



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E  
AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

CURRICULUM VITICOLTURA ED ENOLOGIA

EFFETTI DEL CAOLINO SULLA  
MATURAZIONE DEL VERDICCHIO  
NELL'AREA DI MATELICA

Kaolin effects on cv. Verdicchio ripening in  
the Matelica area

TIPO TESI: sperimentale

Studente:  
GIANNI MAMMARELLA

*Gianni Mammarella*

Relatore:  
PROF.SSA ORIANA  
SILVESTRONI

*Oriana Silvestroni*

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

# SOMMARIO

ELENCO DELLE TABELLE.....	3
ELENCO DELLE FIGURE .....	5
ACRONIMI E ABBREVIAZIONI .....	6
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI .....	7
CAPITOLO 1 STRESS TERMICI E IDRICI NEI MESI ESTIVI .....	8
1.1 Sintomi degli stress.....	9
1.2 Maturazione .....	10
1.3 Il caolino .....	11
CAPITOLO 2 MATERIALI E METODI.....	12
2.1 Sito della sperimentazione .....	12
2.2 Dati meteorologici .....	13
2.3 Schema della sperimentazione.....	15
2.4 Metodologia dei campionamenti.....	16
CAPITOLO 3 RISULTATI E DISCUSSIONE.....	18
3.1 Decorso stagionale.....	18
3.2 Decorso della maturazione.....	21
3.2.1 Peso di 100 acini.....	21
3.2.2 Gradazione dello zucchero.....	23
3.2.3 Acidità totale e pH .....	25
27	
3.3 Risultati analisi vendemmia.....	27
3.3.1 Parametri produttivi .....	27
3.3.2 Composizione dei mosti.....	30
CONCLUSIONI .....	32
BIBLIOGRAFIA .....	33
RINGRAZIAMENTI .....	34

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Informazioni strutturali vigneto.....	13
Tabella 2-2: Temperature medie primaverili estive 2019-2021. Stazione metereologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche. 13	
Tabella 2-3: Temperature minime primaverili estive 2019-2021. Stazione metereologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche. ....	14
Tabella 2-4: Temperature massime primaverili estive 2019-2021. Stazione metereologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche. ....	14
Tabella 2-5: Cumulata delle precipitazioni espresse in (mm) primaverili estive 2019-2021. Stazione metereologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche. ....	14
Tabella 3-1: Decorso stagionale della media delle temperature minime, massime e medie e la sommatoria delle temperature attive. ....	18
Tabella 3-2: Numero dei giorni con temperature ai 30 °C.....	19
Tabella 3-3 Numero di ore, nel periodo estivo dal 01/06/2021 al 31/082021 a varie intensità di stress termico .....	19
Tabella 3-4: Periodo estivo 2019-2021, giorni e ore di stress termico a varie intensità. ..	20
Tabella 3-5 Andamento pluviometrico dal 01/01 al 31/08 con precipitazioni (P) superiori a 0, 5 e il maggiore evento piovoso nel triennio 2019-2021.....	20
Tabella 3-6 Decorso stagionale del peso di 100 acini di Verdicchio trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo. (Media ± deviazione standard)..	22
Tabella 3-7: Decorso stagionale sulla concentrazione zuccherina espressa in Babo, su Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo (Media ± deviazione standard) .....	24
Tabella 3-8: Decorso stagionale dell'acidità totale espressa in g/l di acido tartarico di Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, , Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo (Media ± deviazione standard) .....	25

Tabella 3-9: Decorso stagionale sul pH di Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, , Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo (Media $\pm$ deviazione standard) .....	26
Tabella 3-10: Parametri produttivi sulle viti campione del filare 32 trattato con il caolino, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa (Media $\pm$ deviazione standard). 28	
Tabella 3-11 Parametri produttivi sulle viti campione del filare 32 trattato con caolino, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media B= bassa (Media $\pm$ deviazione standard).. 28	
Tabella 3-12 Parametri produttivi sulle viti campione del filare 31 di controllo , suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media $\pm$ deviazione standard). .....	29
Tabella 3-13 Parametri produttivi sulle viti campione del filare 31 di controllo , suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media $\pm$ deviazione standard). .....	29
Tabella 3-14 Media dei parametri produttivi a confronto tra fil filare 32 trattato con caolino e il filare 31 di controllo. (Media $\pm$ deviazione standard). .....	29
Tabella 3-15 Parametri qualitativi dei mosti sulle viti campione del filare 32 trattate con caolino, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media $\pm$ deviazione standard).....	30
Tabella 3-16 Parametri qualitativi dei mosti sulle viti campione del filare 31 di controllo, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media $\pm$ deviazione standard). .....	31
Tabella 3-17 Media dei parametri qualitativi a confronto tra fil filare 32 trattato con caolino e il filare 31 di controllo. (Media $\pm$ deviazione standard). .....	31

## ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1-1: Ingiallimenti ai bordi della lamina fogliare e disseccamenti di varie foglie ....	9
Figura 1-2: Danni da scottatura sul grappolo.....	10
Figura 2-1: Vigneto di Fogliano, delimitato dai confini con linee rosse, linea blu il filare 33 per la sperimentazione del caolino.....	12
Figura 2-2: Filare 32 irrorato con caolino sulla fascia produttiva.....	15
Figura 2-4: Rifrattometro ottico per la determinazione del grado zuccherino.....	17
Figura 2-5: Titolatore automatico “Steroglass” per la determinazione del pH e AT.....	17
Figura 3-1 Decorso del peso medio di 100 acini di Verdicchio nell’area di Matelica: Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 di controllo (linea rosa).....	22
Figura 3-2: Grafico sul decorso stagionale sulla concentrazione zuccherina espressa in Babo, su Verdicchio nell’area di Matelica trattato o meno con caolino , Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 di controllo (linea rosa).....	24
Figura 3-3: Decorso stagionale dell’acidità totale espressa in g/l di acido tartarico di Verdicchio nell’area di Matelica trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 (linea rosa). ....	26
Figura 3-4: Decorso stagionale sul pH di Verdicchio nell’area di Matelica trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 (linea rosa).....	27

## ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

AT	Acidità Totale
PAR	Photosynthetically Active Radiation (radiazione fotosinteticamente attiva).
VPD	Vapor Pressure Deficit

## INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Il cambiamento climatico è un tema sempre più importante per i settori produttivi dei paesi. Nello specifico l'aumento delle temperature e le precipitazioni sempre più rare, influenzano in modo attivo la viticoltura e l'enologia. Dal report della Protezione Civile Regione Marche "Caratterizzazione climatologica delle Marche: campo medio della temperatura per il periodo 1950-2000" è emerso un importante innalzamento termico con conseguente incremento delle temperature massime e minime. L'aumento delle temperature massime annuali è stato di 0,5-1,3 °C nel periodo 1950-2000, mentre l'aumento delle temperature minime è stato di 0,8-1,7 °C/50 anni. La crescita della temperatura massima è stata segnalata in primavera ed in inverno, invece l'innalzamento della temperatura minima è stata rilevata in ogni stagione dell'anno.

Il ciclo biologico della vite è influenzato da fattori ambientali come la temperatura, le precipitazioni e la radiazione solare. L'incremento termico ha influito negativamente sulla fisiologia della pianta causando un peggioramento qualitativo delle uve. L'eccesso termico porta alla maturazione di uve ricche di zuccheri a discapito dell'AT e con pH elevati che si tramutano in una minore stabilità microbiologica nella maturazione del vino e una bassa acidità. Queste condizioni portano alla formazione di vini alcolici, con una bassa AT, risultando meno freschi e non appetibili al mercato.

