



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI**

Corso di laurea triennale in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e  
del Territorio Montano

**INFLUENZA DELLE CONDIZIONI PEDO-CLIMATICHE  
SULL'ESPRESSIONE VEGETO-PRODUTTIVA DELLA VITE:  
PRIMI RISULTATI IN VALCAMONICA.**

Relatore: Dott. LUCIO BRANCADORO  
Correlatore: Dott. DAVIDE MODINA

Elaborato finale di:  
**FRANCESCO CRESCINI**  
Matricola: 906880

# INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>2</b>
1.1	CENNI SULLA STORIA DELLA VITE:.....	2
1.1.1	IL CONCETTO MODERNO DI VITICOLTURA .....	3
1.2	INTERAZIONE GENOTIPO PER AMBIENTE: IL <i>TERROIR</i> .....	3
1.2.1	IL <i>TERROIR</i> NELLA SCENA INTERNAZIONALE.....	4
1.2.2	LA ZONAZIONE VITICOLA.....	5
1.2.3	LE FINALITÀ DELLA ZONAZIONE .....	5
1.2.4	MODALITÀ OPERATIVA.....	6
1.2.5	FATTORI INFLUENTI SULLA VITE .....	8
1.3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE VAL CAMONICA .....	13
1.3.1	INQUADRAMENTO GEO-LITOLOGICO E PEDOLOGICO .....	14
1.3.2	INQUADRAMENTO CLIMATICO .....	20
<b>2</b>	<b>MATERIALI E METODI</b> .....	<b>28</b>
2.1	VIGNETI GUIDA .....	28
2.2	RILIEVO FASI FENOLOGICHE .....	30
2.3	CAMPIONAMENTO PER CURVE DI MATURAZIONE .....	30
2.4	RILIEVI ALLA VENDEMMIA.....	31
2.4.1	ANALISI DI LABORATORIO .....	31
2.5	ANALISI STATISTICA .....	32
<b>3</b>	<b>RISULTATI E DISCUSSIONE</b> .....	<b>33</b>
3.1	ANALISI FASI FENOLOGICHE .....	33
3.2	ANALISI CURVE DI MATURAZIONE.....	39
3.3	ANALISI RILIEVI ALLA VENDEMMIA.....	43
3.3.1	PARAMETRI VEGETO PRODUTTIVI .....	43
3.3.2	PARAMETRI DI MATURAZIONE TECNOLOGICA .....	50
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>APPENDICE</b> .....	<b>58</b>

## RIASSUNTO

La Valcamonica è una vallata di origine glaciale che si sviluppa con direzione prevalente nord-sud; è situata nella parte nord-orientale della Lombardia e gode di particolari differenze pedo-climatiche, dovute principalmente all'orografia ed alla pedologia del luogo.

La viticoltura si trova così a svilupparsi in ambienti molto diversificati e, senza dati oggettivi, risulta difficile effettuare in modo razionale le scelte agronomiche ed enologiche che portino ad esprimere al meglio il potenziale viticolo delle diverse aree.

A questo scopo, durante la stagione vegetativa 2020, sono state condotte delle indagini su due vitigni presenti in tutta la valle (Manzoni bianco, a bacca bianca, e Merlot a bacca nera), studiandone l'espressione vegeto-produttiva in funzione del luogo di impianto.

Operativamente, per ogni vitigno sono stati scelti alcuni vigneti guida, dislocati lungo la Valcamonica e rappresentativi di diverse unità di pedopaesaggio. In ognuno di questi, si è proceduto a rilevare l'andamento fenologico prima e il decorso della maturazione poi. Alla vendemmia sono stati inoltre raccolti i principali parametri vegeto-produttivi di sette piante.

Scopo del lavoro è quello di identificare zone alla quale poter estendere le medesime pratiche agronomiche ed ottimizzare le risorse economiche impiegate dai viticoltori, in modo da ottenere un prodotto soddisfacente sul piano qualitativo.

In generale, per entrambi i vitigni, spostandosi verso Nord il decorso fenologico e della maturazione sembrerebbe più tardivo, ad eccezione dei vigneti guida di Sellero che, pur essendo i più settentrionali, hanno un decorso fenologico e della maturazione "medio". Queste indicazioni trovano riscontro anche alla vendemmia, sia a livello di parametri della maturazione tecnologica rilevati, che per quanto riguarda la data di raccolta.

Il lavoro si inserisce all'interno del progetto ValSoViCa che ha tra gli obiettivi la zonazione della Valcamonica. Il progetto si sviluppa su più anni in modo da minimizzare l'effetto annata e prendere in considerazione tutti i parametri che influenzano il *terroir*. Sarà quindi necessario proseguire a raccogliere i dati dell'espressione vegeto-produttiva anche nei prossimi anni permettendo così di disporre di quadro più completo e definire i migliori interventi per valorizzare un territorio ricco di potenzialità.

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 CENNI SULLA STORIA DELLA VITE:

Le piante d'uva appartengono al genere *Vitis L.* della famiglia delle Vitaceae. La quasi totalità delle viti coltivate appartiene alla specie *Vitis vinifera L.*, originaria del Mediterraneo e del Vicino Oriente. La *Vitis vinifera*, originariamente estesa con continuità dall'Europa all'Asia, durante le glaciazioni del Pleistocene si rifugiò ad Occidente nei territori del bacino del Mediterraneo e ad Oriente nei territori asiatici che oggi corrispondono all'Armenia, alla Georgia e all'Iran. Crescendo in condizioni ambientali profondamente difformi, si diversificò dando origine a due sottospecie: *Vitis vinifera L. subsp. sylvestris*, in Europa, e *Vitis vinifera L. subsp. sativa*, in Oriente (Buono e Vallariello 2002).

Successivamente, per quanto riguarda la storia Europea, attraverso la diffusione Greca prima, e l'espansione Romanica poi, la vite si diffonde in tutto il bacino del mediterraneo.

Attraverso l'introggressione genica fra vitigni autoctoni occidentali ed alloctoni orientali, vengono a formarsi nuovi vitigni coltivati, portando alla formazione della variabilità intraspecifica presente nell'Europa odierna.

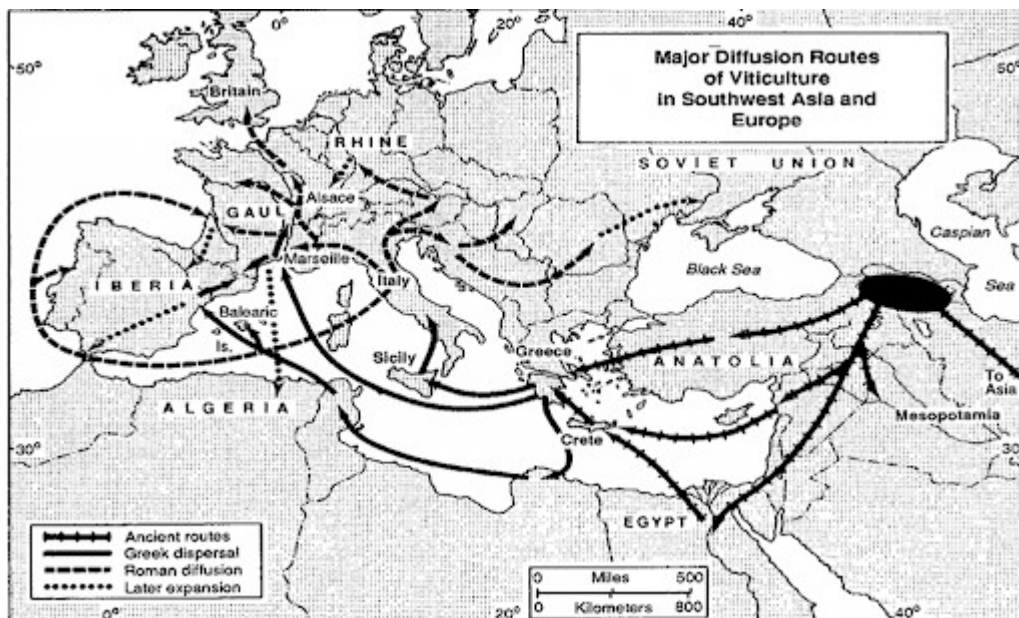


Figura 1: espansione vitis. Fonte: de Blij, 1983

### 1.1.1 IL CONCETTO MODERNO DI VITICOLTURA

Oggi, il concetto di viticoltura segue due strade parallele, esiste quella del “vecchio” mondo, tipica dei paesi europei come Francia, Italia, Portogallo e Spagna, finemente legata al territorio; questa filosofia segue il concetto di “*terroir*” inteso come interazione tra vitigno, clima e suolo, ed è quest’ultimo che dà personalità al vino. Il prodotto che ne scaturirà non sarà riproducibile altrove conferendo tipicità al prodotto finito. La filosofia europea può essere racchiusa nell’affermazione “il vino lo fa il territorio”.

Per quanto riguarda il “nuovo” mondo, l’ideale adottato da Cina, nord e sud America è quello del vino da vitigno, dove è considerata di primaria importanza la varietà, ed è quest’ultima che dona tipicità al vino.

### 1.2 INTERAZIONE GENOTIPO PER AMBIENTE: IL *TERROIR*

I fattori che influenzano un prodotto vitivinicolo sono imputabili a quattro cause principali:

Vitigno	Clima	Substrato, suolo, topografia e morfologia	Uomo
tipo di vigneto e portainnesto	temperature, piovosità, illuminazione, regime idrico, venti	Litologia, tessitura, composizione mineralogica, granulometria, profondità, spessore, pendenza, esposizione, altitudine	densità d’impianto, forma di allevamento, potatura, irrigazione e concimazione, epoca e modalità di vendemmia, tecniche enologiche

Tralasciando la scelta della cultivar e le operazioni svolte dall’uomo, le caratteristiche di un prodotto vitivinicolo sono, in gran parte, frutto dell’influenza del suolo e del clima sul comportamento fisiologico della vite. (OIV 2012). In generale infatti, il prodotto di un

genotipo, non è un fenotipo rigidamente definito, ma una gamma di sue espressioni determinata dall'influenza dell'ambiente (OpenWineMap 2014).

Tramite la zonazione viticola vengono studiati e divulgati i costituenti del *terroir* e la verifica dei legami che intercorrono tra i fattori così evidenziati e le tipologie di vino ottenibili. (Buccelli & Costantini, 2006)

Il *terroir* è quindi un sistema complesso, costituito da una catena di elementi (fattori ambientali, climatici, la cultivar e fattori umani) fino al prodotto finale. In Francia, i fattori del *terroir* vengono presentati come un pilastro fondamentale e costante delle Doc. Il dispositivo messo a punto e conosciuto in Sud Europa rappresenta un successo sempre più grande. Il motivo è la valorizzazione di un ambiente naturale (suolo, clima) con tecniche umane ereditate dalla tradizione, permettendo di ottenere un prodotto originale, non riproducibile, e le cui qualità essenziali sono strettamente collegate al sito di produzione. Tale concetto che ha avuto un grande successo nel settore viticolo si è esteso anche ad altri settori della produzione agricola (Asselin et al. 2011).

### **1.2.1 IL TERROIR NELLA SCENA INTERNAZIONALE**

La definizione di *terroir* non è sempre stata univoca, secondo la storia dell'OIV Organizzazione internazionale della vigna e del vino, Falcetti (2005), in occasione degli incontri internazionali "Planète Terroirs Unesco", ha sviluppato la prima nozione di *Terroir*.

Fanet nel 2006, a conclusione del 6° Congrès des Terroirs viticoles di Montpellier, basandosi su alcuni lavori di un gruppo Inra-Inao, propone ai partecipanti una definizione internazionale che è stata poi sottomessa agli Stati membri richiedendo la loro opinione. Quest'ultima, soggetto delle discussioni svolte in occasione delle sessioni Oiv in marzo 2008, dopo la sottomissione al giudizio degli Stati membri, viene adottata nel marzo 2009.

Rispettando il metodo Oiv basato sull'aspetto consensuale, questa definizione è stata presentata alla 7°assemblea generale dell'Oiv di Zagabria (Croazia) nel giugno 2009 non essendo però approvata.

Gli incontri degli esperti nei mesi di ottobre 2009 e marzo 2010, stimolati dal capo della delegazione francese (Fanet, 2010), hanno permesso, dopo lunghi dibattiti, di proporre una in grado di mettere d'accordo i partecipanti. Alla fine, una definizione del concetto di *terroir*

è stata presentata ed accettata alla 8° Assemblea generale dell'Organisation internationale de la vigne et du vin à Tbilissi (Georgia) nel mese di giugno 2010. (Asselin et al. 2011).

Il *terroir* vitivinicolo è un concetto che si riferisce a uno spazio nel quale si sviluppa una cultura collettiva delle interazioni tra un ambiente fisico e biologico identificabile, e le pratiche vitivinicole che vi sono applicate, che conferiscono caratteristiche distintive ai prodotti originari di questo spazio. Il *terroir* include caratteristiche specifiche del suolo, della topografia, del clima, del paesaggio e della biodiversità. (OIV 2010)

### **1.2.2 LA ZONAZIONE VITICOLA**

Per zonazione viticola si intende l'attività di studio di una zona viticola attraverso un approccio multidisciplinare che analizza i fattori caratteristici di un *terroir*; tali fattori definiscono le caratteristiche qualitative di una produzione viticola.

La zonazione viticola consente di mappare i contesti ambientali dei diversi *terroir* presenti in una determinata zona viticola e raccoglie, per i vitigni interessati dallo studio, una consistente mole di informazioni di carattere vegetale e produttivo.

Lo studio dei fattori che legano il vitigno all'ambiente avviene quindi grazie alla zonazione viticola, essa prevede la suddivisione del territorio in aree omogenee per caratteristiche geopedologiche, topografiche e climatiche che sono in grado di influenzare la risposta culturale (Buccelli & Costantini, 2006).

La zonazione viticola ha pertanto lo scopo di analizzare e quantificare gli effetti che la variabilità delle risorse ambientali hanno sull'attitudine viticola di un territorio. (Parisi et al. 2017)

Si associa al concetto di "vocazione viticola" il termine di "zonazione" inteso come suddivisione di un territorio in base alle caratteristiche ecopedologiche e geografiche con verifica della risposta adattativa di differenti vitigni.

### **1.2.3 LE FINALITÀ DELLA ZONAZIONE**

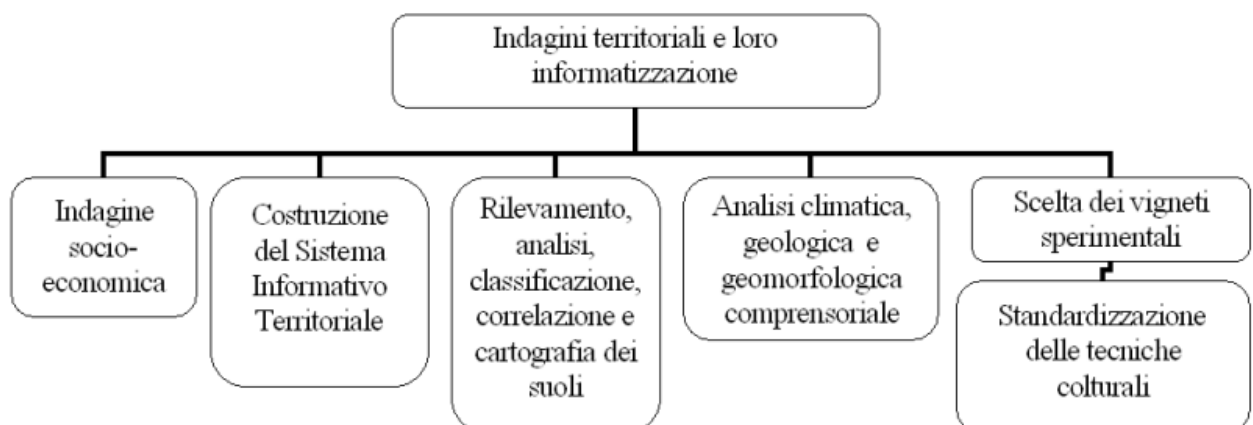
Le finalità di una zonazione possono essere molteplici ed influiscono sulla metodologia di studio da applicare.

Obiettivo della zonazione	Ruolo del suolo	Ruolo del clima	Ruolo dell'interazione suolo/clima
Determinazione dei territori in base al loro potenziale per la produzione di vini di una certa tipicità	++	++	++
Zonazione della precocità relativa potenziale (cinetica di sviluppo della vite e maturazione dell'uva)	+	++	0 (effetto cumulativo)
Ottimizzazione della gestione tecnica mediante l'adattamento del materiale genetico	++	++	0
Ottimizzazione della gestione tecnica e ambientale mediante l'adattamento delle pratiche agricole	++	+	+
Gestione territoriale del rischio fitosanitario	+	++	+
Realizzazione di sezioni parcellari	++	+	0
Gestione territoriale delle risorse idriche potenziali	++	++	++
Zonazione dei rischi e delle condizioni climatiche estreme	0	++	0
Zonazione di protezione dei suoli e del paesaggio contro minacce varie tra cui l'urbanizzazione	++	0	0
Zonazione in base alla attitudine di una regione particolare di essere sottoposta a viticoltura o a coltivazione di varietà particolari.	+	++	+

Tabella 1: Obiettivi della zonazione vitivinicola e rispettivi ruoli del suolo, del clima e loro interazione (++: forte; +: intermedio; 0: nullo), per una determinata varietà. Fonte: OIV 2012

#### 1.2.4 MODALITÀ OPERATIVA

La zonazione si avvale degli strumenti socio-economici per l'indagine preliminare, vengono poi definiti gli aspetti pedologici e climatici caratterizzanti l'area di studio. Segue la fase della scelta dei vigneti sperimentali. Tale scelta è strategica, in quanto determina la rilevanza e la rappresentatività dei risultati che verranno ottenuti, e deve essere compiuta solo dopo il rilevamento di un campione il più ampio possibile dei vigneti presenti, cercando di controllare il più possibile le variabili pedologiche, climatiche ed agrotecniche.





