

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti
Risorse Naturali e Ambiente

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche

Studio dell'evoluzione di uve Chardonnay e Merlot vinificate in comparazione in anfora e acciaio

Relatore: Prof. Dott. Simone Vincenzi

Laureando: Antonio Noal

Matricola: 2021641

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

*Ai miei nonni e ai miei genitori,
punti di riferimento ed esempi di vita.*

Sommario

RIASSUNTO	8
1. INTRODUZIONE	10
1.1 Storia della vinificazione in anfora	10
1.2 Evoluzione dei vasi vinari	12
1.2.1 Acciaio inox	13
1.2.2 Cemento	13
1.2.3 Legno	14
1.2.4 Terracotta, ceramica e gres	15
1.3 Vantaggi della vinificazione in anfora	16
1.4 Svantaggi della vinificazione in anfora	17
1.5 Aspetti legislativi	18
1.6 Anfore dell'azienda TAVA s.r.l.	19
1.7 Sanificazione delle anfore	21
1.8 Evoluzione del vino in anfora	22
1.9 Riscoprendo l'uso dell'anfora	25
1.9.1 Il pioniere Josko Gravner	25
1.9.2 Sperimentazione di Valentino Ciarla	25
2. MATERIALI E METODI	27
2.1 Le uve	27
2.2 I vasi vinari	27
2.2.1 Anfore per la vinificazione	27
2.2.2 Serbatoio in inox per la vinificazione	28
2.3 Protocollo vinificazione Chardonnay	29
2.4 Protocollo vinificazione Merlot	32
2.5 Protocolli di analisi	34
2.5.1 Easy-OX e Phen-OX	34
2.5.2 Indice BSA potere Tannante	34
2.5.3 Pre-purificazione polifenoli	35
2.5.4 Analisi polifenoli quantitativa	36
2.5.5 Analisi polifenoli qualitativa	36
2.5.6 Analisi tannini reattivi alla vanillina	37
2.5.7 Analisi stabilità tartarica	37

2.5.8 Analisi stabilità proteica	38
2.5.9 Intensità colorante.....	38
3. RISULTATI E DISCUSSIONE	39
3.1 Andamento fermentazione Chardonnay	39
3.2 Andamento fermentazione Merlot.....	40
3.3 Easy-OX e Phen-OX Chardonnay	41
3.4 Easy-OX e Phen-OX Merlot.....	43
3.5 Analisi polifenoli quantitativa Chardonnay.....	44
3.6 Analisi polifenoli quantitativa Merlot	45
3.7 Analisi polifenoli qualitativa Chardonnay	46
3.8 Analisi polifenoli qualitativa Merlot.....	49
3.9 Analisi intensità colorante	52
3.10 Analisi tannini reattivi alla vanillina Chardonnay.....	53
3.11 Analisi tannini reattivi alla vanillina Merlot	54
3.12 Potere tannante.....	55
3.13 Analisi stabilità tartarica	57
3.14 Analisi stabilità proteica	58
CONCLUSIONI.....	59
RINGRAZIAMENTI	60
BIBLIOGRAFIA:	62
SITTOGRAFIA:.....	63

RIASSUNTO

L'utilizzo delle anfore in vinificazione è una tecnica che risale ai tempi antichi, e che era stata poi abbandonata sostituita dall'utilizzo di materiali più resistenti e facili da igienizzare. Ultimamente questa tecnica è stata riscoperta, e si sta diffondendo sempre di più nel mondo vitivinicolo, ma non sono molti gli studi che hanno analizzato in dettaglio e dal punto di vista chimico l'effetto di questo tipo di vaso vinario. Il materiale utilizzato per la fermentazione e la maturazione del vino ha sicuramente un'incidenza sulla composizione del vino, considerando sia la eventuale cessione di minerali da parte del materiale, sia la differente porosità che può incidere a sua volta sulla micro-ossigenazione del prodotto.

In questa tesi, che fa parte di un progetto più ampio in collaborazione con un'azienda produttrice di anfore (TAVA), sono state utilizzate due varietà di uva, una a bacca bianca e una a bacca nera, in particolare Chardonnay e Merlot provenienti dall'areale del Trentino-Alto Adige. Le uve sono state vinificate in parallelo, con le stesse identiche procedure, sia in anfore da 320 litri che in tini di acciaio da 300 litri.

Le vinificazioni sono state monitorate per tutto il periodo di fermentazione e di macerazione (2 mesi) mediante analisi dei polifenoli sia quantitativa (Folin Ciocalteu) che qualitativa (Easy ox, HPLC), quindi è stata eseguita la pressatura ed i vini sono stati imbottigliati per essere poi monitorati mediante analisi sensoriale per almeno un anno.

Le analisi eseguite hanno confermato che già nelle fasi di fermentazione e macerazione, il contenitore influisce su alcuni parametri chimici del vino.

1. INTRODUZIONE

1.1 Storia della vinificazione in anfora

Le anfore e le giare in terracotta venivano utilizzate già nell'antichità per la conservazione di cibi e bevande fermentate.

Il rapporto tra il vino e le anfore è antichissimo. La prima testimonianza di vinificazione nella terracotta risale circa ad otto mila anni fa, nel sei mila A.C., in Iraq. Oggi questi resti rappresentano delle testimonianze fondamentali per ricostruire la storia del vino e del suo commercio: ogni territorio, infatti, possedeva una propria tipologia di anfora che al tempo indicava sia la provenienza del vino stesso, sia soprattutto il suo valore (Sottile, 2015).

L'introduzione del legno e la sostituzione dell'anfora si ebbe con le popolazioni celtiche che cominciarono ad utilizzare le botti anche per il vino, come già facevano con la birra; d'altronde il legno era un materiale più semplice da trasportare e non rischiava di frantumarsi nei lunghi viaggi. La botte così si diffuse a largo raggio, soprattutto verso i mercati del Nord Europa.

In Italia le ultime anfore utilizzate sembrano essere quelle provenienti dal Nord Africa tra il terzo e quarto secolo dopo Cristo, dopo quella data si smise di usarle per la vinificazione. Solamente in Puglia, con i cosiddetti *capasuni*, utilizzati tutt'ora da alcune cantine, si è continuata la tradizione della vinificazione in anfora. La Spagna invece, continuò a produrle ed utilizzarle: ancor oggi, infatti, ve ne è testimonianza nella regione de la Mancha (Caillaud, 2014).

L'unico territorio del mondo dove non si è mai smesso di produrre giare per fermentare il mosto ed affinare il vino è la Georgia, tanto che nel 2013 il metodo tradizionale di vinificazione in Qvevri (tipiche anfore di terracotta di queste zone) è stato iscritto nella lista Unesco del patrimonio immateriale dell'umanità, proprio per la sua tipicità e per il suo strettissimo legame con la cultura rurale georgiana. Ad oggi si ritiene che circa un milione di famiglie abbia un Qvevri e circa centomila di queste continuano ad utilizzarlo per produrre vino per uso personale (Morichetti, 2019).

Il metodo di vinificazione Qvevri prende il nome dal particolare vaso di terracotta ovale in cui il vino fermenta ed è diffuso nei villaggi e nelle città di tutta la Georgia.

La viticoltura georgiana è legata ai Qvevri la cui capacità media è di circa 1000 litri, ma che può variare dai 100 ai 4000. Non è raro trovare esemplari di oltre due secoli ancora in uso, perché il Qvevri è molto resistente e concepito per durare nel tempo. I primi risalgono a 8000 anni fa, in epoca pre-romana, e differiscono dalle anfore, utilizzate per il trasporto, per non essere dotati di manici e per essere destinati all'interramento. Sono costituiti in terracotta, non sono smaltati, ma ricoperti all'interno da un sottile strato di cera d'api al fine di limitare l'evaporazione e lo scambio con l'ambiente esterno. Poi vengono avvolti esternamente da uno strato di calce e sono interrati in ambienti coperti, anche se non è escluso il posizionamento all'aperto (Morichetti, 2019).

Queste pratiche garantiscono il mantenimento della temperatura sia in fase di fermentazione che in fase di maturazione e affinamento.

In Spagna, la tradizione di vinificare e stoccare il vino in grandi anfore chiamate Tinajas è ancora viva in alcune regioni e richiama l'interesse di diversi vignaioli. Le due principali regioni sono l'Andalusia e la comunità autonoma di Castilla-La Mancha. È proprio in questa regione che, a partire dal diciassettesimo secolo, nasce un'industria ceramica molto importante, legata allo sviluppo dei vigneti e responsabile della produzione di quantità considerevoli di Tinajas fino all'inizio del ventesimo secolo. I due centri di produzione erano, all'epoca, Valdepenas e, soprattutto, Villarobleso (odierna Villarrobledo), dove quest'arte è attiva ancora oggi. Le più grandi Tinajas prodotte nel diciannovesimo secolo vantavano una capacità di circa 70-80 hl per un'altezza di più di 3 metri, spesso ricoperte da uno strato di pece (Morichetti, 2019).

La tecnica della vinificazione in anfora si è tramandata fino ai giorni nostri, oggi un'anfora può costare dai 500 € ai 1800 €, in base alle dimensioni e alla provenienza. La possibilità di interrare le anfore e la naturale capacità di isolamento termico, rappresenta una possibilità per la nascita di aziende medio piccole senza l'obbligo di investimenti esosi, per il recupero di zone viticole o il recupero di vitigni autoctoni abbandonati.

“L'Anphora Revolution”, come viene definita, è solamente agli inizi, il ritorno all'argilla offre grandi possibilità di studio e la riscoperta del metodo di fermentazione con le bucce

sia nei bianchi che nei rossi, avvicina in modo indissolubile il mondo del vino naturale ai vini fermentati in anfora, il tannino dona stabilità e longevità così da preservare nel tempo le caratteristiche organolettiche del vino.

1.2 Evoluzione dei vasi vinari

La storia ci racconta che le anfore e le giare in terracotta venivano utilizzate fin dall'antichità per la conservazione dei cibi e delle bevande fermentate. Questa tecnica comparve prima in Grecia e poi, grazie agli Etruschi si diffuse in Italia.

Le anfore e gli orci si prestavano ai lunghi viaggi via mare o lungo i fiumi adagiati nelle stive delle navi, ma non molto per il trasporto su strada all'interno di carri che esponevano tali contenitori a grossi rischi di rottura. Per questi motivi gli antichi avevano pensato all'utilizzo del legno in sostituzione della terracotta: le botti nacquero primariamente per l'esigenza del trasporto, ma successivamente le stesse cominciarono ad ospitare anche le fasi di vinificazione e di affinamento. In questo modo si assiste al ridimensionamento non solo del ruolo, ma anche nel vero e proprio aumento di dimensioni di tali contenitori, nella ricerca di legni sempre più adatti e pregiati e nel progressivo ingresso di tecniche specifiche e strumenti adeguati come cerchiature di ferro e coperchi.

La costruzione di botti si diffuse in tutta Europa e il legno divenne il principale materiale impiegato in enologia.

Successivamente invece, tra il diciottesimo e diciannovesimo secolo, si può individuare l'ingresso di un altro materiale, il cemento, che non sostituì il legno nel campo della conservazione e del trasporto, ma veniva utilizzato nelle prime fasi del processo di vinificazione per esigenze di produzione quantitativamente sempre più elevate.

Il cemento fu presto sostituito, a partire dagli anni '70 del Novecento, dalla praticità dell'acciaio inox, un materiale che negli ultimi cinquant'anni ha guadagnato sempre più spazio all'interno delle cantine dei produttori dell'intero panorama vitivinicolo mondiale.

I principali materiali oggi utilizzati al mondo per la vinificazione e l'affinamento di tutti i vini sono quattro: acciaio, cemento, legno e terracotta; mentre per il trasporto del prodotto finito viene utilizzato soprattutto il vetro (AA.VV., 2021).

1.2.1 Acciaio inox

Il grande successo dell'acciaio inox fonda le sue basi su due caratteristiche fondamentali di questo materiale: la facilità di pulizia e di trasporto dello stesso in cantina. Inoltre l'acciaio è un materiale neutro, non ha influenza alcuna sul gusto del vino finito e spesso è dotato sia di sistemi di gestione delle temperature, per gestirle al meglio durante la fermentazione, sia di coperchi adattabili ai vari livelli del vino durante le varie fasi di produzione, i sempre-pieni.

L'acciaio inox si presta bene a fermentazioni veloci, ed è adatto inoltre ai processi di decantazione.

Il limite che viene imputato all'acciaio è la completa assenza di scambio di ossigeno con l'esterno; quindi, esso è considerato il materiale meno adatto all'invecchiamento. A lungo andare infatti questo materiale tenderà a portare i vini verso un elevato rischio di riduzioni (AA.VV., 2021).

1.2.2 Cemento

Il cemento è un materiale meno diffuso rispetto all'acciaio, ma ne condivide due caratteristiche essenziali: la neutralità in termini di cessione di aromi al vino e l'assenza di scambio con l'esterno. Sebbene il cemento crudo sia dotato di microporosità, oggi è obbligatorio che sia rivestito al suo interno: in questo modo la vernice alimentare assicura la non contaminazione del vino nel caso in cui si verifichi un fenomeno di scrostamento delle pareti.

La grande differenza rispetto all'acciaio sta nell'elevata inerzia termica di questo materiale; il cemento accompagna dolcemente le fermentazioni e segue l'andamento stagionale delle temperature, permettendo un vantaggio sia dal punto di vista energetico, che da quello gustativo dando risultati più aromatici. Il fatto di non andare incontro a forti sbalzi termici inoltre evita il rischio di riduzioni del vino (AA.VV., 2021).

Dal punto di vista della praticità in cantina, le vasche in cemento richiedono decisamente più cura e continua manutenzione rispetto all'acciaio, oltre ad essere contenitori particolarmente pesanti da spostare.

1.2.3 Legno

Il legno, grazie anche alla storicità del suo rapporto con il vino, è forse il materiale più interessante e che include più variabili sia per dimensioni dei contenitori, che per tipologia di materia prima impiegata nella costruzione di botti e tini. Caratteristica fondamentale del legno è la sua porosità: lo scambio di ossigeno con l'esterno è direttamente proporzionale all'età delle botti, più la botte è giovane e più elevata è la micro-ossigenazione e viceversa. La stessa cosa vale anche per la cessione degli aromi e dei tannini del legno: il legno infatti, a differenza del cemento e dell'acciaio, ha un'importante impatto sul gusto del vino finito.

La micro-ossigenazione e la cessione di aromi e tannini sono invece inversamente proporzionali alle dimensioni delle botti: infatti più le botti sono di dimensioni inferiori, diminuendo il rapporto tra superficie del legno e volume del vino contenuto, più elevato sarà lo scambio con l'esterno e maggiore risulterà essere l'impatto del legno dal punto di vista gustativo.

A fare la grande differenza tra i tipi di botti impegnate è soprattutto il tipo di legno impegnato per produrle: il rovere è in genere il più utilizzato, ma non è difficile imbattersi anche in contenitori di acacia o castagno, mentre meno diffusi possono essere il ciliegio, il pero, il melo e il ginepro.

Sebbene il legno resti uno dei materiali più adatto all'affinamento dei vini, i produttori si devono purtroppo scontrare spesso con diverse difficoltà dal punto di vista igienico: proprio a causa della sua porosità il legno assorbe aromi, colore e microorganismi che potrebbero anche portare a contaminazioni negli usi successivi.

