

Sommario

Riassunto.....	3
1. Introduzione.....	5
2. La macerazione prefermentativa su uve bianche	7
2.1 Gestione della macerazione	7
2.2 Analisi sensoriale.....	9
2.3 Aggiunta di SO ₂	9
2.4 Tipologie di gestione.....	10
2.4.1 Macerazione statica.....	10
2.4.2 Macerazione con movimentazione meccanica	10
2.4.3 Macerazione dinamica	11
2.5 Considerazioni	12
3. Scopo del lavoro.....	13
4. Materiali e metodi	15
4.1 Preparazione dei campioni.....	15
4.2 Analisi in cantina.....	15
4.3 Analisi in laboratorio.....	16
4.3.1 Densità ottiche.....	16
4.3.2 Polifenoli totali	16
4.3.3 Catechine.....	17
4.3.4 POM-test.....	17
4.3.5 Solidi sospesi	18
4.4 Esperienze tecnologiche	18
4.4.1 Variabile enologica: macerazione dinamica	19
4.4.1.1 Gestione.....	19
4.4.1.2 Risultati.....	22
4.4.1.3 Valutazioni sensoriali	29
4.4.2 Variabile enologica: enzimaggio	32
4.4.2.1 Gestione.....	32
4.4.2.2 Risultati.....	34
4.4.2.3 Valutazioni sensoriali	40
4.4.3 Variabile enologica: tempo di macerazione.....	43
4.4.3.1 Gestione.....	43
4.4.3.2 Risultati.....	46
4.4.3.3 Valutazioni sensoriali	53
4.5 Stabilità fenolica e ossidabilità	55
5. Conclusioni.....	56
Bibliografia	57
Ringraziamenti.....	61

Riassunto

Le esperienze di cantina sono state realizzate al fine di valutare l'efficacia e la potenzialità di impiantistiche in grado di svolgere la macerazione dinamica. Le vinificazioni si sono svolte presso la Cantina Rauscedo che ha messo a disposizione un vinificatore per macerazione statica e diversi vinificatori predisposti per la macerazione dinamica. Le prove sono state monitorate costantemente durante tutte le fasi di lavorazione, dallo scarico in tramoggia al travaso dei vini finiti. Le uve utilizzate per le prove sono state Chardonnay, Tocai e Prosecco. Per ogni cultivar è stata applicata una variabile operativa in macerazione, tutte le altre operazioni tecnologiche sono state le medesime per tutti i vinificatori e per tutte le prove. Al fine di rendere confrontabili le prove il caricamento del pigiato è avvenuto con l'utilizzo di una valvola ad Y che ha permesso di riempire i due serbatoi contemporaneamente, diventando così serbatoi gemelli sia per capacità che per contenuto, garantendo la stessa materia prima per le prove e quindi dati perfettamente confrontabili.

Lo schema di vinificazione è simile per tutte le prove, tranne per la variabile di macerazione.

Le tre prove considerate sono state le seguenti:

1. Chardonnay: macerazione statica a confronto con macerazione dinamica
2. Tocai: macerazione con e senza aggiunta di enzima pectolitico
3. Prosecco: macerazioni con diversa durata

Per ogni fase c'è stato un controllo e una raccolta di dati analitici tramite apparecchiature all'infrarosso e analisi fatte nel laboratorio dell'Università di Udine.

Una parte fondamentale delle prove è stata quella dedicata alla degustazione. Sono state fatte diverse sedute per valutare anche la parte organolettica del prodotto a partire dalla fase di fermentazione fino all'evoluzione del prodotto in affinamento sui lieviti. Queste degustazioni hanno avuto un ruolo chiave nell'individuazione dell'intensità delle sensazioni che caratterizzano le diverse varietà.

In cantina sono stati sempre tenuti separati i mosti macerati in modo differente e posti sempre in serbatoi gemelli, in modo da mantenere possibile il confronto senza ulteriori variabili.

L'analisi dell'ossidabilità tramite POM-test ha permesso di escludere problemi di ossidazione nei vini bianchi.

L'analisi sensoriale ha messo in luce che la macerazione dinamica è da considerarsi come una macerazione soffice che non ha tra i suoi effetti quello di produrre più solidi sospesi e quindi una più alta quantità di feccia o l'estrazione violenta di composti indesiderati. L'analisi sensoriale ha evidenziato le caratteristiche sull'utilizzo o meno dell'enzimaggio in macerazione. L'utilizzo di enzima causa una maggior estrazione di composti coloranti e aromatici che possono essere anche negativi se presenti in sovrabbondanza, causando sensazioni amare. Il non enzimato invece appare più armonico e più fine nel complesso, ma con meno marcate caratteristiche tipiche del vino considerato. L'insufflamento di CO₂ per movimentare il cappello che viene a formarsi ha anche lo scopo di inertizzare l'ambiente e proteggere il mosto durante la fase fermentativa da fenomeni ossidativi. La CO₂ permette inoltre di migliorare la salubrità del vino finito limitandone il quantitativo in SO₂. L'ossidabilità finale dei vini è dovuta principalmente a fenomeni che avvengono durante la fase di fermentazione.