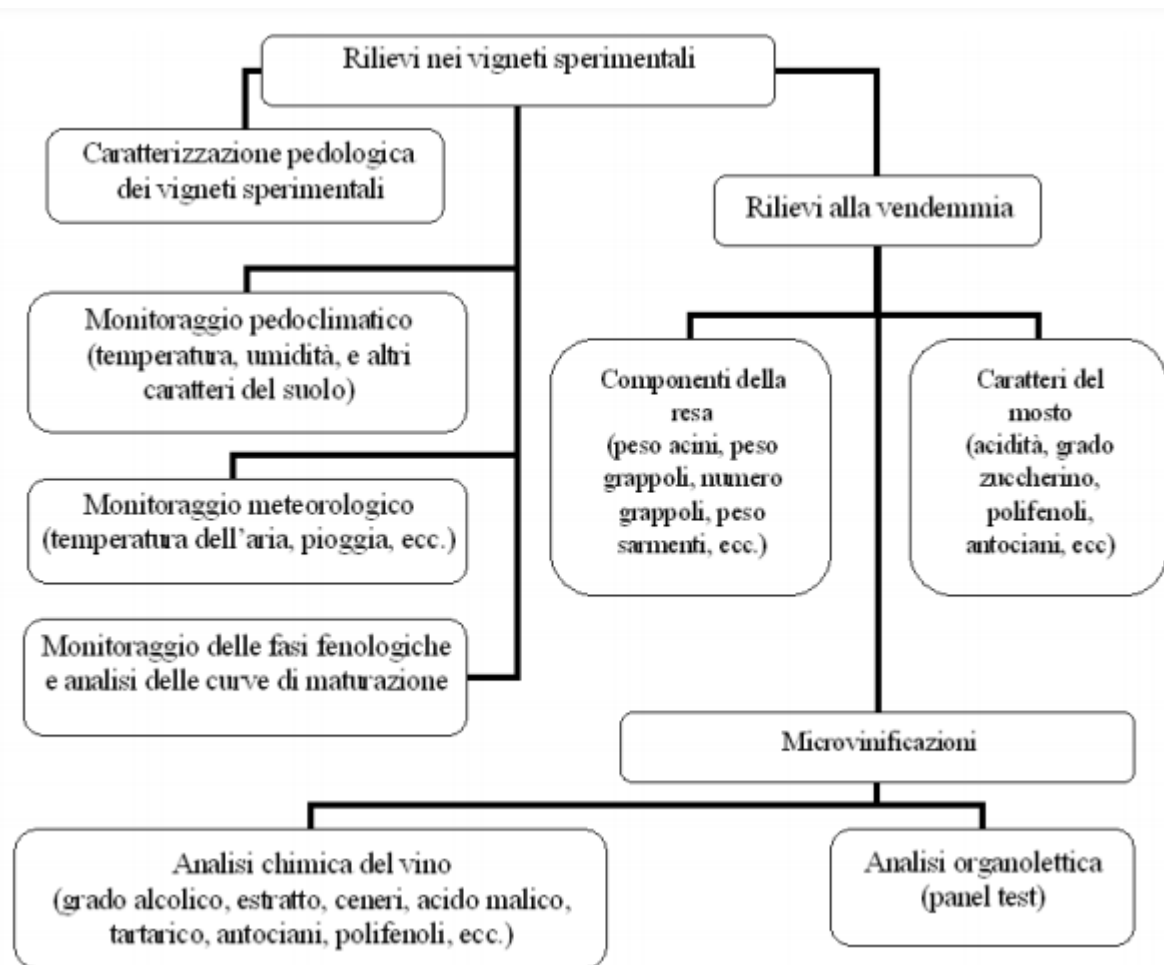


Figura 2: Modalità operativa per uno studio di zonazione. Fonte: Buccelli & Costantini, 2006

Come già ripetuto, la zonazione si basa sullo studio del suolo, del clima e della loro interazione.

Le discipline scientifiche che ci permettono questi studi sono molteplici; a livello del suolo un esempio sono la geologia, la geomorfologia e la pedologia.

La combinazione di questi differenti approcci, ci permette di produrre una zonazione di maggiore valore.

A livello climatico la zonazione si sviluppa attraverso la raccolta, lo studio e l'elaborazione di dati meteorologici. La viticoltura è in particolar modo influenzata da parametri climatici quali: la radiazione solare, la temperatura e la piovosità.

I dati raccolti possono essere interpretati attraverso l'analisi degli indici bioclimatici i quali restituiscono informazioni sull'attività vegeto-produttiva della vite.

Esistono numerosi indici come quello di Winkler relativo ai gradi giorno (GDD), il quale indica le somme termiche nel periodo vegetativo; il cool night index e l'indice eliotermico di Huglin. L'analisi dei suddetti, ci permette di definire aree a vocazionalità analoga ovvero aree omogenee sul piano climatico alla quale si possono estendere le medesime considerazioni. Un esempio esplicativo potrebbe essere la definizione di un'area con precipitazioni, esposizione, medie termiche e substrato di simile entità, alla quale associare una determinata cultivar in grado di esprimere il miglior potenziale vegeto-produttivo. Come in precedenza descritto, bisogna tener conto che, oltre a questi fattori, la qualità e la quantità delle produzioni vengono fortemente influenzate dall'azione antropica. È importante perciò, oltre ad essere in possesso di uno studio come quello effettuato, avvalersi dei mezzi per leggere e interpretare nel miglior modo le informazioni. Il buon viticoltore deve quindi affiancare ad uno studio di zonazione, delle solide conoscenze in campo agronomico.

### 1.2.5 FATTORI INFLUENTI SULLA VITE

Vitigno	Clima	Substrato, suolo, topografia e morfologia	Uomo
tipo di vigneto e portainnesto	temperature, piovosità, illuminazione, regime idrico, venti	Litologia, tessitura, composizione mineralogica, granulometria, profondità, spessore, pendenza, esposizione, altitudine	densità d'impianto, forma di allevamento, potatura, irrigazione e concimazione, epoca e modalità di vendemmia, tecniche enologiche

- VITIGNO

Ogni vitigno si differenzia per le proprie caratteristiche genetiche che ne influenzano i caratteri vegetativi e quali-quantitativi, fattori che possono risultare più o meno stabili nei diversi ambienti.

Alcuni parametri vengono influenzati in buona parte dal patrimonio genetico, in particolare l'andamento delle fasi fenologiche o le caratteristiche di base del grappolo e del mosto come la qualità e la ricchezza in composti fenolici e la componente aromatica, o, ancora, il rapporto zuccheri/acidi.

Vi è però una diversa reattività e stabilità varietale al sito di coltura. Esistono infatti vitigni che si adattano bene anche ad ambienti dissimili, garantendo sempre risultati soddisfacenti (ad esempio, Cabernet sauvignon e Chardonnay, coltivati in tutto il mondo), e che interagiscono in misura minore con l'ambiente circostante, rispetto a vitigni che invece rispondono prontamente anche a piccole variazioni pedologiche e climatiche, come ad esempio il Sangiovese (Buccelli & Costantini, 2006).

- CLIMA

Secondo il Glossario Dinamico ISPRA-CATAP, per clima si intende la sintesi statistica dei parametri atmosferici (temperatura, precipitazioni, umidità, pressione atmosferica, venti) che interessano un territorio per un periodo di tempo sufficientemente lungo.

Attraverso lo studio del clima e delle sue componenti, siamo in grado di ponderare le migliori scelte aziendali e colturali, le quali contribuiranno all'egregia formazione di un prodotto vitivinicolo.

Come noto, la piovosità ha un effetto diretto sull'umidità relativa la quale è fortemente legata allo sviluppo di malattie fungine, in questo ambito entra in gioco anche la ventosità, che ne determina una maggiore o minore presenza. Vigneti esposti sui versanti delle montagne, con una aerazione costante, sono meno soggetti a patogeni fungini i quali necessitano di concentrazioni minime di umidità o acqua libera per la loro crescita.

La Temperatura è un altro fattore fortemente influente, essa, in relazione al range termico di crescita del patogeno, ne permette uno sviluppo più o meno rapido.

La temperatura è un parametro che influisce direttamente sulla caratterizzazione qualitativa dei vini, determinando la gradazione zuccherina delle uve, il loro contenuto acidico, l'intensità aromatica, la quantità ed estraibilità antocianica, la condensazione dei tannini e l'attività enzimatica.

La temperatura ha numerosi altri effetti sulle produzioni, è quest'ultima che, con intervalli ideali e con il raggiungimento del fabbisogno in freddo/caldo, determina l'inizio e la velocità di accrescimento della coltura, con una conseguenza sul periodo di maturazione, ovvero sulla precocità o tardività di produzione.

Le fasi fenologiche sono in funzione delle temperature ed in base a queste è importante scegliere una cultivar con ciclo vegetativo più o meno lungo. La Localizzazione dell'impianto è, a tal proposito, di non trascurabile importanza. Più le zone sono fredde, più le fasi fenologiche si allungano (in giorni) e la scelta della cultivar sarà limitata in quanto dovrà optare per CV con cicli vegeto-produttivi necessariamente brevi.

Come sopra riportato, la temperatura ha ulteriore effetto sui precursori aromatici identificabili in un vino. Essi sono in relazione con l'escursione termica fra il giorno e la notte, più questa è accentuata, maggiormente saranno presenti, contribuendo alla stabilità ed alla tipicità del prodotto enologico. Numerosi studi pongono dei limiti alla precedente affermazione in quanto sbalzi termici troppo elevati non influenzano positivamente la componente aromatica.

La radiazione solare è sotto effetto del mesoclima, in particolare l'esposizione e le pendenze ne determinano la percentuale di intercettazione.

La presenza della luce è essenziale per l'attivazione della PAL, enzima importante nella sintesi dei flavonoidi. Condizioni di bassa disponibilità di luce nella zona dei grappoli inibiscono l'attività della PAL e riducono l'accumulo di antociani nelle bucce. La temperatura ed il termoperiodo giocano un ruolo quantitativo e qualitativo importante sul deposito di composti polifenolici. Esiste un'interazione tra effetto della luce ed equilibri vegeto-produttivi, in particolare essa è in funzione di superficie fogliare e unità di produzione, il quale rapporto ideale si attesta ad un metro quadrato di superficie fogliare per kg di produzione. (Bertamini et al. 1998)

La radiazione solare ha inoltre effetto sull'accumulo di zuccheri.

Uno studio sul vitigno Nebbiolo ha riportato che l'ombreggiamento dei grappoli durante le fasi iniziali dello sviluppo, ha causato un rallentamento nell'immagazzinamento dei solidi

solubili totali e, a supporto della tesi precedente, se applicato tra l'invasatura e la raccolta, degli antociani totali.

Inoltre, si è notata una diminuzione delle dimensioni degli acini, il fenomeno è risultato irreversibile anche con il successivo ripristino di condizioni di luminosità normali. (Evaghelia et al. 2007)

Si evince che i termini in gioco non sono autonomi ed indifferenti fra loro, l'analisi del clima di un dato territorio deve, quindi, considerare le interrelazioni tra i singoli parametri: la radiazione solare viene sfruttata a pieno dalla vite in corrispondenza di un *range* di temperatura e umidità definito, in quanto la respirazione della pianta aumenta con il calore e la radiazione, causando maggior impiego di energia a discapito dell'accumulo di sostanze nei frutti e nelle parti legnose.

- SUBSTRATO, SUOLO, TOPOGRAFIA E MORFOLOGIA

Le componenti topo-morfologiche come altitudine, pendenza ed esposizione sono i principali fattori che incidono sulle escursioni termiche, sulle ore di radiazione solare, sull'inclinazione dei raggi incidenti, sui moti delle acque superficiali e sotterranee, sulle precipitazioni e sui flussi d'aria.

Esse hanno rilevanti implicazioni in ambito climatico, cui si riallacciano gli effetti di ruscellamento delle acque e di erosione del suolo, fenomeni da non trascurare data la rilevante percentuale di viti coltivate in territori di collina o montagna presenti sulla penisola.

Il suolo è la risultante dell'azione dei caratteri ambientali; interagendo nel tempo, ne determinano le peculiarità come morfologia, roccia madre, clima ed i fattori biotici (vegetazione, pedofauna, colture, uomo).

Il suolo non è un solido ma un sistema a più componenti distinte o "fasi" nel quale le particelle solide sono separate da vuoti o pori occupati da aria ed acqua.

Il suolo sostiene fisicamente le colture e scambia con esse acqua e nutrienti in un rapporto funzionale dinamico.

Lo studio dei caratteri genetici dei suoli, cioè mirato al riconoscimento dei fattori che ne hanno determinato le caratteristiche e le loro interrelazioni (roccia, clima, morfologia, fattori biotici, tempo) consente di individuarne la distribuzione nel territorio.

Le caratteristiche fisiche del suolo, in primo luogo la tessitura (espressa dal rapporto percentuale tra argilla, limo, sabbia e frammenti rocciosi) e la profondità, determinano, ad esempio, la possibilità di espansione degli apparati radicali, la quale è influente sulla capacità della coltura di sopportare periodi di siccità; oppure la capacità del suolo di trattenere acqua e di assorbire e restituire calore, influisce sulla precocità della coltura.

Le caratteristiche chimiche, in particolare i contenuti in potassio, magnesio, azoto, carbonato di calcio ed il pH influiscono direttamente sulle caratteristiche qualitative e organolettiche dei mosti.

Lo studio pedologico di supporto alla zonazione viticola deve essere progettato per realizzare una cartografia in grado di distinguere ambienti pedologicamente differenziati.

Una volta realizzata una cartografia pedologica si individuano le pratiche agronomiche consigliabili per ciascun tipo di suolo, in base alle sue proprietà funzionali identificate.

È di ulteriore importanza uno studio pluriennale attraverso il monitoraggio fenologico di alcuni vigneti scelti in localizzazioni rappresentative sui quali realizzare anche analisi sulle uve e microvinificazioni (Benciolini 2000).

- UOMO

L'uomo, attraverso le operazioni in vigneto, ha una forte influenza su ogni carattere ambientale; dalla nutrizione idrica (per le D.O. in Italia è ammessa la sola irrigazione di soccorso, per non più di due volte l'anno, prima dell'invasatura) alla nutrizione minerale.

Tra le importanti decisioni che spettano al tecnico ci sono la densità d'impianto, la forma di allevamento e la potatura, tutte operazioni che determinano i caratteri vegeto produttivi della vite. Attraverso tali procedure vengono influenzate le rese ad ettaro oltre alla qualità del prodotto che verrà realizzato.

Ciò che la zonazione ci permette di compiere è delineare aree omogenee in cui vengono opportunamente scelti e quantificati gli interventi agronomici (cimature, sfemminellature, defogliazioni, diradamenti, ecc.) e talora anche di difesa in modo da ottimizzare il risultato qualitativo.

Nelle diverse aree omogenee, poi, è possibile monitorare lo stadio di maturazione e scegliere la data di vendemmia in funzione dell'obiettivo enologico.

### 1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE VAL CAMONICA

La Val Camonica è la più estesa delle tre principali valli Bresciane, si colloca nella parte nord-orientale della Lombardia. Si estende per quasi 100 Km delimitata a sud dalla Corno Trentapassi situata a ridosso del lago d'Iseo, a nord con tre valichi alpini, Passo del Tonale, il passo dell'Aprica ed il passo Gavia.

Offre numerosi siti di interesse storico-culturale ed ambientale tra le più importanti ricordiamo la riserva naturale incisioni rupestri di Ceto, Cimbergo e Paspardo, inserita nella lista dei Beni Patrimonio dell'Umanità dell'Unesco ed il recente riconoscimento internazionale a nuova riserva della biosfera sempre da parte dell'Unesco nel 2018.

Circa il 60% della superficie è costituito da aree protette:

- 19 zone speciali di conservazione
- 6 zone di protezione speciale
- 3 riserve naturali regionali
- Parco naturale e regionale dell'Adamello
- Parco nazionale dello Stelvio
- 4 parchi locali di interesse sovracomunale

Si può dedurre quindi che la Valle pullula di memoria storica, culturale ed ambientale; è in questo spiccato contesto che la viticoltura si è fatta strada, raggiungendo un apprezzabile risultato nel 2003, attraverso il Riconoscimento dell'indicazione geografica tipica dei vini «Valcamonica» ed approvazione del relativo disciplinare di produzione (GU n. 239 del 14-10-2003).

La storia vitivinicola Camuna risale però ad epoche ben più lontane, le origini della coltivazione della vigna derivano almeno dall'età



Figura 3: Categorie di vini secondo norma europea.

Fonte: italianowine.com

medioevale, quando risulta che la viticoltura, prerogativa dei ceti ecclesiastici come patrimonio delle pievi e delle famiglie nobili, fosse un'attività assai consolidata.

Nel corso del tempo si alternarono fasi di prosperità ed abbandono, nell'ultimo secolo la produzione di vino era destinata ad un pubblico dalle basse esigenze qualitative ed il vino veniva consumato per l'importante apporto calorico che questo forniva. Da qualche decennio viene data maggiore importanza all'aspetto chimico e sensoriale, valorizzando i vini con proprietà tipiche non riscontrabili altrove. La Val Camonica trovandosi in luoghi montani, si avvantaggia con quest'ultima tendenza, in quanto il confronto della analisi su uve Prosecco e Cannonau provenienti da vigneti di pianura e di alta collina/montagna, hanno confermato l'elevato potenziale qualitativo delle produzioni di alta quota, riconducibili sia ad una miglior composizione aromatica, e quindi a caratteri gustativi e olfattivi più apprezzati, sia ad un maggior contenuto in pigmenti, quindi ad un maggior valore gustativo, vedi corpo e struttura. (Tomasi et. Al 2010)

La viticoltura in Valle continua a crescere, nel 2001 la superficie di terreno vitata del territorio camuno risultava pari a 85 ettari, nel 2004 a 105 ettari circa. A partire dal 2008 la coltivazione vitivinicola occupa 150 ettari.

### **1.3.1 INQUADRAMENTO GEO-LITOLOGICO E PEDOLOGICO**

Le zone di produzione viticola Camuna vengono accorpate in tre macro aree:

- da Sellero a Breno, comprendendo i comuni con territorio inserito nel conoide della Concarena (Capo di Ponte, Ono San Pietro, Cerverno, Losine), e le superfici vitate dei comuni di Ceto, Niardo e Braone; per un totale di 59,41 ettari.
- La zona della Val Grigna con le superfici vitate nei comuni di Bienno, Berzo Inferiore, Esine, Civate Camuno, Malegno; per un totale di 56 ettari.
- I caratteristici terrazzamenti della zona del Lanzato nel comune di Piancogno e di Darfo Boario Terme (Gorzone, Erbanno, Angone), nel comune di Angolo Terme, Gianico ed Artogne; per un totale di 26,80 ettari.

(Comunità Montana di Valle Camonica 2014)



La valle offre una variabilità pedo-morfologica molto diffusa sull'intera zona presa in esame. Essa consta di un terreno disomogeneo, che dai 200 m s.l.m. arriva fino ai quasi 1000 m s.l.m. per la coltivazione dei vigneti.

L'altitudine ha un'influenza diretta sulle temperature, in media la diminuzione termica ogni 100 metri di quota è stata stimata a  $-0.6^{\circ}\text{C}$ , corrispondente ad un ritardo nella vegetazione di due, tre giorni.

