero dei germogli e superficie fogliare totale (SFT) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo

anno	copertura	germogli/vite (n°)	SFT/vite (m ²)
2021	T1	16 a	5,11 a
	T2	16 a	4,81 a
	T3	16 a	3,66 b
2022	T1	20 a	3,56 a
	T2	20 a	4,21 a
	T3	15 b	2,14 b

Entro colonna, le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

3.2 Evoluzione della dimensione dell'acino (g)

L'evoluzione della dimensione dell'acino espressa in grammi delle uve sottoposte a diverse coperture erbacee è stata monitorata nel 2021 a partire dal Giorno Giuliano (GG) 210 (29/07/2021) fino alla raccolta avvenuta il GG 256 (13/09/2021), mentre nel 2022 a partire dal GG 208 (27/07/2022) al GG 235 (23/08/2022) corrispondente alla raccolta.

La copertura naturale T3 ha influito sullo sviluppo degli acini solo nella stagione 2021, con valori significativamente più bassi rispetto al miscuglio graminacee-leguminose (T1) e alla coltura di copertura con *Trifolium alexandrinum* (T3) (Fig. 5). Le ripercussioni della copertura naturale si sono manifestate dal penultimo campionamento, quando gli acini della tesi T3, hanno mostrato valori poco superiori a 1,5 g contro valori intorno a 1,8 g rilevati nelle tesi T1 e T2. Questa differenza si è mantenuta fino alla vendemmia (Fig. 5).

Nella stagione 2022 il peso degli acini ha mostrato valori simili tra le tesi per tutto il progredire della maturazione, indipendentemente dalla copertura del suolo (Fig. 5).

