



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e
Ambientali

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE VITICOLE
ED ENOLOGICHE

**Monitoraggio fenologico e dinamiche di
maturazione di varietà a bacca rossa nel distretto
vitivinicolo dei Colli Euganei**

Relatore

Dott. Franco Meggio

Correlatori

Dott. Filippo Giannone

Dott. Filippo Scortegagna

Dott. Francesco Mirone

Laureando

Enrico Ambrosi

Matricola n.1223042

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

SOMMARIO

RIASSUNTO

ABSTRACT

1. INTRODUZIONE

1.1. LA VITE

1.1.1. Le origini

1.1.2. Scenari futuri

1.1.3. Botanica

1.1.4. Morfologia

1.1.5. Fisiologia

1.1.5.1. Fenologia

1.1.6. Equilibrio vegeto-produttivo

1.1.6.1. Gestione della chioma

1.1.7. Dinamiche di maturazione delle bacche

2. SCOPO DELLO STUDIO

3. MATERIALI E METODI

3.1. AREA DI STUDIO

3.1.1. Genesi e geologia

3.1.2. Morfologia

3.1.3. Andamento climatico

3.2. BASE VARIETALE

3.3. AZIENDE SITO DI AMPIONAMENTO

3.3.1. Inquadramento dei vigneti

3.4. ANALISI SULL'APPARATO VEGETATIVO

3.5. ANALISI SULLA PRODUZIONE

3.5.1. Determinazione della produzione per pianta

3.5.2. Determinazione del diametro medio acino

3.5.3. Determinazione del peso medio acino

3.6. ANALISI DELLE DINAMICHE DI MATURAZIONE

3.7. ANALISI STATISTICA

4. RISULTATI E DISCUSSIONI

4.1. BBCH GERMOGLIO

4.2. BBCH INFIORESCENZA

4.3. LUNGHEZZA GERMOGLIO

4.4. ACCRESCIMENTO DEL DIAMETRO DEGLI ACINI

4.5. DINAMICHE DI MATURAZIONE

4.6. PARAMETRI QUANTI-QUALITATIVI ALLA RACCOLTA

4.6.1. Diametro delle bacche

4.6.2. Equilibrio vegeto-produttivo

4.6.3. Parametri analitici delle uve

5. CONCLUSIONI

6. BIBLIOGRAFIA

RIASSUNTO

Questo lavoro è il risultato del monitoraggio della fenologia della vite all'interno del comprensorio viticolo dei Colli Euganei. Il territorio del distretto dei Colli Euganei è stato suddiviso in quattro macro-zone omogenee (Nord; Sud; Centro e Fondo-Valle) all'interno delle quali sono stati individuate 15 aziende che hanno messo i vigneti per lo studio, uno ad azienda di varietà Merlot. Settimanalmente o bisettimanalmente, a seconda della fase di crescita, sono state monitorate le diverse fase fenologiche dal germogliamento fino a maturazione e poi sono stati misurati una serie di parametri anche alla vendemmia per concludere il quadro.

Lo studio si pone l'obiettivo di monitorare la fenologia della vite e l'accrescimento dei germogli nel distretto dei Colli Euganei per valutare l'effetto della variabilità pedoclimatica sull'evoluzione delle fasi di sviluppo fenologico della vite.

I risultati ottenuti hanno evidenziato differenze statisticamente significative nella maggior parte dei parametri osservati

Monitorare la fenologia della vite risulta fondamentale per poter impostare correttamente le operazioni in vigneto. I risultati nel loro complesso rappresentano un importante base di approfondimento dell'effetto della variabilità pedo-climatica sulla crescita e maturazione della vite utile a calibrare e migliorare l'espressione del potenziale enologiche di questo territorio.

ABSTRACT

This work is the result of monitoring the phenology of grapevines within the viticultural district of the Euganean Hills. The territory of the Euganean Hills district has been divided into four homogeneous macro-zones (North, South, Center, and Valley Bottom), within which 15 wineries were identified for the study, each providing vineyards for examination, with one vineyard per winery planted with Merlot grape variety. Weekly or bi-weekly, depending on the growth phase, monitoring was conducted for various phenological stages from bud break to ripening. Additionally, a series of parameters were measured at harvest to complete the picture.

The study aims to monitor the phenology of grapevines and shoot growth in the Euganean Hills district to assess the effect of pedoclimatic variability on the evolution of phenological development stages of grapevines. The results obtained have highlighted statistically significant differences in most of the observed parameters.

Monitoring grapevine phenology is crucial for properly planning vineyard operations. The overall results represent an important basis for a deeper understanding of the effect of pedoclimatic variability on the growth and maturation of grapevines, useful for calibrating and improving the oenological potential expression of this territory.

1. INTRODUZIONE

1.1. LA VITE

1.1.1. Le origini

Il legame che intercorre tra la vite e l'uomo risale a più di 8000 anni fa, in epoca neolitica, prima dell'addomesticazione della specie, quando il vino era frutto della fermentazione casuale delle uve da parte dei lieviti indigeni. Dal neolitico in poi molte civiltà come quella greca, etrusca e romana diedero importanza a questo prodotto accelerando la diffusione della vite e delle pratiche enologiche in tutta Europa. In Italia si ipotizza che la vite sia arrivata attraverso tre possibili popoli:

- i. **Greci**, che importò dalle colonie situate nelle zone meridionali della penisola

- ii. **Etruschi**, importando e successivamente diffondendo specialmente nell'Italiacentrale

- iii. **Romani**, favorendone la diffusione in particolare nell'Italia settentrionale.

In merito alla diffusione, gli Etruschi furono i primi importatori degli esemplari di *Vitis vinifera silvestris* (Lambruschi), caratterizzati dalla particolare vigoria ed adatti a terreni fertili forme di allevamento che sviluppavano la vite in altezza e "maritata" ad alberi vivi o sostegni morti. I Romani, dal sud della Francia importarono esemplari derivati da *Vitis vinifera sativa*, più rustici, meno esigenti e nuove a forme di allevamento meno espanse.

Tuttavia, con la fine dell'Impero Romano cominciò un lento abbandono delle pratiche viticole-enologiche, la vite sopravvisse solo nei monasteri e gli unici vini ancora prodotti erano di scarsa qualità.

Successivi cenni storici sulla coltivazione della vite riappaiono soltanto nel Rinascimento, ma è grazie alle esplorazioni oltreoceano di fine 700 e 800 che alcune varietà di vite europea vennero esportate nei nuovi continenti grazie ad alcuni contadini. Dopo l'ampia diffusione della vite in Europa e America, a metà dell'800 il mondo vitivinicolo ed in particolare quello europeo, venne messo in crisi dalla diffusione della fillossera (parassita importato dalle Americhe che attaccando l'apparato radicale della vite ne impedisce l'apporto di nutrimento alla pianta). La soluzione venne trovata solo nei primi anni del 900 con la tecnica dell'innesto, che prevede l'unione di vite europea e americana, soluzione ancora attuale ai giorni nostri.

Dal 900 in poi fino agli anni sessanta, la viticoltura italiana è stata caratterizzata da aziende con vigneti non specializzati nei quali la vite era coltivata in maniera promiscua ad altre piante arboree.

Ad oggi nel mondo la vite si estende su circa 7,3 milioni di ettari ed in termini economici i principali attori nello scenario vitivinicolo mondiale sono per distacco Francia e Italia.

1.1.2. Il Futuro

Ponendo lo sguardo al futuro è inevitabile chiedersi quali scenari si paleseranno a causa del cambiamento climatico. Se dagli studi e dalle evidenze storiche appare chiaro come il cambiamento climatico naturale sia ciclico nel nostro Pianeta, è altrettanto chiaro come l'uomo abbia contribuito negli anni ad accelerare questo processo faticosi ormai a rallentarlo.

Le temperature medie sono in continuo aumento e gli eventi climatici estremi si verificano sempre più frequentemente creando gravi problemi tra i vari settori, tra cui quello agricolo che progressivamente vedrà insostenibile la coltivazione di alcune tipologie di colture. La vite non è estranea a queste problematiche, infatti, le condizioni meteorologiche svolgono un ruolo fondamentale nella produzione sia in termini di quantità che di qualità.

Queste problematiche risultano già evidenti nelle zone storiche per la viticoltura europea manifestando alcuni effetti, tra cui:

1. Accelerazione ed anticipazione del ciclo produttivo, di molte cultivar dovuto alle temperature più elevate soprattutto in primavera-estate,
2. Spostamento dei vigneti in zone con latitudini più elevate, dove un tempo la vite non era coltivata (es. Inghilterra)
3. Problemi di siccità delle regioni mediterranee più a sud

Le previsioni future stimano un peggioramento della situazione con temperature che aumenteranno in maniera molto più veloce di quanto fatto nell'ultimo secolo e ponendo sempre più in difficoltà le attuali zone viticole che si troveranno sempre ad affrontare nuove sfide per mantenere gli standard di qualità raggiunti mentre regioni nuove si inizieranno ad affacciare nel panorama vitivinicolo mondiale

1.1.3. Botanica

La vite è una pianta appartenente all'ordine delle Rhamnales, collocata all'interno della famiglia delle vitaceae, sottofamiglia Ampelidaceae. All'interno di questa sottofamiglia si trova il genere *Vitis*, l'unico ad essere utilizzato per scopi produttivi e non ornamentali. Il genere *Vitis* è suddiviso in due sottogeneri, *Muscandia* e *Vitis*. Il sottogenere *Vitis* è quello di maggiore interesse per la viticoltura e si suddivide ulteriormente in quattro specie distinte sulla base delle origini geografiche. Tra queste specie, le sottospecie più diffuse in Europa e nel mondo per la produzione di uva da vino sono *V.vinifera sativa* e *V.vinifera silvestris*.

1.1.4. Morfologia

La vite può presentare un portamento rampicante ed elevata vigoria, è altresì definita “liana” per la sua capacità di legarsi ad eventuali sostegni. Può tuttavia sviluppare anche forme più corte e simili a cespugli. Indipendentemente dall’habitus vegetativo, tutte le viti sono perenni, policarpace, decidue e come ogni pianta presentano una serie di organi con diverse funzioni:

- Radici: l’apparato radicale rappresenta, come in tutte le piante, l’interfaccia tra organismo e suolo. Svolge diverse funzioni tra cui: ancoraggio e supporto per le altre strutture, assorbimento degli elementi nutritivi nel terreno nonché elemento produttivo di fitormoni (citochine ed acido abscissico (ABA)) ed organo di riserva per le sostanze elaborate (zuccheri).

Essendo propagate per talea, le viti impiantate possiedono solo radici che si originano dal cambio e sono quindi prive di radici “primarie”, le uniche rimanenti sono rappresentate da radici principali e laterali.

La morfologia dell’apparato radicale della vite è in continua evoluzione, attraverso complessi processi ormonali e morfologici riesce ad adattarsi alle mutevoli condizioni del suolo in cui si trova.

L’apparato radicale della vite può raggiungere un’estensione in lunghezza di oltre 100km e in superficie di oltre 100m² all’interno dei quali solo le radici di dimensioni tra gli 0,1 e 1 mm, posizionate ad una profondità tra 0,5 e 1 m, sono responsabili dell’effettivo assorbimento.

- Fusto: rappresenta il collegamento tra apparato radicale e apparato aereo, svolge principalmente un lavoro di sostegno delle strutture produttive, branche e germogli/tralci, e in secondo luogo funge da zona di immagazzinamento dei carboidrati di riserva. Essendo la vite una pianta rampicante, molto spesso necessita di un sostegno quando non si utilizzano sistemi di allevamento molto bassi.

- Germogli: originati annualmente dalle gemme presenti sui tralci lignificati della stagione precedente, rappresentano le strutture di produzione dell’anno in corso. I germogli hanno una struttura suddivisa in segmenti più o meno allungati (meritalli), ogni segmento è separato dall’altro dalla presenza di un nodo.

Su ogni nodo sono inseriti diversi elementi caratterizzanti questa specie: una gemma, una foglia e dal secondo o terzo nodo in posizione opposta a quella della foglia un meristema che può portare alla formazione del grappolo o di semplice cirro/viticcio.

- Gemme: questi organi originatesi dai germogli possono essere di due tipologie, gemme pronte e gemme ibernanti. Le prime si sviluppano nella stagione in cui si sono formate dando origine a femminelle sterili, le seconde non si sviluppano e rimarranno latenti fino alla stagione successiva quando daranno origine a nuovi germogli produttivi.