Questa variabilità, nelle vallate alpine spesso orograficamente eterogenee e caratterizzate da percentuali di pendenza elevate, porta ad una differenza vegetazionale marcata.

Pendenza, esposizione del versante ed altitudine sono i principali fattori che incidono sui livelli termici, sulle escursioni notte/dì, sulle ore di sole, sull'inclinazione dei raggi incidenti, sui movimenti delle masse d'acqua e sulle precipitazioni.

- **ANALISI PEDOLOGICA**

In pedologia, la tessitura è la proprietà fisica del terreno che lo identifica in base alla composizione percentuale delle sue particelle solide distinte per classi granulometriche, studiare la granulometria del sedimento significa definire le dimensioni delle particelle che lo compongono e classificarle.

Queste proprietà sono importanti per lo studio dei suoli e del terreno in quanto ne condiziona sensibilmente le proprietà fisico-meccaniche e chimiche con riflessi sulla dinamica dell'acqua e dell'aria.

La classe granulometrica è definita dal rapporto percentuale delle frazioni dimensionali presenti in un suolo.

Secondo l'USDA (Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti) esse sono 12, dalla più grossolana alla più fine:

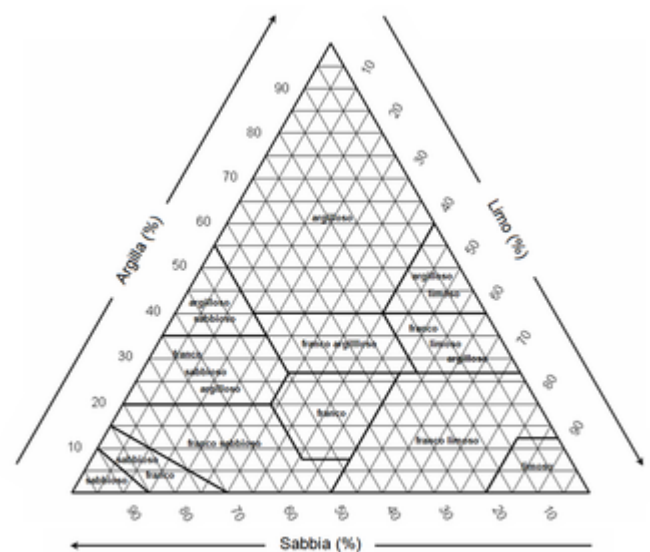


Figura 4: Triangolo della tessitura dei terreni.

Fonte: Wikipedia

- Sabbiosa
- Sabbioso franca
- Limosa
- Franco sabbiosa
- Franca
- Franco limosa
- Franco sabbiosa argillosa
- Franco argillosa
- Franco limosa argillosa
- Argilloso sabbiosa
- Argilloso limosa
- Argillosa

I terreni franchi, anche detti di medio impasto, contengono percentuali equilibrate delle componenti tessiturali: dal 35 al 55% di sabbia la quale permette una buona circolazione idrica, un adeguato apporto di ossigeno ed una facile penetrazione delle radici; una percentuale di argilla dal 10 al 25% che assicura il mantenimento di un sufficiente grado di umidità nei periodi siccitosi e trattiene i nutrienti; una frazione poco rilevante di scheletro e la restante percentuale di limo.

La Valcamonica presenta nella parte settentrionale una tessitura tendenzialmente omogenea di tipo scheletrico-franca, con terreni da profondi a molto profondi.

Nella parte mediana della valle si nota una tendente diminuzione della componente scheletrica, a sud del massiccio della Concarena, nei pressi di Lozio, si rileva una granulometria franca-fine, con una diminuzione di profondità del terreno.

Nel fondovalle meridionale prevale una fascia di tipo franca-grossolana con terreni poco profondi, spostandosi sui versanti a levante la profondità dei suoli aumenta e la granulometria è tendente alla scheletrico-franca; la zona a ponente degli abitati di Darfo ed Erbanno offrono differenti profondità e granulometria in funzione della specifica zona considerata.

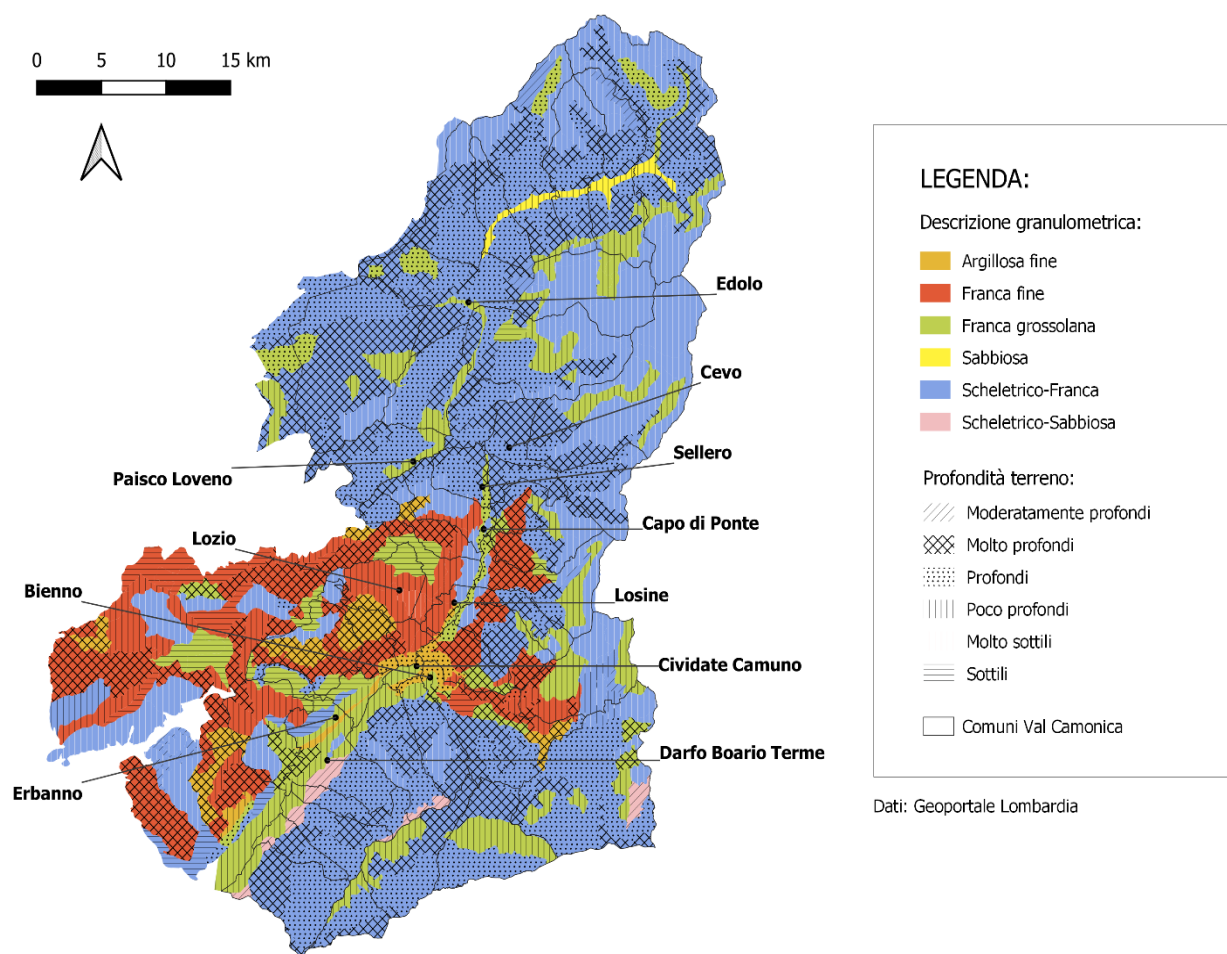


Figura 5: Descrizione granulometrica e profondità del terreno.

Fonte: rielaborazione personale su software Gis, dati: Geoportale Lombardia

La tessitura è influenzata anche dal contenuto minerale delle rocce. I minerali hanno effetto sulla struttura del suolo e sulla combinazione e orientamento delle particelle organico-minerali, con relativo influsso sulla profondità del suolo e sull'abilità penetrativa degli organi ipogei.

La profondità del suolo e la possibilità di espansione radicale determinano la capacità della vite di assorbire acqua ed elementi nutritivi. La nutrizione idrica e minerale è in buona parte condizionata dalla trattenuta idrica del suolo, perché è sempre l'acqua il veicolo della nutrizione minerale (ISPRA 2012).

- **ANALISI GEOLOGICA**

La valle è stata plasmata durante l'ultimo periodo di glaciale (Würm 15-10.000 anni fa) grazie al progressivo ritiro dell'odierno ghiacciaio dell'Adamello. Questo, rifugiandosi verso nord permise la creazione delle colline moreniche della Franciacorta costituite dal materiale di trasporto che il ghiacciaio portava con sé.

In Valcamonica sono presenti rocce di tipo magmatico intrusive ed effusive, principalmente attorno al gruppo dell'Adamello. Tra le rocce intrusive si possono distinguere il granito, la tonalite, il gabbro e la diorite.

Le rocce sedimentarie derivano dall'azione degli agenti atmosferici che, attraverso la forte azione erosiva hanno scomposto le formazioni montane preesistenti. Questi fenomeni, coadiuvati dall'azione di trasporto dei fiumi e dalla gravità, permisero la formazione dei sedimenti.

Se i depositi presentano piccoli frammenti si definiscono rocce clastiche e tra di esse si trovano le arenarie ed i conglomerati, che si sono formati prevalentemente a livello continentale e soprattutto da depositi alluvionali. In Valcamonica si trovano sia sul versante destro che sinistro, a Sellero ed a Capo di Ponte, a Esine ed al Monticolo di Boario. Le rocce sedimentarie marine, come il calcare costituiscono il gruppo della Concarena e la cuspide del Pizzo Badile.

Le rocce metamorfiche derivano dall'azione chimica (alte temperature) e fisica (pressione) dovute all'innalzamento delle montagne. Ne deriva una trasformazione a livello della composizione mineralogica di graniti, arenarie e calcari. Queste rocce metamorfiche si posizionano nelle vicinanze dei rilievi intrusivi. Esse sono scisti, gneiss e marmi. Sono presenti, ad esempio, i micascisti nella Valle delle Messi, i marmi a Cané e Vezza e gli scisti a Edolo ([arterupestre.it](http://arterupestre.it)).

- **ANALISI GEOMORFOLOGICA**

La valle presenta la tipica forma ad U delle zone erose dall'avanzamento del ghiaccio con un fondo piatto, costituito da sedimenti alluvionali, e fianchi quasi verticali. Perpendicolarmente all'asse principale si innestano le valli laterali.

Nella parte alta fra Breno e Civate Camuno, il fondovalle si stringe per poi aprirsi alla confluenza col torrente Grigna; in analogia con la zona più a sud, presso Darfo Boario Terme, dai sedimenti alluvionali si innalzano grandi dossi allungati modellati sui carbonati dell'Anisico (Bienno) e sul Verrucano Lombardo (Darfo) dall'azione del ghiacciaio che ripetutamente ha occupato la valle.

Su ripiani o gradonate si possono ritrovare depositi glaciali fino a quote comprese tra i 1400 m sopra Berzo e i 1240 m sopra Lovere.

Sia lungo la valle di Borno che di Lozio si riscontrano sedimenti glaciali ed alluvionali dovuti alla presenza dei ghiacciai laterali che dalla zona occidentale si innestavano verso quello principale.

Le valli orientali come la Valle dell'Inferno e la valle della Grigna, ambedue a decorso SW-NE, presentano una morfologia particolarmente stretta e tortuosa in prossimità del fondovalle, mentre nella parte superiore, oltre i 1800 metri si aprono conche che ospitavano lingue glaciali. Esse differentemente dalle valli di Artogne, del Re e di Gratacasolo, non riuscivano a raggiungere la valle principale, a causa del restringimento che esse presentano nella parte distale (ISPRA 2012).

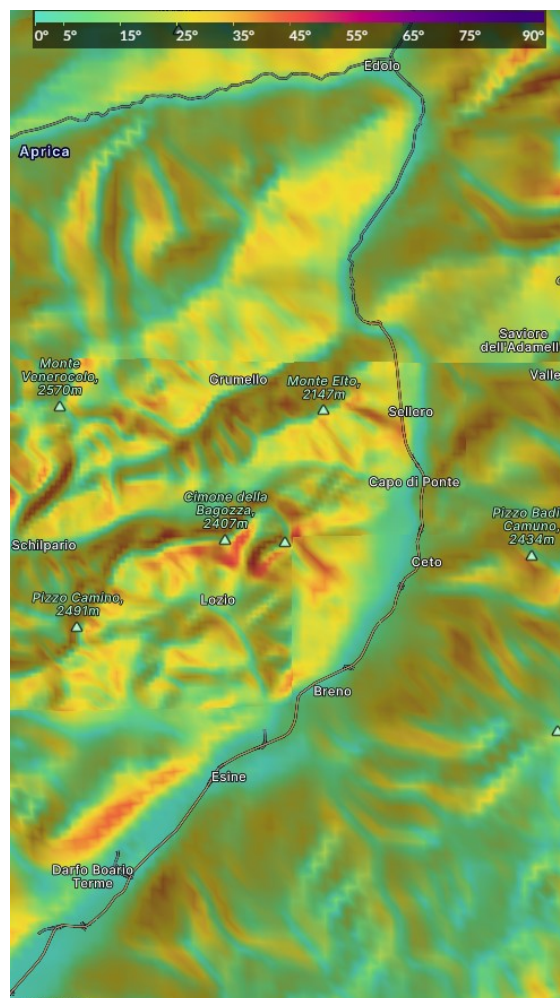


Figura 6: Clivometria della Valcamonica. Fonte: Fatmap

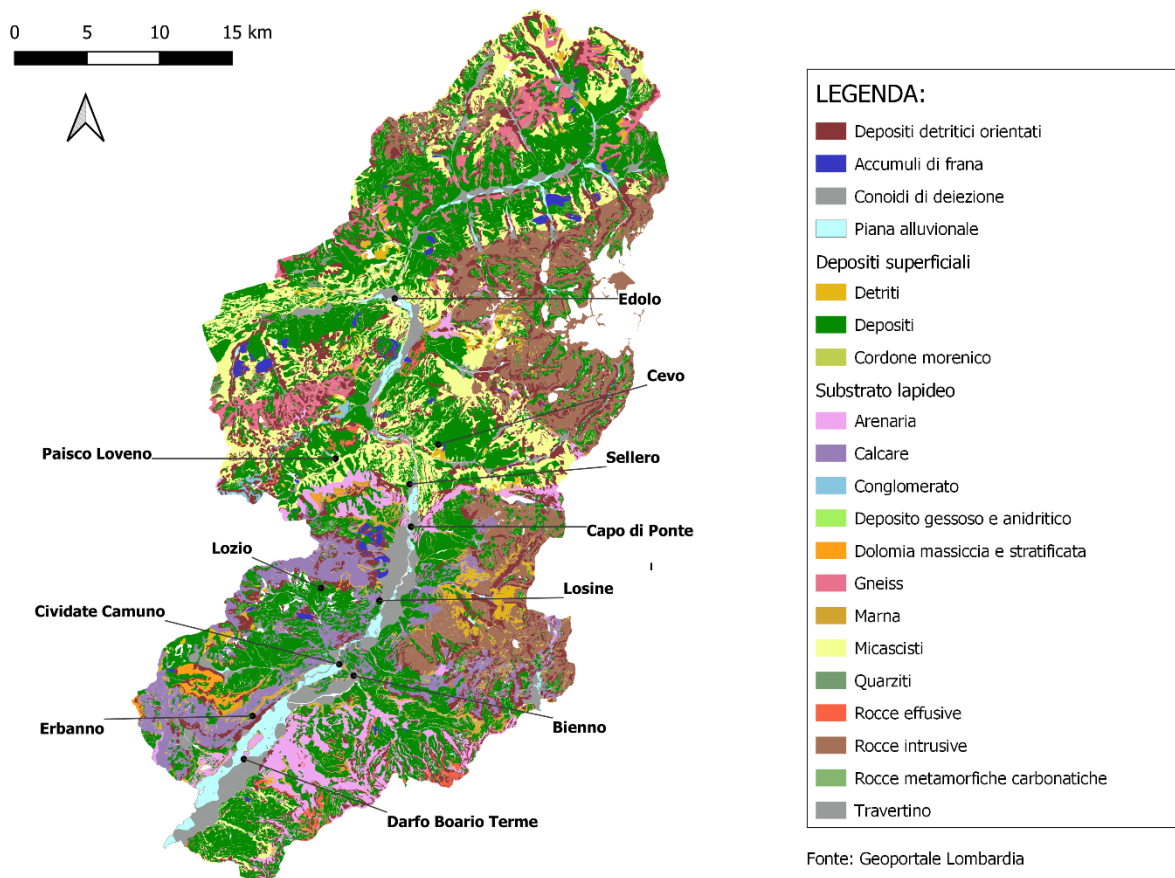


Figura 7: carta geo-litologica della Valcamonica. Fonte: rielaborazione personale su software Gis dati: Geoportale Lombardia

### 1.3.2 INQUADRAMENTO CLIMATICO

A livello climatico l'analisi può differenziarsi secondo diverse scale:

- Livello continentale o nazionale facendo riferimento al macroclima, soggetto a latitudine, longitudine e orografia;
- Livello regionale, in funzione di altitudine, esposizione ed orografia, si parla in questo caso di mesoclima;
- Livello locale ovvero microclimatico, riferito ad ambienti di ridotte dimensioni ed influenzato da orientamento filari, forme di allevamento e pratiche culturali.

Il territorio dell'Unione europea è stato distinto in sei zone viticole (A, B, C I, C II, C III a, C III b), sulla base delle caratteristiche geografiche e climatiche, al fine di sottoporre le relative produzioni a regolamentazioni differenziate.