■ T1 Mix Graminacee-Leguminose
 ■ T2 Leguminose
 ■ T3 Inerbimento spontaneo

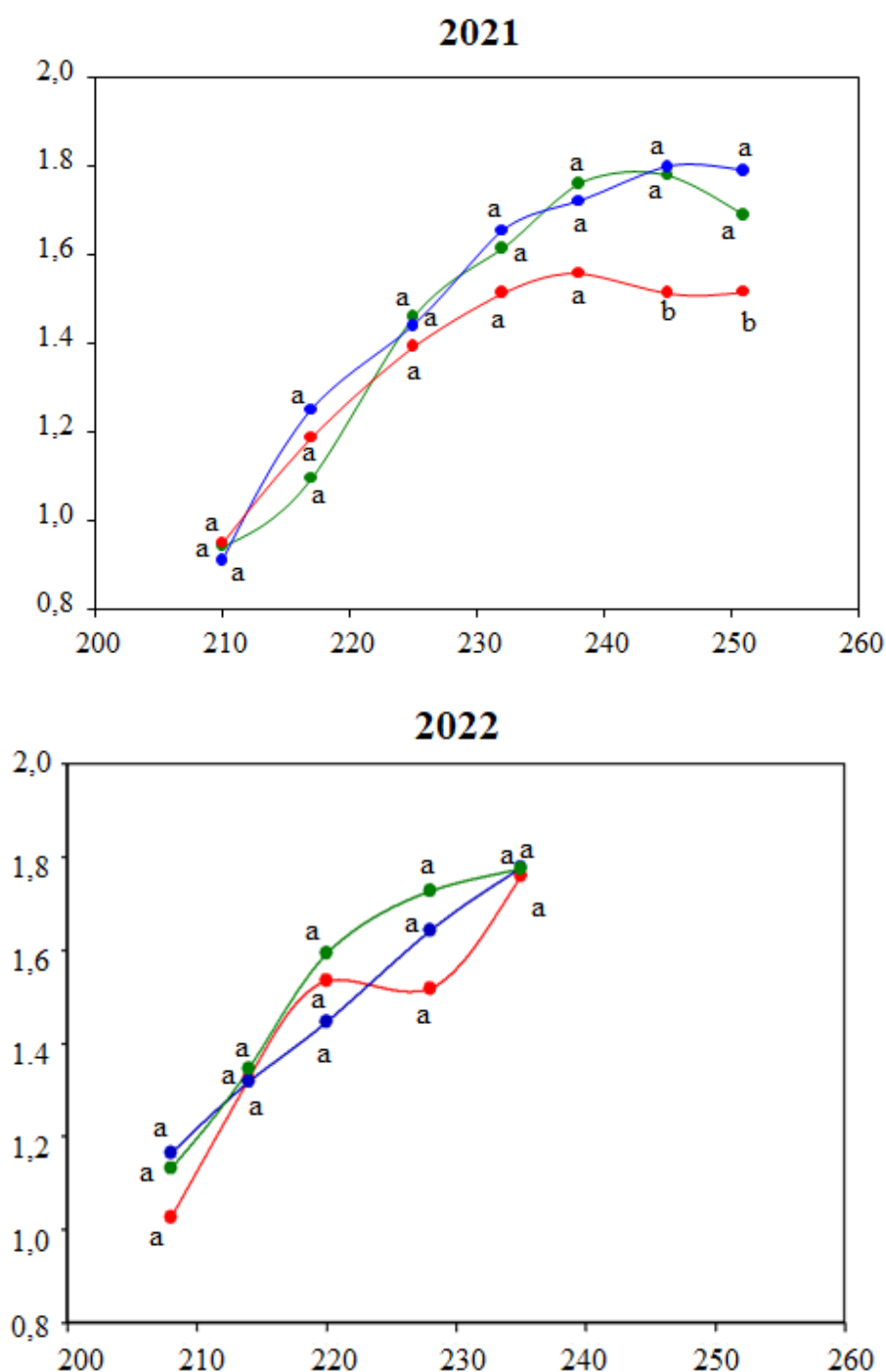


Figura 5: Evoluzione della dimensione dell'acino (g) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

3.3 Evoluzione della concentrazione zuccherina (°Brix)

L'accumulo degli zuccheri nell'acino espresso in °Brix, delle uve sottoposte a diverse coperture erbacee è stata monitorata nel 2021 a partire dal Giorno Giuliano (GG) 210 (29/07/2021) fino alla raccolta avvenuta il GG 256 (13/09/2021), mentre nel 2022 a partire dal GG 208 (27/07/2022) al GG 235 (23/08/2022) corrispondente alla raccolta (Fig. 6).

Nel corso delle due stagioni 2021 e 2022, le uve delle viti sottoposte a copertura T1 e T2 hanno mostrato un ritardo nell'accumulo di zuccheri che si è mantenuto fino alla vendemmia, quando gli acini hanno presentato valori statisticamente inferiori a quelli di T3, rispettivamente pari a 19,9 °Brix in T1 e 20,40 °Brix in T2 contro 23,76 °Brix in T3, nel 2021, e 19,6 °Brix in T1 e 18,69 °Brix in T2 contro 23,78 °Brix in T3, nel 2022 (Fig. 6).

Già dal secondo campionamento la differenza nella concentrazione zuccherina è risultata statisticamente significativa in entrambi gli anni, tanto che le viti delle tesi T1 e T2 hanno mostrato uve meno zuccherine almeno di 2 °Brix per tutto il progredire della maturazione (Fig. 6).

In linea con i nostri risultati per T1 e T2, Nauleau (1997), ha registrato una riduzione della concentrazione zuccherina nelle uve di viti soggette a copertura di trifoglio e Peng et al. (2022) hanno riscontrato, uve meno zuccherine in viti sottoposte a copertura di arachidi.

