

**Alma Mater Studiorum – Università di Bologna**

**SCIENZE E TECNOLOGIE AGRO-ALIMENTARI**

Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia

Materia di tesi: Viticoltura

**Applicazione di bio-elicitori in vigneto per migliorare  
la composizione delle uve  
*(Last chance for HOME RANCH)***

Tesi di laurea di: Nicola Pellacani

Relatore: Prof. Ilaria Filippetti

Correlatore: Dr. Timothy B. Colla

**Anno accademico 2018/2019**

Sessione unica

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Il cambiamento climatico e la viticoltura.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Descrizione dell'area della prova, Napa Valley, California.....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Effetti del cambiamento climatico in Napa Valley.....	6
<b>1.3. Maturazione dell'uva: maturità tecnologica e fenolica.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Utilizzo di elicitori in viticoltura.....</b>	<b>12</b>
<b>2. SCOPO DELLA TESI.....</b>	<b>14</b>
<b>3. MATERIALI E METODI.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Prova sperimentale in campo.....</b>	<b>16</b>
3.1.1. Campionamento.....	22
<b>3.2. Vinificazione.....</b>	<b>23</b>
3.2.1. Protocollo di vinificazione.....	24
<b>4. RISULTATI.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1. Andamento della maturazione tecnologica.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2. Parametri produttivi e qualitativi alla vendemmia .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3. Andamento della fermentazione e composizione dei mosti.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4. Composizione fenolica dei mosti durante la vinificazione.....</b>	<b>34</b>
<b>5. CONCLUSIONI.....</b>	<b>35</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>39</b>

## **1. INTRODUZIONE**

### **1.1. Il cambiamento climatico e la viticoltura**

“La crisi climatica è la più grande crisi che l'umanità si sia trovata ad affrontare, e se non facciamo niente ora, siamo rovinati. Ho pensato che da grande vorrò ripensare al passato e dire: ho fatto quel che potevo all'epoca e ho l'obbligo morale di fare tutto il possibile” \_ dice in un'intervista per La Repubblica (Fareed Zakaria, 2019) Greta Thunberg, la giovane svedese che negli ultimi tempi ha scosso il mondo con la sua trasparenza, cercando di suonare un ulteriore campanello di allarme in merito al cambiamento climatico che sta investendo da ormai qualche tempo il nostro pianeta. Le calotte polari calano di dimensioni, i ghiacciai si sciolgono, il livello del mare si alza e migliaia di incendi devastano i più importanti polmoni della terra, come la foresta amazzonica.

Secondo il presidente dell'Istituto superiore di Sanità Walter Ricciardi dalla Polonia, abbiamo solo due generazioni per salvare il Pianeta dal cambiamento climatico. Dopo potrebbe essere troppo tardi. Questo SOS lanciato alla conferenza internazionale sul clima “Cop 24”, organizzata dalle Nazioni unite, riguarda sì la salute dell'uomo, ma anche le attività connesse alla terra, in primis la viticoltura.

Lee Hannah, climatologo di Conservation International, sostiene che vi siano due modelli in grado di definire gli effetti del possibile cambiamento climatico, a seconda delle zone del pianeta:

- Modello “1,5 °C”= in caso di un aumento di temperature di 1,5 gradi sarebbe previsto un aumento tra 0.26 e 0.77 metri del livello del mare entro il 2100. Un incremento delle temperature medie nella maggior parte delle regioni terrestri e negli oceani, forti precipitazioni in varie regioni;

- Modello “2 °C”= il livello del mare potrebbe crescere fino ad 1 metro e molte zone un tempo fertili sarebbero caratterizzate da aridità e siccità.

Durante la 27esima edizione del Merano WineFestival, il climatologo Georg Kaser ha fornito una serie di preoccupanti dati scientifici che confermano questi due modelli. Secondo questi studi, le regioni vinicole più importanti del mondo – dal Cile alla Toscana, dalla Borgogna all’Australia – vedranno diminuire le loro aree coltivabili dal 25% al 73% entro il 2050, e ciò costringerà i viticoltori a piantare nuovi vigneti in ecosistemi precedentemente indisturbati, a latitudini più alte o altitudini più elevate, eliminando le specie vegetali e animali locali (Loredana Sottile, 2018)

## 1.2. Descrizione dell’area della prova: Napa Valley, California

La Napa Valley è un’area viticola situata nella parte settentrionale dello stato della California, sulla costa occidentale degli Stati Uniti di America, poco al di sopra della città di San Francisco.

Più di 500 cantine vi trovano dimora e più di 20000 ettari di questa valle sono occupati da terreno vitato, attirando circa 4 milioni di enoturisti annui.

Questa zona è stata considerata la culla dei vini di qualità statunitensi a partire dagli anni Sessanta del Novecento, ma, già nel 1861, il celebre Charles Krug vi stabilì la prima cantina a scopo commerciale.

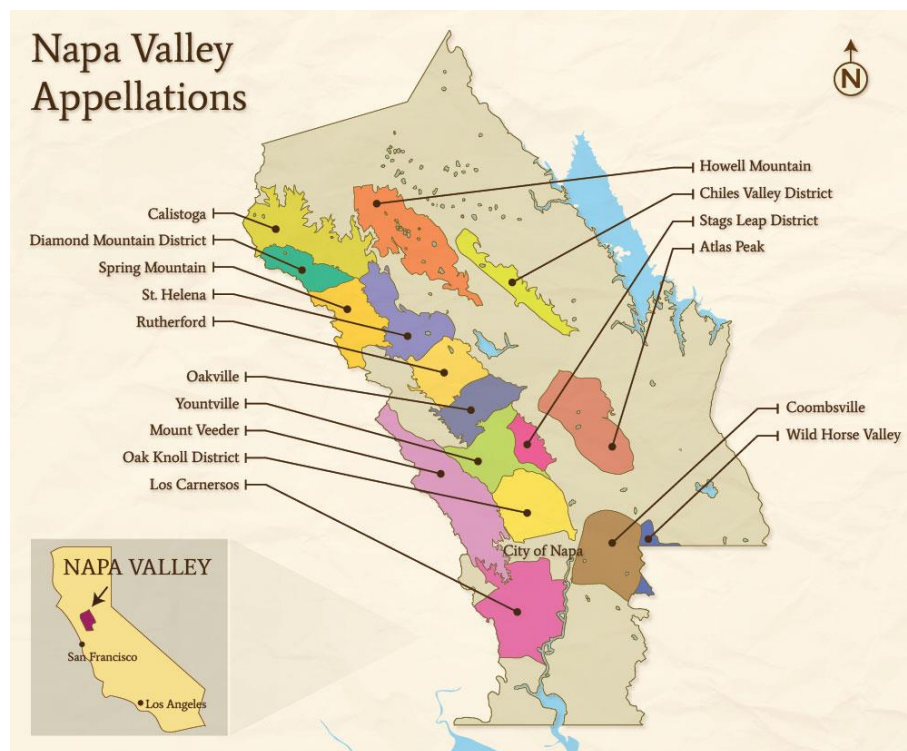


Figura 1.1. Mappa politica della Napa Valley. Notare a sud la zona che ha interessato l'esperienza scientifica: Los Carneros.

A rendere la Napa Valley adatta alla produzione di vini di pregio contribuiscono principalmente due fattori: il clima e la composizione del suolo.

Straordinariamente, la valle di Napa rientra nel 2% del pianeta caratterizzato da un clima mediterraneo. Storicamente, le estati sono sempre state lunghe, calde (massime= 30-32 °C) e aride, tuttavia, negli ultimi 10 anni si sono raggiunte massime di 37°C. Gli inverni sono corti, freddi (minime= 0 /-1°C) e caratterizzati da abbondanti piogge (USA National Weather Service).

La topografia dell'area mostra una trentina di tipologie differenti di suolo (Geographic Information Systems), che vanno da terreni roccioso alcalini altamente drenanti, fino ad altri piuttosto argillosi e limosi, in grado di trattenere con facilità l'umidità.

Sotto il punto di vista climatico, la Napa Valley può essere suddivisa in due regioni, una settentrionale ed una meridionale. La prima è caratterizzata da terreni collinari e montuosi (Saint Helena, Spring mountain, Rutherford). Questa zona vede una differenza maggiore tra le temperature estive e quelle invernali, oltre che piogge più insistenti. La varietà che regna sovrana nella parte nord della valle è il Cabernet Sauvignon. La parte sud risente invece dell'influenza dell'Oceano Pacifico, che con i suoi venti marittimi mantiene le temperature leggermente più basse, allontana le nuvole cariche di pioggia e diminuisce lo sbalzo termico fra estate e inverno grazie alla sua azione di mitigazione.

Proprio in questa porzione meridionale della valle si trova un distretto vitivinicolo famoso per la coltivazione di Pinot nero e Chardonnay dove si producono vini noti per le loro caratteristiche peculiari: Los Carneros.

### 1.2.1 Effetti del cambiamento climatico in Napa Valley

Negli ultimi 5 anni la Napa Valley è stata colpita da un terremoto di magnitudo 6.0, e, oltre a questi effetti del cambiamento climatico si sono manifestati in maniera importante con periodi di siccità prolungata alternata a piogge sempre più intense, ma concentrate in un brevissimo periodo di tempo durante



*Figura 1.2. Fotografia raffigurante uno dei tanti incendi che hanno devastato la valle nel 2016.*

l'inverno. Nei periodi estivi, in seguito al verificarsi di un insieme di condizioni climatiche particolari quali: umidità relative inferiori al 10% combinate a venti fino a 100 km/h e ad insolite ondate di calore con elevati picchi termici pari a 43°C nel 2017 (Asimov, 2019), si sono innescati incendi che hanno spazzato via ettari ed ettari di foreste, vigneti e spesso anche edifici ed abitazioni.

Oltre a questi eventi estremi, anche l'andamento del ciclo vegeto produttivo è risultato influenzato dalle mutate condizioni climatiche e, come menzionato dall'enologo Dan Petroski di Larkmead Vineyards, in un articolo di Abby Schultz pubblicato il 29 Agosto del 2019: "negli ultimi tempi, molti produttori hanno assistito ad un anticipo della stagione di crescita e della raccolta, che va da dieci giorni a perfino un mese".

Un cambiamento così eclatante è indirettamente complice di un altro grande ostacolo posto di fronte ad ogni viticoltore: le gelate tardive. Infatti, l'anticipo della

ripresa vegetativa delle viti, dovuto al surriscaldamento globale, le rende sensibili a tale fenomeno, come nel 2015 quando una gelata verificatasi in maggio, ha fatto perdere ai viticoltori della valle ben il 40-50% del loro raccolto.

