



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia animali alimenti risorse naturali e  
ambiente - DAFNAE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE  
VITICOLE ED ENOLOGICHE - STVE

**Effetti della variabilità pedo-climatica nel distretto  
viticolo dei Colli Euganei sullo sviluppo fenologico della  
varietà Cabernet Sauvignon**

Relatore:

Prof. Franco Meggio

Correlatori

Dott. Filippo Scortegagna

Dott. Filippo Giannone

Laureando

Maicol Bonin

Matricola 2043903

ANNO ACCEDAMICO 2023-2024



# INDICE

INDICE .....	3
RIASSUNTO.....	5
ABSTRACT.....	7
1 INTRODUZIONE .....	9
1.1 GEOLOGIA .....	9
1.2 CARTA DEI SUOLI.....	10
1.3 CLIMA .....	11
1.4 IL SETTORE VITIVINICOLO E LE SUE ORIGINI .....	12
1.5 VARIETÀ BORDOLESI: CABERNET SAUVIGNON E MERLOT .....	14
1.5.1 Cabernet Sauvignon .....	15
1.6 IMPATTO DEL CABIAMENTO CLIAMTICO SULLO SVILUPPO FENOLOGICO .....	19
2 SCOPO .....	21
3 MATERIALI E METODI.....	22
3.1 VIGNETI DI STUDIO.....	22
3.2 PROTOCOLLO DI RILEVAMENTO .....	28
3.2.1 FENOLOGIA .....	28
3.2.2 FERTILITÀ GEMME.....	29
3.2.3 ANALISI MATURAZIONE UVA .....	30
3.2.4 Determinazione della concentrazione di zuccheri e acidità .....	31
3.2.5 Misurazione diametro e peso di 100 acini. ....	32
4 RISULTATI E DISCUSSIONE.....	34
4.1 ANDAMENTO CLIMATICO .....	34
4.2 FERTILITÀ DELLE GEMME .....	38
4.3 SVILUPPO GERMOGLIO .....	40
4.4 SVILUPPO INFIORESCENZA.....	44
4.5 DIAMETRO MEDIO ACINI .....	47
4.6 RISULTATI MATURAZIONE .....	49
5 CONCLUSIONI.....	52
6 BIBLIOGRAFIA.....	54
7 SITOGRAFIA.....	55



## RIASSUNTO

Questa tesi ha avuto come principale obiettivo la valutazione dell'impatto della variabilità pedoclimatica presente nel distretto vitivinicolo dei Colli Euganei attraverso il monitoraggio dello sviluppo fenologico della vite, in particolare sulla varietà Cabernet Sauvignon. Questa varietà, assieme al Merlot, originarie entrambe del territorio di Bordeaux (Francia), è particolarmente adatta alle caratteristiche ambientali di questa zona ed è proprio qui che per prima è arrivata in Italia. I Colli Euganei, un'area collinare di origine vulcanica che si estende per circa 22.000 ettari, sono caratterizzati da una elevata eterogeneità dal punto di vista pedoclimatico, un sito ideale per affrontare questo tipo di studio. Lo scopo di questo lavoro è stato evidenziare e quantificare l'effetto di questa variabilità pedoclimatica del territorio sullo sviluppo fenologico della vite e sulle dinamiche di crescita.

Sono stati individuati otto vigneti di Cabernet Sauvignon selezionati all'interno del territorio dei Colli Euganei (prevalentemente collinare), suddiviso in tre zone 'omogenee': Nord, Centro e Sud. Ogni vigneto è stato caratterizzato dal punto di vista geo-pedologico, sulla base di esposizione, altitudine e morfologia del suolo, oltre che agronomico, sulla base di sesto d'impianto e forma di allevamento. Tra fine febbraio e inizio marzo è iniziato il monitoraggio fenologico, coincidente con il risveglio vegetativo della vite, monitorando dodici piante rappresentative per vigneto, distribuite omogeneamente su tre filari. Di ciascuna pianta è stato osservato lo sviluppo fenologico di tre gemme: una basale, una mediale e una apicale. È stata inoltre misurata la crescita in lunghezza del germoglio principale fino alla prima cimatura e, nell'ultima fase, è stato analizzato lo stato di maturazione delle uve. Al termine del campionamento dei dati, questi sono stati statisticamente analizzati al fine di individuare differenze significative tra i diversi casi presi in esame, in modo tale da poter trarre considerazioni sulle diverse variabili osservate. Ciò ha consentito di comprendere meglio i fattori che influenzano lo sviluppo fenologico della vite tra le diverse zone di studio, evidenziando in particolare l'effetto della variabilità pedologica e mesoclimatica. In modo particolare, la temperatura regola i processi di sviluppo vegetativo della vite, andando a creare differenze sostanziali tra gli ambienti più caldi e quelli più freddi. In questo specifico caso, è stato possibile accertare la precocità di sviluppo dei vigneti posizionati a sud rispetto alle

altre zone. Sono stati poi messi in relazione i dati fenologici con quelli legati alla maturazione delle uve, in modo tale da ottenere una visione d'insieme del ciclo produttivo della vite.

Si è potuto concludere che lo sviluppo fenologico della vite in questo territorio così eterogeneo, seppur di estensione limitata, è strettamente correlato alle differenze geo-pedologiche e climatiche del sito. Comprendere queste differenze rappresenta anche un'opportunità per studiare possibili soluzioni per fronteggiare il recente cambiamento climatico nel prossimo futuro.

## **ABSTRACT**

The main object of this thesis is to assess the impact of climate and soil variability in the Euganean hills wine district by monitoring the phenological development of the vine, particularly focusing on the Cabernet Sauvignon variety. This variety, along with Merlot, both originally from the French region of Bordeaux, is particularly suitable to the environmental characteristics of this area and was the first to arrive here in Italy. The Euganean hills, a hilly volcanic area covering about 22,000 hectares, are characterized by a significant heterogeneity from the point of view of climate and soil composition, making it an ideal site for this type of study. The purpose of this work was to highlight and quantify the effect of this variability on the phenological development of the vine and on its growth dynamics.

Eight vineyards cultivated with *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon were selected within the Euganean hills territory (predominantly hilly) and divided into three 'homogeneous' areas: North, Central, and South. Each vineyard was characterized from a geo-pedological perspective based on exposure, altitude, and soil morphology, as well as agronomically based on planting layout and training system. Phenological monitoring began between the end of February and early March, coinciding with the vine's vegetative awakening, by monitoring twelve representative plants per vineyard, distributed evenly across three rows. The phenological development of three buds per plant was observed: one basal, one medial, and one apical. The main shoot's growth in length was also measured up to the first shoot trimming, and in the final phase, the ripening state of the grapes was analyzed. After data collection, statistical analysis was conducted to identify significant differences among the different sites and areas under study. This enabled a better understanding of the factors influencing vine phenological development across the different study areas, particularly highlighting the effect of pedologic and mesoclimatic variability.

In particular, temperature regulates the vegetative development processes of the vine, creating substantial differences between warmer and cooler environments. In this specific case, it was possible to verify the earlier development of vineyards located further South compared to those further North. Phenological data were then

related to grape ripening data to obtain an overall view of the vine's productive cycle. It was thus possible to conclude that the phenological development of the vine in this heterogeneous yet limited extension area is closely related to the site's pedological and climatic differences. Understanding these differences also represents an opportunity to study possible solutions to address recent climate change in the near future.



# 1 INTRODUZIONE

I Colli Euganei costituiscono un complesso di rilievi collinari di origine vulcanica, situato isolatamente nella pianura veneta centrale, a sud-ovest di Padova. La vetta più alta di questo gruppo è il Monte Venda, che raggiunge i 601 metri sul livello del mare. Sebbene l'area dei Colli Euganei non sia particolarmente estesa, coprende circa 20.000 ettari distribuiti tra 15 comuni e con un perimetro di circa 65 chilometri di forma ellittica, questa zona è caratterizzata da una sorprendente variabilità sotto diversi aspetti: pedologico, eco biologico, climatico e paesaggistico. Queste peculiarità hanno portato i Colli Euganei a essere riconosciuti nel 2024 come Riserva Mondiale della Biosfera UNESCO e a essere protetti dal Parco Regionale dei Colli Euganei, istituito nel 1989.

Dal punto di vista agronomico, le condizioni pedoclimatiche di questa zona sono ideali per la coltivazione di diverse colture arboree, tra le quali spiccano l'olivo e la vite. Queste piante non solo si adattano perfettamente al territorio, ma i prodotti che se ne ricavano, grazie alle loro particolari proprietà organolettiche, riflettono la profonda eterogeneità dei suoli e del clima di questa regione.

## 1.1 GEOLOGIA

La formazione dei Colli Euganei ha avuto inizio circa 43 milioni di anni fa, durante l'Eocene Superiore, quando cominciò l'attività vulcanica in un fondale marino pianeggiante. Questo processo diede luogo a una serie di eruzioni effusive ed esplosive che depositarono materiali come lava basaltica fluida, ricca di minerali come ferro e magnesio, e materiali piroclastici come ceneri e lapilli. Dopo questa prima fase, si verificò un periodo di quiescenza, seguito da una ripresa dell'attività vulcanica alcuni milioni di anni dopo, durante l'Oligocene Inferiore.

In questa seconda fase, si formarono magmi con caratteristiche diverse: quelli ricchi di silice, che diedero origine a rocce come rioliti, trachiti e latiti, e quelli basaltici, simili a quelli del primo ciclo eruttivo, ma in quantità inferiori. La maggiore viscosità dei magmi silicei permise la creazione di rilievi che si svilupparono verticalmente, raggiungendo in alcuni casi altezze di diverse centinaia di metri. Le eruzioni proseguirono fino a quando i rilievi più alti emergendo dal mare formarono

un arcipelago di isolotti vulcanici. Solo all'inizio del Quaternario, circa 2 milioni di anni fa, questi rilievi cominciarono ad emergere definitivamente, a causa dei movimenti tettonici che sollevarono il fondale marino e dei depositi alluvionali che formarono la pianura veneta. Nei milioni di anni successivi, l'erosione modellò ulteriormente il paesaggio, esponendo le dure rocce vulcaniche che oggi caratterizzano i Colli Euganei.

La complessa storia geologica dei Colli Euganei si riflette nella variegata composizione dei suoli, dove una matrice sedimentaria più antica è sovrastata da rocce vulcaniche di diversa natura.

## **1.2 CARTA DEI SUOLI**

È importante comprendere la variabilità dei suoli in funzione della diversa origine geo-pedologica di questa area, poiché essa è in grado di influenzare lo sviluppo fenologico e, ancor di più, le caratteristiche organolettiche dell'uva.

Di fatto, in quest'area, è possibile distinguere suoli di origine sedimentaria calcarea, costituiti da marne e/o da rocce sedimentarie quali Biancone e Scaglia Rossa, e altri di origine vulcanica, costituiti da Rioliti e Trachiti. Di seguito è riportata la carta dei suoli dei Colli Euganei ricavata dal sito ARPAV.

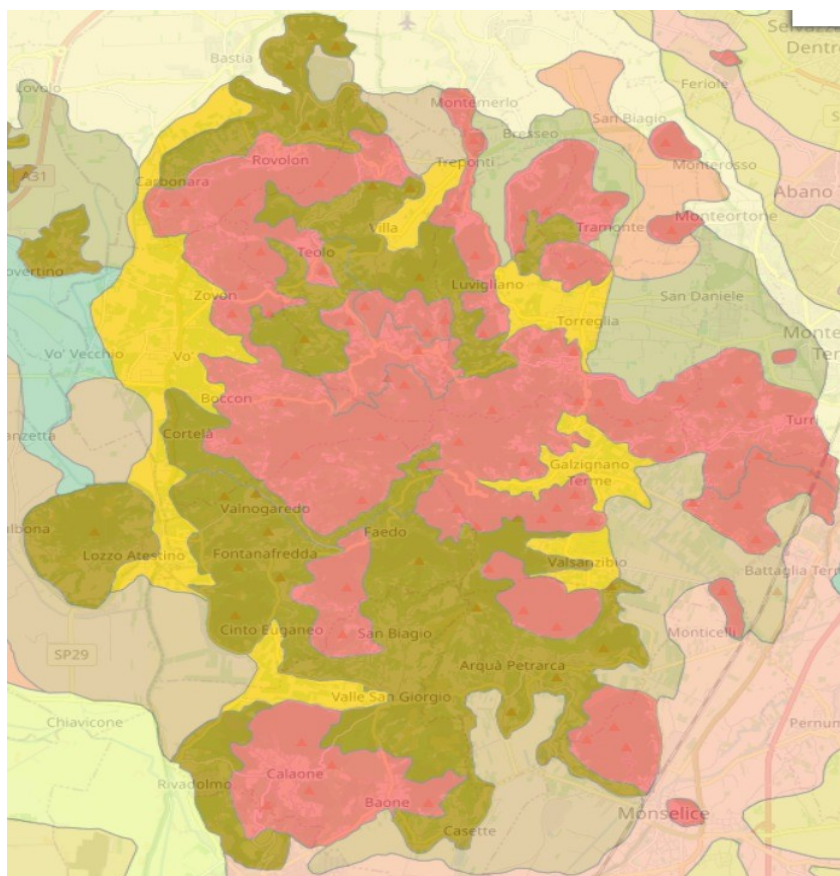


Figura 1: carta dei suoli dell'area dei Colli Euganei, tratta da sito di ARPAV

## Legenda

- Riempimenti vallivi e conoidi, con depositi franchi, derivanti da rocce di origine sedimentaria, estremamente calcarei, dolcemente inclinati.
- Colline arrotondate, apici collinari e creste corrispondenti ai maggiori corpi vulcanici acidi, con versanti a pendenze medio-alte.
- Versanti ondulati su calcari marnosi con pendenze medio-alte, interessati da gradonature antropiche.

## 1.3 CLIMA

Il clima dei Colli Euganei è estremamente variegato, influenzato dalla posizione, dalla quota e dall'esposizione dei rilievi. La presenza di numerosi microclimi incide significativamente sullo sviluppo della vegetazione e, di conseguenza, sulla

produzione agricola. A pochi chilometri di distanza, è possibile riscontrare condizioni meteorologiche diverse, che possono influenzare il ciclo fenologico delle colture. In generale, l'area meridionale e i versanti esposti a sud hanno un clima sub-mediterraneo, mentre l'area centro-settentrionale, i versanti esposti a nord e i rilievi più alti tendono a presentare un clima sub-montano. Le differenze climatiche non riguardano solo le temperature, ma anche le precipitazioni, che sono più abbondanti a nord e diminuiscono verso sud e da ovest verso est. La piovosità annuale varia in media tra 700 e 900 mm, con oscillazioni significative che possono portare a un minimo di 400-600 mm in anni di siccità e a un massimo di 1400 mm in annate particolarmente piovose, con le precipitazioni concentrate principalmente in autunno e primavera. Vi è inoltre un'influenza dovuta alla posizione dei rilievi nella Pianura Veneta, che con il suo mesoclima modera le oscillazioni climatiche, soprattutto nel fondovalle e nel periodo autunno-invernale, con la comparsa di nebbie e foschie e quindi livelli di umidità elevati riscontrabili anche nel periodo estivo. Si verificano poi fenomeni di inversione termica tipici delle aree collinari, che in alcuni casi possono essere piuttosto accentuati.