Sono molteplici i protocolli proposti per un corretto lavaggio delle botti. Alcuni, dopo aver tolto a mano i tartrati, utilizzano un'idropulitrice. Lo sbalzo termico dato dal vapore assicura la morte di tutti i batteri (AA.VV., 2021); altri ritengono che il calore possa danneggiare il legno, per cui preferiscono sanitizzare bruciando all'interno della botte vuota degli stoppini di zolfo per poi tapparla creando un effetto "camera a gas". Altri protocolli ancora prevedono l'utilizzo di ultrasuoni ad alta potenza per la pulizia e la sanitizzazione delle botti (Yap, et al., 2007); l'utilizzo di ghiaccio secco è la tecnica migliore per risparmiare acqua nella pulizia delle botti in rovere rispetto a SO₂ e O₃,

mentre l'utilizzo di CO₂, vapore e SO₂ anche se molto efficace, ha un alto impatto ambientale (Jorge Luis García-Alcaraz, 2019). Un accorgimento importante è di non lasciare mai le botti vuote perché si corre il rischio che eventuali muffe e batteri si possano riprodurre. Inoltre, se si lasciano vuote in un ambiente asciutto il legno si potrebbe seccare, creando delle microfessure attraverso le quali il vino potrebbe poi percolare (AA.VV., 2021).

1.2.4 Terracotta, ceramica e gres

Il materiale più antico, infine, è la terracotta, anche se sarebbe più corretto dare il nome in base ai materiali ottenuti dalla cottura dell'argilla stessa, che cambiano a seconda del grado di cottura.

I contenitori di terracotta hanno il vantaggio di non cedere aromi, se non quando le anfore sono molto giovani ed è possibile che rilascino delle sfumature "terrose" ai vini. La porosità è molto variabile, ad avere influenza sul grado di porosità è il grado di cottura ma anche il tipo di argilla impiegata.

Per quanto riguarda la temperatura di cottura, si passa dalla terracotta per temperature basse, alla ceramica per temperature più alte, fino al gres. Più è alto il grado di cottura, meno poroso risulta il materiale: se la terracotta ha un potere micro-ossigenante pari o anche superiore a quello del legno, il gres addirittura non ha alcuno scambio con l'esterno. Per questo in enologia si predilige la terracotta, per avere un affinamento come in legno, ma senza cessione di aromi (AA.VV., 2021).

La terracotta ha una caratteristica in comune con il legno, ovvero la porosità, mentre la ceramica e il gres hanno in comune con l'acciaio la non traspirazione, senza però dividerne le problematiche di riduzioni.

Le anfore hanno un'inerzia termica decisamente più elevata dell'acciaio, specialmente se vengono usate alla maniera dei Qvevri georgiani, che vengono interrati. Condividono con il cemento, invece, la poca praticità nel lavaggio e nelle varie operazioni di cantina.

1.3 Vantaggi della vinificazione in anfora

La vinificazione in anfora, rispetto al contenitore in acciaio, ha un maggiore isolamento termico dovuto al peso e allo spessore della parete che è maggiore di due centimetri, ha meno problemi di riduzione del vino perché ha conducibilità elettrica nulla (Valter Bighini, 2021) e ha una piccola porosità residua che consente uno scambio gassoso con l'esterno, seppur modesto. La capacità della terracotta di proteggere il contenuto da sbalzi termici trova piena applicazione in enologia in quanto le anfore consentono uniformità nella termoregolazione dei prodotti enologici.

La micro-ossigenazione è uno degli aspetti più significativi delle anfore, in quanto permette uno scambio naturale, lento e tenue tra il vino e l'ambiente. Per questo l'anfora è contenitore molto adatto a far emergere il varietale e dare respiro a varietà molto aromatiche. Essa dà buoni risultati anche sulla longevità: i vini prodotti con vasi vinari in terracotta, infatti, mostrano un grado di conservazione di aromi e caratteristiche davvero notevole (G. Galbusera, 2017).

Rispetto al legno, l'anfora, se ben utilizzata e ben pulita, è sicuramente più longeva ed economicamente più vantaggiosa dato che può continuare ad essere riutilizzata senza che cambi in modo evidente le sue caratteristiche. Il problema che possiamo incontrare è un decremento importante nello scambio di ossigeno, dovuto a deposizione di residui che possono intasare i pori.

Da un punto di vista commerciale, non va dimenticato che i vini prodotti in terracotta trovano un interesse da parte del consumatore sempre maggiore, conquistando segmenti di mercato importanti (G. Galbusera, 2017).

1.4 Svantaggi della vinificazione in anfora

I principali svantaggi che possiamo incontrare eseguendo una vinificazione in anfora sono prima di tutte le basse capacità con cui vengono prodotte, la bassa inerzia chimica, nonché una bassa resistenza meccanica che in cantina può diventare un problema non indifferente. Inoltre, come già descritto in precedenza, nel susseguirsi degli anni e di conseguenza delle vinificazioni eseguite in essa, si assisterà ad una diminuzione della capacità di scambio micro-ossidativo.

Dal punto di vista chimico non possiamo tralasciare il fatto che la terracotta potrebbe cedere al vino cationi metallici pesanti, come ferro, calcio, cromo e zinco. Gli ioni calcio a 6 mesi di macerazione post fermentativa in anfora sono risultati il 124% in più rispetto al vino macerato in acciaio per lo stesso periodo di tempo. Gli ioni ferro invece, rilevati nel vino sempre dopo 6 mesi di macerazione in anfora di terracotta, sono risultati il doppio rispetto a quelli rilevati nel vino macerato in botte di rovere di primo passaggio. Per quanto riguarda il quantitativo di ioni cromo, con un tempo di macerazione di 12 mesi, esso risulta essere equivalente tra anfora in terracotta e botte in rovere nuova, mentre si dimostra superiore nel vino macerato in acciaio. Gli ioni zinco e sodio sia a 6 mesi che a 12 mesi risultano più elevati nel vino macerato in anfora di terracotta rispetto a tutti gli altri vasi vinari (Francesco Maioli, 2022).

Infine, il problema che maggiormente caratterizza questo vaso vinario è la sanitizzazione, in quanto, come per il legno, la superficie irregolare potrebbe permettere l'insediamento di colonie di *Brettanomyces*, che sviluppandosi, causerebbero delle fermentazioni indesiderate conferendo al prodotto finito il sentore "Brett", negativo, in quanto ha sentori di sella di cavallo, cane bagnato e stalla (G. Galbusera, 2017).

1.5 Aspetti legislativi

Nella normativa inerente i contenitori alternativi all'acciaio inossidabile nell'industria enologica, rientrano tutte le indicazioni valide nella disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari (Dm 21 marzo 1973 con ultima modifica da Dm n.227 del 4 maggio 2006), così come il regolamento Ce n.1935 del 2004 che fissa i principi generali di sicurezza per tutti i Moca (Materiali a contatto con gli alimenti).

La terracotta nuda o priva di rivestimento non è un materiale inerte e in quanto materiale argilloso contiene nella sua struttura cationi di diverso tipo, tra cui alcuni metalli. Si pensi ad esempio al ferro, che dona alla terracotta il suo classico colore arancione. Dal punto di vista tecnologico, la cessione di metalli come il ferro o di cationi come il calcio, in grado di influire sulla stabilità dei vini, sullo stato ossidativo e su parametri come il pH, sono aspetti che dovrebbero essere presi in considerazione.

Per questi motivi la selezione di argille di qualità, anzitutto prive di metalli pesanti, è molto importante. Tradizionalmente le grosse anfore erano impermeabilizzate all'interno con cera d'api. Bisogna però dire che la cera d'api è anche una sostanza dotata di aromi che possono trasferirsi al vino; la cera è infatti lievemente solubile in alcol. Anche la manutenzione e la pulizia del recipiente può non risultare particolarmente agevole. Lo stesso scopo può essere ottenuto mediante verniciatura dell'interno del contenitore con resine epossidiche, come si fa per impermeabilizzare le botti di cemento, andando però così a perdere le caratteristiche di porosità che caratterizzano questo materiale.

I limiti massimi di residui (LMR) riguardano quindi, nel caso dei contenitori di cemento nudo o di terracotta non rivestiti come erano le grosse anfore, i metalli pesanti. Il codice enologico internazionale dell'OIV fissa i limiti massimi residui a questi valori: Zinco 5 mg/l; Rame 1 mg/l; Piombo 0.15 mg/l; Bromo 1 mg/l; Arsenico 0.2 mg/l; Ferro 8 mg/l; Manganese 2 mg/l.

La ceramica ha una sua normativa specifica riguardo al suo impiego alimentare e deve rispettare limiti precisi in riferimento al rilascio di cadmio e piombo in ambiente acido.

Come tutti contenitori enologici, anche quelli in grès devono superare tutti i test di rilascio in soluzioni acide a pH inferiore a 2,5 ed essere certificati secondo il Reg. 1935/2004/Ce, la Direttiva 2005/31/CE e il Decreto ministeriale del 04/04/1985 (Valter Bighini, 2021).

1.6 Anfore dell'azienda TAVA s.r.l.

L'azienda TAVA è una realtà molto intraprendente nel panorama nazionale ed internazionale per la produzione di anfore per la vinificazione. Il materiale con cui vengono realizzate queste anfore è frutto di una collaborazione fra tecnici specializzati nella produzione di impasti ceramici, enologi e produttori vinicoli.

Questi peculiari vasi vinari vengono prodotti con una particolare miscela di componenti. L'impasto creato da Tava, in sintesi, racchiude solo le migliori caratteristiche dei materiali ceramici già utilizzati in ambito enologico, eliminando invece tutte quelle problematiche che ne hanno frenato la diffusione nelle realtà vitivinicole.

Inoltre, alle anfore viene effettuato un trattamento termico, la cottura, a 1200°-1260°. Questo processo conferisce alla ceramica delle caratteristiche peculiari: i valori di permeabilità all'ossigeno, che possono essere simili a quelli del legno o leggermente inferiori, fino ad un'assenza totale di scambio ossido-riduttivo; questo può variare a seconda delle esigenze di porosità indicate dalle cantine.

Con il controllo dei livelli di porosità, viene influenzato anche il rilascio di minerali da parte del materiale ceramico, che risulterà limitato; la pulizia e la sanitizzazione delle anfore risulta, invece, estremamente efficace e semplice (<https://www.tava.it/it>).

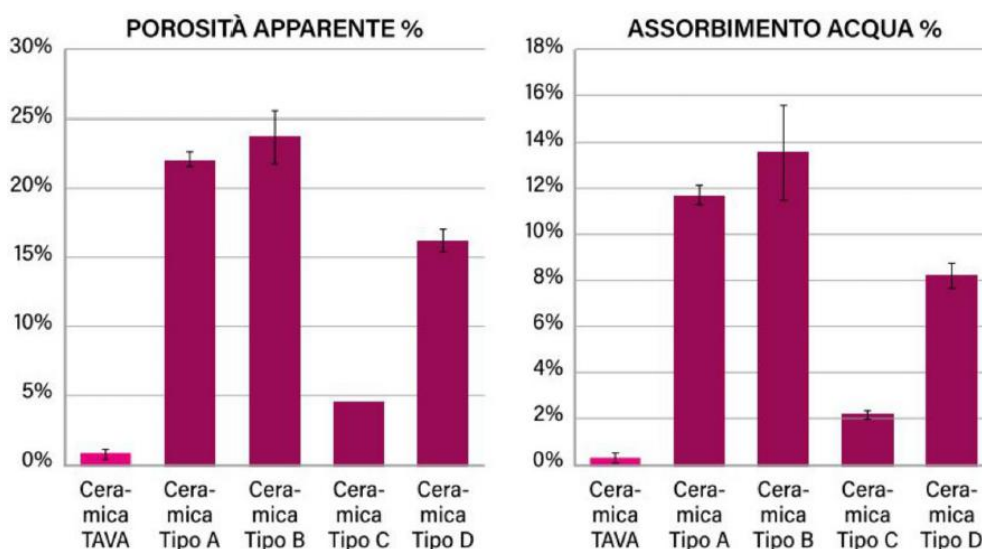


Figura 1 Impasto TAVA messo a confronto con altri impasti ceramici in commercio (Fabrizio Minute, 2020).

Un'ulteriore caratteristica che possiede questo particolare impasto ceramico è l'elevata capacità di isolamento termico, numerosi studi hanno evidenziato come sia addirittura superiore a quella del cemento. Questo particolare aspetto consente di isolare il contenuto in maniera perfetta, mantenendo una temperatura costante nel tempo.

L'azienda TAVA, inoltre, ha studiato un'efficace sistema di chiusura dell'anfora: questa è sempre stata una problematica per queste vinificazioni, poiché non è semplice garantire la tenuta stagna del recipiente. Questo particolare sistema di chiusura oltre a garantire la tenuta, non utilizza elementi metallici, mantenendo così le caratteristiche tecniche dell'anfora.

1.7 Sanificazione delle anfore

Per ottenere una corretta sanificazione si devono prevedere diversi passaggi. La pulizia deve prevedere un abbondante risciacquo con acqua, volto a rimuovere lo sporco più grossolano e facilmente solubile. In seguito, sarà applicato un detergente per rimuovere lo sporco insolubile e poi nuovamente un risciacquo per eliminare le tracce di detergente. Rimosso lo sporco si procederà contro i microorganismi residui mediante l'utilizzo di un agente sanificante chimico o fisico; la scelta di tale strumento dipenderà dalla natura dei microrganismi che si devono eliminare e dalle caratteristiche del materiale, il tempo di applicazione, invece, dovrà essere valutato in funzione delle caratteristiche di ogni realtà, basandosi sulle teorie matematiche reperibili nei testi specializzati (Fabrizio Minute, 2020).

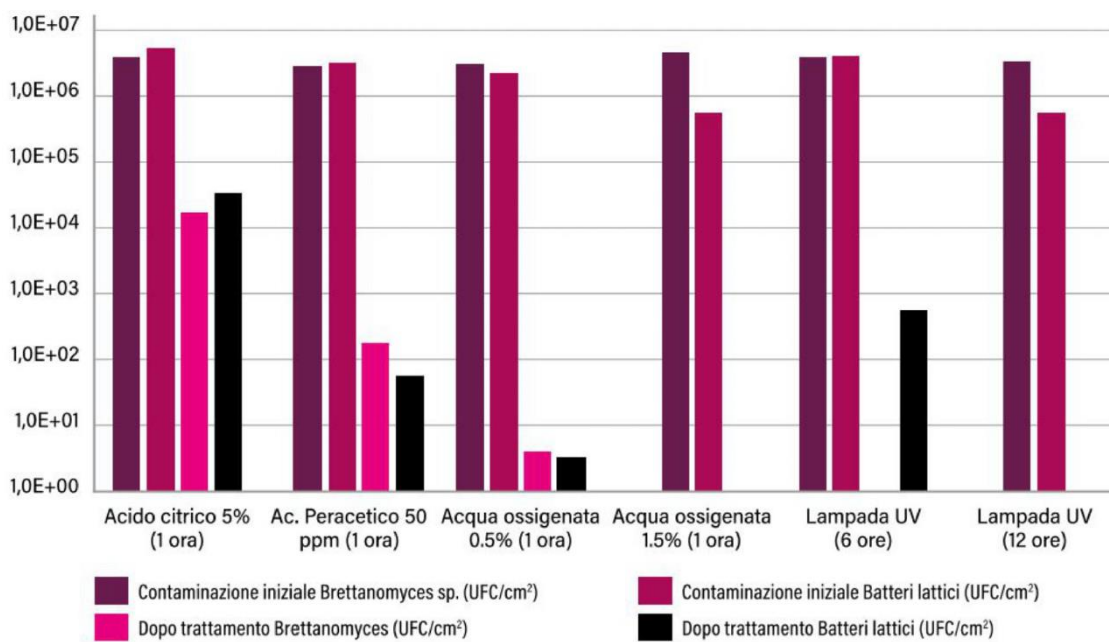


Figura 2 Trattamenti di sanitizzazione delle anfore messi a confronto (Fabrizio Minute, 2020).

