



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

CURRICULUM VITICOLTURA ED ENOLOGIA

APPLICAZIONE DEL CAOLINO NELLA GESTIONE DEL VIGNETO

Application of kaolin in Vineyard management

TIPO TESI: sperimentale

Studente:
ANDREA DARIOZZI

Relatore:
PROF.SSA ORIANA SILVESTRONI

Correlatore:
PROF.SSA VANIA LANARI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

Una dedica speciale per la Prof.ssa Oriana Silvestroni per avermi aiutato in questo progetto ed aver avuto la pazienza di sostenermi e di rallegrarmi come solo lei sa fare. Inoltre vorrei ringraziare la Prof.ssa Vania Lanari e Tania per essere sempre state disponibili con me qualora ne avessi avuto bisogno. Non ho mai mollato e ci ho sempre creduto.

SOMMARIO

SOMMARIO	3
ELENCO DELLE TABELLE.....	5
ELENCO DELLE FIGURE	7
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI.....	8
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI	9
CAPITOLO 1 AZIONE DEL SILICIO IN VITICOLTURA.....	10
1.1 Il caolino.....	11
1.2 Effetti delle alte temperature sulla vite.....	12
1.3 Effetti delle anomalie di maturazione.....	13
1.4 Maturazione tecnologica	14
CAPITOLO 2 MATERIALI E METODI:.....	15
2.1 Il sito di indagine.....	15
2.2 Lo schema sperimentale.....	18
2.3 Analisi della composizione del mosto	20
CAPITOLO 3 RISULTATI E DISCUSSIONE.....	23
3.1 Decorso stagionale	23
3.2 Comportamento produttivo	26
3.3 Peso medio dell'acino e composizione del mosto alla vendemmia.....	27
3.4 Caratteristiche della chioma delle viti in prova	28
3.5 Caratteristiche delle chiome delle viti in funzione della vigoria.....	29
3.6 Principali parametri produttivi dell'uva in base alla vigoria.....	31
3.7 Peso medio dell'acino e composizione del mosto in base alla vigoria.....	34
CONCLUSIONI	37
BIBLIOGRAFIA.....	38
SITOGRAFIA	42

RINGRAZIAMENTI..... 43

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 2-1: andamento termo-pluviometrico medio primaverile-estivo del territorio nell'arco temporale 1989-2016 confrontato con quello dell'anno 2020. ΔT = escursione termica giornaliera media. Elaborazione su dati delle stazioni metereologiche di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.	16
Tabella 2-2 :informazioni strutturali del vigneto in esame.	18
Tabella 3-1: andamento pluviometrico stagionale medio del territorio dell'anno 2020 con precipitazioni superiori a 0, 5 e 24 mm. Elaborazione su dati della stazione metereologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche. ...	23
Tabella 3-2: andamento termico stagionale primaverile-estivo medio e del mese di Settembre dell'anno 2020; ΔT = escursione termica giornaliera media; giorni con temperature superiori di 30 °C e 35 °C .Elaborazione su dati della stazione metereologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.	25
Tabella 3-3: principali parametri produttivi rilevati a chioma completa (29 settembre 2020) sulle viti campione presenti in tre filari sottoposti o meno a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).	26
Tabella 3-4: principali parametri sulla composizione dell'uva (30 settembre 2020) delle viti campione presenti in tre filari sottoposti o meno a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).	28
Tabella 3-5: principali parametri vegetativi rilevati a chioma completa (ad agosto 2020) sulle viti campione presenti in tre filari sottoposti o meno a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).	29
Tabella 3-6: viti irrorate con caolino sulla fascia produttiva in data 7 agosto 2020: principali parametri rilevati a chioma completa nel 2020 e ripartite in funzione di tre livelli di vigore (media \pm deviazione standard).	30
Tabella 3-7: viti di controllo non irrorate con caolino sulla fascia produttiva: principali parametri rilevati a chioma completa nel 2020 e ripartite in funzione di due livelli di vigore (media \pm deviazione standard).	31

Tabella 3-8: viti irrorate con caolino sulla fascia produttiva: principali parametri produttivi rilevati in data 29 Settembre 2020 in base a tre classi di vigoria (media \pm deviazione standard).....	32
Tabella 3-9: viti non irrorate con caolino sulla fascia produttiva: dati relativi al numero di germogli, al numero di grappoli e al rapporto tra grappoli e germoglio (fertilità) rilevati in data 29 Settembre 2020 in base a due classi di vigoria (media \pm deviazione standard).	33
Tabella 3-10: viti non irrorate con caolino sulla fascia produttiva: dati relativi all'uva prodotta, al peso del grappolo e al rapporto tra acini e grappolo rilevati in data 29 Settembre 2020 in base a due classi di vigoria (media \pm deviazione standard).	34
Tabella 3-11: principali parametri sulla composizione dell'uva rilevati il 30 Settembre 2020 in base a tre classi di vigoria delle viti campione presenti nel filare sottoposto a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).	35
Tabella 3-12: principali parametri sulla composizione dell'uva rilevati il 30 Settembre 2020 in base a due classi di vigoria delle viti campione presenti nel filare non sottoposto a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).	36

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 2-1: foto aerea del vigneto. Bordato di arancione l'intero vigneto e in giallo le parti dei quattro filari in cui sono state prese le viti campione.....	17
Figura 2-2: foto del vigneto della sperimentazione.	17
Figura 2-3: foto della fascia produttiva irrorata con il caolino nel vigneto della sperimentazione.	19
Figura 2-4: foto della fascia produttiva non irrorata con il caolino nel vigneto della sperimentazione.	19
Figura 2-5: rifrattometro "Atago" utilizzato per la rilevazione dei °Brix.	21
Figura 2-6: titolatore "Crison TT 2050" utilizzato per la determinazione dell'acidità totale (AT).	22
Figura 2-7: elettrodo a vetro "Crison" utilizzato per la determinazione del pH.	22
Figura 3-1: grafico della cumulata giornaliera dal 1° Gennaio al 30 Settembre 2020; sull'asse delle ordinate i mm di pioggia e sull'asse dell'ascisse i GG. . Elaborazione su dati della stazione metereologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.	24
Figura 3-2: grafico della temperature medie massime dal 1° Gennaio al 30 Settembre 2020; sull'asse delle ordinate i gradi centigradi e sull'asse dell'ascisse i GG. . Elaborazione su dati della stazione metereologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.	25

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

AT	Acidità totale del mosto, espressa in g/l di acido tartarico.
WUE	Water Use Efficiency (efficienza d'uso dell'acqua).
GG	Giorno Giuliano calcolato a partire dal 1° Gennaio dello stesso anno.
PAR	Photosynthetically Active Radiation (radiazione fotosinteticamente attiva).
GG	Giorno Giuliano calcolato a partire dal 1° Gennaio dello stesso anno.

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

La viticoltura e la vinificazione promuovono vantaggi economici, sociali e ambientali. Tuttavia, attualmente la sfida più grande per l'industria del vino è il cambiamento climatico, a causa di variazioni delle precipitazioni e da un aumento delle temperature. Il report 2018 dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ha stimato un aumento della temperatura media globale di 1 °C dall'epoca preindustriale e prevede che questo possa raggiungere i +1,5 °C tra il 2030 e il 2052 se dovesse mantenere lo stesso trend. La fisiologia della vite è influenzata da diversi fattori ambientali, come la temperatura, precipitazioni, evapotraspirazione potenziale e ore di sole. A causa dei cambiamenti climatici sono stati osservati diversi effetti sulla fisiologia della vite e di conseguenza sulla composizione e qualità dell'acino. La valutazione di tecniche di mitigazione sia nel lungo che nel breve periodo sono state promosse negli ultimi anni in modo tale da adattarsi alle sfide sopra descritte. Esistono soluzioni di attenuazione a lungo termine come utilizzo di nuove varietà e/o portinnesti. Tuttavia, in prima linea, le strategie nel breve periodo promuovono l'uso di materiali particellari riflettenti, come il caolino, ovvero, un minerale argilloso a base di silicio in grado di riflettere nella regione della luce visibile dello spettro elettromagnetico e che risulta essere un prodotto potenzialmente utilizzabile nei vigneti commerciali.

L'applicazione del caolino è stata recentemente raccomandata per la viticoltura sostenibile per affrontare le varie sfide del cambiamento delle condizioni climatiche, specialmente nei climi mediterranei. Il suo uso è stato dimostrato come una strategia efficace contro il cambiamento climatico nel breve periodo anche nei vigneti del bacino del Mediterraneo, ad esempio, andando a riflettere la radiazione infrarossa, riducendo lo stress idrico e migliorando la qualità della vite.

Lo scopo della tesi è quello di testare le proprietà del caolino sulla fascia produttiva nelle varietà di uve di Verdicchio a bacca bianca in modo da determinare come varia il peso e la composizione dell'acino d'uva.

Capitolo 1

AZIONE DEL SILICIO IN VITICOLTURA.