Ennesima conseguenza del modificarsi dell'equilibrio climatico della valle è la diffusione sempre più elevata di virosi della vite. Questo meccanismo è causato sia dall'aumento esponenziale dei cicli di riproduzione dei vettori, dovuti all'allungamento delle estati, che dallo scarso livello di biodiversità presente nella valle. Si tratta di un'area praticamente monocolturale, che come detto dai due ambientalisti Mike Hackett e Jim Wilson in un'intervista per il popolare blog "Lawyers: guns: money", ha alterato il paesaggio naturale di una valle che fino a 50 anni fa era rappresentata da foreste caratterizzate da grande biodiversità.

Hal Huffsmith, invece, focalizzato sul futuro dell'uva e del vino, all'epoca presidente delle operazioni viticole della Trinchero Family Estates, fece notare, già 9 anni fa, quanto questa monocoltura fosse la causa principale del diffondersi di focolai virali e vettori all'interno dei vigneti della valle (Franson, 2010). Come si riscontra sul sito web dell'università della California (UC IPM), i principali virus che affliggono quest'area sono: il complesso del Leafroll, causato da ben 5 diversi virus in associazione, il quale porta alla degradazione del floema, scarsa capacità fotosintetica, scarsa maturazione e pigmentazione delle uve e il Red Blotch, che va anch'esso ad interferire con la crescita delle viti e la maturazione delle uve.

### **1.3. Maturazione dell'uva: maturità tecnologica e fenolica**

L'insieme di tutti questi fattori va a sbilanciare ulteriormente uno degli equilibri chiave per la produzione di vino di alta qualità, cioè il rapporto e la corrispondenza fra la maturazione tecnologica, la quale è data dai livelli di concentrazione di zuccheri semplici fermentescibili (glucosio e fruttosio) e acidi organici titolabili (acido malico, tartarico e in minima parte citrico), e quella fenolica, data dall'accumulazione e dalla complessazione dei composti fenolici nelle bacche.

Per comprendere questi fenomeni, è opportuno ricordare che crescita degli acini è un percorso suddividibile in tre fasi ben distinte.

La prima è definita come fase erbacea, poiché l'acino manterrà la sua capacità fotosintetica durante il suo svolgersi. Essa ha inizio con l'allegagione, e vede la trasformazione del 20% circa dei fiori in bacche, o cadrà dalla pianta per il fenomeno della colatura.

In questo periodo si assiste ad un'intensa divisione cellulare catalizzata dalla sintesi di auxine e giberelline all'interno dei semi, seguita quasi immediatamente da quella di citochinine. L'azione di questi ormoni determina il numero totale di cellule presenti nell'acino.

I principali composti accumulatisi nei frutti della vite durante questa fase sono: acido tartarico, acidi idrossicinnamici, tannini, aminoacidi, flavonoli e  $\beta$ -carotene.

Finito questo stadio moltiplicativo si passa alla seconda fase, detta di stasi. In quest'ultima, non vi è alcun aumento dimensionale dell'acino, bensì si assiste ad un ingrossamento ed indurimento dei vinaccioli. Nella buccia della bacca invece, si



registra l'accumulo di composti chimici come le metossipirazine e le pirazine, responsabili di sentori erbacei tipici di varietà come il Cabernet Franc, il Merlot e il Sauvignon. Altre sostanze che si aggiungono alle componenti degli acini in questo periodo sono: acido malico e flavonoli.

L'inizio della terza ed ultima fase è scandito dall'invasatura, seguita da vari processi e modificazioni chimico-fisiche, che porteranno ad una distensione cellulare e quindi ad un secondo aumento del volume delle bacche.

L'acido abscissico (ormone caratterizzante della terza fase), viene sintetizzato nelle foglie e degrada le pectine all'interno delle pareti cellulari, permettendo ad esse di divenire più elastiche e distendersi con l'ingresso di soluti ed acqua all'interno dell'acino.

Gli zuccheri in questa fase passano da una concentrazione del 2% a una del 20% circa, mentre gli acidi passano da oltre 30 g/L a valori intorno a 6-7 g/L (Ruzzene, 2015).

I polifenoli vengono sintetizzati per deaminazione della fenilalanina, prodotta dalla via dell'acido shikimico, attraverso la via fenilpropanoide, grazie all'azione dell'enzima chiave fenilalaninamminoliasi (PAL) (Portu e al., 2016).

Essi proteggono le piante in caso di stress biotico e abiotico e alcuni di essi sono prodotti solamente in questi casi, come le fitoallessine, esclusivamente coinvolte in meccanismi di difesa (Ruiz-García e al., 2013).

I composti fenolici si accumulano nelle bucce e nei semi, ad eccezione degli acidi idrossicinnamici, trovati nella polpa.

Nelle bucce troviamo gli antociani (sostanze coloranti derivanti dalla cianidina e dalla delphinidina) presenti solo nelle uve a bacca rossa, che proteggono i frutti dai danni causati dalle radiazioni ultraviolette, assorbendo luce di una determinata

lunghezza d'onda. Infatti, in caso di esposizione a radiazioni UV, la loro produzione aumenta, ma se questa risulta eccessivo può verificarsi esattamente il contrario. Poi, hanno un ruolo nella difesa da attacchi patogeni (Takahama, 2004; ChalkerScott, 1999). All'interno del vino invece si occupano della sua colorazione e dalla protezione dell'ossidazione. Altri composti trovati nelle bucce sono i flavonoli (quercetina, miricetina, etc...) e i tannini, come le catechine e le epicatechine. Nei vinaccioli, invece, si assiste al solo accumulo di quest'ultima categoria di composti fenolici.

I composti fenolici vanno inoltre a combinarsi con i glucosidi nella buccia durante la maturazione. I polifenoli glicosidati rilasceranno poi la loro componente aromatica durante la vinificazione (Vidal e Vuchot, 2004).

Il cambiamento climatico a cui stiamo assistendo e che ha colpito in particolare la Napa Valley porta così ad un raggiungimento del rapporto 1:1 fra fruttosio e glucosio troppo in anticipo. Il pH del succo contenuto nelle uve, così importante per la stabilità microbiologica in cantina, comincia a calare, ed è necessario ricorrere ad acidificazioni. Gli eccessi termici e radiativi possono creare scottature sugli acini. Le bucce, ormai sottili, sono facilmente soggette a ferite, che portano al manifestarsi di marciumi come quello causato dalla Botrite e i viticoltori sono costretti a raccogliere dei frutti che non hanno ancora raggiunto la piena maturità fenolica.

#### 1.4. Utilizzo di elicitori in viticoltura

Gli elicitori sono molecole appartenenti a diverse famiglie tra cui proteine, glicani e lipidi (Boller e Felix 2009), in grado di stimolare meccanismi di difesa nella pianta, che includono l'attivazione di alcune vie biosintetiche secondarie come quella che produce i composti fenolici (Ferrari, 2010). L'elicitore può essere biotico o abiotico, endogeno o esogeno, e il meccanismo attivatosi è quello della resistenza indotta o attiva, che si manifesta a seguito del contatto tra la pianta e la sostanza e riguarda gli stessi meccanismi metabolici in grado di contrastare un'infezione, che possono portare sia a risposte fisiche che chimiche. Il riconoscimento avviene grazie ai geni di resistenza che codificano per recettori in grado di riconoscere ed individuare gli elicitori codificati dai geni di avirulenza del patogeno. A seconda dell'organismo vegetale, dopo il riconoscimento, può esservi un'ampia gamma di risposte difensive. Queste risposte sono alla base del successo della resistenza (Boller e Felix, 2009; Hammond-Kosack e Jones, 1996). In viticoltura sono già ampiamente studiati per comprendere a pieno la loro controversa modalità di azione e valutare la loro efficacia nel controllare i fitopatogeni (principalmente oomiceti e funghi), ma anche per incrementare la produzione di metaboliti d'interesse come gli antociani.

Risultati positivi sono stati riscontrati con l'utilizzo di:

- Metil jasmonati= derivati dell'acido jasmonico, sono dei regolatori endogeni della pianta che agiscono da molecola segnale in seguito a stress biotici e sono coinvolti nei meccanismi di difesa, stimolando la sintesi di composti del metabolismo secondario (Beckers & Spoel, 2006). Studi in vitro hanno mostrato che questi potrebbero attivare l'attività del PAL e altri enzimi coinvolti nella sintesi fenolica (Belhadj et al., 2008). Inoltre, più recentemente, studi sul campo hanno provato che sia l'applicazione sui frutti (Fernández-Marín e altri, 2014) che quella fogliare (Portu et al., 2016) possono aumentare

la qualità di uva e vino, accrescendo il contenuto di svariati composti fenolici come antociani, stilbeni e in minor quantità quello di flavonoli.

- Chitosano (CHT)= è un polisaccaride ottenuto dalla deacetilazione della chitina ritrovato nella parete cellulare di vari funghi e corazze di crostacei. Il suo impiego ha riscosso particolare successo nell'incremento di malvidina monoglucoside (Daniel Villegas et al, 2016), ma in passato alcuni studi hanno messo in dubbio questa teoria in quando applicazioni pre-vendemmia non hanno influenzato il contenuto di polifenoli nell'uva o nel vino (Duxbury e al., 2004; Meng e al., 2008).
- Estratti di lievito inattivati= sono formulati naturali costituiti da derivati di lievito inattivato al 100% contenenti molti composti che possono agire come elicitori (Ferrari, 2010): le mannoproteine, i glucani e la chitina contenuti nella parete cellulare e i lipidi, gli steroli e le proteine contenuti nella membrana (Smits e al., 1999).

Svariati studi in vitro hanno provato l'efficacia dei lieviti devitalizzati nell'attivazione del PAL (Peltonen e al., 1997; Yan e al., 2006), ma vi sono veramente poche pubblicazioni in grado di dimostrare il loro funzionamento in campo e soprattutto sul prodotto finito.

## 2. SCOPO DELLA TESI

In vista del cambiamento climatico e di tutte le problematiche illustrate precedentemente, più o meno ad esso conseguenti, si stanno cercando varie soluzioni per ribilanciare la maturazione fenolica con quella tecnologica, anche nella valle di Napa.

In una zona del genere, dove il vino può essere venduto anche a 350\$ a bottiglia, è importante mantenere gli standard stabiliti nelle annate del passato e non ci si può permettere di avere un netto calo della qualità delle uve.