Nello specifico, è stato eseguito un esperimento di determinazione della carica microbica residua su provini di materiale ceramico prodotto dall'azienda TAVA; la verifica è stata svolta mediante tampone sterile e semina su piastra su terreni specifici per *Brettanomyces sp.* e batteri lattici, secondo gli standard dell'OIV (Fabrizio Minute, 2020).

Il materiale ceramico TAVA, grazie alla sua bassa porosità, si è dimostrato poco suscettibile alla colonizzazione microbica e facilmente sanificabile anche in presenza di contaminazioni microbiche iniziali molto elevate.

La radiazione ultravioletta per almeno 12 ore, preceduta da un'adeguata pulizia, si è dimostrata la strategia di sanificazione più funzionale.

In un'ottica di sostenibilità ambientale, l'utilizzo di un detergente enzimatico seguito da sanificazione tramite lampade UV rappresenta la soluzione ideale per la detersione e sanificazione delle anfore TAVA rispetto ai prodotti tradizionali. L'utilizzo di un detergente enzimatico consentirebbe anche un maggior rispetto del materiale ceramico rispetto a prodotti chimici più aggressivi (Fabrizio Minute, 2020).

1.8 Evoluzione del vino in anfora

Durante la fermentazione e macerazione in anfora, il contenitore può cedere al vino elementi che fungono da catalizzatori di reazioni e influenzano l'equilibrio tra acido tartarico e le forme di tartrato di idrogeno in dissoluzione, portando ad una alterazione del pH, acidità totale e stabilità tartarica (Gil i Cortiella, et al., 2021).

Alcuni autori hanno evidenziato che il vino affinato in anfora è caratterizzato da un estratto secco e da un contenuto di acidi caftarico e ferulico più elevati rispetto al vino affinato in acciaio inox. Inoltre, rispetto al vino affinato in acciaio, quello in anfora aveva una mineralità e un sapore varietale più intensi (Baiano, et al., 2019).

Anche in un altro esperimento il vino macerato in anfora, in questo caso uno Chardonnay, ha evidenziato un maggior contenuto di acidi fenolici liberi e alcoli volatili (Rossetti, et al., 2018). Dal punto di vista sensoriale, invece, non sono state rilevate differenze significative tra i due vini: il colore, l'intensità fruttata, l'odore di solvente e acetone rientravano tutti nelle tipiche caratteristiche del prodotto. Il panel di degustazione ha, però, apprezzato maggiormente il contenuto di tannini del vino vinificato in anfora rispetto a quello vinificato in botte di rovere (Rossetti, et al., 2018).

Per quanto riguarda il rilascio di cationi già descritto in precedenza, in un esperimento di vinificazione in anfora è stato riscontrato che il contenuto di Ca e Al era più alto a 6 mesi di macerazione, mentre a 12 mesi il contenuto era leggermente calato rispetto alle prime analisi, ma ancora elevato (Gil i Cortiella, et al., 2021).

	Mg	Al	K	Ca	Fe
Acciaio 6M	87.254	0.476	833.257	72.010	3.156
Anfora 6M	89.716	3.021	890.775	89.100	4.704
Acciaio 12M	99.359	0.322	846.752	54.811	2.487
Anfora 12M	103.679	1.871	849.572	61.657	2.980

Tabella 1 Contenuto elementi misurato a 6 e 12 mesi in acciaio e anfora (mg/L) (Francesco Maioli, 2022)

L'aumento degli elementi potrebbe essere dovuto a fenomeni di rilascio dalla materia prima come già suggerito anche da altri autori, mentre la salificazione con acido tartarico e la conseguente precipitazione potrebbero essere responsabili della loro diminuzione in tempi di stoccaggio più lunghi.

Questo è stato confermato dai valori di pH, che risultano più alti nei vini maturati in anfora, proprio come conseguenza delle reazioni di salificazione causate dall'accumulo di Ca e K (Francesco Maioli, 2022). Di fatto, i vini affinati in anfora mostrano in genere una più alta stabilità tartarica, questo perché già durante i primi 6 mesi di affinamento gli elementi rilasciati dall'anfora causano una maggiore salificazione e precipitazione dell'acido tartarico rispetto all'affinamento in acciaio inox (Francesco Maioli, 2022).

Anche il contenuto in Fe aumenta nel vino affinato in anfora, rispetto all'acciaio, ma risulta poi più basso a 12 mesi rispetto alle analisi effettuate a 6 mesi. La concentrazione di ferro nel vino macerato in anfora a 6 mesi era di 4.704 mg/L rispetto al vino macerato in acciaio che aveva una concentrazione di 3.156 mg/L; a 12 mesi di macerazione, invece, la concentrazione di Fe nel vino macerato in anfora era di 2.980 mg/L (Francesco Maioli, 2022). Le concentrazioni rilevate non implicano necessariamente un rischio di casse ferrica, ma è opportuno ricordare il ruolo del ferro e di altri ioni metallici come catalizzatori di reazioni ossidative che coinvolgono i polifenoli; ciò potrebbe anche

spiegare l'elevata quantità di pigmenti polimerici riscontrata nei vini prodotti in anfora, molto simile a quella misurata nei vini invecchiati nelle botti in legno.

Infatti, mentre le reazioni di polimerizzazione dei tannini sono potenziate da ellagitannini e ossigeno in botte di legno (Vivas, et al., 1996), è noto che elementi come Fe e Cu possono partecipare, in presenza di ossigeno, alla conversione catalitica del perossido di idrogeno del vino in radicale ossidrilico. Questa reazione potrebbe produrre molti prodotti di ossidazione elettrofila, come l'etanale, che potrebbero reagire ulteriormente con i polifenoli creando legami tra tannini o antociani che a loro volta possono essere incorporati in strutture fenoliche più grandi, con conseguente stabilizzazione del colore.

A livello di composti volatili, è stato riscontrato che il vino con macerazione in anfora è caratterizzato da alti valori di esteri (etil butanoato, etil esanoato ed etil lattato) e norisoprenoidi, e risulta particolarmente ricco di fenilmetanolo (nota floreale-rosa, fenolica, balsamica e di mandorla) per il quale è stato possibile rilevare valori da 5 a 10 volte superiori a tutti gli altri vini. Il fenilmetanolo può essere prodotto come intermedio della reazione tra acetaldeide e flavonoli (Waterhouse, et al., 2006).

In altri casi il vino in anfora ha mostrato valori di etanale più bassi, dovuti al consumo di questa molecola a favore della sintesi di pigmenti polimerici (Francesco Maioli, 2022).

1.9 Riscoprendo l'uso dell'anfora

Negli ultimi anni la vinificazione in anfora sta venendo riscoperta nel panorama enologico mondiale.

1.9.1 Il pioniere Josko Gravner

L'esempio più lampante della riscoperta dell'utilizzo dell'anfora in enologia si trova al confine tra Italia e Slovenia, più precisamente a Oslavia: la cantina Gravner.

Josko Gravner titolare dell'omonima cantina, decise di riscoprire questa tecnica dopo un viaggio in California dove aveva potuto degustare numerosi vini che non lo avevano entusiasmato, anzi, lo avevano addirittura deluso. Era il 2001 e da lì decise di lasciare definitivamente la vinificazione tradizionale e iniziare un percorso personale di ritorno alle origini, con un viaggio nel Caucaso in Georgia, culla della nascita della vita e del vino (Sottile, 2015).

Oggi la cantina Gravner produce circa 30 mila bottiglie. Questo vino passa per delle anfore di origine georgiana: 46 in tutto e altre 15 da installare, da 2 mila litri ciascuna. Dopo un anno in anfora il vino passa in dei tini di legno dove quello bianco rimane per altri sei anni, per un totale quindi di sette anni, numero magico secondo Gravner. In questo periodo non vengono misurati né la temperatura, né il residuo zuccherino (<https://www.gravner.it/>).

1.9.2 Sperimentazione di Valentino Ciarla

Sempre più sono le aziende che per semplice curiosità o per operazione di mero marketing hanno iniziato a destinare alcuni quantitativi di vino all'anfora, come l'enologo Ciarla che in Toscana sta eseguendo alcune sperimentazioni nelle cantine il "Poggio la Noce" e "Il Castagno".

Ciarla in collaborazione con queste cantine sta provando l'affinamento in anfora per capire quali risultati potrebbe dare tale processo di vinificazione: "facendo un confronto con gli altri sistemi posso dire che la terracotta ha diversi pregi: rispetto all'acciaio, è un

materiale che traspira; rispetto al legno ha il vantaggio di non rilasciare aromi che possono alterare le caratteristiche organolettiche dei vini” (Sottile, 2015).

Oggi in Italia ci sono altri produttori che hanno saputo farsi notare per produzioni eccellenti con fermentazione e affinamenti nelle anfore. Cirelli produttore abruzzese, fa della produzione di vini in anfora la sua filosofia aziendale; Annesanti, produttore della Valnerina in Umbria ha creato un connubio tra territorio e produzione in anfora unico nel suo genere.

Il vino in terracotta rappresenta, quindi, sempre più una realtà anche italiana; in passato per procurarsi l’anfora era necessario recarsi fino in Georgia, o in Spagna: fortunatamente da qualche anno anche il nostro Paese può contare su una propria produzione interna, seppur ancora modesta.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Le uve

Le uve con le quali sono state condotte le vinificazioni sono state fornite dall'azienda TAVA e provenivano dall'area del Trentino-Alto Adige. Nella fattispecie per la vinificazione in bianco è stato utilizzato lo Chardonnay mentre per la vinificazione in rosso il Merlot.

La lavorazione delle uve Chardonnay è iniziata il 28 agosto 2022 mentre per il Merlot il 29 settembre 2022.

2.2 I vasi vinari

Per queste prove abbiamo fermentato in comparazione lo Chardonnay e il Merlot in anfore di terracotta TAVA da 320 litri ed in sempre-pieni in acciaio da 300 litri.

2.2.1 Anfore per la vinificazione

Le anfore fornite dall'azienda TAVA per questo studio sperimentale sono quelle con capacità di 320 litri, fornite di coperchio in ceramica che consente la chiusura ermetica a fine fermentazione alcolica, da chiudere con cautela ed utilizzando un'apposita chiave dinamometrica; inoltre è stato fornito anche il tappo colmatore sempre da utilizzare dopo la fine della fermentazione.

L'anfora era disposta su una base di acciaio inox che ne garantiva la stabilità durante tutti i processi di cantina; era dotata inoltre di una saracinesca assaggia vino ed un foro di scarico basale da un pollice.

L'anfora pesava circa 190 chilogrammi, era alta circa 150 cm e larga 80 centimetri.

2.2.2 Serbatoio in inox per la vinificazione

I vasi vinari in acciaio inox utilizzati sono tra i più comuni. L'acciaio con cui sono stati concepiti è AISI 304, uno tra i più comuni utilizzati in enologia. I serbatoi erano dotati di un sempre-pieno che a fine fermentazione è stato disposto sopra al vino e alle vinacce contenute nel vaso vinario e tramite il kit di pompaggio è stato gonfiato il galleggiante e chiuso ermeticamente tutto il contenuto; era comunque presente la valvola di sfiato per permettere la fuoriuscita di gas e vino in caso di fermentazione non ancora completa o di sbalzi di temperatura.

I serbatoi in acciaio inox erano dotati di un'assaggia vino basale ed avevano capienza di 300 litri; erano alti 100 cm ed avevano un diametro interno di circa 70 cm; il loro peso era di 18 chilogrammi.



Figura 3 Anfore in terracotta TAVA e Sempre-pieni in acciaio inox usati in questa sperimentazione

2.3 Protocollo vinificazione Chardonnay

Il protocollo di vinificazione per lo Chardonnay prevedeva una vinificazione in comparazione in anfora TAVA e in un sempre-pieno in acciaio inox, al termine della fermentazione alcolica è stato previsto un affinamento di due mesi.

Le uve ci sono state fornite in cassette, sono state raffreddate per una notte in cella frigo a 4°C, il giorno 29 agosto 2022 sono state processate prima però sono state mischiate le cassette in modo da omogenizzare la variabilità della qualità delle uve. Prima di pigiadiraspere l'uva è stato pesato il netto dalle cassette così da effettuare l'inoculo dei lieviti e le future aggiunte in modo preciso in base al peso. Mediante una pigiadiraspatrice centrifuga sono state processate le uve e caricati rispettivamente l'anfora TAVA e il sempre-pieno in acciaio. I vasi vinari sono stati riposti in un locale a temperatura stabile di 19°C al fine di garantire un decorso costante della fermentazione alcolica e successivamente malo-lattica. L'anfora è stata caricata per 85% considerando la successiva alzata del cappello in fermentazione alcolica. Siccome il protocollo non ha previsto aggiunta di metabisolfito di potassio, per evitare un innesco prematuro della fermentazione malolattica è stata fatta un'aggiunta di chitosano puro a dose 3 g/q durante il caricamento dei vasi vinari; terminato il caricamento, tramite un tubo è stato insufflato azoto dal basso dei vasi vinari per strappare l'ossigeno incorporato nelle fasi di pigiatura-riempimento. Quando il pigiato ha raggiunto la temperatura di 15°C si è proceduto con la preparazione del pied de cuve con lievito DV10 Lallemand (20 g/hL), il lievito prima è stato reidratato come da protocollo del produttore utilizzando un peso equivalente di Provital Yeast (Expert) come attivante di reidratazione; verificata l'attività fermentativa del pied de cuve si è proceduto all'inoculo con l'introduzione nella massa dall'alto avendo cura di omogenizzare il tutto. Sono stati aggiunti in contemporanea anche 20 g/hL di attivante complesso (Fermaid E, Lallemand). Considerati i bassi valori di acidità e l'elevato pH dovuti all'annata siccitosa, entrambe le masse sono state corrette con 50 g/hL di acido tartarico.

Durante tutta la fermentazione alcolica è stata misurata la cinetica di fermentazione, sono stati misurati ogni giorno parametri come il calo degli zuccheri e la temperatura; al calo di due gradi Babo sono iniziate le follature, si procedeva con due al giorno, una al mattino

e una al pomeriggio, il cappello è stato gestito così per tutta la durata della fermentazione alcolica; al secondo giorno di fermentazione è stato effettuato anche un rimontaggio all'aria con aggiunta di altri 10 g/hl di Fermaid E.

Al terzo giorno, in base alle misure di pH e APA, è stata fatta su entrambe le masse un'ulteriore correzione con 100 g/hL di acido tartarico e 10 g/hL di diammonio fosfato.

Al termine della fermentazione alcolica con glucosio e fruttosio pari a zero si è proceduto con la chiusura in modo ermetico dei vasi vinari: per quanto riguarda il sempre-pieno è stato abbassato il coperchio fino al contatto con il vino, e gonfiato la camera d'aria tramite il kit di gonfiaggio, si è prestato particolare attenzione alla sua igiene, in modo che sulla superficie esterna non si creassero depositi di vino e vinaccia. Per colmare l'anfora sono stati prelevati due secchi di vino dal basso, sono state inserite delle taniche pulite all'interno della massa in modo che il livello del vino arrivasse al pelo dell'imboccatura; l'anfora è stata quindi chiusa in modo ermetico con il sistema di chiusura brevettato da TAVA, e con i secchi precedentemente prelevati si è colmata l'anfora fino al foro, in cui è stato poi inserito il tappo colmatore che è stato a sua volta colmato con la restante parte di liquido.

Quando i vasi vinari sono stati chiusi ermeticamente la temperatura della cella è stata aumentata in modo da mantenere il vino ad almeno 20°C per favorire la fermentazione malo-lattica. Nel protocollo iniziale era previsto un inoculo di batteri lattici in questa fase, ma le analisi hanno mostrato che la fermentazione malolattica era già partita in maniera spontanea verso la fine della fermentazione alcolica, per cui non è stato necessario l'inoculo di batteri selezionati.