Tra le diverse tecniche colturali per ridurre la suscettibilità delle viti agli stress ambientali, l'irrorazione alla chioma e sulla fascia produttiva di formulati contenuti silicio, come ad esempio il gel di silice, l'equiseto ma in particolare il caolino, hanno prodotto risultati interessanti nel migliorare gli aspetti fisiologici della vite e i parametri qualitativi dei grappoli e del vino. L'uso di diversi composti contenuti silicio ha limitato i danni di alcuni possibili problemi che insorgono nel corso della maturazione in particolare per temperature elevate e scarsa disponibilità idrica. Il silicio può agire su diversi parametri fisiologici della pianta, abbassando la traspirazione, attraverso un doppio strato cuticola-silicio e depositandosi sotto la cuticola è in grado di rallentare la traspirazione anche fino al 30%, come avviene nel riso (Ma *et al.*, 2001a). Studi condotti sul mais hanno dimostrato che l'apporto di silicio aumenta l'efficienza dell'uso dell'acqua nel tessuto xilematico (Gao *et al.*, 2005). Gli autori, inoltre, ipotizzano un incremento della coesione dell'acqua all'interno dello, causato da depositi del silicio nella parete delle sue cellule. In sperimentazioni svolte su cetriolo, il silicio ha portato ad un aumento dell'attività fotosintetica delle piante sottoposte a stress idrico, diminuendo la conduttanza stomatica e incrementando la capacità di trattenere acqua (Ma *et al.*, 2004).

Nonostante ciò, le informazioni scientifiche relative ai meccanismi di azione, assorbimento e trasporto dell'elemento, in vite e in altre colture arboree, necessitano ulteriori approfondimenti. Si può ritenere che ci sia un legame tra i tre diversi tipi di accumulo del silicio nelle piante, con altrettanti tipi di assorbimento (Ma *et al.*, 2001):

- piante accumulatrici in grado di assorbire attivamente silicio più velocemente dell'acqua;
- piante accumulatrici intermedie in grado di assorbire passivamente silicio con la stessa velocità di assorbimento dell'acqua;
- piante non accumulatrici con assorbimento repulsivo: piante che tendono a escludere il silicio.

Il silicio viene trasportato attraverso il flusso di traspirazione nella parte esterna della parete cellulare dell'epidermide o nei tricomi delle foglie (Neumann, 2003). Numerosi studi dimostrano che i depositi di silicio vadano a creare una barriera meccanica che impedisce la penetrazione di vari patogeni, evitando così il processo di infezione, e che tale elemento stimola la sintesi di sostanze di difesa nella pianta (Belanger *et al.*, 2003; Fawe *et al.*, 1998; Remus-Borel *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2004).

1.1 Il caolino.

Il caolino è una roccia sedimentaria costituita prevalentemente da caolinite, un minerale silicatico delle argille, con formula $Al_2Si_2O_5(OH)_4$, in grado di riflettere nella regione della luce visibile dello spettro elettromagnetico in grado di contribuire a ridurre le perdite per evapotraspirazione e i danni causati dalle temperature elevate sui grappoli (Wunsche *et al.*, 2004; Le Grange *et al.*, 2004; Gindaba e Wand, 2005; Melgarejo *et al.*, 2004; Wand *et al.*, 2005). In numerosi studi emerge che la superficie causata dall'irrorazione del caolino abbassi la temperatura dei frutti riducendo i danni da scottature solare (Wunsche *et al.*, 2004; Le Grange *et al.*, 2004; Gindaba e Wand, 2005; Melgarejo *et al.*, 2004; Wand *et al.*, 2006; Yazici e Kaynak, 2009), tuttavia, l'effetto può variare in funzione del regime irriguo e della cultivar (Shellie e Glenn, 2008). Le proprietà fisiche e ottiche del caolino possono influenzare i parametri fisiologici della pianta, modificando la capacità di trasmissione della luce e, dunque, la fotosintesi. L'effetto su tale parametro dipende anche da quelle che sono le condizioni ambientali. Nella sperimentazione su piante di melo trattate con caolino è stato registrato un incremento della fotosintesi fogliare a temperature superiori di 35°C (Privé *et al.*, 2007; Thomas *et al.*, 2004), oltre a un aumento di colorazione e pezzatura dei frutti (Thomas *et al.*, 2004). Glenn *et al.*, (2003) hanno misurato gli scambi gassosi dell'intera chioma e l'efficienza dell'uso dell'acqua (WUE) in piante di melo trattate con caolino, in condizioni di temperature estive eccessivamente alte, rilevando una diminuzione dell'efficienza d'uso dell'acqua (WUE) e un aumento dell'assimilazione totale del carbonio. In altre ricerche, i depositi di caolino hanno, invece, abbassato la traspirazione di piante sottoposte a stress idrico (Khan e Morey, 1950; Al-Humaid e Moftah, 2005). Tuttavia, alcuni autori hanno riportato che il film di particelle di caolino che si forma sulle foglie, a seguito di trattamenti alla chioma, può riflettere la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR), diminuendo, dunque, l'attività fotosintetica (Doraiswamy e Rosenberg, 1974; Abou-Khaled *et al.*, 1970; Le Grange *et al.*, 2004; Rosati *et al.*, 2006). Il caolino influenza significativamente la temperatura media delle bacche, riducendola anche di 5,7°C rispetto a

quelle non trattate e protegge i frutti dalle scottature da sole limitando del 50% i grappoli con tale anomalia, rispetto a piante in cui la defogliazione non era associato un intervento con tale sostanza. La somministrazione di silicio in varie forme ha ridotto, in alcune annate, la suscettibilità degli stress abiotici (radiazione luminosa, elevate temperature e siccità estiva) delle piante. In particolare, le viti irrorate con caolino hanno mostrato una sensibile riduzione della percentuale di grappoli con severi sintomi di disidratazione e altre anomalie e fisiopatie.

Inoltre l'attività del caolino è stata studiata anche sulla performance della *Lobesia botrana*, un lepidottero che risulta essere il più importante parassita carpofoago dei vigneti europei, attraverso prove in laboratorio e in campo. Si è visto che l'irrorazione del caolino cambi il colore di bacche e ciò potrebbe influenzare la visuale della falena e la barriera fisica: di conseguenza potrebbe alterare anche la percezione tattile e chimica dell'ospite da parte dell'insetto.

Nelle annate in cui il rischio legato all'insorgere delle anomalie di maturazione è elevato, il trattamento alla chioma con caolino può consentire di limitare l'incidenza, con costi contenuti. La spesa per l'acquisto della materia prima impiegata per un trattamento è di circa 50 euro/ha.

1.2 Effetti delle alte temperature sulla vite

Nelle ultime annate, in particolare negli areali viticoli collinari caratterizzati da scarsa fertilità e disponibilità idrica del suolo, sono state frequentemente riscontrate problematiche connesse allo sfasamento tra maturità tecnologica e fenolica (Rombolà *et al.*, 2011) e altre associate ad anomalie del processo di maturazione della bacca, legate ad aspetti climatici quali la riduzione dell'entità delle precipitazioni e l'incremento delle temperature medie stagionali. Questi fenomeni risultano particolarmente gravi in quanto, oltre a provocare cali quali-quantitativi della produzione, compromettono l'ottenimento di vini con tratti organolettici riconoscibili. Secondo recenti studi condotti tra il 2010 e il 2013 (Krasnow *et al.* 2010; Bondada e Keller, 2012; Bondada, 2013), la maggior parte di queste problematiche si manifesta sulla produzione nel periodo antecedente la raccolta e, da un punto di vista morfoanatomico, possono essere raggruppate quattro classi: scottature da sole, disseccamento del rachide, disidratazione e avvizzimento .

Scottature da sole. Causate sui grappoli dall'eccessiva radiazione solare, si riscontrano in particolare su quelli esposti direttamente al sole, soprattutto nelle ore calde pomeridiane. Il

manifestarsi dei sintomi si differenzia in funzione di varietà e stadio di sviluppo del grappolo.

Disseccamento del rachide. Questa fisiopatologia può influenzare lo stato della bacca, determinandone variazioni della composizione in funzione del momento in cui inizia il processo di necrotizzazione, che impedisce il passaggio di nutrienti, zuccheri e acqua alle bacche in posizione distale rispetto alla zona necrotizzata (Bondada, 2013).

Disidratazione. Gli acini si disidratano prima della raccolta causando raggrinzimento nei grappoli, come i frutti colpiti da disseccamento del rachide, che tuttavia risulta essere verde e sano (Krasnow *et al.*, 2010), e presentano una concentrazione zuccherina piuttosto elevata. Tale anomalia è stata segnalata sia su varietà a bacca bianca, sia su bacca rossa.

Avvizzimento. Meno diffuso, si manifesta in modo simile alla disidratazione. È caratterizzato da una progressiva riduzione dell'accumulo degli zuccheri nella bacca, che termina diverse settimane prima che i sintomi siano realmente visibili. In questo caso, le bacche appaiono avvizzite, nonostante la presenza di un rachide sano e, in funzione della posizione e della varietà, i grappoli presentano valori di pH, peso e grado zuccherino inferiori rispetto a quelli che si sono sviluppati nel corso di un normale processo di maturazione (Krasnow *et al.*, 2009; Krasnow *et al.*, 2010). Tale anomalia di maturazione è stata studiata su uve da tavola, come ad esempio Emperor (Jensen, 1970), Zweigelt (Knoll *et al.*, 2006), Cabernet Sauvignon (Bondada e Keller 2012; Krasnow *et al.*, 2010), Sauvignon Blanc (Krasnow *et al.*, 2010).