Il giovane ed intraprendente enologo Timothy Colla, seduto da ormai quattro anni alla cattedra della storica casa del Pinot Noir “Saintsbury”, nel distretto viticolo di Los Carneros, ha assistito in prima persona a questi cambiamenti nel comportamento delle viti.

Dapprima, si è tentato di risolvere questo rompicapo con tecniche agronomiche, come la potatura ramificata, il diradamento dei grappoli, la cimatura tardiva e il mantenimento di un leggero deficit irriguo (Perez-Lamela et al., 2007) per portare le piante ad uno stadio di stress idrico controllato.

Purtroppo, tali operazioni non sono state sufficienti a rinvigorire le vecchie vigne dell’appezzamento di “Home Ranch”, situato intorno all’edificio della cantina.

Colla ha così deciso di tentare l’utilizzo di elicitori. Dopo aver parlato con un collega enologo dell’Oregon, il quale aveva già sperimentato tali sostanze, il winemaker di Saintsbury ha deciso di ricorrere all’utilizzo di bio-elicitori, in particolare a base di lieviti (*Saccharomyces Cerevisiae*) devitalizzati. Un tale prodotto viene messo sul mercato dalla conosciuta casa produttrice Lallemant (St. Simon, Francia), ed è venduto con il nome di LalVigne® LM.

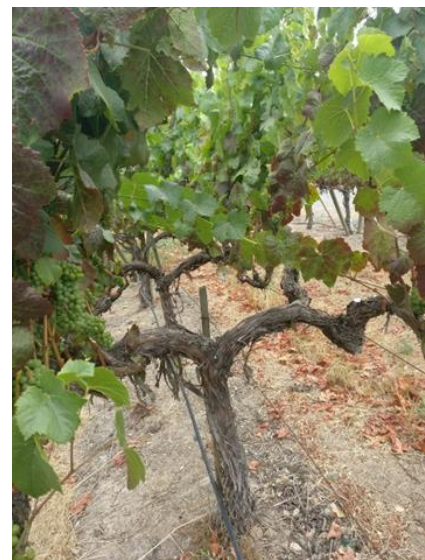
Lo scopo di questa ricerca è stato quindi quello di osservare se l'applicazione all'invasatura di tale prodotto potesse migliorare la struttura tannica, polifenolica e antocianica del vino ottenuto dal 100% di uve Pinot Noir, a livello chimico, ma soprattutto organolettico.

Un'altra idea concordata da Colla e dal sottoscritto è stata quella di effettuare un'applicazione, su un campione differente, utilizzando semplicemente del vecchio lievito, ormai scaduto, che veniva impiegato per i piedi di inoculo in cantina. Infatti, anche se il lievito non fosse stato inattivato al momento dell'applicazione, quest'ultimo, come la maggior parte dei lieviti selezionati, è sensibile ai raggi UV. Il sole californiano avrebbe quindi fatto il resto.

### 3. MATERIALI E METODI

#### 3.1 Prova sperimentale in campo

La prova è stata effettuata nell'estate del 2019 presso il vigneto "Home Ranch" al 1500 di Los Carneros Avenue, a Napa (CA). Le viti furono piantate a ritocchino nel 1986 su una superficie di 4,7 ettari, in forma di allevamento a lira francese (o cordone quadrilaterale) e videro la prima vendemmia nel 1989. L'altitudine varia dai 20 ai 30 m sopra al livello del mare. Ogni filare presenta così due pareti vegetative parallele: una orientata a nord-est ed una a sud-ovest. La distanza fra i filari è di 4 metri e tra ogni pianta del filare vi è 1,80 m di spazio. I cordoni sono situati ad un'altezza che va dagli 80 cm ad 1 m dal terreno. La forma di allevamento è supportata da 2 fili di sostegno per i cordoni, più 6 mobili per ogni filare. Ognuno di questi ultimi è dotato di un tubo per l'irrigazione ad ala gocciolante con emettitore di tipo Netafirm (2L/h). Ogni pianta viene irrigata da 2 emettitori. La tessitura del suolo è franco-sabbioso argillosa, ma il suo stato nutrizionale vede carenze di zolfo, fosforo, sostanza organica, boro e in alcuni casi di potassio e magnesio.



*Figura 3.1. Esempio di vite appartenente all'appezzamento di Home Ranch. Enfasi sulla forma di allevamento.*



*Figura 3.2. Vista sul versante sud-ovest del vigneto.*

Questo sito ricevette una fertilizzazione prima dell'impianto, che tuttavia non fu sufficiente per rimediare a queste carenze e insufficiente risulta anche la somministrazione annuale di compost e potassio (via fertirrigazione) che va avanti dal 1986.

Si effettua annualmente anche un'applicazione di glifosate (Round-up) prima della ripresa vegetativa per eliminare piante indesiderate nel sottofila, mentre l'interfila è inerbito naturalmente e sfalcato una volta all'anno. Il materiale sfalcato è poi lasciato sul terreno come strato pacciamante.

Durante la stagione viene utilizzato un fungicida (Pristine) per contrastare la peronospora e la botrite insieme a fungicidi inorganici come zolfo e rame.

L'apezzamento si divide in 3 blocchi: A, B e C.

Il blocco A è caratterizzato da un portinnesto 110R, mentre la parte aerea è costituita dal clone di Pinot Noir St.Clair (National Grape Registry), uno dei più antichi della valle, originariamente isolato tramite selezione massale.

Questo è costituito da 22 filari, per un totale di 1953 viti.

Il blocco A risiede nella parte più bassa del vigneto a 20-22 m di altitudine.

In generale, la qualità del vino prodotto da questo blocco è calata negli ultimi anni, la maturazione fenolica è rallentata e si può osservare la presenza dei virus del complesso dell'arricciamento fogliare e Red blotch, oltre che Eutiposi, malattia del legno causata dal fungo ascomicete *Eutypa lata* (agroambiente.it).

Il blocco B ha invece due differenti portinnesti: 5C (teleki) e 110R. Il clone di Pinot Noir si chiama "Madonna" e come il St.Clair è registrato presso l'università di Davis ed è stato ottenuto per selezione massale. Vi sono 36 filari, per un totale di 1530 piante. Le problematiche sono le medesime riscontrate per il blocco A.



I primi due blocchi sono sistemati sul versante sud-ovest della piccola altura su cui giace la cantina di Saintsbury. Il blocco C, grande quanto i primi due combinati, occupa da solo il versante nord-est. Esso ha gli stessi portinnesti del B, ma il clone è chiamato Pommard ed è stato acquistato presso il barbatellaio di Adelsheim, in Oregon. Su questo lato della cantina si trovano 59 filari, per un totale di 3881 piante. L'uva che cresce su questo lato presenta la miglior qualità di tutto l'appezzamento, anche se la sua vicinanza al pozzo e allo stagno di irrigazione porta ad una maggiore percentuale di attacchi da parte di Botrytis Cinerea, aiutata dalla compatezza del grappolo che caratterizza tutti questi tre cloni. La frutta di questa sezione viene raccolta in anticipo rispetto ai blocchi A e B, in quanto raggiunge la maturità fenolica con meno ritardo.

Secondo Timothy Colla, i blocchi A e B rappresentano quello che il blocco C sarà nel giro di 5-10 anni, per questo si è deciso di applicare gli elicitori sul versante sud-ovest. L'obiettivo è quello di testare su un vigneto che sarà estirpato (A,B) nel corso del 2020 una possibile soluzione per un altro, che ha ancora qualche speranza (C).

Il giorno 29 Luglio, in seguito ad approfondite osservazioni, sono stati creati così tre gruppi, ognuno di essi costituiti da 3 filari, tutti all'interno del blocco A. Questo blocco è quello che sembra risentire di più delle avversità precedentemente nominate, ma è anche quello che ampelograficamente presenta le caratteristiche più simili fra un filare e l'altro. Inoltre, è l'unico in cui tutti i filari sono alla stessa altitudine.



*Figura 3.3. Pianta presentante i sintomi di arrossamento precoce diffusi nel vigneto.*

In tale data si riscontrarono le seguenti caratteristiche e sintomi:

- Elevata vigoria;
- Diffusa acinellatura;
- Arrossamento internervale precoce delle foglie;
- Principio di frattura vitrea della lamina fogliare;
- Colorazione gialla di alcune foglie data da clorosi (sporadica);
- Morte sporadica di alcuni centri vegetativi (speroni spogli);
- Maggiore uniformità nell'avanzamento dell'invasatura e nella dimensione degli acini e dei grappoli posti sulla parete rivolta verso nord-est rispetto alla parete sud-ovest;
- Leggera defogliazione in tutto il vigneto;
- Tentativo di ombreggiamento del lato sud-ovest, colpito da un sole più intenso nell'arco della giornata.

Ogni filare appartenente ai gruppi è costituito da 88 piante, per cui ogni gruppo è costituito da 264 viti. Tra ogni gruppo sono stati lasciati 3 filari "cuscinetto" in caso di deriva dell'applicazione.

A ciascun gruppo (corrispondente a 3 filari), è stato attribuito casualmente uno dei



**Figura 3.4.** Fotografia dei due gruppi trattati, contrassegnati dal nastro blu, riportante il loro nominativo: LALVIGNE e CONTROL



**Figura 3.5.** Fotografia dei filari costituenti il gruppo CONTROL, contrassegnati in giallo.

tre trattamenti. Il primo gruppo trattato con il prodotto commerciale della Lallemand è stato denominato LALVIGNE; il secondo, trattato con il vecchio lievito DV10 e il terzo non trattato CONTROL, che ha costituito il bianco. I due gruppi trattati sono stati contrassegnati con del nastro blu raffigurante i rispettivi nomi, e il bianco è stato reso distinguibile grazie ad un nastro di colore giallo.

Il 3 di Agosto è stata effettuata una cimatura su tutte le piante in prova, secondo la normale gestione aziendale.

Il 5 Agosto, le piante hanno raggiunto il 5% dell'invaiaitura e seguendo il protocollo fornito da Lallemand, è stata effettuata la prima di due applicazioni su entrambe le tesi LALVIGNE e DV10.



*Figura 3.6. Esempio di grappolo di Pinot Noir al 5% dell'invaiaitura.*

### ***Lallemand LalVigne LM***

Dosaggio= 1 kg/ha. Tramite i dati forniti dal viticoltore e dall'enologo, sono stati calcolati la superficie ricoperta da ogni sito e la quantità di prodotto da somministrare in proporzione.

Ogni filare ricopre 0,06 ettari (0,15 acri), per un totale di 0,18 ettari per gruppo.