Al termine dei due mesi di affinamento si è proceduto alla conclusione della macerazione a cappello sommerso ed è stata eseguita la svinatura: le vinacce sono state versate in una pressa a polmone e il vino di sgrondo è stato trasferito in un serbatoio di capacità adeguata; la vinaccia è stata pressata fino a 0.3 bar e il vino ottenuto è stato aggiunto al vino fiore. Il vino è stato posto in un serbatoio d'acciaio a temperatura di 5°C al fine di agevolare la naturale pulizia.

Al termine della decantazione delle masse il vino, sia quello ottenuto in anfora che quello in acciaio, è stato travasato e suddiviso in due serbatoi, in uno dei quali è stato aggiunto MBK corrispondente ad un'aggiunta di solforosa di 25 mg/l.

Il vino senza solforosa aggiunta è stato filtrato con cartucce e imbottigliato subito. Sulle tesi solfitate, è stato fatto un controllo della solforosa libera e sono state fatte le opportune correzioni, fino ad arrivare a 25 mg/L di solforosa libera. Raggiunto il livello di solforosa desiderato, le tesi sono state filtrate e imbottigliate.



Figura 4 Pigia-diraspatura Chardonnay



Figura 5 Insufflazione azoto nel pigiato

2.4 Protocollo vinificazione Merlot

Il protocollo di vinificazione per il Merlot prevedeva una vinificazione in comparazione in anfora TAVA e in un sempre-pieno in acciaio inox, al termine della fermentazione alcolica era previsto un affinamento di un mese.

Le uve ci sono state fornite in cassette, sono state raffreddate per una notte in cella frigo a 4°C, il giorno 29 settembre 2022 sono state processate prima però sono state mischiate le cassette in modo da omogenizzare la variabilità della qualità delle uve. Prima di pigiadiraspere l'uva è stato pesato il netto dalle cassette così da effettuare l'inoculo dei lieviti e le future aggiunte in modo preciso in base al peso. Mediante una pigiadiraspatrice centrifuga sono state processate le uve e caricate rispettivamente l'anfora TAVA e il sempre-pieno in acciaio. I vasi vinari sono stati riposti in un locale a temperatura stabile di 19°C al fine di garantire un decorso costante della fermentazione alcolica e successivamente malo-lattica. L'anfora è stata caricata per 85% considerando la successiva alzata del cappello in fermentazione alcolica. Durante il caricamento dei vasi vinari è stata fatta un'aggiunta di chitosano puro a dose 3 grammi quintale; terminato il caricamento è stato insufflato azoto per far strappare l'ossigeno presente, poi è stata chiusa l'anfora in condizioni di buona inerzia. Quando il pigiato ha raggiunto la temperatura di 15°C si è proceduto con la preparazione del pied de cuve con il lievito DV10 Lallemand (20 g/hL), preparato come descritto in precedenza. Al momento dell'aggiunta dei lieviti, in base alle analisi di acidità, pH e APA, è stata fatta un'aggiunta su entrambe le masse di 60 g/hL di acido tartarico, 30 g/hL di DAP e 30 g/hL di Fermaid E.



Figura 6 Merlot in fermentazione nell' anfora TAVA

La fermentazione è stata seguita facendo 2 follature giornaliere con misura di temperatura e gradi Babo. Al sesto giorno di fermentazione, visto il rallentamento della fermentazione, è stata fatta un'ulteriore aggiunta di 30 g/hL di Fermaid E e 20 g/hL di DAP.

Al termine della fermentazione alcolica con glucosio e fruttosio pari a zero si è proceduto con la chiusura in modo ermetico dei vasi vinari: per quanto riguarda il sempre-pieno è stato abbassato il coperchio fino al contatto con il vino, e gonfiato la camera d'aria tramite il kit di gonfiaggio, si è prestato particolare attenzione alla sua igiene, in modo che sulla superficie esterna non si creino accumuli di vino. Per colmare l'anfora sono stati prelevati due secchi di vino dal basso, sono state inserite delle taniche pulite all'interno della massa in modo che il livello del vino arrivi al pelo dell'imboccatura; è stata chiusa l'anfora in modo ermetico con il sistema di chiusura brevettato da TAVA, poi è stato inserito il tappo colmatore sul coperchio e con i secchi precedentemente prelevati si è colmata l'anfora fino al colmatore.

Quando i vasi vinari sono stati chiusi ermeticamente la temperatura della cella è stata aumentata in modo da mantenere il vino ad almeno 20°C per favorire la fermentazione malo-lattica, che è stata indotta mediante l'inoculo di batteri lattici (CH35, CHR Hansen) alla dose di 1 g/quintale.

Al termine dei due mesi di affinamento si è proceduto alla conclusione della macerazione a cappello sommerso ed è stata eseguita la svinatura: le vinacce sono state versate in una pressa a polmone e il vino di sgrondo è stato trasferito in un serbatoio di capacità adeguata; la vinaccia è stata pressata fino a 0.3 bar e il vino ottenuto è stato aggiunto al vino fiore. Il vino è stato posto in un serbatoio d'acciaio a temperatura di 5°C al fine di agevolare la naturale pulizia.

Al termine della decantazione delle masse il vino, sia quello ottenuto in anfora che quello in acciaio, è stato travasato e suddiviso in due serbatoi, in uno dei quali è stato aggiunto MBK corrispondente ad un'aggiunta di solforosa di 25 mg/l.

Il vino senza solforosa aggiunta è stato filtrato con cartucce e imbottigliato subito. Sulle tesi solfitate, è stato fatto un controllo della solforosa libera e sono state fatte le opportune correzioni, fino ad arrivare a 25 mg/L di solforosa libera. Raggiunto il livello di solforosa desiderato, le tesi sono state filtrate e imbottigliate.

2.5 Protocolli di analisi

Durante questa sperimentazione sono state svolte diverse analisi: indice BSA, Easy-OX e Fen-OX, intensità colorante, analisi polifenoli quantitativa e qualitativa, indice vanillina, stabilità tartarica e proteica.

2.5.1 Easy-OX e Phen-OX

Il Phenox e l'Easyox sono stati misurati tramite il NOMASENSE POLYSCAN C200. NomaSense PolyScan C200 misura in tempo reale il contenuto di polifenoli del vino o del mosto nelle diverse fasi di vinificazione. Il metodo è semplice, diretto e rapido. Un campione viene gocciolato senza alcuna preparazione su elettrodi monouso. I risultati vengono visualizzati sul touch screen dell'analizzatore dopo alcuni secondi sotto forma di indici, EasyOx e PhenOx, che indicano rispettivamente i livelli di polifenoli facilmente ossidabili e i polifenoli totali. L'analisi viene eseguita mediante voltammetria a scansione lineare, consentendo di valutare il livello di polifenoli facilmente ossidabili e il livello di polifenoli totali.

2.5.2 Indice BSA potere Tannante

Il potere tannante è un indice che ci permette di dare una stima dei tannini presenti nel vino reattivi nei confronti dell'albumina di Siero Bovina (BSA); questo indice è più rapido e più affidabile dell'indice di gelatina. Per ogni campione viene preparata una provetta testimone e una provetta per la reazione; il saggio è stato effettuato in due repliche, al fine di avere due misure di torbidità e quindi una maggiore precisione.

Il vino è stato diluito 1:50 con vino modello (5 grammi litro di acido tartarico, 12 % etanolo e pH 3.2) ed è stata misurata la prima torbidità, tramite nefelometro VWR TIR 210. A 20 ml di campione sono stati addizionati 15 ml di una soluzione di BSA in acqua a 0.4 g/l.

Dopo aver effettuato questi passaggi i campioni sono stati lasciati al buio per 45 minuti, al termine è stata misurata la torbidità nuovamente con il nefelometro VWR TIR. Dopo aver raccolto le torbidità su tutti i campioni e di tutte le repliche si è proceduto con il calcolo del potere tannante, mediante la seguente formula:

$$\text{Potere tannante} = \frac{(\text{NTU2} - \text{NTU1})}{0.4}$$

2.5.3 Pre-purificazione polifenoli

Prima di eseguire alcuni test sui polifenoli, è stata necessaria una pre-purificazione su cartucce C18. Sono state utilizzate le cartucce Thermo Scientific™ HyperSep™ C18, che sono state preventivamente attivate con 5 ml di metanolo puro, e successivamente equilibrate con 10 ml di acido cloridrico 0.01N.

I campioni da caricare in cartuccia sono stati prima filtrati (0.45µm) e poi diluiti con acido cloridrico 0.01N per diluire il contenuto alcolico che potrebbe interferire con l'interazione dei polifenoli sulla cartuccia. Per lo Chardonnay sono stati presi 10 ml di campione e 10 ml di HCl 0.01N; per il Merlot invece sono stati presi 5 ml di campione e 10 ml di HCl 0.01N. Dopo aver passato in cartuccia i campioni, è stato eseguito un lavaggio con 10 ml di HCl 0.01N così da rimuovere bene tutte le componenti indesiderate, infine i polifenoli attaccati alla cartuccia sono stati eluiti con 2 ml di metanolo. L'estratto per lo Chardonnay sarà concentrato 5 volte mentre per il Merlot sarà concentrato 2.5 volte.

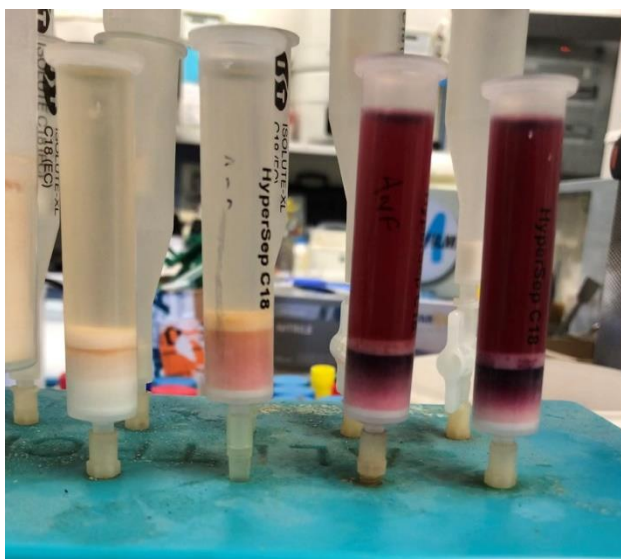


Figura 7 Cartucce C18

2.5.4 Analisi polifenoli quantitativa

L'analisi della concentrazione fenolica è stata eseguita sulla base della procedura sviluppata da Singleton e Rossi (1965), utilizzando l'estratto di polifenoli precedentemente preparato. La reazione è stata eseguita direttamente in micropiastre ELISA mettendo nei singoli pozzetti 20 μ l di campione, opportunamente diluito in acqua, e 100 μ l di reagente di Folin-Ciocalteau diluito 1/10 con acqua. Dopo aver aggiunto 80 μ l di una soluzione 7,5% p/v di NaCO_3 è seguita un'incubazione a 40°C per 30 minuti. Si è proceduto quindi con la lettura a 725 nm tramite lettore di piastre Microplate Reader LT-4000 equipaggiato con software Manta. La retta di taratura è stata preparata mediante diluizioni seriali di acido gallico da 0.2 a 0.0125 mg/ml.

2.5.5 Analisi polifenoli qualitativa

L'analisi dei polifenoli qualitativa è stata eseguita mediante iniezione in HPLC utilizzando una colonna C18 Kinetex (Phenomenex) montata su HPLC Shimadzu e detection con diode array detector.

Sono stati caricati 10 μ l di ciascun estratto, che sono stati separati con un gradiente di metanolo + 0.1% TFA (acido trifluoroacetico) in acqua + 0,1% TFA.

La quantificazione dei singoli composti è stata eseguita mediante iniezione in colonna di standard commerciali (acido gallico, acido protocatechico, tirosolo, acido caftarico, quercetina-3-glucuronide, catechina, epicatechina e cianidina). Per la quantificazione sono state scelte come lunghezze d'onda 350 nm per quercetina-3-glucuronide e acido caftarico, 520 nm per gli antociani e 280 nm per tutti gli altri composti.



Figura 8 HPLC utilizzata in questa sperimentazione

2.5.6 Analisi tannini reattivi alla vanillina

L'analisi dell'indice di vanillina è stata eseguita secondo il metodo di (Di Stefano, 1989) a sua volta tratto da (Broadhurst, 1978).

In breve, gli estratti ottenuti dalle cartucce C18 sono stati opportunamente diluiti, quindi 100 μ l sono stati mescolati con 600 μ l di vanillina 4% in metanolo e 300 μ l di acido cloridrico concentrato.

Dopo 15 minuti a 20°C è stata eseguita la lettura a 500 nm. Nel caso dei vini rossi, per togliere l'interferenza dovuta alla presenza di antociani, è stato preparato anche un bianco con gli stessi volumi ma senza vanillina. La quantificazione è stata eseguita utilizzando una retta di calibrazione con catechina da 30 a 500 mg/l in metanolo.

Le analisi sono state eseguite in triplicato.

2.5.7 Analisi stabilità tartarica

La stabilità tartarica dei vini al termine della macerazione post-fermentativa è stata misurata tramite il "Tartarcheck" (Ing. Bullio). Il "Tartarcheck" è uno strumento che si basa sul principio di accelerazione della precipitazione del THK aggiungendone in eccesso sotto forma di fini cristalli. La cinetica di precipitazione viene seguita misurando la conducibilità elettrica del campione, che dipende dagli ioni in soluzione, dunque non ancora precipitati, in una camera termostata la cui temperatura segue un predefinito profilo temporale mediante pompa di calore controllata dal software. La TS è determinata mediante intersezione tra i profili termici della conducibilità sia in assenza che in presenza di cristalli THK.

2.5.8 Analisi stabilità proteica

Per valutare la stabilità proteica dei vini dopo la fermentazione, è stato condotto un test di stabilità a caldo secondo il protocollo di (Pocock, et al., 1973). I campioni sono stati innanzitutto sottoposti a filtrazione con filtri in acetato di cellulosa (0,45 µm) e, successivamente, è stata misurata la loro torbidità (turbidimetro VWR TIR 210). Quindi sono stati messi in stufa a 80°C per 6 ore e raffreddati a 4°C per 16 ore. In queste condizioni le eventuali proteine instabili precipitano formando torbidità. Valori netti di torbidità (differenza tra la torbidità prima e dopo il riscaldamento) superiori a 2 indicano che il vino è instabile.