1.3 Effetti delle anomalie di maturazione

Tali sintomatologie, in particolare la disidratazione delle bacche, comportano evidenti cali che possono riguardare anche più del 20% della produzione totale d'uva. Si può ipotizzare che la diminuzione delle rese riscontrata nell'annata 2011, pari al 10% su base nazionale (dati Assoenologi), sia ascrivibile a questi fenomeni. Nel 2012, inoltre, i dati sulla produzione vitivinicola segnalano un ulteriore ribasso dell'8% rispetto alla precedente campagna. Le uve raccolte presentavano una concentrazione zuccherina (°Brix) superiore alla media, di conseguenza i vini ottenuti mostravano un elevato titolo alcolometrico volumico, risultando non sempre graditi al consumatore e suscettibili di declassamento.

1.4 Maturazione tecnologica

La maturità tecnologica dell'uva da vino viene raggiunta quando la concentrazione degli zuccheri, principalmente glucosio e fruttosio, e quella degli acidi organici, principalmente acido malico e tartarico, si colloca ai livelli ritenuti ottimali per la produzione di una specifica tipologia di vino e rappresenta uno degli indicatori più usati e migliori per stabilire l'epoca ottimale di vendemmia. A partire dall'invasatura, la maturazione tecnologica può essere raggiunta in un lasso di tempo molto variabile, che può essere anche di soli 20-25 giorni nei vitigni a maturazione precoce in cui l'epoca ottimale di vendemmia è compresa di solito a 7-10 giorni e il decorso termico stagionale può influenzare significativamente la composizione delle uve (Chardonnay, Pinot bianco, Sauvignon ecc.) ma che può anche arrivare fino a 60-80 giorni nelle varietà tardive (Sagrantino, Trebbiano spoletino, Lagrein, Barbera e Montepulciano). Le varietà a maturazione media e tardiva possono presentare, invece, un'ampia variabilità della data di raccolta, con tempistiche che vanno oltre 20-30 giorni.

I fattori di ordine ambientali che possono influenzare l'accumulo degli zuccheri sono i seguenti:

-Temperatura dell'aria: temperature relativamente basse (< 15° C) o eccessivamente alte (>35° C) non sono favorevoli all'attività fotosintetica delle foglie, con conseguenze negative sull'accumulo degli zuccheri dell'uva.

Temperature comprese tra 20 e 30°C, soprattutto se associate a una buona disponibilità luminosa, favoriscono la fotosintesi, ovvero la produzione di carboidrati utili all'accumulo negli acini.

-Disponibilità idrica: forti carenze idriche limitano la fotosintesi, mentre l'eccesso di precipitazioni, soprattutto a ridosso della vendemmia, possono causare la diluizione del mosto, ostacolare le operazioni di raccolta e favorire lo sviluppo dei marciumi.

Capitolo 2

MATERIALI E METODI:

2.1 Il sito di indagine

La sperimentazione è stata svolta presso l'azienda Belisario situata nel comune di Matelica, in provincia di Macerata. Il territorio in questione si trova proprio nella vallata preappenninica che inizia a Fabriano e termina a Camerino, attraversata dal fiume Esino e rinchiusa dai Monti Sibillini a sud, la catena del Monte Catria ad ovest e il Monte San Vicino ad est. L'area presenta l'insolazione tipica degli ambienti mediterranei, ma le escursioni termiche giornaliere e stagionali le conferiscono caratteri di continentalità, che si ripercuotono sulla fenologia della vite e sulle caratteristiche delle uve prodotte. L'elaborazione dei dati climatici di una serie storica quasi trentennale (1989-2016) e dell'anno 2020 relativa alla stazione meteorologica della Protezione Civile della Regione Marche situata nel comune di Fabriano (AN), ha permesso di confrontare il clima e le precipitazioni primaverili-estive della zona di indagine. L'area di Matelica presenta, nel periodo 1989-2016, primavere con temperature medie di 12,1 °C contraddistinte da temperature minime medie di 6,6 °C e da temperature massime medie di 17,7 °C, precipitazioni cumulate di 230 mm distribuite in una media di 30 giorni ed escursioni termiche di 11,1 °C. Le estati presentano temperature medie di 22,1 °C contraddistinte da temperature minime medie di 15,3 °C e temperature massime medie di 28,9 °C, precipitazioni di 175 mm distribuite in 18 giorni ed escursioni termiche medie di 13,6 °C. I dati relativi al 2020 riportano temperature medie primaverili di 11,8 °C contraddistinte da temperature minime medie di 5,9 °C e da temperature massime medie di 17,7 °C, le precipitazioni raggiungono i 366,8 mm in una media di 36 giorni e l'escursione termica è di 11,8 °C. Infine nella stagione estiva abbiamo temperature medie di 21,9 °C con temperature minime medie di 14,8 °C e temperature massime medie di 28,6 °C, precipitazioni che raggiungono i 202,4 mm distribuite in una media di 28 giorni ed escursioni termiche di 16,2 °C, secondo quelli che sono i dati della Protezione Civile della Regione Marche.

Tabella 2-1: andamento termo-pluviometrico medio primaverile-estivo del territorio nell'arco temporale 1989-2016 confrontato con quello dell'anno 2020. ΔT = escursione termica giornaliera media. Elaborazione su dati delle stazioni metereologiche di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.

	Primavera 1989-2016	Estate 1989-2016	Primavera 2020	Estate 2020
<i>T min (°C)</i>	6,6	15,3	5,9	14,8
<i>T med (°C)</i>	12,1	22,1	11,8	21,9
<i>T max (°C)</i>	17,7	28,9	17,7	28,6
<i>ΔT (°C)</i>	11,1	13,6	11,8	16,2
<i>pioggia (mm)</i>	230	175	366,8	202,4
<i>pioggia (gg)</i>	30	18	36	28



Figura 2-1: foto aerea del vigneto. Bordato di arancione l'intero vigneto e in giallo le parti dei quattro filari in cui sono state prese le viti campione.



Figura 2-2: foto del vigneto della sperimentazione.

Il vigneto in cui sono state svolte le prove di analisi è situato in zona collinare ad un'altezza di 321 m s.l.m.

Il vigneto si trova a Matelica in Via Fogliano, in provincia di Macerata (coordinate di 43°18'18" N 13°00'21"E), ed costituito da un totale di 130 file di Verdicchio. Le viti sono allevate lungo una controspalliera a Guyot. Il filo portante è posto a circa 1m di distanza da terra e sostiene il capo a frutto. Seguono poi due coppie di fili di contenimento della

vegetazione, la prima a 40 cm dal filo principale e la seconda a 50 cm circa dalla prima: l'altezza della parete vegetativa costituita dai germogli si aggira quindi intorno a 0,90 cm. I pali sono posti a 6 m l'uno dall'altro e tra un palo e l'altro sono collocate sei viti a distanza di 1,0 m tra di loro sulla fila. La distanza tra le file è invece di 2,5 m.

Tabella 2-2 :informazioni strutturali del vigneto in esame.

CARATTERISTICHE	
<i>Anno d'impianto</i>	2009
<i>Distanza tra i pali (m)</i>	6,0
<i>Distanze d'impianto (m)</i>	2,5 x 1,0
<i>Distanza da terra filo portante (m)</i>	0,9
<i>Distanza da terra prima coppia di fili (m)</i>	1,3
<i>Distanza da terra ultima coppia di fili (m)</i>	1,8

2.2 Lo schema sperimentale

Le viti analizzate, costituite da cultivar di Verdicchio, sono poste su cinque filari: due filari (fila 19-20 adiacenti) costituiti dal portinnesto SO4 avente un alto e medio vigore; la fila (31) avente tre classi di vigore (alta, media e bassa) costituito da portinnesto 110R e altri due filari (fila 41-42 adiacenti) avente una vigoria alta e bassa, costituiti sempre dal portinnesto 110R. Nella file 19-20 sono state analizzate 20 viti; nel filare 31, in cui è stato applicato il caolino sulla fascia produttiva, 24 viti; nelle file 41-42 analizzate 17 viti. I rilievi di vendemmia, oltre a permettere la determinazione della composizione dell'uva, hanno consentito di determinare il peso medio del grappolo (rapporto tra quantità di uva vendemmiata e numero di grappoli raccolti), la fertilità dei germogli (rapporto tra numero di grappoli raccolti e numero di germogli) e il peso medio dell'acino (rapporto tra peso del campione di 80 acini e numero degli acini). I dati rilevati sul numero di germogli e di grappoli e sul peso dell'uva vendemmiata sono stati espressi per metro di filare.

L'applicazione del caolino (Figura 2-3) è stata svolta in data 7 Agosto 2020 (GG 220) sull'intera fascia produttiva della fila 31, usando un atomizzatore "Friuli" operante con tre ugelli per parte ad una pressione di 7 atm e ad una velocità di avanzamento di circa 6 km/h. Gli ugelli avevano una portata di circa 1,6 l/min. E' stato usata una sospensione acquosa di caolino (Surround WP alla dose di 6 kg/100 l).



Figura 2-3: Fascia produttiva di Verdicchio irrorata con caolino il 7 agosto 2020, fotografata il 25 agosto 2020.



Figura 2-4: foto della fascia produttiva di Verdicchio della parcella di controllo non irrorata con caolino.