Ne consegue quindi che questo territorio, attraverso le sue peculiarità climatiche, rappresenta un contesto particolarmente vocato alla viticoltura, la quale costituisce la principale produzione agroalimentare dei Colli Euganei.

Se si parla di clima, in questo momento storico è inevitabile menzionare il cambiamento climatico in corso e il conseguente riscaldamento globale. Questo tema, sempre più rilevante anche nel settore agricolo, non può essere trascurato in questa tesi. Di fatto le temperature medie tendono ad aumentare di anno in anno e gli eventi meteorologici estremi sono sempre più frequenti. Un esempio lo è anche questa annata: caratterizzata da una primavera altamente piovosa con eventi talvolta molto intensi e un'estate dove i mesi di luglio ed agosto sono stati molto caldi. Questo aspetto verrà poi approfondito in seguito nel paragrafo dedicato all'analisi climatica.

#### **1.4 IL SETTORE VITIVINICOLO E LE SUE ORIGINI**

La viticoltura nei Colli Euganei ha radici antiche e una tradizione profondamente radicata nel territorio. Nel corso dei secoli, questa tradizione si è evoluta, facendo

della viticoltura un settore sempre più specializzato e fondamentale per l'economia dei comuni che compongono il distretto. Nonostante i vini dei Colli Euganei non siano sempre conosciuti quanto altri prodotti enologici italiani, la loro qualità è spesso eccellente, con alcune produzioni di nicchia che esprimono al meglio la variabilità e la ricchezza dei suoli vulcanici della zona.

Le origini della viticoltura nei Colli Euganei risalgono a periodi antichissimi, tra l'VIII e il V secolo a.C., quando le interazioni tra i Veneti e gli Etruschi favorirono la diffusione della vite. Durante l'epoca romana, la viticoltura divenne uno dei settori agricoli più importanti, e con la diffusione del cristianesimo nel Medioevo, la coltivazione della vite assunse ancora più rilevanza, portando i Colli Euganei a essere una delle principali aree produttive. Tuttavia, la storia della viticoltura euganea non è stata priva di difficoltà. Nel 1709, un'ondata di gelo devastò quasi tutte le viti, riducendo drasticamente la produzione. Un secolo più tardi, la viticoltura fu ulteriormente compromessa da malattie importate dall'America, come la Peronospora, l'Oidio e la Fillossera. Solo a metà del XX secolo, con la fondazione della cantina sociale di Vo', il settore iniziò a riprendersi, portando, nel 1969, alla creazione della Denominazione di Origine Controllata (DOC) per i vini dei Colli Euganei. Da quel momento in poi, il settore è diventato sempre più specializzato, raggiungendo gli alti livelli di qualità attuali.

Oggi, la superficie vitata dei Colli Euganei si estende su circa 2.550 ettari, con oltre la metà dedicata a varietà di uve a bacca bianca come il Moscato Giallo, la Glera, lo Chardonnay e il Manzoni Bianco. Negli ultimi anni, queste varietà sono state valorizzate per la produzione di vini molto richiesti sul mercato. Nel 2011 è stata istituita la DOCG Colli Euganei Fior d'Arancio, dedicata a un vino spumante ottenuto da Moscato Giallo. La crescente domanda di vini frizzanti e spumanti ha portato al successo del Serprino, un vino ottenuto da uve Glera, simile al Prosecco, che è diventato molto popolare tra i consumatori.

Tuttavia, l'attenzione crescente verso le uve bianche ha ridotto l'importanza delle varietà a bacca nera, che continuano però a essere una delle migliori espressioni del territorio. Varietà come il Cabernet Franc, il Cabernet Sauvignon, il Merlot e il Carménère, oltre al Raboso Piave da cui si ottiene il Friularo, hanno sempre

arricchito i Colli Euganei con vini rossi di grande intensità e struttura minerale. Nonostante la loro presenza sia ancora rilevante, questi vini non sono sufficientemente valorizzati a livello nazionale e internazionale. Questo aspetto diventa sempre più cruciale in un contesto climatico in continua evoluzione, meno favorevole alla maturazione delle uve bianche. Proprio per questo motivo, come suggerito da questa tesi, le varietà bordolesi potrebbero rappresentare una risorsa fondamentale per il presente e soprattutto per il futuro della viticoltura nei Colli Euganei, in un contesto sempre più incerto.

## **1.5 VARIETÀ BORDOLESI: CABERNET SAUVIGNON E MERLOT**

Merlot, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Carménère e Petit Verdot sono varietà di vite (*Vitis vinifera* L.) a bacca nera coltivate originariamente nella regione del Bordeaux, che, una volta assemblate nelle giuste proporzioni o vinificate singolarmente, portano alla produzione di vini rossi pregiati e riconosciuti in tutto il mondo. Proprio per la notorietà e la qualità di questi vini, già a partire dall'800, l'impronta stilistica bordolese iniziò a diffondersi oltre i confini francesi, soprattutto in Italia, e successivamente in tutto il mondo, in particolar modo negli Stati Uniti, in Sud America, in Sud Africa, in Australia e in Nuova Zelanda. Di fatto, i vitigni bordolesi, grazie a questa importante diffusione, sono tutt'oggi considerati internazionali. Ciò è stato reso possibile non solo per la volontà di ricercare prodotti con caratteristiche simili a quelli francesi, ma soprattutto per la grande capacità di adattamento di queste varietà. Infatti, riescono ad esprimersi in maniera efficace in diverse condizioni pedoclimatiche e, in funzione delle tecniche di coltivazione e di gestione della vigna, possono portare all'ottenimento di vini dalle diverse caratteristiche, che ben si confanno anche a diversi obiettivi enologici. Si può però affermare che esistono zone produttive maggiormente vocate, in grado di esaltare le proprietà organolettiche di queste uve: gli ambienti collinari con terreni argillosi o di origine vulcanica sono spesso determinanti per lo sviluppo di vini strutturati e

longevi. È inoltre necessario, al fine di far emergere la qualità, una gestione accurata della vigna e delle lavorazioni, scegliendo in primis sistemi di allevamento adatti ed evitando rese troppo abbondanti.

Di seguito vengono descritte nel dettaglio le principali caratteristiche di uno dei principali vitigni bordolesi diffusi nel territorio dei Colli Euganei: Cabernet Sauvignon.

## 1.5.1 Cabernet Sauvignon

### 1.5.1.1 Ampelografia

Per la descrizione di questo vitigno si è usufruito di un clone di "Cabernet sauvignon" esistente presso la collezione ampelografica della Stazione Sperimentale di Viticoltura e di Enologia di Conegliano. I caratteri rilevati nella predetta collezione sono stati confrontati successivamente con quelli riscontrati sul "Cabernet sauvignon" coltivato in provincia di Trento (Lavis e S. Michele a/A), Udine (Buttrio ed Aquileia), Gorizia (Capriva e Farra d'Isonzo), ecc. Per quanto il "Cabernet sauvignon" presenti una certa analogia con il "Cabernet franc" (ed un po' anche con il "Merlot"), non è possibile confondere fra loro i due vitigni, com'è stato messo in evidenza da uno di noi (Cosmo, 1940) e com'è stato succintamente riassunto nella monografia riguardante il "Cabernet franc", alla quale pertanto si rimanda.

#### 1.5.1.1.1 Germoglio di 10-20 cm

**Apice:** espanso, cotonoso, bianco-giallastro con intense sfumature rosato-vinose.



**Figura 2:** apice germoglio Cabernet Sauvignon (Registro Nazionale delle Varietà di Vite)

**Foglioline apicali (dalla 1a alla 3a):** spiegate, lanuginose e rosa-vinose la prima e seconda, aracnoidea e bronzata la terza, superiormente; lanuginose-cotonose e biancastre inferiormente, con tomento che via via dirada; pentalobate e, dalla seconda in poi, con seni profondi e sempre chiusi.

**Foglioline basali (dalla 4a in poi):** spiegate, aracnoidee sulla pagina superiore, leggermente lanuginose su quella inferiore; pentalobate e con seni chiusi.

*Asse del germoglio:* curvo, verde, leggermente bronzato verso la base, aracnoideo.

#### 1.5.1.1.2 *Germoglio alla fioritura*

**Apice:** espanso, lanuginoso, giallo-verde-biancastro con sfumature rosa.

**Foglioline apicali:** spiegate, lanuginosa e biancastra con sfumature vinose la prima; lanuginose-aracnoidee e bronzato-vinose superiormente le due successive; lanuginose e rosa-biancastre inferiormente; pentalobate con seni chiusi.

**Foglioline basali:** spiegate, aracnoidee e verdi con sfumature vinose sulla pagina superiore sino alla 6a, poi quasi glabre; lanuginose sulla pagina inferiore; pentalobate.

**Asse del germoglio:** leggermente curvo, glabro-aracnoideo.

**Tralcio erbaceo:** sezione circolare, leggermente appiattita da un lato, quasi liscio, verde con abbondanti striature vinoso-bronzate, pressoché glabro.

**Vitici:** bifidi, intermittenti (formula: 0-1-2-0-1-2...); media lunghezza e grossezza, verde-giallo con leggere sfumature bronzato-vinose.

**Infiorescenza:** non molto allungata (lunga circa 12 cm), cilindro-piramidale.

**Fiore:** ermafrodita, regolare, autofertile (Cosmo, 1941).

**Foglia:** di media grandezza, pentagonale, quinquelobata con tutti cinque i seni chiusi ed a bordi sovrapposti e disegnanti un caratteristico foro pressoché circolare (il seno peziolare è chiuso anche a lembo piano); pagina superiore glabra, di colore verde scuro, opaca; inferiore aracnoidea e di colore verde chiaro; lembo piegato a coppa, lobi leggermente contorti, angolo alla sommità dei lobi terminali quasi retto e superficie del lembo quasi liscia; nervature principali di color verde chiaro con la



base rossastra; denti molto pronunciati, irregolari, convessi, a base larga; nervature poco appariscenti.



*Figura 3: foglia Cabernet Sauvignon (Registro Nazionale delle Varietà di Vite)*

**Picciolo:** di media lunghezza e grossezza, quasi glabro, di colore bronzato-vinoso, con canale poco evidente.

**Colorazione autunnale delle foglie:** rosso vivo.

**Grappolo a maturità industriale:** piccolo (lungo circa cm 14), cilindro-piramidale, spesso con un'ala molto pronunciata, un po' compatto; peduncolo visibile, semilegnoso, grosso, verde la parte non lignificata.



*Figura 4: grappolo Cabernet Sauvignon (Registro Nazionale delle Varietà di Vite)*

**Acino:** medio (diametro trasversale 13,5 mm), sferoide, regolare, ombelico persistente, sezione trasversale circolare, buccia molto pruinosa, di colore bleu-nero, spessa, consistente; polpa un po' carnosa, di sapore dolce e leggermente erbaceo, succo quasi incolore; pedicelli di media lunghezza e con cercine evidente, verrucoso, rosso-vinoso intenso; pennello corto e di colore rosa-vinoso; separazione dell'acino normale.

**Vinaccioli:** 2-3 per acino, con becco grosso, di media grandezza.

**Tralcio legnoso:** di media grandezza e grossezza; corteccia resistente, sezione trasversale tendente all'ellittico; superficie costoluta, glabra, di colore marrone-rossastro, uniforme ma con zone ai nodi un po' più chiare. Nodi evidenti, meritalli lunghi circa cm 10, gemme conico-arrotondate a base molto larga.

**Tronco:** mediamente robusto.

#### *1.5.1.2 FENOLOGIA*

##### **Fenomeni vegetativi**

**Germogliamento:** un po' tardivo.

**Fioritura:** media.

**Invaiaura:** media.

**Maturazione dell'uva:** IV epoca.

**Caduta delle foglie:** media.

#### *1.5.1.3 CARATTERISTICHE E ATTITUDINI COLTURALI*

**Vigoria:** buona.

**Produzione:** media e costante, allegagione buona (la punta del grappolo non matura sempre perfettamente).

**Posizione del primo germoglio fruttifero:** 2°-3° nodo.

**Numero medio di infiorescenze per germoglio:** 2.

**Fertilità delle femminelle:** molto scarsa.

**Resistenza alle malattie:** sensibile un po' all'oidio.

**Comportamento rispetto alla moltiplicazione per innesto:** normale.

## **1.6 IMPATTO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLO SVILUPPO FENOLOGICO**

La fenologia è direttamente correlata alle variabili ambientali ed è pertanto inevitabile che il cambiamento climatico in atto influisca in maniera determinante su di essa. Questo tema è ormai all'ordine del giorno nell'ambito vitivinicolo, in quanto l'aumento costante delle temperature e l'aumento in frequenza ed intensità degli eventi meteorologici estremi rende la gestione dei vigneti sempre più complicata.

Numerosi studi scientifici sono stati pubblicati in questi ultimi anni nella letteratura scientifica internazionale per valutare gli effetti di questo fenomeno sullo sviluppo vegetativo della vite e sulle dinamiche di maturazione (Jones - 2006). Come ci si può attendere, in tutto il mondo si stanno riscontrando variazioni significative nello sviluppo fenologico della vite, il quale si presenta sempre più anticipato a causa dell'aumento delle temperature. Questo porta a una serie di conseguenze che si ripercuotono poi sulla qualità dei vini ottenuti e, in generale, sul settore vitivinicolo (Jones - 2008).

Di fatto, il primo effetto del riscaldamento globale che si può riscontrare è il sempre più precoce germogliamento. Questo aspetto, che può sembrare marginale, non lo è affatto, in quanto espone i germogli a una maggiore possibilità di gelate tardive che danneggerebbero la vegetazione e, nel peggiore dei casi, potrebbero azzerare la produzione (Frioni et al - 2023). Successivamente si riscontrano problematiche legate a eventi meteorologici molto intensi, talvolta estremi. Non ci si riferisce soltanto alle precipitazioni, ma anche ad altri fenomeni come ondate di calore anomalo o periodi lunghi di siccità (Palliotti et al. - 2019). Eventi di questo tipo possono mettere a dura prova l'equilibrio della vite, provocando uno sviluppo fenologico instabile. Si assiste quindi sempre più spesso a un ciclo vegetativo sempre più anticipato e veloce che porta a raccolte sempre più precoci (Tomasi & Lovat - 2012).