■ T1 Mix Graminacee-Leguminose
 ■ T2 Leguminose
 ■ T3 Inerbimento spontaneo

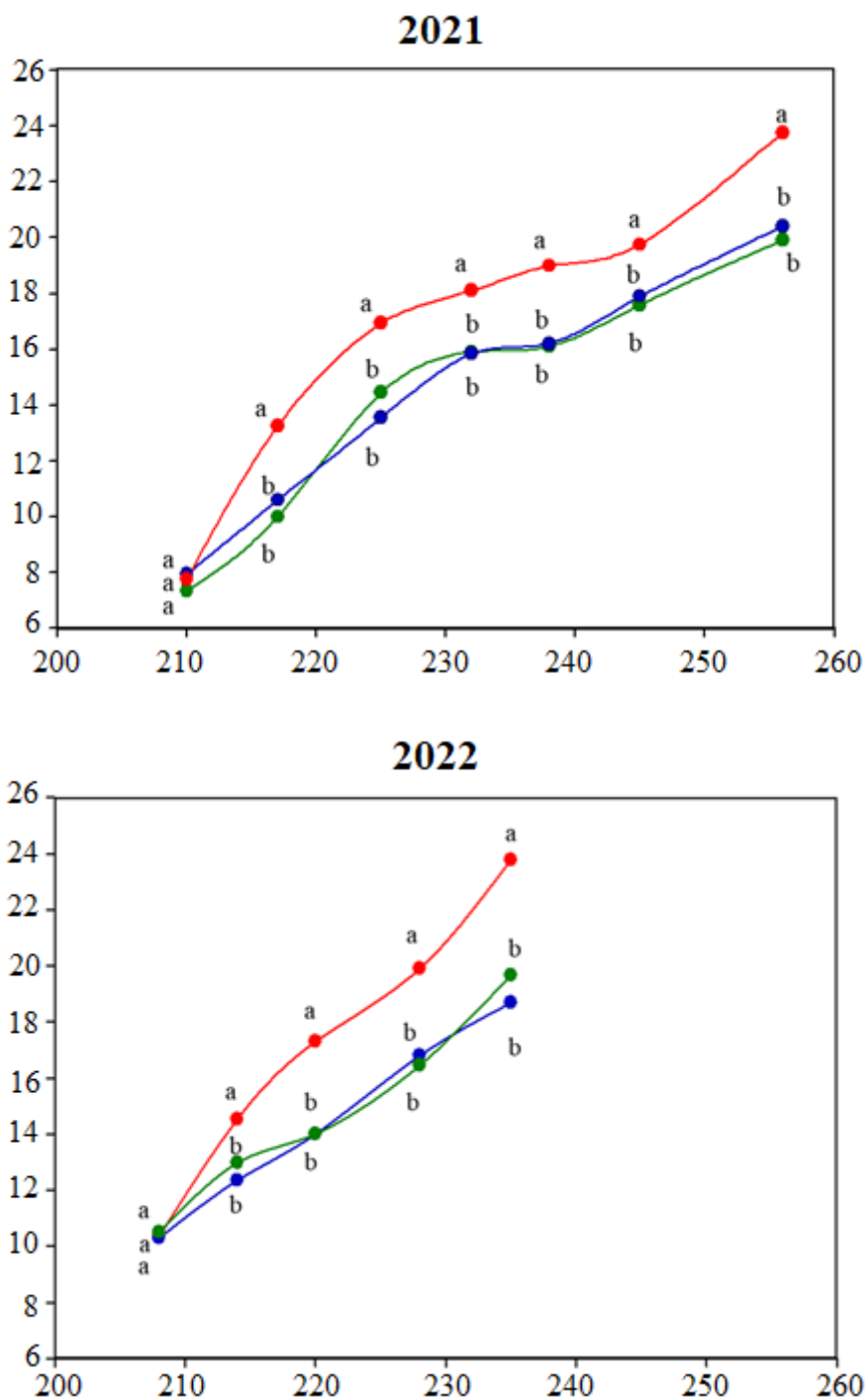


Figura 6: Evoluzione della concentrazione zuccherina (°Brix) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

3.4 Evoluzione dell'acidità titolabile AT (g/l)

L'evoluzione dell'acidità titolabile nell'acino espressa in g/l di acido tartarico è stata monitorata nel 2021 a partire dal Giorno Giuliano (GG) 210 (29/07/2021) fino alla raccolta avvenuta il GG 256 (13/09/2021), mentre nel 2022 a partire dal GG 208 (27/07/2022) al GG 235 (23/08/2022) corrispondente alla raccolta. Nelle due annate 2021 e 2022 l'evoluzione dell'AT nel miscuglio graminacee-leguminose (T1) e nella copertura con leguminose (T2) è stata ritardata rispetto alla copertura erbacea spontanea (T3), con valori significativamente più alti durante tutta la fase di maturazione delle bacche (Fig. 7), potendo così preservare delle acidità più alte alla vendemmia, utili per i successivi obiettivi enologici.

Durante la vendemmia del 2021, le viti in T1 e T2 hanno registrato valori notevolmente più elevati rispetto a T3, pari a 7,68 g/l e 7,62 g/l contro 7,10 g/l per T1, T2 e T, mentre nella stagione 2022, solo T2 ha mostrato valori significativamente più alti rispetto a T3 (7,65 g/l contro 7,05 g/l rispettivamente), T1 ha registrato valori più alti rispetto a T3 (7,41 g/l contro 7,05 g/l rispettivamente per T1 e T3) ma senza differenze significative (Fig. 7).

Questi risultati concordano con quelli riportati da Lopez et al. (2011), in uno studio in cui la presenza di una copertura spontanea ha ridotto l'AT delle uve. Anche Fourie et al. (2007), in un altro studio, hanno segnalato una diminuzione dell'acidità in presenza di coperture, più intensa quando la copertura veniva mantenuta per un periodo di tempo lungo durante la stagione, come nel nostro caso per la copertura naturale.