La macerazione dinamica consente dunque di gestire con flessibilità la fase di macerazione. In particolare si può evitare l'impiego di enzimi, ridurre l'utilizzo di SO₂ e limitare la produzione di feccia gestendo il tempo di macerazione in funzione della qualità dell'uva.

1. Introduzione

La macerazione prefermentativa a freddo implica l'estrazione acquosa, in opposizione all'estrazione alcolica, di composti da buccia, polpa e vinaccioli all'interno del mosto. I vini ottenuti in questa maniera sono spesso percepiti come più fruttati e complessi, con una maggiore intensità aromatica e colorante.

La macerazione prefermentativa si presta ad essere utilizzata con tutte le varietà di uva, seppur con notevole differenza nel risultato finale, che non sempre è ottimale.

Per il fatto che le uve rosse, per definizione, sono quelli che vanno in macerazione fermentativa, il significato della macerazione prefermentativa nella vinificazione in rosso si focalizza sull'estrazione in soluzione acquose non alcoliche. Questo sta a significare il desiderio di aumentare l'intensità e la tonalità del colore, e produrre vini con un'astringenza meno marcata (in particolare in varietà con basso livello di colore e astringenza; ad esempio il Pinot Nero).

Considerando invece le uve bianche, possiamo subito notare che hanno solitamente una minore intensità fenolica dei rossi. Tuttavia, alcuni vini bianchi, in particolare quelli ottenuti da uve più aromatiche, traggono beneficio dalla macerazione prefermentativa. Questa consente la diffusione di aromi fruttati e precursori dalla buccia degli acini e l'estrazione di alcuni desiderabili composti fenolici che contribuiscono al corpo e al potenziale di invecchiamento del vino. Ci può essere al contempo l'estrazione di composti erbacei, amari e astringenti meno desiderabili. Un'estrazione bilanciata tra componenti aromatiche e composti negativi può essere ottenuta tramite una corretta gestione delle variabili tempo e temperatura. (Parenti et al., 2004; Alvarez et al., 2006; Canals et al., 2005; Ough, 1969)

2. La macerazione prefermentativa su uve bianche

2.1 Gestione della macerazione

L'influenza della temperatura di macerazione e la durata dipendono dalla varietà considerata, dalla maturità e dalle attrezzature di macerazione che si hanno a disposizione. E' importante che ogni enologo determini puntualmente le migliori condizioni di macerazione in base a queste caratteristiche.

Con il progredire della macerazione, si nota un aumento di composti di origine pre-fermentativa ed alcuni di origine fermentativa, i cui contenuti possono essere correlati al tipo di lievito utilizzato. In alcuni casi c'è l'aumento di un composto, dalla nota olfattiva che ricorda la patata, che può attribuire al vino una sensazione definita di "pesantezza". Sul contenuto di questa sostanza possono giocare un ruolo sia il ceppo di lievito che, in senso aumentativo, i valori crescenti di SO₂ usati alla sfeccatura dei mosti, nonché l'entità dei torbidi presenti in fermentazione.

Per il rilievo organolettico positivo che riveste, va fatto rimarcare l'incremento durante la macerazione di alcune varietà terpeniche come il Prosecco, tra i composti terpenici liberi, il linalolo; tale composto è presente nei macerati con una nota floreale nel vino. Anche l'esanolo è presente con un suo contributo relativo al gusto di nocciola o noce di cocco. Tra i composti aromatici in forma legata, l'attenzione va posta in particolare alla buona riserva aromatica di geraniolo e linalolo complessato, quest'ultimo più facilmente idrolizzabile. Abbastanza elevati sono anche le quantità di alcool benzilico in forma legata, composto che può far registrare ampie variazioni in funzione dell'annata e della cultivar. L'apporto sensoriale di quest'ultimo non risulta però rilevante, a meno che non ci sia la presenza di botrite, anche in piccola quantità, che provvederebbe ad ossidare l'alcool benzilico in benzaldeide, con la tipica nota di mandorla amara.

Non c'è la necessità di raggiungere temperature più basse di 12 °C in macerazione, prefigurando quindi una ragionevole e provata possibilità di risparmio in termini di frigoriferi utilizzate e quindi in termini economici.