- Foglie: sono disposte su ogni germoglio della vite in numero di una per nodo con fillotassi opposta e alternata per ridurre l'ombreggiamento. Morfologicamente, presentano forma tri o pentalobata e sono caratterizzate dalla presenza di una nervatura principale per lobo, la pagina superiore è liscia mentre quella inferiore si presenta tomentosa e ricca di stomi, colore e dimensione differiscono a seconda della varietà e dalla vigoria.
- Infiorescenze: la vite presenta un'infiorescenza riunita in un'unica struttura chiamata racemo o grappolo composto, il cui abbozzo è presente già all'interno della gemma a partire dal termine della stagione precedente. Il numero di infiorescenze portate su un racemo può variare da poche centinaia fino a quasi duemila. Dall'infiorescenza si sviluppa l'infruttescenza in numero variabile a seconda della qualità dell'impollinazione, solitamente la percentuale di allegagione si aggira intorno al 25-30% dei fiori.
- Acini: una volta avvenuta l'allegagione inizia lo sviluppo degli acini in termini di dimensione e di accumulo delle sostanze al suo interno. Raggiunto il pieno sviluppo il risultato finale che viene chiamato grappolo può presentare diverse forme (forma cilindrica, conica o piramidale), può essere spargolo o compatto a seconda della varietà e la forma delle bacche può essere sferica, subsferica o ovoidale.

Partendo dall'esterno, la struttura dell'acino presenta uno strato ceroso (pruina) nel quale si intrappolano i lieviti indigeni e che ricopre l'epicarpo o buccia nonchè sede di contenuti pregiati come i polifenoli, proseguendo verso l'interno si trovano il mesocarpo e l'endocarpo (sede dei vinaccioli) che insieme costituiscono la polpa, ricca di zuccheri ed acidi.

1.1.5. Fisiologia

La vite è una pianta perenne e come tale presenta due cicli biologici:

- Il ciclo vitale è rappresentato dall'intera durata della vita di una pianta e mediamente è di circa 25-30 anni ma in alcuni casi eccezionali può arrivare anche a 60-70 anni. Il ciclo vitale è composto da quattro principali fasi: una prima fase improduttiva della durata di 1-2 anni; una seconda fase detta di produttività crescente che va dal 2° al 5° anno; una terza fase caratterizzata da una produttività costante che va dal 5° al 30° anno ed infine la quarta fase detta di senescenza dal 30° anno in poi.
- Il ciclo annuale è rappresentato dall'intero sviluppo della pianta nell'arco dell'anno, l'insieme dei diversi cicli annuali compongono poi il ciclo vitale. Il ciclo annuale in Italia inizia tipicamente a marzo e può durare a seconda della varietà e delle condizioni climatiche tra i 115 e i 300 giorni terminando alla fine di novembre. Il ciclo annuale è composto da due fasi ben distinte:
 1. fase vegetativa, che comprende il pianto, il germogliamento, l'accrescimento vegetativo, l'agostamento, la caduta delle foglie e il riposo;
 2. fase riproduttiva, che comprende la differenziazione a frutto delle gemme, la fioritura, l'allegagione, l'accrescimento, e la maturazione delle bacche.

1.1.5.1. Fenologia

Per poter pianificare ed eseguire gli interventi agronomici nelle epoche corrette, è necessario conoscere e saper riconoscere i diversi stadi di sviluppo della vite. La fenologia è definita come la disciplina che studia i fenomeni biologici che si manifestano negli organismi e che comportano mutamenti dell'aspetto o delle funzioni. In viticoltura la fenologia si occupa di descrivere il ciclo annuale della pianta che ha inizio con la ripresa dell'attività vegetativa tra marzo-aprile e termina con il riposo invernale novembre-dicembre. Per la classificazione degli stadi fenologici esistono due principali scale di riferimento, la scala BBCH (utilizzata anche per la raccolta dati dello studio in oggetto) e la scala Baggiolini.

1.1.6. Equilibrio vegeto-produttivo

Il concetto di equilibrio vegeto-produttivo può essere spiegato come la ricerca di una gestione equilibrata del vigneto che mira ad ottenere la massima produttività senza inficiare sulla crescita vegetativa e l'accumulo di sostanze da parte della pianta e possa essere quindi sostenibile.

Nella gestione della vite, il concetto di equilibrio risulta fondamentale per non esporre la pianta a problematiche dovute a stress abiotici o biotici che si possono verificare durante la stagione e per quelle successive essendo la vite una pianta pluriennale.

Semplici misurazioni della crescita e del rendimento della vite effettuate alla raccolta e durante la potatura invernale (rendimento e numero di grappoli durante il raccolto, numero di tralci e la massa totale dei tralci alla potatura) consentono di determinare diversi indici utili di equilibrio della vite:

1. **INDICE DI RAVAZ:** peso uva prodotta/peso legno di potatura. Il rapporto tra l'intera produzione di una pianta e il peso del legno raccolto in inverno durante la potatura deve oscillare tra 5-7 per evitare che un'eccessiva carica produttiva indebolisca progressivamente la pianta.
2. **CM2 DI AREA FOGLIARE / GRAMMO DI PESO FRESCO DELLA FRUTTA:** valuta la quantità di area fogliare necessaria a far maturare una quantità di raccolto, si definisce ideale un intervallo tra 7 e 14 cm²/g.
3. **LA MASSA TOTALE DEI TRALCI:** Con valori elevati che indicano una densità elevata della parete fogliare.
4. **LA MASSA MEDIA DEI TRALCI:** con valori elevati che indicano eccessiva vitalità.

1.1.6.1. Gestione della chioma

La gestione della chioma è un punto fondamentale per ottenere un ottimo rapporto tra quantità e qualità dei grappoli prodotti. Tralasciando la potatura definita di allevamento, che interessa il vigneto solo i primi tre anni, l'operazione più importante della stagione è la potatura di produzione o potatura secca che traccia la direzione per la stagione seguente, in seguito ad una adeguata potatura secca si possono eseguire semplici operazioni di aggiustamento in fase vegetativa definiti di potatura verde per regolare in modo più dettagliato e specifico le singole piante. Sono descritte di seguito nel dettaglio le caratteristiche delle due tipologie di potature.

- Potatura secca: è la potatura invernale, quella che si esegue prima della ripresa vegetativa della pianta. Una corretta tecnica di potatura passa attraverso una corretta scelta del quantitativo di gemme da tenere per la stagione e per farlo è necessario conoscere la vigoria del vigneto e la fertilità delle gemme.

Per stabilire la giusta carica di gemme tipicamente si tende a prendere in considerazione la vigoria della pianta attraverso la misurazione in kg della quantità di legno prodotto e la quantità e qualità della produzione che si vuole ottenere, di conseguenza con una pianta vigorosa sarà bene lasciare tra le almeno 20-25 gemme per pianta, mentre per piante meno vigorose è buona prassi diminuirne il numero per non sovraccaricarla, con 10-15 gemme. Ovviamente, per stabilire la quantità delle gemme secondo il ragionamento fatto è necessario averne una stima della fertilità, per questo in Veneto il centro per l'educazione, la cooperazione e l'assistenza tecnica eseguono dei campionamenti e delle forzature per ottenere questo dato utile ai viticoltori. In merito all'epoca di potatura, bisognerebbe considerare la completa caduta delle foglie ed il riassorbimento delle sostanze nutritive. Un vigneto potato precocemente inizierà di conseguenza a germogliare anticipatamente in primavera, esponendo il germoglio a maggiore rischio di gelate tardive.

- Potatura verde: essa comprende tutte le operazioni eseguite durante lo sviluppo vegetativo della pianta al fine di controllarla e supportare successive scelte di impianto, la potatura invernale e la concimazione. Le principali tecniche di potatura verde eseguite in ordine cronologico durante la stagione sono:

- a. Spollonatura
- b. Scacchiatura
- c. Cimatura
- d. Sfogliatura o defogliazione
- e. Diradamento
- f. Sfemminellatura

1.1.7. Dinamica di maturazione delle bacche

La dinamica di maturazione della bacca si suddivide in tre fasi: fase erbacea, invaiatura e maturazione.

La fase erbacea va dall'allegagione all'invaiatura e dura mediamente 5-6 settimane, in questa fase l'acino è di colore verde e la produzione di auxine e gibberelline è massima. Al termine della fase erbacea l'acino ha quasi raggiunto il suo sviluppo definitivo, gli acidi tartarico e malico sono alle concentrazioni massime e gli zuccheri sono presenti in quantità di 2-4%.

L'invaiatura inizia con un rallentamento della crescita degli acini e l'inizio da parte di alcuni di essi del cambio di colore che progressivamente dal verde diventa giallo o violaceo a seconda della varietà, in questa fase nelle varietà la fotosintesi lascia spazio alla sintesi delle sostanze aromatiche e coloranti. La fine dello sviluppo dei vinaccioli comporta il termine dello sviluppo anche della bacca e quindi alla fine dell'invaiatura.

La fase di maturazione ha una durata che varia tra i 20 e 50 giorni, in questa fase l'acino si sviluppa ancora attraverso distensione cellulare mentre contemporaneamente perde consistenza e avvengono importanti modificazioni chimiche al suo interno

2. SCOPO DELLO STUDIO

La sperimentazione contenuta in questa tesi si prepone di caratterizzare lo sviluppo fenologico ed i risultati quanti-qualitativi di *Vitis Vinifera* varietà Merlot all'interno del distretto vitivinicolo Euganeo nell'annata 2023. In particolare, si è cercato attraverso l'elaborazione dei dati raccolti, di evidenziare differenze qualora presenti, tra le varie sottozone/versanti/aree del distretto Euganeo.

I risultati ottenuti saranno utili per approfondire la conoscenza della variabilità che contraddistingue il distretto Euganeo sotto il profilo vitivinicolo, ed attraverso ulteriori studi nel tempo, a definire delle aree con caratteristiche omogenee nelle quali utilizzare protocolli di gestione viticola per consentire di esprimere al massimo il potenziale qualitativo dell'area.

3. MATERIALI E METODI

3.1. AREA DI STUDIO

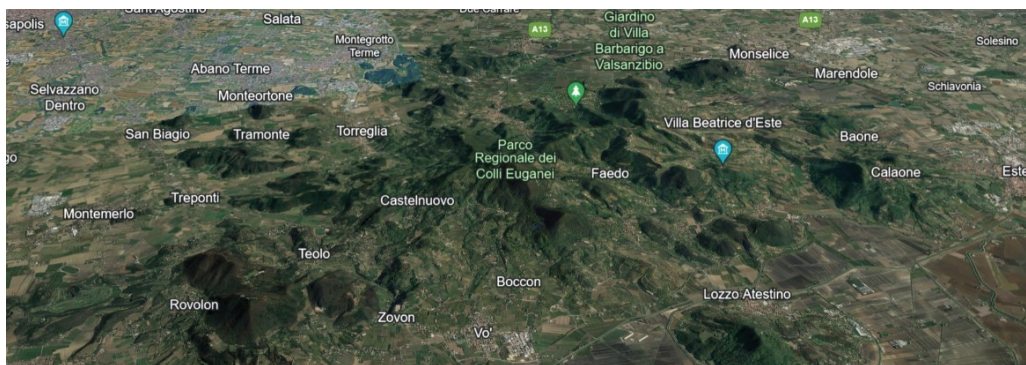


Figura 1. Foto panoramica dei Colli Euganei tratta da Google Earth

L'area oggetto di studio è il distretto vitivinicolo dei Colli Euganei; situato a sud-ovest di Padova e compreso tra i fiumi Adige e Bacchiglione che si presenta come un singolare agglomerato di rilievi collinari nel mezzo di un'ampia pianura. L'importanza della ricchezza paesaggistica e della biodiversità naturalistica di quest'area, che si estende su una superficie di 19.000ha, ha portato la Regione Veneto nel 1989 ad istituire il Parco Regionale dei Colli Euganei, che comprende 15 comuni della zona, con l'obiettivo di proteggere e conservare il territorio.

La coltura predominante nell'area dei Colli Euganei, sia in termini di estensione che dal punto di vista socio-economico, è senza dubbio la vite, la quale si diffonde dalle colline alle zone pianeggianti circostanti ai rilievi. La nicchia pedoclimatica dei Colli Euganei permette la produzione di ottime uve a bacca rossa delle varietà bordolesi e di uve moscato giallo da cui si produce il tradizionale Fior d'Arancio DOCG oltre che l'uva Glera da cui produrre Prosecco DOC.