■ T1 Mix Graminacee-Leguminose
 ■ T2 Leguminose
 ■ T3 Inerbimento spontaneo

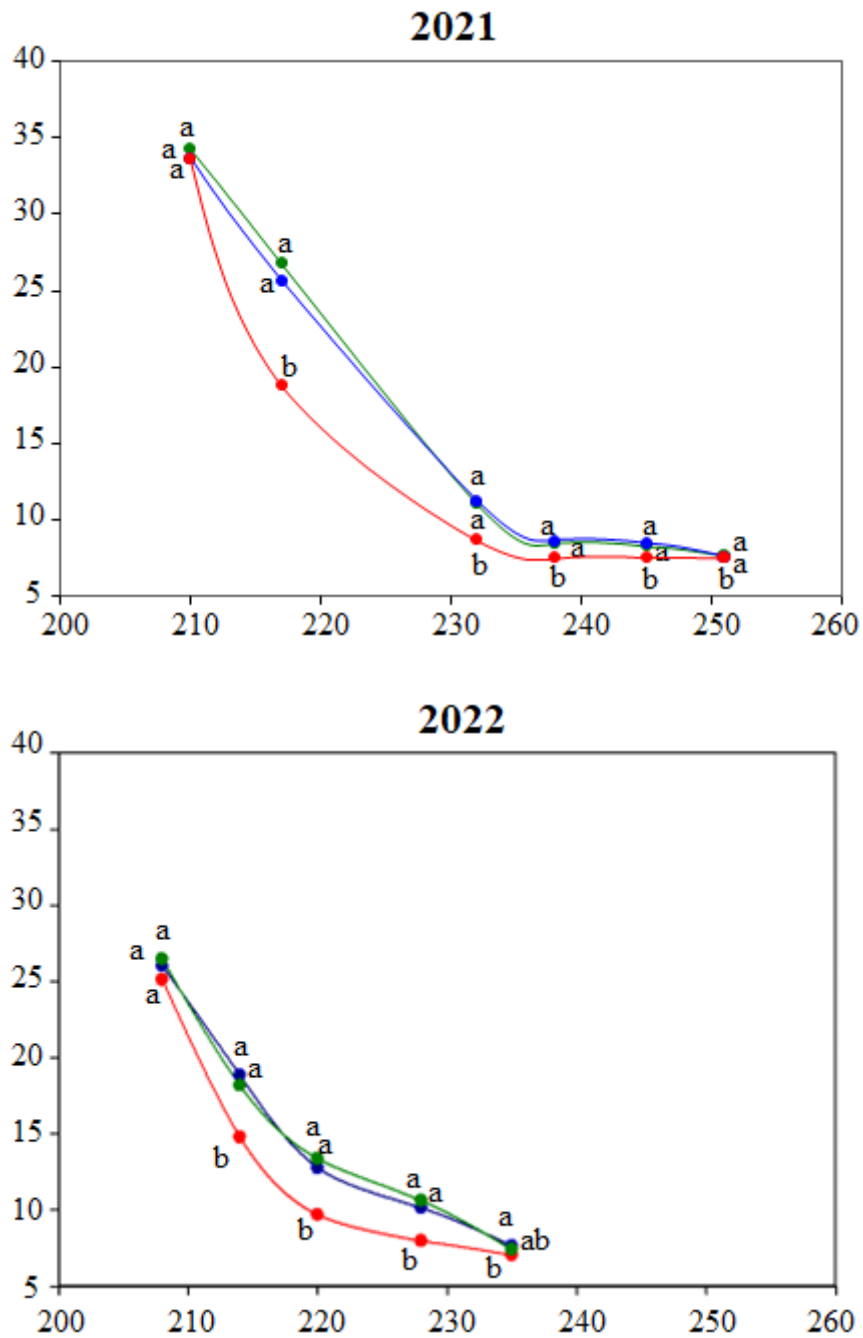


Figura 7: Evoluzione dell'acidità titolabile (g/l) nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

3.5 Evoluzione del pH

La copertura naturale T3 ha influenzato in maniera significativa anche il pH delle bacche che è risultato più alto in maniera evidente già a partire dal secondo campionamento fino alla raccolta, quando, nel 2021, T3 ha mostrato valori di pH pari a 3,13 contro 3,01 di T1 e 3,05 di T2, mentre nel 2022, T3 ha presentato valori pari a 3,08 contro 2,97 di T1 e T2 (Fig. 8).