2.3 Analisi della composizione del mosto

In data di vendemmia 29 settembre 2020 (GG 273), per ogni vite precedentemente analizzata, sono stati prelevati 80 acini e posti all'interno di sacchetti di plastica conservandoli in un frigo portatile a temperatura di refrigerazione per essere trasportati presso i laboratori dell'Università Politecnica delle Marche (sede Agraria). Successivamente, dal frigo portatile, i sacchetti contenenti gli acini vengono collocati nel frigo del laboratorio per essere analizzati il giorno seguente. In data 30 settembre 2020 (GG 274), presso il laboratorio, ogni sacchetto contenente gli acini viene pigiato far uscire il mosto. Dal sacchetto in questione il mosto viene setacciato per separarlo dalle altre componenti solide in modo tale che sia più limpido possibile e di tale liquido sono stati rilevati il grado Brix, il pH e l'acidità totale (AT). Per la rilevazione dei gradi Brix, ovvero la concentrazione zuccherina, è stato utilizzato un rifrattometro ottico "Atago" (Figura 2-5), basato sulla misurazione dell'angolo di rifrazione formato dal raggio di luce che attraversa una soluzione, provvisti di scala Brix (0-35); in pratica, dato che la radiazione è costituita da una banda luminosa e non da un singolo raggio, si avrà all'interno del prisma una zona illuminata e una oscura. La posizione del raggio critico verrà indicato da un passaggio netto luce-ombra. Il pH è stato misurato utilizzando un elettrodo a vetro con guaina in teflon (Figura 2-6) che è stato posto all'interno di un volume di mosto tale da permettere la completa immersione dell'elettrodo. L'acidità totale (AT), espressa in g/l di acido tartarico, è stata misurata impiegando un titolatore automatico "Crison TT 2050" (Figura 2-7). La titolazione è stata condotta su 10 ml di mosto che è stato portato fino a pH 7,00 con l'aggiunta graduale di idrossido di sodio (NaOH) 0,25 N; la soluzione è stata mantenuta in movimento per mezzo di un agitatore magnetico grazie alla presenza di una calamita posta all'interno del contenitore.



Figura 2-5: rifrattometro “Atago” utilizzato per la rilevazione dei °Brix.



Figura 2-6: titolatore “Crison TT 2050” utilizzato per la determinazione dell’acidità totale (AT).



Figura 2-7: elettrodo a vetro “Crison” utilizzato per la determinazione del pH.

Capitolo 3

RISULTATI E DISCUSSIONE.

3.1 Decorso stagionale

Su un totale di 36 giorni di pioggia, in Primavera, ci sono stati mediamente 26 giorni in cui la cumulata giornaliera era maggiore di 5 mm e 4 giorni in cui la cumulata superava i 24 mm. I fenomeni di alta intensità di precipitazione si sono verificati tutti tra la fine di aprile e la fine di maggio (GG 118-140-141-148). In estate, su un totale di 28 giorni di pioggia, in 13 giorni le precipitazioni superavano i 5mm e si è verificato un solo evento piovoso di forte intensità con cumulata maggiore di 24 mm alla fine di agosto (GG 243). Nel mese di settembre, su 10 giorni di precipitazioni, ben 3 la cumulata era maggiore di 24 mm (GG 265-269-271), concentrandosi tutti alla fine del mese e 6 i giorni in cui le precipitazioni erano maggiori di 5 mm. (Tabella 3-1) (Figura 3-1). Eventi con cumulata molto elevate in questo caso sopra a 24 mm, favoriscono fenomeni di ruscellamento. La quota d'acqua che ruscella, oltre che arrecare il danno erosivo, è sottratta all'infiltrazione nel terreno e quindi all'utilizzazione delle colture: piogge intense hanno quindi un'efficacia limitata.

Tabella 3-1: andamento pluviometrico stagionale medio del territorio dell'anno 2020 con precipitazioni superiori a 0, 5 e 24 mm. Elaborazione su dati della stazione meteorologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.

	Primavera 2020	Estate 2020	Settembre 2020
	giorni	giorni	Giorni
>0 mm	36	28	10
>5 mm	26	13	6
>24 mm	4	1	3

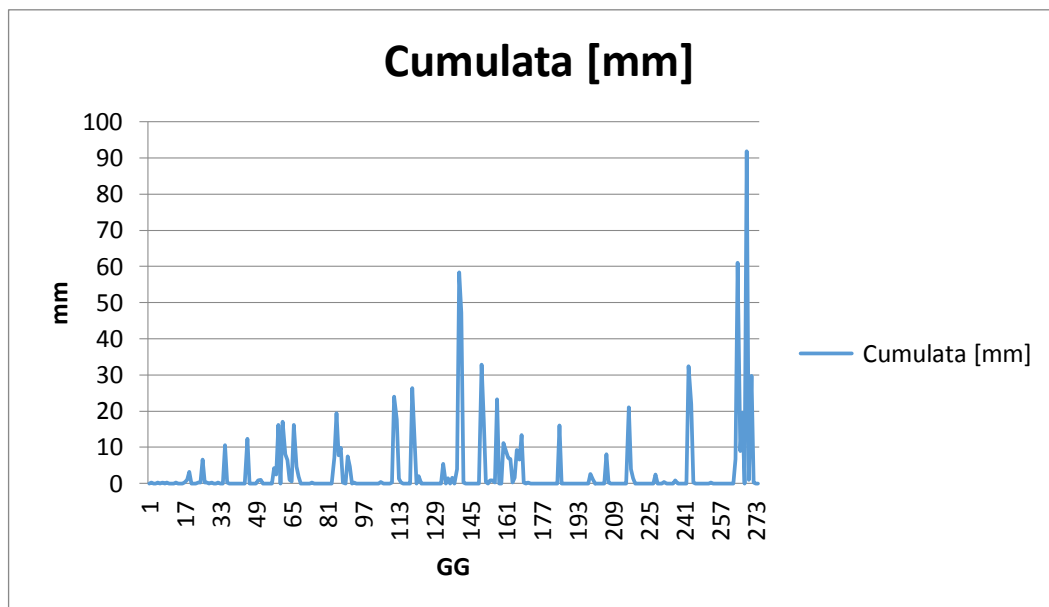


Figura 3-1: grafico della cumulata giornaliera dal 1° Gennaio al 30 Settembre 2020; sull'asse delle ordinate i mm di pioggia e sull'asse dell'ascisse i GG. Elaborazione su dati della stazione metereologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.

Le temperature della primavera e dell'estate 2020 hanno rispettivamente temperature medie di 11,8 °C e 21,9 °C con temperature minime e massime medie di 5,9 °C e 17,7 °C in primavera e con temperature minime e massime medie in estate di 14,8 °C e 28,6 °C; l'escursione termica giornaliera media per la primavera è di 11,8 °C e quella estiva di 16,2 °C. Durante il mese di settembre 2020 ci sono stati valori di temperatura molto simili a quelle estive, con temperature medie giornaliere di 18,2 °C, minime medie di 12,2 °C e massime medie di 25,9 °C; l'escursione termica giornaliera di 13,7 °C. Durante l'estate 2020 ci sono stati 45 giorni in cui la temperatura massima è stata superiore di 30 °C e ben 11 giorni, di cui 6 consecutivi, la quale la temperatura ha superato addirittura superato i 35 °C. Temperature superiori di 35 °C possono portare a conseguenze negative all'accumulo degli zuccheri negli acini e alla formazione di malformazioni a livello del grappolo. Visto l'elevato numero di giorni a temperature ben oltre superiori a 30 °C l'irrorazione della fascia produttiva con il caolino sembra una strategia adatta per evitare di andare in contro a difetti morfo- anatomici dell'uva. (Tabella 3-2) (Figura 3-2)

Tabella 3-2: andamento termico stagionale primaverile-estivo medio e del mese di Settembre dell'anno 2020; ΔT = escursione termica giornaliera media; giorni con temperature superiori di 30 °C e 35 °C .Elaborazione su dati della stazione metereologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.

	Primavera 2020	Estate 2020	Settembre 2020
T_{min} (°C)	5,9	14,8	12,2
T_{med} (°C)	11,8	21,9	18,2
T_{max} (°C)	17,7	28,6	25,9
ΔT (°C)	11,8	16,2	13,7
>30 (°C)	0 gg	45 gg	6 gg
>35 (°C)	0 gg	11 gg	0

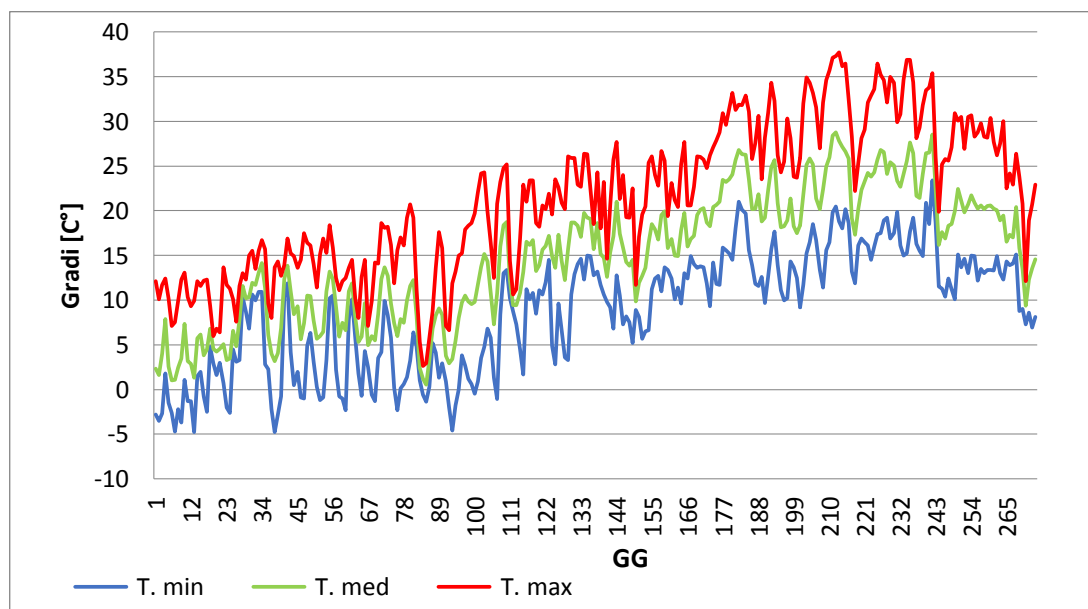


Figura 3-2: grafico delle temperature medie massime dal 1° Gennaio al 30 Settembre 2020; sull'asse delle ordinate i gradi centigradi e sull'asse dell'ascisse i GG. Elaborazione su dati della stazione metereologica di Fabriano (AN) dalla Rete Meteo Idro Pluviometrica-Protezione Civile-Regione Marche.