Per far fronte agli eccessi termici, una delle soluzioni che vengono applicate nei vigneti già esistenti, consiste nell'utilizzo del caolino, un minerale con capacità riflettenti, in grado di attenuare la radiazione infrarossa. In questo modo si riducono gli stress termici e idrici e si rallenta la maturazione dell'uva, ottenendo una concentrazione zuccherina minore e AT più elevate.

Lo scopo della tesi è testare il caolino sui vigneti di Verdicchio nell'areale di Matelica e come questo minerale influenzi il decorso di maturazione dell'uva, andando a valutare diversi parametri quali la concentrazione zuccherina, pH e AT.

# Capitolo 1

## STRESS TERMICI E IDRICI NEI MESI ESTIVI

L'innalzamento delle temperature medie dell'aria nei mesi estivi seguiti da sempre più rari eventi piovosi, insufficienti per sostenere il ciclo biologico della vite, comportano stress idrici e termici notevoli per la pianta, nonostante sia una tra le varietà arboree più tollerante alle carenze idriche. L'interazione degli stress nei mesi estivi comportano perdite significative di produzione e un peggioramento della qualità delle uve.

Entrando nello specifico, gli stress ambientali vanno ad incidere sulla fotosintesi netta soprattutto durante le ore più calde della giornata, causandone una significativa diminuzione. L'eccessivo caldo causa la denaturazione della proteina D1 che determina la rottura dei centri di reazione nei fotosistemi II presenti sulle lamine fogliari con conseguente riduzione della fotosintesi.

L'aumento della frequenza e dell'intensità degli episodi sfavorevoli possono determinare nella pianta fenomeni di "fotoinibizione cronica", che si verifica quando l'energia di eccitazione solare supera la capacità di assimilazione della CO<sub>2</sub>. Questa condizione andrà ad influire negativamente sulla pianta e avrà come risultato un'importante necrosi delle lamine fogliari. La pianta, infatti, mette in atto meccanismi di foto-protezione, andando a bloccare i processi di fotosintesi con conseguente disseccamento.

Le foglie, oltre ad essere la sede della fotosintesi, hanno il fondamentale compito di regolare la temperatura attraverso la traspirazione, mantenendola sempre al di sotto di una certa gradazione, in modo tale da non superare i 38°C e mantenere una VPD bassa, inferiore a 2,5 kPa. Tuttavia, quando la temperatura esterna comincia ad essere elevata, superiore a 35°C, le foglie non sono più in grado di dissipare il calore in eccesso, i tassi respirativi si riducono, e questo comporta un consistente aumento della temperatura della lamina fogliare che può salire oltre i 40°C. Tutto questo si traduce in un danno da disseccamento della foglia e da scottatura per la bacca.

## 1.1 Sintomi degli stress

I sintomi degli stress estivi nella vite si concentrano maggiormente nelle foglie e nel grappolo. Nelle foglie si manifestano sotto forma di ingiallimenti nei margini fogliari fino ad arrivare nei casi più gravi a ingiallimenti dell'intera lamina fogliare o addirittura a disseccamenti (Figura 1-1).



*Figura 1-1: Ingiallimenti ai bordi della lamina fogliare e disseccamenti di varie foglie*

Nel grappolo i danni variano in base all'intensità degli eventi e si presentano come:

- scottature sulle bacche determinata da eccessiva radiazione solare (Figura 1-2);
- avvizzimento
- riduzione dell'accumulo degli zuccheri nonostante un rachide sano con conseguente disidratazione delle bacche;
- disseccamento del rachide che impedisce il passaggio di nutrienti, zuccheri e acqua.



*Figura 1-2: Danni da scottatura sul grappolo*

## **1.2 Maturazione**

La maturità tecnologica dell'uva è raggiunta quando la concentrazione degli zuccheri e dell'AT raggiunge i valori consoni per soddisfare il progetto vitivinicolo, così da definire il momento vendemmiale. Il tempo della maturazione varia di anno in anno e dalla tipologia di vitigno, da qui si distinguono varietà precoci e tardive. Oltre alla maturità tecnologica occorre valutare anche la maturazione fenolica che tiene conto del contenuto di fenoli presenti nell'uva.

La maturazione è influenzata da diversi fattori ambientali che quali la temperatura, la radiazione luminosa e la disponibilità idrica. Le ondate di calore annesse agli stress idrici, sempre più frequenti nei mesi estivi, portano ad una asimmetria tra la maturazione tecnologica e quella fenolica, con negative ripercussioni nel profilo aromatico del vino a livello degli aromi primari e nella produzione di mosti sempre più ricchi di zuccheri e poveri di acidità.

L'acidità totale (AT) espressa in g/l di acido tartarico è un fattore molto importante da tenere in considerazione, in particolar modo per i vini bianchi, perché determina la freschezza del vino e ne assicura una maggiore stabilità microbiologica aumentandone lo "shelf life".

Tuttavia anche questo parametro risente negativamente degli stress termici estivi, infatti l'eccessivo caldo riduce l'acidità delle bacche.

### **1.3 Il caolino**

Il caolino è una roccia di origine sedimentaria molto diffusa di colore bianco – giallastro, composta di caolinite e altri minerali argillosi del gruppo della caolinite con formula  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . La tipica colorazione bianca, le caratteristiche strutturali, l'origine naturale e il basso costo rendono il caolino adatto per innumerevoli utilizzi in agricoltura. Si tratta di un ottimo corroborante, ossia un potenziatore delle difese delle piante e risulta particolarmente utile per migliorare la resistenza delle piante agli stress, in particolare termici e idrici fungendo da “climatizzante”. Questo materiale, grazie alle sue proprietà, trova applicazione in viticoltura perché funge da protezione solare per la vite. Si applica attraverso irrorazione meccanica in modo da creare una sorta di patina bianca sulla chioma che va a riflettere la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) diminuendo l'attività fotosintetica.

Un'altra proprietà del caolino è di abbassare i tassi di traspirazione così da aumentare l'efficienza dell'uso delle acque, proprietà utile nei periodi estivi sempre più siccitosi. Inoltre ha un effetto positivo nel ridurre la temperatura delle foglie e dei frutti, proteggendo i grappoli dalle scottature. Le proprietà del caolino permettono di ridurre gli stress estivi, limitando i danni e permette di rallentare la maturazione delle uve interagendo sulla fotosintesi.

## Capitolo 2

### MATERIALI E METODI

#### 2.1 Sito della sperimentazione

La sperimentazione è stata svolta presso l'azienda agricola Cantine Belisario S.A.C. situata in Via A. Merloni, 12 del comune di Matelica in provincia di Macerata. L'azienda si trova nel cuore dell'areale "Verdicchio di Matelica", l'area ha un clima tipico mediterraneo con elevate escursioni termiche giornaliere e stagionali che influenzano la fenologia della pianta e partecipano in modo attivo alla composizione delle uve.

Il vigneto oggetto dello studio è situato in collina in Via Fogliano a Matelica (coordinate  $43^{\circ} 18' 24'' \text{N}$   $13^{\circ} 00' 14'' \text{E}$ ) ad un'altitudine di 321m s.l.m. È composto da oltre duecento file di Verdicchio, allevate a Guyot, il sesto d'impianto è 2,5 m x 1,0 m. Il filo portante è posto a 1 m da terra, seguono due coppie di fili posti a 40 cm dal filo principale e 50 cm dal secondo filo per contenere la vegetazione formando la parete vegetativa (Figura 2-1).