L'aspetto sul quale ci si sofferma maggiormente è legato alle dinamiche di maturazione che, a causa delle mutazioni del clima e della fenologia della vite, risultano sempre più difficili da interpretare (Meggio 2022). Si è riscontrato che le estati calde provocano l'anticipo dell'invasatura e, di conseguenza, dell'avvio della maturazione. Le elevate temperature in questa fase non giocano un ruolo a favore nel raggiungere parametri enologici ottimali, in quanto il grado zuccherino risulta essere sempre più elevato e l'acidità sempre più bassa. Ciò porta a ottenere vini molto alcolici e poco freschi.

Per evitarlo è importante intervenire con pratiche agronomiche durante il corso dell'annata per rallentare lo sviluppo fenologico, come eseguire la potatura a ridosso del risveglio vegetativo in modo da posticiparlo (Garavani et al. – 2023), oppure regolare le dinamiche di maturazione attraverso cimature tardive (Rombola' et al. - 2012). È comunque inevitabile, soprattutto nelle aree più calde, che di questo passo si possa arrivare a una situazione dove la coltivazione di alcuni vitigni diventa poco vantaggiosa nonostante l'adozione di contromisure per contrastare il cambiamento climatico. Si devono quindi individuare soluzioni alternative per garantire la sopravvivenza della viticoltura in certe aree, come puntare sulla coltivazione di vitigni che possono adattarsi più facilmente alle nuove condizioni climatiche, oppure individuare zone produttive nelle quali le caratteristiche pedoclimatiche siano idonee all'ottimale sviluppo fenologico di una certa varietà (Fraga et al. - 2013).

È inevitabile quindi che, per preservare l'acidità e l'aromaticità delle uve, sarà necessario spostare la produzione di alcuni vitigni più a nord, oppure a quote più elevate e in versanti collinari meno esposti. Anche i Colli Euganei stanno iniziando a interfacciarsi con questa tipologia di problematiche, che diventeranno sempre più evidenti. Infatti, uno degli obiettivi di questa tesi è individuare la variabilità pedoclimatica del territorio al fine di valutare quali strategie possono essere adottate per garantire una produzione di qualità della varietà Merlot, anche in futuro, quando gli effetti del cambiamento climatico saranno ulteriormente accentuati.

## **2 SCOPO**

Il principale obiettivo di questo lavoro di tesi è stato quello di condurre un'analisi approfondita sulle diversità che emergono tra vigneti collocati in aree diverse del territorio dei Colli Euganei. In particolare, l'attenzione è stata focalizzata su varietà bordolesi: Cabernet Sauvignon e Merlot. L'indagine si è articolata attraverso un'osservazione sistematica dello sviluppo fenologico, delle crescite e delle maturazioni delle uve della stessa varietà di uva.

L'analisi ha rivelato come le differenze tra vigneti siano soprattutto evidenti in funzione della localizzazione geografica dei terreni, che include variabili come l'esposizione solare, l'origine geo- pedologica del suolo e l'altitudine a cui i vigneti si trovano. Questi fattori, interagendo tra loro, creano un micro- e mesoclima unico per ciascun vigneto, il quale a sua volta influisce in modo significativo sull'espressione delle caratteristiche vegetative e produttive delle piante.

### 3 MATERIALI E METODI

#### 3.1 VIGNETI DI STUDIO

In questo studio sono state scelti 8 vigneti all'interno del territorio dei Colli Euganei, come indicato nell'immagine sotto riportata.



*Figura 5: foto aerea, presa da Google Earth, rappresentante la collocazione geografica dei vari vigneti.*

Per facilitare la comprensione e l'analisi delle informazioni raccolte, sono state riassunte le caratteristiche più significative di ciascun vigneto in tabelle.

Tabella 1: caratteristiche vigneto FLO

AZIENDA	IL FILO DELLE VIGNE
SIGLA	FLO
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	SUD
POSIZIONE	45°14'33"N 11°42'25"E
ALTITUDINE	61msl
ORIENTAMENTO FILARI	NE-SO
DINSTANZA TRA LE PIANTE	0.85m
INTERFILA	2.5m
SUPERFICIE VIGNETO	1.2ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	4706 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT SEMPLICE
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.4m
GESTIONE INTERFILA	TRINCIATO
GESTIONE SOTTOFILA	LAVORATO
SCACCHIATURA	X
DEFOGLIATURA	X
SUOLO	Calcereo-marnoso costituito per lo più da Biancone e Scaglia Rossa, con suoli più o meno profondi a seconda della pendenza del versante fortemente decarbonati, con accumolo di argilla in superficie nelle aree più stabili.

Tabella 2: caratteristiche vigneto VGN

AZIENDA	VIGNALTA
SIGLA	VGN
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	SUD
POSIZIONE	45°16'23"N 11°40'14"E
ALTITUDINE	120msl
ORIENTAMENTO FILARI	NO-SE
DINSTANZA TRA LE PIANTE	0.8m
INTERFILA	2.4m
SUPERFICIE VIGNETO	0.26ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	5208 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT SEMPLICE
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.5m
GESTIONE INTERFILA	TRINCIATO
GESTIONE SOTTOFILA	LAVORATO
SCACCHIATURA	X
DEFOGLIATURA	X
SUOLO	Suolo su rocce carbonatiche costituite da marne calcaree e siltiti, con strato superficiale moderatamente profondo e a moderata differenziazione del profilo.

*Tabella 3: caratteristiche vigneto PNZ*

AZIENDA	PIANZIO
SIGLA	PNZ
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	CENTRO
POSIZIONE	45°18'47"N 11°44'13"E
ALTITUDINE	14msl
ORIENTAMENTO FILARI	NE-SO
DISTANZA TRA LE PIANTE	0.9m
INTERFILA	2.4m
SUPERFICIE VIGNETO	0.45ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	4630 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT DOPPIO CAPOVOLTO
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.5m
GESTIONE INTERFILA	TRINCIATO
GESTIONE SOTTOFILA	DISERBATO
SCACCHIATURA	
DEFOGLIATURA	X
SUOLO	Superficie colluviale subpianeggiante, costituite da sabbie, limi e argille, prevalentemente silicatici.

*Tabella 4: caratteristiche vigneto OLV*

AZIENDA	OLIVATO
SIGLA	OLV
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	CENTRO
POSIZIONE	45°18'14"N 11°41'25"E
ALTITUDINE	210msl
ORIENTAMENTO FILARI	NE-SO
DISTANZA TRA LE PIANTE	0.9m
INTERFILA	2.4m
SUPERFICIE VIGNETO	0.55ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	4630 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT DOPPIO CAPOVOLTO
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.5m
GESTIONE INTERFILA	LAVORATO
GESTIONE SOTTOFILA	LAVORATO
SCACCHIATURA	
DEFOGLIATURA	
SUOLO	Suolo su rocce carbonatiche costituite da marne calcaree e siltiti, con strato superficiale moderatamente profondo e a moderata differenziazione del profilo.



Tabella 5: caratteristiche vigneto CRP

AZIENDA	CARPANESE
SIGLA	CRP
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	NORD
POSIZIONE	45°20'06"N 11°40'12"E
ALTITUDINE	160msl
ORIENTAMENTO FILARI	E-O
DISTANZA TRA LE PIANTE	1.2m
INTERFILA	3m
SUPERFICIE VIGNETO	0.50ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	2778 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT DOPPIO CAPOVOLTO
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.8m
GESTIONE INTERFILA	TRINCIATO
GESTIONE SOTTOFILA	NON LAVORATO
SCACCHIATURA	
DEFOGLIATURA	
SUOLO	Suolo su rocce carbonatiche costituite da marne calcaree e siltiti, con strato superficiale moderatamente profondo e a moderata differenziazione del profilo.

Tabella 6: caratteristiche vigneto CLN

AZIENDA	CALAON
SIGLA	CLN
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	NORD
POSIZIONE	45°20'06"N 11°39'52"E
ALTITUDINE	175msl
ORIENTAMENTO FILARI	NE-SO
DISTANZA TRA LE PIANTE	0.7m
INTERFILA	2.5m
SUPERFICIE VIGNETO	2.8ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	5714 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT SEMPLICE
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.4m
GESTIONE INTERFILA	TRINCIATO
GESTIONE SOTTOFILA	LAVORATO
SCACCHIATURA	
DEFOGLIATURA	
SUOLO	Suolo su rocce carbonatiche costituite da marne calcaree e siltiti, con strato superficiale moderatamente profondo e a moderata differenziazione del profilo.

Tabella 7: caratteristiche vigneto CHS

AZIENDA	CHIESETTA
SIGLA	CHS
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	NORD
POSIZIONE	45°21'26"N 11°38'34"E
ALTITUDINE	115msl
ORIENTAMENTO FILARI	E-O
DINSTANZA TRA LE PIANTE	1m
INTERFILA	2.5m
SUPERFICIE VIGNETO	0,8ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	4000 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT DOPPIO CAPOVOLTO
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.5m
GESTIONE INTERFILA	TRINCIATO
GESTIONE SOTTOFILA	LAVORATO
SCACCHIATURA	
DEFOGLIATURA	
SUOLO	Suolo su rocce vulcaniche acide silicatiche (rioliti e trachiti), con strato superficiale a reazione acida.

Tabella 8: caratteristiche vigneto RSS

AZIENDA	REASSI
SIGLA	RSS
VARIETÀ	CABERNET SAUVIGNON
ZONA	NORD
POSIZIONE	45°22'04"N 11°38'16"E
ALTITUDINE	18msl
ORIENTAMENTO FILARI	E-O
DINSTANZA TRA LE PIANTE	1.2m
INTERFILA	3m
SUPERFICIE VIGNETO	0,08ha
DENSITÀ PIANTE ETTARO	2778 piante/ha
FORMA DI ALLEVAMENTO	GUYOT DOPPIO CAPOVOLTO
ALTEZZA PARETE FOGLIARE	1.3m
GESTIONE INTERFILA	TRINCIATO
GESTIONE SOTTOFILA	LAVORATO
SCACCHIATURA	X
DEFOGLIATURA	X
SUOLO	Suoli su materiali carbonatici con starto superficiale costituito da depositi prevalentemente limosi e argillosi, a drenaggio difficoltoso.

È possibile quindi classificare i vigneti in base alle principali caratteristiche agronomiche e pedoclimatiche, individuando le aziende che possiedono punti in comune. Sono state prese in considerazione caratteristiche rappresentative quali: zona, altitudine, suolo e forma di allevamento. Di seguito è riportata la classificazione dei vigneti in funzione di questi aspetti.

- **Zona**
  - *Sud*: FLO, VGN.
  - *Centro*: PNZ, OLV.
  - *Nord*: CRP, CLN, CHS, RSS.
- **Altitudine**
  - *< 100m slm*: FLO, PNZ, RSS.
  - *>100m slm*: VGN, OLV, CRP, CLN, CHS.
- **Origine geo-pedologica**
  - *suolo di origine sedimentaria*: FLO, VGN, PNZ, OLV, CRP, CHS, RSS.
  - *suolo di origine vulcanica*: CHS.
- **Forma di allevamento**
  - *Guyot*
    - doppio capovolto: PNZ, OLV, CRP, CHS, RSS.
    - Guyot semplice: FLO, VGN, CLN.

## **3.2 PROTOCOLLO DI RILEVAMENTO**

Il monitoraggio delle fasi fenologiche è stato eseguito con cadenza regolare, generalmente a intervalli di circa dieci giorni, compatibilmente con le condizioni meteorologiche e la fase fenologica specifica delle piante. Tali fasi potevano manifestarsi in modo più lento o accelerato, richiedendo, di conseguenza, un adattamento della frequenza delle osservazioni per catturare accuratamente le dinamiche di crescita e sviluppo.

Per una gestione più efficiente e per ottenere dati più rappresentativi, sono stati scelti i vigneti all'interno di 3 macro-aree 'omogenee': Nord, Centro e Sud. In ogni appezzamento (uno di Merlot e uno di Cabernet Sauvignon) sono stati condotti i rilievi. Per ogni vigneto, sono state selezionate casualmente 12 piante lungo 3 filari (blocchi) all'interno dell'appezzamento. Questo approccio è stato adottato per garantire che le misurazioni effettuate riflettessero fedelmente la variabilità interna al vigneto e potessero quindi offrire una misura quanto più possibile rappresentativa dello stato di sviluppo delle piante.

Nello specifico, considerata la dimensione modesta degli appezzamenti, abbiamo optato per la selezione di tre filari equidistanti tra loro e all'interno di ciascun filare, sono state individuate quattro piante, distribuite in modo regolare. Per ogni pianta selezionata, sono stati scelti tre germogli, sui quali è stato eseguito un monitoraggio costante lungo tutto il ciclo di crescita, fino alla completa maturazione del frutto. Questo metodo di campionamento ci ha permesso di seguire in dettaglio l'evoluzione di ogni singolo germoglio e di ottenere dei dati quanto più precisi sulla crescita fenologica delle due varietà.

### **3.2.1 FENOLOGIA**

Per quanto riguarda la metodologia adottata per i rilevamenti fenologici, ci siamo avvalsi della scala fenologica BBCH come sistema di riferimento (Lorenz et al., 1994). La scala BBCH, il cui acronimo sta per *Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie*, è un sistema di codifica che consente di descrivere in maniera precisa e univoca le fasi fenologiche delle piante attraverso l'utilizzo di codici numerici. Tali codici sono composti da due cifre: la prima cifra indica lo stadio fenologico primario, mentre la seconda cifra specifica la fase

fenologica secondaria all'interno del corrispondente stadio primario. Questo sistema, adottato a livello internazionale, è particolarmente utile per uniformare le descrizioni fenologiche e permettere un confronto più agevole tra studi condotti in contesti diversi.