3.2 Comportamento produttivo

Per ogni parcella, al momento della vendemmia, è stato contato per ogni vite campione il numero dei germogli e dei grappoli, che è stato impiegato anche per determinare la fertilità dei germogli, ottenuta dal rapporto tra il numero dei grappoli e quello dei germogli presenti su ogni pianta. I grappoli raccolti sono stati pesati ed è stato determinato il peso medio del grappolo di ogni vite come rapporto tra il peso dell'uva raccolta e il numero di grappoli. Il peso medio degli acini è stato determinato su un campione di 80 acini prodotto ed impiegato anche per il calcolo del numero di acini per grappolo, ottenuto dividendo il peso medio del grappolo per il peso medio dell'acino di ciascuna vite. In prima istanza i dati sono stati elaborati andando a determinare per ciascuna tesi il valore della media e della deviazione standard.

Le viti di Verdicchio appartenenti alle due parcelle di controllo hanno presentato un numero medio di germogli molto simile tra loro, attestato sulle 11,2 e 12,2 unità rispettivamente per C1 e per C2. Le viti trattate con caolino sulla fascia produttiva hanno presentato un numero medio di germogli pari a 11,4 unità del tutto simile a quello dei controlli. Il numero dei grappoli presente su ciascuna vite è stato soggetto ad una variabilità più ampia di quella registrata a carico del numero di germogli ed è variato tra un minimo di 10,1 unità per C1 e 13,6 unità per C2. Le piante trattate con Caolino hanno presentato un numero di grappoli mediamente pari a 10 unità e quindi più vicino a C1 che a C2 (Tabella 3-3).

Tabella 3-3: principali parametri produttivi rilevati a chioma completa (29 settembre 2020) sulle viti campione presenti in tre filari sottoposti o meno a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).

Tesi	Germogli (No.)	Grappoli (No.)	Grappoli/germoglio (No.)	Uva prodotta (Kg/vite)	Peso grappolo (g)	Acini/Grappolo (No.)
C1	11,2 \pm 1,7	10,1 \pm 2,1	0,92 \pm 0,23	3,8 \pm 1,1	377 \pm 78	184 \pm 38
C2	12,2 \pm 1,8	13,6 \pm 3,6	1,11 \pm 0,26	4,5 \pm 2,1	330 \pm 80	169 \pm 40
Caolino	11,4 \pm 1,9	11,3 \pm 3,8	0,99 \pm 0,30	3,5 \pm 1,4	313 \pm 89	151 \pm 44

Il più alto numero di grappoli della parcella C2 è dovuto un maggior numero di grappoli per germoglio (1,11) rispetto a C1 e alla parcella trattata con Caolino (0,92 e 0,99 grappoli per germoglio, rispettivamente). La quantità di uva prodotta dalle viti è stata molto simile in

C1 e nelle parcelle irrorate con Caolino (3,8 e 3,5 kg/vite, rispettivamente) e inferiore a quella della parcella C2. La parcella C1 ha infine presentato il maggior peso medio del grappolo, mentre quella trattata con caolino ha presentato i grappoli meno pesanti e provvisti del più basso numero di acini (Tabella 3-3). I dati ottenuti mostrano l'esistenza di alcune differenze nella condizione iniziale delle viti, non imputabili agli effetti dei trattamenti.

3.3 Peso medio dell'acino e composizione del mosto alla vendemmia

Le indagini hanno riguardato anche il rilievo del peso medio degli acini e la determinazione della composizione del mosto per le viti di Verdicchio nelle parcelle trattate o meno con il caolino. Il peso medio degli acini è variato tra un minimo di 1,96 g registrato per la parcella C2 e un massimo di 2,09 g per quella trattata con il caolino sulla fascia produttiva. Le differenze registrate a carico del peso medio acino non sono di rilievo statisticamente significativo. Il valore medio della concentrazione zuccherina del mosto, espressa come °Brix, è leggermente superiore per la parcella trattata con il caolino (24,3) rispetto a C2 (23,7) e C1 (23,4). Il valore piuttosto ampio della deviazione standard rende tuttavia le differenze riscontrate di scarso peso statistico. I valori di pH per le viti irrorate con caolino e per quelle della parcella C2 sono identici tra loro (3,21) e leggermente superiori a quelli misurati per C1 (3,17). Mediamente l'acidità totale, espressa in g/l di acido tartarico, è più alta nel C2 con 6,30g/l, mentre scende di 0,10 sul C1 e 0,20 sulle viti con caolino. Il rapporto °Brix/Acidità, infine, si presenta di 4,04 sulle uve irrorate con il caolino, valore superiore sia del C2 (3,79) sia del C1 (3,84). (Tabella 3-4)

Tabella 3-4: principali parametri sulla composizione dell'uva (30 settembre 2020) delle viti campione presenti in tre filari sottoposti o meno a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).

Tesi	Peso acini (g)	°Brix	pH	Acidità Totale (g/l)	°Brix/Acidità
<i>C 1</i>	2,05 \pm 0,15	23,6 \pm 2,12	3,17 \pm 0,09	6,20 \pm 0,50	3,84 \pm 0,60
<i>C 2</i>	1,96 \pm 0,21	23,7 \pm 2,73	3,21 \pm 0,10	6,30 \pm 0,52	3,79 \pm 0,66
<i>Caolino</i>	2,09 \pm 0,20	24,3 \pm 2,10	3,21 \pm 0,10	6,10 \pm 0,60	4,04 \pm 0,60

3.4 Caratteristiche della chioma delle viti in prova

Nei vigneti di Verdicchio sottoposti alla sperimentazione, tra la fine di agosto e i primi di settembre 2020, sono stati svolti rilevamenti riguardanti l'altezza, lo spessore e il numero di strati fogliari misurati in 3 posizioni della chioma delle viti campione selezionate nelle tre parcelle. I valori sono stati mediati per vite ed impiegati per stimare anche il volume e la superficie fogliare totale delle chiome di vite. Per ogni variabile è stata calcolata la media e la deviazione standard. L'altezza della chioma si è assestata tra i 109 e i 119 cm, campo di variazione piuttosto limitato e tipico dei vigneti di Verdicchio allevati a controspalliera nelle Marche, che, di solito, vengono cimati quando i germogli superano di almeno 20-30 cm la posizione dell'ultimo ordine di fili di contenimento della vegetazione. Lo spessore della chioma è variato tra un minimo di 26 cm nel caso delle parcelle trattate con caolino e un massimo di 35 cm per la parcella C2. Risulta evidente, dalla valutazione della deviazione standard, che lo spessore della chioma è soggetto ad una variabilità molto forte, che è risultata più accentuata nella parcella trattata con caolino. I dati relativi al numero di strati fogliari e alla superficie fogliare totale per vite confermano l'esistenza di una forte variabilità a carico delle caratteristiche delle chiome di vite nelle tre parcelle, variabilità nuovamente più accentuata nel caso della parcella trattata con caolino (Tabella 3-5). La variabilità evidenziata a carico delle caratteristiche delle chiome non può essere imputata al trattamento con il caolino, che è stato effettuato quando le chiome avevano già raggiunto la loro dimensione completa.

Tabella 3-5: principali parametri vegetativi rilevati a chioma completa (ad agosto 2020) sulle viti campione presenti in tre filari sottoposti o meno a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).

Tesi	Altezza chioma (cm)	Spessore chioma (cm)	Strati fogliari (No.)	Volume chioma (m³)	Superficie fogliare totale (m²)
<i>C 1</i>	109 \pm 12	32 \pm 9	3,35 \pm 1,02	0,36 \pm 0,16	3,74 \pm 1,40
<i>C 2</i>	119 \pm 16	35 \pm 9	3,57 \pm 0,82	0,43 \pm 0,14	4,32 \pm 1,41
<i>Caolino</i>	110 \pm 16	26 \pm 12	2,71 \pm 1,21	0,31 \pm 0,17	3,08 \pm 1,71

3.5 Caratteristiche delle chiome delle viti in funzione della vigoria

L'ampio grado di variabilità riscontrato a carico della caratteristica delle chiome delle viti oggetto della sperimentazione di campo, ci ha indotto a definire diverse classi di vigoria (bassa, media, alta) al fine di verificare la possibilità di mettere sotto controllo anche la variabilità che era stata riscontrata a carico dei dati produttivi e della composizione dei mosti alla vendemmia.