■ T1 Mix Graminacee-Leguminose
 ■ T2 Leguminose
 ■ T3 Inerbimento spontaneo

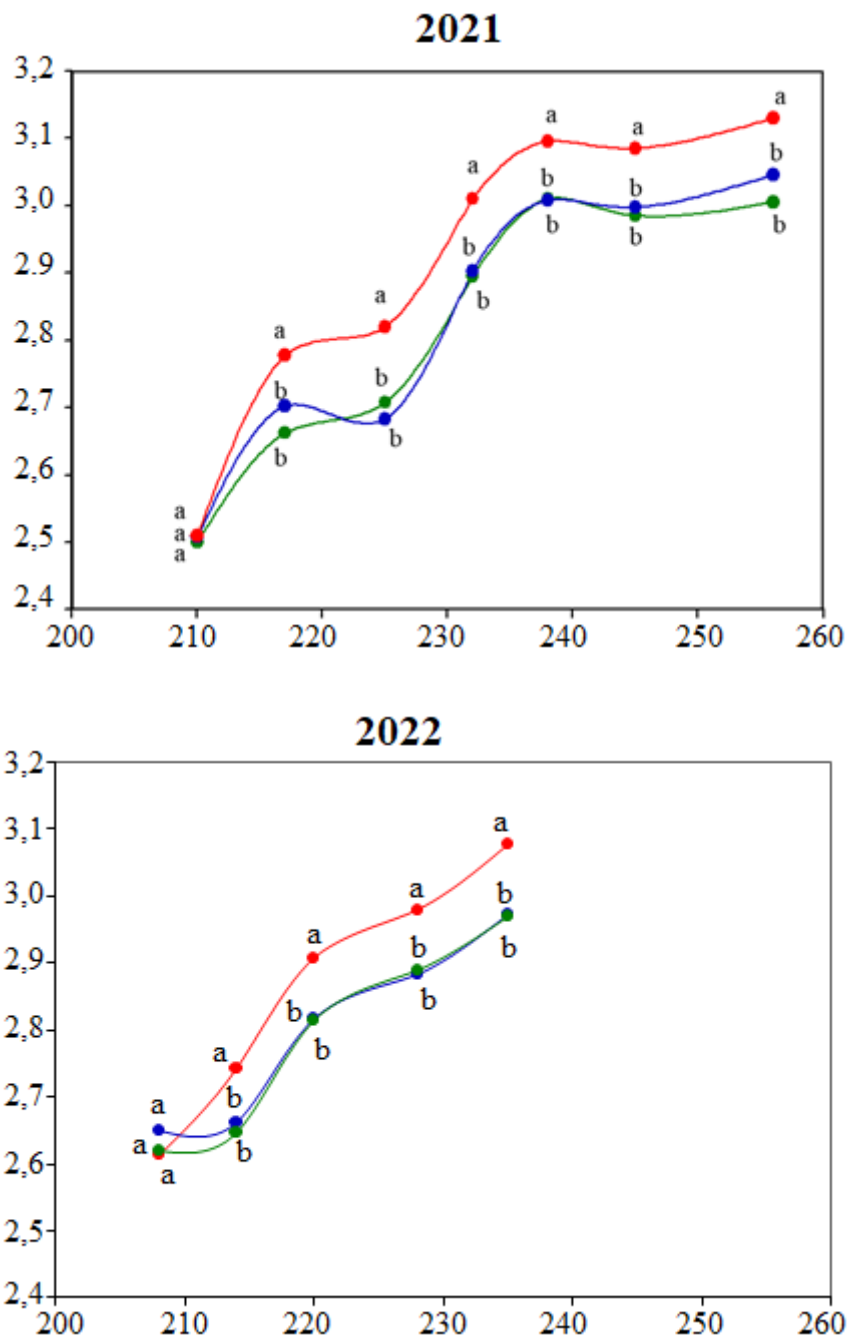


Figura 8: Evoluzione del pH nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose T2=Leguminose T3=Inerbimento spontaneo. Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

3.6 Composizione del mosto alla vendemmia

La tesi T3, caratterizzata da inerbimento spontaneo, ha influenzato l'accumulo zuccherino delle bacche che si è mantenuto costantemente superiore, rispetto all'accumulo di zucchero riscontrato nelle bacche delle tesi T1 e T2.

Alla vendemmia dell'annata 2021, GG 256 (13/09/2021), la concentrazione zuccherina è risultata pari a 23,76 °Brix nelle uve della tesi T3, contro 20,40 e 19,91 °Brix, registrati rispettivamente nelle uve delle viti sottoposte alle gestioni T1 e T2. Anche nel 2022 la concentrazione zuccherina delle bacche alla vendemmia, GG 236 (24/08/2022) è risultata significativamente maggiore in T3 (23,78 °Brix) rispetto a T1 (19,66 °Brix) e T2 (18,69 °Brix) (Tab. 3).

Nel 2021, le uve delle viti sottoposte alla copertura naturale della tesi T3 hanno mostrato valori di pH pari a 3,13, più alti rispetto alle uve delle tesi T1 e T2 (rispettivamente con valori di 3,01 e 3,05), egualmente alla vendemmia del 2022 il valore del pH in T3 è risultato più alto in maniera significativa (3,08) rispetto a T1 e T2 che hanno presentato entrambe un valore di pH di 2,97 (Tab. 3).

Per quanto riguarda l'acidità titolabile delle bacche alla vendemmia 2021, i valori risultano simili per le uve T1 (7,68 g/l) e T2 (7,62g/l) e significativamente superiori all'acidità riscontrata nelle bacche T3 (7,10g/l). Egualmente alla vendemmia del 2022, l'acidità titolabile è risultata più bassa per le bacche T3 (7,05 g/l) contro 7,41 g/l di T1 e 7,65 g/l di T2 (Tab. 3).

In entrambi gli anni di prova l'acido malico è risultato basso nelle uve della tesi T3, caratterizzata da inerbimento spontaneo. La concentrazione dell'acido malico nel 2021 si è attestata su valori simili per le uve di T1 (mix di leguminose e graminacee) e T2 (*Trifolium alexandrino*) e superiore a quella della tesi T3 (0,47 g/l in T1 e T2 contro 0,44 g/l in T3). Nel 2022, l'acido malico si è mostrato significativamente più basso nelle uve T3 (0,90 g/l) rispetto a quelle T2 (1,43 g/l) e meno evidente ma sempre più basso rispetto a T1 (1,13 g/l) (Tab. 3).

L'acido tartarico è risultato significativamente più alto nel 2021 in T3 (10,18 g/l) rispetto a T1 (9,30 g/l) e a T2 (9,19 g/l). Diversamente, alla vendemmia del 2022 le differenze di acido tartarico nelle tre tesi non sono risultate significative (attorno a valori di 8 g/l) (Tab. 3).