Nell'ambito della vite (*Vitis vinifera* L.), la scala BBCH consente di distinguere e classificare con precisione le diverse fasi di crescita della pianta, partendo dalla gemma dormiente fino alla maturazione completa del frutto. Le principali fasi fenologiche della vite, come definite dalla scala BBCH, sono di seguito brevemente schematizzate:

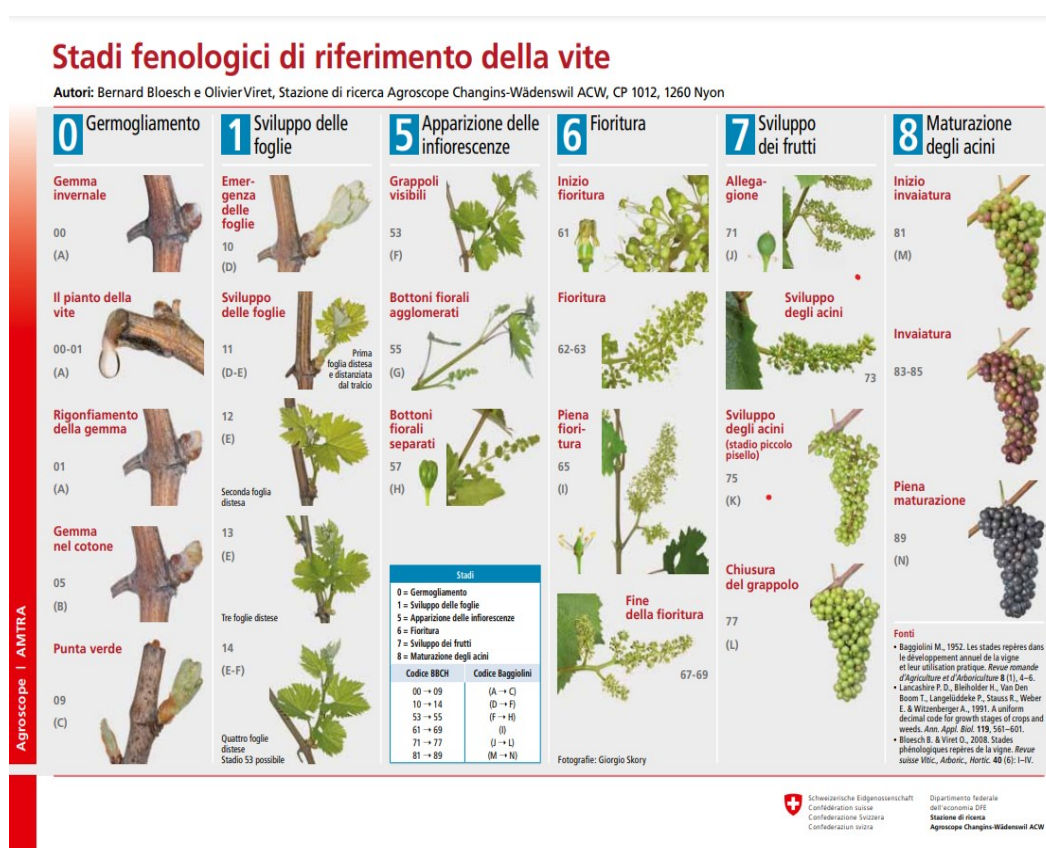


Figura 6: tavola per il riconoscimento fenologico secondo la scala BBCH (Bloesch e Viret, 2008)

### 3.2.2 FERTILITÀ GEMME

Nel mese di maggio, ai fini di valutare la variabilità fra i diversi vigneti presi in considerazione, è stata condotta l'analisi della fertilità delle gemme, in modo da ottenere un parametro riguardante la produttività. In questo caso, per ogni vigneto è stato reso un campione più ampio rispetto alle 12 piante di riferimento, in quanto

essendo un parametro puramente statistico, è possibile ottenere un dato più attendibile.

Questa analisi prevede due fasi: la prima è il rilevamento dei dati in campo attraverso la compilazione di un'apposita tabella, e successivamente vi è la procedura di elaborazione dei dati dai quali si ottengono 3 parametri di riferimento.

#### *3.2.2.1 Fase 1: campionamento*

L'obiettivo di questa fase è individuare un campione rappresentativo di piante all'interno del vigneto (20 in questo caso) e procedere poi con la conta delle infiorescenze presenti su ogni singolo germoglio che compone il capo a frutto o il cordone speronato e riportare tutto in una scheda strutturata appositamente per raccogliere queste informazioni. Si tiene in considerazione in primis il germoglio principale ma anche gli assi secondari. Al termine del rilevamento si ottiene una tabella con una serie di righe di dati dove ognuna di esse corrisponde al capo a frutto di una pianta potata a Guyot o a doppio capovolto, oppure al cordone speronato di una pianta potata nell'omonimo sistema di allevamento. Così facendo è possibile risalire alla fertilità media per pianta ed effettuare una stima di produzione per ogni singolo vigneto in funzione del sesto d'impianto.

#### *3.2.2.2 Fase 2: elaborazione dei dati.*

Dalla scheda di campionamento è possibile estrapolare, attraverso gli opportuni calcoli, i tre parametri della fertilità:

- **fertilità potenziale:** n. infiorescenze su germoglio principale / n. germogli principali
- **fertilità reale:** n. infiorescenze su germoglio principale / n. nodi
- **fertilità media nodo:** n. infiorescenze totali / n. nodi

Inoltre, è possibile ricavare il numero e la percentuale di gemme ceche e di assi secondari, ma in questo caso studio ci siamo soffermati sui parametri di fertilità.

### **3.2.3 ANALISI MATURAZIONE UVA**

Il 30 agosto è stato effettuato un campionamento delle uve per analizzarne il livello di maturazione, focalizzandosi su due parametri principali: la concentrazione di zuccheri e l'acidità totale, espresse in g/L. Questi parametri sono cruciali in questa

fase della maturazione. È stato importante raccogliere dati da ogni vigneto per fare una valutazione approfondita dello sviluppo delle uve in relazione alle condizioni climatiche e per evidenziare le differenze tra le diverse aree.

Sono stati anche confrontati i risultati tenendo conto delle scelte agronomiche fatte dai viticoltori, come la gestione della vigna e le lavorazioni eseguite durante l'annata. Inoltre, sono stati misurati il diametro e il peso di 100 acini per raccogliere ulteriori informazioni sulla produttività e sullo sviluppo dei grappoli.

Per garantire che le analisi fossero rappresentative delle condizioni reali del vigneto, i campioni sono stati prelevati con particolare cura: per ogni vigneto, sono stati raccolti due tipi di campioni: uno per il controllo di zuccheri e acidità e uno per le misure di diametro e peso di cento acini.

#### **3.2.4 Determinazione della concentrazione di zuccheri e acidità**

Questa attività si è svolta in due principali fasi: la prima di campionamento e la seconda di analisi.

##### *3.2.4.1 Fase 1: campionamento*

Sono stati selezionati acini da diversi grappoli in tutta l'area di ogni vigneto e messi in un sacchetto. Per garantire un campione rappresentativo, le bacche sono state prelevate in modo eterogeneo: abbiamo scelto acini da grappoli situati in posizioni diverse e con esposizioni variabili sulla pianta. Inoltre, abbiamo raccolto acini sia dalle parti periferiche che da quelle più interne dei grappoli. Questo approccio ha permesso di ottenere circa 200 bacche per ogni vigneto, assicurando un campione ben rappresentativo.

##### *3.2.4.2 Fase 2: analisi dei campioni*

Determinazione della concentrazione degli zuccheri e dell'acidità totale con analizzatore enzimatico.

###### *3.2.4.2.1 Preparazione del campione.*

I circa 200 acini d'uva, raccolti in un sacchetto per ogni campione, sono stati trasferiti in un becher abbastanza grande e spremuti con un mortaio apposito. Questo ha permesso di ottenere il mosto, che è stato poi filtrato attraverso garze

filtranti da laboratorio. Successivamente, il mosto filtrato è stato trasferito in cuvette tramite una pipetta e preparato per l'analisi automatica.

Le cuvette sono state inserite negli appositi vani del caricatore, che è stato poi collocato nello strumento per l'elaborazione enzimatica dei campioni. La preparazione è identica sia per l'analisi degli zuccheri che per quella dell'acidità totale, poiché una sola cuvetta viene utilizzata per entrambe le misurazioni.

#### *3.2.4.2.2 Procedimento analitico*

Questa fase avviene automaticamente grazie ad un analizzatore enzimatico (mod. Y15, Biosystem). Lo strumento esegue in modo automatico le procedure di analisi, prelevando il mosto e facendolo reagire con reagenti enzimatici. Successivamente, l'analizzatore misura e registra i parametri ottenuti, esprimendo le concentrazioni in g/L nel dataset programmato.

Il processo prevede una reazione enzimatica all'interno del mosto, che consente di determinare la concentrazione dei diversi elementi nei campioni.

### **3.2.5 Misurazione diametro e peso di 100 acini.**

La seconda parte delle osservazioni si è concentrata sulle dimensioni e sulla massa degli acini, variabili che possono essere influenzate da diversi fattori, tra cui le condizioni climatiche. Questi dati forniscono un ulteriore parametro per un'analisi statistica, permettendo di evidenziare ulteriormente l'eterogeneità tra i vigneti e le diverse zone dei Colli Euganei.

#### *3.2.5.1 Fase 1: campionamento.*

L'obiettivo era selezionare cento acini di dimensioni eterogenee che fossero rappresentativi della maggior parte dei grappoli presenti in un vigneto. Per raggiungere questo scopo, è stato deciso di prelevare 3 o 4 grappoli per ogni vigna e di estrarre da essi le 100 bacche. Questo approccio ha permesso di ottenere una maggiore varietà e di raccogliere dati più realistici al termine delle operazioni.

#### *3.2.5.2 Fase 2: procedimento analitico.*

Una volta selezionati i 100 acini da analizzare, sono stati sistemati su una tavola forata progettata per mantenerli equidistanti e stabili. Questo posizionamento preciso ha permesso di scattare una fotografia degli acini, che è stata poi analizzata



con il software ImageJ. Per determinare il diametro degli acini, si è utilizzata come riferimento una moneta da 50 centesimi posizionata al centro della tavola.

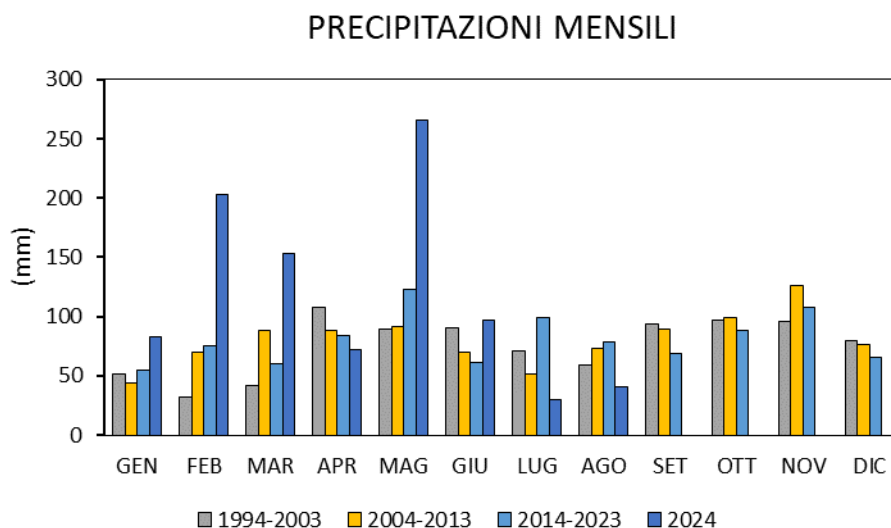
Grazie a questo metodo, è stato possibile ottenere rapidamente le misure del diametro degli acini, che sono poi state elaborate statisticamente per valutare la variabilità tra i diversi campioni. Dopo questa fase, gli acini sono stati pesati con una bilancia di precisione, fornendo ulteriori dati interessanti e variegati tra i diversi vigneti.

## 4 RISULTATI E DISCUSSIONE

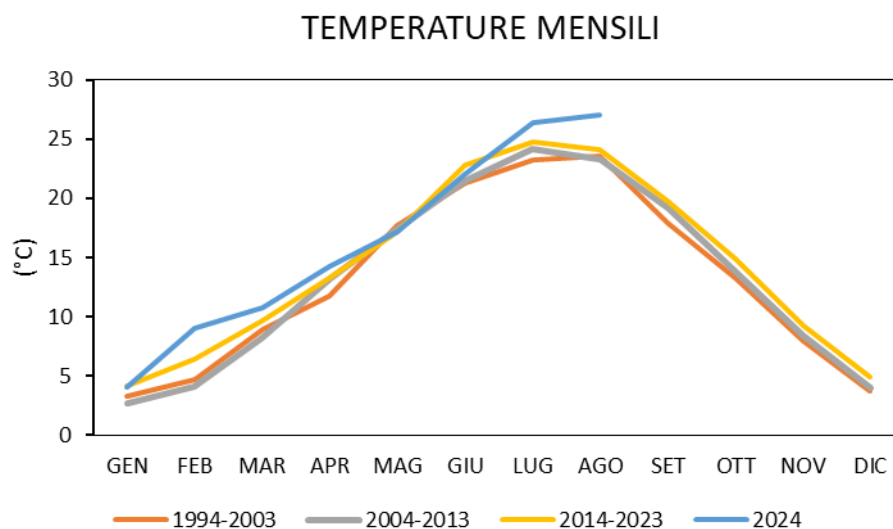
### 4.1 ANDAMENTO CLIMATICO

Essendo il clima uno dei principali elementi di variabilità dei Colli Euganei, è importante, oltre che individuarne le caratteristiche principali, anche analizzarlo in maniera da comprendere meglio quali possono essere le sue influenze sullo sviluppo della vite. Sono stati quindi recuperati dati meteorologici dal sito dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV), al fine di studiare l'andamento della climatologia dell'area e accertarne l'andamento della stagione 2024.

Inizialmente si è voluto effettuare una panoramica sull'andamento climatico degli ultimi 30 anni in relazione alle condizioni riscontrate nel 2024. Questo per fare il punto anche sul cambiamento climatico ed evidenziare le caratteristiche dell'annata presa in considerazione dal nostro caso studio. Di seguito sono riportati i grafici che descrivono l'andamento delle temperature medie e delle precipitazioni.



*Figura 7: grafico che descrive l'andamento delle precipitazioni registrati a Faedo dal 1994 al 2024, evidenziando in particolare le precipitazioni del 2024 in confronto con le medie storiche (elaborazione da dati ARPAV).*



*Figura 8: grafico che descrive l'andamento delle temperature medie mensili registrati a Faedo dal 1994 al 2024, evidenziando in particolar modo i dati del 2024 in confronto con le medie storiche (elaborazione da dati ARPAV).*

Come si può notare, i dati climatici storici sono stati raggruppati in 3 decenni: 1994-2003, 2004-2013 e 2014-2023 a partire dal 1994 fino ad oggi.

Analizzando le precipitazioni (Figura 7) si nota che il trend degli ultimi anni è confermato anche nel 2024: si registrano periodi con eventi meteorologici molto intensi, talvolta estremi, come accaduto nel mese di maggio, alternati a periodi in cui le precipitazioni sono inferiori alla media (Luglio-Agosto). Di fatto si può affermare che le condizioni meteorologiche registrate nel 2024 hanno descritto una annata molto instabile e difficile da gestire a livello viticolo, soprattutto per le abbondanti piogge primaverili.