3.1.1. Genesi e geologia

I rilievi collinari dei Colli Euganei hanno origine in epoca Eocenica e Oligocenica attraverso due cicli di attività vulcaniche sottomarine con caratteristiche ben distinte che hanno modificato la stratigrafia di origine sedimentaria del fondale marino di epoca ben più antica, Giurassico-Cretacea. Per questo motivo i suoli dell'areale euganeo sono caratterizzati da due diverse tipologie di rocce geologiche fondamentali: rocce di origine sedimentaria e rocce di origine vulcanica o subvulcanica.

Le rocce di origine sedimentaria sono a loro volta suddivise in:

- Rosso ammonitico: formatasi tra i 150 e i 135 milioni di anni fa nel Giurassico superiore, di formazione sedimentaria calcarea e di colore variabile dal rosso violaceo al grigio, molto ricco di resti fossili ed in particolare di ammoniti da cui prende il nome;
- Maiolica/Biancone: formatasi tra i 135 e i 90 milioni di anni fa nel Giurassico superiore-Cretaceo, di formazione sedimentaria calcarea di colore biancastro, compatto e ben stratificato. È composto dalla deposizione di elementi di mare aperto e relativamente profondo, nonché di gusci calcarei e di microscopici organismi;
- Scaglia Rossa: formatasi tra i 90 e i 55 milioni di anni fa nel Cretaceo superiore-Eocene Inferiore, di formazione sedimentaria calcarea argillosa spesso contenente fossili marini di colore prevalentemente rossiccio che può localmente assumere tinte biancastre;
- Marne Euganee: formatasi tra i 55 e i 33 milioni di anni fa nell'Eocene superiore-Oligocene inferiore, di formazione sedimentaria calcareo-argillosa, presenta una colorazione varia dal grigio-azzurro, grigio chiaro e giallastro.

Rocce di origine vulcanica:

- Il primo ciclo eruttivo si è verificato durante l'Eocene superiore (40-43 milioni di anni fa) ed è stato caratterizzato da eruzioni basiche/basaltiche, avvenute attraverso fratture della crosta marina, di lave fluide che si andarono a riversare sul fondale mescolandosi ai sedimenti marnosi; queste colate furono accompagnate da fenomeni esplosivi emettendo corpi piroclastici (ceneri, lapilli, frammenti grossolani) sempre di composizione basaltica. In questa prima fase eruttiva le rocce che si formarono furono:
 - Basalto: roccia effusiva di tipo basico e dalla colorazione scura
- Il secondo ciclo eruttivo si è verificato durante l'Oligocene inferiore (30-33 milioni di anni fa) ed è stato caratterizzato da eruzioni inizialmente acide/siliciche che verso la fine tornarono ad essere basiche/basaltiche. Essendo le colate siliciche maggiormente viscoso trovarono la risalita più difficile e produssero duomi o sollevamenti topografici formando laccoliti. In questa seconda fase eruttiva le rocce che si formarono furono:
 - Trachite: roccia magmatica effusiva, di colore grigio, giallastro e aranciata. È chimicamente neutra e con una percentuale di silice tra 65% e 55%
 - Riolite: rappresentano assieme alle trachiti la tipologia di roccia effusiva più diffusa nei Colli Euganei, hanno un colore chiaro. Sono costituite da quarzo e presentano più del 67% di silice.
 - Latite: sono rocce che presentano un colore molto scuro, con un contenuto di silice compresa tra il 55-50%, meno diffuse delle precedenti.
 - Basalto

Terminate i fenomeni eruttivi, dall'Oligocene inferiore fino alla fine del Pliocene si ha un graduale ritiro dell'acqua e attorno ai colli si viene a creare un ambiente di transizione simile a quello di una laguna salmastra. Nel Quaternario circa 2 milioni di anni, i fiumi trasportarono nell'area grandi quantità di materiali derivanti dall'erosione delle catene montuose alpine, formando in tal modo la Pianura Padana e portando all'emersione definitiva dei Colli Euganei.

3.1.2. Morfologia

Oggi i Colli Euganei si presentano come una serie di rilievi collinari di modesta altitudine che seppur raggruppabili per apparente contiguità rimangono scollegati tra loro a causa del riempimento delle vallate operato dai depositi alluvionali trasportati dai fiumi. La morfologia dei rilievi fu poi modellata dall'erosione climatica che attraverso la rimozione degli strati sedimentari più teneri arrivò ad esporre la roccia lavica in alcuni versanti, conferendo forme tipicamente conine nei rilievi maggiori e ondulate in quelli minori. L'azione dell'uomo sull'aspetto morfologico dei Colli Euganei non può essere considerata secondaria, infatti oltre ai classici modellamenti del territorio per esigenze agricole e antropiche, (terrazzamenti, livellamenti, disboscamenti, opere di gestione delle acque, strade, infrastrutture) in particolare tra gli anni 50 e 60, questo territorio fu sfruttato per l'estrazione di marne euganee portando addirittura alla completa spianatura di una delle 53 colline, ad oggi 52 che compongono il distretto.

3.1.3. Andamento climatico

L'areale dei Colli Euganei presenta un clima simile a quello Mediterraneo e come per i suoli presenta un'elevata variabilità, è opportuno quindi definire diversi microclimi generati dalla presenza dei rilievi. I versanti esposti a Sud presentano un orizzonte sub-mediterraneo mentre i versanti esposti a Nord presentano caratteristiche climatiche sub-montane. Il mesoclima della pianura invece è rappresentato da un clima temperato sub-continentale. Facendo parte della pianura padana il clima dei Colli Euganei non è esente dai classici eventi di foschie, nebbie, gelate che caratterizzano i mesi autunnali/primaverili e di afa in estate. Le precipitazioni annue nei Colli Euganei presentano valori medi di circa 900 mm/annui distribuiti prevalentemente in primavera ed autunno. Nei mesi estivi solitamente si possono verificare precipitazioni abbondanti a carattere temporalesco, di rado associate a fenomeni grandinigeni. La stagione meno piovosa risulta essere quella invernale.

3.2. BASE VARIETALE

La base varietale su cui è stata svolta l'osservazione della variabilità è stata la varietà Merlot, varietà a bacca rossa, di origine francese (in Francia si coltivano più di 100'000 ha) che si è diffusa a partire dal 1880 nel nord Italia e poi nel resto della penisola. Secondo la descrizione ampelografica: è una varietà che presenta un'elevata disomogeneità tra i vari biotipi in particolare per aspetti quali fertilità e forma del grappolo. Generalmente la foglia ha una dimensione media ed è quinquelobata con lembo ondulato/segheggiato smussato e seno peziolare a U. Il grappolo si presenta con una forma piramidale, alato (singolo o doppio) con acini di medie dimensioni rotondi e di colore blu-violaceo.

In termini di attitudini culturali, è una varietà dotata di notevole vigoria con portamento semiretto e tralci con internodi molto corti. Riesce ad adattarsi alla maggior parte dei climi esclusi quelli eccessivamente siccitosi. La capacità produttiva è abbondante e continua, se confrontati sulla base delle potature, riesce ad essere più produttivo nei sistemi a potatura lunga rispetto alla corta; il primo germoglio fruttifero si localizza solitamente tra 2°-3° nodo. Possiede un numero medio di dodici infiorescenze e è solitamente le femminelle non sono produttive.

Tale varietà si adatta molto bene ai vari sistemi di allevamento, anche quelli meccanizzabili con potatura corta, ma si esprime al meglio su potature medie con 4-5

gemme o lunghe 8-10. Non è caratterizzato da resistenze particolari alle malattie, anzi soffre in particolare la peronospora e il marciume.

È riportata di seguito la fenologia della varietà in relazione al periodo dell'anno:

- Germogliamento: medio (dal 13 al 22 aprile).
- Fioritura: precoce (terza decade di maggio).
- Invaiaura: media (dal 14 al 26 agosto).
- Maturazione dell'uva: media (dalla fine di settembre ai primi di ottobre).
- Caduta delle foglie: media (prima quindicina di novembre).

Con riferimento alle caratteristiche organolettiche della bacca e del prodotto vino, la bacca presenta una buccia di media consistenza ricoperta di pruina, la polpa si presenta succosa e dolce, di sapore erbaceo più o meno intenso. Il vino che si ottiene ha un colore rosso rubino abbastanza intenso con sapore leggermente erbaceo che si presentava nella bacca, alcolico, fruttato, aromatico, di acidità tendenzialmente bassa

3.3. AZIENDE SITO DI CAMPIONAMENTI

Date le caratteristiche eterogenee della zona sotto il profilo pedoclimatico, già descritto nei punti precedenti, è stato necessario comporre, nei limiti della disponibilità trovata nelle varie aziende, un campione che fosse adeguatamente numeroso e distribuito all'interno dell'areale euganeo in modo da effettuare una raccolta dati rappresentativa del territorio, che sia in grado quindi di evidenziare, qualora ci fossero, differenze dello sviluppo vegeto/produttive tra le varie zone differenzialmente caratterizzate.

Le aziende coinvolte in totale sono state 15 e sono le seguenti:

AREA	AZIENDA	SIGLA
CENTRO	ALVEARE	ALV
SUD	BARBIERO	BRB
VALLE	BORIN	BRN
NORD	CALAON	CLN
CENTRO	CARPANESE CIRILLO	CRP
SUD	FILO DELLE VIGNE	FLV
VALLE	FARRASIN	FRS
VALLE	GAMBALONGA	GMB
VALLE	LOREGGIAN	LRG
VALLE	MIRABELLO	MRB
VALLE	PIANZIO	PNZ
VALLE	SALVAN	SLV
SUD	VIGNATLA	VGN
SUD	VERONESE	VRN
NORD	CHIESETTA	CHS

Tabella 1. Aziende coinvolte nel progetto, legenda utile per comprendere i successivi grafici

3.3.1. Inquadramento dei vigneti

Precedentemente all'inizio dello sviluppo vegetativo su ciascuno dei 15 vigneti di varietà Merlot che hanno composto il campione è stato eseguito un primo sopralluogo volto ad identificarne l'esatta posizione geografica. Nel corso del primo sopralluogo è stata eseguita anche la selezione dei filari e delle piante che sono state poi osservate nel corso della stagione, per farlo è stato applicato un protocollo deciso dal professore Franco Meggio che prevedeva le seguenti indicazioni:

- Scegliere e segnalare 3 filari adiacenti escludendo i filari marginali del vigneto; (d'ora in poi ci si riferirà a questi tre filari nominandoli "Blocco 1, Blocco 2, Blocco 3")
- Scegliere e segnalare 5 viti in altrettante campate non contigue all'interno di ogni filare scelto, escludendo da inizio filare le prime tre campate (distanza interpalo sulla fila).

3.4. ANALISI SULL'APPARATO VEGETATIVO

Terminata la fase di "inquadramento" dei vigneti è iniziata l'attività di monitoraggio sullo sviluppo vegetativo della vite; le attività in campo sono iniziate con l'inizio della stagione primaverile quando le temperature medie si sono innalzate ed hanno raggiunto la soglia dei 10°C, temperatura che segna lo zero di vegetazione per la vite.

3.4.1. MONITORAGGIO DELLO SVILUPPO FENOLOGICO

Tutte le analisi legate allo sviluppo e crescita fenologica sono state eseguite prendendo come riferimento la scala fenologica BBCH (acronimo di Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry) per la vite, e riportando quindi per ogni osservazione il codice corrispondente alla fase di crescita. Il primo sopralluogo è stato eseguito il 21 Marzo e da questa data in poi si è proceduto con sopralluoghi a cadenza settimanale, dato il rapido sviluppo vegetativo che la pianta presenta nelle fasi iniziali, fino al 25 Maggio quando si è deciso di procedere con un'osservazione ogni due settimane fino alla data di vendemmia. Per completare il monitoraggio fenologico è stata introdotta la misurazione della lunghezza dei germogli. Queste misurazioni sono cominciate quando le prime tre foglie si sono completamente distese, raggiungendo una lunghezza di circa 20 centimetri, e sono proseguite fino a quando non è stata eseguita la prima operazione di cimatura. Il protocollo di osservazione utilizzato per queste analisi era così composto:

- Monitoraggio di 3 gemme per ogni pianta segnalata secondo il protocollo precedente.
- Se la forma di allevamento prevede una potatura lunga scegliere sul capo a frutto una gemma basale, una mediana e una apicale.
- Se la forma di allevamento prevede una potatura corta (cordone speronato) scegliere le 3 gemme su 3 diversi speroni lungo il cordone.
- Riportare lo stadio di sviluppo di ogni singola gemma senza eseguire alcuna media-

3.4.2. MONITORAGGIO DELL'AREA FOGLIARE

Conoscere la dimensione dell'area fogliare risulta fondamentale se si vuole mettere in relazione la produttività alla vegetazione e cercare di equilibrarla. Per eseguire la misurazione è stato utilizzato lo come strumento, messo a disposizione dall'università presso l'azienda agricola sperimentale Lucio Toniolo di Agripolis, Legnaro. La misurazione è stata eseguita su 3 piante per ogni blocco, per farlo è stato necessario raccogliere tutte le foglie presenti su un singolo germoglio. Oltre alla raccolta delle foglie è stata eseguita una conta dei germogli presenti sulla pianta così da poter stimare la superficie fogliare della pianta. Essendo una prova "distruttiva" è stata eseguita al termine della stagione viticola in concomitanza con la raccolta delle uve

3.5. ANALISI SULLA PRODUZIONE

La raccolta dati è terminata con le misurazioni sulla produttività e sulle caratteristiche degli acini eseguite alla vendemmia che in quest'annata per la varietà merlot nella zona è avvenuta tra la metà e la fine del mese di settembre. Per eseguire l'analisi sono state selezionate e vendemmate separatamente 3 piante per ogni blocco e dal materiale raccolto fatte le dovute misurazioni.