ZONE VITICOLE DELLA CEE per l'Italia:

Zona viticola C1: superfici vitate della regione Valle d'Aosta, delle province autonome di Trento e Bolzano e delle province di Sondrio e Belluno;

Zona viticola C2: superfici vitate delle regioni Piemonte, Lombardia (eccetto la provincia di Sondrio), Veneto (eccetto la provincia di Belluno), Friuli Venezia Giulia, Liguria, Emilia Romagna, Toscana (comprese le isole dell'arcipelago toscano), Marche,

Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise e Campania (comprese le isole dell'arcipelago Ponziانو, Capri ed Ischia);

Zona viticola C3B: superfici vitate delle regioni Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna (comprese le isole appartenenti alle dette regioni)

(ENTE VINI BRESCIANI)

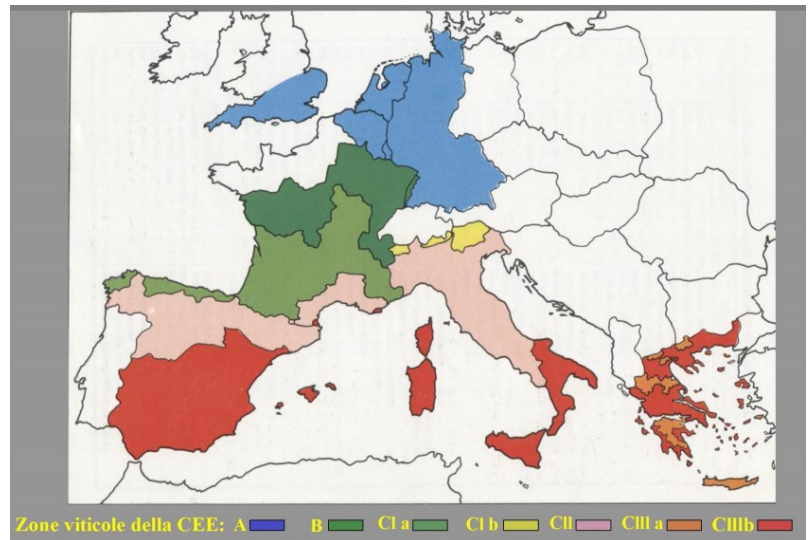


Figura 8: zone vinicole della CEE. Fonte: ente vini Bresciani

Sotto l'aspetto macroclimatico l'Europa rientra nel clima continentale umido differenziandosi con climi freddi subpolari e climi caldi mediterranei sull'asse nord-sud e, sul piano ovest-est fra clima marittimo e continentale secco.

Le condizioni atmosferiche, in riferimento a temperature e piovosità, sono instabili e godono di una diffusa variabilità sia a livello quantitativo che di distribuzione temporale con massimi nelle stagioni primaverile ed autunnale.

In detta circostanza, la catena alpina detiene un importante ruolo opponendosi come barriera naturale alle perturbazioni che da nord transitano verso il bacino del mediterraneo mentre, sul piano mesoclimatico, offre climi e regimi pluvio-termometrici fortemente differenziati attraverso i suoi caratteri oro-geografici.

Le componenti che incidono maggiormente su tali differenze sono l'orientamento delle vallate, l'esposizione dei versanti, le pendenze, la quota ed i venti dominanti.

La Valcamonica ha direzione prevalente nord-sud, delimitata settentrionalmente dalla Valtellina e nella parte meridionale dal lago di Iseo. Quest'ultimo presenta un mesoclima insubrico caratterizzato dalle brezze di lago, capaci di compiere un'azione mitigatrice sulle zone limitrofe con effetti sostanziali sui regimi termici e pluviometrici.

Secondo la classificazione dei climi di Köppen, dove ciascun clima viene definito in base a dei valori prestabiliti di temperatura e di precipitazioni, la Valcamonica viene identificata con il gruppo C, gode di climi temperati delle medie latitudini, dove il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18 °C ma superiore a -3 °C e almeno un mese che ha una temperatura media superiore a 10 °C.

Oltre che la classificazione C, si aggiunge il sottogruppo f, indicante un clima umido, caratterizzata da precipitazioni abbondanti in tutti i mesi dell'anno con la mancanza di una stagione asciutta.

La valle viene poi suddivisa in sottoclassi per l'ulteriore variabilità climatica:

Cfa: clima di tipo temperato sub-continentale	
<b>C</b>	climi temperato-caldi piovosi: temperatura media del mese più freddo tra 18 °C e -3 °C. Senza copertura regolare nevosa
<b>f</b>	climi temperati con estate umida
<b>a</b>	temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C.

Include tutti i comuni della parte bassa della valle, da Pisogne a Civate Camuno, con caratteri mitigati dalla presenza del lago.

Cfb: clima di tipo temperato fresco	
<b>C</b>	climi temperato-caldi piovosi: temperatura media del mese più freddo tra 18 °C e -3 °C. Senza copertura regolare nevosa
<b>f</b>	climi temperati con estate umida



<b>b</b>	temperatura media del mese più caldo inferiore a 22 °C; almeno 4 mesi sopra 10 °C.
----------	---

Comprende tutti i comuni da Breno fino a Edolo, con caratteristiche più vicine al clima alpino, con temperature massime e minime più rigide rispetto alla parte bassa della valle.

- **PRECIPITAZIONI**

La Val Camonica gode di buone precipitazioni durante tutto l'anno, il regime pluviometrico è di tipo continentale. Esso è caratterizzato da massimi di pioggia mensili che si verificano nel periodo estivo ed estivo-autunnale e minimi in quello invernale. I temporali sono frequenti viste le numerose e alte cime che favoriscono lo sviluppo di cumuli. Il carattere delle piogge in estate è di tipo temporalesco con breve durata ed alta intensità. Le particolarità di questo regime consentono sempre una sufficiente disponibilità idrica anche nel periodo estivo, che non provoca mai periodi di siccità nonostante le temperature più elevate.

Stazione meteo	mslm	Precipitazione media annua (mm)
Darfo Boario Terme	222	1113
Bienno	472	1032
Lozio	994	1028
Capo di Ponte	362	1371
Cevo	1128	1396
Paisco Loveno	816	1220
Edolo	699	1200

*Tabella 2: Precipitazioni medie annue in relazione alla stazione meteo rilevata. Fonte: Media dati ARPA 2001-2015*

- **TEMPERATURE**

Località	mslm	Temperatura max °C		Temperatura min °C	
Darfo Boario Terme	274	28.4	Luglio	-2.6	Gennaio

Bienno	431	27.4	Luglio	-3.2	Gennaio
Lozio	1117	22.2	Luglio	-5.2	Gennaio
Capo di Ponte	364	28	Luglio	-2.8	Gennaio
Cevo	708/1122	24.6/22.2	Luglio	-3.6/-5.7	Gennaio
Edolo	699	25.5	Luglio	-4.3	Gennaio

*Tabella 3: Temperature massime e minime in relazione al luogo considerato.*

*Fonte: Climatedata.org 1982- 2012*

Le temperature risultano essere diversificate lungo tutta la valle. Un'importante valenza climatica è quella svolta nella parte meridionale della valle dai grandi laghi prealpini che, con la loro notevole massa di acqua mitigano le temperature, rendendo il clima con caratteristiche più mediterranee anziché continentali.

Il regime termico massimo decresce gradualmente man mano che si sale di quota raggiungendo i minimi ad Edolo (escluso Lozio per via dell'altitudine che conferisce un regime con temperature minori).

Le temperature minime seguono la stessa logica, subendo un brusco calo presso la piana di Malonno, dove s'insacca l'aria fredda a causa della strozzatura di Forno Allione (IReR 2008)

### **1.3.2.1 INDICI BIOCLIMATICI**

Gli indici bioclimatici sono buoni indicatori per studiare la fenologia della vite.

Nel caso di uno studio dell'influenza del clima sulla vite, questi indici sono più rilevanti da utilizzare rispetto ai dati grezzi di temperatura. Ne esistono un gran numero e possono essere utilizzati in vista di una zonazione climatica vitivinicola, il calcolo si basa su concetti ecofisiologici e modelli che si presentano più o meno elaborati. A seconda dell'obiettivo della zonazione, la scelta ricade sulle informazioni più significative che essi sono in grado di fornirci, dalle temperature medie, massime e minime, al bilancio idrico.

Per l'analisi bioclimatica in questione vengono considerati i seguenti indici: indice di Winkler, indice eliotermico di Huglin e Cool night index. Sono stati calcolati, sulla base di dati trentennali rilevati in tre stazioni meteorologiche dislocate nell'area di studio. I risultati ottenuti sono descritti nei paragrafi seguenti.

- **INDICE DI WINKLER**

L'indice dei gradi giorno di Winkler (Winkler *et al.*, 1974) è calcolato sulla stagione fenologica della vite (da aprile a ottobre) e permette di conoscere il fabbisogno termico della pianta per lo sviluppo delle varie fenofasi (germogliamento, fioritura, invaiatura e maturità). Viene quindi spesso utilizzato nei lavori che studiano l'impatto del clima sulla vite. Un aumento dell'indice di Winkler ha conseguenze sulla fenologia della vite. La variazione degli indici bioclimatici segnala una differenza impattante sulle caratteristiche delle uve raccolte, in particolare sulla quantità di zuccheri e acidità e quindi, sulla tipicità dei vini prodotti.

L'indice dei gradi giorno Winkler è la somma delle temperature medie giornaliere dalla base di 10 °C che è condotta dal 1 ° aprile al 31 ottobre:

$$WI = \sum GDD$$

$$GDD = \max \left[ \left( \frac{(T_{\min} + T_{\max})}{2} - 10 \right); 0 \right]$$

WI: Indice di Winkler [°C - giorno]; con T > 10

GDD: gradi - giorno cumulati giornalmente (Growing Degree Days, [°C - giorno]); Tmin: temperatura minima [°C]; Tmax: temperatura massima [°C].

Il valore di WI può essere anche calcolato a partire dai dati mensili. In questo caso, per ciascun mese, il valore GDD calcolato mediante la seconda equazione deve essere moltiplicato per il numero dei giorni del mese. (OIV 2012)

Stazione	Winkler
Darfo	1903
Capo di Ponte	1554
Edolo	1370

Tabella 4: Winkler Index per tre stazioni site in Valcamonica. Rielaborazione su dati ARPA Lombardia (2009-2019)

Regione	GDD Winkler	Temperatura media (°C)	Varietà	Tipiche zone vocate.
Regione 1	<1390	<19.8	Pinot Nero, Riesling, Chardonnay, Gewurztraminer, Pinot Grigio, Sauvignon Blanc.	Chablis, Friuli, Tasmania, Champagne, Marlborough.
Regione 2	1391 - 1670	19.9 - 21.3	Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Semillon, Syrah.	Bordeaux, Alsace, Yarra Valley, Frankland River.
Regione 3	1671 - 1940	21.4 - 22.8	Grenache, Barbera, Tempranillo, Syrah.	Clare Valley, Lower Hunter, Rioja, Piemonte.

Tabella 5: Varietà e zone vocate in funzione dell'indice di Winkler.

Fonte: OIV 2012

- **INDICE ELIOTERMICO DI HUGLIN**

L'indice eliotermico di Huglin permette la classificazione dei vigneti in diverse categorie di climi del tipo da freddo a caldo e può essere correlato ai diversi stadi fenologici.

L'indice di Huglin è dato dalla sommatoria della temperatura media attiva e di quella massima attiva nel periodo che intercorre dal 1° Aprile al 30 Settembre, moltiplicata per il coefficiente K, fattore di correzione che tiene conto del periodo medio di luce diurna per la latitudine di interesse (40 ° –50°). Questo indice consente di classificare le diverse regioni viticole del mondo in termini di somma delle temperature richieste per lo sviluppo della vite e la maturazione dell'uva.

Ogni categoria climatica corrisponde ai tipi di vitigni che possono essere piantati per ottimizzare la vendemmia.

$$IH = \sum_{1\text{ Aprile}}^{30\text{ Settembre}} \left[ \frac{[(T_{med} - 10) + (T_{max} - 10)] * K}{2} \right]$$

L'indice di Huglin permette di definire la potenziale espressione vegeto-produttiva della vite nei territori, considerando oltre alle temperature medie, anche l'influenza della radiazione solare e delle temperature massime. (Bonnetoy et. Al. 2010; OIV 2012)

<b>Latitudine</b>	<b>40 à 42°</b>	<b>42,1 à 44°</b>	<b>44,1 à 46°</b>	<b>46,1 à 48°</b>	<b>48,1 à 50°</b>
Valore di <i>k</i>	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06

Tabella 6 valore del coefficiente di lunghezza dei giorni (*k*) per alcune gamme di latitudini.

Fonte: OIV 2012

<b>Stazione</b>	<b>Huglin</b>
Darfo	2411
Capo di Ponte	2187
Edolo	1967

Tabella 7: Huglin Index per tre stazioni site in Valcamonica. Rielaborazione su dati ARPA Lombardia (2009-2019)

- **COOL NIGHT INDEX**

Il Cool Night Index valuta la variabilità della freschezza notturna che influisce sull'aspetto qualitativo delle uve, corrisponde alla semplice media delle temperature minime del mese di settembre, periodo terminale di maturazione dell'uva. Esso quantifica una precisa funzione nella maturazione dell'uva, quella dello sviluppo dei metaboliti secondari (polifenoli ed aromi), ed è associata alla qualità del raccolto (Eccel 2015).

<b>Stazione</b>	<b>Cool Night Index</b>
Darfo	14,4
Capo di Ponte	11,7
Edolo	11,5

Tabella 8: Cool Night Index per tre stazioni site in Valcamonica. Rielaborazione su dati ARPA Lombardia (2009-2019)

- **INDICE DI JACKSON**

Classificazione fornita da Jackson che suddivide il territorio in 2 fasce:

- Beta: Mesoclimi tendenzialmente caldi. Temperature medie nel periodo di maturazione delle uve maggiori di 16°C.
- Alpha: Mesoclimi freddi. Temperature medie nel periodo di maturazione delle uve comprese tra i 9 e 15°C.

Stazione	T mean ripening (Jackson)	Macroaree vite
Darfo	16,3	$\beta \geq 16^{\circ}\text{C}$
Capo di Ponte	14,6	$\alpha < 16^{\circ}\text{C}$
Edolo	14,0	$\alpha < 16^{\circ}\text{C}$

*Tabella 9: Indice di Jackson per tre stazioni site in Valcamonica.  
Rielaborazione su dati ARPA Lombardia (2009-2019)*

## 2 MATERIALI E METODI

Durante la stagione produttiva 2020 sono stati effettuati 9 rilievi quindicinali per valutare l'andamento fenologico (15 aprile – 12 agosto) e 7 campionamenti settimanali sulle uve (18 agosto – 29 settembre) per caratterizzare il decorso della maturazione analizzando i principali parametri della maturazione tecnologica (grado zuccherino, acidità totale, pH). I risultati sono sintetizzati nei paragrafi seguenti.

### 2.1 VIGNETI GUIDA

Per i rilievi relativi all'attività di zonazione sono stati scelti due vitigni: uno a bacca rossa (Merlot) e uno a bacca bianca (Incrocio Manzoni Bianco). La scelta è ricaduta su questi vitigni poiché presenti in modo uniforme in tutta la valle.

Per ogni unità di paesaggio sono stati scelti dei vigneti guida, dislocati come in figura 9 e le cui caratteristiche sono riassunte in tabella 10.

Unità	Varietà	Località	Litologia	Tipologia deposito	Classificazione litologica	Altitudine	Esposizione	Pendenza %
Udp_1	Merlot	Corne Rosse	Arenaria - Rocce effusive	Affiorante	Acido	290	SudEst	25
Udp_2	Merlot	Erbanno/Angone	Calcere - strato selcifero + marna calcarea	Deposito Detritico	Basico	270	Est - SudEst	25
Udp_2	Merlot	Piamborno	Calcere - strato selcifero + marna calcarea	Deposito Detritico	Basico	300	SudEst	30
UdP_3	Manzoni bianco	Civate	Piana alluvionale	Piana alluvionale	Subacido	260		5
UdP_4	Merlot	Berzo Inf.	Calcere	Deposito Detritico	Basico	402	Ovest - SudOvest	15
UdP_5	Merlot	Losine	Calcere	Conoide di deiezione	Basico	450	Sud - SudEst	15
UdP_5	Manzoni bianco	Losine	Calcere	Conoide di deiezione	Basico	450	Sud - SudEst	10
UdP_6	Merlot	Cerveno	Calcere	Conoide di deiezione	Basico	430	Est - SudEst	7
UdP_6	Manzoni bianco	Cerveno	Calcere	Conoide di deiezione	Basico	350	Est - SudEst	7
UdP_7	Manzoni bianco	Capo di Ponte	Calcere - Deposito gessoso + marna calcarea	Conoide di deiezione	Basico	405	Est	5
UdP_7	Merlot	Capo di Ponte	Calcere - Deposito gessoso + marna calcarea	Conoide di deiezione	Basico	430	Est	5
UdP_8	Manzoni bianco	Sellero	Miscascisto	Conoide di deiezione	Acido	420	Est - SudEst	10
UdP_8	Merlot	Sellero	Miscascisto	Conoide di deiezione	Acido	420	Est - SudEst	15

Tabella 10: Unità di paesaggio relative ai vigneti guida.



Figura 9: Collocazione vigneti guida lungo la Valcamonica.

## 2.2 RILIEVO FASI FENOLOGICHE

Ogni quindici giorni sono state rilevate le fasi fenologiche relative ai vigneti guida. Per una confrontabilità dei dati ci si è avvalsi della scala di misurazione BBCH. Si tratta di un sistema decimale che permette di rilevare il susseguirsi degli stadi vegetativi nel corso dell'annata, dando un valore composto da 3 cifre:

- La prima indica la fase principale;
- La seconda una mesofase, riportante il momento della fase principale;
- La terza indica le fasi secondarie, che si succedono nelle mesofasi. (Fonte: Failla O. et al., 2013)

## 2.3 CAMPIONAMENTO PER CURVE DI MATURAZIONE

I dati sono stati raccolti durante la stagione estiva 2020. Dall'invasatura alla raccolta, per ogni vitigno, sono state effettuati più campionamenti (dal 25/08/20 al 29/09/20). In ogni data e per ogni vitigno analizzato sono stati prelevati 100 acini in modo casuale lungo 2 filari. In



laboratorio sono stati preparati i mosti pigiando i campioni, per sottoporli poi ad analisi con lo scopo di determinare il grado zuccherino, l'acidità totale e il pH.

## 2.4 RILIEVI ALLA VENDEMMIA

Alla vendemmia, sono stati raccolti in ogni vigneto i dati produttivi e di fertilità. Inoltre, sono stati raccolti campioni di uva, destinata alle analisi di laboratorio presso il DiSAA di Milano. In particolare, sono stati rilevati nei mosti i principali parametri della maturazione tecnologica (contenuto zuccherino, acidità totale e pH). I valori sono stati sottoposti ad analisi statistica per comprendere e confrontare le caratteristiche delle diverse aree e dei vitigni.