*Figura 2-1: Vigneto di Fogliano, delimitato dai confini con linee rosse, linea blu il filare 33 per la sperimentazione del caolino.*

**Tabella 2-1: Informazioni strutturali vigneto**

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

## **2.2 Dati meteorologici**

I dati climatici raccolti nel periodo triennale (2019-2021) relativi alla stazione meteorologica RT-2740 della Protezione Civile della Regione Marche situata nel centro del comune di Fabriano (AN), hanno permesso di confrontare l'andamento stagionale in termini di temperatura e precipitazioni.

La stazione meteorologica ha rilevato che le temperature medie, minime e massime nel 2021 sono state leggermente inferiori nel periodo primaverile (Marzo, Aprile, Maggio) rispetto agli anni precedenti 2019-2020, ma nei periodi estivi (Giugno, Luglio e Agosto) le temperature sono state superiori soprattutto se paragonate a quelle del 2020.

La temperatura media nei primi mesi dell'anno del 2021 è stata in linea con gli altri anni, un aumento significativo c'è stato nei periodi estivi, soprattutto nel mese di Luglio con una media delle temperature medie di 25,1 °C maggiore di circa 2 °C rispetto al 2019 e al 2020 (Tabella 2-2).

*Gli stessi dati sono stati analoghi per gli altri parametri, temperatura minima (*

Tabella 2-3) e massima (Tabella 2-4), con una differenza significativa del mese di luglio di circa 2 °C.

**Tabella 2-2: Temperature medie primaverili estive 2019-2021. Stazione meteorologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche.**

	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<i>Primavera</i>	11,4	11,8	10,8
<i>Estate</i>	23,5	21,9	23,8

**Tabella 2-3: Temperature minime primaverili estive 2019-2021. Stazione meteorologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche.**

	2019	2020	2021
<i>Primavera</i>	6,3	5,9	4,8
<i>Estate</i>	16,2	14,8	16,6

**Tabella 2-4: Temperature massime primaverili estive 2019-2021. Stazione meteorologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche.**

	2019	2020	2021
<i>Primavera</i>	17,1	17,7	16,9
<i>Estate</i>	30,9	29,3	31,1

Le precipitazioni registrate nel 2021 sono state particolarmente inferiori agli anni precedenti, rispetto al 2019 si è registrato un calo di 151 mm di precipitazione da Gennaio ad Agosto, mentre rispetto al 2020 il calo è stato un po' più significativo, di ben 184 mm. Dal 1 Marzo 2021 al 31 Agosto 2021 i giorni che si sono verificati eventi piovosi sono stati 52 con una media giornaliera di 4,9mm. La riduzione significativa è stata nei mesi di Maggio e Giugno con una cumulata rispettivamente di 31,4 mm e 15,6 mm; i valori medi nel triennio 2019-2021 sono rispettivamente di 129,5 mm nel mese di Maggio e di 46,6 mm nel mese di Giugno.

**Tabella 2-5: Cumulata delle precipitazioni espresse in (mm) primaverili estive 2019-2021. Stazione meteorologica RT-2740 di Fabriano dalla rete Meteo Idro Pluviometrica- Protezione Civile Regione Marche.**

	2019	2020	2021
<i>Primavera</i>	329,6	366,8	120,6
<i>Estate</i>	144,4	202,4	134,84

### 2.3 Schema della sperimentazione

Il vigneto è suddiviso in più particelle atte alla sperimentazione, il filare sottoposto al trattamento con il Caolino è la fila 32, il controllo si è effettuato nei filari adiacenti. La fila 32 ha come portainnesto il 110R avente una buona resistenza alla siccità e un medio vigore. Il filare è stato suddiviso in tre parti: alto, medio e basso perché la parte alta presenta una maggiore vigoria rispetto alla parte bassa. La fila utilizzata per i campionamenti del testimone è la fila adiacente, la numero 33. I campionamenti sono stati effettuati dagli inizi di Agosto con cadenza settimanale per tutto il decorso della maturazione. I parametri presi in considerazione sono:

- peso di 100 acini
- Gradazione Babo
- pH
- AT.



*Figura 2-2: Filare 32 irrorato con caolino sulla fascia produttiva*

L'applicazione del caolino è stata svolta in data 30 luglio 2021, nella fascia produttiva della fila 32 (Figura 2-2), usando un atomizzatore con tre ugelli per lato avendo una portata di circa 1,6 l/min e una pressione di 7 atm. La velocità d'avanzamento dell'atomizzatore è stata di 6 Km/h, ne deriva una capacità operativa di circa 1,5-2 ha/h che può consentire di agire tempestivamente anche su superfici relativamente ampie. Il prodotto commerciale utilizzato per la somministrazione di caolino è il Surround WP con una dose del 5%, ovvero 5kg di prodotto in 100 l di acqua.

#### **2.4 Metodologia dei campionamenti**

Il 2 agosto 2021 sono iniziati i campionamenti di Verdicchio nell'area sperimentale, monitorando settimanalmente il decorso della maturazione. La raccolta dei campioni è stata effettuata in dei sacchetti di plastica in cui veniva contrassegnato il codice della particella, prelevando diversi acini presi in più zone del filare, in più parti del grappolo e in più grappoli della pianta. Una volta avvenuta la raccolta dei campioni si eseguivano le analisi iniziando con la conta di 100 acini e annotando la massa, successivamente venivano pigiati per ottenere un campione di mosto che veniva setacciato per allontanare le parti solide. Il mosto veniva poi analizzato per poter rilevare il grado Babo, il pH e l'AT.

Per la misurazione della concentrazione dello zucchero è stato utilizzato un rifrattometro ottico (Figura 2-3), attraverso l'indice di rifrazione dei solidi solubili in una soluzione acquosa provvisti di scala Brix e Babo. Il valore di zucchero risultante è dato da un passaggio netto luce-ombra.

Per la rilevazione del pH e dell'AT è stato utilizzato un titolatore automatico "Steroglass" (Figura 2-4). La titolazione è stata condotta su 30ml di mosto portandolo a pH 7 con aggiunte graduali e via via decrescenti di idrossido di sodio (NaOH) 0,25N e mantenendo la soluzione in movimento tramite un agitatore meccanico.

In data 21 settembre 2021, è stata effettuata la vendemmia di 24 vite campione per la fila 32 trattata con il caolino e per la fila 31 utilizzata per il controllo. Per ciascuna vite sono stati prelevati 80 acini, che sono stati pesati direttamente in campo, poi sono stati posti in un sacchetto di plastica e conservati in un frigorifero portatile per essere trasportati presso il laboratorio dell'Università Politecnica della Marche (sede Agraria). Al momento della vendemmia, per ciascuna vite campione è stata stimata visivamente la vigoria, è stato contato il numero dei tralci e quello dei grappoli raccolti, che sono stati pesati con un dinamometro

digitale. Il giorno seguente sono state effettuate le analisi, per la determinazione del grado zuccherino, pH e AT come svolte per gli altri campionamenti.