3.5.1. Determinazione della produzione per pianta

In ordine cronologico, la prima misurazione eseguita era la pesata della produzione, effettuata pesando i grappoli singolarmente con pesate progressive così da ottenere al termine, la produzione totale della pianta, e per differenza anche il peso di ogni grappolo.

3.5.2. Determinazione del diametro medio acino

La misurazione del diametro medio dell'acino eseguita alla raccolta è servita a completare il set di dati raccolti in campo qualche settimana prima della vendemmia. In campo la misurazione del diametro è stata eseguita su 50 acini con l'utilizzo di un semplice calibro mentre al momento della raccolta si è optato per un metodo più veloce attraverso l'utilizzo di un software di processamento d'immagine "IMAGEJ". Il lavoro si è svolto a partire dalle uve raccolte in precedenza da cui si sono ricavati 100 acini (con peduncolo attaccato) per ogni blocco, successivamente gli acini sono stati appoggiati su una tabella forata 10x10 e di quest'ultima ottenuta una foto da processare successivamente.

3.5.3. Determinazione del peso medio acino

La determinazione del peso medio degli acini è stata eseguita attraverso la pesata di 100 acini per ogni blocco da cui si ricava attraverso formula matematica, il peso medio di un acino.

3.6. ANALISI DELLE DINAMICHE DI MATURAZIONE

A partire dal fino alla raccolta sono stati eseguiti campionamenti di acini in vigneto, sui tre filari oggetto di studio, e con la collaborazione del laboratorio analisi di Vo' Euganeo sono state eseguite analisi di zuccheri, pH, acidità, polifenoli al fine di osservare a livello chimico la dinamica di maturazione delle uve, l'ultimo campione sulle uve è stato eseguito alla vendemmia e successivamente è stato eseguito un campionamento anche sulla massa di mosto/vino.

3.7. ANALISI STATISTICA

L'analisi statistica dei dati è stata fatta con l'ausilio del software CoStat 6.4 (CoHort, Berkeley, USA, 2008). Per i set di dati è stata eseguita un'analisi ANOVA (analysis of variance) a una via a blocchi randomizzati per valutare differenze significative entro ogni singola data. Per stabilire la presenza di differenze significative tra le tesi è stato eseguito un Fisher's least significant difference (LSD) multiple comparison test.

4. RISULTATI E DISCUSSIONI

Di seguito vengono riportati in grafico o tabella i risultati ottenuti dal monitoraggio. Nei grafici che seguiranno, i 15 vigneti saranno raggruppati in funzione dell'area geografica omogenea individuata: Nord (N, colore verde), Centro (C, colore arancione), Sud (S, colore rosso) e Valle-pianura (V, colore azzurro). Dopo ogni grafico, viene riportata una tabella che indica i risultati dell'analisi statistica e, in caso di presenza di differenze significative, la discriminazione tra le medie secondo il test di Fisher (LSD) con un livello di significatività di $p < 0.05$.

4.1. BBCH GERMOGLIO

Di seguito verranno presentati i dati raccolti attraverso il monitoraggio fenologico eseguito sui 15 vigneti oggetto di studio. Le diverse fasi fenologiche sono state raggruppate in due fasi, rappresentate dalle fasi vegetative (Figura 2) e da quelle riproduttive (Figura 3).

Dal trend di sviluppo osservato considerando tutte le aziende assieme (Figura 2-A) si possono osservare comportamenti molto differenti con anticipi o ritardi. Come è possibile osservare dal colore delle curve (raggruppate poi assieme e mediate entro area, Figura 2-E) si osserva un anticipo nel germogliamento delle aree Sud e Nord. Dalla data dell'11 aprile (doy 101), infatti, quando in queste aree i vigneti iniziano a distendere le prime foglie, nelle altre aree non si è ancora completato il germogliamento.

Alla data del 25 maggio, ultimo rilievo sulla fenologia dei germogli, l'area Centro risulta la più tardiva con un numero di 3-4 foglie distese in meno rispetto alle altre aree. Da segnalare che nell'area Sud, non è stato possibile raccogliere questa data.

Sia analizzando i dati tra singole aziende che per area, sono state ottenute differenze significative in tutte le date di monitoraggio evidenziando l'elevata eterogeneità di questo territorio (Tabella 2).

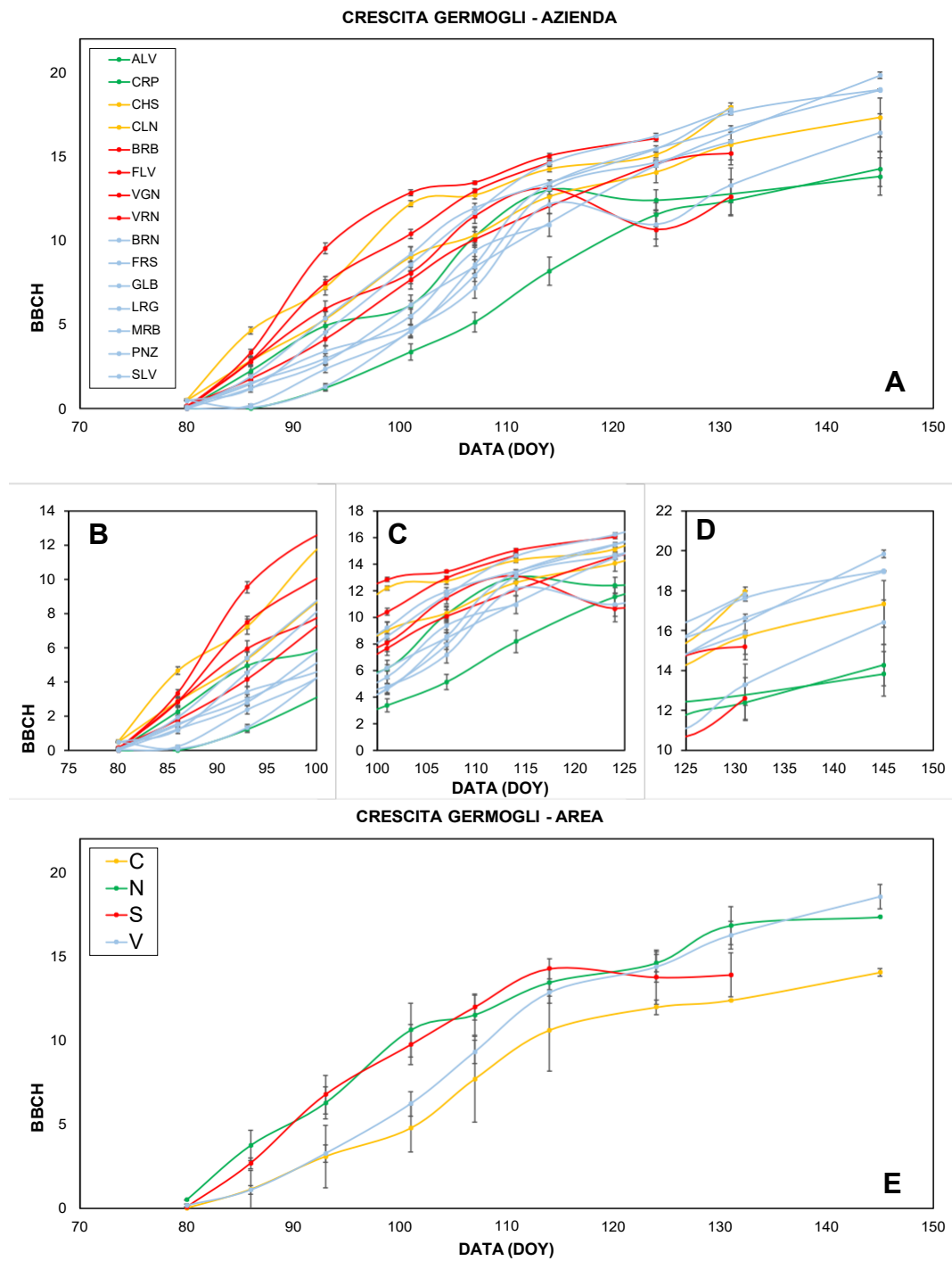


Figura 2. Accrescimento dei germogli su base giornaliera espressa come giorno dell'anno (doy) per azienda (A-D) e per Area (E). Le differenze significative secondo il test ANOVA sono riportate in Tabella 2.

Tabella 2. Analisi statistica sull'accrescimento dei gemogli. Gli asterischi indicano differenze statisticamente significative tra le medie per $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**), $p < 0.001$.

Azienda	Area	21/03 (80)	27/03 (86)	03/04 (93)	11/04 (101)	17/04 (107)	24/04 (114)	04/05 (124)	11/05 (131)	25/05 (145)
ALV	(C)	0.00 b	2.24 cde	4.93 de	6.16 de	10.24 cde	13.02 bc	12.40 d		13.81 c
CRP	(C)	0.00 b	0.00 g	1.22 i	3.37 f	5.13 i	8.18 e	11.53 de	12.37 e	14.26 c
CHS	(N)	0.52 a	4.64 a	7.22 bc	12.20 a	12.71 ab	14.26 a	15.11 abc	17.95 a	
CLN	(N)	0.48 a	2.84 bc	5.31 de	9.02 bc	10.31 cde	12.61 bc	14.06 c	15.71 bc	17.33 ab
BRB	(S)	0.00 b	2.80 bcd	5.93 cd	8.07 c	11.44 bcd	13.08 b	10.64 e	12.60 e	
FLV	(S)	0.00 b	3.33 b	9.53 a	12.84 a	13.44 a	15.04 a	16.06 a		
VGN	(S)	0.11 b	2.84 bc	7.46 b	10.40 b	12.95 ab	14.66 a			
VRN	(S)	0.16 b	1.76 ef	4.13 efg	7.67 cd	10.06 def		14.55 bc	15.20 cd	
BRN	(V)	0.50 a	0.06 g	1.31 i	4.67 ef	7.93 gh	13.08 b	14.66 bc	15.88 bc	
FRS	(V)	0.07 b	1.46 ef	3.42 fgh	4.80 ef	7.18 h	12.17 c	10.95 e	13.28 de	16.42 bc
GLB	(V)	0.00 b	1.22 f	2.78 gh	6.18 de	8.44 gh		14.48 bc		19.84 a
LRG	(V)	0.00 b	1.91 def	5.37 de	9.20 bc	11.95 ab		15.46 ab	17.62 ab	19.00 ab
MRB	(V)	0.09 b	1.53 ef	2.97 gh	5.51 e	9.38 efg	10.93 d			
PNZ	(V)	0.47 a	1.16 f	4.53 def	8.58 c	11.66 bc	14.62 a	16.22 a	17.82 a	
SLV	(V)	0.00 b	0.20 g	2.35 hi	4.60 ef	8.56 fgh	13.37 b		16.64 abc	18.95 ab
		***	***	***	***	***	***	***	***	***
Area	<i>CENTRO</i>	0.00 c	1.12 c	3.07 b	4.76 c	7.68 c	10.60 d	11.96 b	12.37 b	14.04 b
	<i>NORD</i>	0.50 a	3.74 a	6.26 a	10.61 a	11.51 a	13.44 b	14.58 a	16.83 a	17.33 ab
	<i>SUD</i>	0.06 c	2.68 b	6.76 a	9.74 a	11.97 a	14.26 a	13.75 a	13.90 b	
	<i>VALLE</i>	0.16 b	1.08 c	3.25 b	6.21 b	9.30 b	12.83 c	14.36 a	16.25 a	18.55 a
		***	***	***	***	***	***	**	**	*

4.2. BBCH INFIORESCENZA

La stessa presentazione dei dati viene fatta per lo sviluppo fenologico dell'infiorescenza (Figura 3) e Tabella 3. Lo sviluppo dell'infiorescenza è stato seguito dal momento dell'apparizione (BBCH 53) fino al momento della raccolta e ed è interessante notare come nonostante una condizione di eterogeneità di sviluppo iniziale si arrivi ad un punto di convergenza tra le varie curve in corrispondenza dello stadio BBCH 79. I test statistici, infatti, sia tra aziende che aree, evidenziano una non significatività alla prima osservazione nella giornata 114 e mentre per quanto riguarda l'analisi tra aziende la significatività rimane marcata per tutte le altre giornate.