Anche se una macerazione prolungata aumenta il contenuto fenolico dei vini bianchi, questo non porta allo stesso grado di astringenza tipico dei vini rossi. Questa anomalia sembra il risultato dell'assenza di antociani, questi infatti nei vini rossi si legano ai tannini restando in soluzione. Nei bianchi invece la maggior parte dei tannini precipita durante la fermentazione, limitando così gli effetti sensoriali sul vino.

Un aumento della concentrazione in composti fenolici può comunque essere lesivo nei confronti della qualità del prodotto finale, soprattutto se questi sono componenti fenolici instabili e propensi a causare una instabilità proteica nei vini con la formazione di deposito. Ad una temperatura relativamente alta (~18 °C) i vini possono contenere una più alta concentrazione di composti fenolici. E' noto che l'alta concentrazione in fenoli è responsabile del retrogusto amaro, ruvido e astringente. Allo stesso modo, altri composti che possono essere estratti dalle bucce durante la macerazione prefermentativa ad alte temperature o per lunghi periodi di contatto (15 ore), possono avere un variabile effetto di mascheramento rispetto a questi caratteri. Da non trascurare è la presenza anche di un possibile aumento dell'estrazione di leucoantociani e catechine, che potrebbero causare un aumento dell'ossidabilità nei vini bianchi ottenuti.

L'importanza di tempo e temperatura è cruciale nel risultato, e ad esempio la vendemmia durante la notte, il raffreddamento prima o dopo della pigiadiraspatura e la macerazione prefermentativa a basse temperature, mette in risalto maggiormente i vini con più alte caratteristiche varietali. (Wine Science: principles and applications, R. Jackson, 1994; Nicolini et al., 1994; Marais e Rapp, 1988)

2.2 Analisi sensoriale

I vini sottoposti a macerazione prefermentativa normalmente hanno delle caratteristiche sensoriali che li accomunano: maggior aroma e flavour fruttato, maggiore intensità e complessità aromatica, maggiore pienezza in bocca dovuta ad una maggior concentrazione in fenoli e polisaccaridi, maggior intensità colorante, a volte una sensazione di amaro e di vegetale più rilevante.

Le analisi sensoriali di tali vini possono però portare a risultati inaspettati, in quanto in vini prodotti con macerazioni più brevi (7 ore) di solito sono di qualità più alta rispetto a quelli con una macerazione più lunga. Questo risultato nelle analisi sensoriali è contraddittorio rispetto a quanto ci si sarebbe aspettato dai corrispondenti dati chimici che segnalano un aumento dei composti più è spinta la macerazione.

2.3 Aggiunta di SO₂

L'aggiunta di SO₂ a volte è utilizzata durante la macerazione, ma non è una costante. I livelli tipici utilizzati sono di 30-150 mg/l. L'aggiunta agisce da inibitore microbico, ma anche da solvente fenolico, rompendo la parete cellulare e legandosi con i fenoli. A causa di questa attitudine all'estrazione di fenoli, spesso non è utilizzata durante la macerazione prefermentativa, ed in questi casi c'è la protezione dall'ossidazione tramite l'utilizzo di CO₂, anche questo composto ha tuttavia caratteristiche acidificanti e solventi.

L'aggiunta di SO₂ viene di solito effettuata quando la sanità non è delle migliori, ma in quel caso è meglio non considerare neppure la macerazione, in quanto potrebbe significare un maggior diffondersi di muffe e componenti sensoriali negative.

2.4 Tipologie di gestione

Le caratteristiche di estrazione oltre a temperatura e tempo sono dovute anche all'entità della movimentazione delle bucce, effettuata con rimontaggi o con movimentazione soffice con gas inerti che possono favorire la lisciviazione e l'estrazione dei composti delle parti solide.

2.4.1 Macerazione statica

La macerazione statica è una tecnica realizzabile in serbatoio o in pressa, dove non viene ottimizzato il contatto liquido/solido, fondamentale per la buona riuscita della macerazione, a causa del formarsi di un cappello composto dalla fase solida nell'interfaccia liquido/aria(gas tecnico).

2.4.2 Macerazione con movimentazione meccanica

La movimentazione del cappello viene ottenuta tramite delle operazioni di rimontaggio con pompe che con un getto di liquido causano una lisciviazione ed un'estrazione violenta dei composti presenti nella fase solida. Con questo sistema si corre un rischio maggiore per quanto riguarda l'estrazione di composti indesiderati dalle bucce e dai vinaccioli, inoltre c'è una produzione maggiore di feccia.