2.5.9 Intensità colorante

Al termine della macerazione post fermentativa è stata eseguita anche la lettura allo spettrofotometro della densità colorante dei quattro vini. Il vino prima di essere utilizzato per questa analisi è stato filtrato (GF/A); per la lettura dell'intensità colorante dei vini Chardonnay è stata utilizzata una cuvetta da 1 cm, ed è stata fatta la lettura a 420 nm. L'intensità colorante dei Merlot invece è stata misurata inserendo il campione in una cuvetta di quarzo da 1 mm e si è andati a rilevare i dati ad assorbanze a 420 nm, 520 nm e 620 nm. L'intensità colorante è stata calcolata come somma dei tre valori. Per i vini rossi è stata calcolata anche la tonalità, in genere hanno valori compresi tra 0.5 e 0.75, mediante la seguente formula:

$$TONALITÀ = \frac{\text{ASSORBANZA A 420nm}}{\text{ASSORBANZA A 520nm}}$$

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Andamento fermentazione Chardonnay

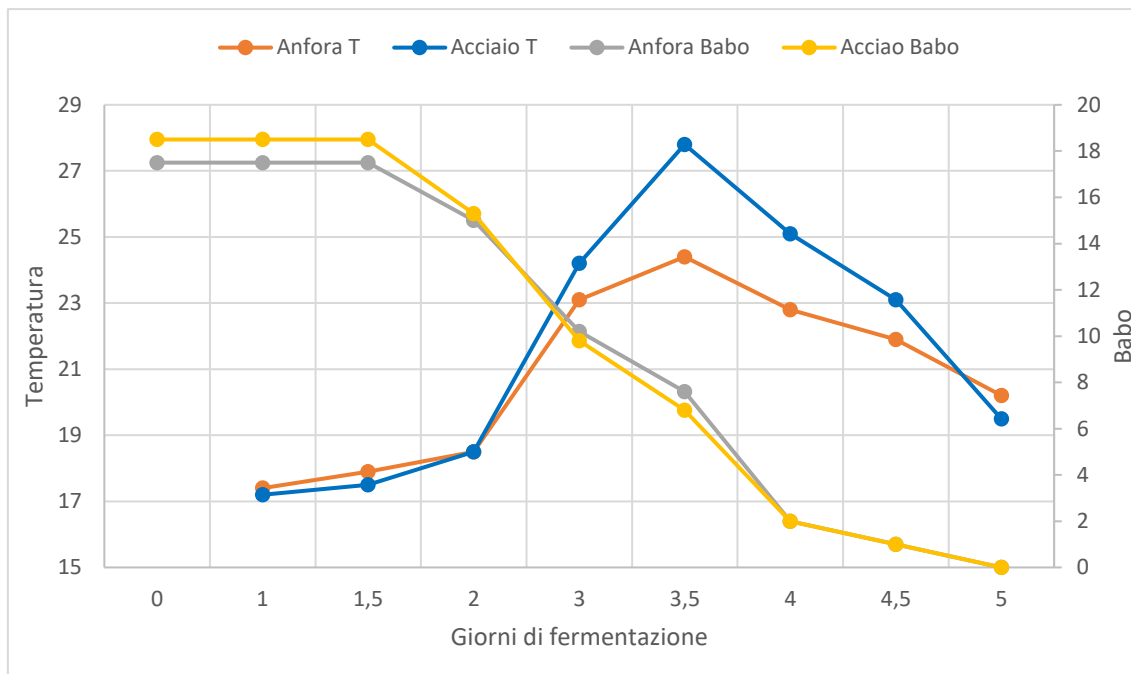


Figura 9 Curve di andamento fermentazione Chardonnay

L'andamento della fermentazione dello Chardonnay ha mostrato come il consumo di zuccheri e il conseguente aumento di temperatura siano iniziati in maniera evidente dopo i primi due giorni. Dopo un inizio simile, a partire dal terzo giorno si è osservato un aumento di temperatura molto più marcato nel contenitore di acciaio, con valori che hanno superato i 27°C, contro il picco massimo di 24.4 °C in anfora. Questo comportamento è stato inaspettato, in quanto l'acciaio è un buon conduttore di temperatura e ci si sarebbe aspettata una maggiore dissipazione del calore prodotto dai lieviti durante la fermentazione. Come prova di questo fenomeno, le pareti del semprepieno al contatto risultavano calde, mentre non si è percepita nessuna emissione di calore dalle pareti dell'anfora. Forse una possibile spiegazione potrebbe essere ricercata nella diversa forma dei contenitori, infatti l'anfora è più alta e stretta rispetto al semprepieno, e, nonostante una minore trasmissione del calore, ha comunque un maggiore rapporto superficie/volume attraverso cui dissipare l'eccesso di calore.

Nonostante questa differenza di temperatura, il calo di zuccheri misurato in Babo ha mostrato un andamento simile nelle due prove. Non è da escludere, però, un effetto sulla composizione del vino, in quanto la temperatura influisce sull'estrazione dei polifenoli, oltre che sul metabolismo dei lieviti.

3.2 Andamento fermentazione Merlot

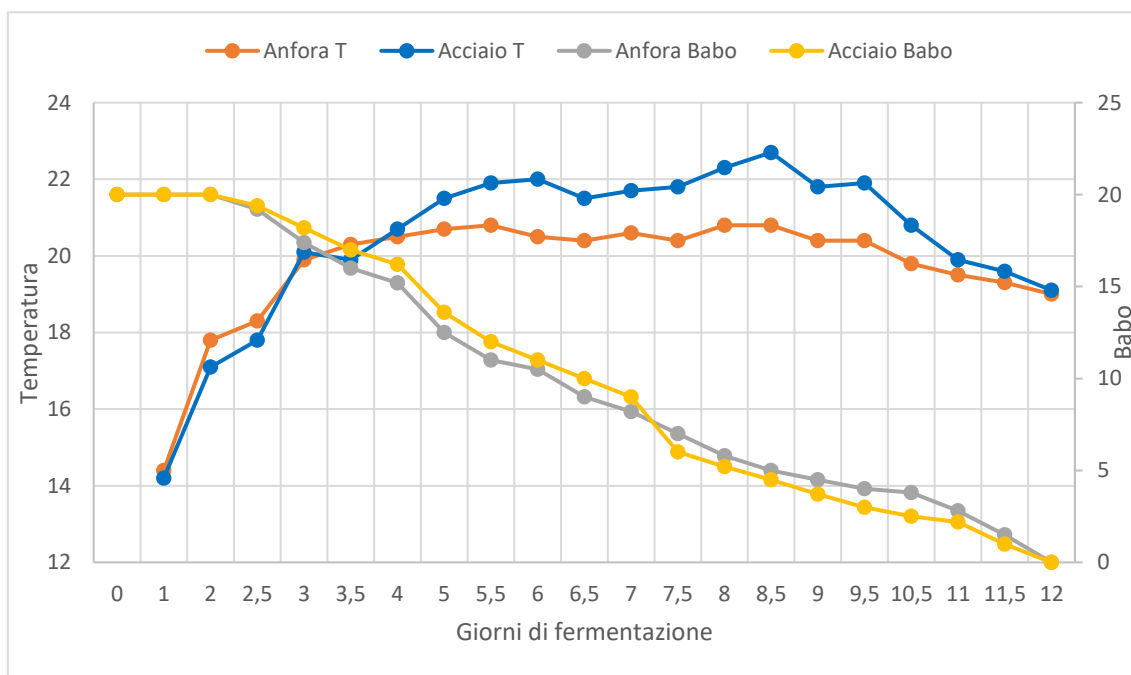


Figura 10 Curve andamento fermentazione Merlot

Anche nella fermentazione del Merlot è stato possibile osservare lo stesso comportamento, in questo caso dopo 3.5 giorni la temperatura della vinificazione in acciaio ha superato quella dell'anfora, rimanendo più alta per tutta la durata della fermentazione. In questo caso, però, forse a causa del fatto che la fermentazione è stata più lunga e regolare, la temperatura massima non ha mai superato i 23 °C.

Nell'andamento della temperatura si può evidenziare anche il momento in cui è stata fatta la seconda aggiunta di nutrimento azotato (sesto giorno), in cui si è visto l'incremento di attività fermentativa.

3.3 Easy-OX e Phen-OX Chardonnay

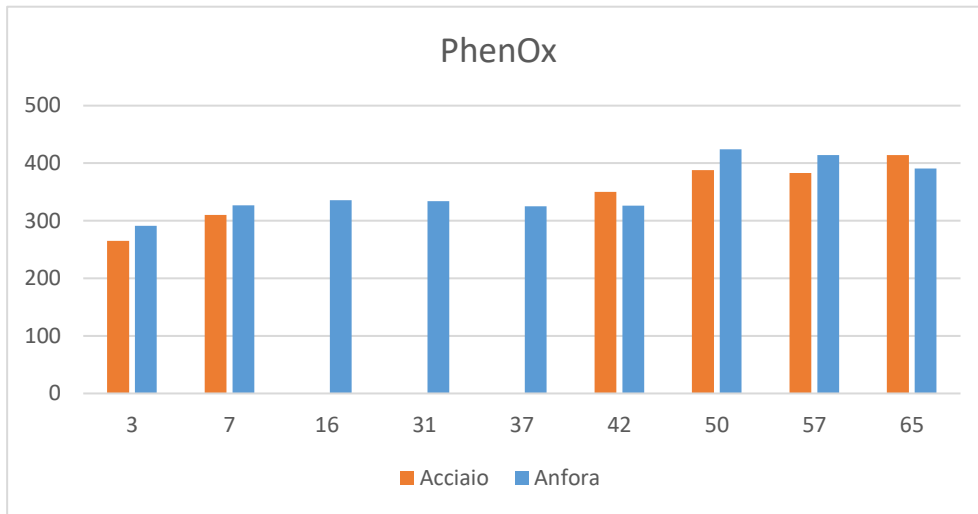


Figura 11 Grafico indice PhenOx Chardonnay

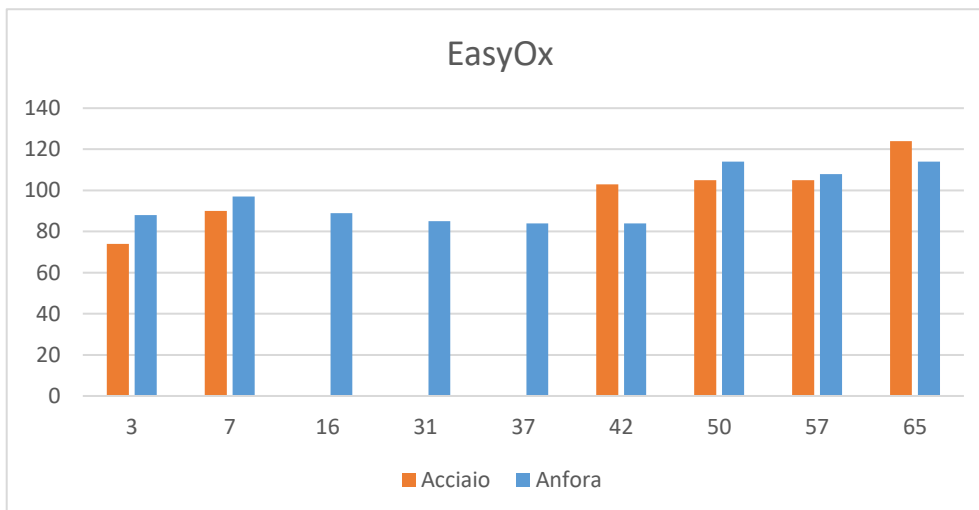


Figura 12 Grafico indice EasyOx Chardonnay

I parametri misurati con il Polyscan permettono di eseguire delle analisi rapide sia quantitative che qualitative sui polifenoli del vino. Utilizzando questo strumento, che permette di eseguire l'analisi in pochissimi minuti, è stato possibile determinare l'andamento dei polifenoli durante tutto il periodo di fermentazione e affinamento.

Il Phenox è un indice (che quindi non ha un'unità di misura) correlato con il contenuto di polifenoli totali. Nello Chardonnay si può effettivamente notare un aumento dei polifenoli

totali nel tempo. Per l'acciaio, a causa di un problema di campionamento, sono stati persi tre punti intermedi, ma è comunque evidente che il vino tenuto in anfora ha sempre un contenuto di polifenoli più alto, nonostante la temperatura di fermentazione, che ha un effetto estrattivo, abbia raggiunto valori più alti nel vino in acciaio. Nella cinetica di estrazione, invece, si può evidenziare un aumento fino a fine fermentazione, una stabilizzazione fino a circa 40 gg per poi tornare a salire nel periodo successivo.

L'Easyox, è invece un parametro più qualitativo, che indica non tutti i polifenoli, ma solo la frazione più facilmente ossidabile, e quindi dovrebbe dare una indicazione sulla stabilità ossidativa del vino. L'andamento dell'Easyox nei due vini ha seguito quello del Phenox, rimanendo più alto nel vino conservato in anfora, e indicando quindi che nei due contenitori si è verificata una differenza di estrazione solo dal punto di vista quantitativo, ma non qualitativo.

3.4 Easy-OX e Phen-OX Merlot

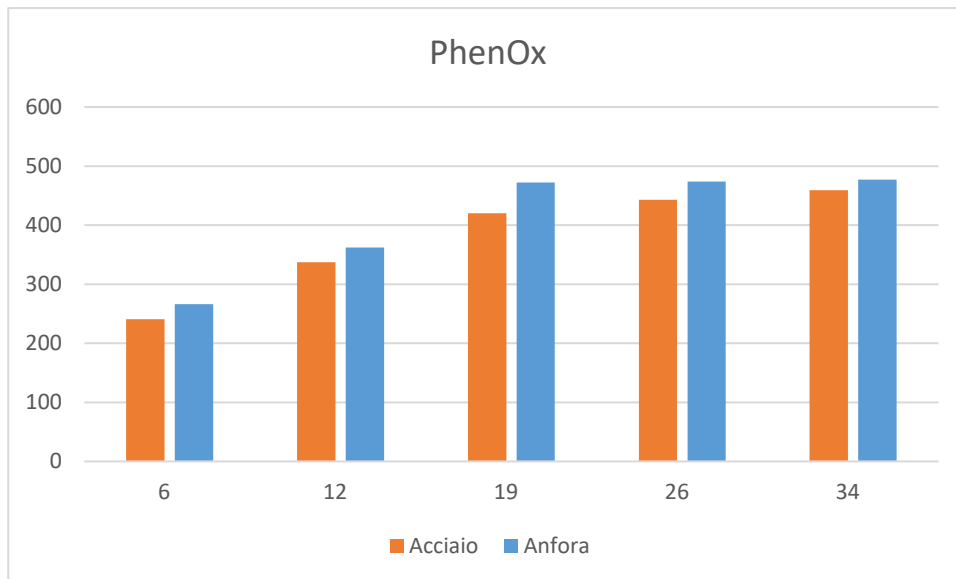


Figura 13 Grafico indice PhenOx Merlot

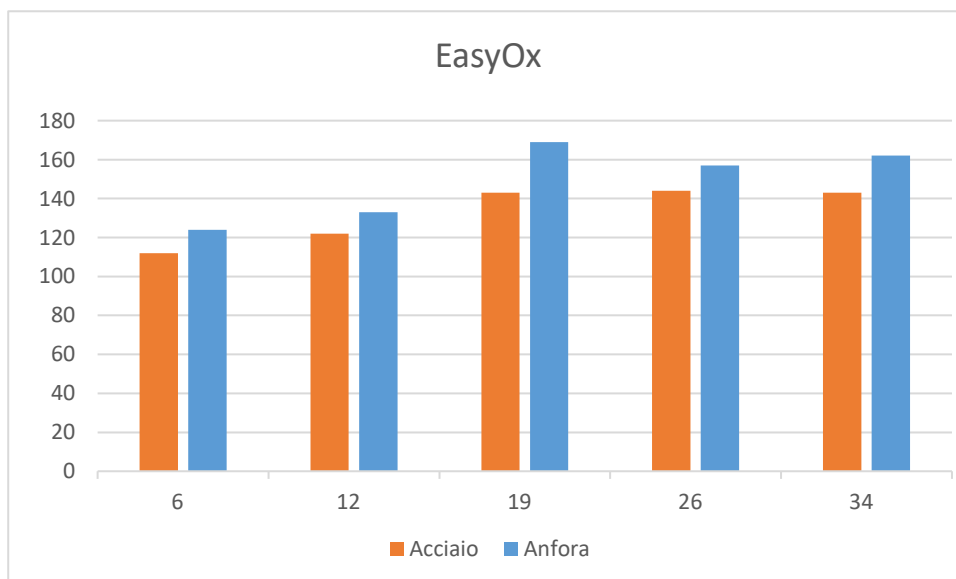


Figura 14 Grafico indice EasyOx Merlot

Anche sul Merlot si è confermato che il Phenox e l'Easyox sono più alti nel vino in anfora rispetto a quello in acciaio. In questo caso l'estrazione aumenta nei primi 20 giorni, per poi rimanere costante nei due prelievi successivi.