Infine, per quanto riguarda l'Azoto prontamente assimilabile (APA), le viti sottoposte ad inerbimento con *Trifolium alexandrinus* (T2) e miscela di graminacee e leguminose (T1) hanno mostrato, in entrambi gli anni, valori significativamente più alti rispetto alle viti con copertura naturale (T3). In particolare, nel 2022 le uve provenienti dalla tesi con copertura composta da sole leguminose hanno mostrato una concentrazione di 126 mg/l, ben più alta di quella rilevata nelle uve T3 (47 mg/l) (Tab. 3).

Tabella 3: Composizione del mosto alla vendemmia nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo.

anno	copertura	Concentrazione zuccherina (°Brix)	pH	Acidità titolabile (g/L)	Acido malico (g/L)	Acido tartarico (g/L)	APA (mg/L)
2021	T1	19,91 b	3,01 b	7,68 a	0,74 a	9,30 b	83 a
	T2	20,40 b	3,05 b	7,62 a	0,74 a	9,19 b	86 a
	T3	23,76 a	3,13 a	7,10 b	0,44 b	10,18 a	42 b
2022	T1	19,66 b	2,97 b	7,41 ab	1,13 ab	8,16 a	83 b
	T2	18,69 b	2,97 b	7,65 a	1,43 a	7,55 a	126 a
	T3	23,78 a	3,08 a	7,05 b	0,90 b	8,21 a	47 c

Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

In accordo con questi risultati, Fourie et al. (2007) hanno osservato un aumento di N nel mosto di Sauvignon blanc su viti soggette a copertura di leguminose, mentre diversi studi hanno riportato una diminuzione di APA associata alla presenza di una copertura erbosa spontanea (Palliotti et al., 2007; Rodriguez-Lovelle et al., 2000).

3.7 Parametri della resa alla vendemmia

La resa totale per vite è stata più alta, in entrambe le annate 2021 e 2022, nel miscuglio T1 (graminacee-leguminose) e nella copertura con leguminose (T2), con differenze significative in entrambe le annate rispetto alla copertura naturale (T3) (Tab. 4).

Le viti provenienti dalle tesi T1 e T2 hanno mostrato valori di produzione simili in entrambi gli anni, pari a 6,44 e 6,81 kg/vite nel 2021 e 5,15 e 5,80 kg/vite nel 2022, mentre le viti della tesi T3 sono state caratterizzate da una produzione significativamente più bassa (4,09 kg/vite nel 2021 e 2,73 kg/vite nel 2022) (Tab. 4).

La più alta produzione per vite nelle tesi T1 e T2 rispetto alla tesi T3, in entrambe le annate, è dovuta al maggior numero di grappoli per vite, più pesanti e composti da acini più grandi (Tab. 4)

Tabella 4. Parametri della resa alla vendemmia nella cv Verdicchio sottoposto a tre diverse coperture dell'interfilare: T1=Mix Graminacee-Leguminose, T2=Leguminose, T3=Inerbimento spontaneo.

anno	copertura	uva/vite (kg)	grappoli (n°/vite)	PMG (g)	PMA(g)
2021	T1	6,84 a	25 a	268 a	1,58 a
	T2	6,41 a	26 a	254 ab	1,64 a
	T3	4,09 b	19 b	221 b	1,32 b
2022	T1	5,15 a	21 a	370 b	1,78 a
	T2	5,80 a	21 a	442 a	1,78 a
	T3	2,73 b	13 b	218 c	1,76 a

Le differenze significative sono indicate con le lettere minuscole e rilevate con il Student-Newman-Keuls test ($p=0,05$).

Le coperture erbacee competono con la vite per l'acqua e i nutrienti (Gomez, 2017), tuttavia in letteratura è stato riportato un aumento delle rese quando vengono utilizzate specie di leguminose, come *Trifolium* spp. (Messiga et al., 2016). Al contrario, le coperture permanenti di graminacee, come *F. arundinacea* (Pallioti et al., 2007), portano ad una diminuzione della resa di uva. Inoltre, si è osservata una diminuzione della produzione quando la copertura erbacea naturale occupava tutta la superficie del vigneto (Reeve et al., 2016), come nel caso del T3, caratterizzata da elevata presenza di specie erbacee.

CONCLUSIONI

Complessivamente i risultati ottenuti sulla produzione e qualità delle uve di Verdicchio provenienti da tre tipologie di coperture erbacee si sono rivelati interessanti.

Le specie di leguminose seminate (T1, T2), che forniscono meno competizione e azoto fisso, hanno aumentato la vigoria della vite, l'altezza e lo spessore della chioma e il numero di strati fogliari rispetto alle specie naturali permanenti (T3). L'azoto fornito e la minore competizione per acqua e nutrienti hanno garantito una maggiore resa nelle viti soggette a copertura T1 e T2. Gli effetti combinati di questi fattori hanno portato a un ritardo nel processo di maturazione con una riduzione degli zuccheri nelle bacche delle viti soggette a miscuglio graminacee-leguminose (T1) e alla copertura di *Trifolium alexandrinum* (T2). Il ritardo nella maturazione dell'uva T1 e T2 ha influenzato anche l'acidità titolabile, il contenuto di acido malico e il pH rispetto a T3.