2.4.3 Macerazione dinamica

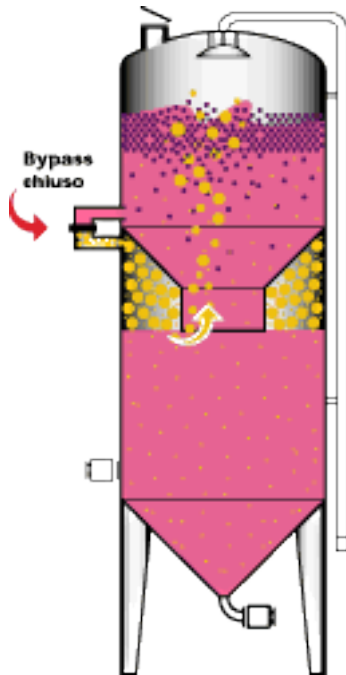


Immagine 2.1

La macerazione dinamica soffice prevede l'impiego di un serbatoio specifico attrezzato per effettuare una macerazione con la movimentazione del cappello formato dalle parti solide tramite l'utilizzo di gas tecnici, limitando i danni meccanici sulle bucce (produzione maggiore di feccia) e favorendo l'inertizzazione del pigiato tramite CO₂.

Attraverso l'immissione di CO₂ siamo in grado di ottenere un'estrazione veloce e sicura (l'ambiente essendo saturo di CO₂, è assolutamente controllato), grazie all'intimo scambio che si viene a creare tra liquido e parti solide, con una notevole e rapida estrazione di aromi.

Il gas che permane sotto il diaframma ad imbuto (by-pass chiusi) durante il riempimento con il pigiato, si comprime e resta imprigionato sotto il diaframma ad imbuto svolgendo un'azione utile in modo efficace. Una parte del gas, infatti, si scioglie nel liquido esercitando un'azione solvente mentre un'altra parte, salendo e accumulandosi sotto il diaframma tracima in grandi bolle che omogeneizzano e rimescolano delicatamente ma efficacemente il liquido con le

bucce. L'utilizzo dell'anidride carbonica consente inoltre di eliminare l'impiego di anidride solforosa in questa fase.

2.5 Considerazioni

E' chiaro che gli effetti specifici della macerazione prefermentativa a freddo sul mosto dipendono dal: varietà, annata, temperatura, tempo di contatto con le bucce e gestione delle tecniche operative. Differenze in questi parametri possono risultare in effetti completamente differenti. Comunque, in generale, si può concludere che la macerazione prefermentativa tende ad aumentare il contenuto aromatico e la presenza di precursori aromatici e contenuto fenolico.

Data la variabilità osservata in letteratura degli effetti della macerazione prefermentativa, è consigliato di assaggiare spesso (ogni 2 ore) il succo in macerazione. Questo può aiutare l'enologo a determinare il momento più appropriato per terminare il periodo di macerazione.

E' consigliabile che la macerazione sia condotta limitando il più possibile l'ossidazione del mosto. (Baumes et al., 1989; Heatherbell et al., 1994; Dubourdieu et al., 1986; Sanchez Palomo et al., 2006; Arnold et al., 1979; Watson et al., 1994; Couasnon et al., 1999; Garcia-Romero et al., 1999; Salinas et al., 2005)

3.Scopo del lavoro

La macerazione dinamica consente di gestire il processo con estrema elasticità operativa, permettendo a chi cura questa fase di interagire puntualmente su ogni singolo fattore in modo da effettuare la sperimentazione in maniera rigorosa.

Le tre variabili analizzate hanno come obiettivo la valutazione delle modificazioni che avvengono sia a livello chimico e analitico che a livello sensoriale.

Le finalità di questo studio sono atte ad ottimizzare le procedure di gestione delle uve bianche prima, durante e dopo la macerazione prefermentativa per quanto riguarda le caratteristiche del prodotto finale, ma anche riguardo l'aspetto salutistico e quello economico.

4. Materiali e metodi

4.1 Preparazione dei campioni

I campioni sono stati prelevati dai serbatoi sempre in coppia, tranne durante la prova di con durata di macerazione differente. I campioni sono stati presi dalle valvole laterali o dal tetto dei serbatoi.

I campioni destinati al laboratorio hanno subito una filtratura grossolana, in modo da privarli da vinaccioli e bucce intere tramite un colino da cucina. Dopo questa operazione sono stati riempiti dei barattoli da 250 ml con 200 ml di campione e 20 ml di soluzione di SO₂ e ascorbico alla concentrazione di 1 g/L. I barattoli sono stati successivamente congelati direttamente in cantina per poi essere analizzati nei laboratori dell'Università di Udine.