Considerando che ogni filare è dotato di una doppia parete, sono stati applicati 120 g di prodotto per filare, per un totale di 360 g a gruppo (180 g x 2).

Preparazione: ri-idratazione di LalVigne LM in un volume di acqua (a 35-40 °C) 10 volte superiore a quello del prodotto (120 g in 1,2 L). Successiva addizione di acqua a temperatura ambiente fino a portare il volume totale del preparato a 12 L (quantitativo ideale calcolato con un test di applicazione in campo in base alla velocità di emissione del macchinario manuale adottato).

Applicazione: inserimento del preparato nel serbatoio di un atomizzatore manuale (Stihl SR450) e applicazione su entrambe le pareti vegetative del sistema di allevamento a lira. Questo tipo di macchinario, dotato di gittata piuttosto bassa e di gocce di elevate dimensioni permette un'operazione pressoché priva di alcun tipo di deriva, anche in caso di vento. Il tempo richiesto, tuttavia, è notevole, soprattutto per via del serbatoio che ha una capienza di soli 15L.

### **DV10**

Come accennato precedentemente la tesi DV10 è stata trattata con lieviti a base di *Saccharomyces Cerevisiae* utilizzati in precedenti vinificazioni e probabilmente inattivati ipotizzando per questi una attività simile a quella di *LalVigne LM*. Poiché la maggior parte di questi lieviti sono sensibili ai raggi UV, quindi, anche se non devitalizzati prima dell'applicazione, una volta sulla pianta, alla luce del sole, dovrebbero raggiungere tale stato.

Questo secondo preparato è stato somministrato esattamente con la stessa modalità con cui è stato gestito *LalVigne*, in modo da avere dei risultati effettivamente comparabili.

### **CONTROL**

Questo gruppo non ha ricevuto alcun tipo di trattamento.

Dieci giorni dopo, in data 15/08/19, come indicato nelle istruzioni d'uso di *Lalvigne LM* è stata effettuata una seconda applicazione, sia sul *LALVIGNE* che su *DV10*, con le stesse identiche modalità utilizzate per la prima.

### **3.2. Campionamento degli acini durante la maturazione**

Dopo la seconda applicazione, sono stati raccolti i campioni di acini con cadenza settimanale per osservare l'andamento della maturità tecnologica (massa del grappolo, °Brix, pH, acidità titolabile). Il grado °Brix è stato misurato con un rifrattometro tascabile *Atago PAL-1*, il pH e la titolazione con un pHmetro *Thermo Scientific Orion 3 Star Meter* con elettrodo a vetro *Ross Ultra pH/ATC Triode Probe*. Tuttavia, in seguito ad una consultazione tra l'enologo e il viticoltore responsabile della gestione di Home Ranch, si è deciso di campionare ed infine raccogliere solamente le uve cresciute sulla parete vegetativa rivolta verso nord-est. Le differenze in dimensione e nell'avanzamento della maturazione dei frutti collocati sulla parete vegetativa orientata a sud-ovest sono state valutate troppo significative e in grado di alterare gli eventuali effetti dei trattamenti. Questa differenza è stata causata da un errore nella modalità di impianto che non ha tenuto conto della differenza di temperatura ed esposizione tra mattina e pomeriggio durante l'epoca di maturazione

Ogni campione era costituito da 12 grappoli (4 per filare).

### **3.3 Vinificazione**

Nella notte del 22 Settembre 2019 le uve sono state raccolte manualmente e il giorno 23, alle ore 7.00, sono state conferite in cantina in sei macro-bins con una capienza di 500 kg l'uno (due per ogni gruppo). Le uve sono state immediatamente processate: sono state appoggiate nella tramoggia del tavolo di selezione tramite l'impiego di un carrello elevatore. Dopo di che, un team di 4 persone le ha selezionate manualmente, permettendo solo ai grappoli perfetti di essere trasportati dal nastro verso la tramoggia della diraspatrice (Bucher Vaslin Delta E2), dal quale sono discese prima in una vasca di raccolta in acciaio inossidabile. Dopo di che, sempre per mezzo di un carrello elevatore, la vasca è stata alzata al di sopra dei maceratori, il portellone aperto e l'uva lasciata cadere dentro di essi. Per la macerazione e la fermentazione alcolica si sono utilizzati dei T-Bin in PVC di portata di 1500 Kg, dotati di coperchio semi ermetico. Durante la diraspatura, sono stati aggiunti 3 Kg di ghiaccio secco all'interno e al di sopra della massa d'uva; inoltre, ogni campione ha ricevuto un'aggiunta di metabisolfito di potassio dissolto in acqua, per portare il tutto a 50 ppm di solforosa.

### 3.2.1 Protocollo di vinificazione

*Il protocollo di vinificazione ha seguito le fasi riassunte nella seguente tabella.*

<b>Data</b>	<b>Azione</b>	<b>Analisi</b>
23/09/19	Conferimento + selezione + diraspatura + ghiaccio secco	
24/09/19	Macerazione a freddo	
25/09/19	Macerazione a freddo	
26/09/19	Macerazione a freddo	
27/09/19	Macerazione a freddo	Analisi del mosto
28/09/19	Acidificazione + Inoculazione + 2 follature (manuali)	Analisi Fenolica
29/09/19	2 follature	
30/09/19	2 follature + addizione nutrienti	
1/10/19	3 follature + addizione nutrienti	
2/10/19	3 follature	Analisi Fenolica
3/10/19	2 follature	
4/10/19	2 follature	
5/10/19	1 follatura	
6/10/19	1 follatura	
7/10/19	1 follatura	
8/10/19	Svinatura + trasferimento in barrique	Analisi fenolica

## AZIONI

Macerazione a freddo: mantenimento dei contenitori in un ambiente a temperatura controllata (15 °C) e aggiunta di 3 Kg di ghiaccio secco per tino, 2 volte al giorno.

Acidificazione → 1,5 g/l di H<sub>2</sub>Ta per uniformare i pH dei tre campioni a 3.55 e aumentare la stabilità microbiologica. Dissoluzione di H<sub>2</sub>Ta in forma cristallina all'interno di un quantitativo minimo di acqua calda e distribuzione della soluzione al di sopra del cappello.

*Figura 3.7. Il ghiaccio secco posto sulle uve nel maceratore sublima, creando una cortina che protegge il mosto dall'ossidazione.*



*Figura 3.8. Confezione di Go Ferm Protect.*



### Inoculazione:

- Materiali (comuni a tutti e 3 i campioni)
- Nutrienti: Go Ferm Protect (Lallemand)= autolisato di lievito ad elevato contenuto in steroli con lievito inattivato ricco in minerali;
- Lievito: Lalvin RC212® (Lallemand)= Saccharomyces Cerevisiae selezionato su Pinot Nero dal Bureau Interprofessionel des vins de Bourgogne con lo scopo di estrarre e proteggere i polifenoli. Grazie alla scarsa capacità di assorbimento degli antociani è efficace nella salvaguardia del potenziale colorante estratto in macerazione.



*Figura 3.9. Etichetta del lievito RC212 utilizzato per la fermentazione.*



<b>SCHEDA TECNICA</b>	
<b>Velocità di fermentazione</b>	Moderata
<b>Produzione di glicerolo</b>	Moderata
<b>Fase di latenza</b>	Moderata
<b>Compatibilità FML</b>	Buona
<b>Esigenze nutrizionali</b>	Elevata
<b>Tolleranza all'alcol</b>	Bassa
<b>Acidità volatile</b>	16%
<b>Produzione SO<sub>2</sub></b>	Bassa
<b>Temperatura massima</b>	30 °C
<b>Temperatura minima</b>	18 °C
<b>Produzione di H<sub>2</sub>S 170 ppm</b>	Bassa
<b>Produzione di H<sub>2</sub>S 60 ppm</b>	Bassa
<b>Coinoculo per FML</b>	Consigliato
<b>Produzione acetaldeide</b>	Moderata

- La creazione del piede di inoculo ha seguito la seguente procedura:
  - 1) Reidratazione dei nutrienti in 20x di acqua a 43 °C inserita in un contenitore sanificato. Miscelazione energica con una frusta;
  - 2) Una volta che la soluzione ha raggiunto la temperatura di 40°C e è stato dissolto lentamente il lievito all'interno della soluzione, miscelando dolcemente e incorporando aria nel liquido;
  - 3) Permettere alla soluzione di attivarsi per 15-20 minuti;
  - 4) Il mosto è stato prelevato dal tino e aggiunto alla soluzione in una quantità sufficiente a raddoppiarne il volume (in un periodo di 5 minuti), per poi fare acclimatare il lievito per 20 minuti prima della prossima aggiunta;
  - 5) Con successive aggiunte il piede di inoculo ha raggiunto una temperatura di circa 5°C di differenza con quella del resto del mosto;
  - 6) A questo punto, il piede di inoculo è stato incorporato spargendolo sulla superficie del cappello e mescolando con una profonda follatura.



**Figura 3.10.** I tre piedi di inoculo, già attivi, poco prima della loro integrazione alla massa di mosto.



**Figura 3.11.** Termometro inserito all'interno delle bucce e del mosto per verificarne la temperatura prima dell'integrazione del piede di inoculo.



**Figura 3.12.** Integrazione del piede di inoculo tramite una follatura manuale.

Addizione di nutrienti: tre giorni dopo l'inoculazione, tra il 29/09/19 e il 30/09/19, la fermentazione alcolica è effettivamente cominciata. Un chiaro segnale è stato un repentino aumento di temperatura (CONTROL= 6,7 °C, LALVIGNE= 7,3 °C, DV10= 12,8 °C), tipico del Pinot Noir. Così, in seguito a tale evento e alla percezione di puzze da riduzione, si è deciso di procedere con l'aggiunta di nutrienti per aiutare la fermentazione alcolica e renderla più omogenea.

Con l'aggiunta di 15 g/hL FermControl™ BIO (Lallemand), si è potuto così eliminare quei sentori di ridotto, evitare la formazione eccessiva di acido acetico e anidride solforosa, predisporre il vino per una futura fermentazione malolattica e ampliare la formazione di esteri fruttati. Questo prodotto è composto da vitamine e amminoacidi derivati da cellule di lievito purificate. Il prodotto è stato disciolto in un quantitativo minimo di mosto in fermentazione, cosparso sul cappello e poi integrato con una follatura.

L'aggiunta è stata eseguita 2 volte: una il 30/09/19 e una il giorno seguente (1/10/19).



Figura 3.13. Etichetta dell'additivo Ferm Control.