*Figura 2-3: Rifrattometro ottico per la determinazione del grado zuccherino.*



*Figura 2-4: Titolatore automatico "Steroglass" per la determinazione del pH e AT.*

## Capitolo 3

### RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 3.1 Decorso stagionale

*Le temperature nel 2021 sono state superiori nel periodo estivo (Giugno, Luglio e Agosto) rispetto agli anni 2019-2020. La media delle temperature minime, massime e medie (*

*) sono state rispettivamente di 16,6 °C, 31,1 °C e 16,6 °C. Il risultato è che la sommatoria delle temperature attive, temperature medie -10, dal 1/01/2021 al 31/08/2021 è di 1519,57 a differenza degli anni 2019 e 2020 le cui sommatorie sono rispettivamente di 1436,3 e 1408,3.*

*Tabella 3-1: Decorso stagionale della media delle temperature minime, massime e medie e la sommatoria delle temperature attive.*

	T.med	T. max	T.min	Sommatoria T. attive
<b>Gennaio</b>	4,7	8,0	1,4	4,8
<b>Febbraio</b>	7,5	13,0	2,8	9,8
<b>Marzo</b>	6,9	13,4	0,9	25,4
<b>Aprile</b>	9,6	15,3	3,7	64,4
<b>Maggio</b>	15,9	22,2	9,7	247,4
<b>Giugno</b>	22,6	29,9	15,1	626,6
<b>Luglio</b>	25,1	32,1	18,2	1094,1
<b>Agosto</b>	23,7	31,2	16,5	1519,6

Nel periodo estivo sono stati ben 60 i giorni in cui la temperatura massima rilevata ha superato i 30 °C e 16 i giorni in cui ha superato i 35 °C (Tabella 3-2); non sono mai state registrate temperature superiori ai 40° C. Rapportando questi dati in tempi di esposizione delle viti a stress termici, le ore in cui hanno sofferto un leggero stress termico, con temperature superiori a 30 °C, sono state di 377,5 ore, mentre le ore in cui sono state soggette a un forte stress termico, con temperature superiori a 35 °C, sono state di 53,5 (Tabella 3-3).

Le temperature superiori a 35 °C possono portare diversi effetti negativi, tra cui una maturazione non omogenea delle bacche ottenendo una concentrazione di zuccheri troppo elevata e un'AT bassa e fenomeni di fotoinibizione a livello delle foglie che possono andare incontro ad ingiallimenti e disseccamenti. In un primo momento si manifestano con leggere

necrosi, pertanto risultano reversibili, ma se l'evento continua a persistere le fotoinibizioni diventano irreversibili e questo comporta un completo disseccamento della lamina fogliare.

**Tabella 3-2: Numero dei giorni con temperature ai 30 °C**

	30°C	31°C	32°C	33°C	34°C	35°C	36°C	37°C	38°C	39°C
<b>Giugno</b>	16	14	8	6	5	1	0	0	0	0
<b>Luglio</b>	22	19	17	12	9	6	4	2	0	0
<b>Agosto</b>	22	18	14	13	12	9	5	3	1	1
<b>Totale</b>	60	51	39	31	26	16	9	5	1	1

**Tabella 3-3 Numero di ore, nel periodo estivo dal 01/06/2021 al 31/08/2021 a varie intensità di stress termico**

	Stress termico 30 °C	Stress termico 35 °C	Stress Termico 40°C
<b>Numero di ore</b>	377,5	53,5	0

Il periodo estivo del 2021 è stato particolarmente intenso dal punto di vista degli stress termici, confrontando i giorni e le ore, in cui la temperatura è stata superiore ai 30 °C e ai 35 °C, con i periodi estivi del 2019 e 2020 si è notato che per più giorni e quindi anche per più ore la temperatura è stata maggiore ai 35 °C. Nel 2019 i giorni con temperatura superiore ai 30 °C sono stati 60 giorni, situazione analoga al 2021, ma i giorni in cui le temperature sono state maggiore ai 35 °C sono stati 8. Nel 2020 i giorni con temperatura superiore ai 30 °C sono stati 45 giorni, inferiori rispetto al 2019 e 2021, mentre i giorni in cui le temperature sono state maggiore ai 35 °C sono stati 11.

Le ore con temperature superiori ai 30 °C e 35 °C nel periodo estivo 2019 sono state rispettivamente di 359 ore e di 30 ore, molto inferiori al 2021. Una situazione simile è stata nel 2020 con 290,5 ore di temperature sopra i 30 °C e di 39 ore con temperature sopra i 35 °C (Tabella 3-4).

**Tabella 3-4: Periodo estivo 2019-2021, giorni e ore di stress termico a varie intensità.**

	<b>Estate 2019</b>	<b>Estate 2020</b>	<b>Estate 2021</b>
>30 °C (gg)	60	45	60
>35 °C (gg)	8	11	16
>30 °C (ore)	359	290,5	377,5
>35 °C (ore)	30	39	53,5

Il cumulo delle precipitazioni che si sono verificate dall'inizio dell'anno fino al 31/08/2021 è stato di 446 mm. Nel medesimo periodo, si sono verificati 86 giorni di pioggia (precipitazioni sopra a 0 mm), ma solamente 31 giorni hanno mostrato precipitazioni superiori a 5mm. Il 24/08/2021 si è verificato l'evento piovoso più intenso con 27,8 mm, eventi con cumulata elevate hanno un'efficacia limitata, in quanto parte della quota d'acqua viene persa tramite ruscellamento creando danni da erosioni e allontanando la parte fertile del terreno.

*Confrontando le cumulate da inizio anno fino al 31/08 degli anni 2019, 2020, 2021 notiamo che il 2021 ha registrato 446mm, contro i 597 mm del 2019 e i 630 mm del 2020. Nel periodo gennaio-agosto, il numero di giorni in cui sono stati registrati eventi piovosi è stato pari a 86 nel 2021, mentre nel 2019 era stato di 100 giorni e nel 2020 di 87 giorni. L'evento piovoso più intenso avutosi tra gennaio e agosto è stato di 58,4 mm nel 2020 (19 maggio) e di 38 mm nel 2019 caduti 28 luglio del 2019 si è verificato l'evento piovoso più intenso dell'anno con una cumulata di 38mm (*

Tabella 3-5).

**Tabella 3-5 Andamento pluviometrico dal 01/01 al 31/08 con precipitazioni (P) superiori a 0, 5 e il maggiore evento piovoso nel triennio 2019-2021.**

	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Cumulata gennaio-agosto (mm)</b>	597	630	446
<b>Giorni di pioggia (P&gt;0mm)</b>	100	87	86
<b>Giorni con P&gt;5mm (No.)</b>	39	35	31
<b>Maggior evento piovoso giornaliero (mm)</b>	38	58,4	27,8
<b>Data del maggior evento piovoso</b>	19-05	28-07	24-08

## 3.2 Decorso della maturazione

### 3.2.1 *Peso di 100 acini*

I campionamenti per il decorso della maturazione sono iniziati il 2 Agosto 2021, pochi giorni dopo dell'irrorazione del caolino, uno dei parametri di riferimento è il peso dei 100 acini della fila 32 trattata con il caolino e della fila 33 presa come testimone. I valori che sono stati registrati per lo studio sono 127 g per gli acini della fila 32 e 131 g per gli acini della fila 33 (testimone,) valori molto simili.

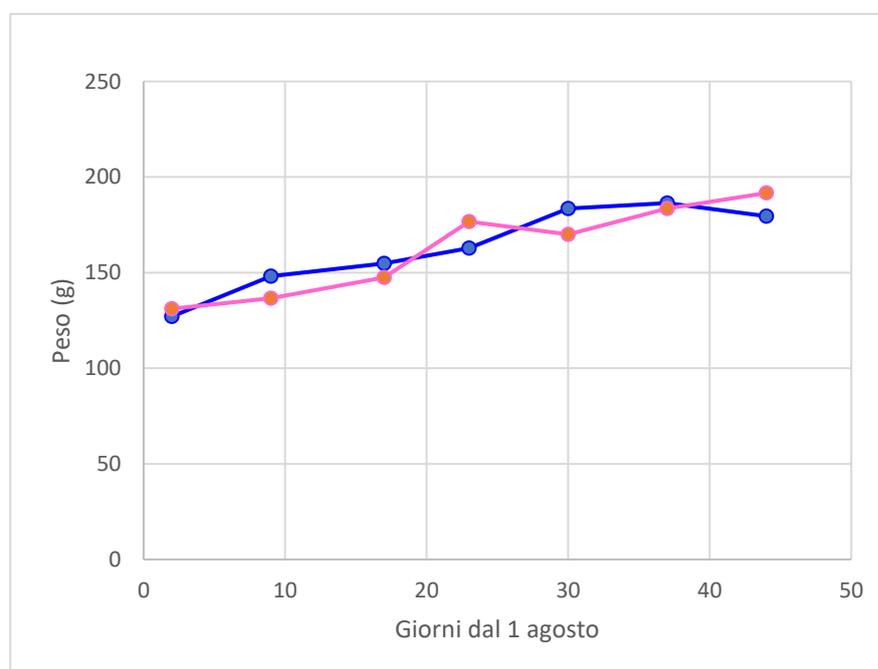
Nelle settimane seguenti, dal 9 Agosto 2021, sono stati campionati i filari dividendo la parcella in alto, medio e basso e differenziando lo stesso filare tra la parte più esposta e la parte meno. In pratica nello stesso filare sono stati effettuati sei campionamenti alto, medio e basso della parte più esposta alla radiazione e alto, medio e basso della parte meno esposta.