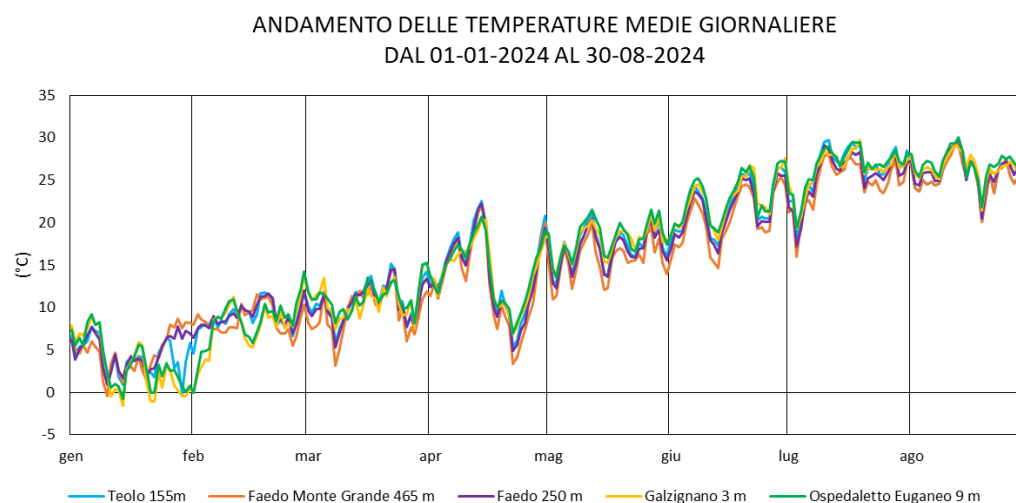
Nel grafico delle temperature si può osservare un lento e continuo aumento, confermato dai dati del 2024, con i mesi di febbraio, luglio e agosto che sono risultati molto al di sopra della media climatologica (Figura 8).

Nella seconda fase dell'analisi, l'obiettivo è stato quello di far emergere la variabilità tra le diverse aree dei Colli Euganei, elaborando i dati ARPAV delle diverse stazioni presenti nel territorio.

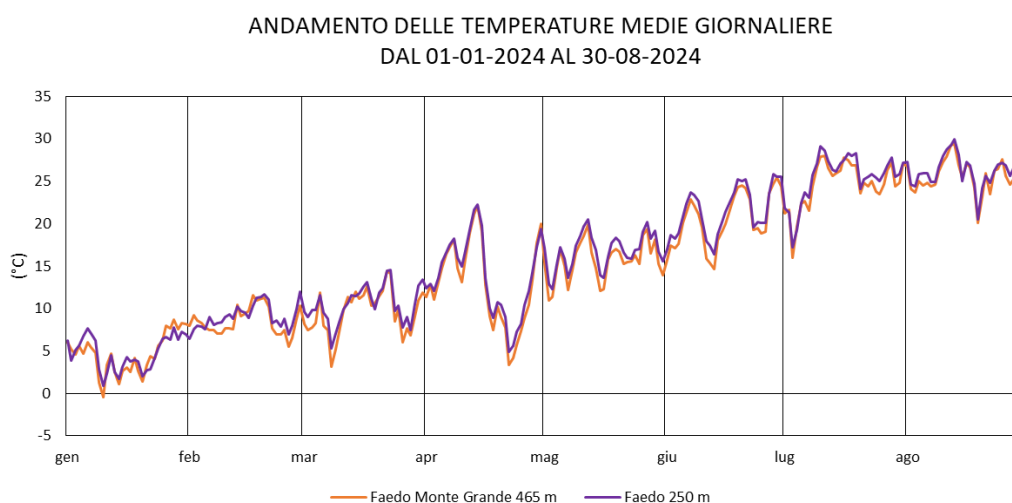
- **Stazioni area nord:**
  - Teolo 155 slm
  - Faedo Monte Grande 465 slm

- Faedo 250 slm
- **Stazione area centro:** Galzignano 3 slm
- **Stazione area sud:** Ospedaletto Euganeo 9 slm

I grafici riportati di seguito descrivono l'andamento meteorologico stagionale nelle diverse aree dei Colli Euganei.

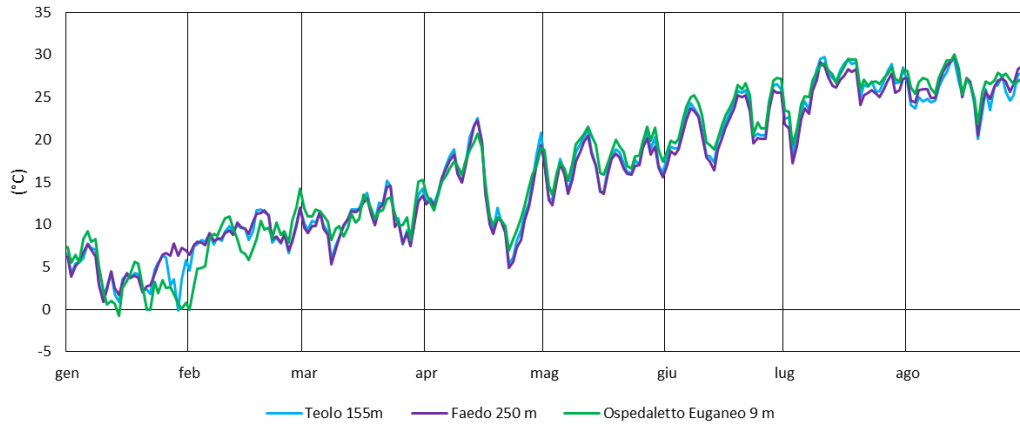


*Figura 9: grafico dell'andamento delle temperature medie giornaliere dal 01-01-2024 al 30-08-2024 prese dalle stazioni meteo di: Teolo, Faedo Monte Grande, Faedo, Galzignano e Ospedaletto Euganeo*



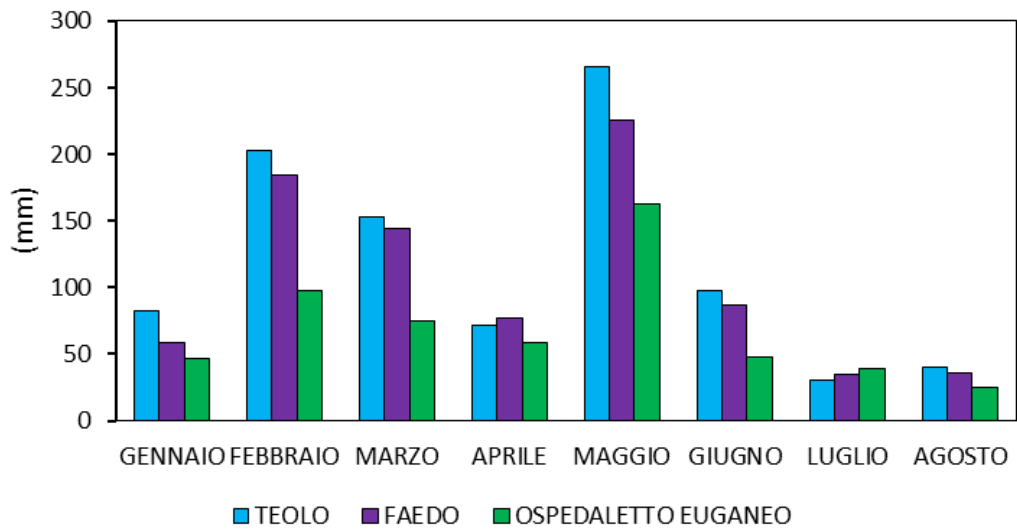
*Figura 10: grafico delle temperature medie giornaliere dal 01-01-2024 al 30-08-2024 prese dalle stazioni meteo di: Faedo Monte Grande e Faedo*

ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE MEDIE GIORNALIERE  
DAL 01-01-2024 AL 30-08-2024



**Figura 11:** grafico dell'andamento delle temperature medie giornaliere dal 01-01-2024 al 30-08-2024 prese dalle stazioni meteo di: Teolo, Faedo e Ospedaletto Euganeo

PRECIPITAZIONI MENSILI



**Figura 12:** grafico delle precipitazioni mensili da gennaio ad agosto 2024 prese dalle stazioni meteo di: Teolo, Faedo e Ospedaletto Euganeo

Dall'osservazione delle Figure 9-11 è possibile avere conferma di come vi sia una elevata variabilità in quest'area. Le zone a Nord e in quota sono tendenzialmente

più fresche e piovose rispetto alle altre, eccetto nel periodo invernale, dove le zone a sud e più vicine alla pianura, risentendo maggiormente del mesoclima della pianura veneta, risultano avere temperature mediamente più basse. Da queste considerazioni possiamo quindi ipotizzare che avremo uno sviluppo della vite più anticipato e veloce nelle aree a sud rispetto quelle a nord.

## 4.2 FERTILITÀ DELLE GEMME

In Figura 13 sono riportati i risultati delle analisi di fertilità delle gemme. Nonostante si possano osservare delle differenze tra i diversi vigneti non sono emerse differenze statisticamente significative tra le diverse zone.

È stata quindi utilizzata la fertilità media nodo per ricavare una stima di produzione in q.li/ettaro. È stato necessario eseguire il calcolo tenendo in considerazione, oltre al dato di fertilità, anche il peso medio grappolo, il numero medio di gemme/germogli per pianta e la densità di ceppi a ettaro dell'impianto. Di fatto la misura che si ottiene è frutto in parte anche delle scelte effettuate durante l'impostazione del vigneto e in fase di potatura, dove si opera in funzione di ottenere un certo risultato produttivo.

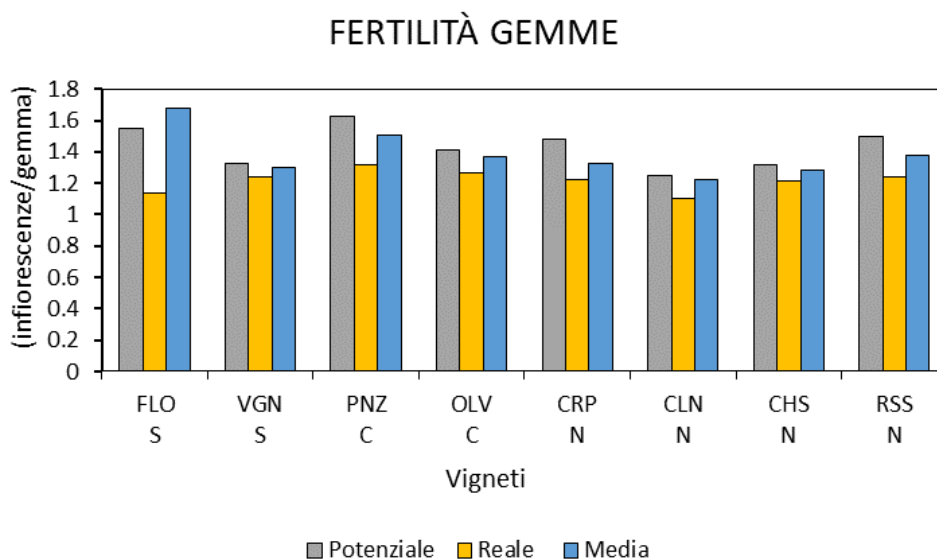


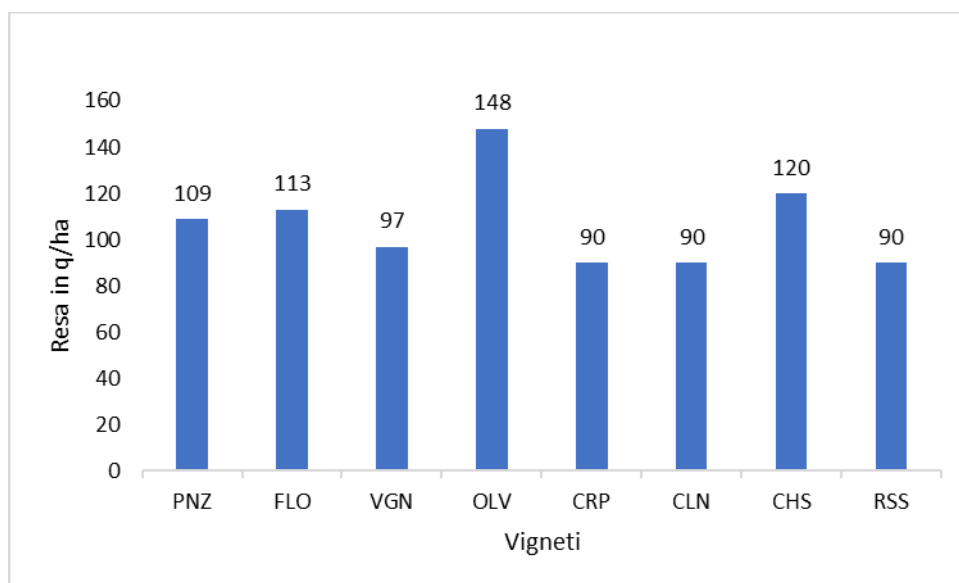
Figura 13: grafico della fertilità delle gemme: potenziale, reale e media

Utilizzando i parametri rilevati in campo e riportati anche nelle tabelle identificative per ogni vigneto, è stato possibile impostare la seguente formula per la determinazione della stima produttiva.

$$\text{Resa uva} = \frac{\text{fertilità media per nodo} * \text{peso medio grappolo} * \text{carica gemme}}{\text{n. germogli per pianta} * \text{densità d'impianto}}$$

Per il peso medio grappolo è stato preso come riferimento per il Merlot la misura di 130 g.

In (Figura 14) sono riportate le stime delle rese per ettaro nei diversi vigneti



*Figura 14: grafico della resa quintali per ettaro dei vari vigneti*

La stima di resa si attesta mediamente tra i 90 e i 120 q.li/ha, sia per le forme di allevamento a cordone speronato che a Guyot. L'unica eccezione è il vigneto dell'azienda Olivato (OLV), il quale ha una stima di produzione maggiore della media giustificabile con il fatto che possiede un carico di gemme abbondante dato dalla forma di allevamento a Guyot doppio capovolto ma con una densità di ceppi ad ettaro considerevole.

### 4.3 SVILUPPO GERMOGLIO

Dall'elaborazione dei dati è stato possibile evidenziare l'andamento dello sviluppo fenologico del germoglio delle piante prese in esame all'interno di ogni singolo appezzamento. Per evidenziare il momento e la velocità di successione delle diverse fasi rilevate, sono stati sviluppati dei grafici, nei quali è possibile notare con maggiore facilità le differenze tra le diverse tesi. L'obiettivo principale, infatti, è stato quello di valutare come varia l'attività vegetativa delle piante in funzione delle diverse variabili. In particolar modo si analizzano i punti in comune e di contrasto tra le diverse aziende, ovvero tra i diversi vigneti, andando poi ad individuare le differenze tra le tre zone oggetto di studio (nord, centro e sud) nelle quali è stato suddiviso il territorio dei Colli Euganei.