Svinatura: effettuata con l'utilizzo di un apposito filtro ad immersione in acciaio inox al cui interno è stato inserito un tubo flessibile del diametro di due pollici a sua volta collegato ad una pompa volumetrica Francesca F03, la quale ha spinto la massa vinosa direttamente in barrique di rovere francese neutrali, precedentemente solfitate e risciacquate. La fermentazione Malolattica è tutt'ora in corso.



*Figura 3.14. Fotografia raffigurante l'operazione di svinatura.*

NOTA: ogni utensile o pezzo di equipaggiamento utilizzato durante il processo di vinificazione è stato sanificato secondo il seguente ciclo: soda caustica, acqua, acido citrico, acqua.

I fermentini, oltre a tale sanificazione, sono stati purificati da ogni substrato potenzialmente ossidante appena prima del loro utilizzo. Infatti, sono stati lavati prima con acqua bollente, poi con ozono in soluzione ed infine risciacquati con acqua fredda.

L'andamento della fermentazione è stato monitorato grazie all'impiego di un densimetro elettronico portatile (Anton Parr DMA 35N). Ogni giorno il contenuto dei tini veniva valutato organoletticamente. L'insieme di questi dati è fondamentale per considerare eventuali addizioni in caso di stress fermentativo (puzze), eccessiva velocità di fermentazione o, nel peggiore dei casi, un blocco.

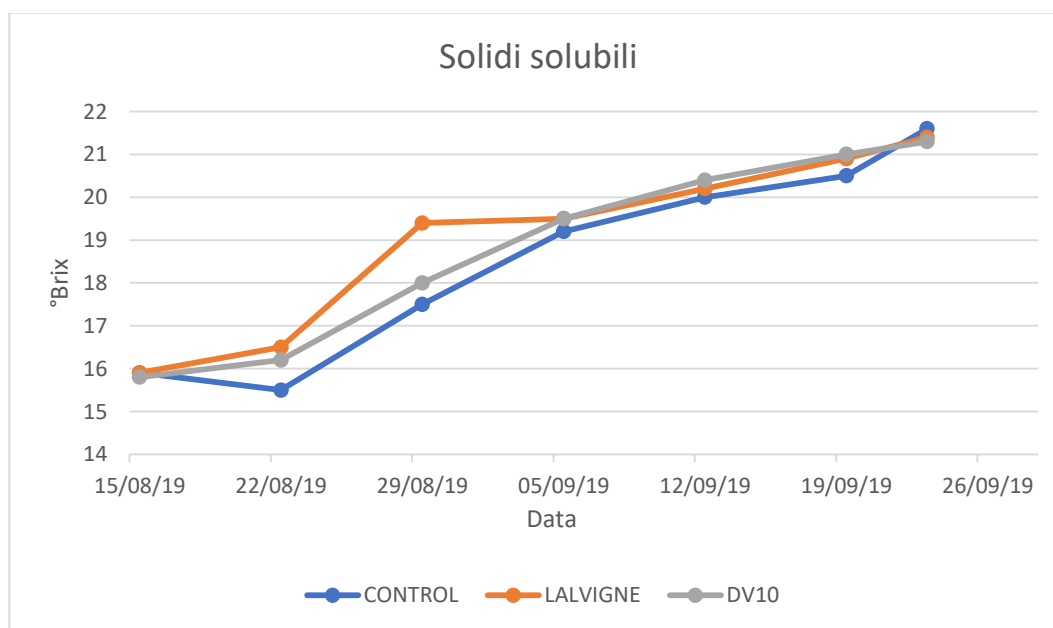
## 4. RISULTATI E DISCUSSIONE

### 4.1 Andamento della maturazione tecnologica

Per essere in grado di valutare in maniera esauriente gli effetti degli elicitori a base di estratti di lievito, è opportuno dare uno sguardo all'andamento della maturazione tecnologica nei vari campioni.

Risulta così utile confrontare l'accumulo zuccherino ( $^{\circ}$ Brix), l'acidità titolabile e il pH nel periodo che va dalla seconda applicazione fino alla raccolta.

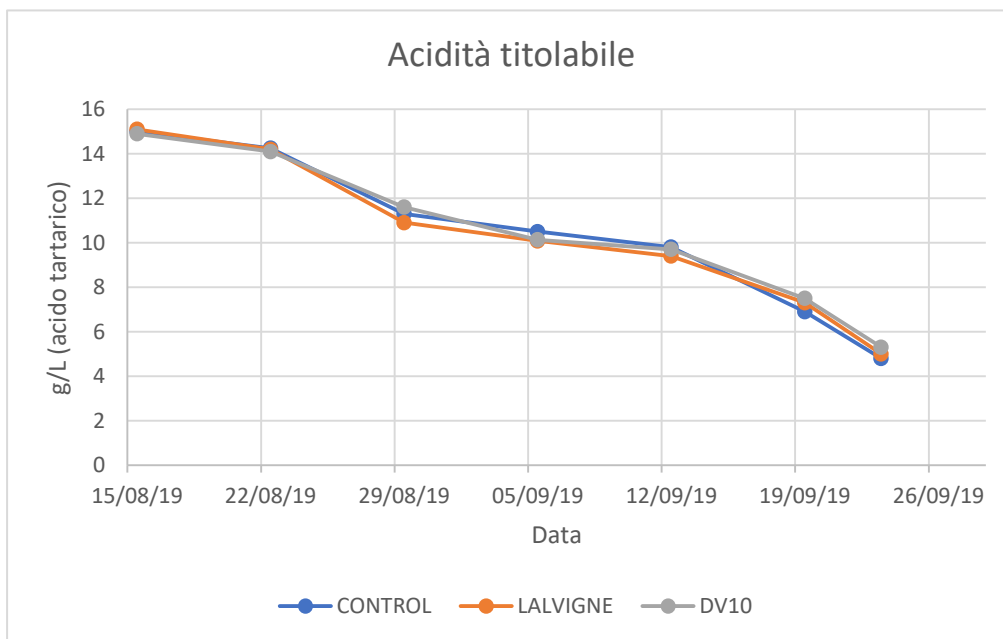
*Figura 4.1. Grafico rappresentante l'accumulo di solidi solubili, misurato in grado  $^{\circ}$ Brix, nel corso della maturazione.*



Dal grafico è chiaro che non si siano manifestate differenze significative nell'accumulo di solidi solubili durante la maturazione delle uve delle tre tesi prese in analisi.

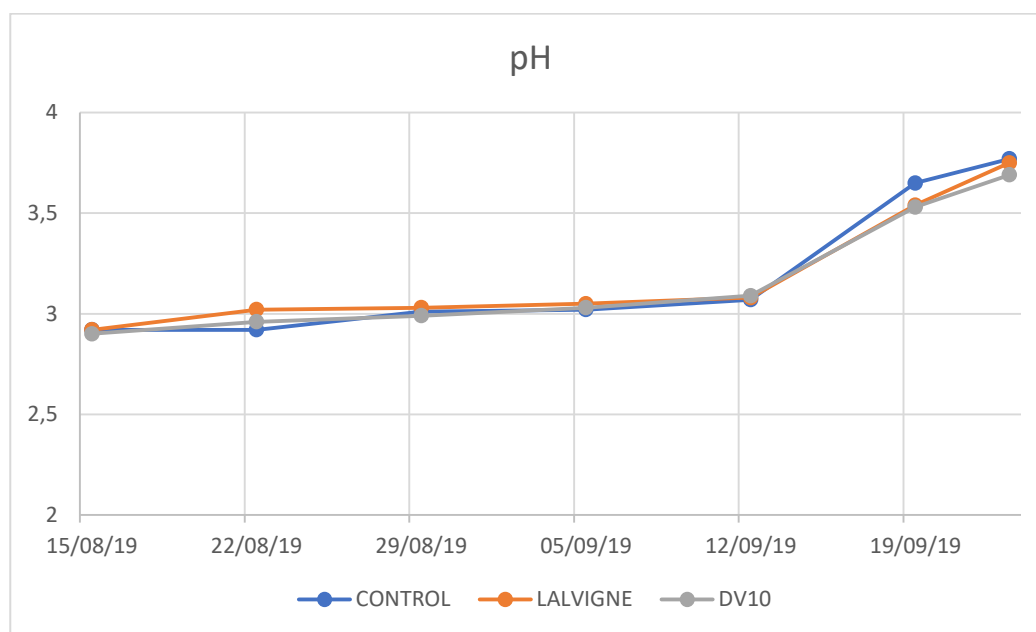
Le viti trattate con LALVIGNE sembrano presentare un modesto picco nell'accumulo di zuccheri in corrispondenza della fine del mese di agosto (Fig. 4.1), per poi aver mantenere una crescita sì costante, ma minima. Le due tesi DV10 e il bianco CONTROL hanno invece due comportamenti perfettamente coincidenti e le curve di accumulo dei composti solubili mostrano una certa gradualità dalla raccolta del primo campione fino alla vendemmia, che si ricorda essere avvenuta il 23 Settembre.

**Figura 4.2.** Grafico rappresentante il contenuto di acidi titolabili, misurato in g/L di acido tartarico, nel corso della maturazione.

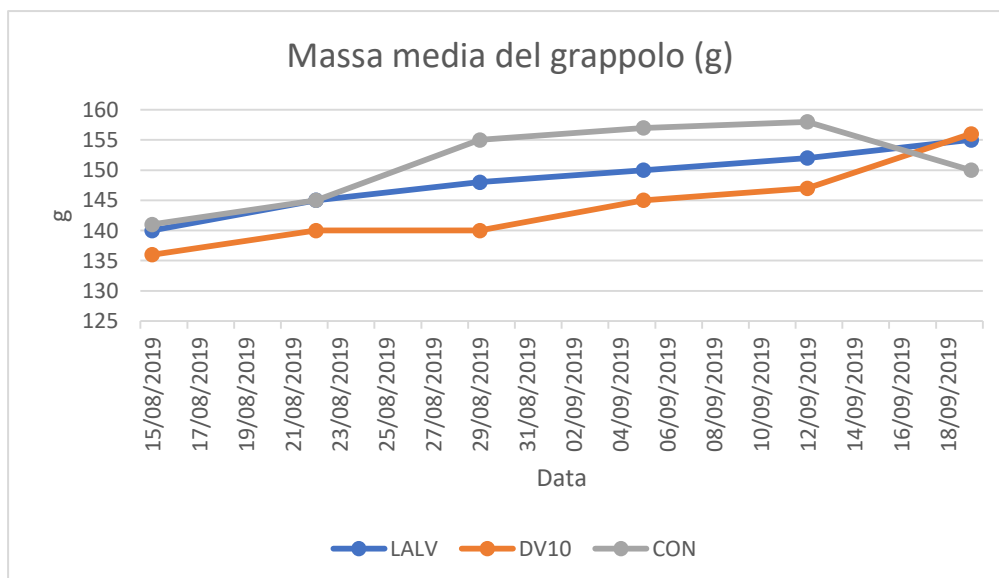


Conclusioni simili si possono trarre dal grafico rappresentante l'andamento dell'acidità titolabile durante la maturazione (Fig. 4.2), cioè la misura della quantità di specie acide presenti nel mosto o nel vino. Anche in questo caso, non si possono osservare differenze statisticamente considerevoli tra i vari campioni analizzati e le diverse tesi presentano andamenti coincidenti.