### 2.4.1 ANALISI DI LABORATORIO

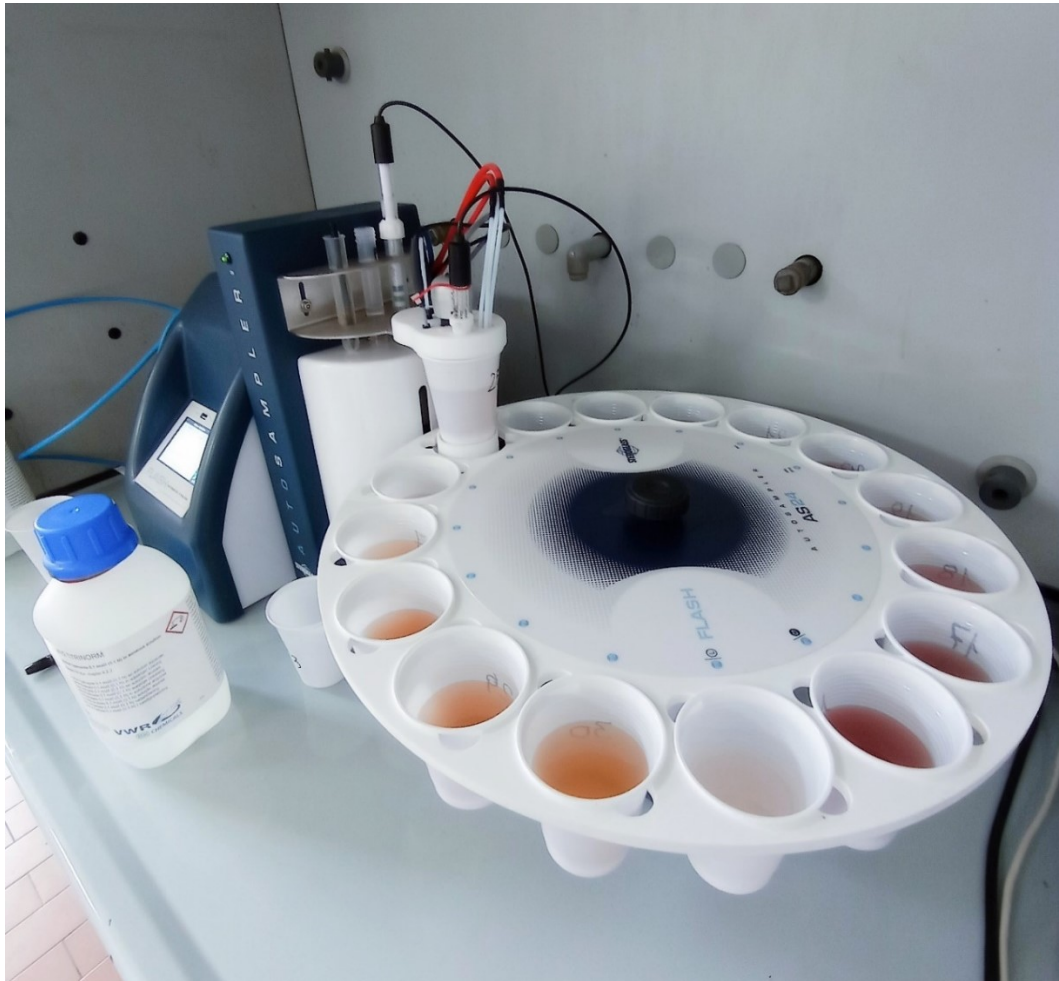
I dati raccolti fanno riferimento alla stagione estiva 2020; in campo sono stati preparati i mosti pigiando i campioni e mutizzandoli attraverso sodio azide, sono stati poi sottoposti in laboratorio ad analisi per determinare il grado zuccherino, l'acidità totale e il pH.

Per la determinazione del grado zuccherino ci si è avvalsi del rifrattometro digitale Hanna (Figura10). Una volta posizionato il campione di mosto nell'apposita conca, la luce che lo attraversa si rifrange ad angoli diversi a seconda della quantità di zucchero disciolto nel campione, restituendo il grado zuccherino espresso in gradi Brix.



Figura 10: rifrattometro digitale

Per la misurazione dell'acidità totale, espressa in g/L di acido tartarico, e del pH è stata effettuata la titolazione tramite titolatore automatico (Figura 11).



*Figura 11: titolatore automatico*

## **2.5 ANALISI STATISTICA**

Per le analisi statistiche è stato utilizzato il software IBM SPSS. L'analisi della varianza è stata effettuata con test ANOVA ( $p \text{ value} \leq 0.01$  [\*\*] e  $0.01 < p \text{ value} \leq 0.03$  [\*\*];  $0.03 < p \text{ value} \leq 0.05$ ); i sottoinsiemi omogenei sono stati individuati con il test di Duncan.

### 3 RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 3.1 ANALISI FASI FENOLOGICHE

- ESPRESSIONE FENOLOGICA VITIGNO MERLOT

Sono riassunte in figura 12 le fasi fenologiche nei principali momenti della stagione 2020 per il vitigno Merlot.

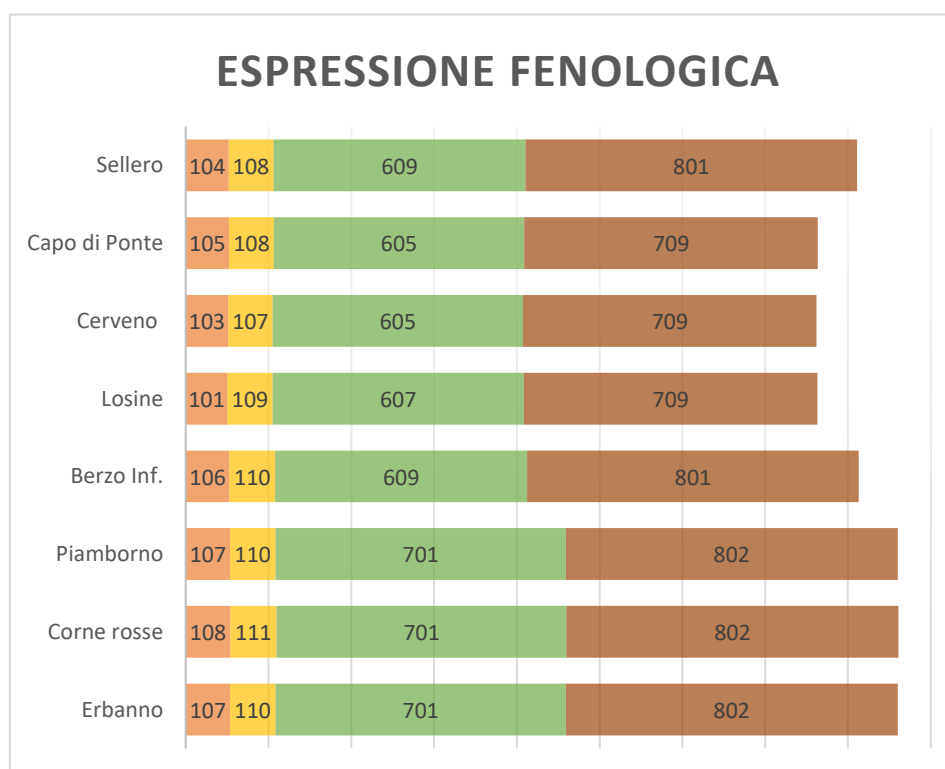


Figura 12: espressione fenologica per il vitigno Merlot (2020)

Varietà	Località	UdP	Inizio Germ.	Sig. **	Pieno germ.	Sig. **	Fioritura	Sig. ***	Invaiaitura	Sig. **
Merlot	Erbanno/Angone	2	107	P	110	M	701	P	802	P
Merlot	Corne rosse	1	108	P	111	P	701	P	802	P
Merlot	Piamborno	2	107	P	110	M	701	P	802	P
Merlot	Berzo Inf.	4	106	P	110	M	609	M	801	M
Merlot	Losine	5	101	T	109	T	607	T	709	T
Merlot	Cerveno	6	102	T	108	T	607	T	709	T
Merlot	Capo di Ponte	7	105	M	108	T	605	T	709	T
Merlot	Sellero	8	104	M	108	T	609	M	801	M

Tabella 11: Andamento fenologico dal germogliamento all'invasatura per il vitigno Merlot  
(2020)

Classificazione effettuata con cluster analysis; analisi della varianza effettuata con test ANOVA (p value  $\leq 0.01$  [\*\*\*] e  $0.01 < p \text{ value} \leq 0.03$  [\*\*];  $0.03 < p \text{ value} \leq 0.05$  [\*])

In data 15 aprile viene rilevata la fase iniziale del germogliamento, nella tabella 11 si nota come i vigneti situati nella parte meridionale della Valcamonica abbiano un andamento precoce mostrando dalle sei alle otto foglie distese (106-108 BBCH). Nello stesso giorno del rilievo, i vigneti di Capo di Ponte e Sellero vengono identificati come medi (105-104), mentre Losine e Cerveno Tardivi (101-102).

Il pieno germogliamento viene identificato in data 15 Maggio, la località Corne rosse è l'unica che rientra nel tipo precoce con germogli da undici foglie spiegate (111 BBCH); Erbanno, Pianborno e Berzo Inferiore medi con dieci foglie spiegate (110 BBCH), mentre i vigneti nei comuni più settentrionali vengono identificati come tardivi con otto o nove foglie spiegate (108-109 BBCH). Comparando l'andamento vegetativo fin qui descritto, si notano differenze sostanziali fino a 30 giorni fra i vigneti di Corne rosse e quelli più a nord come Cerveno, Capo di Ponte e Sellero; suddetta differenza potrebbe trovare riscontro valutando l'indice di Winkler, esso presenta valori elevati nella parte meridionale della valle, mentre cresce man mano che ci si sposta verso nord portando le zone nella parte settentrionale a subire un ritardo nell'accrescimento.

Le fasi di fioritura (10 giugno) e l'invasatura (3 agosto) restituiscono valori concordi per tutti i vigneti. Erbanno, Corne rosse e Pianborno si identificano come precoci; medi Berzo inferiore e Sellero; tardivi Losine, Cerveno e Capo di Ponte.

Le differenze possono essere attribuite alla concomitanza di più fattori, prima fra tutti la quota con un effetto diretto sulle temperature. Si nota che, man mano che ci si sposta verso la testata della valle, i vigneti hanno un ritardo nell'accrescimento ad eccezione di Sellero.

Generalmente Erbanno, Corne rosse e Pianborno possono essere ascritti come vigneti precoci, tutti e tre hanno esposizioni sud sud-est.

Analizzando la parte meridionale, essa è una zona considerata calda, con sommatorie termiche maggiori di 1800 Gradi Winkler, in tale area è forte l'influenza climatica da parte del lago d'Iseo, il quale fornisce una buona mitigazione delle temperature e buona ventilazione. Una volta che il germogliamento è avvenuto, l'accelerazione della crescita è nettamente stimolata dalle temperature del suolo relativamente elevate. In questo caso, i suoli leggeri e ben esposti che si riscaldano velocemente all'inizio della primavera sono responsabili della precocità.

Spostandosi verso nord i vigneti mostrano un ritardo nello sviluppo fenologico, i gradi Winkler diminuiscono gradualmente e la quota aumenta, questa concomitanza di fattori portano ad un generale allungamento del ciclo vegetativo, soprattutto nei comuni di Losine, Cerveno e Capo di Ponte.

Berzo Inferiore si trova nella parte mediana della valle, l'effetto di tardività è meno accentuato e il vigneto rientra nella categoria "medi". Anche Sellero rientra in quest'ultimo gruppo, pur essendo collocato nella parte più settentrionale della valle. La motivazione potrebbe essere attribuibile al substrato acido costituito da Micascisto. Esso produce per alterazione sabbie e ghiaie, che si disseccano molto facilmente, suoli pietrosi in superficie favoriscono l'assorbimento di calore in profondità e limitano l'evaporazione e l'erosione idrica superficiale. Questi terreni "poveri" soggetti a parziale disidratazione nel periodo della maturazione, consentono una diminuzione della fase vegetativa e un deposito di zuccheri ed altri componenti organici a favore degli acini (Bucelli e Costantini, 2006).

- **ESPRESSIONE FENOLOGICA VITIGNO MANZONI BIANCO**

Il Manzoni bianco è un vitigno a bacca bianca nato dall'incrocio tra Riesling Renano e Pinot Bianco, è un vitigno di media vigoria e di contenuta espressione vegeto-produttiva. È un vitigno che possiede notevolissime capacità di adattamento a climi e terreni, anche molto diversi, dando ovunque buoni risultati. Presenta un grappolo piccolo, spesso con un'ala, mediamente compatto; l'acino è piccolo, sferico, con buccia piuttosto consistente. Proprio questa caratteristica lo rende particolarmente poco sensibile al marciume. (Catalogo Nazionale delle varietà di vite)

Sono riassunte in figura 13 le fasi fenologiche nei principali momenti della stagione 2020 per il vitigno Manzoni bianco.

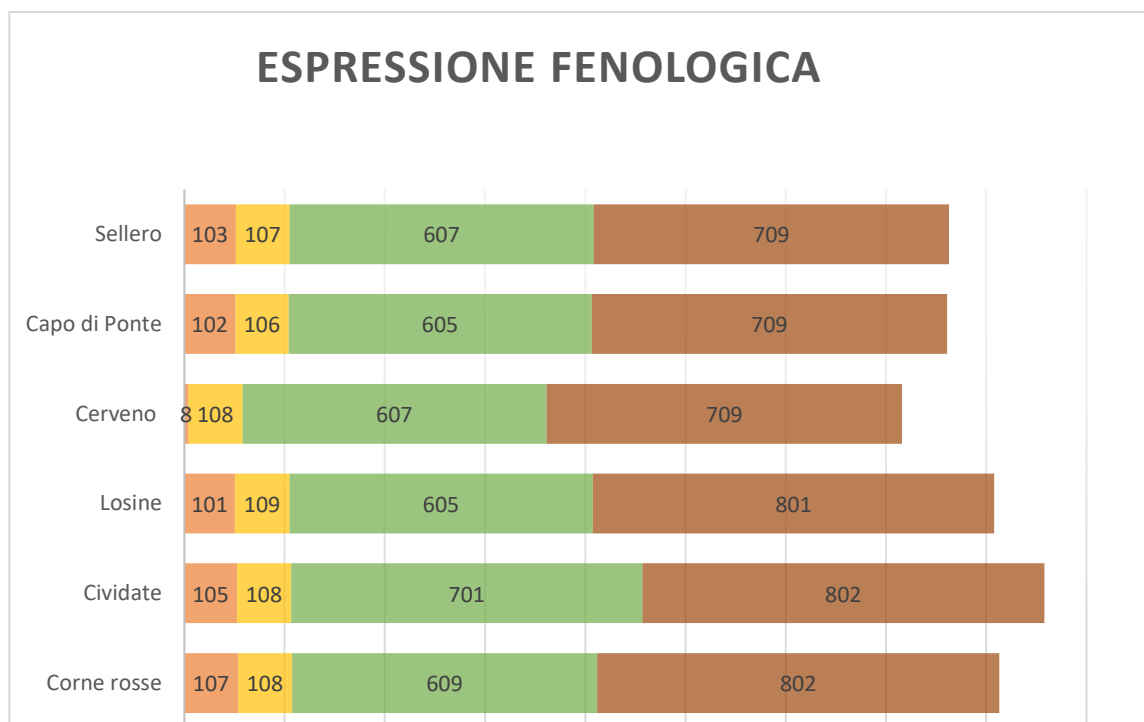


Figura 13: espressione fenologica per il vitigno Manzoni bianco (2020)

Varietà	Località	UdP	Inizio Germ.	Sig. ***	Pieno germ.	Sig. **	Fioritura	Sig. **	Inviatura	Sig. **
Manzoni bianco	Corne rosse	1	107	P	108	P	609	M	802	P
Manzoni bianco	Civate	3	105	P	108	P	701	P	802	P
Manzoni bianco	Losine	5	101	M	109	M	605	T	801	M
Manzoni bianco	Cerveno	6	108	T	106	T	607	M	709	T
Manzoni bianco	Capo di Ponte	7	102	M	106	T	605	T	709	T
Manzoni bianco	Sellero	8	103	M	107	T	607	M	709	T

Tabella 12: Andamento fenologico dal germogliamento all'inviatura per il vitigno Manzoni bianco (2020)

Classificazione effettuata con cluster analysis; analisi della varianza effettuata con test ANOVA (p value  $\leq 0.01$  [\*\*\*] e  $0.01 < p \text{ value} \leq 0.03$  [\*\*];  $0.03 < p \text{ value} \leq 0.05$  [\*])

In data 15 aprile viene rilevata la fase iniziale del germogliamento, dall'analisi risultano precoci i vigneti situati in località Corne rosse e Civate (107-105 BBCH); medi Losine, Capo di Ponte e Sellero (101-102-103 BBCH) mentre risulta tardivo Cervero (008 BBCH) mostrando il germoglio appena uscito dalla gemma.

Analizzando gli effetti della temperatura in funzione dello stadio vegetativo della vite, si può affermare che la soglia minima di temperatura necessaria alla ripresa del ciclo vegetativo (zero di vegetazione) si colloca mediamente intorno a 10°C, questa soglia è stata raggiunta ad inizio stagione per i vigneti precoci come Corne rosse, mentre, se confrontiamo quest'ultimo con Sellero, notiamo un ritardo fino a 30 giorni, indicando che il fabbisogno termico è stato soddisfatto tardivamente.

Il pieno germogliamento viene identificato in data 15 maggio, spiccano per precocità Corne rosse e Civate (108 BBCH); Losine si identifica fra i medi con nove foglie spiegate (109 BBCH), mentre i vigneti nei comuni di Cervero, Capo di Ponte e Sellero vengono identificati come tardivi con sei o sette foglie spiegate (106-107 BBCH).

Durante la fase di fioritura, rilevata in data 10 giugno, risulta precoce soltanto Civate, che si colloca al termine della fioritura mostrando i piccoli frutti che iniziano a crescere; ha accorciato la fenofase il vigneto sito a Corne rosse, risultando non più precoce ma medio, trovandosi al termine della fioritura; risultano essere tardivi Losine e Capo di Ponte (605 BBCH). Cervero e Sellero si identificano come medi con un 70% della fioritura completata (607 BBCH).

Il 3 agosto, tutti i vigneti si ritrovano all'inizio dell'invaiaitura o in sua prossimità. Sono risultati precoci Corne rosse e Civate (802 BBCH), medio Losine (801 BBCH) e Tardivi i vigneti di Cervero, Capo di Ponte e Sellero (709 BBCH).