Nuovamente la zona centrale dei Colli, di cui fanno parte le aziende ALV e CRP, probabilmente per le condizioni climatiche e orografiche (sicuramente l'altitudine) è risultata la più in ritardo nel raggiungere le diverse fasi di sviluppo dell'infiorescenza/grappolo.

La fase di fioritura, nonostante dimostri una elevata eterogeneità anche all'interno della stessa area, permette di evincere un comportamento di anticipo delle aree Sud e Nord.

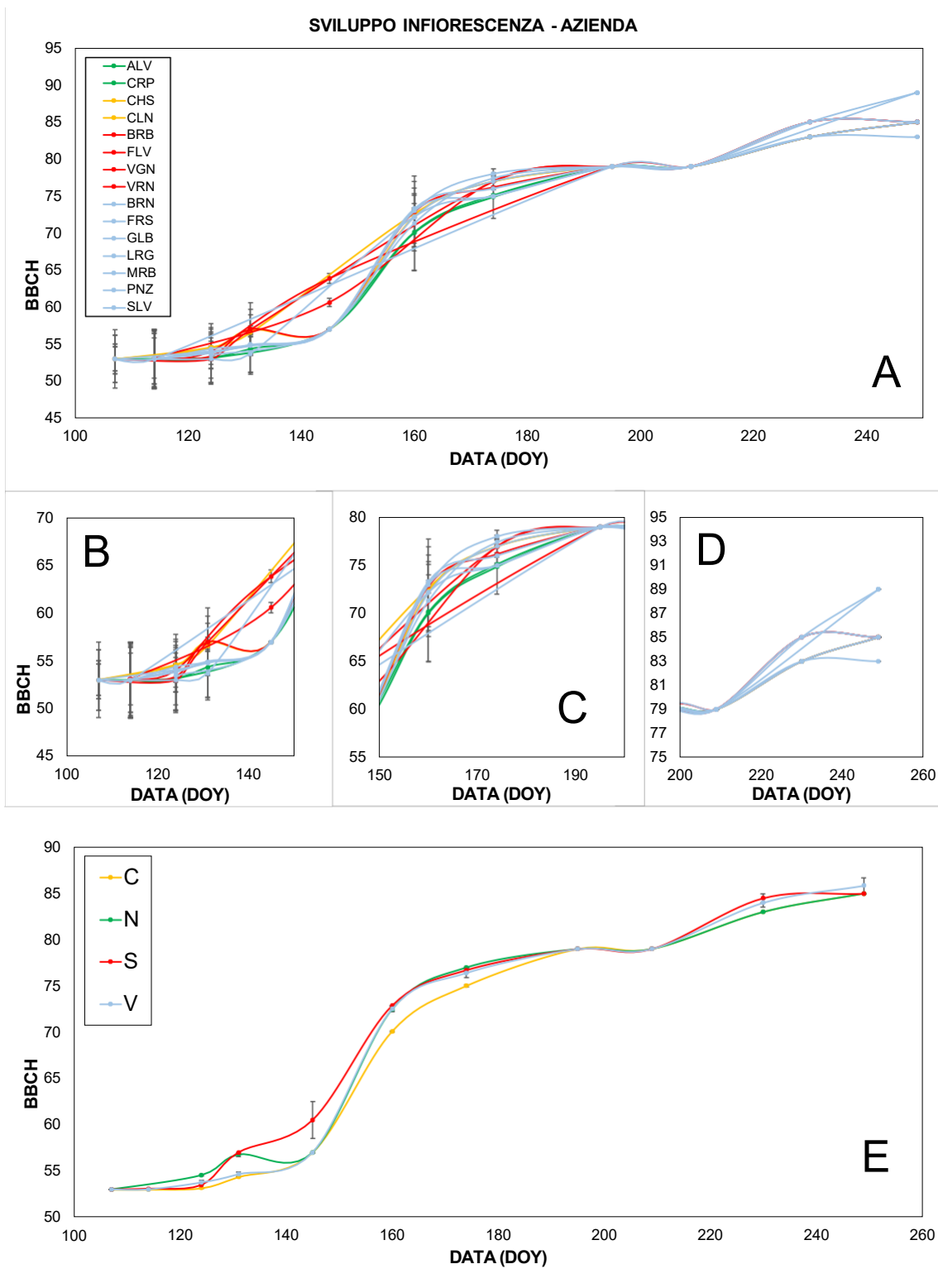


Figura 3. Andamento dello sviluppo delle infiorescenze su base giornaliera espressa come giorno dell'anno (doy) per azienda (A-D) e per Area (E). Le differenze significative secondo il test ANOVA sono riportate in Tabella 3.

Tabella 3. Analisi statistica sullo sviluppo dell'infiorescenza. Gli asterischi indicano differenze statisticamente significative tra le medie per $p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$.

Azienda	Area	24/04 (114)	04/05 (124)	11/05 (131)	25/05 (145)	09/06 (160)	23/06 (174)
ALV	(C)	53.00	53.10 de		57.00 c	70.03 f	74.88 c
BRB	(S)	53.00	53.32 de	57.00 a	57.00 c	72.87 abc	76.20 bc
BRN	(V)	53.00	53.00 e	53.70 c		72.24 d	75.00 c
CHS	(N)		54.60 a	56.55 a		72.66 bcd	77.00 ab
CLN	(N)		54.48 ab	57.00 a	57.00 c	72.29 cd	77.00 ab
CRP	(C)	53.00	53.17 de	54.35 b	57.00 c	70.15 f	75.13 c
FLV	(S)	53.12	54.06 abc		63.88 a		
FRS	(V)	53.00	53.81 bcd	54.92 b	57.00 c	71.33 e	77.44 ab
GLB	(V)		53.45 cde		57.00 c	72.15 d	77.00 ab
LRG	(V)		54.07 abc	54.86 b	57.00 c	73.31 a	76.02 bc
MRB	(V)	53.00					
PNZ	(V)	53.00	54.37 ab	54.91 b	57.00 c	73.00 ab	75.00 c
SLV	(V)	53.00		54.77 b	57.00 c	73.00 ab	78.02 a
VGN	(S)	53.08			60.62 b		77.00 ab
VRN	(S)		53.00 e	57.00 a			76.95 ab
		ns	***	***	***	***	***
CENTRO		53.00	53.13 c	54.35 b	57.00 b	70.09 b	75.01 b
NORD			54.54 a	56.76 a	57.00 b	72.50 a	77.00 a
SUD		53.08	53.47 bc	57.00 a	60.50 a	72.87 a	76.71 a
VALLE		53.00	53.76 b	54.63 b	57.00 b	72.53 a	76.41 a
		ns	**	***	***	***	*

4.3. LUNGHEZZA GERMOGLIO

La raccolta dati sulla lunghezza del germoglio è iniziata dalla terza-quarta foglia distesa ed è continuata fino alla cimatura che avvenuta in ogni azienda in momenti differenti. I test statistici evidenziano nuovamente l'elevata variabilità sia tra vigneti che tra zone dalla prima giornata, day 124, alla penultima, 160. Nella giornata 174 non sono più rilevabili differenze significative le aree. Dai grafici è possibile osservare come durante il mese di maggio, caratterizzato da elevate precipitazioni e temperature sotto la media stagionale, le differenze seppur presenti non sono così marcate. Dal mese di giugno, con l'innalzamento delle temperature e con il ritorno del tempo stabile, lo sviluppo dei germogli è accelerato ma in maniera differente tra le zone. A causa, tuttavia, della mancanza di alcuni dati in particolare nelle aree Sud e Nord, il trend per area risulta di difficile interpretazione e incoerente rispetto, invece, ai comportamenti delle singole aziende. Va sottolineato come, le diverse forme di allevamento, sestri di impianto e quindi tempistiche di gestione della chioma abbiano in alcuni casi anticipato i primi interventi di cimatura dei germogli. A differenza dello sviluppo fenologico del sotto ciclo vegetativo che aveva visto le aree Sud e Nord staccare le altre con un significativo anticipo, lo stesso vantaggio non si osserva nell'allungamento dei germogli.

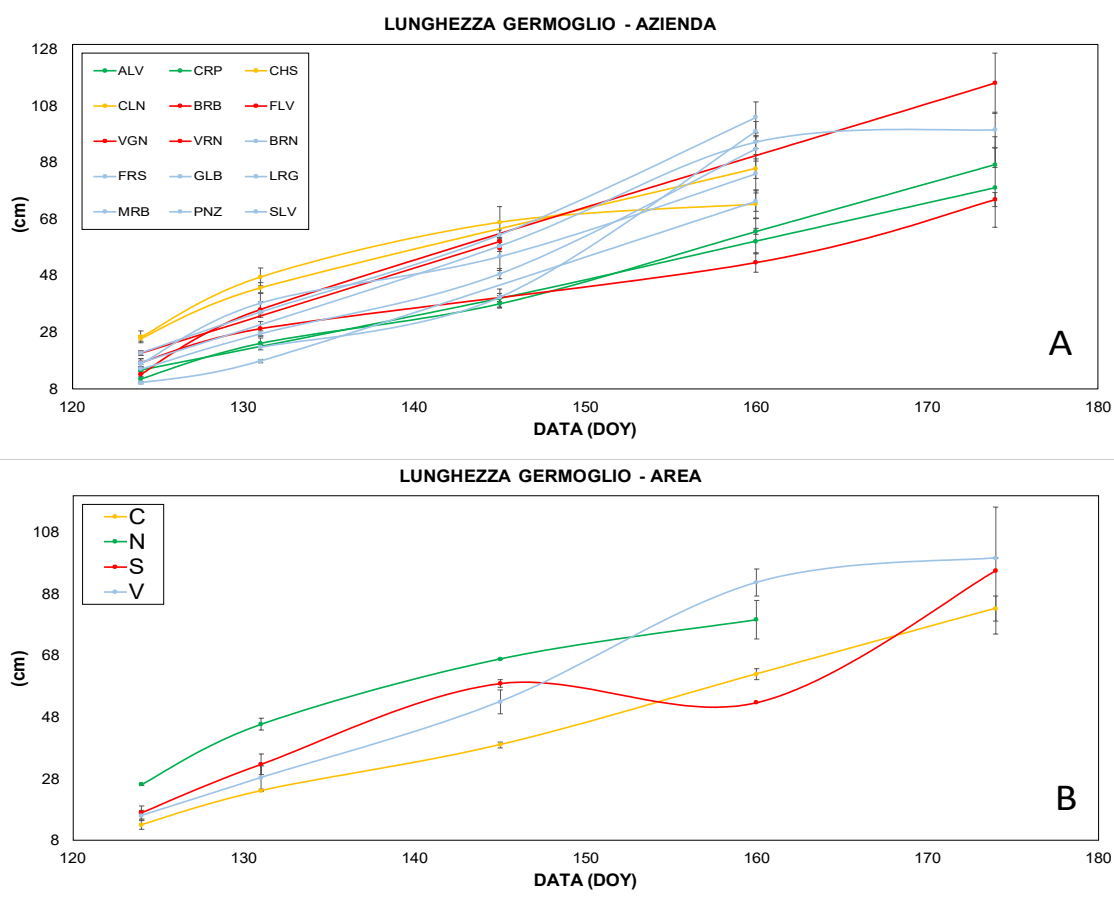


Figura 4. Accrescimento in termini di lunghezza del germoglio su base giornaliera. Le differenze significative secondo il test ANOVA sono riportate in Tabella 4.

Tabella 4. Analisi statistica sull' accrescimento in lunghezza del germoglio. Gli asterischi indicano differenze statisticamente significative tra le medie per $p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$.