**Figura 4.3.** Grafico rappresentante la variazione del pH del succo contenuto nelle uve nel corso della maturazione.



Come per i due dati analizzati precedentemente, anche l'andamento del pH in maturazione (Fig. 4.3) è risultato molto simile fra i due campioni trattati e il gruppo di controllo. Si può tuttavia osservare un aumento della rapidità nell'accrescimento del valore del pH in corrispondenza degli ultimi 10 giorni di maturazione prima della vendemmia. Questo è stato probabilmente catalizzato da un picco di temperatura registratosi nelle giornate del 12, 13 e 14 Settembre (i tre giorni più caldi del mese, prima della raccolta), che peraltro risulta direttamente correlato con la contemporanea diminuzione dei livelli acidi (Fig. 4.2).



**Figura 4.4.** Grafico rappresentante l'aumento della massa media dei grappoli per ogni gruppo durante la maturazione.

L'unico parametro che ha mostrato differenze più spiccate è quello relativo al variare della massa del grappolo nel corso della maturazione. L'aumento del peso del grappolo di ogni gruppo è piuttosto lineare (DV10 ha i grappoli di dimensioni più ridotte, il bianco CONTROL quelli di dimensioni maggiori e LALVIGNE si colloca nel mezzo) fino all'ultimo prelievo, dove i due estremi si invertono. Questo prova quanto i regolari campionamenti in campo forniscano dati più che altro indicativi ed orientativi per la successiva vinificazione.

Sulla base dei risultati ottenuti nel corso della presente sperimentazione si può affermare che la maturità tecnologica non è stata influenzata dai trattamenti con gli estratti di lieviti inattivati, in accordo con quanto rilevato in precedenti lavori con prodotti simili (Portu e al. del 2016; Pizziolo, 2018).



#### 4.2 Parametri produttivi e qualitativi alla vendemmia (23/09/2019)

Alla vendemmia sono stati rilevati il peso di produzione medio per pianta e la resa totale per parcella trattata relativa alle tre tesi a confronto e i corrispondenti parametri compositivi dei mosti. Tutti i dati ad eccezione delle rese sono molto simili tra le tesi e le piccole differenze possono essere trascurate, tuttavia la produzione per pianta delle viti sottoposte ad entrambi i trattamenti hanno presentato valori superiori al controllo. Tale comportamento potrebbe essere spiegato da un positivo effetto esercitato dagli estratti di lievito che, agendo come elicitatori, avrebbero stimolato le piante a reagire alle patologie di origine fungina e virale, presenti in maniera molto importante nel vigneto stesso.

GRUPPO	RESA TOTALE PER PARCELLA (kg/tesi)	RESA (kg/pianta)	SOLIDI SOLUBILI (°BRIX)	AT (g/L)	pH
LALVIGNE	1130	8,56	21.4	5	3.75
DV10	1140	8,63	21.3	5.3	3.69
CONTROL	1020	7,73	21.6	4.8	3.77

Tabella 4.1

*Dati produttivi e qualitativi registrati alla vendemmia nelle tre tesi a confronto.*

### 4.3 Analisi pre-fermentativa del mosto (effettuate con FOSS WineScan™)

Le analisi del mosto condotte prima dell'inizio della fermentazione hanno confermato quanto precedentemente evidenziato dalle analisi dei campioni dei grappoli a livello di maturità tecnologica, che non è risultata influenzata dai trattamenti effettuati.

ID	Profilo	Data	Brix	Acidità totale (g/L)	Acido tartarico (g/L)	Acido Malico (g/L)	pH	Potassio (mg/L)	Glu/Fru g/L	Ammoniaca (mg/L)	Azoto amminico libero (mg/L)
CONTROL	Mosto	26/9/2019	21.6	4.7	2.3	3.8	3.72	2198	237.7	11	153
LALVIGNE	Mosto	26/9/2019	21.4	4.7	2.5	3.6	3.72	2053	235	18	157
DV10	Mosto	26/9/2019	21.3	4.9	2.6	3.7	3.68	2044	234.7	19	161

Figura 4.2. Dati relativi alla analisi del mosto effettuata dopo la vendemmia.

Il calcolo dell'indice **APA** (Ammoniaca + Azoto amminico libero), permette di valutare la quantità di Azoto prontamente assimilabile presente nei mosti. Questo è un dato importante per valutare la disponibilità di nutrienti che avrà la massa di mosto in fermentazione.

I valori di APA per i mosti appartenenti alle tre tesi sono i seguenti:

CONTROL= 164 mg/L; LALVIGNE= 175 mg/L; DV10= 180 mg/L, e risultano sostanzialmente simili tra loro e leggermente superiori alla soglia ritenuta minima per consentire un corretto avvio della fermentazione.



**Figura 4.5.** Da sinistra a destra, i campioni di mosto inviati al laboratorio di "MyEnologist" (myenologist.com): CONTROL, DV10, LALVIGNE. La differenza nella colorazione è eclatante. A questo punto della vinificazione non era stata effettuata nessun tipo di azione sui campioni. La macerazione pre-fermentativa non prevedeva infatti alcun movimento della massa del mosto.



**Figura 4.6.** Campioni di mosto in fermentazione inviati ai "ETS laboratories" (etslabs.com) per l'analisi della composizione fenolica.

#### 4.4 Andamento della fermentazione e composizione dei mosti

	CONTROL		LALVIGNE		DV10	
Data	°Brix	Temp (°C)	°Brix	Temp (°C)	°Brix	Temp (°C)
28/09/19	22.4	18.9	22.5	20	22.5	20
29/09/19	19.1	18.9	20.3	19.4	19	20
30/09/19	14	25.6	11.3	26.7	9.2	32.8
1/10/19	8.9	29.4	5	31.1	3.9	31.1
2/10/19	4.5	29.4	1.8	30	-0.2	28.9
3/10/19	1.9	26.1	0.2	26.7	-0.6	26.1
4/10/19	0.7	26.1	-0.4	25.6	-1	23.9
5/10/19	0	24.4	-0.8	23.9	-1.2	22.8
6/10/19	-0.4	22.2	-0.9	22.8	-1.2	22.2
7/10/19	-0.9	21.7	-1	22.8	-1.3	22.8

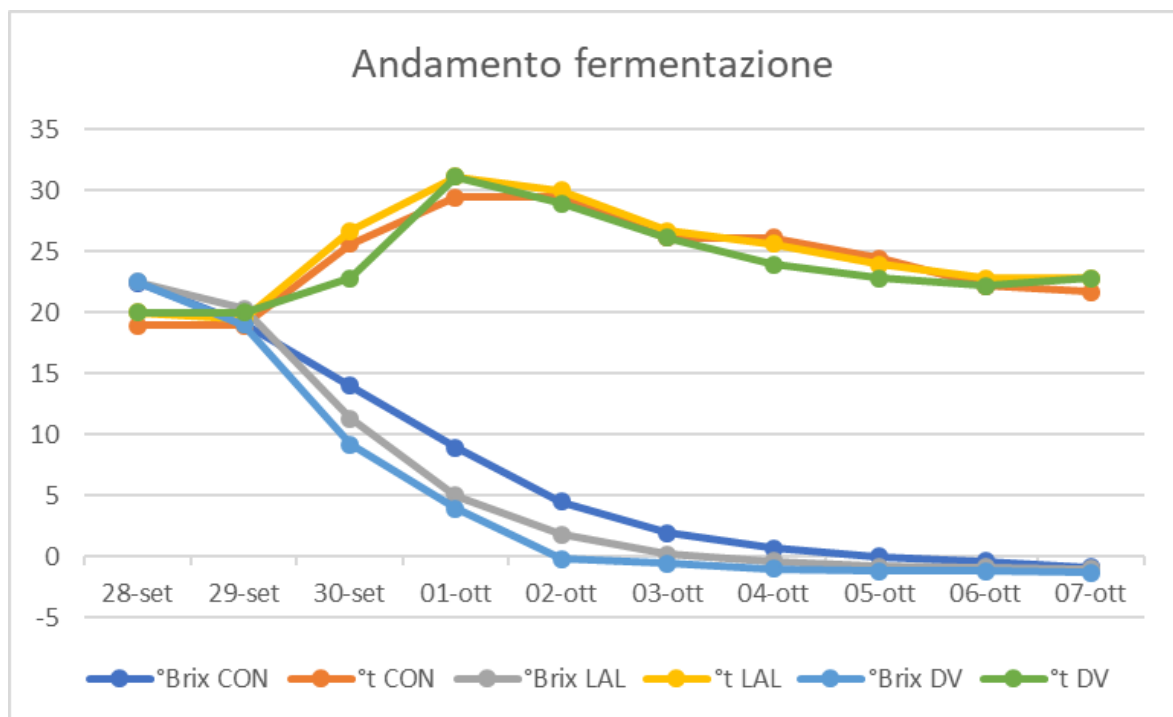


Figura 4.7. Grafico rappresentante l'andamento fermentativo attraverso le 3 curve superiori (temperatura della massa di mosto in fermentazione, in °C) e le tre linee inferiori, le quali mostrano il calo del contenuto zuccherino (espresso in °Brix).

Il comportamento delle tre masse di mosto durante la fermentazione alcolica non presenta comportamenti anomali o eccessivamente diversi tra loro. Si può notare che DV10 ha raggiunto il picco fermentativo in maniera più repentina rispetto alle altre due tesi e di conseguenza il grado Brix si è avvicinato più rapidamente allo zero rispetto ai contenuti degli altri due fermentatori.

Inoltre, dalle curve si può notare che la fermentazione più lenta, ma tutto sommato più lineare, sia appartenuta alla tesi CONTROL.