I campioni destinati all'analisi immediata in cantina sono stati invece filtrati e successivamente sono stati sottoposti ad un'analisi multiparametrica.

4.2 Analisi in cantina

In cantina sono state effettuate delle analisi utilizzando un'apparecchiatura multiparametrica all'infrarosso (IR), che ha permesso in un paio di minuti di avere un quadro generale analitico del campione. Le principali analisi effettuate tramite questa apparecchiatura sono state relative a:

- acidità totale
- pH
- acido malico
- acido tartarico
- azoto prontamente assimilabile
- estratto secco
- potassio

Inoltre usando un'altra strumentazione è stato possibile anche confrontare il contenuto alcolico dei mosti e dei vini per seguire il corretto avvio e proseguimento della fermentazione alcolica.

4.3 Analisi in laboratorio

Ulteriori analisi, di seguito descritte, sono state svolte presso i laboratori dell'Università degli Studi di Udine.

4.3.1 Densità ottiche

Sono state effettuate letture alle seguenti densità ottiche:

- 280 nm: indice del contenuto in polifenoli totali
- 320 nm: indice del contenuto in acidi idrossicinamiltartarici
- 420 nm: indice relativo alla colorazione gialla dei vini bianchi

4.3.2 Polifenoli totali

Reattivi:

- Na_2CO_3 al 15 %
- Reattivo di Folin – Ciocalteu

In un matraccio tarato da 100ml si introducono:

- 1ml di campione diluito 1:5 o 1:10
- 40-50 ml di acqua distillata
- 5 ml di reattivo di Folin

Dopo 30 secondi si aggiungono 20 ml di Na_2CO_3 si porta a volume con acqua distillata, si tappa, si agita e si lascia in sosta per 2 ore.

Si procede quindi alla misura dell'assorbanza a 750nm contro un bianco preparato sostituendo il campione con acqua distillata.

Il risultato è espresso in mg/L e si ricava mediante una retta di taratura,ottenuta con soluzione di acido gallico (oppure moltiplicare per 900 e per il n° di diluizioni).

4.3.3 Catechine

Reattivi:

- soluzione di p-dimetilamminocinnamaldeide (DAC),preparata con 1g di DAC, 750 ml di metanolo e 250 ml di HCl al 37%;dopo raffreddamento,la soluzione si porta a volume finale di 1 L con HCl al 37%; si conserva a +4°C per 3-4 gg al massimo
- Etanolo al 10%

A 1 ml di campione diluito 1:25, si aggiungono 5 ml di soluzione di DAC e dopo 5' si misura l'assorbanza a 640 nm contro un bianco preparato sostituendo il campione con 1 ml di etanolo al 10 %.

Si valutano le catechine in mg/L, in riferimento a una retta di taratura ottenuta con: (+)-catechina in etanolo al 10% (o moltiplicare per 30 e per il numero di diluizioni).

4.3.4 POM-test

E' un test di maderizzazione.

Il campione viene posto in 2 provette da 10 ml ciascuna : in una vengono aggiunti 50 μ L di H₂O₂ al 3% ed entrambe vengono poste a bagnomaria alla temperatura di 60°C per 1 ora.

Dopo raffreddamento si legge l'assorbanza a 420 nm contro acqua.

Si procede quindi alla determinazione dell'aumento percentuale di lettura allo spettrofotometro dovuto all'aggiunta di H₂O₂:

$$Aumento\% = \frac{420_{H_2O_2} - 420_{H_2O}}{420_{H_2O}} \times 100$$

4.3.5 Solidi sospesi

Pesare una provetta vuota

Riempire una provetta con 50 ml di mosto o vino

Centrifugare

Pesare la provetta privata della frazione liquida e sottrarre il peso della provetta vuota

4.4 Esperienze tecnologiche

Ma passiamo alla vinificazione vera e propria. I vinificatori utilizzati sono appunto dei vinificatori dinamici. Sono tutti dei vinificatori gemelli perfettamente identici con capacità di circa 750 ettolitri con tasche di raffreddamento per mantenere la temperatura voluta. Hanno fondo conico che facilita le operazioni di riempimento e svinatura.

Il vinificatore usato per la macerazione statica è un serbatoio sempre a fondo conico con una pompa per il rimontaggio che serve a bagnare il cappello per asperzione. Questa però durante la fase macerativa non è mai stata utilizzata. Ha delle tasche per mantenere la temperatura e non ha dosatori automatici di gas inerte, al contrario dei vinificatori dinamici, quindi durante la macerazione l'insufflamento di CO₂ è sempre stato manuale attraverso una valvola.