3.5 Analisi polifenoli quantitativa Chardonnay

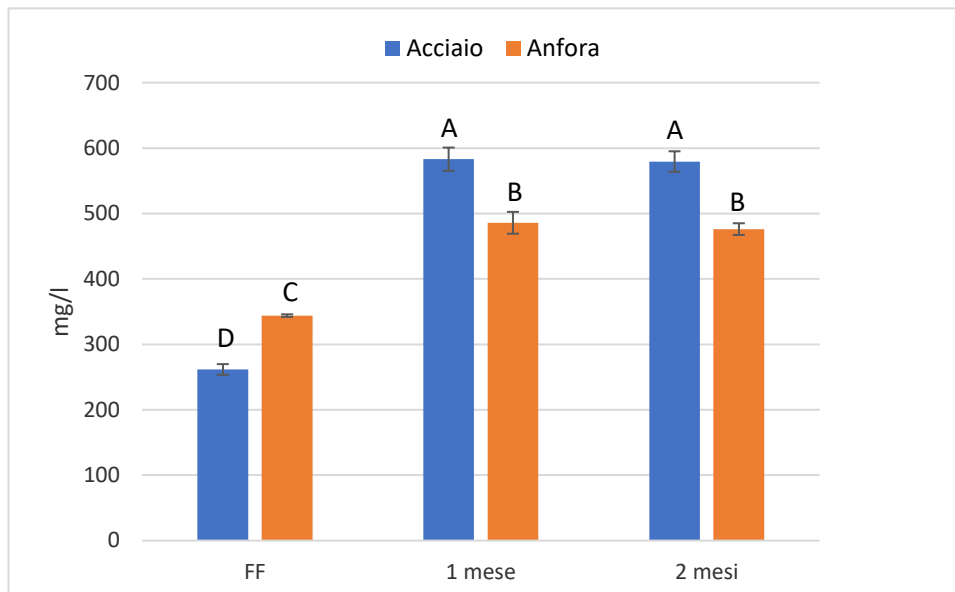


Figura 15 Grafico polifenoli totali Chardonnay

Sui campioni di vino prelevati a fine fermentazione, dopo 1 mese e dopo 2 mesi (solo per lo Chardonnay) è stata fatta anche un'analisi più specifica dei polifenoli. Uno dei test effettuati è l'analisi del contenuto di polifenoli totali misurati con il test colorimetrico del Folin Ciocalteau. I valori misurati in questo modo mettono ancora in evidenza il rilascio ulteriore di polifenoli dalle bucce e dai vinaccioli nella fase post-fermentativa, confermando i dati del Polyscan, ma mentre l'indice Phenox ha continuato ad aumentare anche nel secondo mese di affinamento, il test Folin Ciocalteau ha messo in evidenza una stabilizzazione del contenuto fenolico, sia in acciaio che in anfora. Un'altra differenza, è che, al contrario di quanto osservato con il Phenox, il vino tenuto in anfora ha mostrato un contenuto di polifenoli minore rispetto allo stesso vino conservato in acciaio.

Non è chiaro quale potrebbe essere il motivo di questa differenza di risposta tra Polyscan e polifenoli totali, ma anche i dati delle analisi successive sembrano confermare che in anfora c'è stata una minore estrazione dei polifenoli.

3.6 Analisi polifenoli quantitativa Merlot

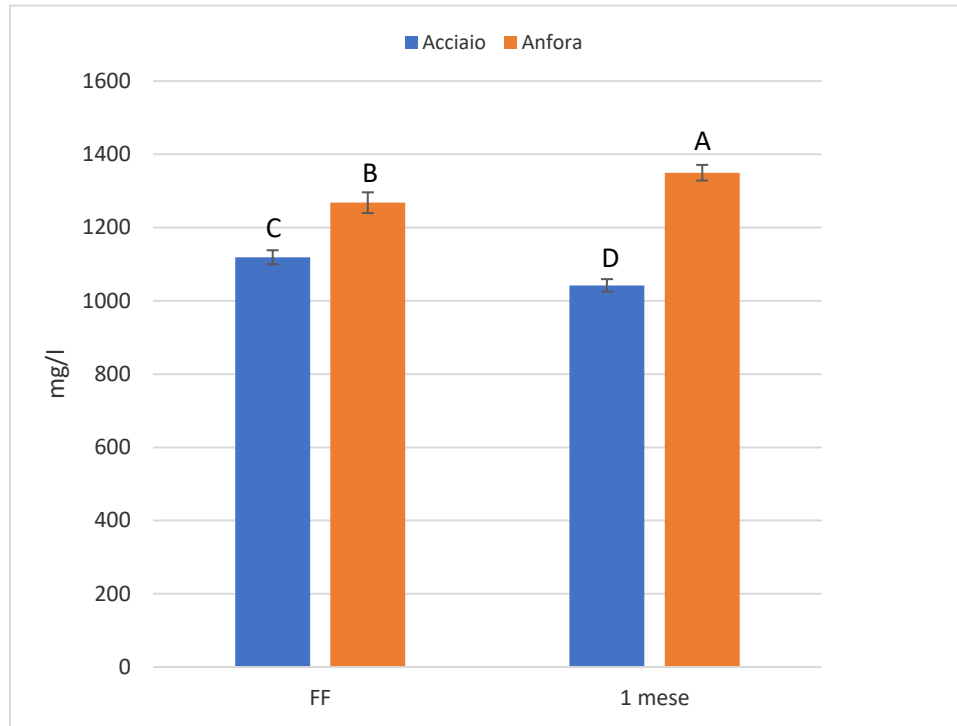


Figura 16 Grafico polifenoli totali Merlot

Nel caso del Merlot, al contrario di quanto visto con lo Chardonnay, l'analisi dei polifenoli totali conferma quanto visto con il Polyscan, cioè si può osservare un maggior contenuto di polifenoli estratti nel caso della vinificazione in anfora.

Non ci sono dati di letteratura a supporto di questo comportamento, come abbiamo visto una differenza di estrazione potrebbe essere legata alla diversa temperatura di fermentazione raggiunta nei due diversi contenitori, come riportato da (Pajovic', et al., 2011). Un'altra possibile ipotesi potrebbe essere dovuta ad un diverso micro-rimescolamento causato dalla fuoriuscita della anidride carbonica di fermentazione in due contenitori dalla forma così differente. Ricordiamo però che in entrambi i casi è stata eseguita una doppia follatura giornaliera.

In letteratura si parla anche di una diversa porosità della terracotta rispetto all'acciaio, che potrebbe avere una ricaduta sulla complessazione/precipitazione di componenti fenoliche in presenza di diversi contenuti di ossigeno. I dati riportati in letteratura però si riferiscono

a tempi lunghi di sosta, mentre 1-2 mesi di macerazione post fermentativa non sono sufficienti a spiegare le differenze osservate.

3.7 Analisi polifenoli qualitativa Chardonnay

Oltre ad un'analisi puramente quantitativa dei polifenoli, è stata eseguita anche un'analisi HPLC con l'obiettivo di identificare i principali composti fenolici presenti e valutare la loro diversa evoluzione durante la macerazione nei due diversi contenitori.

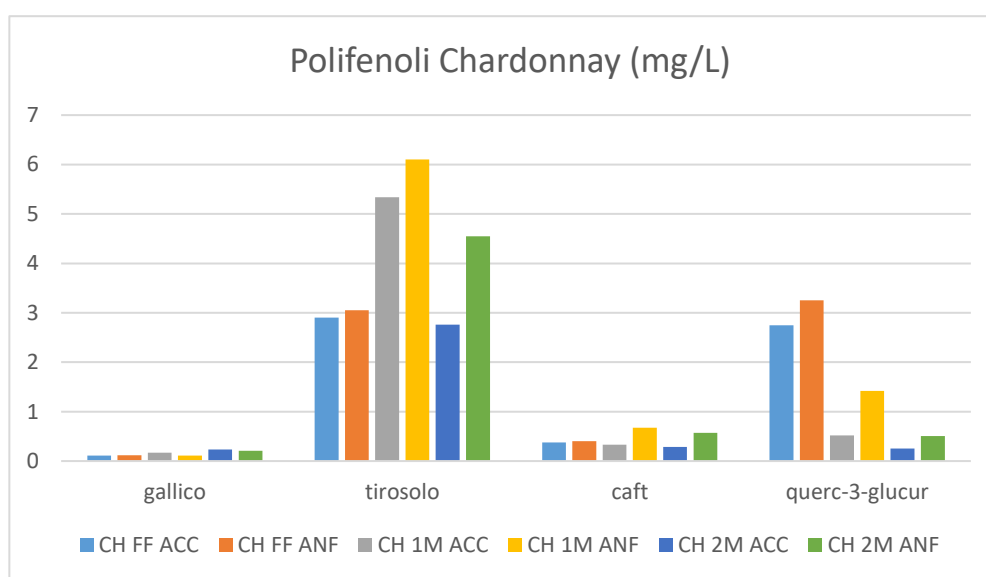


Figura 17 Grafico polifenoli Chardonnay

Alcuni composti, come l'acido gallico e l'acido caftarico sono normalmente presenti in basse concentrazioni, in quanto composti facilmente ossidabili che scompaiono rapidamente nei vini pur essendo presenti in discrete quantità nei mosti.

Il tirosolo è un composto che deriva dal metabolismo dei lieviti e il cui contenuto dipende dalla presenza di precursori nel mosto. Come atteso, non sono state riscontrate differenze a fine fermentazione dei due contenitori. Si è osservato però un aumento al primo mese di macerazione, che potrebbe essere spiegato da un rilascio dei lieviti nelle fasi post fermentative. In questo caso si osserva un maggiore rilascio in anfora, differenza che rimane anche al secondo mese di macerazione, in cui si osserva una diminuzione del tirosolo, probabilmente per complessazione con altri composti fenolici.

La quercetina e i suoi derivati, di cui la quercetina-3-glucuronide è il composto più rappresentato nell'uva, sono composti che normalmente nei vini bianchi sono presenti in basse quantità, a causa del fatto che sono localizzati nella buccia. In questo caso, visto il contatto prolungato, la quercetina-3-glucuronide è stata riscontrata nei vini a fine fermentazione, con pochissime differenze tra acciaio e anfora. Nel periodo successivo la molecola è diminuita gradualmente, molto probabilmente a causa dei naturali fenomeni enzimatici che possono rompere il legame glicosidico.

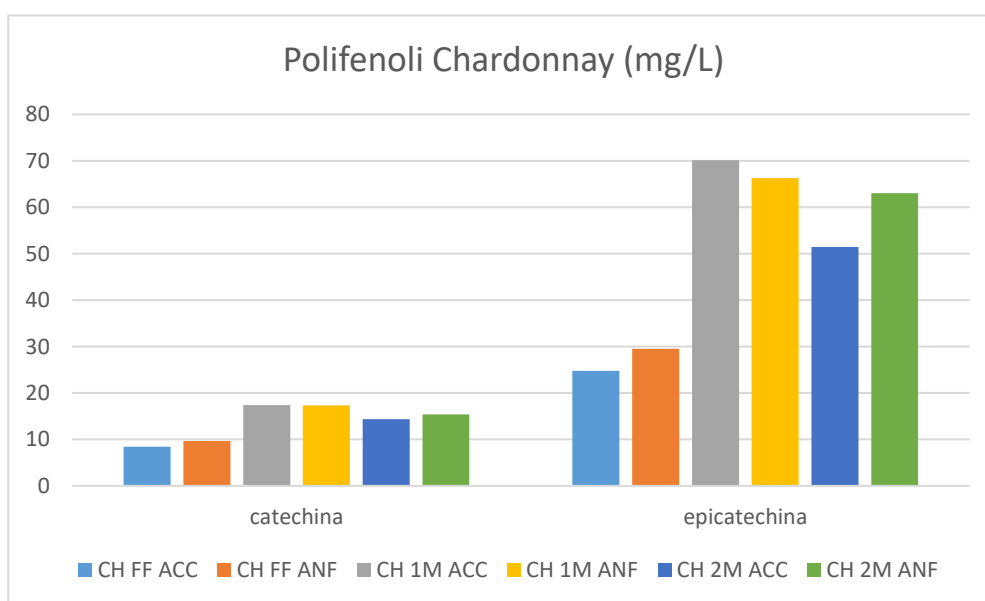


Figura 18 Grafico polifenoli Chardonnay

I composti fenolici rilevati in quantità maggiore sono stati catechina ed epicatechina. Si tratta di composti naturalmente presenti nelle bucce e nei semi dell'uva, e che possono anche aumentare nel tempo a causa dell'idrolisi dei tannini condensati. Si tratta anche di composti che notoriamente conferiscono sensazioni amare al vino.

Anche per questi composti si osserva nello Chardonnay un aumento da fine fermentazione a 1 mese di macerazione, indicando che l'estrazione di queste molecole è continuata anche nella fase post-fermentativa. Ad 1 mese di macerazione i valori tra i due contenitori sono abbastanza simili. Nel successivo mese si osserva una diminuzione di catechina ed epicatechina: come osservato prima, con un contatto prolungato, ci si aspetterebbe in realtà un ulteriore rilascio dovuto all'idrolisi dei tannini, la diminuzione qui osservata

potrebbe essere imputata ad una diversa cinetica di ossidazione. Le catechine, infatti, sono considerate tra i composti più facilmente ossidabili, che in presenza di ossigeno danno origine a cationi xantilio colorati di giallo (Nour-Eddine Es-Safi, 1999). In questo caso il vino conservato in acciaio ha mostrato una diminuzione più importante di catechina e soprattutto di epicatechina, ad indicare probabilmente un maggiore ingresso di ossigeno.

Da notare che poi questo fatto verrà confermato dall'analisi dell'assorbanza a 420 nm che verrà discussa più avanti.

3.8 Analisi polifenoli qualitativa Merlot

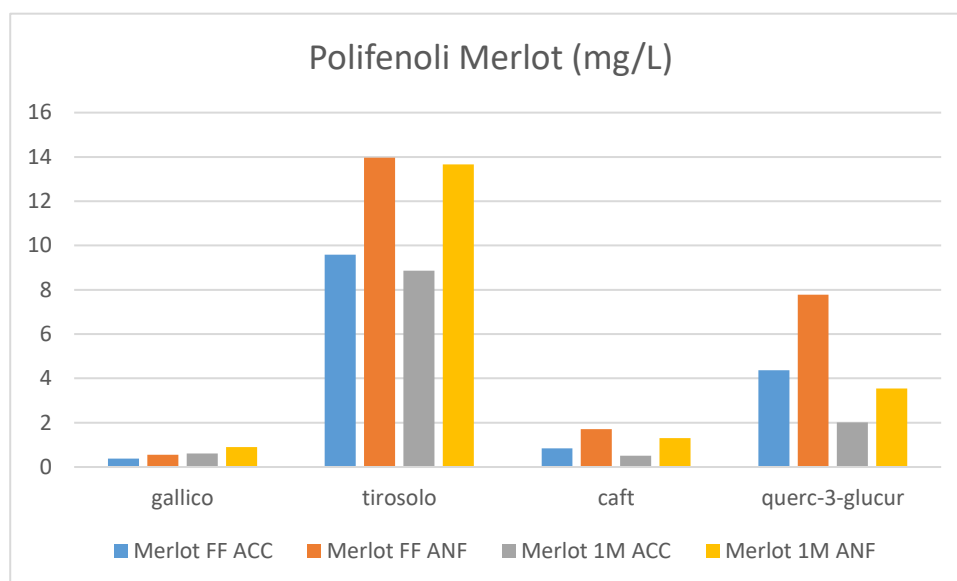


Figura 19 Grafico polifenoli Merlot

Per quanto riguarda il Merlot, anche in questo caso acido gallico e acido caftarico sono stati rilevati a basse concentrazioni. Il tirosolo ha mostrato un contenuto praticamente doppio rispetto allo Chardonnay, ma ricordiamo che questo composto deriva dall'attività dei lieviti e che il Merlot ha avuto una fermentazione più lunga rispetto allo Chardonnay. Contrariamente a quanto visto nel vino bianco, non c'è stata ulteriore evoluzione del tirosolo dopo la fine della fermentazione alcolica, mentre è stata osservata una maggiore produzione nel vino fermentato in anfora. Anche la quercetina-3-glucuronide ha avuto una maggiore estrazione in anfora e, come osservato anche nella vinificazione del bianco, si è osservata una diminuzione nel mese successivo.