Di seguito sono riportati i grafici e le tabelle che descrivono l'analisi statistica condotta in riferimento allo sviluppo fenologico del germoglio, a partire dal germogliamento fino alla distensione fogliare, utilizzando la scala fenologica BBCH.

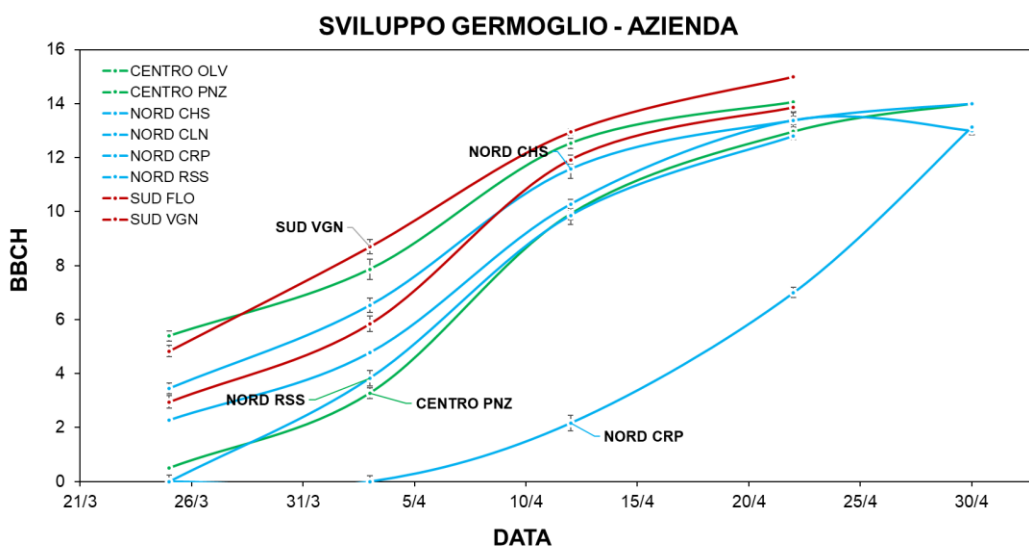


Figura 15: grafico dello sviluppo fenologico del germoglio per azienda dal 25-03 al 30-04



Tabella 9: analisi statistica riguardante lo sviluppo fenologico del germoglio per azienda dal 25-03 al 30-04

BBCH GERMOGLIO - ANALISI PER AZIENDA										
Azienda	Area	Data	25/3	3/4	12/4	22/4	30/4			
FLO	Sud		2.94	bc	5.83	bc	11.92	b	13.86	a
VGN	Sud		4.83	a	8.69	a	12.94	a	15.00	a
OLV	Centro		5.39	a	7.86	a	12.53	a	14.06	a
PNZ	Centro		0.50	d	3.28	e	9.92	c	12.97	a
CLN	Nord		2.28	c	4.78	cd	10.28	c	13.39	a
CHS	Nord		3.44	b	6.53	b	11.58	b	13.38	a
CRP	Nord		0.00	d	0.00	f	2.17	d	7.00	b
RSS	Nord		0.00	d	3.83	de	9.86	c	12.80	a
				***		***		***		***
										ns

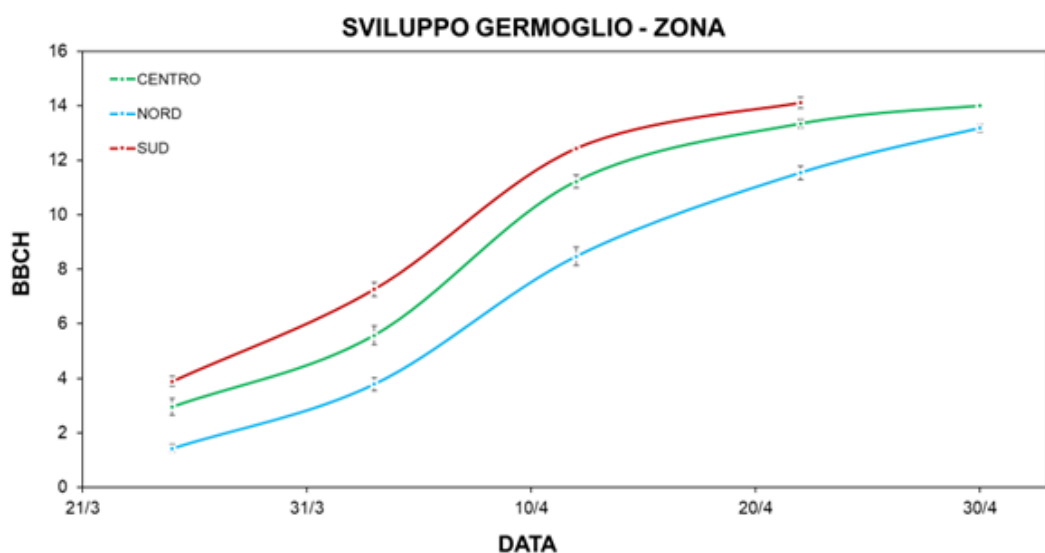


Figura 16: grafico dello sviluppo fenologico del germoglio per zona dal 25-03 al 30-04

Tabella 10: analisi statistica riguardante lo sviluppo fenologico del germoglio per zona dal 25-03 al 30-04

BBCH GERMOGLIO - ANALISI PER ZONA										
Zone	Data	25/3	3/4	12/4	22/4	30/4				
Sud		3.89	a	7.26	a	12.43	a	14.11	a	
Centro		2.94	b	5.57	b	11.22	b	13.34	a	14.00
Nord		1.43	c	3.78	c	8.47	c	11.54	b	13.18
			***		***		***		***	
										ns

Come è possibile osservare dai grafici nelle Figura 15, emerge una variabilità significativa tra i diversi vigneti presi in considerazione, che è ancor più marcata se

si valutano le differenze tra le diverse aree di studio (Figura 16). Come atteso, i vigneti posti nella zona sud, più calda, hanno presentato un anticipo del germogliamento rispetto a tutti gli altri vigneti della zona Nord e Centro. Risulta infatti che le primi viti a geremogliare sono state quelle dell'azienda Vignalta (VGN, sud), intorno al 5 aprile, presentando un vantaggio di circa sette giorni rispetto alla media degli appezzamenti coltivati nella zona nord. Ad esempio il vigneto di Calaon (CLN, nord) vede statisticamente la data di germogliamento coincidere con il 12 aprile. È stato poi riscontrato un andamento anomalo rispetto alla media analizzando i dati ottenuti dall'azienda Carpanese (CRP, nord), dove il germogliamento è rilevato indicativamente in data 25 aprile: ciò è giustificabile in parte con una esposizione non ottimale e una quota sul livello del mare superiore ad altri vigneti della zona nord, ma l'aspetto che ha giocato il ruolo di maggiore importanza è stata probabilmente la potatura eseguita in ritardo a ridosso del risveglio vegetativo.

Oltre alla fenologia, è stata analizzata anche la crescita in lunghezza del germoglio. Le misure registrate nel corso della stagione sono state statisticamente elaborate al fine di trarre delle considerazioni.

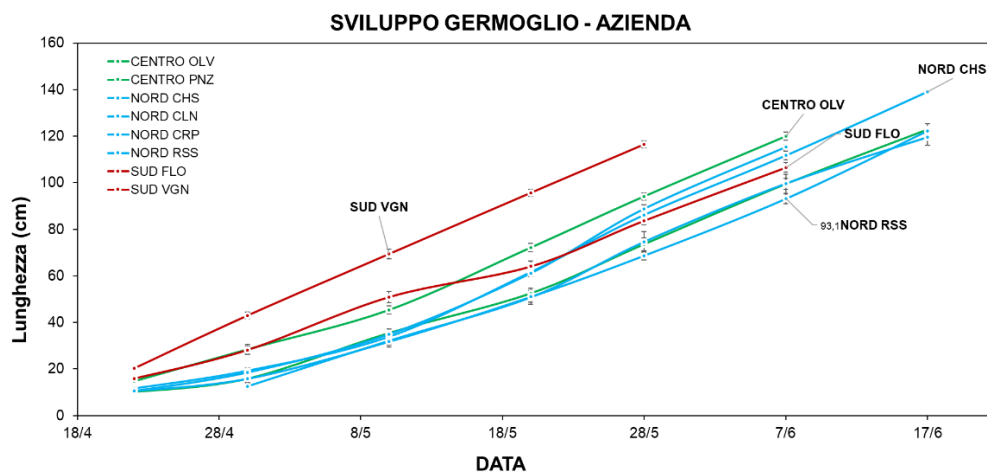


Figura 17: grafico dello sviluppo della lunghezza del germoglio per azienda dal 22-04 al 17-06

Tabella 11: analisi statistica riguardante la lunghezza del germoglio per azienda dal 22-04 al 17-06

LUNGHEZZA GERMOGLIO - ANALISI PER AZIENDA										
Azienda	Area	Data	22/4	30/4	10/5	20/5	28/5	7/6	17/6	
FLO	Sud		15.83 b	28.17 b	50.92 b	64.08 c	83.72 c	106.58 cd		
VGN	Sud		20.33 a	43.00 a	69.44 a	95.69 a	116.47 a			
OLV	Centro		14.67 bc	28.36 b	45.33 b	72.14 b	94.11 b	119.94 a		
PNZ	Centro		10.06 d	15.81 cd	35.44 c	52.50 d	73.58 d	99.47 de	122.89 b	
CLN	Nord		10.50 d	18.47 c	34.92 c	61.14 c	88.81 bc	115.31 ab		
CHS	Nord		11.64 cd	19.25 c	33.89 c	61.67 c	86.19 c	111.72 bc	139.11 a	
CRP	Nord			12.47 d	32.08 c	50.75 d	74.58 d	99.61 de	119.58 b	
RSS	Nord		10.61 d	15.83 cd	31.78 c	51.00 d	68.69 d	93.11 e	122.22 b	
			***	***	***	***	***	***	***	*

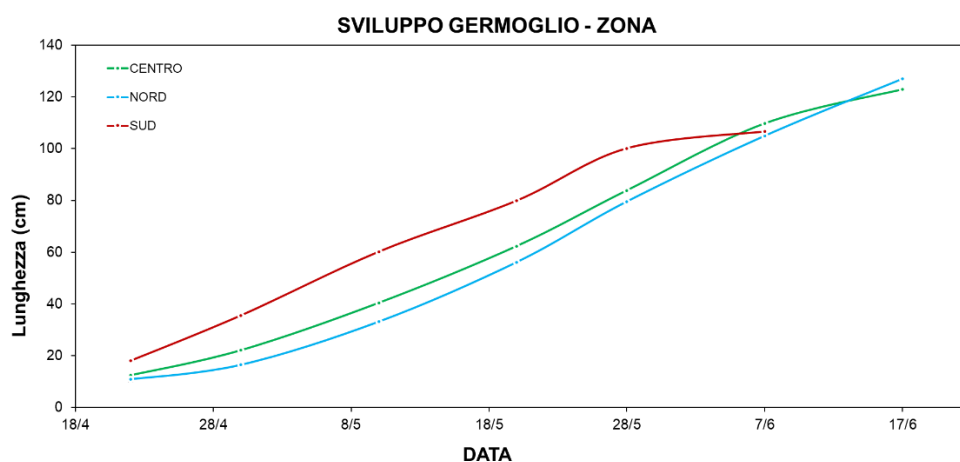


Figura 18: grafico dello sviluppo della lunghezza del germoglio per zona dal 22-04 al 17-06

Tabella 12: analisi statistica riguardante la lunghezza del germoglio per zona dal 22-04 al 17-06

LUNGHEZZA GERMOGLIO - ANALISI PER ZONA										
Zona	Data	22/4	30/4	10/5	20/5	28/5	7/6	17/6		
Sud		18.08 a	35.58 a	60.18 a	79.89 a	100.10 a	106.58			
Centro		12.39 b	22.08 b	40.39 b	62.32 b	83.85 b	109.71	122.89		
Nord		10.92 b	16.51 c	33.17 c	56.14 c	79.57 c	104.94	126.97		
		***	***	***	***	***	***	ns		ns

Anche in questo caso, è stata riscontrata un'attività vegetativa anticipata nella zona sud rispetto a quello centro e nord. È possibile anche notare anche una maggiore velocità di crescita in questa zona, ben rappresentata dall'inclinazione della curva che descrive l'andamento del vigneto dell'azienda Vignalta (VGN, sud). Infatti, in questo caso, i germogli hanno raggiunto la lunghezza di 100 cm molto velocemente, andando a sviluppare, già intorno al 25 maggio, un'importante superficie fogliare.

Nei vigneti a nord, lo sviluppo è iniziato successivamente e ha seguito un andamento più lento, dove il raggiungimento dei 100 cm di lunghezza, è stato riscontrato mediamente dieci giorni dopo rispetto al caso di Vignalta (VGN, sud).

#### 4.4 SVILUPPO INFIORESCENZA

Una volta terminata la fase di sviluppo del germoglio (con l'emissione delle infiorescenze), ci si è soffermati ad individuare le diverse fasi fenologiche di sviluppo dell'infiorescenza: a partire dalla sua comparsa (fase BBCH 53: infiorescenze visibili) fino all'invaiaura (BBCH 85-87). Di seguito sono riportati i grafici e la relativa analisi statistica che descrivono l'andamento dei diversi vigneti e delle diverse zone.