Azienda	Area	04/05 (124)	11/05 (131)	25/05 (145)	09/06 (160)	23/06 (174)	
ALV	(C)	14.53 def		39.97 de	60.28 de	79.22	
BRB	(S)	17.27 bcd	29.29 c		52.72 e	75.00	
BRN	(V)	10.11 g	17.77 f		74.44 cd		
CHS	(N)	25.80 a	43.73 a		86.00 bc		
CLN	(N)	26.39 a	47.62 a	66.96 a	73.40 cd		
CRP	(C)	11.47 fg	24.05 de	38.05 e	60.97 de	87.40	
FLV	(S)	20.57 bc		60.22 ab			
FRS	(V)	16.87 cde	37.21 b	54.82 bc	84.18 bc	75.00	
GLB	(V)	17.26 bcd		58.55 ab	95.33 ab	99.72	
LRG	(V)	15.06 de	27.55 cd	48.77 cd	92.97 ab		
MRB	(V)			62.57 ab			
PNZ	(V)	20.66 b	35.15 b	40.42 de	104.21 a		
SLV	(V)		22.71 e	57.73 abc	99.22 ab		
VGN	(S)						
VRN	(S)	13.10 efg	36.12 b			116.25	
		***	***	***	***		ns
CENTRO		13.03 c	24.05 c	39.00 c	60.63 c	82.33	
NORD		26.08 a	45.56 a	66.96 a	79.77 b		
SUD		17.22 b	32.98 b	58.97 ab	52.72 c	113.07	
VALLE		15.94 b	27.56 c	52.89 b	91.81 a	97.32	
		***	***	***	***		ns

4.4. ACCRESCIMENTO DEL DIAMETRO DEGLI ACINI

Con cadenza bisettimanale sono stati monitorati gli accrescimenti in diametro delle bacche. Se guardando i trend per singole aziende, nonostante emergano differenze significative importanti tra i siti, rimane difficile trarre delle conclusioni, quando si raggruppano i siti per area risulta tutto di più semplice interpretazione.

L'area che mostra durante tutte e 4 le date di monitoraggio valori assoluti di diametro delle bacche superiore è quella del Centro. Le altre tre aree, nonostante nelle prime fasi riescano a tenere anche tassi di accrescimento superiori, all'ultima data di monitoraggio la zona Centrale mostra un aumento quando le altre invece si assestano. Si potrebbe interpretare questo comportamento tenendo in considerazione la risposta di accrescimento delle uve passando da un periodo di elevata disponibilità idrica (maggio) ad un periodo, invece, in cui alcune zone (Sud e Nord) hanno vissuto periodi di crescente stress idrico e termico che inevitabilmente potrebbe aver impattato le fasi di divisione cellulare in pre-invaiaatura e quelle di distensione durante la maturazione delle uve.

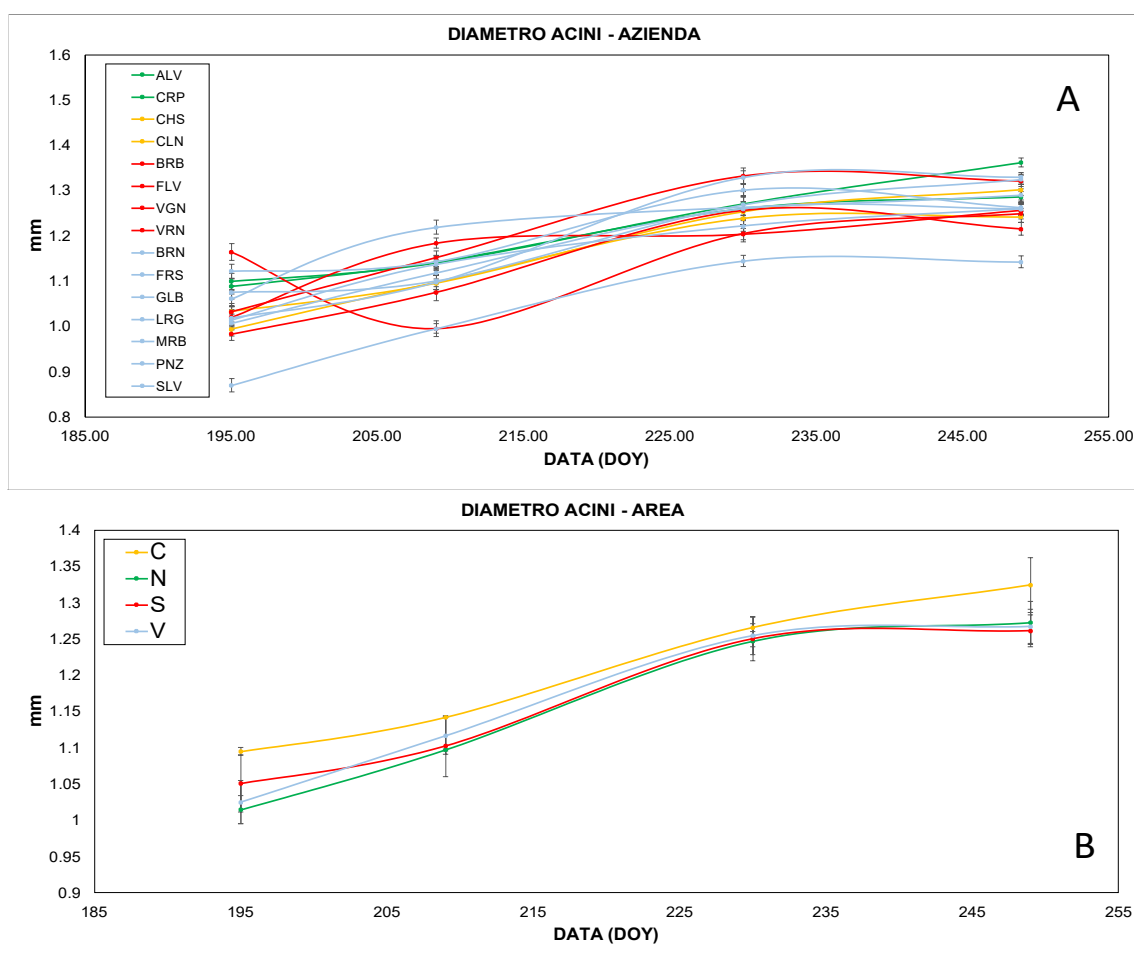


Figura 5. Sviluppo in termini di dimensione degli acini su base giornaliera espressa come giorno dell'anno (doj) per azienda (A-D) e per Area (E). Le differenze significative secondo il test ANOVA sono riportate in Tabella 5.

Tabella 5. *Analisi statistica sullo sviluppo in termini di dimensione degli acini. Gli asterischi indicano differenze statisticamente significative tra le medie per $p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$.*

Azienda	Area	14/07 (195)	28/07 (209)	18/08 (230)	09/06 (249)
ALV	(C)	1.08 bc	1.14 c	1.26 bcd	1.28 de
BRB	(S)	0.98 g	1.08 g	1.26 cd	1.22 g
BRN	(V)	1.01 fg	1.12 cdef	1.26 bcd	1.26 ef
CHS	(N)	1.03 def	1.09 fg	1.25 cd	1.30 bcd
CLN	(N)	0.99 fg	1.09 efg	1.24 cde	1.24 fg
CRP	(C)	1.07 cd	1.14 cd	1.27 bc	1.36 a
FLV	(S)	1.02 efg	1.18 ab	1.20 e	1.26 ef
FRS	(V)	1.08 cd	1.10 defg	1.27 bc	1.33 bc
GLB	(V)	1.07 cd	1.09 efg	1.33 a	1.33 ab
LRG	(V)	1.01 fg	1.14 cde	1.22 de	1.26 ef
MRB	(V)	1.06 cde	1.22 a		1.29 cde
PNZ	(V)	0.87 h	0.99 h	1.15 f	1.14 h
SLV	(V)	1.12 ab	1.14 c	1.30 ab	1.26 ef
VGN	(S)	1.03 def	1.15 bc	1.33 a	1.32 bc
VRN	(S)	1.16 a	0.99 h	1.21 e	1.25 fg
		***	***	***	***
CENTRO		1.07 a	1.14 a	1.26 a	1.32 a
NORD		1.01 c	1.09 b	1.24 a	1.27 b
SUD		1.05 ab	1.10 b	1.25 a	1.26 b
VALLE		1.03 bc	1.12 ab	1.25 a	1.26 b
		**	*	ns	***

4.5. DINAMICHE DI MATURAZIONE

Nonostante non sia stato possibile effettuare una analisi statistica sulle dinamiche di maturazione delle uve tra aziende ed aree. I grafici a radar riportati di seguito permettono di osservare alcuni trend tra le 3 diverse date pre-vendemmiali in cui sono stati prelevati e analizzati i campioni delle uve presso il laboratorio del Consorzio di Tutela Dei Colli Euganei.

Se si osserva il comportamento per singola azienda (Figura 6) è possibile apprezzare come per alcune aziende: BRB, VGN, FLV e VRN (Area Sud) le curve di accumulo zuccherino, concentrazione di antociani e polifenoli totali non solo si assestano sui valori più alti tra le aziende ed aree, ma mostrano anche una contrazione delle fasi di maturazione che nelle tre date mostrano ridotti accumuli essendo pertanto già prossimi alla maturazione tecnologica e fenolica. Lo stesso si può osservare per quanto riguarda il calo dell'acidità totale e in particolare dell'acido malico che nell'area Sud risulta significativamente più anticipato. Nelle altre aree, invece, si può osservare una dinamica ritardata delle maturazioni che inevitabilmente hanno poi portato ad un ritardo nella data di vendemmia anche di 10 giorni (Valli) o addirittura 15 per il (Centro) (Tabella 6).

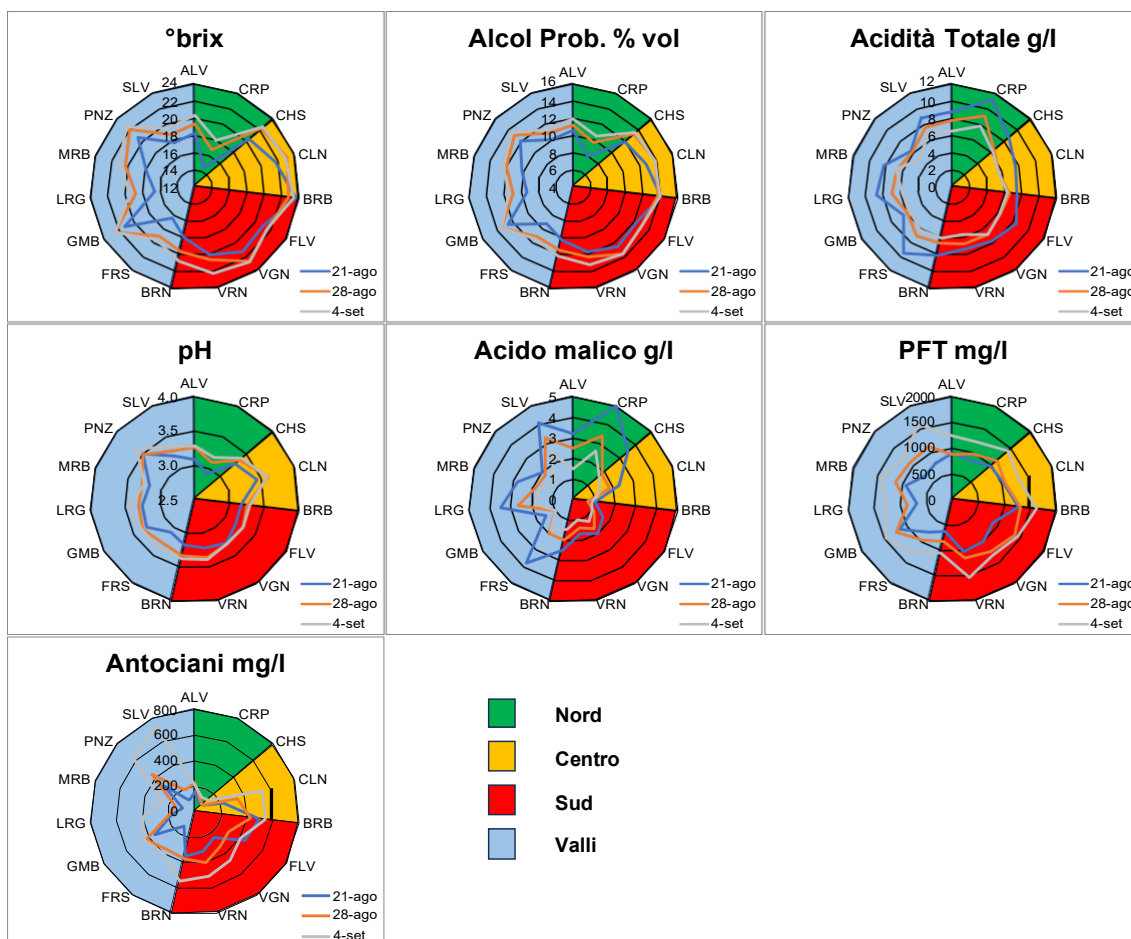


Figura 6. Rappresentazione grafica delle curve di maturazione per azienda.