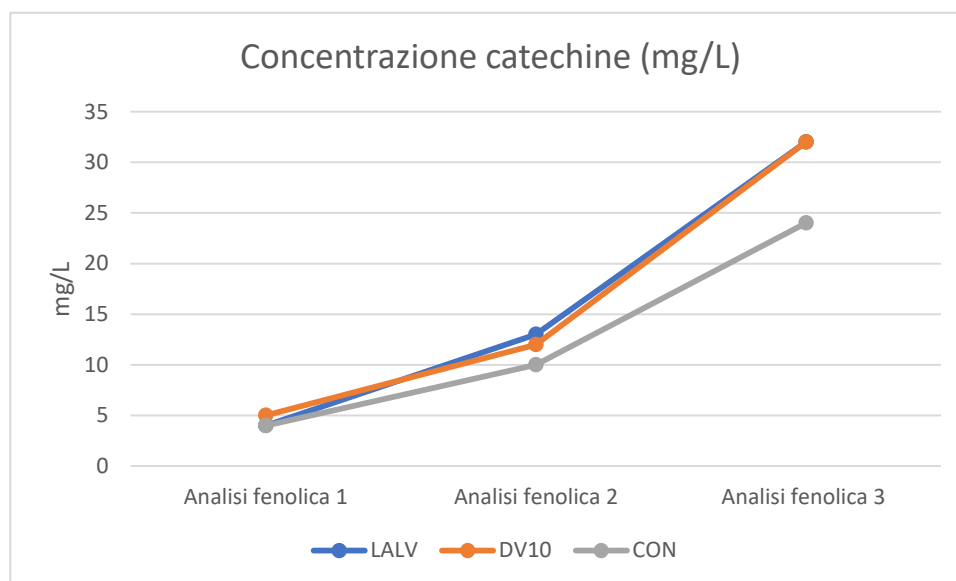
#### 4.5. Composizione fenolica dei mosti durante la vinificazione

Nei grafici, in corrispondenza dell'asse dell'ascisse, si trovano le seguenti denominazioni relative alle analisi fenoliche indicate sul protocollo di vinificazione:

**Analisi 1 (28/09/2019)** → campioni prelevati il giorno dell'inoculazione. Sono stati estratti dopo l'acidificazione e prima che il piede venisse incorporato.

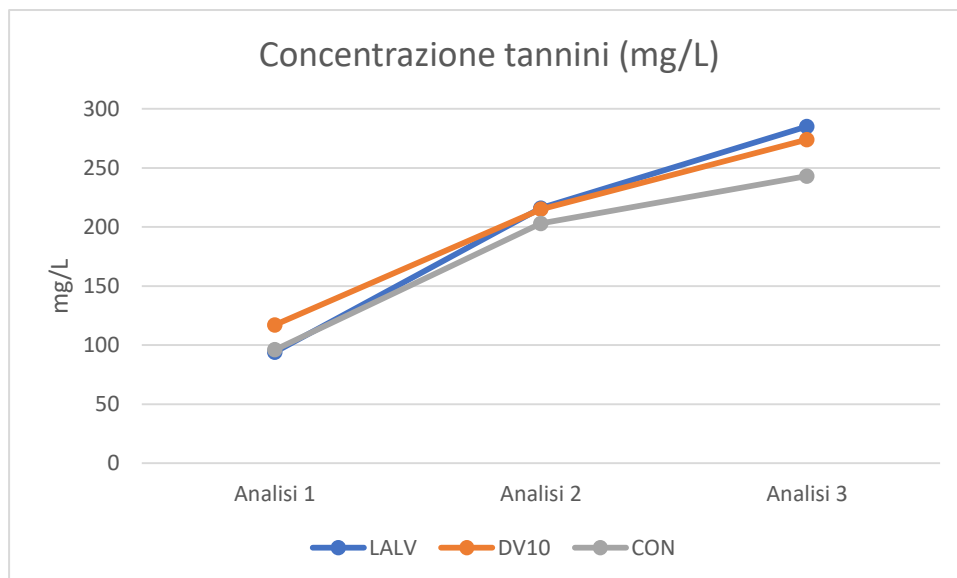
**Analisi 2 (02/10/2019)** → campioni prelevati al quinto giorno dopo l'inoculazione, più o meno in corrispondenza del picco fermentativo.

**Analisi 3 (08/10/2019)** → campioni prelevati in seguito alla svinatura.



*Figura 4.8. Grafico raffigurante la variazione nella concentrazione di catechine all'interno dei tre diversi mosti di fermentazione in tre diversi momenti.*

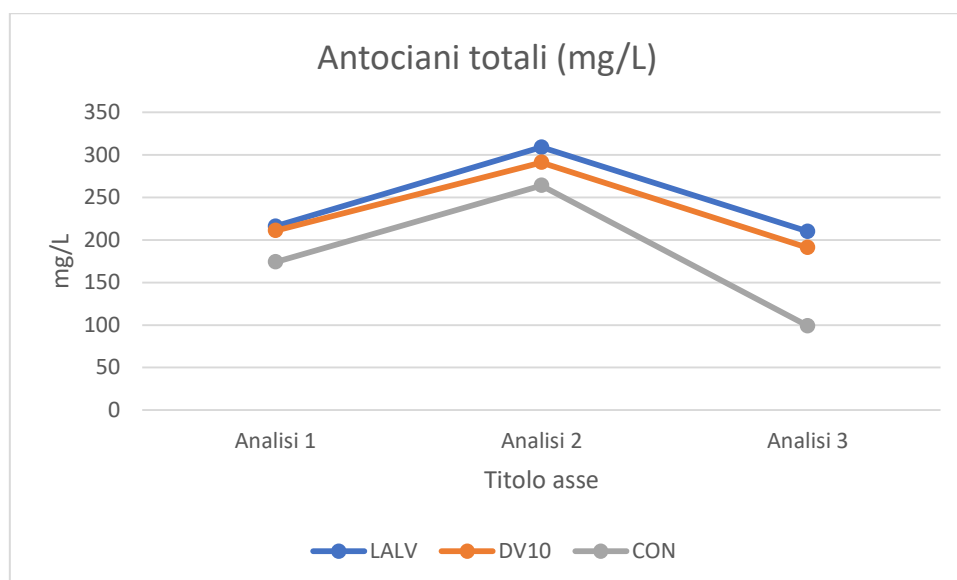
Nel corso della fermentazione, si è delineata una differenza nel contenuto di catechine fra le masse di mosto costituite dalle uve trattate (entrambi i gruppi) e quella del controllo (Fig. 4.8). Questo gap è aumentato con l'avanzare della fermentazione alcolica, il che suggerisce che le applicazioni effettuate hanno incrementato non solo la concentrazione di catechine, ma anche la loro estraibilità.

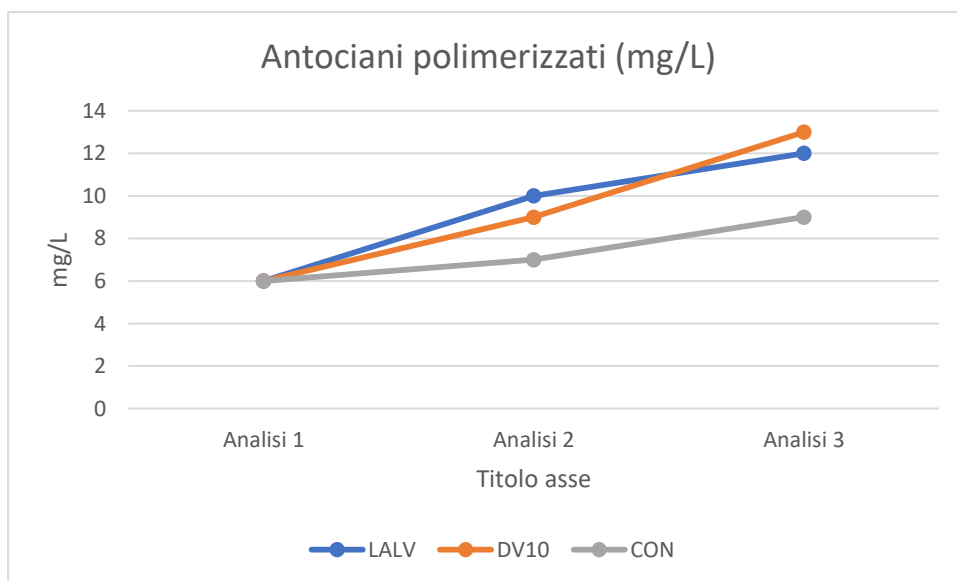


**Figura 4.9.** Grafico raffigurante la variazione nella concentrazione di tannini all'interno dei tre diversi mosti di fermentazione in tre diversi momenti.

La differenza nelle curve che rappresentano il contenuto in milligrammi per litro di tannini (Fig. 4.9) è meno evidente rispetto alla evoluzione delle catechine, ma si può comunque notare come i due gruppi trattati siano risultati più ricchi (del 15%) rispetto al Controllo.

**Figura 4.10.** Grafico raffigurante la variazione nella concentrazione di antociani totali all'interno dei tre diversi mosti di fermentazione in tre diversi momenti.





**Figura 4.11.** Grafico raffigurante la variazione nella concentrazione di antociani polimerizzati all'interno dei tre diversi mosti di fermentazione in tre diversi momenti.

I risultati più evidenti del successo dell'applicazione si possono infine osservare nel colore, analizzando l'andamento della concentrazione di antociani totali e polimerizzati (Fig. 4.10 e 4.11).

Nel primo caso, dall'inizio alla fine della fermentazione, è chiaro che il contenuto di questi composti, all'interno di LALVIGNE e DV10 sia più elevato. L'andamento delle tre curve tuttavia, risulta essere piuttosto simile per le prime due analisi, ma in seguito alla svinatura, il calo nella componente antocianica (comune in seguito a questa pratica, sia per via di una certa percentuale di ossidazione, che per un possibile riassorbimento di alcune componenti da parte delle vinacce) risulta essere decisamente più ingente per il gruppo CONTROL. I vini di controllo infatti hanno presentato valori di antociani totali molto bassi, ( 90 mg/L) e decisamente inferiori rispetto ad entrambi i trattamenti con estratti di lievito.

L'aumento della concentrazione di antociani polimerizzati dalla seconda alla terza analisi non giustifica, in termini quantitativi, la perdita registrata per gli antociani totali, tuttavia l'andamento rispecchia la tendenza degli altri dati: LALVIGNE e DV10 hanno mostrato contenuti più elevati di CONTROL.