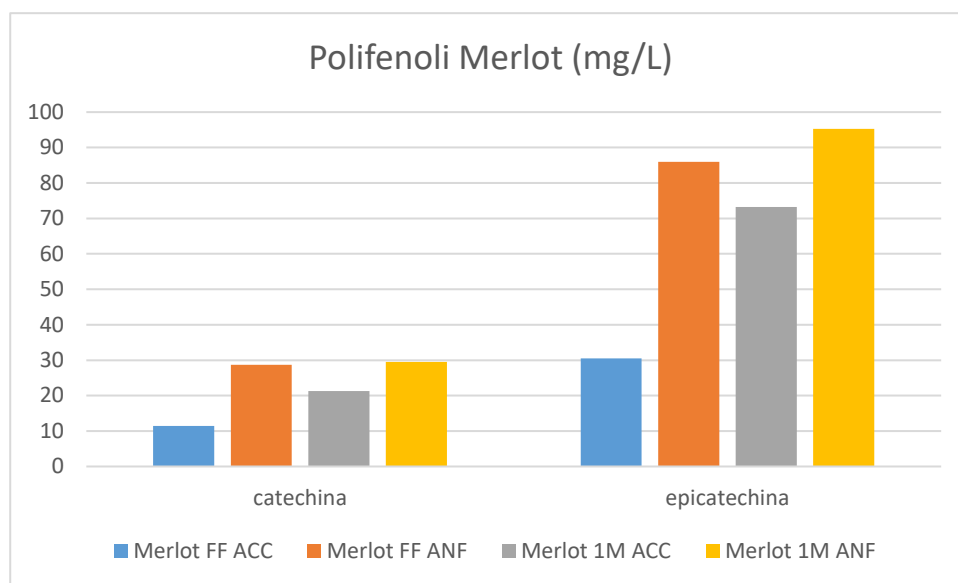


Figura 20 Grafico polifenoli Merlot

Anche catechina ed epicatechina sono risultate maggiormente estratte nel vino in anfora, confermando di fatto l'analisi dei polifenoli totali e anche quella del Phenox. In questo caso la macerazione è durata solo 1 mese; quindi, si è potuto osservare l'aumento delle catechine dopo la fine della fermentazione alcolica, ma non sappiamo dire se anche in questo vino un'ulteriore sosta sulle vinacce avrebbe potuto causare una loro diminuzione.

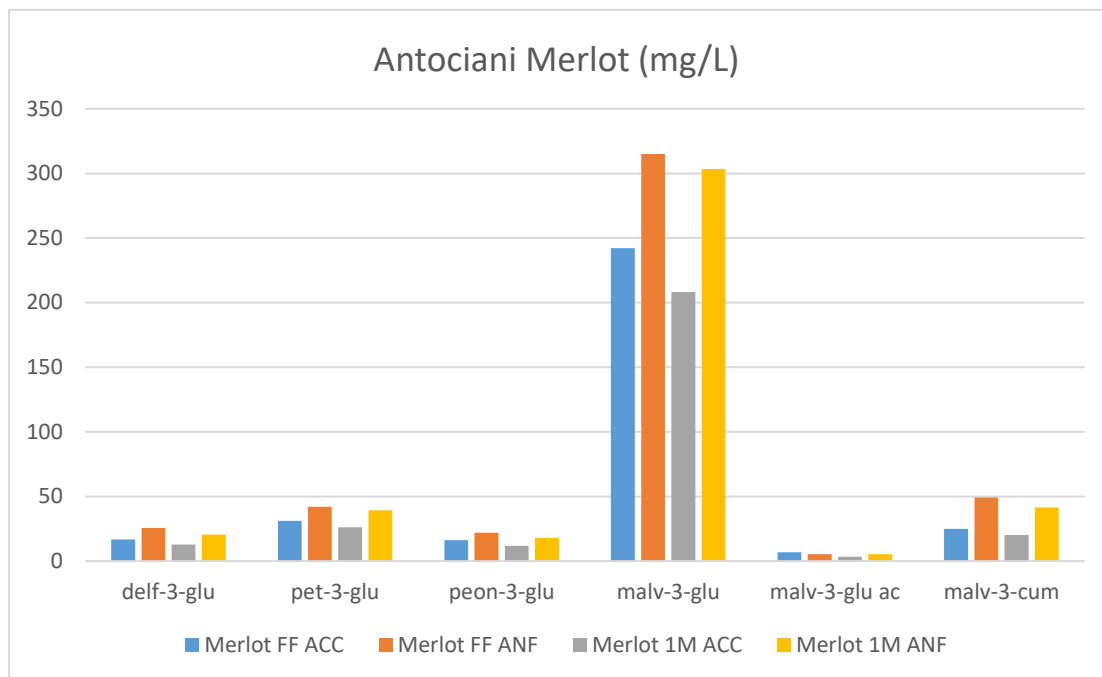


Figura 21 Grafico Antociani Merlot

Nel caso del Merlot è stata fatta anche una determinazione quali-quantitativa dei principali antociani. Si è potuta osservare per tutti i composti presi in esame una maggiore estrazione in anfora già a fine fermentazione alcolica. Dopo 1 mese di macerazione gli antociani sono diminuiti, e questo è del tutto fisiologico, in quanto è noto che una parte di queste molecole viene riassorbita dalle parti solide, inoltre questi composti partecipano anche a fenomeni di complessazione con i tannini per formare pigmenti polimerici. Si può però osservare che nel caso dell'acciaio la diminuzione è stata più evidente (14%) rispetto all'anfora (4%), forse anche in questo caso a causa di una maggiore ossidazione, come suggerito nel caso dello Chardonnay. Anche in questo caso i dati supportano le analisi sul colore che verranno descritte successivamente.

3.9 Analisi intensità colorante

Le letture allo spettrofotometro hanno riportato i seguenti dati.

CAMPIONE	VALORI
CHARDONNAY ACCIAIO 2 MESI	420nm → 0.348
CHARDONNAY ANFORA 2 MESI	420nm → 0.169
MERLOT ACCIAIO 1 MESE	420nm → 0.327
	520nm → 0.717
	620nm → 0.106
	INTENSITA' → 1.150
	TONALITÀ → 0.46
MERLOT ANFORA 1 MESE	420nm → 0.390
	520nm → 0.907
	620nm → 0.135
	INTENSITA' → 1.432
	TONALITÀ → 0.43

Tabella 2 Valori intensità colorante campioni

L'analisi del colore giallo sullo Chardonnay mette in evidenza una maggiore ossidazione nel vino in acciaio, a conferma dei dati sulle catechine che si sono abbassate più velocemente in acciaio che in anfora.

Anche per quanto riguarda il Merlot l'analisi dell'intensità colorante conferma i dati analitici fin qui descritti, cioè una maggiore estrazione dei composti fenolici nella vinificazione in anfora rispetto a quella in acciaio. Oltre al dato quantitativo fornito dall'intensità colorante, è possibile anche osservare, mediante il parametro tonalità (assorbanza 420 nm/assorbanza 520 nm), che in anfora la componente gialla è percentualmente più bassa, confermando quindi anche una minore ossidazione rispetto alla vinificazione in acciaio.

3.10 Analisi tannini reattivi alla vanillina Chardonnay

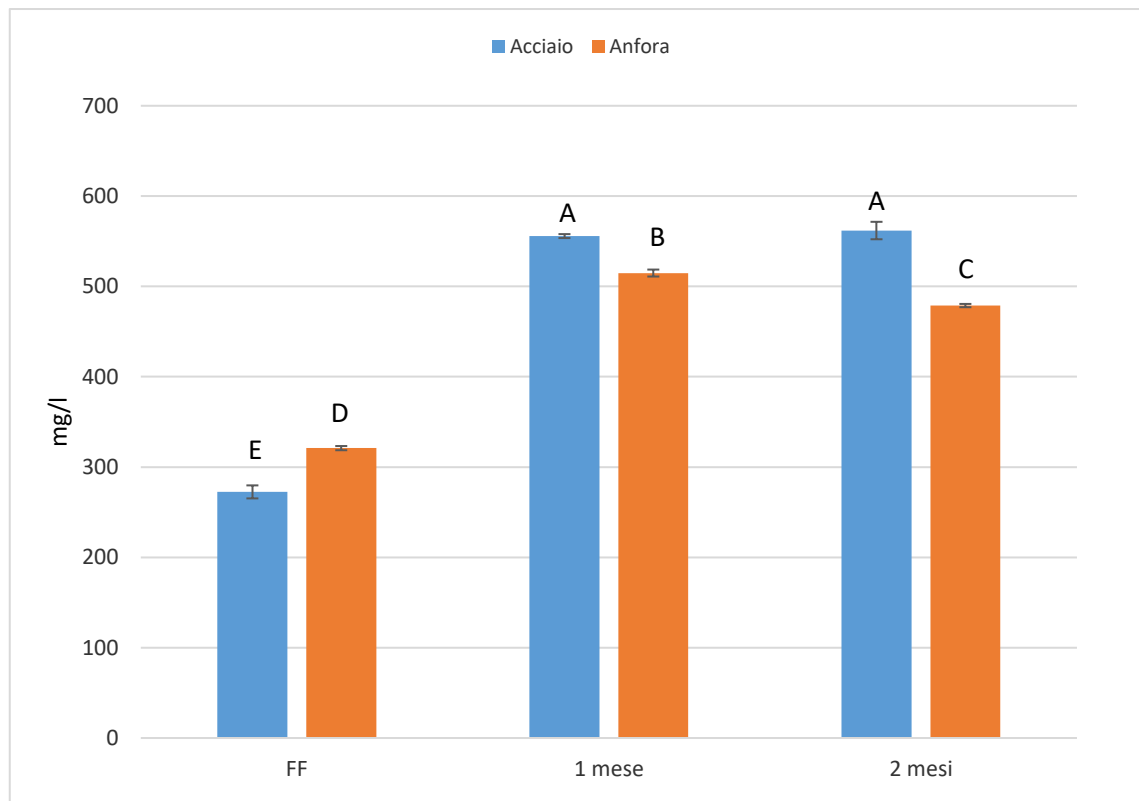


Figura 22 Grafico indice di vanillina Chardonnay

Un'ulteriore analisi ha riguardato la componente dei tannini, legati alla percezione di astringenza.

I tannini reattivi alla vanillina sono solo i tannini condensati, che reagiscono con la vanillina tramite la loro unità terminale libera.

Come osservato per i polifenoli totali, dopo la fine fermentazione, in cui il vino in anfora aveva un contenuto maggiore, la situazione si è invertita con un maggiore rilascio di tannini in acciaio rispetto all'anfora. Nel secondo mese di macerazione, il contenuto di tannini in acciaio è rimasto uguale, mentre si è osservata una diminuzione significativa del 7% in anfora. Se consideriamo i dati sulle catechine, il vino che ha subito più ossidazione dovrebbe essere quello in acciaio, quindi non possiamo attribuire questa diminuzione dei tannini in anfora ad un effetto legato all'ossigeno. Probabilmente sono coinvolti altri fenomeni di interazione con le altre componenti del vino.

3.11 Analisi tannini reattivi alla vanillina Merlot

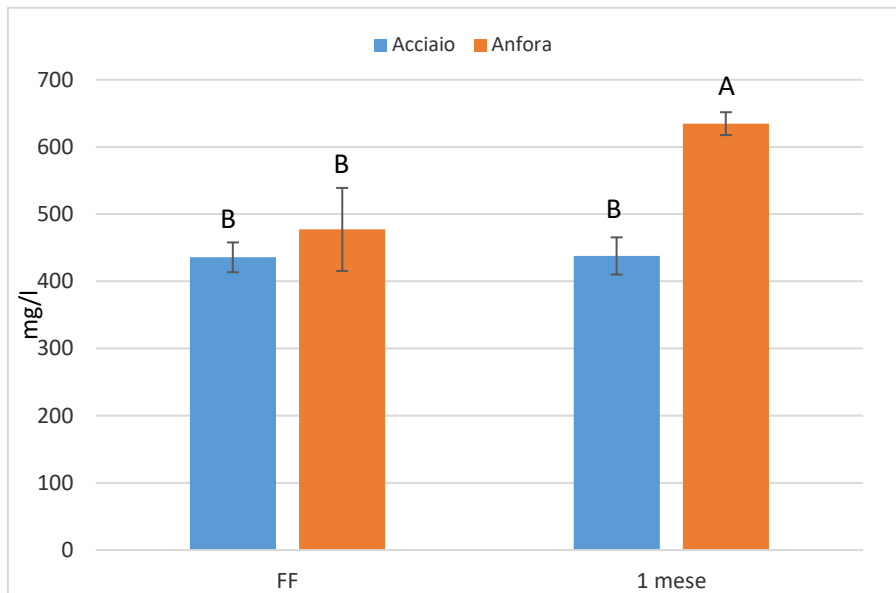


Figura 23 Grafico indice di vanillina Merlot

Nel caso del Merlot la differenza tra i due contenitori è stata inferiore almeno fino a fine fermentazione, mentre poi i tannini sono aumentati nel successivo mese di maturazione in maniera più significativi nel vino in anfora che in quello in acciaio.

3.12 Potere tannante

L'analisi quantitativa dei tannini è sicuramente un dato importante, ma non è sufficiente a dare un'idea del grado di astringenza di un vino. Infatti, l'analisi con la vanillina ci dice quanti tannini condensati sono presenti, ma non il loro grado di polimerizzazione, che è direttamente responsabile del livello di astringenza.

Per determinare l'astringenza esistono diversi metodi empirici, uno dei primi sviluppati è il potere tannante, che prendendo come modello la albumina di siero bovino (BSA) valuta l'intensità di reazione dei tannini con le proteine misurando la torbidità sviluppata in soluzione.

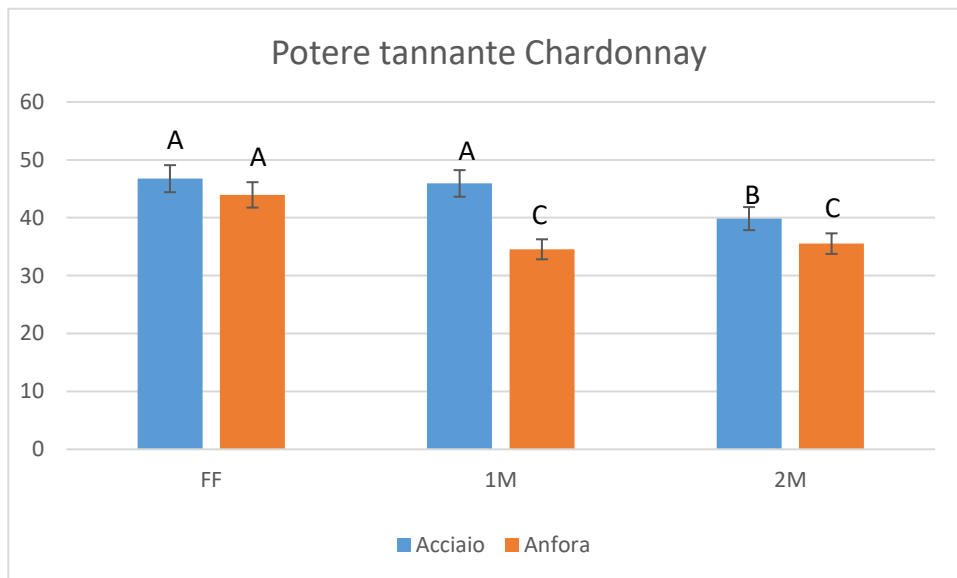


Figura 24 Grafico potere tannante Chardonnay

Nello Chardonnay si può vedere come a fine fermentazione il potere tannante fosse maggiore nonostante il minor contenuto di tannini. Si conferma però che il vino in acciaio, avendo un maggiore contenuto di tannini, è anche quello con il più alto potere tannante. La diminuzione del potere tannante nel tempo potrebbe proprio essere dovuta a interazioni dei tannini con le altre componenti del vino, sia polifenoliche che polisaccharidiche.