Il peso degli acini è risultato omogeneo, ma con leggere differenze nella zona media del filare 32 perché si è registrato un valore di 162 g, maggiore di circa 20 g rispetto agli altri campionamenti. Il 17 Agosto 2021 l'accrescimento in termini di peso è stato regolare con una maggiore crescita nella zona alta di entrambi i filari. Il 23 Agosto 2021 sono emerse le prime differenze tra i vari campionamenti, infatti si è registrato un aumento in termini di peso tra la zona alta e bassa del filare 32 rispettivamente di 176 g e 144 g, determinato da una maggiore vigoria nella parte alta. Nella fila 33 i pesi del gruppo di controllo sono risultati leggermente più alti rispetto alla fila 32 trattata con il caolino con una differenza di circa 14 g. Il campionamento del 30 Agosto 2021 ha evidenziato un accrescimento significativo del peso degli acini, dovuto agli eventi piovosi dei giorni precedenti, infatti il 24 Agosto 2021 è stata registrata una cumulata giornaliera di 27,8 mm di pioggia, il dato più alto del 2021. Questo fenomeno ha comportato che la media delle tre zone del filare 32 trattato con il caolino sia risultata maggiore rispetto alla fila 33 di controllo.

In seguito l'accrescimento degli acini in termini di peso è proseguito linearmente fino al 13 Settembre 2021, da questa data in poi i pesi relativi alla fila di controllo si sono stazionati invece quelli relativi alla fila 32, trattata con il caolino, sono iniziati a diminuire (Tabella 3-6). I valori della deviazione standard rende tuttavia le differenze riscontrate di scarso interesse statistico (Figura 3-1 Decorso del peso medio di 100 acini di Verdicchio nell'area di Matelica: Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 di controllo (linea rosa) Figura 3-1).

	02-ago	09-ago	17-ago	23-ago	30-ago	06-set	13-set
Fila 32 media	127	148	155	163	184	186	179
Fila 32 dev. st		±13,2	±5,4	±16,8	±11,9	±8,0	±7,5
Alto		136	149	176	176	185	184
Medio		162	158	169	197	195	183
Basso		147	158	144	177	179	171
Fila 33 media	131	137	147	177	170	183	191
Fila 33 dev.st		±9,6	±12,2	±14,7	±6,7	±6,1	±11,5
Alto		140	160	177	164	176	184
Medio		144	146	191	178	188	186
Basso		126	136	162	168,	186	205

**Tabella 3-6** Decorso stagionale del peso di 100 acini di Verdicchio trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo. (Media ± deviazione standard)



**Figura 3-1** Decorso del peso medio di 100 acini di Verdicchio nell'area di Matelica: Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 di controllo (linea rosa)

### 3.2.2 Gradazione dello zucchero

Per quanto riguarda la rilevazione della concentrazione zuccherina (Tabella 3-7), nel primo campionamento del 02 Agosto 2021, è risultata leggermente superiore quella della fila 32 trattata con il caolino, 7,2 Babo, mentre il filare 33 è stata di 6,4 Babo. L'accrescimento del tenore zuccherino è proseguito nei giorni successivi evidenziando, anche nel campionamento del 9 Agosto 2021, la fila 32, trattata con il caolino, presentava una concentrazione di zuccheri maggiore di circa 0,8 Babo rispetto al gruppo di controllo, fila 33. È significativo il dato relativo alla parte centrale della fila 32, trattata con caolino, in quanto la parte centrale presentava un grado Babo maggiore rispetto alla parte alta e bassa.

Nel campionamento del 17 Agosto 2021 il filare 32, trattato con caolino, ha registrato un significativo incrementato degli zuccheri nella polpa con una media di gradazione di 15,2 Babo, contro gli 11,2 Babo della settimana precedente. Nel filare 33 di controllo c'è sempre stata una crescita degli zuccheri ma la media delle gradazioni zuccherine è di 13,7. La fila 33 nella zona bassa presentava una concentrazione zuccherina più bassa di circa 1,8 Babo rispetto alla parte media e alta.

I rilevamenti del 23 Agosto 2021 hanno evidenziato un rallentamento dell'accumulo degli zuccheri nel filare 32 tanto che la gradazione zuccherina è rimasta quasi invariata. Di contro nel filare 33, l'accumulo è proseguito in maniera uniforme in tutte e tre le parti del filare.

Il 30 Agosto 2021 è stato effettuato un ulteriore campionamento dove si è evidenziato un accumulo stabile degli zuccheri tranne in alcune parti dei filari; nella zona bassa del filare 32 si è registrato un calo di 0,6 Babo, nel filare 33 il calo si è registrato nelle zone centrale e alta rispettivamente di 0,8 Babo e 0,6 Babo. Questi cali della concentrazione di zucchero sono dovuti all'evento piovoso del 24 Agosto 2021.

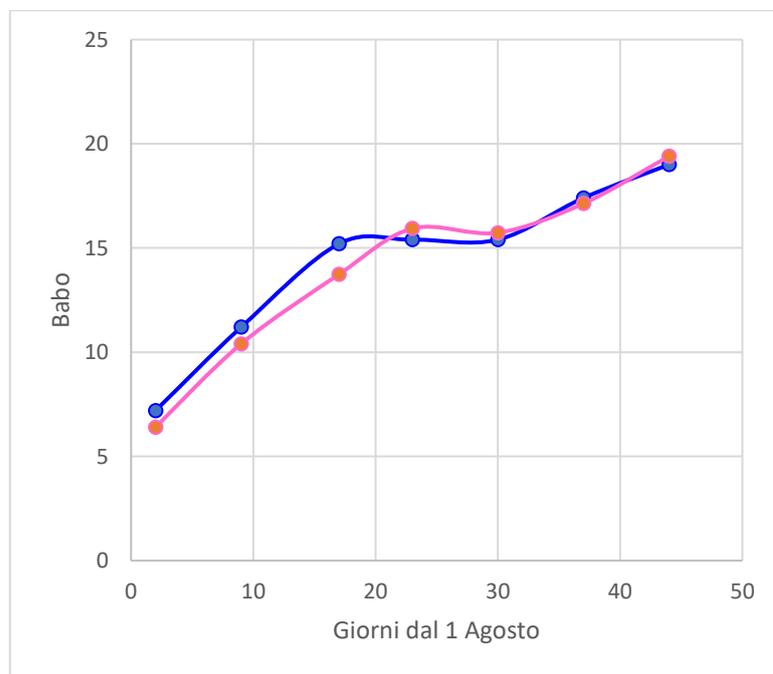
Il 06 Settembre 2021 le viti hanno ripreso l'accumulo degli zuccheri in maniera regolare in tutto il filare 32 e con valori simili nelle diverse zone, mentre nel filare 33 la crescita è stata abbastanza costante, ma la parte alta ha mostrato una concentrazione più bassa di 1 grado Babo.