I dati sono stati pertanto aggregati in funzione dei tre livelli di vigoria e sono state nuovamente calcolate le medie e le deviazioni standard.

Nel caso delle viti irrorate con caolino sulla fascia produttiva la classe di bassa vigoria comprendeva otto viti che presentavano chiome mediamente sviluppate in altezza per 97 cm, con uno spessore di 14 cm e un numero medio di strati fogliari decisamente basso (1,54). La superficie fogliare delle viti di bassa vigoria era molto limitata, mediamente pari a 1,51 m².

Nella parcella trattata con caolino sulla fascia produttiva la classe di media vigoria comprendeva ugualmente otto viti che presentavano chiome di altezza pari a 105 cm, con uno spessore di 25 cm e un numero medio di strati fogliari pari a 2,50. La superficie fogliare delle viti di media vigoria si aggirava sui 2,63 m², valore decisamente più alto di quello delle piante di basso vigore.

Nel caso dell'alta vigoria si è riscontrata un'altezza media della chioma di 127 cm, con uno spessore di 40 cm e un numero medio di strati fogliari pari a 4,04. La superficie fogliare delle viti di alta vigoria si posizionava sui 5,10 m², valore che corrisponde a quasi il doppio di quello delle piante di medio vigore (Tabella 3-6).

Tabella 3-6: viti irrorate con caolino sulla fascia produttiva in data 7 agosto 2020: principali parametri rilevati a chioma completa nel 2020 e ripartite in funzione di tre livelli di vigore (media \pm deviazione standard).

Vigoria	Viti No.	Altezza chioma (cm)	Spessore chioma (cm)	Strati fogliari (No.)	Volume chioma (m³)	Superficie fogliare totale (m²)
<i>Bassa</i>	8	97 \pm 12	14 \pm 3	1,54 \pm 0,18	0,14 \pm 0,04	1,51 \pm 0,31
<i>Media</i>	8	105 \pm 9	25 \pm 4	2,50 \pm 0,36	0,26 \pm 0,06	2,63 \pm 0,50
<i>Alta</i>	8	127 \pm 9	40 \pm 8	4,04 \pm 1,02	0,51 \pm 0,11	5,10 \pm 1,23

L'aggregazione dei dati ottenuti sulle viti di controllo dei filari 19, 20, 41 e 42 in funzione di tre livelli di vigore, è stata seguita dal calcolo delle medie e delle deviazioni standard per ogni singola classe (Tabella 3-7). La prima cosa evidente che emerge dall'esame dei dati è rappresentata dall'assenza di viti che potessero essere classificate di basso vigore nei filari di controllo, diversamente da quanto era accaduto nel caso del filare trattato con caolino sulla fascia produttiva. Nei filari di controllo i rilievi sono stati eseguiti unicamente su piante appartenenti alle classi di vigoria media e alta.

Nella classe di vigoria media l'altezza delle chiome delle viti di controllo è stata pari a 102 cm, del tutto analoga a quella delle viti di media vigoria trattate con caolino; lo spessore della chioma è stato di 25 cm, nuovamente simile a quello delle viti trattate, così come il volume della chioma (0,25 m³). Il numero di strati fogliari, assestatosi a 2,47, è molto vicino a quello delle piante trattate con caolino appartenenti alla medesima classe di vigore. Anche la superficie fogliare delle piante di controllo (2,51 m²) è stata decisamente vicina a quella delle piante trattate con caolino (2,63 m²).

Tabella 3-7: viti di controllo non irrorate con caolino sulla fascia produttiva: principali parametri rilevati a chioma completa nel 2020 e ripartite in funzione di due livelli di vigore (media \pm deviazione standard).

Vigoria	Viti (No.)	Altezza Chioma (cm)	Spessore chioma (cm)	Strati fogliari (No.)	Volume chioma (m³)	Superficie fogliare totale (m²)
Bassa	0	-	-	-	-	-
Media	13	102 \pm 10	25 \pm 5	2,47 \pm 0,32	0,25 \pm 0,06	2,51 \pm 0,37
Alta	20	122 \pm 14	41 \pm 6	4,14 \pm 0,63	0,50 \pm 0,09	5,06 \pm 1,01

Nel caso dell'alta vigoria (Tabella 3-7), le piante di controllo hanno presentato un'altezza media della chioma di 122 cm, simile a quella delle piante trattate con caolino (127 cm) e uno spessore della stessa di 41 cm, ben superiore a quello delle piante di medio vigore (25 cm) e del tutto analogo a quello delle piante di alto vigore della tesi trattata con caolino (40 cm). Il volume medio delle chiome delle viti di alto vigore (0,50 m³) è risultato il doppio di quello delle viti di media vigoria nelle piante di controllo, così come era accaduto in quelle trattate con caolino. Il numero medio di strati fogliari per le piante di controllo di alta vigoria è salito a 4,14, valore ben superiore a quello del medio vigore e molto prossimo a quello dell'alto vigore delle viti trattate con caolino (4,04). All'interno della classe di alto vigore la superficie fogliare delle viti di controllo (5,06 m²) è stata quasi identica a quella delle viti trattate (5,10 m²) e nettamente superiore a quella della media vigoria, che si era aggirata attorno a 2,51-2,63 m².

3.6 Principali parametri produttivi dell'uva in base alla vigoria

Dopo aver definito i tre livelli di vigoria della chioma e aver confrontato i parametri vegetativi tra le viti trattate con il caolino e quelle non trattate si procede a definire i parametri produttivi delle viti trattate e non. I dati sono stati pertanto aggregati in funzione dei tre livelli di vigoria e sono state nuovamente calcolate le medie e le deviazioni standard. Nel caso delle viti irrorate con caolino sulla fascia produttiva la classe di bassa vigoria comprendeva otto viti che presentavano un numero medio di germogli pari a 12, con un numero di grappoli di 11,6. Il livello di fertilità per le viti trattate con il caolino, dato dal rapporto tra il numero di grappoli e di germogli, si assesta intorno a 0,99. Sempre sulla bassa

vigoria il peso dell'uva prodotta è uguale a quella presente sulla media vigoria (3,2 kg/vite). Il peso del grappolo e il numero di acini per grappolo, mediamente, si assesta intorno a 279g e 138 unità per l'uva presente nella bassa vigoria.

Nel caso delle viti irrorate con il caolino sulla fascia produttiva la classe di medio vigore comprendeva anch'essa otto viti che presentavano un numero di germogli medio leggermente minore rispetto alla bassa vigoria (9,8), così come il numero dei germogli (8,8) e come la fertilità 0,90. Il peso del grappolo sulla media vigoria, mediamente, è più elevato (345 g) rispetto alla bassa vigoria, anche se l'ampiezza della deviazione standard lo posiziona nello stesso campo di variabilità della bassa. Il numero degli acini medi per ogni grappolo (165) è relativamente più alto rispetto alla bassa vigoria (138) e di poco superiore all'alta vigoria (150).

Nel caso delle viti irrorate con il caolino sulla fascia produttiva la classe di alto vigore comprendeva sempre 8 viti che presentavano un numero medio di germogli di 12,5, un numero di grappoli leggermente superiore, sia alla bassa e alla media vigoria, pari a 13,6 e una fertilità di 1,11. I chili di uva prodotta per vite aumentano nella fascia produttiva trattata con il caolino nell'alta vigoria rispetto alle altre due, con un peso di 4,2 kg/vite. Il peso dei grappoli dell'alta vigoria (150 g) è mediamente inferiore rispetto alla media vigoria, ma l'ampiezza della deviazione standard della media vigoria lo colloca nello stesso campo di variabilità (Tabella 3-8).

Tabella 3-8: viti irrorate con caolino sulla fascia produttiva: principali parametri produttivi rilevati in data 29 Settembre 2020 in base a tre classi di vigoria (media \pm deviazione standard).

Vigoria	Viti (No.)	Germogli (No.)	Grappoli (No.)	Grappoli/Germoglio (No.)	Uva prodotta (Kg/vite)	Peso grappolo (g)	Acini/grappolo (No.)
Bassa	8	12,0 \pm 2,1	11,6 \pm 3,4	0,99 \pm 0,30	3,2 \pm 1,3	279 \pm 64	138 \pm 40
Media	8	9,8 \pm 1,4	8,8 \pm 3,7	0,90 \pm 0,30	3,2 \pm 1,8	345 \pm 127	165 \pm 61
Alta	8	12,5 \pm 0,9	13,6 \pm 3,1	1,10 \pm 0,20	4,2 \pm 0,9	316 \pm 63	150 \pm 28

L'aggregazione dei dati ottenuti sulle viti di controllo dei filari 19, 20, 41 e 42 in funzione di tre livelli di vigore, è stata seguita dal calcolo delle medie e delle deviazioni standard per ogni singola classe. Basandoci sulle vigorie precedente classificate non sono presenti viti che potessero essere classificate di basso vigore nei filari di controllo, diversamente da quanto

era accaduto nel caso del filare trattato con caolino sulla fascia produttiva. Nei filari di controllo i rilievi sono stati eseguiti unicamente sulla fascia produttiva delle piante appartenenti alle classi di vigoria media o alta (Tabella 3-9; Tabella 3-10).