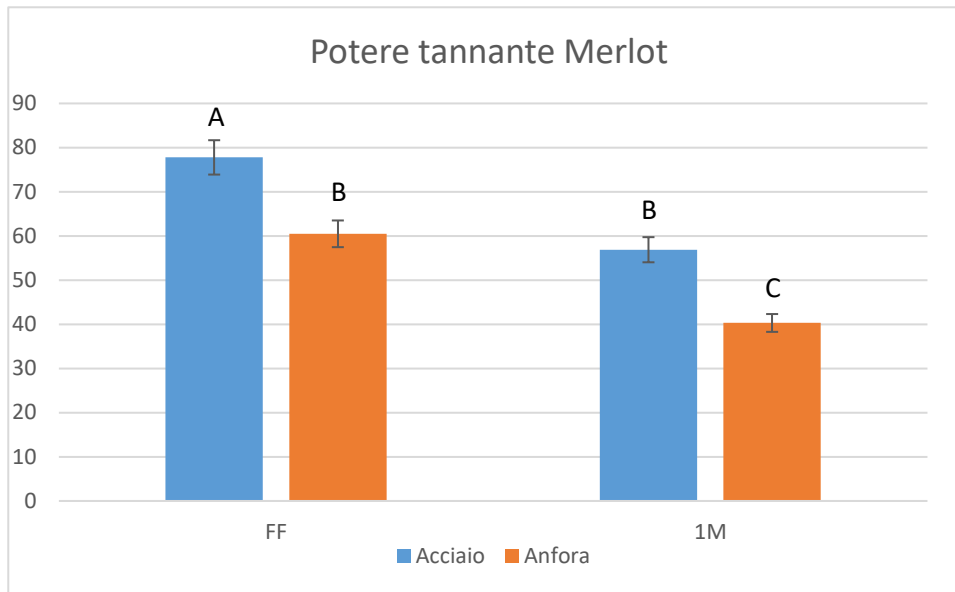


Figura25 Grafico potere tannante Merlot

Il caso del Merlot dimostra proprio quanto la determinazione quantitativa non sempre sia corrispondente alla misura dell'astringenza. Infatti, pur avendo il Merlot in acciaio un contenuto inferiore di tannini reattivi alla vanillina, il potere tannante è risultato inferiore nel vino in anfora.

Anche in questo caso si è osservato che nonostante l'aumento quantitativo dei tannini durante la macerazione, il potere tannante è diminuito.

3.13 Analisi stabilità tartarica

I valori trovati per la stabilità tartarica dei vini macerati in acciaio e anfora sono i seguenti:

CAMPIONE	VALORI
CHARDONNAY ACCIAIO 2 MESI	58 μ S
CHARDONNAY ANFORA 2 MESI	102 μ S
MERLOT ACCIAIO 1 MESE	46 μ S
MERLOT ANFORA 1 MESE	30 μ S

Tabella 3 Valori stabilità tartarica

Sui vini, a fine del periodo di macerazione, è stata eseguita anche la stabilità tartarica con test del mini contatto. Lo Chardonnay ha mostrato una maggiore instabilità, in particolare evidente nel vino in anfora. Secondo i dati di letteratura (Francesco Maioli, 2022) l'eventuale cessione di metalli da parte della terracotta dovrebbe causare una maggiore precipitazione del tartarico portando quindi anche ad una maggiore stabilizzazione dei vini. In questo caso questo non si è verificato, probabilmente grazie alla particolare produzione delle anfore Tava che dovrebbe limitare notevolmente il rilascio di cationi nel vino. Questo è anche confermato dai valori di pH, che normalmente nei vini in anfora sono più alti proprio a causa della salificazione del tartarico da parte dei cationi rilasciati dalla terracotta (Francesco Maioli, 2022).

CAMPIONE	ALCOL	pH
CHARDONNAY ACCIAIO FF	11.70°	3.70
CHARDONNAY ANFORA FF	11.27°	3.58
CHARDONNAY ACCIAIO 2M		3.78
CHARDONNAY ANFORA 2M		3.56
MERLOT ACCIAIO FF	13.77°	3,42
MERLOT ANFORA FF	13.79°	3,43
MERLOT ACCIAIO 1M		3.42
MERLOT ANFORA 1M		3.47

Tabella 5 Valori pH e grado alcol

3.14 Analisi stabilità proteica

CAMPIONE	VALORI TAL QUALE	VALORI POST HEAT TEST
CHARDONNAY ACCIAIO 2 MESI	1.98 NTU	2.43 NTU
CHARDONNAY ANFORA 2 MESI	2.38 NTU	2.68 NTU

Tabella 4 Valori stabilità proteica

Infine, sul solo Chardonnay è stato eseguito anche un test di stabilità proteica per evidenziare eventuali differenze tra i due contenitori e, in caso, determinare l'entità del trattamento con bentonite prima dell'imbottigliamento.

In questo caso lo Chardonnay è risultato naturalmente stabile a fine fermentazione, senza effetti del tipo di contenitore.

CONCLUSIONI

Dalla ricerca sperimentale svolta in questi mesi è possibile trarre delle conclusioni riguardanti le differenze emerse nei vini fermentati in anfore di terracotta e in acciaio.

In entrambe le vinificazioni, sia quella dello Chardonnay che quella del Merlot, la macerazione post fermentativa in anfora di terracotta ha fatto ottenere vini con un minor potere tannante rispetto al vino macerato in acciaio. Questa caratteristica non è da sottovalutare: mediante la vinificazione in anfora, infatti, si possono ottenere vini più morbidi e rotondi. Un'ulteriore aspetto positivo emerso da questa sperimentazione è che il vino macerato nell'anfora in terracotta ha una maggiore intensità colorante, rispetto al vino macerato in acciaio. L'anfora ha mostrato inoltre una superiore estrazione dei composti fenolici rispetto all'acciaio.

A causa di problemi legati ai tempi tecnici non è stato possibile inserire le analisi dei metalli ICP per poter valutare se i diversi materiali con cui sono state effettuate le vinificazioni nel tempo possano cedere o meno dei cationi metallici al vino.

L'evoluzione dei vini prodotti mediante queste fermentazioni verrà comunque monitorata per i prossimi 12 mesi, con degustazioni e analisi sensoriali ogni novanta giorni; verrà inoltre valutata la stabilità del colore nel tempo, il profilo dei polifenoli e gli antociani.

In conclusione, portando a termine questo elaborato di tesi ho rivalutato la vinificazione in anfora: fino a pochi anni fa era considerata come una realtà di nicchia, ora invece sta ritornando in auge nell'enologia mondiale. Grazie anche ai continui studi e alla ricerca, si riuscirà ad ottenere vini sempre più di qualità anche da questi particolari e delicati vasi vinari, suscitando sempre maggiore interesse al consumatore.

RINGRAZIAMENTI

Giunti al termine del mio percorso universitario, mi sembra giusto ringraziare chi mi è stato accanto, chi mi ha sostenuto e chi mi ha accompagnato lungo questo percorso.

Per primo vorrei ringraziare il Professor Vincenzi perché ha accettato di seguirmi in questo progetto di ricerca: con il suo supporto, la sua competenza e i suoi suggerimenti sono stati essenziali per portare avanti questo percorso sperimentale che mi ha permesso di portare a termine la mia carriera da studente, realizzando il sogno di diventare Dottore in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche.

Ringrazio la mia famiglia, in particolare i miei genitori Paola e Michele, per aver creduto in me ed avermi supportato durante tutta la mia vita; con i loro insegnamenti ho imparato a non mollare mai e di rialzarsi dopo le cadute; “con costanza e sacrificio si può raggiungere qualsiasi risultato”.

Ringrazio mia sorella Michela, mia prima maestra di scuola e di vita, fondamentale nella mia vita e nel mio percorso accademico, la ringrazio inoltre perché ha saputo sempre starmi accanto in modo semplice e sincero.

Un ringraziamento alla mia ragazza, che ha sopportato amorevolmente scleri e frustrazioni, ansie e paure, tergiversazioni e rimandi. Ora ho raggiunto la meta e senza di lei so con certezza che non sarei mai riuscito a salire in vetta, a scrivere la tesi, a laurearmi. Ringrazio tutti gli insegnanti che ho incontrato durante il mio percorso scolastico e di vita.

Ringrazio inoltre il team di ricercatori di Conegliano che mi hanno sostenuto nel mio percorso di elaborato di tesi, in particolare: Nicolò e Chiara.

Ringrazio tutti i colleghi di lavoro che mi hanno aiutato durante il mio percorso formativo nel corso del tirocinio presso ExtendaVitis s.r.l. in particolare: Giovanni, Carlo, Matteo, Paolo, Jacopo, Mattia, Luana, Giacomo e Niccolò.

Ringrazio i collaboratori dell’azienda Giotto per avermi sostenuto in questo progetto di ricerca in particolare nella persona di Paolo.

Ringrazio l'azienda Tava s.r.l. di Trento per averci fornito le anfore e le uve per poter effettuare questo studio sperimentale.

Ringrazio tutti i miei amici, vecchi e nuovi, con i quali voglio continuare a crescere, formarmi e camminare; gli amici dell'università con i quali ho condiviso molti momenti in particolare: Riccardo, Nicholas, Alessandro, Riccardo, Giovanni, Matteo, David, Mariacristina e Chiara.

Ringrazio anche gli amici del lunedì chi mi davano l'opportunità di staccare dalla quotidianità: Manuel, Alberto, Andrea, Stefano, Enrico, Michele, Gianluca, Andrea.

Ringrazio anche i vecchi amici di scuola fondamentali nel mio percorso formativo: Federico, Alessio, Matteo, Nicholas, Christian, Daniele, Davide e Gianluca.

Grazie a tutti!

"Se la vita ti procura dei problemi: la vite e il vino te li tolgono"
(a•n)

BIBLIOGRAFIA:

AA.VV. Acciaio, cemento, legno e terracotta: i materiali del vino [Articolo] // Redazione Triple "A". - 2021.

Baiano A. e Varva G. Evolution of physico-chemical and sensory characteristics of Minutolo white wines during aging in amphorae: A comparison with stainless steel tanks. [Sezione di libro] // LWT. - 2019.

Broadhurst Jones Analysis of condensed tannins using acidified vanillin [Libro]. - 1978. - Vol. J. Sci. Food Agric. 29 788-796.

Caillaud Christophe Il fenomeno del vino in anfora nell'Italia di oggi [Articolo] // Territori del vino in Italia. - 2014.

Di Stefano R., Cravero, M. C. and Gentilini, N. Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini [Libro]. - 1989. - Vol. L'Enotecnico 83-89.

Fabrizio Minute Federico Giotto, Raffaele Guzzon La ceramica e il vino, [Articolo] // Infowine. - 2020. - 7.

Francesco Maioli Monica Picchi, Lorenzo Guerrini, Alessandro Parenti, Paola Domizio, Luisa Andrenelli, Bruno Zanoni, and Valentina Canuti Monitoring of Sangiovese Red Wine Chemical and Sensory Parameters along One-Year Aging in Different Tank Materials and Glass Bottle [Libro]. - [s.l.] : ACS Food Sci. Technol., 2022.

G. Galbusera O. Failla Vinificazione in Anfora e Acciaio [Sezione di libro] // CONFRONTO TRA LA VINIFICAZIONE IN ANFORA E IN ACCIAIO DI VARIETÀ GEORGIANE ROSSE NELLA DOC BOLGHERI / aut. libro Giulia Galbusera Osvaldo Failla. - Milano : [s.n.], 2017.

Gil i Cortiella M. [et al.] Chemical and Physical Implications of the Use of Alternative Vessels to Oak Barrels during the Production of White Wines. [Sezione di libro] // Molecules. - 2021.

Han G., Webb M. R. e Waterhouse A. L. Acetaldehyde reactions during wine bottle storage. [Sezione di libro] // Food Chem.. - 2019.

Jorge Luis García-Alcaraz Francisco Flor Montalvo, Eduardo Martínez Cámara, Juan Carlos Sáenz-Diez Muro, Emilio Jiménez-Macías, Julio Blanco-Fernández Comparative environmental impact analysis of techniques for cleaning wood wine barrels [Libro]. - 2019.

Morichetti Alessandro Le anfore da vino: tutto quello che avete sempre voluto sapere (ma non avete mai osato chiedere) [Libro]. - [s.l.] : Andrea De Pastina, 2019.

Morichetti Alessandro Le anfore da vino: tutto quello che avete sempre voluto sapere (ma non avete mai osato chiedere) [Rivista]. - 2019.

Nour-Eddine Es-Safi Christine Le Guernevé, Hélène Fulcrand, Véronique Cheynier, and Michel Moutounet Polyphenolic Compounds with Xanthylum Skeletons Formed through Reaction between (+)-Catechin and Glucydic Acid [Libro]. - [s.l.] : American Chemical Society, 1999. - Vol. Cite this: J. Agric. Food Chem. 1999, 47, 12, 5211–5217.

Pajovic' R., Popovic' T. e Krstic M. Effect of fermentation temperature on polyphenolic composition and sensory properties of red Vranac wines [Libro]. - [s.l.] : Acta Agriculturae Serbica, 2011. - Vol. 16; 145-154.

Pocock K.F. e Rankine B.C. Heat test for detecting protein instability in wine [Libro]. - 1973. - Vol. Australian Wine Brewing and Spirit Review; 91;42-43.

Rossetti F. [et al.] Volatile, phenolic, and sensory profiles of in-amphorae Chardonnay wine by mass spectrometry and chemochemometric analysis [Sezione di libro] // Mass Spectrochim. - 2018.

Saucier C. [et al.] Characterization of (+)-catechin- acetaldehyde polymers: a model for colloidal state of wine polyphenols. [Libro]. - 1997. - Vol. J. Agric. Food Chem..

Sottile Loredana Il nuovo business di anfore [Articolo] // trebicchieri. - 2015. - 23.

Ugliano M. Oxygen contribution to wine aroma evolution during bottle aging [Sezione di libro] // Agric. Food Chem.. - 2013.

Valter Bighini Jennifer Carraro, Loris Cazzanelli, Marco Chistè, Luigi Di Camillo, Alessandro Donà, Erica Enzo, Iacopo Vasi vinari alternativi [Articolo] // Assoenologi giovani. - [s.l.] : Assoenologi, 2021. - 4.

Vivas N. e Glories Y. Role of oak wood ellagitannins in the oxidation process of red wines during aging. [Libro]. - [s.l.] : Enol. Vitic., 1996.

Waterhouse A. L. e Laurie V. F. Oxidation of wine phenolics: A critical evaluation and hypotheses. [Libro]. - [s.l.] : Am. J. Enol. Vitic, 2006.

Yap A. [et al.] Studies on the application of high-power ultrasonics for barrel and plank cleaning and disinfection [Libro]. - 2007. - Vol. Australian and New Zealand Wine Industry Journal; 22(3):96-104.

SITTOGRAFIA:

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

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

<https://www.agraria.org/>