Per valutare la macerazione dinamica in alcune sue possibilità di impiego abbiamo scelto tre tipologie d'uva: chardonnay, tocai e prosecco. Per ognuna è stata scelta una strada diversa per quanto riguarda la macerazione: per lo chardonnay è stata fatta una comparazione tra macerazione statica e macerazione dinamica; per il tocai si è provato a vedere se è possibile evitare l'aggiunta di enzima pectolitico nella macerazione dinamica; mentre per il prosecco è stata messa in evidenza la possibilità di gestire i tempi di macerazione in base all'obiettivo desiderato.

Non meno importanti, anzi, forse dal punto di vista commerciale nettamente più importanti, sono state fatte anche delle analisi organolettiche tramite delle degustazioni alla cieca tenute in cantina con un panel composto esclusivamente da enologi, enotecnici ed esperti del settore. Grazie alle degustazioni sono state portate alla luce differenze che analiticamente sarebbero state impossibili da determinare.

4.4.1 Variabile enologica: macerazione dinamica

Come prima variabile da considerare di è considerata la macerazione di uve Chardonnay svolta in due modalità: una di tipo statico e una di tipo dinamico.

4.4.1.1 Gestione

1. I serbatoi vuoti vengono saturati di CO₂ tramite una bombola esterna sia nello statico che nel dinamico e nel serbatoio dinamico vengono tenuti i bypass chiusi
2. Arrivano i carri che vengono svuotati in una tramoggia che porta ad una diraspapigiatrice
3. L'uva viene spinta attraverso una tubazione fino ad uno sdoppiamento ad Y con due specole di vetro per vederne il flusso
4. Una linea va nel vinificatore statico e una nel dinamico, entrambi riempiti da una valvola posta al centro del fondo ad imbuto dei due serbatoi
5. Dall'inizio del riempimento alle ore 9.00 nel dinamico è impostato un insufflamento di CO₂ sotto il diaframma di 3 minuti ogni mezzora, mentre nel serbatoio statico c'è un insufflamento manuale con le stesse tempistiche
6. Il contenuto viene fatto passare attraverso uno scambiatore di calore tubo in tubo fino a 10 °C
7. La macerazione dura 10 ore dal riempimento che è alle 20.00
8. C'è la svinatura e i mosti vengono trasferiti in 2 serbatoi distinti per la chiarifica statica con enzima