Nella classe di vigoria media, con un numero di piante pari a tredici, il numero dei germogli delle viti di controllo è stata pari a 12,1 cm, leggermente più alta di quella delle viti di media vigoria trattate con caolino; il numero dei grappoli della fascia produttiva è stato di 10,8, mediamente simili a quello delle viti trattate. Invece la fertilità, data dal rapporto tra il numero medio dei grappoli e quello dei germogli, è risultato identico. Il peso dell'uva prodotta è molto vicino a quello delle piante trattate con il caolino (3,4 kg/ uva contro 3,2 kg/uva). Il peso dei grappoli che non hanno subito il trattamento è risultato essere mediamente più basso (323,6 g) rispetto a quelli trattati (345g). Infine, mediamente, il numero degli acini per ogni grappolo è risultato simile tra le uve che non hanno subito il trattamento e quelle con.

Tabella 3-9: viti non irrorate con caolino sulla fascia produttiva: dati relativi al numero di germogli, al numero di grappoli e al rapporto tra grappoli e germoglio (fertilità) rilevati in data 29 Settembre 2020 in base a due classi di vigoria (media \pm deviazione standard).

Vigoria	Viti (No.)	Germogli (No.)	Grappoli (No.)	Grappoli/Germoglio (No.)
<i>Bassa</i>	0	-	-	-
<i>Media</i>	13	$12,1 \pm 1,6$	$10,8 \pm 2,5$	$0,90 \pm 0,20$
<i>Alta</i>	20	$11,8 \pm 1,9$	$12,4 \pm 3,8$	$1,05 \pm 0,27$

Tabella 3-10: viti non irrorate con caolino sulla fascia produttiva: dati relativi all'uva prodotta, al peso del grappolo e al rapporto tra acini e grappolo rilevati in data 29 Settembre 2020 in base a due classi di vigoria (media \pm deviazione standard).

Vigoria	Viti (No).	Uva prodotta (Kg/vite)	Peso grappolo (g)	Acini/grappolo (No.)
<i>Bassa</i>	0	-	-	-
<i>Media</i>	13	3,4 \pm 0,8	323,2 \pm 65,8	168 \pm 25
<i>Alta</i>	20	4,6 \pm 1,9	366,8 \pm 85,9	179 \pm 47

Nel caso dell'alta vigoria (Tabella 3-9; Tabella 3-10), le piante di controllo, pari a venti, hanno presentato un numero di germogli di 11,8, mediamente inferiore quella delle piante trattate con caolino (12,5) e un numero medio di grappoli inferiore rispetto all'uva trattata con il caolino ma ben superiore alle uve delle piante di medio vigore (10,8) in cui il trattamento non è avvenuto. La fertilità, data dal rapporto tra il numero medio dei grappoli e quello dei germogli, è pressoché identico tra le uve di controllo e quelle irrorate. Il peso dell'uva prodotta non irrorata con il caolino nell'alta vigoria è di molto superiore (4,6 kg/vite) alla rispettiva media vigoria (3,4 kg /vite) ma mediamente poco superiore al peso dell'uva dell'alto vigore trattata con il caolino (4,2 kg/uve). Il peso del grappolo è salito a 366,8 g per l'alta vigoria non trattata rispetto alla media vigoria (323,2 g) ma di molto superiore all'alta vigoria della parcella trattata con il caolino (316 g). All'interno della classe di alto vigore il numero medio degli acini su un grappolo nelle viti di controllo (179) è stato molto superiore a quella delle viti trattate (150).

3.7 Peso medio dell'acino e composizione del mosto in base alla vigoria.

La stessa classificazione dei diversi livelli di vigoria è stata utilizzata per definire nel dettaglio come cambia il peso medio degli acini e quelli che sono principali parametri medi della composizione del mosto sull'uva di Verdicchio trattata con il caolino. I dati sono posti su tre livelli di vigoria e sono state nuovamente calcolate la media e le rispettive deviazioni standard.

Nel caso delle viti irrorate con caolino sulla fascia produttiva la classe di bassa vigoria che comprendeva otto viti, presentavano un peso medio dell'acino di 2,06 g. Nel mosto la concentrazione zuccherina, calcolata in gradi Brix, è risultata di 23,80, mentre il pH

assumeva un valore di 3,22 e un'acidità totale, calcolata in g/l di acido tartarico, era di 5,80 g/l. Mediamente il rapporto tra °Brix e acidità totale è pari a 4,01.

Nel mosto d'uva della parcella trattata con il caolino, sia per la classe di media, sia per quella di alta vigoria, comprendeva rispettivamente otto viti che presentavano un peso medio dell'acino pressoché identico (rispettivamente 2,10 g e 2,11 g). In entrambe la concentrazione zuccherina media del mosto era pari a 24,50 °Brix, così come era identica l'acidità totale (6,20), mentre il pH si aggirava tra un intervallo di 3,19 e 3,21. Stesso discorso per il rapporto tra °Brix e l'acidità totale in cui la differenza tra media ed alta vigoria è minima, rispettivamente 4,03 e 3,98 (Tabella 3-11).

Tabella 3-11: principali parametri sulla composizione dell'uva rilevati il 30 Settembre 2020 in base a tre classi di vigoria delle viti campione presenti nel filare sottoposto a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).

Vigoria	Viti (No).	Peso acini (g)	°Brix	pH	Acidità Totale (g/l)	°Brix/Acidità
<i>Bassa</i>	8	2,06 \pm 0,20	23,80 \pm 1,90	3,22 \pm 0,10	5,80 \pm 0,40	4,01 \pm 0,50
<i>Media</i>	8	2,10 \pm 0,10	24,50 \pm 2,30	3,19 \pm 0,10	6,20 \pm 0,70	4,03 \pm 0,80
<i>Alta</i>	8	2,11 \pm 0,20	24,50 \pm 2,30	3,21 \pm 0,10	6,20 \pm 0,50	3,98 \pm 0,60

L'aggregazione dei dati ottenuti sulle viti di controllo dei filari 19, 20, 41 e 42 in funzione di tre livelli di vigore, è stata seguita dal calcolo delle medie e delle deviazioni standard per ogni singola classe. Come per la determinazione dei dati precedenti non sono presenti viti che potessero essere classificate di basso vigore nei filari di controllo, diversamente da quanto era accaduto nel caso del filare trattato con caolino sulla fascia produttiva. Nei filari di controllo i rilievi sono stati eseguiti unicamente sulla fascia produttiva delle piante appartenenti alle classi di vigoria media o alta (Tabella 3-12).

Tabella 3-12: principali parametri sulla composizione dell'uva rilevati il 30 Settembre 2020 in base a due classi di vigoria delle viti campione presenti nel filare non sottoposto a trattamenti della fascia produttiva con il caolino (media \pm deviazione standard).

Vigoria	Viti (No).	Peso acini (g)	°Brix	pH	Acidità Totale (g/l)	°Brix/Acidità
<i>Bassa</i>	0	-	-	-	-	-
<i>Media</i>	13	1,91 \pm 0,17	22,70 \pm 2,70	3,16 \pm 0,10	6,20 \pm 0,50	3,74 \pm 0,70
<i>Alta</i>	20	2,07 \pm 0,18	23,90 \pm 2,30	3,20 \pm 0,10	6,40 \pm 0,40	3,75 \pm 0,60

Nella classe di vigoria media, pari a tredici viti, il peso medio degli acini delle uve di controllo è stata pari a 1,91 g, decisamente più bassa di quello degli acini delle viti di media vigoria trattate con caolino; la concentrazione zuccherina è risultata essere decisamente più bassa (22,70 °Brix) rispetto alle viti trattate (24,50 °Brix). Il pH mediamente, è leggermente inferiore sul mosto d'uva non trattata (3,16) rispetto a quella trattata (3,19) e l'acidità totale risulta essere mediamente identica (6,20 g/l) Il rapporto tra °Brix e acidità è leggermente inferiore sulla composizione del mosto d'uva che non ha subito il trattamento con il caolino (3,74) rispetto a quello irrorato.

Nel caso dell'alta vigoria, le venti piante di controllo hanno presentato un peso medio dell'acino di 2,07 g, simile a quella delle piante trattate con caolino (2,11 g) e una concentrazione zuccherina ben superiore (23,90 °Brix) a quello del mosto d'uva delle piante di medio vigore (22,70 °Brix) e di poco più bassa rispetto a quello delle piante di alto vigore della tesi trattata con caolino (24,50 °Brix). Il pH medio del mosto d'uva delle viti di alto vigore (3,20) è leggermente più alto di quello delle viti di media vigoria nelle piante di controllo, ma praticamente identico a quelle trattate con caolino. L'acidità totale del mosto d'uva delle viti ad alta vigoria non trattate (6,40 g/l) è leggermente superiore sia al mosto d'uva della media vigoria non trattata, sia per le viti di alta vigoria trattate con il caolino (entrambe a 6,20 g/l). All'interno della classe di alto vigore non trattate il rapporto tra °Brix e acidità totale è praticamente uguale a quelle non trattate di medio vigore, mentre è leggermente inferiore al valore rilevato sul mosto d'uva delle viti irrorate con il caolino (3,75 contro 3,98) (Tabella 3-12).