Nel complesso Corne rosse e Civate risultano precoci, si attribuisce questo carattere alla maggiore sommatoria termica che, analizzando l'indice di Winkler, caratterizza tutta la parte meridionale della valle; inoltre, rispetto agli altri vigneti, quello sito a Corne rosse presenta un'esposizione sud, il quale fornisce un numero di ore di luce maggiore, influenzando lo

sviluppo vegetativo. Civate, pur trovandosi a 15 km di distanza verso nord, ha una quota minore che ne assicura sommatorie termiche non elevate. Entrambi i vigneti godono della presenza del lago d'Iseo il quale garantisce una buona mitigazione delle temperature e una buona ventilazione. Grazie alle brezze del lago, infatti il terreno si asciuga prima, permettendo che il suolo si riscaldi più velocemente, grazie a questo fenomeno la ripresa vegetativa post invernale viene anticipata.

Spostandosi a nord, si rilevano andamenti completamente diversi rispetto alla parte meridionale della valle. I vigneti situati ai piedi del conoide della Concarena presentano sviluppo ritardato, questo andamento è imputabile alla presenza del conoide, che mantiene più basse le temperature medie. Tale predisposizione può essere ricondotta all'esposizione e alle condizioni litologiche dei terreni, essi risultano magri, dotati di una notevole componente scheletrica, inoltre si trovano sotto alle pendici del massiccio che imprime caratteristiche climatiche particolarmente fredde.

Questo fenomeno è leggermente attenuato nella zona di Losine, che si identifica come a media precocità, trovandosi nel lato sud del conoide, è maggiormente soggetta all'effetto mitigazione dal Lago d'Iseo e, mostrando un orientamento verso sud-sud-est, subisce un migliore irraggiamento durante il giorno.



### 3.2 ANALISI CURVE DI MATURAZIONE

In funzione del grado zuccherino, attraverso una Cluster Analysis, i vigneti sono stati suddivisi in precoci, medi e tardivi.

- **Merlot: contenuto zuccherino (°Brix)**

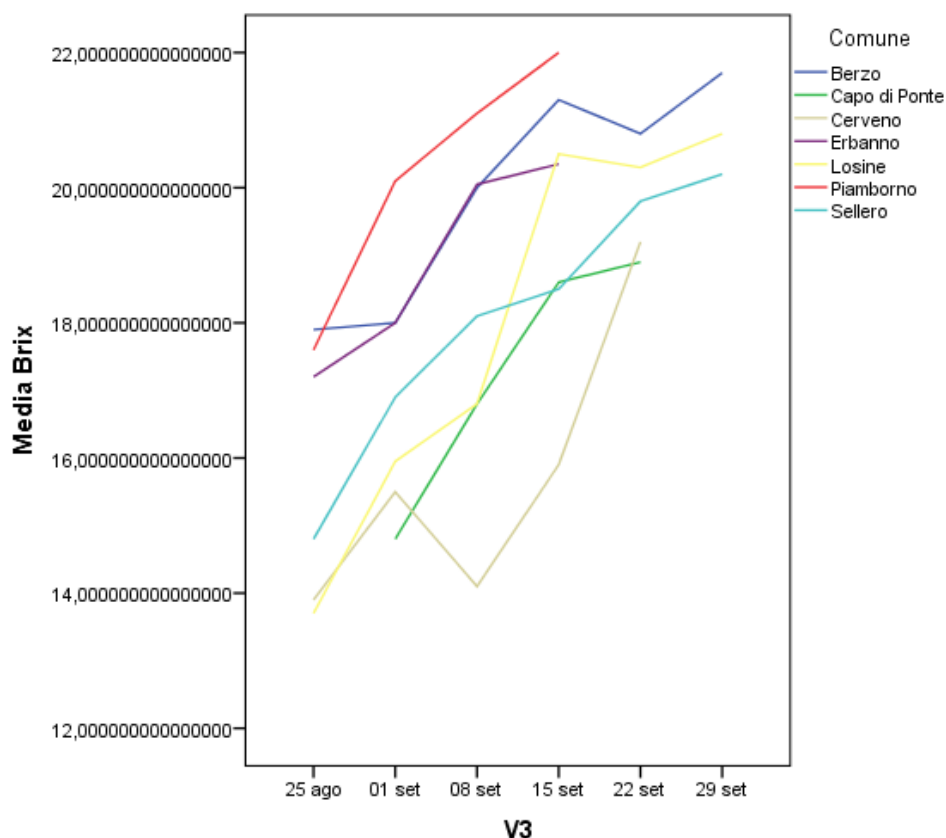


Figura 14: Curve di maturazione per il vitigno Merlot (Brix 2020)

Dai dati ricavati dai campionamenti, nel decorso della maturazione si sono riscontrate notevoli differenze tra i vigneti presi in esame. Ad inizio maturazione emergono come precoci le zone ubicate a sud della valle, specialmente i comuni di Pianborno, Corne Rosse, Darfo e Berzo Inferiore. Si evidenziano differenze fino a 5 gradi Brix nel caso di Pianborno (20,1 Brix) con Capo di Ponte (14,8 Brix); inoltre, le differenze di acidità fra questi ultimi sono le più marcate: Capo di Ponte 13,79 g/l e Pianborno 6,05 g/l.

Risultano in fascia intermedia i comuni di Losine e Sellero (16,9 Brix) e tardivi Cerveno e Capo di Ponte (15,5 e 14,8 Brix).

Nel corso della maturazione le differenze tendono ad attenuarsi, man mano che i vigneti offrono buone caratteristiche tecnologiche vengono vendemmiati. A maturazione avvenuta Pianborno e Capo di Ponte, che restituiscono i valori estremi, si discostano di 3 gradi Brix, con Pianborno che presenta 22 Brix e Capo di Ponte che sfiora i 19 Brix. Corne Rosse e Pianborno rimangono in fascia precoce mentre Darfo e Berzo Inferiore si collocano in fascia media con Losine e Sellero. Cerveno e Capo di Ponte rimangono classificati come tardivi.

- **Merlot acidità**

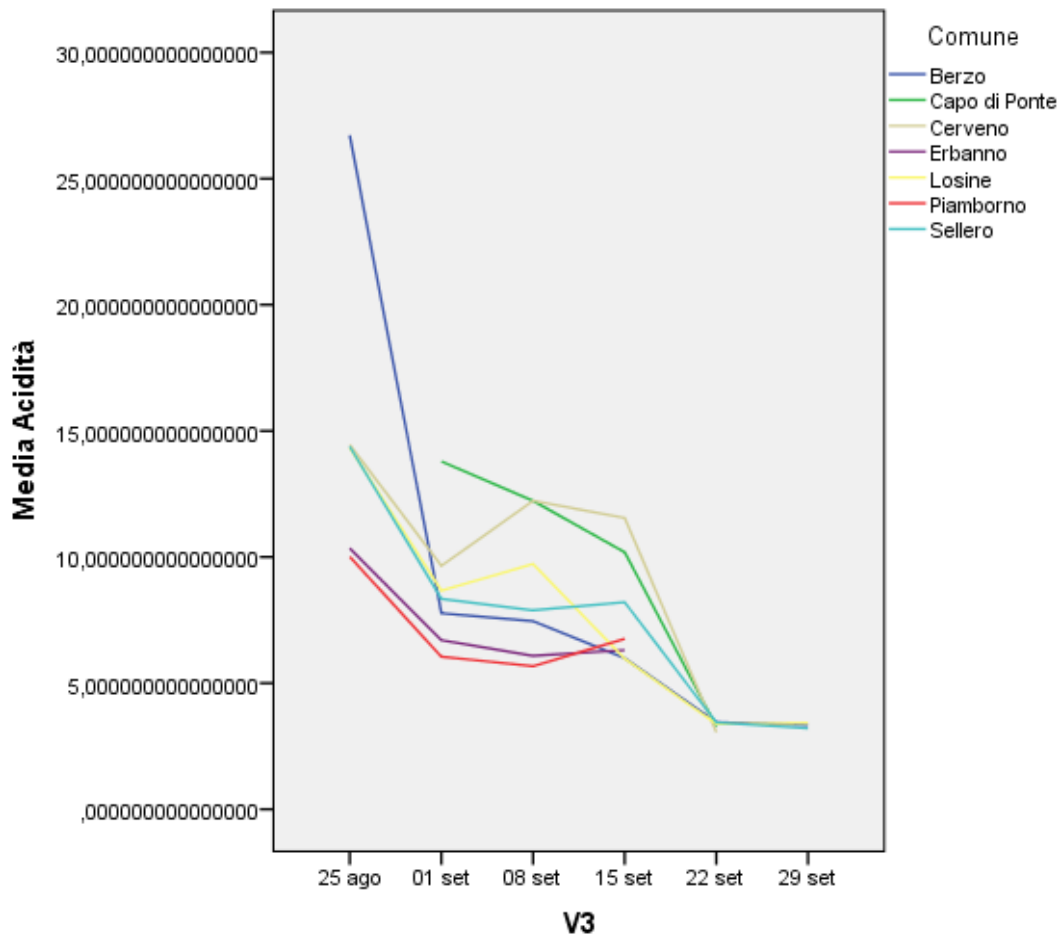


Figura 15: Curve di maturazione per il vitigno Merlot (Acidità 2020)

- **Manzoni Bianco: contenuto zuccherino (°Brix)**

Anche per il vitigno Manzoni Bianco si riscontrano notevoli differenze tra i vigneti. In generale l'ubicazione dei vigneti Manzoni si colloca nella parte più settentrionale della valle.

Con il primo rilievo della curva, Cividate mostra un grado zuccherino già alto pari a 21 gradi Brix, viene classificato quindi come precoce, Sellero offre valore pari a 18 Brix identificandosi come medio mentre i restanti, Capo di Ponte, Losine e Cerveno, sono più tardivi.

Durante la maturazione abbiamo delle variazioni significative relative all'aumento del grado zuccherino. Cividate viene vendemmiato in data 08 settembre raggiungendo i 22 Brix. Sellero, Capo di Ponte e Losine raggiungono tra i 20,6 ed i 20,9 Brix, identificandosi come medi ed infine Cerveno risulta essere tardivo raggiungendo i 19,4 Brix in data 15 settembre.

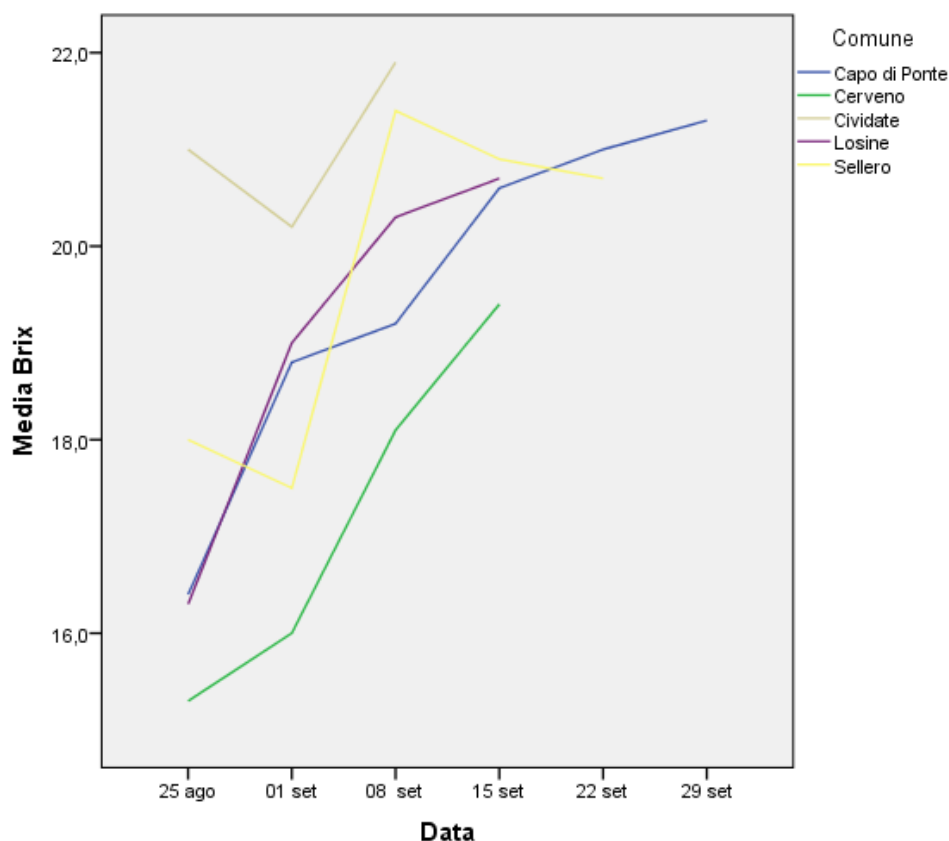


Figura 16: Curve di maturazione per il vitigno Manzoni bianco (Brix 2020)

- **Manzoni Bianco acidità**

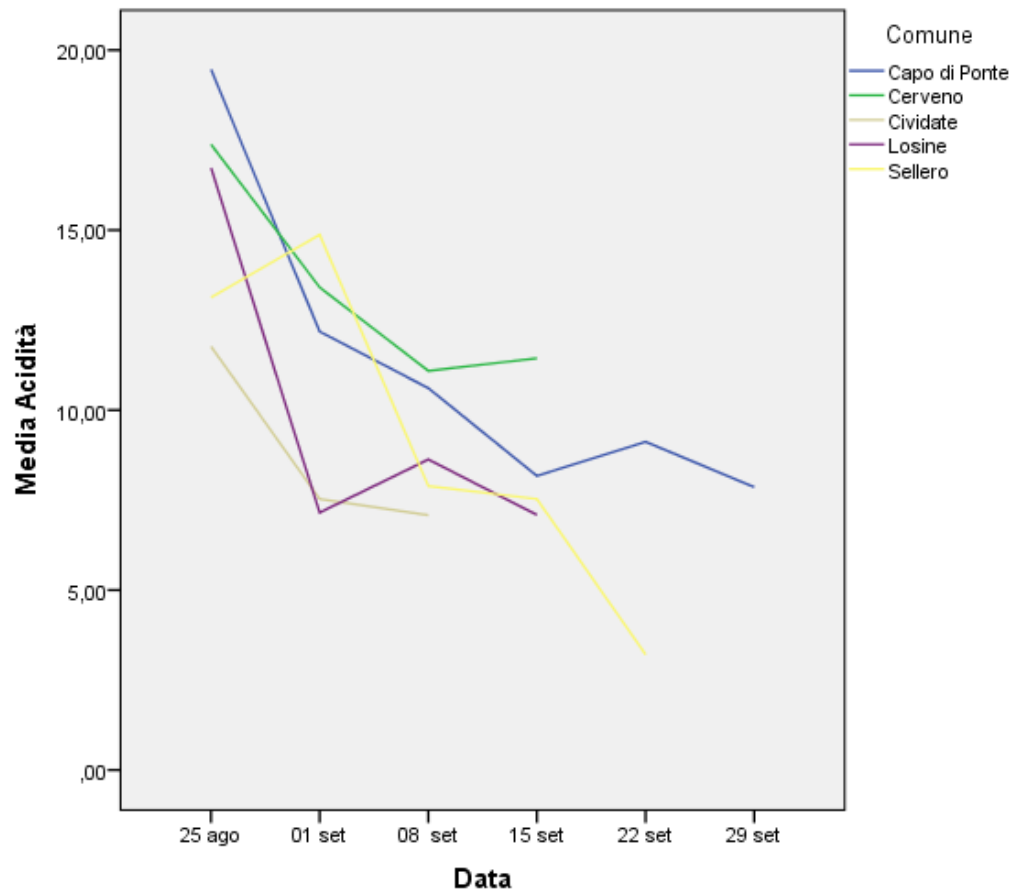


Figura 17: Curve di maturazione per il vitigno Manzoni bianco (Acidità 2020)

### 3.3 ANALISI RILIEVI ALLA VENDEMMIA

Le vendemmie sono state effettuate in diverse date, come riassunto in tabella 13.

Data vendemmia	Località	vitigno
10-set	Cividate	Manzoni
17-set	Berzo inf.	Merlot
17-set	Cerveno	Manzoni
17-set	Erbanno	Merlot
17-set	Losine	Manzoni
17-set	Piamborno	Merlot
17-set	Sellero	Manzoni
24-set	Erbanno	Merlot
24-set	Losine	Merlot
28-set	Capo di Ponte	Merlot
28-set	Capo di Ponte	Manzoni
28-set	Sellero	Merlot
28-set	Novelle	Manzoni

Tabella 13: data vendemmie in funzione di località e vitigno.

#### 3.3.1 PARAMETRI VEGETO PRODUTTIVI

Al di là dell'influenza delle pratiche colturali (e quindi della mano dell'uomo) i dati sull'espressione vegetativa forniscono indicazioni sulla fertilità dei diversi ambienti. In ogni caso, a discapito delle scelte colturali, la pianta tenderà comunque ad esprimere il potenziale del territorio in cui si trova.

Parlando di parametri vegeto produttivi è importante sottolineare che sono in funzione sia della componente genetica che dell'influenza ambientale.

La componente genetica gioca un ruolo chiave nella scelta del portainnesto e della varietà, sono decisioni fondamentali da compiere nella fase preliminare di impianto, in quanto guideranno lo sviluppo della vite e determineranno la futura gestione del vigneto.

Per influenza ambientale, si intendono tutti quei fattori esterni che in qualche modo condizionano la crescita della vite, dal clima al suolo, fino alla scelta della forma di allevamento ed alle pratiche agronomiche adottate. Sono appunto queste ultime che, nel breve periodo, orientano e definiscono lo sviluppo vegeto produttivo.

Il numero di germogli è frutto dell'influenza ambientale; il numero di gemme è invece in relazione diretta con la regina delle operazioni colturali: la potatura, con un intervento mirato e supportato da basi scientifiche si possono minimizzare tutte le altre operazioni in vigneto, essa condiziona ogni fase fenologica influenzandone l'espressione vegetativa ed il vigore. Ad esempio, una potatura povera riduce il numero di gemme per ceppo, il che porterà ad un alto vigore dei sarmenti. Tale pratica implica un aumento del tempo necessario per raggiungere la massima espansione della chioma e un ritardato accrescimento dei germogli, con una conseguente posticipazione nella maturazione dell'uva. Risulta di fondamentale importanza una corretta gestione di questa pratica che, in connubio con studi di zonazione, permettono di indirizzare gli interventi colturali a favore del fine enologico. In questo modo si ottengono prodotti di qualità capaci di soddisfare il consumatore ed in grado di giustificare il costo di produzione.

Per quanto riguarda il carico produttivo, esso può essere soggetto ad avversità biotiche e abiotiche, le quali portano ad una riduzione della produzione. Alcuni fenomeni interessanti sono quelli che provocano la trasformazione dei grappoli in viticci, questa anomalia viene detta filatura ed è favorita da carenze nutritive, dalle basse temperature in fioritura o dall'asfissia radicale. Altre cause di ridotta produzione possono riscontrarsi nelle patologie che affliggono la vite, tra le più note ricordiamo la botrite, la peronospora, l'oidio, il marciume nero.