#### 4.6 Valutazione organolettica

Il 30 ottobre, pur consapevoli dello stadio di maturità ancora precoce dei vini, l'enologo Tim Colla e il sottoscritto hanno effettuato un "blind tasting" delle tre tesi, prelevandone un campione direttamente dalle barrique.

Visivamente, i tre vini sono risultati identici.

Purtroppo, si sono potute apprezzare soltanto leggere differenze sotto il piano olfattivo e aromatico, mentre in bocca l'acidità ancora spiccata e il tannino troppo giovane e astringente hanno camuffato ogni tipo di variazione tra un vino e l'altro. Complessivamente, nessuna di queste caratteristiche si può considerare rilevante e discutendone con Colla, si è arrivati alla conclusione che qualunque differenza sarebbe da imputare ad un diverso stadio di avanzamento della fermentazione malolattica.

Un risultato concreto potrà essere osservato soltanto alla fine del processo di affinamento, che durerà in totale 9 mesi.



*Figura 4.12. I tre vini LALVIGNE, DV10 e CONTROL durante il "blind tasting" affrontato con l'enologo Timothy Colla.*

## 5. CONCLUSIONI

Il presente studio ha valutato l'effetto di due differenti applicazioni di bio-elicitatori (Lalvigne LM e DV10) nei confronti dei composti fenolici presenti in uve Pinot Noir e nel vino con esse prodotto.

Nonostante i risultati non sembrassero essere così promettenti a monte della vinificazione, in seguito al processo di estrazione, avvenuto durante la fermentazione alcolica, entrambi i gruppi soggetti al trattamento hanno dimostrato di averne ricevuto un arricchimento sotto il punto di vista fenolico, che è invece mancato nel gruppo di controllo. Questo miglioramento è stato riscontrato nella totalità dei parametri analizzati.

Questi risultati non possono essere considerati definitivi, poiché i vini non hanno ancora completato la loro evoluzione, essendo stati vinificati nel 2019, ma le osservazioni condotte fino a questo momento sono oggettivamente molto promettenti.

Per quanto riguarda le considerazioni economiche, poiché Lalvigne LM viene distribuito negli Stati Uniti da Scott Laboratories al costo di 92\$ al Kg, poter utilizzare un prodotto che andrebbe scartato rappresenta senz'altro una valida e sostenibile alternativa. Per trattare poco meno di 0,2 ettari manualmente si sono impiegate 3 ore di lavoro per ognuna delle due applicazioni. Quindi, si tratta di 6 ore, che moltiplicate per 5 (scenario di trattamento su un ettaro), portano ad un totale di 30. Nella valle di Napa un operatore in vigna viene pagato intorno ai 15-18 dollari l'ora. Il che comporta un costo per ettaro di 450-540\$ per la mano d'opera a cui si aggiunge il costo del prodotto per una stima di spesa finale intorno ai 550-650 \$ per ettaro.

Questo tipo di applicazione, potrebbe permettere alla cantina di Saintsbury di utilizzare le uve dell'appezzamento di Home Ranch per la vinificazione in rosso,

piuttosto che per la realizzazione di vino rosato, come era stato fatto nelle ultime annate. Poiché i prezzi di vendita al consumatore sono molto diversi e pari a circa 16 dollari a bottiglia per il vino rosato, contro i 42 del rosso. La cantina potrebbe vendere un prodotto al 260% del prezzo attuale. Senza considerare i differenti costi di gestione di una vinificazione in rosso rispetto a quella del rosè e il periodo più prolungato necessario per l'affinamento (il Pinot Noir viene affinato in barrique per 9 mesi, mentre il rosato del medesimo vitigno rimane in acciaio per 6), si potrebbe coprire il costo del trattamento per ettaro vendendo solamente 14-16 bottiglie.

È importante inoltre sottolineare come l'applicazione del lievito residuo e scaduto presente in azienda, DV10, rappresenti una alternativa più economica rispetto a Lalvigne LM, nonostante abbia portato a risultati praticamente eguali a quelli del prodotto venduto da Lallemmand, mostrando talvolta risultati anche più promettenti (contenuto di antociani polimerizzati).

L'esito dell'esperimento è risultato nel complesso positivo, tuttavia, nel caso di piante affette da patologie complesse come presenti nel vigneto sottoposto a trattamento, potrebbero sempre verificarsi dei peggioramenti dello stato sanitario in grado di impedire risultati costanti nel tempo.

Ulteriori prove nelle annate successive saranno necessarie a determinare l'efficacia effettiva di tali applicazioni.

## 6. BIBLIOGRAFIA

### PUBBLICAZIONI

- Beckers, Spoel, 2006, "Fine-Tuning Plant Defence Signalling: Salicylate versus Jasmonate", 4;
- Belhadj A. et al. 2008. "Effect of methyl jasmonate in combination with carbohydrates on gene expression of PR proteins, stilbene and anthocyanin accumulation in grapevine cell cultures." *Plant Physiol and Biochem* 46: 493-499;
- Boller T, Felix G (2009), "A renaissance of elicitors: perception of microbe-associated molecular patterns and danger signals by pattern-recognition receptors." *Annu Rev Plant Biol* 60: 379– 406;
- Chalker-Scott, L., 1999. "Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses." *Photochem Photobiol.* 70, 1 e 9;
- Duxbury, Hotter, Reglinski, & Sharpe, 2004, "Effect of Chitosan and 5-Chlorosalicylic Acid on Total Phenolic Content of Grapes and Wine", abstract, 1;
- Ferrari, S. 2010. "Biological elicitors of plant secondary metabolites: Mode of action and use in the production of nutraceutical." In *Bio-farms for nutraceuticals: Functional food and safety control by biosensors*, di Rea G. & Berra B. Giardi M.T., 152- 166. New York: Landes Bioscience and Springer Science;
- Fernández-Marín M.I., Puertas B., Guerrero R.F., Garcia-Parrilla M.C., and Cantos-Villar E., 2014. "Preharvest methyl jasmonate and postharvest UVC treatments: increasing stilbenes in wine." *J. Food Sci.*, 79, 310-317;

- Hammond-Kosack e Jones, 1996, “Resistance gene-dependent plant defense responses”, 1;
- Javier Portu, Rosa López, Elisa Baroja, Pilar Santamaría, Teresa Garde-Cerdán, 2016, “Improvement of grape and wine phenolic content by foliar application to grapevine of three different elicitors: Methyl jasmonate, chitosan, and yeast extract”, Food Chem, 214 e 220;
- Peltonen, Mannonen, & Karjalainen, 1997, “Elicitor-induced changes of phenylalanine ammonia-lyase activity in barley cell suspension cultures”, Abstract, 1;
- Pérez-Lamela, M.S.García-Falcóna, J.Simal-Gándaraal, Orriols-Fernández, 2007, “Influence of grape variety, vine system and enological treatments on the colour stability of young red wines”, Abstract, 1;
- Pizziolo A., 2018, EFFETTO DI TRATTAMENTI CON ESTRATTI DI LIEVITO SULLA MATURAZIONE DI UVA DA VINO: ASPETTI BIOCHIMICI E MOLECOLARI, 43 Tesi di Laurea, Università degli Studi di Bologna.
- Ruiz-García and Encarna Gómez-Plaza, 2013, “Elicitors: A Tool for Improving Fruit Phenolic Content”, The use of elicitors, 38;
- Smits, Kapteyn, Van Den Ende, & Klis, 1999, “Cell wall dynamics in yeast”, 348-349;
- Takahama, U., 2004. “Oxidation of vacuolar and apoplastic phenolic substrates by peroxidase.” Phytochem Rev. 3, 207 e 219;
- Vidal S., Vuchot P., 2004, “Conoscenza e gestione dei composti aromatici e fenolici dei vini”, 4;

- Villegas D. et al. 2016. “Exogenous application of pectin-derived oligosaccharides to grape berries modifies anthocyanin accumulation, composition and gene expression.” *Plant Physiology and Biochemistry* 104: 125–133;
- Xiang hong, Meng, Boqiang Li, Jia Liu, Shiping, Tian, 2008, “Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage”, abstract, 1;
- Yan, Shi, Ng, & Wu, 2006, “Elicitor-induced rosmarinic acid accumulation and secondary metabolism enzyme activities in *Salvia miltiorrhiza* hairy roots”, discussion, 5;

## SITOGRAFIA

- <http://www.agraria.org/viticultura-enologia/ciclo-annuale.htm>;
- <https://www.barrons.com/articles/preparing-napa-valley-wine-for-climate-change-01567107207>;
- <https://churchillmanor.com/blog/2015/09/napa-valley-climate/>;
- <http://fps.ucdavis.edu/fgrabout.cfm>
- <http://gis.napa.ca.gov/> (GIS - Geographic Information Systems);
- <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r302101411.html>;
- <http://ipm.ucanr.edu/PDF/MISC/redblotch.pdf>;
- <http://www.lawyersgunsmoneyblog.com/2018/04/vineyard-monocultures>;
- <https://napagrowers.org/grapevine-diseases>;
- <https://www.winesurf.it/napa-valley-tutta-per-voi/>;

- <https://www.weather.gov/> (USA National Weather Service);

## ARTICOLI

- Fareed Zakaria, La Repubblica, 2019, “Mamma non vuole ma salverò il pianeta” (intervista a Greta Thunberg);
- Loredana Sottile, Gambero Rosso, 2018, “Climate change: come cambia la viticoltura con il surriscaldamento terrestre”;
- Eric Asimov, The New York Times, 2019, “In Napa Valley, Winemakers Fight Climate Change on All Fronts”;
- Abby Schultz, Penta, 2019, “Preparing Napa Valley Wine for Climate Change”;
- Paul Franson, Wine Vine Analytics, 2010, “Pest Control Advice for Napa Grapegrowers”.

## *Ringraziamenti*

*Un grazie speciale ai miei genitori, per avermi supportato in questo percorso e per avermi stimolato all'ambizione non solo nei tre anni della mia carriera universitaria, ma in ogni giorno della mia vita.*

*Un altro grazie va a tutti i miei compagni di corso, che sono stati molto di più che semplici compagni di studio, ma una famiglia.*

*Grazie all'enologo Timothy Blake Colla e allo staff di Saintsbury per avermi concesso l'opportunità di lavorare ad un progetto così interessante e avermi trasmesso preziosissime conoscenze.*

*Infine, tutta la mia gratitudine va alla commissione di laurea per avermi concesso il loro tempo, ma soprattutto alla professoressa e relatrice della mia tesi Maria Filippetti, la quale ha eccelso in disponibilità e come guida durante questa ricerca.*

*Nicola Pellacani*