L'aumento dell'acidità è dovuto anche alla maggiore ombreggiatura nella zona del grappolo rispetto alle viti a copertura naturale, che hanno mostrato una chioma meno vigorosa e con un numero di strati fogliari totali (NSF) più basso.

Infine, le coperture erbacee T1 e T2, caratterizzate dalla presenza delle leguminose, hanno influenzato il contenuto di APA (azoto prontamente assimilabile) che è risultato più elevato rispetto alle viti T3. Nel secondo anno di prova, la copertura T2, composta da una maggiore presenza di leguminose, ha comportato valori più elevati di APA nelle uve anche rispetto alla tesi T1, costituita da leguminose e graminacee

In conclusione, l'uso di coperture erbacee contenenti specie di leguminose può, non solo fornire servizi ecosistemici, ma anche essere una strategia tecnica appropriata per mitigare l'accumulo di zuccheri nelle bacche. La presenza di legumi permette di ottenere un più alto contenuto di APA nei mosti, componente fondamentale per un regolare processo di fermentazione; potrebbero anche contribuire a ridurre il pH e a migliorare la stabilità microbiologica dei mosti, ad aumentare l'acidità totale e il contenuto di acido malico, entrambi fondamentali per la freschezza di un vino bianco.

L'uso di legumi può quindi ridurre, se non sostituire, l'apporto di azoto nel tempo, con risparmi economici e minori rischi ambientali, come le perdite di azoto e la possibilità di contaminazione delle falde acquifere e delle acque sotterranee.

Le coperture erbacee nel vigneto, oltre a fornire servizi ecosistemici, potrebbero essere considerate una strategia di adattamento al cambiamento climatico, in quanto le specie erbacee

moderano la temperatura del suolo, migliorano l'infiltrazione dell'acqua e la fertilità del suolo e, le specie di leguminose, che sono meno competitive per l'acqua rispetto alle graminacee, fissano l'azoto atmosferico, migliorando il contenuto di azoto e il vigore della vite.

BIBLIOGRAFIA

Abad, J., Hermoso de Mendoza, I., Marín, D., Orcaray, L., Gonzaga Santesteban L. (2021). Cover crops in viticulture. A Systematic review (1): Implications on soil characteristics and biodiversity in vineyard. *OENO One*, 55 (1): 295-312.

Cavaglioni, A., e Ferrari, S. (2002). Confronto tra alcuni metodi per la determinazione dell'azoto prontamente assimilabile. *Vignevini*, 11: 119-123.

Daane, K. M., Hogg, B. N., Wilson, H., & Yokota, G. Y. (2018). Native grass ground covers provide multiple ecosystem services in Californian vineyards. *Journal of Applied Ecology*, 55(5): 2473–2483.

Daily, G.C., (1997). Nature's services societal dependence on natural ecosystems. *The Future of Nature: Documents of Global Change*, edited by Libby Robin, Sverker Sörlin and Paul Warde, New Haven: Yale University Press, 2013, pp. 454-464.

Dardeniz, A., Yıldırım, I., Gökbayrak, Z., & Akçal, A. (2008). Influence of shoot topping on yield and quality of *Vitis vinifera* L. *African Journal of Biotechnology*, 7(20): 3628–3631.

Donkó, Á., Migléc, T., Valkó, O., Tóthmérész, B., Deák, B., Kelemen, A., ...Drexler, D. (2017). Comparison of species- rich cover crop mixtures in the Tokaj wine region (Hungary). *Organic Agriculture*, 7(2): 133– 139.

Fourie, J. C., Agenbag, G. A., e Louw, P. J. E. (2007). Cover crop management in a Sauvignon blanc/Ramsey vineyard in the Semi-Arid Olifants River Valley, South Africa. Effect of different cover crops and cover crop management practices on the organic matter and macro- nutrient contents of a Sandy Soil. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 28(2): 92 - 100.

Gómez, J. A. (2017). Sustainability using cover crops in Mediterranean tree crops, olives and vines –challenges and current knowledge. *Hungarian Geographical Bulletin*, 66(1): 13–28.

García-Díaz, A., Allas, R. B., Gristina, L., Cerdà, A., Pereira, P., & Novara, A. (2016). Carbon input threshold for soil carbon budget optimization in eroding vineyards. *Geoderma*, 271: 144 - 149.

Garcia L., Celette F., Garya C., Ripoched A., Valdés- Gómezg H., Metay A. (2018). Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review. *Agriculture Ecosystems & Environment* 51(1): 158-170.

Guerra B. and Steenwerth, K. (2013). Influence of floor management technique on grapevine growth, disease pressure, and juice and wine composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63 (2): 149-164.

Lopes, C. M., Santos, T. P., Monteiro, A., Rodrigues, M. L., Costa, J. M., & Chaves, M. M. (2011). Combining cover cropping with deficit irrigation in a Mediterranean low vigor vineyard. *Scientia Horticulturae*, 129(4): 603– 612.