Nella rilevazione del 13 Settembre 2021 la media delle gradazioni zuccherine del filare 33 supera quelle del filare 32 trattato con il caolino. La concentrazione di zuccheri nel filare 33 è più elevata, nella parte centrale il grado Babo è di 20 con differenza di 1 grado tra la parte bassa e di 0,8 Babo nella parte alta. Nel filare 32 trattato con il caolino nella parte alta si registra la maggiore concentrazione di zuccheri 19,4 Babo ma una differenza tra la parte alta e bassa di 0,8 Babo.

I valori della deviazione standard rendono le differenze riscontrate buone dal punto di vista statistico (Figura 3-2).

**Tabella 3-7: Decorso stagionale sulla concentrazione zuccherina espressa in Babo, su Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo (Media  $\pm$  deviazione standard)**

	02-ago	09-ago	17-ago	23-ago	30-ago	06-set	13-set
Fila 32 media	7,2	11,2	15,2	15,4	15,4	17,4	19
Fila 32 dev. st.		$\pm 0,6$	$\pm 0,2$	$\pm 0,53$	$\pm 0,8$	$\pm 0,35$	$\pm 0,4$
Alto		10,6	15	15	15,4	17,2	19,4
Medio		11,8	15,4	16	16,2	17,8	19
Basso		11,2	15,2	15,2	14,6	17,2	18,6
Fila 33 media	6,4	10,4	13,7	15,9	15,7	17,1	19,4
Fila 33 dev. st.		$\pm 0,35$	$\pm 0,99$	$\pm 0,12$	$\pm 0,61$	$\pm 0,64$	$\pm 0,53$
Alto		10,2	14,4	16	15,6	16,4	19,2
Medio		10,8	14,2	16	15,2	17,6	20
Basso		10,2	12,6	15,8	16,4	17,4	19



**Figura 3-2: Grafico sul decorso stagionale sulla concentrazione zuccherina espressa in Babo, su Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 di controllo (linea rosa).**

### 3.2.3 Acidità totale e pH

Il 9 Agosto 2021 le uve presentavano una AT intorno ai 25 g/l nella fila 33 mentre nella fila 32, trattata con il caolino, i valori erano un po' diversi tra la parte alta e la bassa. La zona alta è risultata più acida rispetto alla bassa anche se in entrambe le zone e in entrambi i filari il pH rilevato era di 2,7.

Il campionamento del 17 Agosto 2021 ha evidenziato, a fronte di un pH simile intorno al 2,9 per entrambi i filari, una significativa differenza dell'AT, nella fila 32 l'AT si è uniformata nelle tre zone con valori prossimi a 13 g/l mentre nella zona alta della fila 33 l'AT è risultata minore rispetto alla zona bassa con una differenza di circa 2 g/l.

Il 23 Agosto 2021 il pH e l'AT si sono uniformate nelle varie zone del filare e tra i due filari, con valori molto simili tra loro, mentre nel campionamento del 30 Agosto 2021 l'AT è scesa in valori diversi tra le varie zone del filare. Il filare 33 presenta valori di AT più bassi rispetto al filare 32 trattato con il caolino ma con pH analoghi. La stessa situazione è proseguita anche nelle settimane seguenti fino al campionamento del 13 Settembre 2021 in cui il filare 32, trattato con il caolino, presentava valori più bassi di AT, tranne nella zona media e bassa rispettivamente l'AT era di 8,47 g/l e 7,75 g/l contro il 8,26 g/l e 7,23 g/l del filare 33 di controllo. Solamente la zona alta del filare 33 presentava un AT di 8,63 g/l contro il 7,61 g/l della zona alta del filare 32 (Tabella 3-8 e Tabella 3-9).

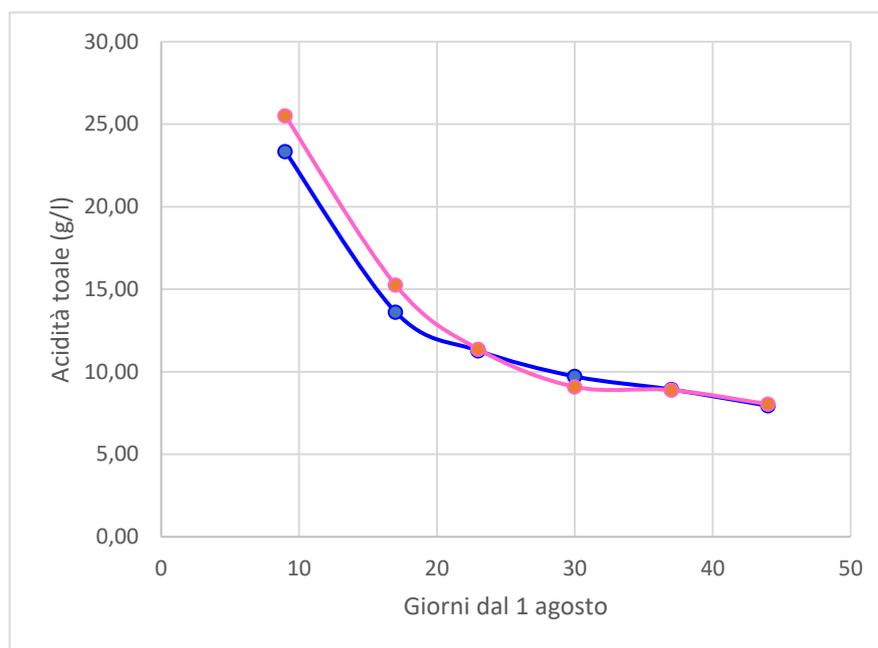
I valori della deviazione standard rendono le differenze riscontrate buone dal punto di vista statistico.

**Tabella 3-8: Decorso stagionale dell'acidità totale espressa in g/l di acido tartarico di Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, , Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo (Media  $\pm$  deviazione standard)**

	09-ago	17-ago	23-ago	30- ago	06- set	13-set
Fila 32 media	23,35	13,61	11,27	9,71	8,92	7,94
Fila 32 dev. st.	$\pm 1,23$	$\pm 0,12$	$\pm 0,41$	$\pm 0,31$	$\pm 0,13$	$\pm 0,13$
Alto	24,72	13,6	11,5	10,02	8,97	8,97
Medio	23	13,74	11,53	9,41	9,03	9,03
Basso	22,33	13,51	10,8	9,72	8,78	8,78
Fila 33 media	25,51	15,25	11,36	9,08	8,89	8,04
Fila 33 dev. st.	$\pm 0,03$	$\pm 1,26$	$\pm 0,62$	$\pm 0,28$	$\pm 0,59$	$\pm 0,59$
Alto	25,5	14,03	11,79	9,38	9,57	9,57
Medio	25,49	15,17	11,65	9,05	8,6	8,6
Basso	25,54	16,55	10,66	8,83	8,51	8,51

**Tabella 3-9: Decorso stagionale sul pH di Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, , Fila 32 trattata con caolino e fila 33 di controllo (Media  $\pm$  deviazione standard)**