9. Dopo la chiarifica il limpido viene fatto fermentare

10. Travaso del vino secco per eliminare la feccia e lasciarlo maturare sui lieviti

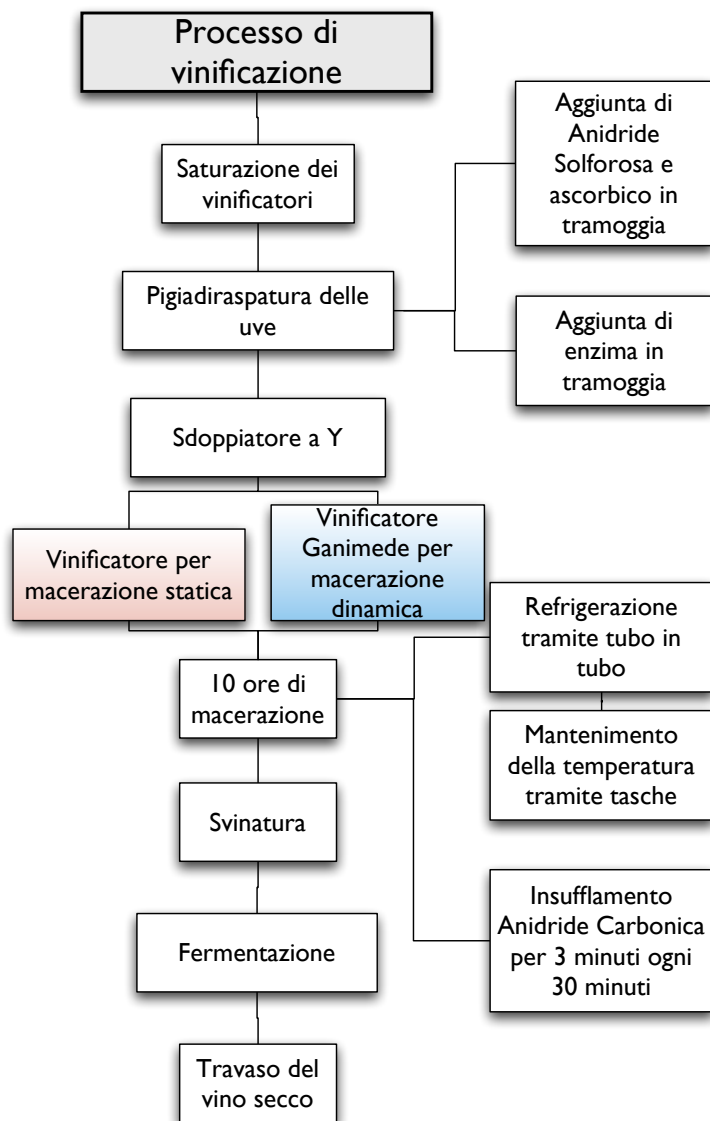


Grafico 4.1

Le operazioni di vinificazione e le discriminanti in macerazione sono state gestite seguendo questa procedura: per prima cosa sono stati saturati entrambi i vinificatori con anidride carbonica tramite una bombola esterna. Nel vinificatore dinamico sono stati successivamente chiusi i bypass, in modo da mantenere

pieno di CO₂ lo spazio sotto il diaframma, per essere poi riempito dal basso. Anche il serbatoio per la macerazione statica è stato riempito dal basso.

L'uva chardonnay arriva in cantina per la maggior parte da vendemmia meccanica, viene scelta in base alla sanità e quantità di zuccheri e poi scaricata su una linea dedicata per la macerazione. Viene aggiunto un mix di antiossidanti composto da solforosa e acido ascorbico direttamente in tramoggia. E sempre qui viene aggiunto dell'enzima pectolitico specifico per la macerazione prefermentativa dei bianchi. L'uva viene pigiadiraspata e poi pompata verso i due vinificatori. Nelle vicinanze dei serbatoi, il tubo che collega la pigiadiraspatrice ai vinificatori trova una valvola ad Y in acciaio fatta costruire appositamente. Questa permette di riempire contemporaneamente i due serbatoi con le medesime uve. Il flusso è monitorato grazie a delle specole di vetro agganciate ai tubi subito dopo la valvola ad Y e grazie a due valvole a sfera è stato possibile ovviare a differenze di altezza che avrebbero pregiudicato il riempimento contemporaneo del pigiadiraspato. Quindi dividendosi il pigiadiraspato va metà in un vinificatore per la macerazione statica e metà nel vinificatore attrezzato per la dinamica. Dall'inizio del riempimento nel serbatoio per la macerazione dinamica è stata impostata un'aggiunta di CO₂ in automatico per 3 minuti ogni mezz'ora, mentre nel maceratore statico l'aggiunta è stata fatta manualmente sempre con le stesse tempistiche. Una volta riempiti i serbatoi con circa 670 qli di pigiadiraspato, il contenuto viene raffreddato tramite scambiatore di calore tubo in tubo fino alla temperatura di 10 °C e tale temperatura viene mantenuta grazie alle tasche. Il pigiadiraspato che viene fatto passare nello scambiatore viene movimentato da una pompa peristaltica, che permette di non effettuare una violenta estrazione di composti dalle bucce per cause meccaniche.

Dal riempimento la fase solida viene lasciata in macerazione per 10 ore. Quindi si separa la parte liquida del mosto da quella solida in un'operazione simile alla svinatura. La parte solida va in pressa e tutto il liquido finale viene messo in un serbatoio per la chiarifica statica che dura circa un giorno. Si procede quindi al travaso del mosto limpido e si inocula il lievito selezionato.

Terminata la fermentazione i vini vengono travasati in serbatoi dove stanno a maturare sui depositi nobili che sono tenuti movimento tramite agitazione meccanica tre volte alla settimana.

Tutte le operazioni che sopra descritte sono state effettuate in parallelo per i due vinificatori durante la sperimentazione, cercano sempre di minimizzare le differenze di trattamento nelle due vinificazioni. Anche i serbatoi sono sempre stati gemelli e le quantità sempre uguali, in modo da ottenere dati confrontabili durante tutto il processo.

4.4.1.2 Risultati

I numeri sull'asse delle ascisse dei grafici indicano il susseguirsi dei campionamenti da inizio macerazione a vino secco.