Lopes, C. M., Monteiro, A., Machado, J. P., Fernandes, N., & Araújo, A. (2008). Cover cropping in a sloping non- irrigated vineyard: II - Effects on vegetative growth, yield, berry and wine quality of “Cabernet- Sauvignon” grapevines. *Ciencia E Tecnica Vitivinicola*, 23(1): 37-43.

Messiga, A. J., Gallant, K. S., Sharifi, M., Hammermeister, A., Fuller, K., Tango, M., & Fillre, S. (2016). Grape yield and quality response to cover crops and amendments in a vineyard in Nova Scotia, Canada. *American Journal of Enology and Viticulture*, 67(1), 77–85.

Morisod T., (2018). AGRIDEA Collab. tecnica P. Droz, S. Emery, Ch. Linder, D. Rojard Gruppi Produzione vegetale Rilettura D. Dietiker Grafica AGRIDEA Art. n 3279: 1-3.

Nauleau, F. 1997. Nouvelles techniques d’entretien des sols viticoles. Conséquences œnologiques. Synthèse de 5 années d’experimentation menés dans différents vignobles français. *Progrès Agric.Vitic.* 114(8): 188-190.

Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Ponti, L. (2008). Enhancing plant diversity for improved insect pest management in Northern California organic vineyards. *Acta Horticulturae*, 785: 273-278.

Novara A., Gristina L., S.S. Saladino, Santoro A. Cerdàb A. (2011) Soil erosion assessment on tillage and alternative soil managements in a Sicilian vineyard. *Soil and Tillage Research* 117: 140-147.

Palliotti A., Cartechini, A., Silvestroni, O., Mattioli, S., Petoumenou, D., & Berrios, J. G. (2007). Long -term effects of seeded cover- crop on vegetative characteristics, yield and grape and wine composition of “grechetto” grapevines in central Italy. *Acta Horticulturae*, Vol. 754 (2): 120-123.

Parker, A. K., Raw, V., Martin, D., Haycock, S., Sherman, E., & Trought, M. C. T. (2016). Reduced grapevine canopy size post-flowering via mechanical trimming alters ripening and yield of “Pinot noir.” *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 55(1), 1–9.

Ibañez Pascual, S. (2013). Gestión del suelo en viñedo mediante cubiertas vegetales. Incidencia sobre el control del rendimiento y del vigor. Aspectos ecofisiológicos, nutricionales. Universidad de La Rioja.

Peng J., Wei W., Lu H., Chen W., Li S., Cheng C., Wang J., Duan C., and He F. (2022). Effect of Inter - Row Peanut Growing in the Vineyard on the Quality of ‘Cabernet Sauvignon’ Grapefruits and Wines in Northwest China. *Foods*, 11, 3730.

Ravaz, L. 1903. Sur la brunissure de la vigne. *Les Comptes Rendus de l’Académie des Sciences*, 136: 1276-1278.

Reeve, A. L., Skinkis, P. A. and Vance, A. J. (2016). Vineyard floor management influences “Pinot noir” vine growth and productivity more than cluster thinning. *Hort Science* 51(10): 1233- 1244.

Rodriguez-Lovelle, B., J.P. Soyer, and C. Molot. 2000. Nitrogen availability in vineyard soils according to soil management practices. Effects on vine. *Acta Hort.* 256: 277-280

Silvestre, J. C., Canas, S., Brazão, J., Caldeira, I., Clímaco, P., Duarte, F., ... Malheiro, A. C. (2012). Influence of timing and intensity of deficit irrigation on vine vigour, yield and berry and wine composition of “Tempranillo” in southern Portugal. *Acta Horticulturae*, 931(21): 193-201.

Smart, R., and Robinson, M. (2017). Point Quadrat, in *Sunlight into Wine: A Handbook for Winegrape Canopy Management*, ed. Wine Publishers Pty Ltd trading as Winetitles (Adelaide, SA, Australia), pp. 21-24.

Swinton, S.M., Lupi, F.,Robertson, G.P.,Hamilton, S.K., 2007. Ecosystem service and agriculture: cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecol. Econ.* 64: 245-252

Valdés - Gómez, H., Fermaud, M., Roudet, J., Calon nec, A., & Gary, C. (2008). Grey mould incidence is reduced on grapevines with lower vegetative and reproductive growth. *Crop Protection*, 27(8): 1174 – 1186.

Van-Leeuwen, C., Friant,P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras. S., Dubourdi eu, D., (2004). Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *Am. J. Enol. Vitic.* 55: 207-217.

Varga, P., Májer, J., Jahnke, G. G., Németh, C., Szoke, B., Sárdi, K., Varga, Z., Kocsis, L., & Salamon, B. (2012). Adaptive Nutrient Supply and Soil Cultivation Methods in the Upper Zone of Hillside Vineyards. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43 (1 - 2): 334 - 340.

Zheng W., Del Galdo V., García J., Balda P., Martínez de Toda F. (2017). Use of Minimal Pruning to Delay Fruit Maturity and Improve Berry Composition under Climate Change. *Am J Enol Vitic.* 68: 136-140.