	09-ago	17-ago	23-ago	30-ago	06-set	13-set
Fila32 media	2,76	2,97	3	2,97	3,03	3,14
Fila32 dev.st	$\pm 0$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$	$\pm 0,02$	$\pm 0,07$
Alto	2,76	2,97	2,99	2,98	3,04	3,21
Medio	2,76	2,95	2,99	3,02	3,04	3,14
Basso	2,76	2,99	3,02	2,92	3,01	3,08
Fila33 media	2,71	2,92	2,97	2,98	3,02	3,08
Fila 33 dev. st	$\pm 0,01$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,01$
Alto	2,72	2,95	2,98	2,98	3	3,08
Medio	2,7	2,91	2,94	2,96	3,05	3,08
Basso	2,71	2,9	2,99	3	3,03	3,1



**Figura 3-3: Decorso stagionale dell'acidità totale espressa in g/l di acido tartarico di Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 (linea rosa).**



**Figura 3-4: Decorso stagionale sul pH di Verdicchio nell'area di Matelica trattato o meno con caolino, Fila 32 trattata con caolino (linea blu) e fila 33 (linea rosa).**

### 3.3 Risultati analisi vendemmia

#### 3.3.1 Parametri produttivi

I dati delle 24 viti campionate nel filare 32 trattato con il caolino sono state suddivise in base alla vigoria: alta, media, e bassa. I parametri produttivi utilizzati per il confronto tra le viti oggetto di studio e le viti del gruppo di controllo sono:

- numero dei tralci
- numero dei grappoli
- produzione di uve per pianta
- fertilità delle gemme
- peso medio degli acini
- peso dei grappoli.

I parametri produttivi tra i due gruppi, studio e controllo, sono risultati simili con leggere differenze nelle diverse categorie di vigoria.

Si è osservato che ad una vigoria maggiore corrisponde un maggior peso medio dell'acino, infatti nell'alta vigoria il peso è di 1,93 g contro 1,85 g in piante con vigoria bassa. Inoltre è emerso che nelle viti con un medio vigore i grappoli erano in numero maggiore rispetto alle viti con vigoria maggiori e anche il peso dei grappoli risulta maggiore rispetto all'alto vigore. **(Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.)**. Le viti con un medio vigore hanno p

resentato una media dei grappoli più grandi, in termini di peso, di 305 g. La fertilità dei germogli è risultata omogenea tra le varie vigorie, il maggior valore del rapporto tra grappoli/germogli è stato registrato nelle viti con un alto vigore pari a 0,90 (Tabella 3-11).

**Tabella 3-10: Parametri produttivi sulle viti campione del filare 32 trattato con il caolino, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa (Media  $\pm$  deviazione standard).**

Vigoria	N° viti (No.)	N° tralci (No.)	N° Grappoli (No.)	Uva prodotta Kg/vite
A	10	12,6 $\pm$ 2,4	10,9 $\pm$ 3,7	2,9 $\pm$ 0,9
M	11	14,6 $\pm$ 3,1	12,8 $\pm$ 3,8	3,7 $\pm$ 1,1
B	3	14,3 $\pm$ 4,9	10,7 $\pm$ 1,5	3,2 $\pm$ 0,7

**Tabella 3-11 Parametri produttivi sulle viti campione del filare 32 trattato con caolino, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media B= bassa (Media  $\pm$  deviazione standard).**

Vigoria	Peso acino (g)	Grappoli/germoglio (No.)	Peso grappolo (g)	N°Acini/grappolo (No.)
A	1,93 $\pm$ 0,14	0,90 $\pm$ 0,32	281 $\pm$ 67	146 $\pm$ 36
M	1,80 $\pm$ 0,16	0,89 $\pm$ 0,22	305 $\pm$ 88	168 $\pm$ 41
B	1,85 $\pm$ 0,16	0,80 $\pm$ 0,27	298 $\pm$ 29	163 $\pm$ 30

Nel filare 31 utilizzato per il controllo, non trattato con il caolino, i risultati sono omogenei tra le differenti classi di vigore per quanto riguarda il numero di tralci, il numero dei grappoli e la produzione di uva per pianta. Il peso di 80 acini segue l'andamento della vigoria, nell'alta vigoria il peso medio dell'acino è di 1,88 g contro i 1,74 g in piante con una bassa vigoria. Si è registrato un maggior numero di grappoli nelle viti con un alto vigore ma un peso maggiore dei grappoli nel medio vigore (Tabella 3-12).

La fertilità dei germogli è regolare nelle diverse categorie di vigoria, il dato maggiore è registrato nelle piante con un' alta vigoria di 0,92, la media dei grappoli più grandi espressa in peso si è registrata nelle viti con una media vigoria, di 308 g (Tabella 3-13).

**Tabella 3-12 Parametri produttivi sulle viti campione del filare 31 di controllo , suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media ± deviazione standard).**

Vigoria	N° viti (No.)	N° tralci(No.)	N° Grappoli (No.)	Uva prodotta Kg/vite
A	8	13,1±1,5	12±3,4	3,7±1,3
M	10	13±1,3	10,6±4,5	3,3±1,8
B	6	12,8±1,5	11,5±3,5	3,3±1,1

**Tabella 3-13 Parametri produttivi sulle viti campione del filare 31 di controllo , suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media ± deviazione standard).**

Vigoria	Peso acino (g)	Grappoli/germoglio (No.)	Peso grappolo (g)	N°Acini/grappolo
A	1,88±0,15	0,92±0,25	307±51	165±32
M	1,76±0,16	0,81±0,33	308±97	176±52
B	1,74±0,2	0,89±0,20	284±54	164±33

I valori riscontrati nel filare 32 trattato con il caolino e il filare 31 di controllo, sono molto simili, tuttavia presentano leggere differenze riguardanti il peso medio degli acini, 1,86 g del filare irrorato di caolino contro i 1,79 g del filare 31, e il numero degli acini per grappolo (Tabella 3-14).

**Tabella 3-14 Media dei parametri produttivi a confronto tra fil filare 32 trattato con caolino e il filare 31 di controllo. (Media ± deviazione standard).**

Tesi	N° tralci (No.)	N° grappoli (No.)	Uva prodotta Kg/vite	Peso acino (g)	grappoli/ germogli (No.)	peso grappolo (g)	acini grappolo (No.)
Caolino	13,8±3,1	11,8±3,6	3,3±1	1,85±0,15	0,88±0,26	294±73	158±38
Controllo	13,0±1,4	11,3±3,8	3,4±1,5	1,79±0,17	0,87±0,27	302±72	169±40

### 3.3.2 Composizione dei mosti

Le analisi dei mosti delle viti campioni nel filare 32 trattato con il caolino ha evidenziato un'alta variabilità lungo il filare. I parametri qualitativi presi in esame sono:

- concentrazione degli zuccheri espressa in Brix
- pH
- AT espressa in g/l di acido tartarico
- rapporto zuccheri / acino
- rapporto zuccheri / acidità.

Le viti con una elevata vigoria presentano una concentrazione zuccherina più alta rispetto alle altre categorie di vigorie, pari a 24,8 Brix, e un'AT di 7,18 g/l sopra alla media del filare.

Il rapporto zucchero/acino è massimo nelle viti con un'alta vigoria con un valore di 47,81 e presenta un rapporto zuccheri / acidità di 3,47. L'elevato grado zuccherino in queste viti è determinato da una produzione di uva per pianta bassa rispetto alle altre categorie per una media di 2,9 Kg/vite. Le viti con una bassa vigoria hanno prodotto circa 3,2 Kg di uva per singola vite, con un grado zuccherino più basso di 24,9 Brix; a fronte di una maggiore produzione il grado zuccherino risulta essere più basso. Gli altri parametri, l'AT e il pH, rispettivamente 6,82 g/l e 3,18, risultano minori rispetto ai dati relativi alle viti con alta vigoria (Tabella 3-15).