Osservando la produzione per ceppo notiamo differenze legate alla diversa tipologia di suoli in cui cresce la vite ed in secondo luogo alle avversità biotiche ed abiotiche, oltre che alle scelte colturali operate dai viticoltori.

- **MANZONI BIANCO**

Gemme	n.s
Germogli	***
Grappoli	n.s
Peso	***
Grado zuccherino	n.s
Acidità titolabile	***
pH	***
Peso medio grappolo	n.s.

Tabella 14: Analisi della varianza effettuata con test ANOVA (p value  $\leq 0.01$  [\*\*\*] e  $0.01 < p$  value  $\leq 0.03$  [\*\*];  $0.03 < p$  value  $\leq 0.05$  [\*]; n.s non significativo).

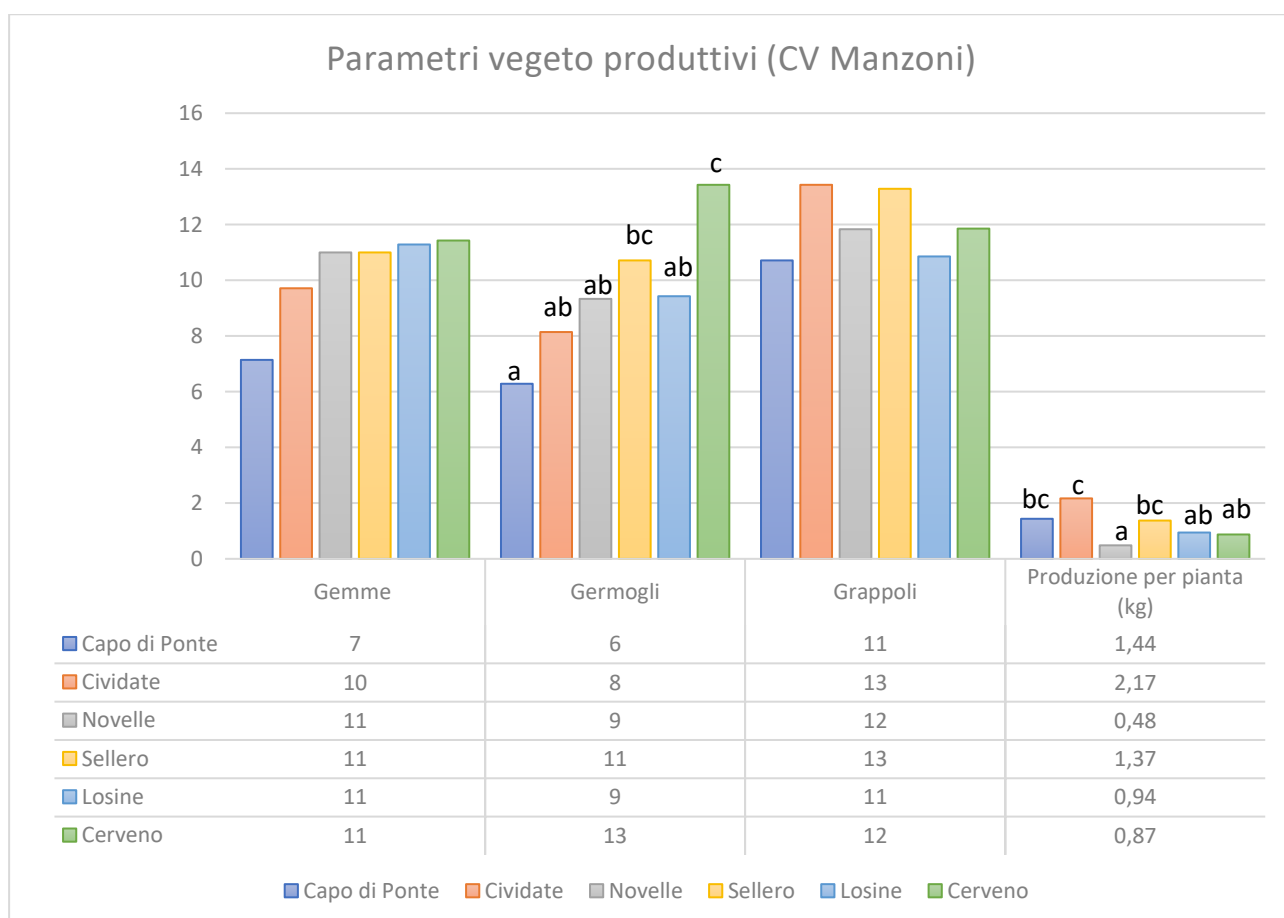


Figura 18: Parametri vegeto produttivi rilevati sui vigneti guida in Valcamonica: vitigno Manzano bianco. Insieme omogenei identificati con test di Duncan

I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica per definire le differenze significative tra i vigneti nelle diverse zone.

Analizzando i rilievi alla vendemmia dei diversi vigneti possiamo notare differenze statisticamente significative in termini di germogli, peso, pH ed acidità, per i restanti parametri non viene rilevata significatività.

Germogli: dalle analisi risulta che Capo di ponte ha il numero minore di germogli, Civate, Novelle e Losine si identificano con un livello intermedio, mentre Sellero e Cerveno si ritrovano nel sottoinsieme con maggior numero di germogli.

Peso: Novelle risulta essere il vigneto meno produttivo, questo potrebbe essere dovuto alla vicinanza dell'impianto ad una zona boscata la quale ha facilitato l'incursione di volatili determinando un abbassamento della produzione, Cerveno e Losine si trovano nel sottogruppo intermedio mentre Sellero, Capo di Ponte e Civate risultano i più produttivi. Per quanto riguarda la produzione Cerveno è l'unico vigneto che impiega come forma d'allevamento il cordone speronato, generalmente meno produttivo del guyot, che viene adottato da tutti gli altri vigneti, Cerveno si trova difatti nel sottoinsieme tendente a minori produzioni.

pH ed acidità: I sottoinsiemi individuati sono due, Sellero e Novelle con pH maggiormente acidi ed acidità maggiori (g/l), mentre gli altri vigneti offrono valori più alti di pH ed acidità minori.



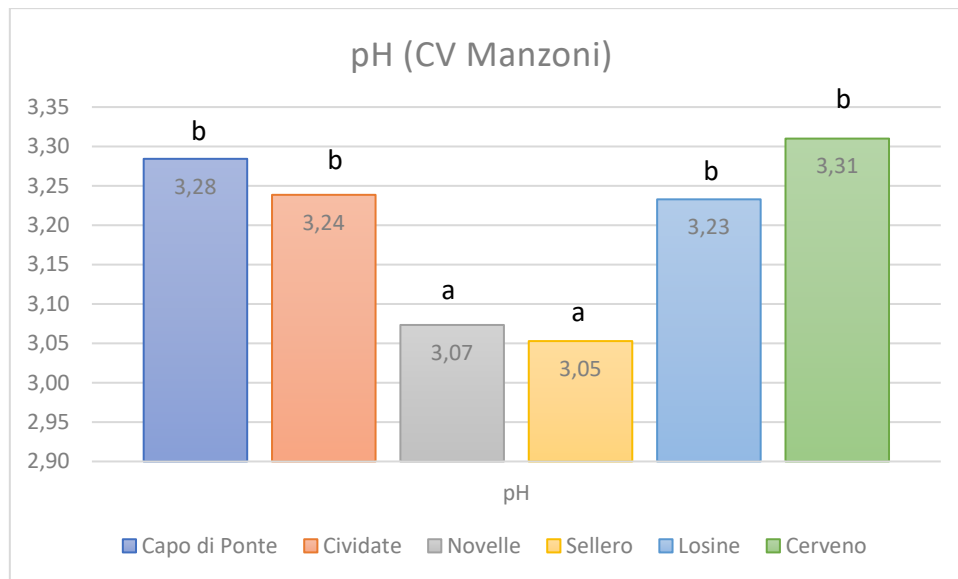
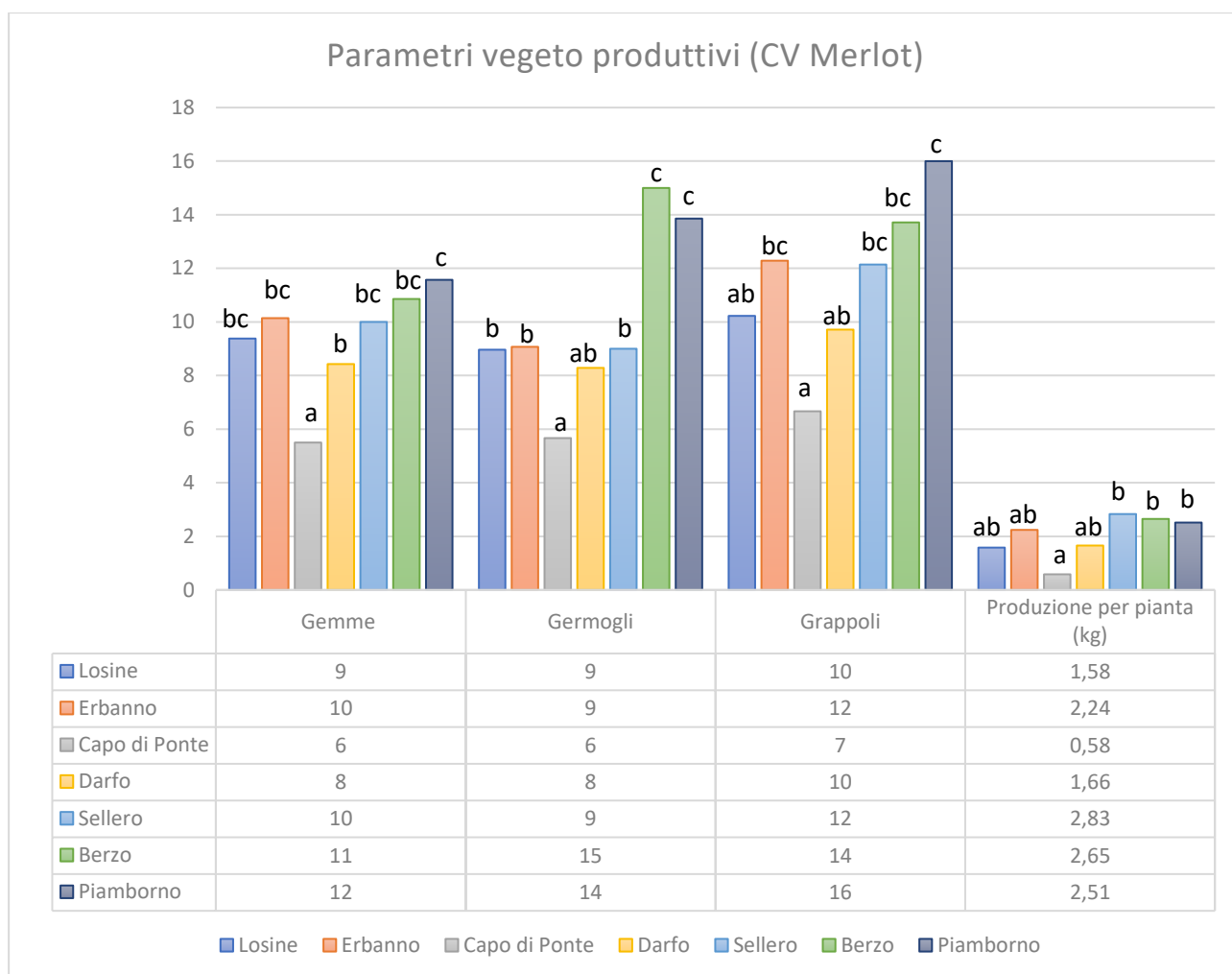


Figura 19: pH rilevato sui vigneti guida in Valcamonica: vitigno Manzoni bianco. Insieme omogenei identificati con test di Duncan

- **MERLOT**

Gemme	***
Germogli	***
Grappoli	***
Peso	**
Contenuto zuccherino	***
Acidità titolabile	***
pH	**
Peso medio grappolo	n.s.

Tabella 15: Analisi della varianza effettuata con test ANOVA (p value  $\leq 0.01$  [\*\*\*] e  $0.01 < p$  value  $\leq 0.03$  [\*\*];  $0.03 < p$  value  $\leq 0.05$  [\*]; n.s non significativo).



*Figura 20: Parametri vegeto produttivi rilevati sui vigneti guida in Valcamonica: vitigno Merlot. Insieme omogenei identificati con test di Duncan*

In analogia con il vitigno Manzoni, i dati sono stati sottoposti ad analisi statistica per definire le differenze significative tra i vigneti nelle diverse zone.

Analizzando i rilievi alla vendemmia dei diversi vigneti possiamo notare differenze statisticamente significative sia per i parametri vegeto produttivi che per quelli di maturazione tecnologica.

I parametri di fertilità quali fertilità potenziale delle gemme (numero di infiorescenze per germoglio principale) e fertilità reale (numero di infiorescenze per numero di nodi del capo a frutto), evidenziano valori contenuti soprattutto per il vigneto sito a Capo di Ponte; i risultati maggiori si riscontrano a Piamborno, dove si registrano buoni esiti quantitativi.

I rilievi mettono in luce le produzioni di Capo di Ponte il quale spicca per il minor peso; Losine, Corne Rosse ed Erbanno forniscono risultati medi mentre gli impianti siti a Pianborno, Berzo Inferiore e Sellero assicurano produzioni in peso sopra la media.

Contenuto zuccherino: Si rilevano più sottogruppi, Capo di Ponte e Corne Rosse nel primo con valori minori, Losine, Sellero, Erbanno e Berzo Inferiore con un grado zuccherino intermedio; Pianborno offre il maggiore livello zuccherino rilevato.

Acidità espressa in g/l: Pianborno e Sellero si identificano nel primo sottoinsieme, seguono Erbanno, Losine e Corne Rosse ed infine Berzo Inferiore e Capo di Ponte con i valori maggiori di acidità.

pH: Capo di Ponte, Erbanno e Losine definiscono il primo sottoinsieme, Sellero, Berzo Inferiore e Corne Rosse si collocano nel secondo mentre Pianborno è l'impianto che restituisce pH maggiori.

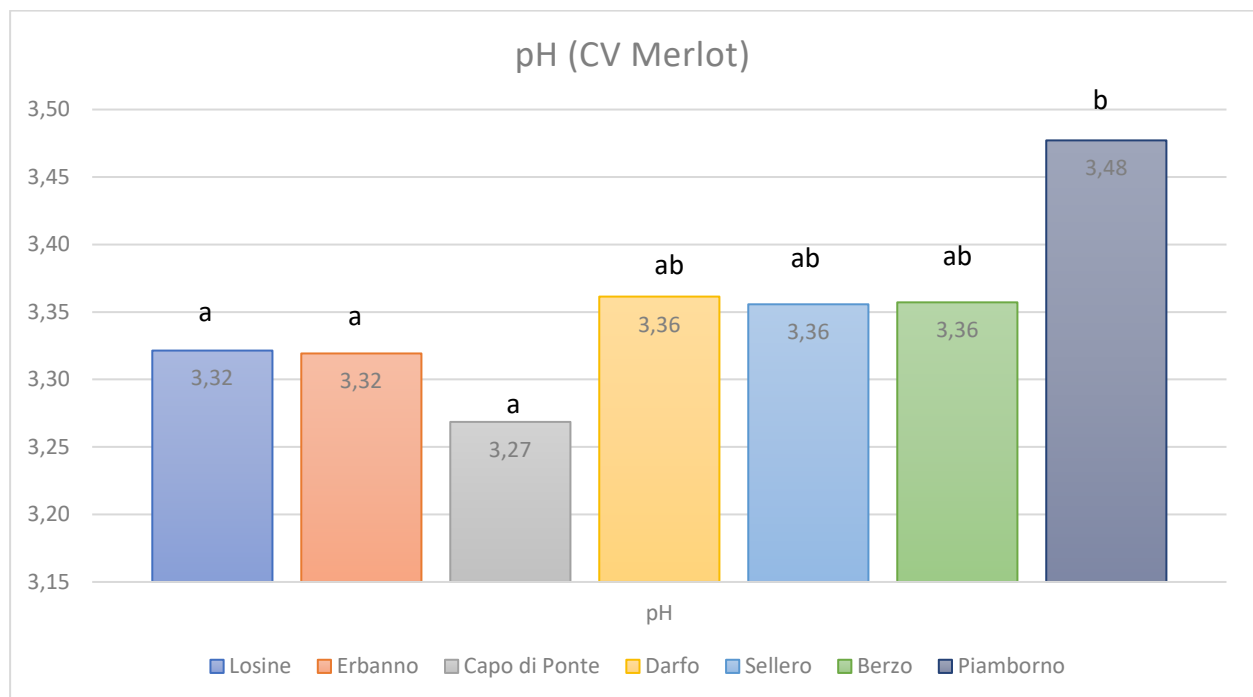
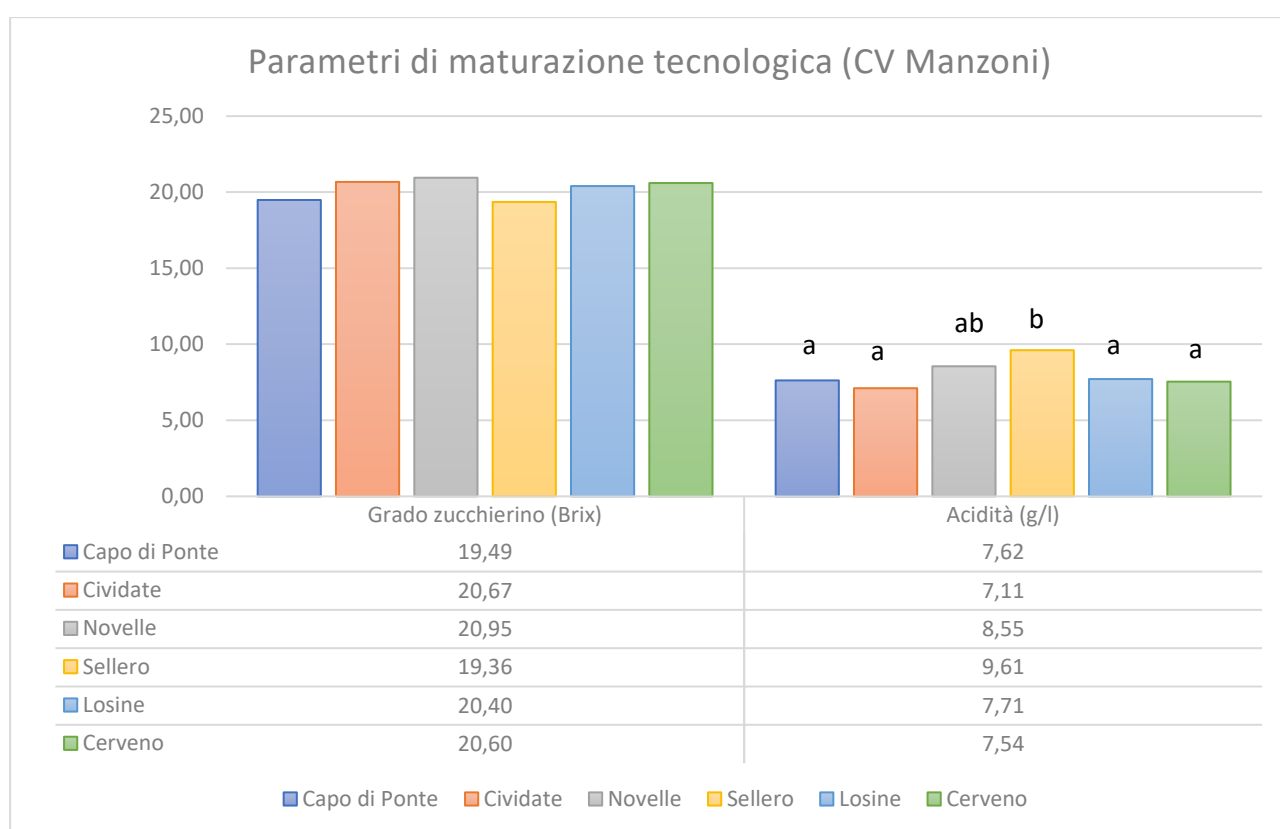