CONCLUSIONI

L'applicazione di caolino sulla fascia produttiva in un vigneto di Verdicchio all'inizio di agosto (7 agosto 2020); ha permesso di creare una buona copertura riflettente che si è mantenuta per tutto il mese sia sui grappoli sia sulle foglie della zona basale dei germogli. Gli eventi piovosi del 30 e 31 agosto (54 mm in due giorni) hanno dilavato un poco la copertura di grappoli e foglie. In queste condizioni operative e con una vendemmia avvenuta il 29 settembre è possibile evidenziare alcune influenze del caolino sulla dimensione degli acini e sulla composizione delle uve.

Rispetto al controllo non trattato, nelle piante di media vigoria il trattamento con caolino ha portato ad avere acini leggermente più grandi (2,1 g contro 1,91 g del controllo), più ricchi in zuccheri (24,5 °Brix contro 22,7 °Brix del controllo) e con un livello di acidità identico (6,2 g/l).

Nelle piante di alta vigoria il trattamento con caolino ha mostrato effetti molto contenuti che non hanno raggiunto il livello di significatività: il peso medio degli acini in entrambi i casi si è aggirato sui 2,1 g, la concentrazione zuccherina delle uve è stata un poco più alta nelle uve delle piante trattate (24,5 °Brix contro 23,9 nel controllo) e un'acidità un poco più bassa (6,2 g/l contro i 6,4 g/l del controllo).

Il grado di vigoria delle piante influenza pertanto in maniera determinante la risposta al trattamento, che, come era nelle attese, risulta più marcata nel caso di interventi su piante di modesto vigore rispetto a quelle di vigoria più elevata.

Le indagini hanno infine consentito di evidenziare che condizioni di basso vigore nel caso di Verdicchio, sono associate a livelli qualitativi delle uve inferiori a quelli ottenuti da piante di medio e alto vigore.

I risultati ottenuti nel loro insieme consentono di migliorare la nostra conoscenza per quel che riguarda la possibilità di proteggere i grappoli dalle elevate temperature e dall'eccessiva esposizione alla luce.

BIBLIOGRAFIA

- Abad, F. J. et al., 2019. Evaluation of the incidence of severe trimming on grapevine (*Vitis vinifera* L.) water consumption. *Agricultural Water Management*, Volume 213, pp. 646-653.
- Bondada, B. et al., 2016. Postveraison shoot trimming reduces cluster compactness without compromising fruit quality attributes in organically grown Sangiovese grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 67(2), pp. 206-211.
- Caccavello, G. et al., 2017. Influence of intensity of post-veraison defoliation or shoot trimming on vine physiology, yield components, berry and wine composition in Aglianico grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 23(2), pp. 226-239.
- Cartechini, A., Palliotti, A. & Lungarotti, C., 2000. Influence of timing of summer hedging on yield and grape quality in some red and white grapevine cultivars. *Acta Horticulturae*, Volume 512, pp. 101-110.
- Collins, P. & Dry, P. R., 2009. Response of fruitset and other yield components to shoot topping and 2-chlorethyltrimethyl-ammonium chloride application. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(3), pp. 256-267.
- da Mota, R. V. et al., 2010. Biochemical and agronomical responses of grapevines to alteration of source-sink ratio by cluster thinning and shoot trimming. *Bragantia*, 69(1), pp. 17-25.
- da Silva, M. J. R. et al., 2018. Shoot topping of 'Niagara Rosada' grapevine grafted onto different rootstocks. *Australian Journal of Crop Science*, 12(3), pp. 496-504.
- De Toda, F. & Balda, P., 2013. Delaying berry ripening through manipulating leaf area to fruit ratio. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 52(4), pp. 171-176.
- De Toda, F. M. & Balda, P., 2013. Delaying berry ripening through manipulating leaf area to fruit ratio. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 52(4), pp. 171-176.

- De Toda, F. M., Sancha, J. C. & Balda, P., 2013. Reducing the Sugar and pH of the Grape (*Vitis vinifera* L. cvs. 'Grenache' and 'Tempranillo') Through a Single Shoot Trimming. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 34(2), pp. 246-251.
- Di Lena, B., Silvestroni, O., Lanari, V. & Palliotti, A., 2019. Climate change effects on cv. Montepulciano in some wine-growing areas of the Abruzzi region (Italy). *Theoretical and Applied Climatology*, 134(3-4), pp. 1145-1155.
- Di Lena, B. et al., 2012. European climate variability effects on grapevine harvest date time series in the Abruzzi (Italy). *Acta Horticulturae*, Volume 931, pp. 63-69.
- Filippetti, I. et al., 2015. Effect of post-veraison source limitation on the accumulation of sugar, anthocyanins and seed tannins in *Vitis vinifera* cv. Sangiovese berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, Volume 21, pp. 90-100.
- Jones, G. et al., 2005. *Change in European wine grape phenology and relationship with climate*. Geisenheim, Germania, s.n., pp. 55-62.
- Keller, M., Pool, R. M. & Henick-Kling, T., 1999. Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 5(2), pp. 45-55.
- Leão, P. C. d. S., Nunes, B. T. G. & de Lima, M. A. C., 2016. Canopy management effects on 'Syrah' grapevines under tropical semi-arid conditions. *Scientia Agricola*, 73(3), pp. 209-216.
- Masson-Delmotte, V. et al., 2018. *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to, s.l.: IPCC.*
- Palliotti, A. et al., 2014. Changes in vineyard establishment and canopy management urged by earlier climate-related ripening: a review. *Scientia Horticulturae*, Volume 178, pp. 43-54.
- Pallotti, L., Silvestroni, O. & Potentini, R., 2017. *Analisi dei dati di raccolta del Verdicchio nell'area di denominazione di Matelica durante il periodo 1989-2016*. s.l.:s.n.
- Pascual, M., Romero, M.-P., Rufat, J. & Villar, J. M., 2015. Canopy management in rainfed vineyards (cv. Tempranillo) for optimising water use and enhancing wine quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(15), pp. 3067-3076.

- Poni, S. et al., 2018. Grapevine quality: A multiple choice issue. *Scientia Horticulturae*, Volume 234, pp. 445-462.
- Poni, S. & Giachino, E., 2000. Growth, photosynthesis and cropping of potted grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) in relation to shoot trimming. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6(3), pp. 216-226.
- Dinis, L., Bernardo, S., Matos, C., Malheiro, A., Flores, R., Alves, S., Costa, C., Rocha, S., Correia, C., Luzio, A., Moutinho-Pereira, J., 2020. Overview of Kaolin Outcomes from Vine to Wine: Cereal White Variety Case Study. *Agronomy*, Volume 10 pp. 10-15.
- Kumer Singh, R., Alfonso, J., Nogueira, M., Oliveira, A.A., Falco, C., Falco, V., 2020. Silicates of Potassium and Aluminium (Kaolin); Comparative Foliar Mitigation Treatments and Biochemical Insight on Grape Quality in *Vitis Vinifera* L. Cev. Touriga National and Touriga Franca). *Biology*, 9
- Coniberti, A., Ferrari, V., Dellacassa, E., Boido, E., Carrau, F., Gepp, V., Disegna, E., 2013. Kaolin over sun-exposed fruit affects berry temperature, must composition and wine sensory attributes of Sauvignon blanc. *European Journal of Agronomy*, Volume 50 pp. 75-81
- Tacoli, F., Cargus, E., Moosavi, F.K., Zandigiacomo, P., Pavan, F., 2018. Efficacy and mode of action of Kaolin and its interaction with bunch-zone leaf removal against *Lobesia botrana* on grapevines. *Journal of Pest Science*, Volume 92 pp 465-475.
- Santesteban, L. G. et al., 2017. Severe trimming and enhanced competition of laterals as a tool to delay ripening in Tempranillo vineyards under semiarid conditions. *Oeno One*, 51(2), pp. 191-203.
- Silvestroni, O. et al., 2015. *Analisi di 15 anni di conferimento di uve Montepulciano a una cantina dell'Abruzzo in relazione alle disponibilità termiche. Agrometeorologia per nutrire il pianeta: acqua, aria, suolo, piante, animali..* S. Michele all'Adige (TN), s.n.
- Spina, R. et al., 2007. Caratterizzazione climatologica delle Marche: campo medio della temperatura per il periodo 1950-2000.
- Tomasi, D. et al., 2011. Grapevine phenology and climate change: relationships and trends in the Veneto region of Italy for 1964-2009. *American Journal of Enology and Viticulture*, Volume 62, pp. 329-339.

Valentini, G. et al., 2019. Post-veraison trimming slow down sugar accumulation without modifying phenolic ripening in Sangiovese vines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), pp. 1358-1365.

Bonciarelli, U., Bonciarelli, F., 2003. Le Piogge. *Agronomia*. Edagricole Scolastico, pp. 43.

Würz, D. A. et al., 2017. Effect of shoot topping intensity on 'Cabernet Franc' grapevine maturity in high-altitude region. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 52(10), pp. 946-950.

SITOGRAFIA

<http://app.protezionecivile.marche.it/sol/indexjs.sol?lang=it>

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento a Cantine Belisario e al suo staff tecnico ed operativo per avere messo a disposizione il vigneto e per avere effettuato i trattamenti con il caolino necessari per la sperimentazione.

Il progetto ha usufruito dei finanziamenti erogati dalla Regione Marche nell'ambito del progetto PSR Marche Misura 16.1.2 "Vitinnova".