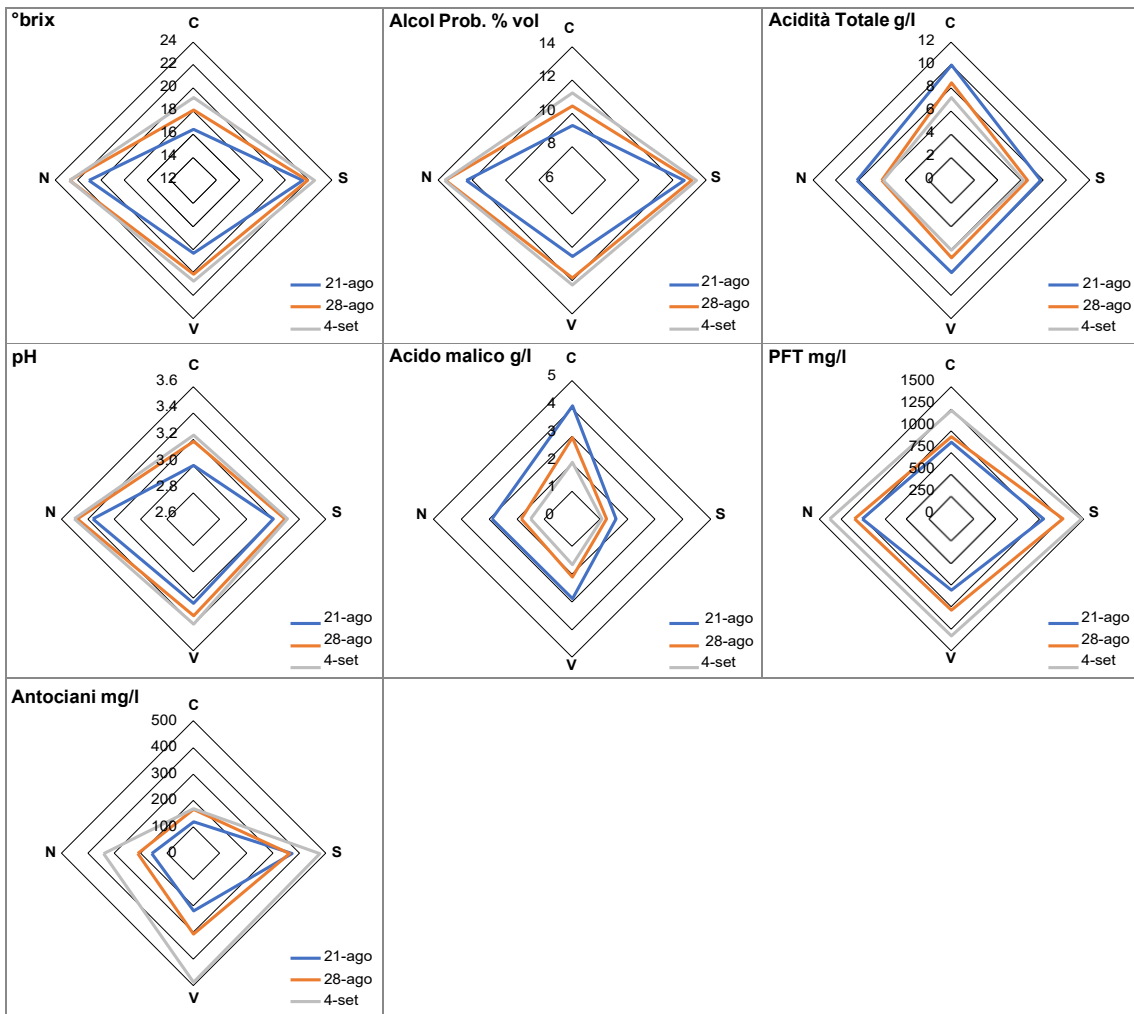


Figura 7. Rappresentazione grafica delle curve di maturazione per area.

4.6. PARAMETRI QUANTI-QUALITATIVI ALLA RACCOLTA

Di seguito vengono riportati i risultati dei parametri raccolti alla vendemmia. In particolare oltre al diametro di un campione rappresentativo di 100 acini (Figura 8), grazie alla raccolta dell'area fogliare media per germoglio, del numero medio di germogli per pianta e della resa per ceppo, è stato possibile ricavare un importante parametro vitivinicolo: l'indice area fogliare/resa per pianta. Questo indice, indica un bilancio vegeto-produttivo ottimale tra la quantità di foglie (organi sources) e la produzione (organo sink) per produrre vini equilibrati e di qualità. In letteratura viene riportato che oltre valori di 1.2-1.5 m²/kg non si ottiene un incremento qualitativo e anzi, potrebbe essere osservabile un decremento per effetto dello sbilanciamento dovuto ad eccessi produttivi o pareti vegetative troppo stentate.

I risultati dell'analisi statistica sono stati poi raggruppati per tutti i parametri ed indici analizzati in Tabella 6.

4.6.1. Diametro delle bacche

Osservando il diametro finale delle bacche alla raccolta (data basata sul raggiungimento del medesimo grado zuccherino per simili obiettivi enologici: vini da invecchiamento) è possibile apprezzare oltre al valore medio (riportato in Figura 8 con il simbolo "X") anche l'ampiezza della variabilità delle bacche attorno alla media.

Se tra le diverse aziende si può osservare che l'azienda SLV appartiene alla zona Valle ha raggiunto i valori più elevati e l'azienda PNZ (sempre di Valle) quelli più bassi, ci sono differenze significative tra le aree anche in termini di omogeneità tra le aziende. La zona Centro è stata quella che in media ha dato i valori più alti.

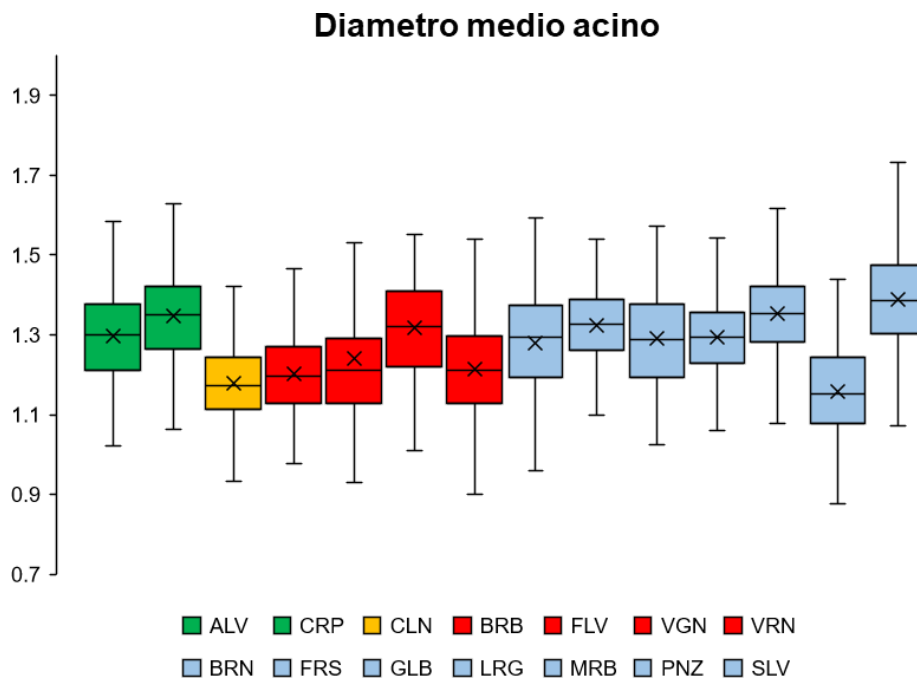


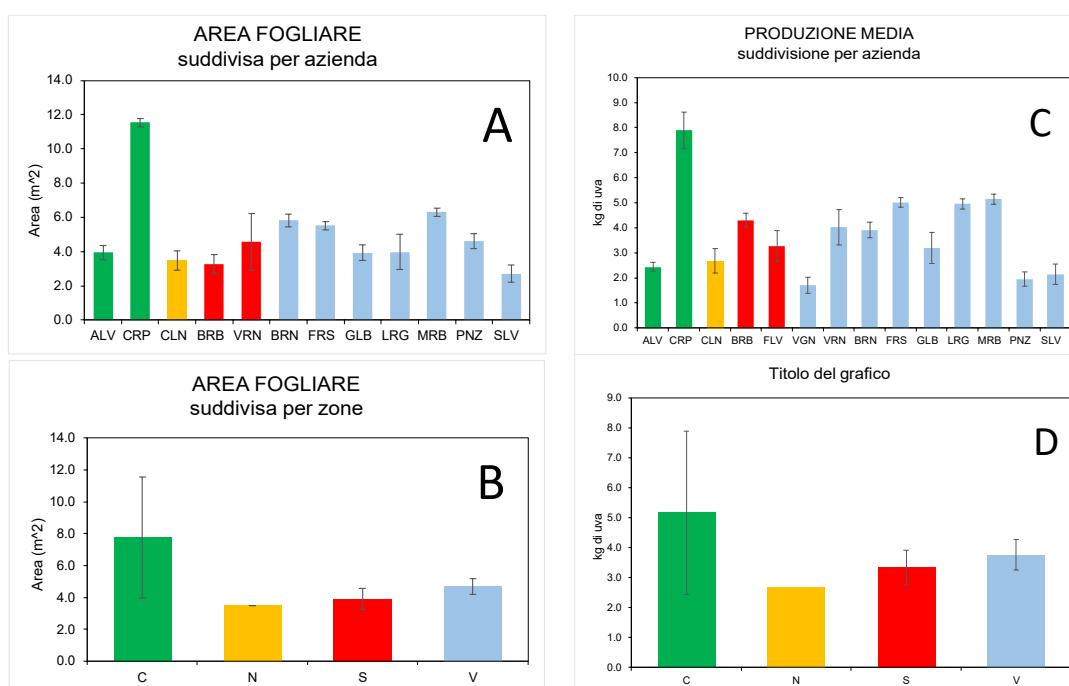
Figura 8. Confronto delle dimensioni dei diametri degli acini alla raccolta.

4.6.2. Equilibrio vegeto produttivo

Se si osservano i singoli componenti dell'indice di equilibrio vegeto-produttivo, area fogliare per pianta e resa per ceppo, si possono osservare comportamenti molto eterogenei (Figura 9-E); (Tabella 6). Se invece si calcola l'indice di equilibrio vegeto-produttivo, si può osservare che la maggiorparte dei vigneti risulta abbastanza equilibrata fatta eccezione per:

- PNZ, BRN, VGN che superano la soglia di 2 m²/kg di uva.
- BRB e LRG che si assestano su valori di circa 0.7 m²/kg.

Se si raggruppano i valori per area, vengono smussate queste 'anomalie' e in media tutte le aree raggiungono valori prossimi all'equilibrio.



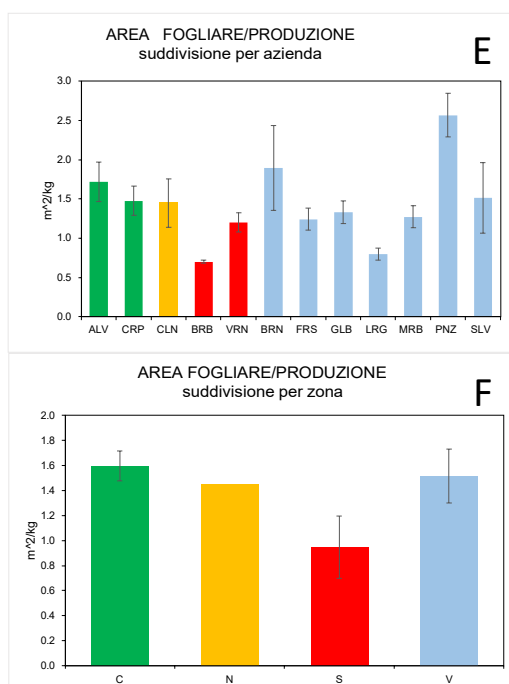


Figura 9. Parametri quanti-qualitativi alla raccolta, (doy) per azienda (A-C-E) e per Area (B-D-F). Le differenze significative secondo il test ANOVA sono riportate in Tabella 6.