Figura 21: pH rilevato sui vigneti guida in Valcamonica: vitigno Merlot. Insiemi omogenei identificati con test di Duncan

### 3.3.2 PARAMETRI DI MATURAZIONE TECNOLOGICA

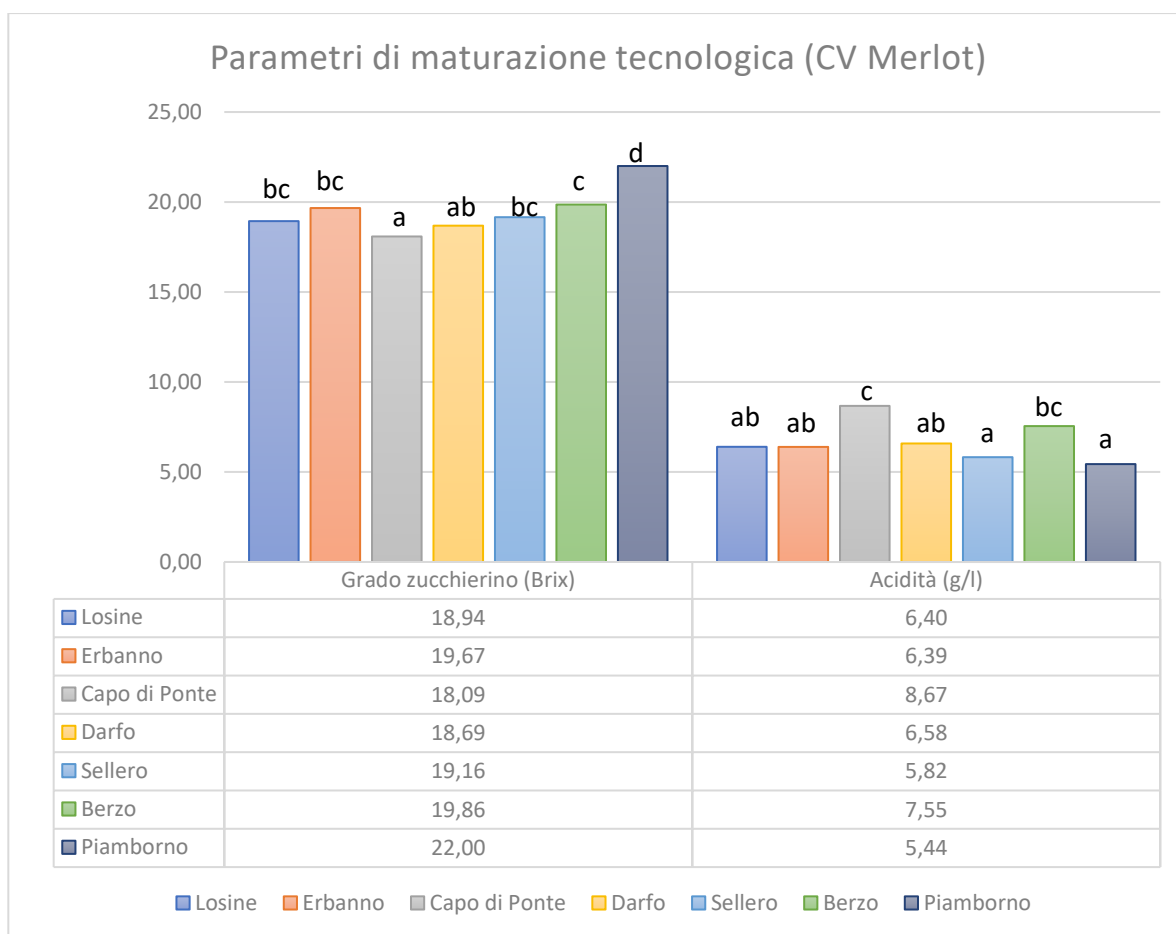
Per quanto concerne la maturazione di tipo tecnologico notiamo che tra i due vitigni spicca una marcata variabilità dei risultati. Nel Manzoni Bianco, il grado zuccherino espresso in Brix ha un *range* più ristretto, i campioni variano da un minimo di 19,36 per Sellero, ad un massimo di 20,95 per Novelle; per il vitigno merlot, la variabilità è più ampia con valori di 18,09 Brix per Capo di Ponte fino ad un massimo di 22 Brix per Pianborno. I fattori principali che guidano queste differenze sono sia genetici, ma principalmente legati alle temperature ed alle radiazioni solari, più in generale all'orografia del luogo di impianto.



*Figura 22: parametri di maturazione tecnologica per il vitigno Manzoni bianco. Insieme omogenei identificati con test di Duncan.*

Per il Manzoni Bianco si nota come Capo di Ponte e Sellero, comuni più a nord tra quelli campionati, restituiscano valori in Grado zuccherino più bassi, rispettivamente 19,49 Brix e 19,36 Brix, le acidità più alte si riscontrano sempre a Sellero (9,61 g/l) e Novelle (8,55 g/l); la differenza non è significativa da un punto di vista statistico.

Per il Merlot i valori più elevati in termini di grado zuccherino, si identificano a Pianborno, con valore pari a 22, seguito da Erbanno (20,22) e Berzo Inferiore (19,86). L'impianto di tali vigneti, oltre ad essere ubicato nella parte bassa della valle, che secondo gli studi climatici gode di temperature medie mensili maggiori, hanno esposizioni Ovest-sudovest (Berzo), Est-sudest (Erbanno) e Sudest (Pianborno), che assicurano ore di luce giornaliere maggiori, inoltre offrono una migliore intercettazione della luce. Specularmente risulta che l'acidità minore sia offerta da Pianborno (5,44 g/l) e la maggiore da Capo di Ponte con 8,67 g/l, a Capo di Ponte si riscontra in aggiunta il grado zuccherino più basso (18,09 Brix).



*Figura 23: parametri di maturazione tecnologica per il vitigno Merlot. Insieme omogenei identificati con test di Duncan*

L'accumulo in zuccheri è solitamente superiore nelle bacche esposte al sole. Ciò può essere giustificato dai maggiori valori di traspirazione e quindi da un flusso floematico più intenso negli acini al sole. Temperature elevate in maturazione determinano una netta riduzione dell'acido malico, composto più sensibile alla temperatura rispetto al tartarico, e la cui

ridotta presenza rende, soprattutto i vini bianchi, meno freschi e piacevoli, carattere da tenere in forte considerazione parlando del vitigno Manzoni.

La sintesi degli aromi, pur avendo una forte base genetica, è influenzata dall'attività di vari sistemi enzimatici ed aumenta con le temperature fino ad un certo livello, per poi decrescere. In condizioni non limitanti di luce ed acqua si ritengono ottimali temperature di 20-22°C (Bucelli e Costantini 2006).

L'uomo influenza i parametri tecnologici attraverso la scelta della data di vendemmia. Generalmente una vendemmia tardiva permette una maturazione zuccherina più accentuata. Questo è il caso di Novelle per il vitigno Manzoni, attraverso una posticipazione della vendemmia, avvenuta in data 28 Settembre, ha potuto raggiungere la gradazione di quasi 21 gradi Brix; in antitesi, per il vitigno merlot, troviamo Capo di Ponte che, anche se vendemmiato il 28 Settembre, il grado zuccherino supera di poco i 18 Brix, questo verosimilmente per il luogo di impianto ubicato a 430 m s.l.m. con esposizione est, questa zona si trova a ridosso del conoide della Concarena il quale, influenzandone il clima, impartisce caratteri di tardività al vigneto.

#### **4 CONCLUSIONI**

Lungo la Valcamonica vengono riscontrate differenze sostanziali per quanto riguarda gli aspetti climatici e pedologici. Queste discrepanze portano ad una differente risposta dei vitigni guida analizzati, sia sul piano vegeto produttivo che qualitativo.

Il lavoro svolto ha preso in considerazione i caratteri ambientali quali pendenze, esposizioni, geologia e litologia, piovosità, temperature e indici bioclimatici; ha identificato unità di paesaggio simili per vocazionalità viticola e ne ha analizzato lo sviluppo vegeto produttivo e di maturazione tecnologica in funzione dei diversi ambienti di crescita.

Attraverso lo studio sia delle fasi fenologiche che delle curve di maturazione, vengono individuate zone che per caratteristiche pedoclimatiche portano ad uno sviluppo anticipato i vigneti; esse vengono definite precoci rispetto agli standard dei vigneti guida ubicati in

Valcamonica. Seguendo tale ragionamento si identificano pertanto delle zone tardive, con sviluppi posticipati fino ad un mese.

Generalmente si individua una precocità crescente da nord a sud. I vigneti siti nella parte bassa della valle (Corne Rosse, Erbanno, Cividate, Pianborno) vengono identificati come precoci e, man mano che ci si sposta verso nord, la fenologia ed il decorso della maturazione risultano ritardati. A questo fa eccezione la zona di Sellero. I vigneti che si trovano qui, nonostante siano i più settentrionali tra quelli analizzati, hanno una fenologia e un decorso della maturazione più precoci rispetto a quelli posti a Capo di Ponte, Cerveno e Sellero che si trovano più a Sud.

In funzione di tali differenze vengono forniti ai viticoltori camuni dati concreti sui quali confrontarsi, per attuare al meglio le pratiche agronomiche in funzione del luogo di stanziamento e del fine enologico.

È appunto in base alla precocità o tardività di un luogo che la produzione di determinati vini può esprimere al meglio il potenziale del vitigno. Vini rossi che hanno maggiori esigenze termiche e necessitano di alti gradi zuccherini, beneficeranno delle zone a maturazione più precoce, generalmente situate nella parte inferiore della valle, con buone esposizioni e pendenze ottimali. Per i vini bianchi, che hanno la necessità di preservare la composizione e i livelli dei precursori aromatici varietali, composti sensibili alle alte temperature, vengono consigliati quei *terroir* identificati come tardivi che offrono un maggiore potenziale per raggiungere un prodotto qualitativamente superiore e stabile nel tempo.

Oltre ai caratteri ambientali, forte influenza sul prodotto finito è data dall'uomo. Avere dei dati oggettivi sul comportamento dei vigneti in diverse zone della Valcamonica, darà ai viticoltori dei dati oggettivi su cui effettuare le scelte, siano esse quelle di impianto oppure quelle che riguardano le operazioni colturali, in modo da poter sfruttare al meglio le potenzialità di ogni ambiente.

La tesi in oggetto fornisce risultati basati sullo sviluppo del solo 2020 può quindi subire l'influenza dalla meteorologia dell'anno. Il lavoro si inserisce all'interno del progetto ValSoViCa che prevede la zonazione della Valcamonica; essa verrà realizzata su più anni per minimizzare l'effetto annata e per poter prendere in considerazione tutti i parametri che

influenzano il *terroir*. Lo scopo ultimo del progetto è fornire linee guida per i viticoltori camuni; essi quindi, basandosi sulle differenti vocazionalità del territorio, definiranno in modo appropriato e scientificamente basato le più idonee strategie agronomiche ed enologiche per ciascuna delle aree vocazionali che costituiscono l'IGP Valcamonica.

Queste metodologie permettono sia di ottimizzare le risorse impiegate, sia di immettere sul mercato un prodotto di qualità, il quale essendo identificativo del territorio possa essere apprezzato dal consumatore.



## 5 BIBLIOGRAFIA

Bertamini Mattivi e Nicolini. Ottobre 1998. L'influenza del clima e delle tecniche di gestione del vigneto sui polifenoli del vino. Istituto Agrario di San Michele all'Adige (Trento). L'enotecnico p. 31-42

BUCCELLI P., COSTANTINI E. "Vite da vino e zonazioni vitivinicole", in Costantini E.: Metodi di valutazione dei suoli e delle terre. Edizioni Cantagalli, Siena, Collana dei metodi analitici per l'agricoltura diretta da Paolo Sequi, vol. 7, 2006, pp. 519-577

Catalogo nazionale varietà di vite.  
<http://catalogoviti.politicheagricole.it/scheda.php?codice=299> Visitato in data Marzo 2021.

Christian Asselin, Jacques Fanet, Mario Falcetti. 2011. Traduzione dal francese, fatta dal direttore del Centro di ricerca per la viticoltura, professor Luigi Bavaresco. "Revue Francaise d'Oenologie". Juin/Juliet n. 247 p. 24-29

Climatedata.org 1982- 2012

Consorzio vini valle Camonica <https://www.consorziovinivallecamonica.it/wp-content/uploads/2014/06/Valcamonica-IGT.pdf> Visitato in data Febbraio 2021

Cyril Bonnefoy , Hervé Quenol , Olivier Planchon e Gérard Barbeau , "Temperature e indici bioclimatici nei vigneti della Valle della Loira in un contesto di cambiamento climatico", EchoGéo, 14 | 2010, pubblicato il 13 dicembre 2010, consultato il 12 febbraio 2021.

D. Tomasi, O. Locci, F. Gaiotti, P. Marcuzzo. Mountain Landscape and Environment and their Affect on Grape Composition and Wine Quality Perception L'ambiente e il paesaggio di montagna e il loro effetto sulla composizione dell'uva e sulla qualità percepita del vino. Atti

del terzo congresso internazionale sulla viticoltura di montagna e in forte pendenza. Castiglione di Sicilia – Catania - Italia 12-14 maggio 2010. 179

De Blij, 1983 da <http://www.scienze-naturali.it/ambiente-natura/vitis-vinifera-e-homo-sapiens-due-specie-con-storie-comuni> visitato in data Gennaio 2021

Emanuele Eccel. 2015. PROGETTO INDICLIMA – ELABORAZIONE DI INDICI CLIMATICI PER IL TRENINO

Ente vini Bresciani. <https://www.entevinibresciani.it/le-zone-viticole-europee/> Le zone viticole Europee. Visitato in data: Dicembre 2020

Evaghelia CHORTI, Silvia GUIDONI, Alessandra FERRANDINO, Luca GANGEMI, Vittorino NOVELLO. Gennaio 2007. ombreggiamento della fascia produttiva in vitis vinifera l. cv 'nebbiolo': effetti sulla composizione polifenolica delle bacche. Researchgate.

Failla O., Rustioni L. - PHENOTYPING TRIAL 2013 - East-West Collaboration for Grapevine Diversity Exploration and Mobilization of Adaptive Traits for Breeding. Pp 2-6 (2013).

Giuseppe Benciolini. Novembre 2000. L'ambiente giusto del vitigno si sceglie con la zonazione. Rivista agricoltura. i.ter piccola soc. coop. a r.l.

[https://www.researchgate.net/publication/313070984\\_Vite\\_da\\_vino\\_e\\_zonazioni\\_vitivinicole](https://www.researchgate.net/publication/313070984_Vite_da_vino_e_zonazioni_vitivinicole)

IReR. 2008. Definizione delle soglie pluviometriche d'innescio di frane superficiali e colate torrentizie: accorpamento per aree omogenee.

ISPRA. servizio geologico d'Italia organo cartografico dello stato (legge n°68 del 2.2.1960) note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 078 BRENO. 2012.

Italianowine.

Classificazioni.

<https://www.italianowine.com/it/classificazione/normativa/classificazione-armonizzata/> 2010. Visitato in data Gennaio 2021.

Luca Festa e Marco Picco. un contributo alle prospettive agroambientali del comune friulano di Prepotto: il protocollo metodologico per la zonazione viticola integrata. tesi di laurea. politecnico di Milano. Italia.

Media dati ARPA 2001-2015

OIV. <https://www.oiv.int/it/lorganizzazione-internazionale-della-vigna-e-del-vino> Home. 2010. 2012. Visitato in data Gennaio 2021

OpenWineMap. Alberto Grasso. 2014. <http://www.openwinemap.it/wordpress2/zonazione-vitivinicola/> Pubblicazioni scientifiche. Zonazione vitivinicola. Visitato in data Gennaio 2021

Parco dell'Adamello. <http://www.parcoadamello.it/acquisti-pubblicazioni/verso-il-riconoscimento-della-valle-camonica-alto-sebino-a-riserva-della-biosfera/> 2018. Visitato in data Febbraio 2021

Raffaele Buono, Giocchino Vallariello. Introduzione e diffusione della vite (*Vitis vinifera* L.) in Italia Orto Botanico di Napoli, Università degli Studi di Napoli Federico II, Via Foria 223, 80139 Napoli

Regolamento (UE) N. 1308/2013 del parlamento europeo e del consiglio del 17 dicembre 2013 Allegato I, Parte XII

Riserva naturale incisioni rupestri di Ceto, Cimbergo e Paspardo. Brevi cenni sulla geologia della Riserva. <http://www.arterupestre.it/fra-preistoria-e-natura/la-geologia/> Visitato in data Febbraio 2021

S. Parisi, G. Raiti, V. Falco, L. Pasotti, L. Brancadoro, O. Failla, 2017. Etna doc area: meteorological and pedological zoning. Atti del quinto congresso internazionale sulla viticoltura di montagna e in forte pendenza. Conegliano, Italia. 126-129

## 6 APPENDICE



Figura 24: Winkler Index. Fonte: rielaborazione su dati Arpa (2009-2018)