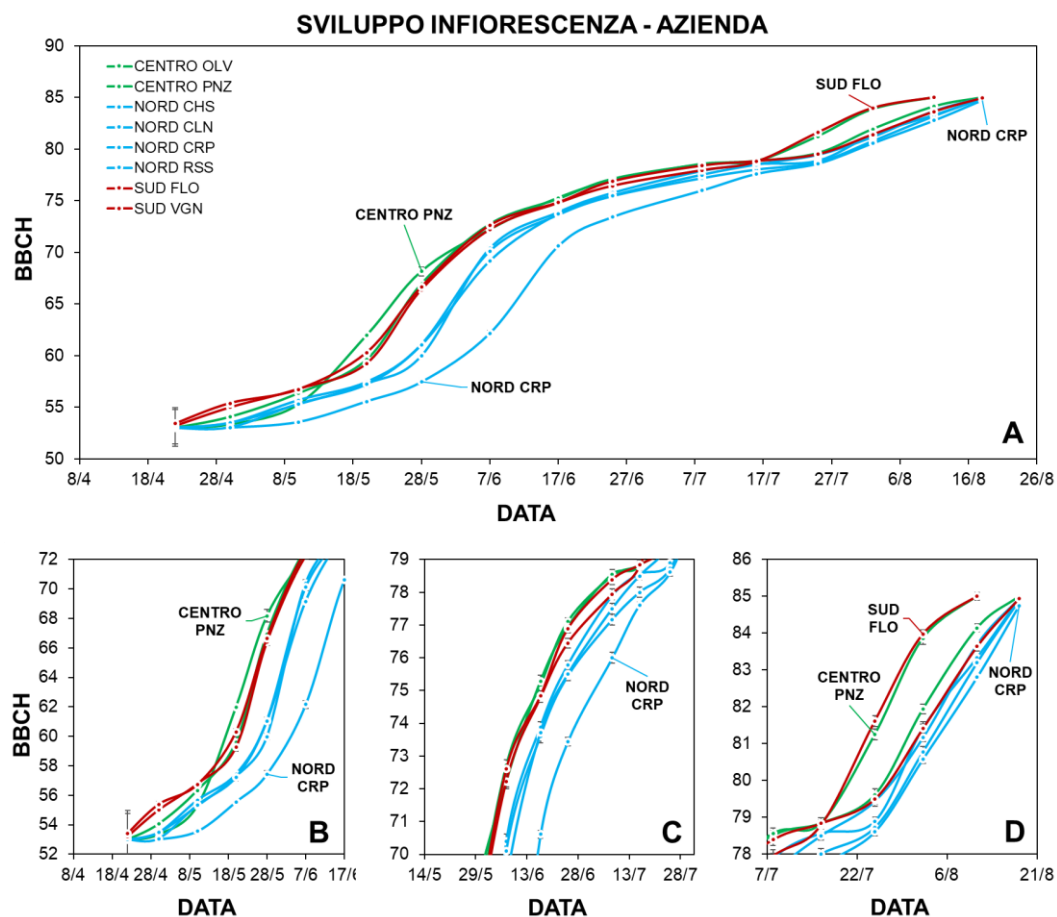


Figura 19: grafico dello sviluppo fenologico delle infiorescenze per azienda dal 12-04 al 18-08 per l'intero ciclo riproduttivo (A), per la fase di fioritura (B), allegazione e chiusura grappolo (C) e invaiatura (D).

Tabella 13: analisi statistica riguardante lo sviluppo fenologico delle infiorescenze per azienda dal 22-04 al 17-06

BBCH INFIORESCENZA - ANALISI PER AZIENDA												
Azienda	Area	Data	22/4	30/4	10/5	20/5	28/5	7/6	17/6			
FLO	Sud		53.21 <sup>b</sup>	55.00 <sup>ab</sup>	56.78 <sup>a</sup>	59.25 <sup>c</sup>	66.39 <sup>b</sup>	72.22 <sup>a</sup>	74.78			
VGN	Sud		53.41 <sup>a</sup>	55.39 <sup>a</sup>	56.72 <sup>a</sup>	60.31 <sup>b</sup>	66.67 <sup>b</sup>	72.61 <sup>a</sup>	74.83			
OLV	Centro		53.00 <sup>c</sup>	54.06 <sup>b</sup>	56.33 <sup>a</sup>	59.61 <sup>c</sup>	66.94 <sup>ab</sup>	72.72 <sup>a</sup>	75.17			
PNZ	Centro		53.00 <sup>c</sup>	53.34 <sup>b</sup>	55.28 <sup>b</sup>	61.97 <sup>a</sup>	68.17 <sup>a</sup>	72.22 <sup>a</sup>	75.28			
CLN	Nord		53.00 <sup>c</sup>	53.47 <sup>b</sup>	55.67 <sup>b</sup>	57.44 <sup>d</sup>	61.08 <sup>c</sup>	70.11 <sup>b</sup>	73.61			
CHS	Nord		53.00 <sup>c</sup>	53.47 <sup>b</sup>	55.28 <sup>b</sup>	57.28 <sup>d</sup>	59.97 <sup>c</sup>	70.39 <sup>b</sup>	73.89			
CRP	Nord			53.00 <sup>b</sup>	53.56 <sup>c</sup>	55.56 <sup>e</sup>	57.44 <sup>d</sup>	62.17 <sup>d</sup>	70.61			
RSS	Nord		53.00 <sup>bc</sup>	53.06 <sup>b</sup>	55.33 <sup>b</sup>	57.22 <sup>d</sup>	61.03 <sup>c</sup>	69.17 <sup>c</sup>	73.72			
			***	***	***	***	***	***	***	ns		

Tabella 14: analisi statistica riguardante lo sviluppo fenologico delle infiorescenze per azienda dal 25-06 al 18-08

BBCH INFIORESCENZA - ANALISI PER AZIENDA												
Azienda	Area	Data	25/6	8/7	16/7	25/7	2/8	11/8	18/8			
FLO	Sud		76.44 <sup>b</sup>	77.94 <sup>bc</sup>	78.78 <sup>ab</sup>	81.61 <sup>a</sup>	83.97 <sup>a</sup>	85.00 <sup>a</sup>				
VGN	Sud		76.89 <sup>ab</sup>	78.39 <sup>ab</sup>	78.83 <sup>a</sup>	79.50 <sup>c</sup>	81.42 <sup>c</sup>	83.64 <sup>c</sup>	84.94 <sup>ab</sup>			
OLV	Centro		77.11 <sup>a</sup>	78.50 <sup>a</sup>	78.83 <sup>a</sup>	79.61 <sup>c</sup>	81.94 <sup>b</sup>	84.14 <sup>b</sup>	85.00 <sup>a</sup>			
PNZ	Centro		76.94 <sup>a</sup>	78.56 <sup>a</sup>	78.83 <sup>a</sup>	81.25 <sup>b</sup>	83.86 <sup>a</sup>	85.00 <sup>a</sup>				
CLN	Nord		75.44 <sup>c</sup>	77.17 <sup>d</sup>	78.00 <sup>c</sup>	78.72 <sup>de</sup>	80.78 <sup>d</sup>	83.19 <sup>d</sup>	84.89 <sup>b</sup>			
CHS	Nord		75.78 <sup>c</sup>	77.89 <sup>bc</sup>	78.56 <sup>ab</sup>	78.89 <sup>d</sup>	81.42 <sup>c</sup>	83.33 <sup>d</sup>	84.92 <sup>b</sup>			
CRP	Nord		73.44 <sup>d</sup>	76.00 <sup>e</sup>	77.61 <sup>d</sup>	78.61 <sup>e</sup>	80.58 <sup>d</sup>	82.81 <sup>e</sup>	84.75 <sup>c</sup>			
RSS	Nord		75.50 <sup>c</sup>	77.50 <sup>cd</sup>	78.50 <sup>b</sup>	79.44 <sup>c</sup>	81.17 <sup>c</sup>	83.69 <sup>c</sup>	84.94 <sup>ab</sup>			
			***	***	***	***	***	***	***	***		

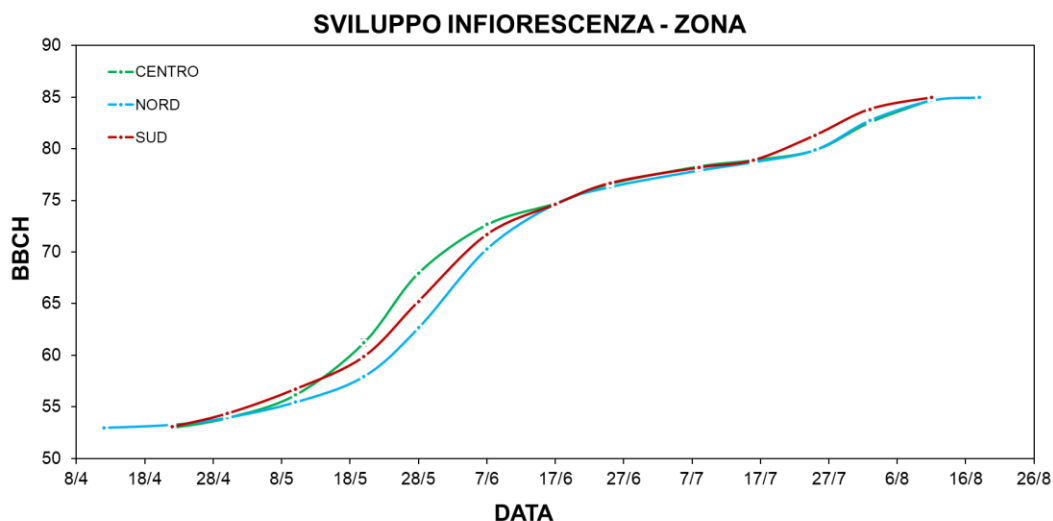


Figura 20: grafico dello sviluppo fenologico delle infiorescenze per zona dal 12-04 al 18-08

*Tabella 15: analisi statistica riguardante lo sviluppo fenologico delle infiorescenze per zona dal 22-04 al 17-06*

BBCH INFIORESCENZA - ANALISI PER ZONA															
Zone	Data	22/4	30/4	10/5	20/5	28/5	7/6	17/6							
Sud		53.32	a	55.19	a	56.75	a	59.78	b	66.53	b	72.42	a	74.81	
Centro		53.00	b	53.72	b	55.81	b	60.79	a	67.56	a	72.47	a	75.22	
Nord		53.00	b	53.32	c	54.96	c	56.88	c	59.88	c	67.96	b	72.96	
			***		***		***		***		***		***		ns

*Tabella 14: analisi statistica riguardante lo sviluppo fenologico delle infiorescenze per zona dal 25-06 al 18-08*

BBCH INFIORESCENZA - ANALISI PER ZONA															
Zone	Data	25/6	8/7	16/7	25/7	2/8	11/8	18/8							
Sud		76.67	a	78.17	a	78.81	a	80.56	a	82.69	a	84.32	b	84.94	a
Centro		77.03	a	78.53	a	78.83	a	80.43	a	82.90	a	84.57	a	85.00	a
Nord		75.04	b	77.14	b	78.17	b	78.92	b	80.99	b	83.26	c	84.88	b
			***		***		***		***		***		***		**

Lo sviluppo delle infiorescenze prevede due fasi fenologiche fondamentali: la fioritura e l'inviatura. Queste fasi hanno un impatto significativo a livello produttivo e sono i momenti in cui emerge la maggiore variabilità tra i vigneti di diverse zone. Dall'analisi dei dati, infatti, emergono differenze significative in entrambi i casi. Inoltre, è possibile notare come l'andamento dello sviluppo del grappolo non segua una dinamica regolare, mostrando variabilità tra la fioritura e l'inviatura. Il vigneto che ha raggiunto per primo la fase di fioritura (BBCH = 61) è stato quello dell'azienda Pianzio (PNZ, centro). Questo dato non era atteso, poiché ci si sarebbe aspettati che l'area sud, generalmente con caratteristiche meteorologiche più favorevoli a uno sviluppo fenologico più precoce, fosse stata la prima anche a fiorire e poi ad inviare. Evidentemente, le condizioni meteorologiche molto instabili verificatesi nel mese di maggio, con eventi atmosferici talvolta particolarmente intensi, hanno influenzato la fase di fioritura in maniera significativa tra la zona sud e quella centrale.

Mentre il sito più precoce ad inviare è stato l'appezzamento di Filò delle Vigne (FLO, sud) come atteso per le condizioni pedo-climatiche più favorevoli. Per quanto riguarda l'area settentrionale, le aspettative sono state confermate, avendo

generalmente un andamento fenologico ritardato di circa una settimana rispetto alle altre aree sia in fioritura che in invaiatura.

È possibile confermare anche attraverso questi dati la precocità della zona sud dei Colli Euganei, evidenziata in maniera particolare nella fase di fioritura. In questo caso però, anche i vigneti posti nell'area centrale hanno raggiunto questa fase nelle stesse date, probabilmente a causa di un andamento climatico anomalo che ha visto protagonisti eventi piovosi ravvicinati e talvolta molto intensi. L'effetto dell'area è stato comunque riscontrato nei confronti dei vigneti più a nord, dove la fioritura è iniziata mediamente circa dieci giorni in ritardo rispetto alle altre zone. Anche l'invaiatura ha seguito la stessa tendenza: nonostante un riequilibrio delle condizioni meteorologiche, permane comunque una differenza di circa dieci giorni tra nord e sud, confermata nel susseguirsi delle diverse fasi.

#### **4.5 DIAMETRO MEDIO ACINI**

La misura del diametro delle bacche in pre-vendemmia consente di avere un'idea dello stato di maturazione e della relativa qualità. In ogni sito è stato misurato il diametro di cento acini per capire se l'effetto pedo-climatico abbia avuto un'influenza significativa anche su questo aspetto che generalmente è legato a diverse variabili agronomiche. Di seguito è riportato il grafico (Figura 21) e l'analisi statistica (Tabelle 17 e 18).

Analizzando i dati si ottengono parametri medi leggermente diversi tra le diverse aziende, dai quali si evince che i vigneti della zona centro possiedono un diametro medio delle bacche più grande rispetto alle altre zone. Di fatto, è comunque difficile trovare una diretta correlazione tra la dimensione degli acini e le caratteristiche ambientali in cui sorge il vigneto, poiché questo aspetto dipende da una serie di fattori non solo legati al clima, ma anche alla gestione del vigneto.