Tabella 6. Parametri quanti-qualitativi alla raccolta. Gli asterischi indicano differenze statisticamente significative tra le medie per $p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$

Azienda	Area	DIAMETRO (mm)	PESO MEDIO ACINO (g)	PRODUZIONE (g)	AREA PIANTA	RAPPORTO
ALV	(C)	1.30 cde	1.52 b	2.44 efg	3035.31 abc	1.71 c
BRB	(S)	1.20 gh	1.27 c	4.30 d	2027.83 cd	0.70 c
BRN	(V)	1.28 e	1.53 b	3.92 cd	3462.39 ab	1.89 c
CHS	(N)					
CLN	(N)	1.18 hi	1.23 c	2.68 efg	3055.71 abc	1.44 bc
CRP	(C)	1.35 b	1.58 ab	7.89 a	3694.28 a	1.47 bc
FLV	(S)	1.24 f	1.23 c	3.28 de	1972.27 d	1.05 c
FRS	(V)	1.32 bc	1.54 ab	5.01 bc	2854.42 d	1.23 c
GLB	(V)	1.29 de	1.54 ab	3.19 def	3015.85 abc	1.33 bc
LRG	(V)	1.29 cde	1.48 b	4.96 bc	2627.20 bcd	0.79 c
MRB	(V)	1.35 b	1.74 a	5.15 b	3232.96 ab	1.27 bc
PNZ	(V)	1.16 i	1.00 d	1.95 g	2461.30 bcd	2.56 a
SLV	(V)	1.39 a	1.53 b	2.14 fg	3312.91 ab	1.51 bc
VGN	(S)	1.31 bcd	0.97 d	1.70 g	3053.98 abc	2.21 ab
VRN	(S)	1.22 fg	1.24 c	4.02 d	3432.37 ab	1.19 c
		***	**	**	***	*
CENTRO		1.32 a	1.55 a	5.17 a	3364.79 a	1.59 a
NORD		1.17 d	1.23 b	2.68 c	3055.71 ab	a
SUD		1.23 c	1.19 b	3.29 c	2563.86 b	1.27 a
VALLE		1.29 b	1.48 a	3.76 b	2995.29 ab	1.51 a
		***	**	**	ns	ns
			*	*		

4.6.3. Parametri analitici delle uve

Data	ZONA	CAMPIONE	Grado Riffr	Alcol Prob. % vol	Acidità Totale g/l	pH	Acido malico g/l	PFT mg/l	Antociani mg/l
22-set	C	ALV 1	21.6	13.3	6.00	3.34	1.20	1910	250
22-set	C	ALV 2	22.0	13.5	5.50	3.37	1.00	1730	500
22-set	C	ALV 3	21.3	13.0	5.80	3.39	1.20	1840	575
15-set	S	BRB 1	25.2	15.5	6.40	3.23	0.50	2060	670
15-set	S	BRB 2	24.8	15.2	5.90	3.37	0.70	2000	980
15-set	S	BRB 3	24.8	15.2	5.70	3.38	0.70	1890	950
26-set	V	BRN 1	22.5	13.5	5.70	3.42	1.30	1970	670
26-set	V	BRN 2	23.4	14.2	4.80	3.49	0.85	2140	710
26-set	V	BRN 3	22.7	13.6	5.40	3.44	1.20	1850	720
29-set	C	CRP 1	21.3	12.9	6.50	3.30	1.20	1820	400
29-set	C	CRP 2	22.0	13.5	6.50	3.33	1.00	1730	670
29-set	C	CRP 3	21.8	13.4	6.40	3.31	1.90	2030	470
26-set	V	FRS 1	21.8	13.2	5.30	3.48	1.20	2160	570
26-set	V	FRS 2	21.6	13.1	5.00	3.47	1.00	2080	680
26-set	V	FRS 3	23.4	14.2	5.40	3.43	1.50	2310	500
27-set	V	MRB 1	24.0	14.4	5.70	3.36	0.70	1990	595
27-set	V	MRB 2	24.9	14.9	5.20	3.45	0.80	2290	635
27-set	V	MRB 3	24.3	14.5	5.60	3.43	1.10	2100	540
13-set	V	PNZ 1	25.0	15.0	4.60	3.74	1.00	1780	1000
13-set	V	PNZ 2	24.7	14.8	4.90	3.72	1.15	1840	930
13-set	V	PNZ 3	25.1	15.05	4.60	3.74	0.90	1770	945
13-set	V	SLV 1	21.0	12.5	7.00	3.41	2.80	1860	260
13-set	V	SLV 2	21.5	12.8	6.70	3.40	2.40	1830	370
13-set	V	SLV 3	22.2	13.4	6.50	3.40	2.20	1910	395
22-set	V	GMB 1	24.4	14.6	5.20	3.39	0.80	2190	690
22-set	V	GMB 2	24.3	14.5	4.90	3.40	0.50	2150	700
22-set	V	GMB 3	24.5	14.6	4.60	3.46	0.50	2320	700
15-set	S	FILO 1	22.5	13.8	6.00	3.45	0.95	1880	580
15-set	S	FILO 2	22.3	13.6	5.80	3.39	0.60	1840	510
15-set	S	FILO 3	23.1	14.3	6.30	3.31	0.70	1860	700

Tabella 7. Risultati delle analisi chimiche delle uve alla rispettiva data diraccolta, l'analisi statistica è stata riportata in tabella 8.

Azienda	Area	°Brix	ALCOL	ACIDITY	pH	MALICO	PFT	ANTOCIANI
ALV	(C)	21.6 3 c	13.2 6 de	5.7 6 cd	3.3 6 de	1.1 3 bcd	1826.6 6 cd	441.66 de
BRB	(S)	24.9 3 a	15.3 0 a	6.0 0 bc	3.3 2 e	0.6 3 ef	1983.3 3 bc	866.66 ab
BRN	(V)	22.8 6 b	13.7 6 cd	5.3 0 def	3.4 5 bc	1.1 1 bcd	1986.6 6 bc	700.00 bc
CRP	(C)	21.7 0 c	13.2 6 de	6.4 6 ab	3.3 1 e	1.3 6 b	1860.0 0 cd	513.33 de
FLV	(S)	22.6 3 b	13.9 0 c	6.0 3 bc	3.3 8 e	0.7 5 def	1860.0 0 cd	596.66 cd
FRS	(V)	22.2 6 bc	13.5 0 cd	5.2 3 ef	3.4 6 b	1.2 3 bc	2183.3 3 a	583.33 cd
GMB	(V)	24.4 0 a	14.5 6 b	4.9 0 fg	3.4 1 d	0.6 0 f	2220.0 0 a	696.66 bc
MRB	(V)	24.4 0 a	14.6 0 b	5.5 0 de	3.4 1 d	0.8 6 f	2126.6 6 ab	590.00 cd
PNZ	(V)	24.9 3 a	14.9 5 ab	4.7 0 g	3.7 3 a	1.0 1 e	1796.6 6 d	958.33 a
SLV	(V)	21.5 6 c ** *	12.9 0 e ** *	6.7 3 a ** *	3.4 0 d ** *	2.4 6 a ***	1866.6 6 cd ** *	341.66 e ** *
CENTRO		21.6 6 b	13.2 6 b	6.1 1 a	3.3 4 b	1.2 5 a	1843.3 3 b	477.50 b
SUD		23.7 8 a	14.6 0 a	6.0 1 a	3.3 6 b	0.6 9 a	1921.6 6 ab	731.66 a
VALLE		23.4 0 a **	14.0 4 a *	5.3 9 b *	3.4 7 a **	1.2 1 a ns	2030.0 0 a *	645.00 ab ns

Tabella 8. Parametri quanti-qualitativi alla raccolta. Gli asterischi indicano differenze statisticamente significative tra le medie per $p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$

Al momento della vendemmia stati prelevati e analizzati i campioni delle uve presso il laboratorio del Consorzio di Tutela Dei Colli Euganei. Nonostante non siano stati estratti dei grafici da questi dati, attraverso la lettura della tabella 7, è possibile osservare come tra le singole aziende ci siano sempre delle differenze significative per ogni parametro analizzato. Mentre osservando l'analisi statistica per zona si notano in particolare i valori relativi alla concentrazione di acido malico e antociani che non presentano una significativa variabilità, dato particolare ma che va sicuramente messo in relazione alle scelte enologiche delle aziende.

5. CONCLUSIONI

I risultati raccolti in questo studio permettono di evidenziare quanto l'eterogeneità del territorio dei Colli Euganei sia dal punto di vista climatico, che geo-pedologico sia in grado di esprimersi sia in termini di sviluppo fenologico, accrescimento vegetative, dinamiche di maturazione e risultati quanti-qualitativo alla raccolta. Dai dati ottenuti è possibile verificare quantitativamente anticipi o ritardi vissuti dalle viti passando da zone Sud e Nord alla zona del Centro dei Colli Euganei, rispettivamente. E interessante osservare quanto la scelta dei siti e la loro classificazione in macro-aree, dettata quest'ultima dall'esperienza degli agronomi che lavorano in questo territorio da molti anni e che per primi ne hanno richiesto questa caratterizzazione, sia stata coerente tra le diverse aziende entro area. Appare di grande interesse i risultati ottenuto dal punto di vista dell'equilibrio vegeto-produttivo, strumento fondamentale su cui attualmente si sta basando il miglioramento qualitative della vitivinicoltura di questo territorio.

Il presente studio rappresenta un importante base di informazioni, unica prima d'ora per la sua capillarità, seppur migliorabile, e accuratezza nei rilievi condotti e nella complessità delle variabili analizzate.

Va ricordato che il medesimo studio è stato condotto su altrettanti vigneti di Cabernet sauvignon e che grazie alla loro integrazione permetterà di gettare le basi per una nuova zonazione del territorio, strumento fondamentale per impostare un programma di miglioramento sia a livello viticolo, che enologico che di marketing di questo territorio. La grande variabilità pedo-climatica di questo territorio nonostante possa rappresentare un limite, se ben interpretata e compresa, può consentire di massimizzare le potenzialità di un territorio da sempre vocato alla qualità.

6. BIBLIOGRAFIA

- Astolfi G., Colombara F., 2003. La geologia dei Colli Euganei. Treviso: Canova.
- Aurighi M., Vittadello A., 1999. Testimonianze geologiche dei Colli Euganei. Padova: Edizioni Provincia di Padova.
- Corazzina E. (2018). Coltivare la Vite, Tradizione, Innovazione, Sostenibilità. Verona: L'Informatore Agrario.
- Corazzina E., 2018. Coltivare la vite. Verona: L'Informatore Agrario.
- De Zanche A., Tadiotto A. (2007). La zonazione viticola dei Colli Euganei. Legnaro: Veneto Agricoltura.
- Fregoni M., 2013. Viticoltura di qualità. Milano: Tecniche Nuove.
- Gladstones J., 1992. Viticulture and Environment. Adelaide: Winetitles.
- 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.
- Jones G.V., 2006. Climate change and wine: Observations, impacts and future implications. Wine industry Journal 21: 21-26.
- Jones G.V., 2008. Il cambiamento climatico: osservazioni, proiezioni e conseguenze sulla viti-vinicoltura. Italus Hortus 15 (1): 3–14.
- Lorenz, D. H., K. W. Eichhorn, H. Blei-Holder, R. Klose, U. Meier Und E. Weber, 1994: Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*). Vitic. Enol. Sci. 49, 66-70.
- Mazzetti A., 1987. La flora dei Colli Euganei. Padova: Programma.
- Proverbio D., 2016. Sull'impatto del cambiamento climatico sulla produzione vitivinicola. Supervisore Gerbi V. Scuola di studi superiori Ferdinando Rossi, Università degli Studi di Torino.
- Rochard J., Clement JR., Srihyeri A., 2006. The evolution of grape harvest dates in relation to climate change. In Sixth International Cool Climate Symposium for Viticulture and Oenology. Auckland: New Zealand Society for Viticulture and Oenology.
- Selmin F., 2005. I Colli Euganei. Verona: Cierre.
- Stock M., Gerstengarbe F.W., Kartschall T., Werner P.C., 2005. Reliability of climate change impact assessments for viticulture. Acta Hort. (ISHS) 689: 29–40.
- Tomasi D., Lovat. L., 2012. La risposta fenologica della vite ai cambiamenti climatici. Il “proxy” di Conegliano, Atlante Agroclimatico del Veneto.