**Tabella 3-15 Parametri qualitativi dei mosti sulle viti campione del filare 32 trattate con caolino, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media  $\pm$  deviazione standard).**

Vigoria	Brix	pH	AT	Zuccheri/acino	Zuccheri/acidità
A	24,8 $\pm$ 1,7	3,23 $\pm$ 0,09	7,18 $\pm$ 0,34	47,81 $\pm$ 4,2	3,46 $\pm$ 0,32
M	23 $\pm$ 1,3	3,18 $\pm$ 0,06	7,09 $\pm$ 0,47	43,17 $\pm$ 5,25	3,39 $\pm$ 0,33
B	24,9 $\pm$ 1,2	3,18 $\pm$ 0,08	6,82 $\pm$ 0,2	46,03 $\pm$ 6,25	3,65 $\pm$ 0,2

Anche nel filare 31 di controllo è emersa una bassa variabilità sulla qualità dei mosti in base alla vigoria della vite, il grado zuccherino è risultato maggiore nelle viti con alto vigore con una media di 23,8 Brix e AT è di 7,20 g/l di acido tartarico, tra le più alte nel filare. Il rapporto zucchero/acino è massimo nelle viti con un'alta vigoria, con valori pari a 44,92, il rapporto zuccheri/acidità è pari a 3,35. Le altre categorie hanno registrato valori molto simili dovuto anche dal fatto di un'omogenea produzione per pianta. (Tabella 3-16).

**Tabella 3-16 Parametri qualitativi dei mosti sulle viti campione del filare 31 di controllo, suddivise in base alla vigoria. A=alta; M=media; B= bassa. (Media  $\pm$  deviazione standard).**

<b>Vigoria</b>	<b>Brix</b>	<b>pH</b>	<b>AT</b>	<b>zuccheri/acino</b>	<b>zuccheri/acidità</b>
A	23,8 $\pm$ 2,2	3,18 $\pm$ 0,06	7,2 $\pm$ 0,79	44,92 $\pm$ 0,51	3,35 $\pm$ 0,48
M	23,3 $\pm$ 2,2	3,17 $\pm$ 0,09	6,89 $\pm$ 0,71	41,02 $\pm$ 5,86	3,44 $\pm$ 0,59
B	23,4 $\pm$ 2,9	3,20 $\pm$ 0,04	7,25 $\pm$ 0,19	40,93 $\pm$ 8,64	3,23 $\pm$ 0,46

I valori dei parametri qualitativi dei mosti tra il filare 32, trattato con il caolino, e il filare 31, utilizzato per il controllo, sono molto simili tra loro con leggere differenze sulla concentrazione zuccherina. Il filare 32 trattato con il caolino presenta una concentrazione media di zuccheri di 24,4 Brix contro i 23,5 Brix del filare 31 utilizzato per il controllo. La differenza di concentrazione di zucchero è di 0,9 Brix, quasi irrilevante. Il pH e l'AT sono quasi identiche con differenze più irrisorie rispetto al grado zuccherino perché il filare 32 presenta un pH medio di 3,20 e AT media di 7,09 g/l di acido tartarico, contro un pH medio di 3,18 e AT di 7,08 g/l di acido tartarico nel filare 31 di controllo (Tabella 3-17).

**Tabella 3-17 Media dei parametri qualitativi a confronto tra fil filare 32 trattato con caolino e il filare 31 di controllo. (Media  $\pm$  deviazione standard).**

<b>Tesi</b>	<b>Brix</b>	<b>pH</b>	<b>AT</b>	<b>zuccheri/acino</b>	<b>zuccheri/acidità</b>
caolino	24,4 $\pm$ 1,5	3,20 $\pm$ 0,08	7,09 $\pm$ 0,40	45,46 $\pm$ 5,87	3,45 $\pm$ 0,32
controllo	23,5 $\pm$ 2,3	3,18 $\pm$ 0,07	7,08 $\pm$ 0,65	42,30 $\pm$ 6,91	3,35 $\pm$ 0,51

## CONCLUSIONI

I filari presi in esame non hanno evidenziato significative differenze dei parametri produttivi in termini di numero di grappoli, produzione uva per vite, fertilità dei germogli, peso medio degli acini e peso medio dei grappoli. Leggere differenze sono state riscontrate in termini di grandezza degli acini, 1,86 g nel filare trattato con caolino contro 1,79g del filare di controllo.

Relativamente alla composizione dei mosti, i parametri rilevati non hanno mostrato significative differenze qualitative tra il mosto prodotto con uve trattate con caolino e gruppo di controllo, infatti i valori medi di pH e AT sono risultati sovrapponibili mentre il grado di zucchero è leggermente più elevato nel filare trattato con caolino.

Dai dati è emerso che le differenze maggiori in relazione alla qualità dei mosti sono state influenzate dalla diversità di vigoria, nel caso del Verdicchio, condizioni di medio e alto vigore permettono un livello qualitativo delle uve maggiore rispetto alle viti che presentano un basso vigore. Da questo deriva una gradazione di zuccheri più elevata e una maggiore dotazione di acidi organici, caratteristiche che conferiscono freschezza al vino.

Gli effetti del caolino sono stati contenuti nelle piante con un elevato vigore, con parametri produttivi e qualitativi molto simili, mentre nelle viti di medio vigore si è registrato un incremento della qualità dei mosti e un leggero miglioramento dei parametri produttivi in termini di concentrazione di zuccheri pari a 23,9 Brix e AT di 7,09 g/l contro i 2,3 Brix e un AT di 6,89g/l delle viti a medio vigore non trattate. Inoltre il filare trattato presentava una vegetazione con meno danni da stress termici, meno foglie ingiallite e meno danni da scottatura nei grappoli rispetto al filare di controllo.

In conclusione i risultati ottenuti non hanno mostrato significative differenze tra le viti trattate con caolino e quelle di controllo in relazione alla qualità dei mosti e alla produttività della vite, tuttavia questo minerale ha creato una copertura riflettente che ha migliorato il benessere delle piante, proteggendole dagli stress termici.

## BIBLIOGRAFIA

- Palliotti A, Poni S, Silvestroni O, 2015. “La nuova viticoltura, Innovazioni tecniche per modelli produttivi efficienti e sostenibili”. Edagricole
- Ribéreau-Gayon P, Dubourdieu D, Donèche B, Lonvaud A. 2017. “Trattato di enologia 1, microbiologia del vino e vinificazioni”. Edagricole
- Spina R, Stortini S, Fusari R, Scuterini C, Di Marino M, 2007. “Caratterizzazione climatologica delle Marche: campo medio della temperatura per il periodo 1950-2000”.
- Del Zozzo F, Guardagna P, Sequeri C, Poni S, Frioni T, 2021. “Caolino, un alleato contro il cambiamento climatico” VITE & VINO.
- Palliotti A, Frioni T, 2017. “Caolino a effetto sunscreen” VVQ.
- Sicheri G, 2008. “Viticoltura” Ed. Hoepli.
- 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*.

## RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento a Cantine Belisario e ai suoi dipendenti per avermi ospitato in azienda, per avere messo a disposizione il vigneto, effettuato i trattamenti con il caolino ed aver collaborato nella raccolta dei dati. Il progetto ha usufruito dei finanziamenti erogati dalla Regione Marche del progetto PSR Marche misura 16.1.2 “vitinnova”.

Vorrei ringraziare la disponibilità delle professoresse Lanari, Lattanzi, il Dott. Pallotti e il Dott. Dottori. Un omaggio speciale alla professoressa Oriana Silvestroni che mi ha seguito e sostenuto in questo progetto e senza la quale non sarebbe stata possibile la realizzazione.

Inoltre uno speciale ringraziamento ai miei familiari, a mia sorella Ilenia, ai miei amici, a Caterina e ai compagni di corso.