## Diametro medio acino

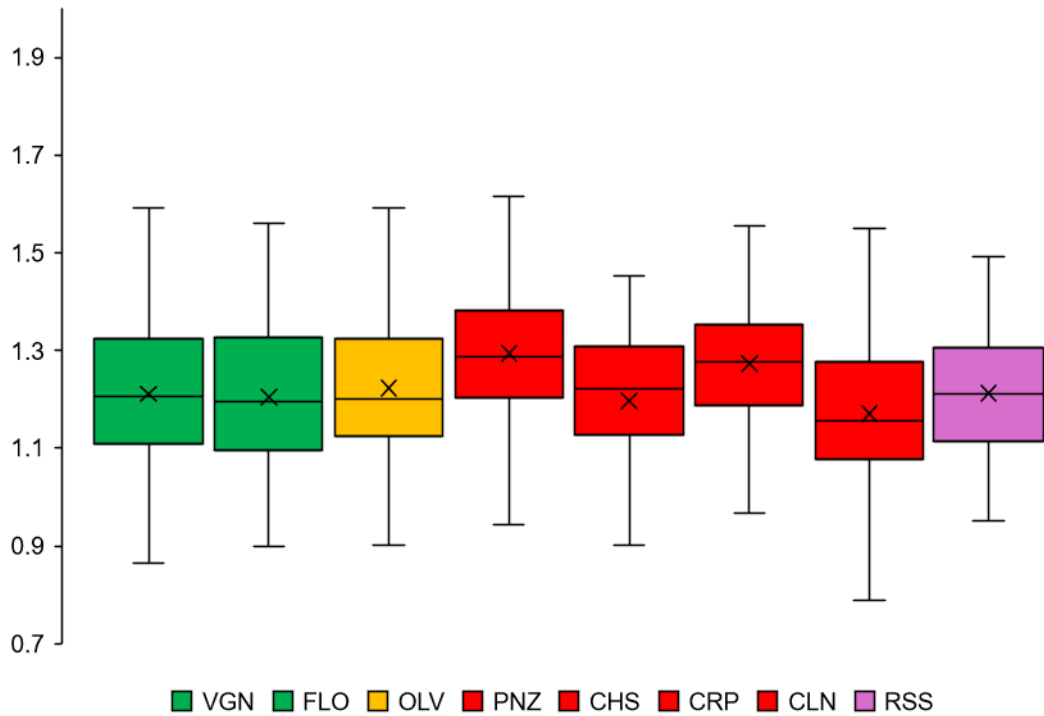


Figura 21: grafico riguardante il diametro medio acino per azienda al 30-08

Tabella 15: analisi statistica riguardante il diametro medio acino per azienda al 30-08

DIAMETRO ACINO - ANALISI PER AZIENDA				
Azienda	Area	Data	29/8	
FLO	Sud		1.21	bc
VGN	Sud		1.21	bc
OLV	Centro		1.22	b
PNZ	Centro		1.29	a
CLN	Nord		1.17	c
CHS	Nord		1.20	bc
CRP	Nord		1.27	a
RSS	Nord		1.21	b
				***

Tabella 16: analisi statistica riguardante il diametro medio acino per zona al 30-08



DIAMETRO ACINO - ANALISI PER ZONA			
Zone	Data	22/4	
Sud		1.21	b
Centro		1.26	a
Nord		1.21	b
			***

#### 4.6 RISULTATI MATURAZIONE

Allo scopo di ottenere una visione di insieme dello sviluppo fenologico della varietà Cabernet Sauvignon nei Colli Euganei, è stato fondamentale eseguire un'analisi dei parametri che descrivono la maturazione tecnologica delle uve in pre-vendemmia. Ciò è stato necessario per valutare se le condizioni ambientali che influenzano la fenologia, hanno anche un'influenza significativa nella maturazione e nei parametri enologici. Si entra dunque in dinamiche molto variabili ma dalle quali è possibile trarre considerazioni importanti sulle caratteristiche di questo vitigno nel contesto viticolo dei Colli Euganei. Di seguito sono riportati in Tabella 19 e Figure 22-23 i dati ottenuti dalle analisi dei solidi solubili (zuccheri) e dell'acidità totale.

*Tabella 17: risultati analisi maturazione al 30-08*

AZIENDE	ZONA	TSS (g/L)	ACIDITÀ TOTALE (g/L)
IL FILO DELLE VIGNE	SUD	208,12	4,8
VIGNALTA	SUD	176,31	6,7
PIANZIO	CENTRO	189,45	6,3
OLIVATO	CENTRO	184,26	4,9
CARPANESE	NORD	166,65	8,2
CALAON	NORD	216,69	6,2
CHIESETTA	NORD	222,18	5,8
REASSI	NORD	202,57	8,0

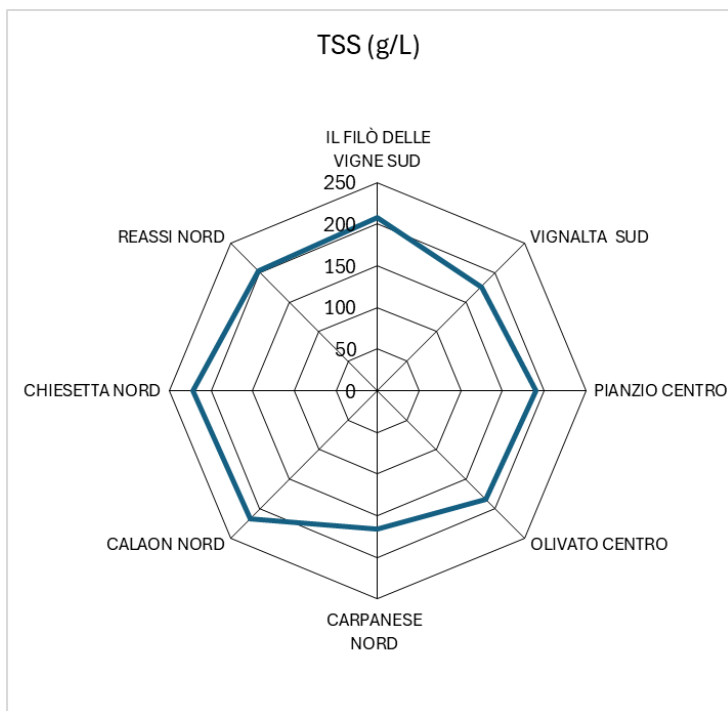


Figura 22: grafico risultati maturazione TSS

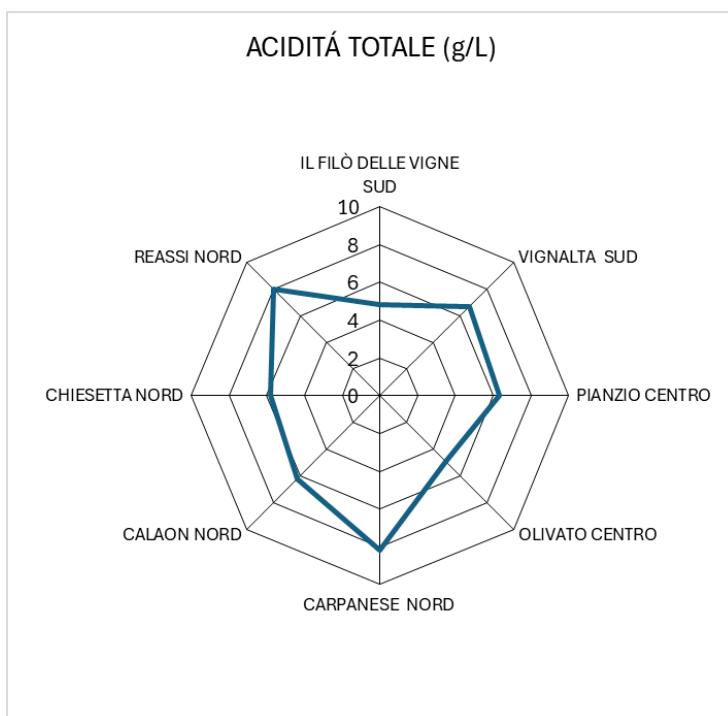


Figura 23: grafico risultati maturazione ACIDITÀ TOTALE

Al contrario di quello che ci si aspettava, i parametri ottenuti hanno evidenziato uno sviluppo della maturazione dove i vigneti a nord hanno presentato situazione molto

simile e per certi versi avvantaggiata rispetto a quelli al centro a sud. Se si tiene in considerazione la concentrazione zuccherina, i valori massimi sono stati riscontrati nei vigneti dei Chiesetta (CHS, nord) e Calaon (CLN, nord), con comunque livelli di acidità buoni, superiori rispetto, ad esempio, al Filò delle Vigne (FLO, sud) e Olivato (OLV, centro). Ciò è rappresentativo di come le migliori caratteristiche enologiche, anche se mancano almeno 15 giorni alla vendemmia, siano state ottenute nelle uve prodotte nell'area nord, dove il microclima tendenzialmente più fresco agevola la pianta nella sintesi degli zuccheri e limita la degradazione degli acidi organici. Questo fenomeno è ancor più evidente in questa annata dove le temperature nel mese di agosto sono state al di sopra della media stagionale.

## 5 CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati emerge una significativa variabilità fenologica tra i diversi vigneti e le zone oggetto dello studio. Le condizioni climatiche e pedologiche dei Colli Euganei influenzano in modo rilevante lo sviluppo dei germogli e delle infiorescenze. Le differenze nelle temperature medie, anche di pochi gradi Celsius, esercitano un'importante influenza sulla vite, che regola le diverse fasi del ciclo annuale in base a tali variazioni.

In particolare, si è osservato che la fenologia della varietà Cabernet Sauvignon risulta generalmente precoce nei vigneti situati nelle aree sud e centrali dei Colli Euganei rispetto a quelli settentrionali. Qui, il clima più freddo e piovoso causa un ritardo nello sviluppo delle diverse fasi fenologiche. La variabilità è più pronunciata nelle principali fasi fenologiche della pianta: germogliamento, fioritura e invaiatura.

La discussione di questi dati è importante non solo per comprendere la variabilità pedoclimatica del territorio, ma anche come parametro per valutare l'attitudine di questo vitigno nella produzione qualitativa e quantitativa in quest'areale. Tali considerazioni sono particolarmente rilevanti in questo periodo storico, poiché il cambiamento climatico sta complicando la gestione della vite a causa di annate sempre più calde e di fenomeni meteorologici anomali. Tuttavia, queste condizioni possono essere affrontate e mitigate in contesti climatici favorevoli come i Colli Euganei, individuando aree di produzione più fresche e stabili che consentano uno sviluppo fenologico più equilibrato.

Per quanto riguarda il vitigno Cabernet Sauvignon, i risultati ottenuti indicano una variabilità nelle condizioni di sviluppo. Le temperature più contenute della zona nord hanno provocato un germogliamento posticipato, riducendo la probabilità di danni da gelata tardiva, rispetto ai vigneti situati nell'area sud (FLO e VGN), dove le temperature medie sono più miti. Questo porta a un ritardo nelle fasi fenologiche successive, influenzando le dinamiche di maturazione dell'uva e lo sviluppo delle proprietà organolettiche. L'unica inversione di tendenza si è osservata nella fase di fioritura, dove l'area centrale è in risultato in anticipo rispetto a quella meridionale; l'areale nord è stato il più tardivo. Anche se non è stata particolarmente approfondita e non supportata da un'analisi statistica, la fase di maturazione ha

risentito dell'influenza climatica, confermando l'andamento dello sviluppo vegetativo e la precocità delle uve nelle zone sud (FLO e VGN) e centro (PNZ e OLV) rispetto a quelle settentrionali (CRP, CLN, CHS e RSS), che presentano parametri enologici qualitativamente migliori.

I risultati ottenuti rappresentano un punto di partenza per valutare l'attitudine della varietà Cabernet Sauvignon nel territorio in un futuro sempre più influenzato dal cambiamento climatico e dall'innalzamento delle temperature medie. Si prevede un ciclo fenologico anticipato e accorciato, che potrebbe compromettere il potenziale del vitigno a causa di vendemmie precoci e risultati enologici non soddisfacenti. Per evitare ciò, sarà fondamentale sfruttare le aree più fresche a nord, cercando appezzamenti in quota o meno esposti. Inoltre, per posticipare e allungare il ciclo vegetativo della vite, saranno sempre più utilizzate pratiche agronomiche mirate, come la potatura secca a ridosso del risveglio vegetativo per ritardare il germogliamento, come riscontrato nel caso dell'azienda Carpanese (CRP).

Nonostante i dati significativi emersi, lo studio dovrà essere integrato in alcuni aspetti per ottenere considerazioni ancora più dettagliate. È necessario ampliare l'indagine statistica sulla fenologia dei diversi vigneti monitorando più annate per effettuare confronti tra le varie variabili. Inoltre, il numero di siti oggetto di studio dovrebbe essere ampliato per coprire in modo più omogeneo l'intera area dei Colli Euganei e individuare più sottozone. È fondamentale approfondire anche le variabili pedologiche e agronomiche dei singoli vigneti e le differenze tra portainnesti e cloni. Un approfondimento del monitoraggio delle dinamiche di maturazione consentirebbe di ottenere conclusioni più oggettive su questo aspetto.

Va inoltre ricordato che lo stesso studio è stato condotto sulla varietà Merlot, aumentando i dati disponibili per valutare l'importante variabilità dei Colli Euganei. In conclusione, si può affermare che la variabilità pedoclimatica di questo territorio rappresenta una grande risorsa per il settore vitivinicolo, che, se analizzata e compresa, può diventare un elemento fondamentale per contrastare gli effetti del cambiamento climatico.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Astolfi G., Colombarara F., 2003. La geologia dei colli euganei. Treviso: Canova
- Aurighi M., Vittadello A., 1999. Testimonianze geologiche dei colli euganei. Padova: Edizioni Provincia di Padova.
- Bloesch B. & Viret O., 2008. Stades phénologiques repères de la vigne. Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic. 40 (6): I-IV.
- Fraga, H.; Malheiro, A.C.; Moutinho-Pereira, J.; Santos, J.A. Future scenarios for viticultural zoning in Europe: Ensemble projections and uncertainties. Int. J. Biometeorol. 2013, 57, 909–925.
- Fregoni M., 2011 Le aree viticole storiche nel mondo: i loro vitigni, la loro protezione e la tipicità dei vini in esse ottenuti. VIII international terroir congress
- Frioni, T., Del Zozzo, F., Poni, S., Danni da gelate tardive, preservare la qualità è possibile, <<VITE & VINO>>, 2023; (Gennaio): 38-43
- Garavani, A., Vercesi, A., Giulia Parisi, M., Gatti, M., Poni, S., La potatura tardiva per la prevenzione dei danni da brinata e il controllo della maturazione, <<Millevigne>>, 2023; 2023 (1/2023): 22-26
- Jones G. V., 2008. 11 cambiamento climatico: osservazioni, proiezioni e conseguenze sulla viti-vinicoltura. Italus Hortus 15 (1): 3-14.
- Jones G.V., 2006a. Climate and terroir: impacts of climate variability and change on wine. In R. W. Macqueen & L. D. Meinert (Eds.), Fine Wine and Terroir - The Geoscience Perspective (pp. 203-216). St. John's, Newfoundland, Canada: Geological Association of Canada.
- Meggio, F. (2022). The interplay between grape ripening and weather anomalies in Northern Italy – A modelling exercise. OENO One, 56(2), 353–373
- A. Palliotti, A., E. Luciani, A. Sforza, M. Boco, C. Squeri, T. Frioni, 2019. Ondate di calore e protezione del vigneto con il caolino. Vigne, Vini e Qualità (5): 32-35.

Rombola' A.D., Covarrubias J.I., Filippetti I., Allegro G., Valentini G., Intrieri C. (2012). Interventi di cimatura tardiva per sincronizzare maturazione zuccherina e fenolica. *Italus Hortus*, 3, 42-49.

Tomasi D., Lovat. L., 2012. La risposta fenologica della vite ai cambiamenti climatici. Il "proxy" di Conegliano, *Atlante Agroclimatico del Veneto*.

## **7 SITOGRAFIA**

<https://www.collieuganei.it/>

<https://www.parcocollieuganei.com/>

Carta dei suoli:

<https://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/pubblicazioni/carta-dei-suoli-della-provincia-di-padova>

La scheda ampelografica della varietà Cabernet Sauvignon:

<http://catalogoviti.politicheagricole.it/scheda.php?codice=043>

<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/stazioni-di-monitoraggio/500021975>

[C. TOLOMIO - caiscuola.cai.it](http://www.caiscuola.cai.it)