Campionamenti							
n° campione	1 Fine carico	2 Dopo 4 ore	3 Prima della svinatura	4 Dopo pressatura	5 Dopo chiarifica statica	6 In fermentazione	7 Vino secco
Data	6/09	6/09	7/09	7/09	9/09	13/09	21/09
Ora	20:00	00:00	6:00	12:00	9:00	12:00	8:00

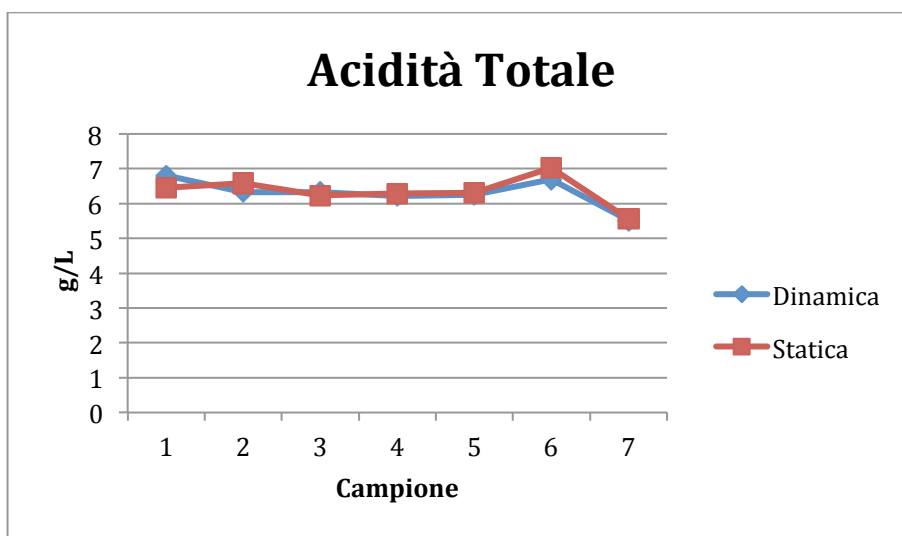


Grafico 4.2

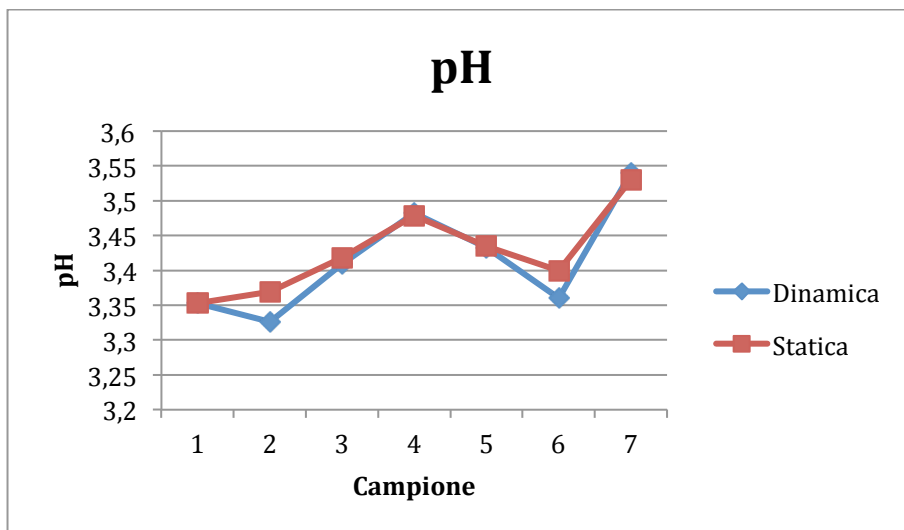


Grafico 4.3

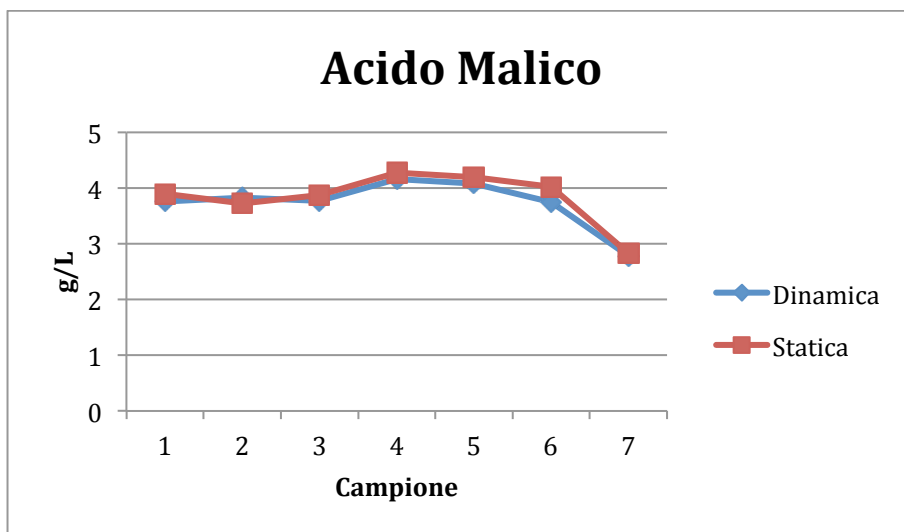


Grafico 4.4

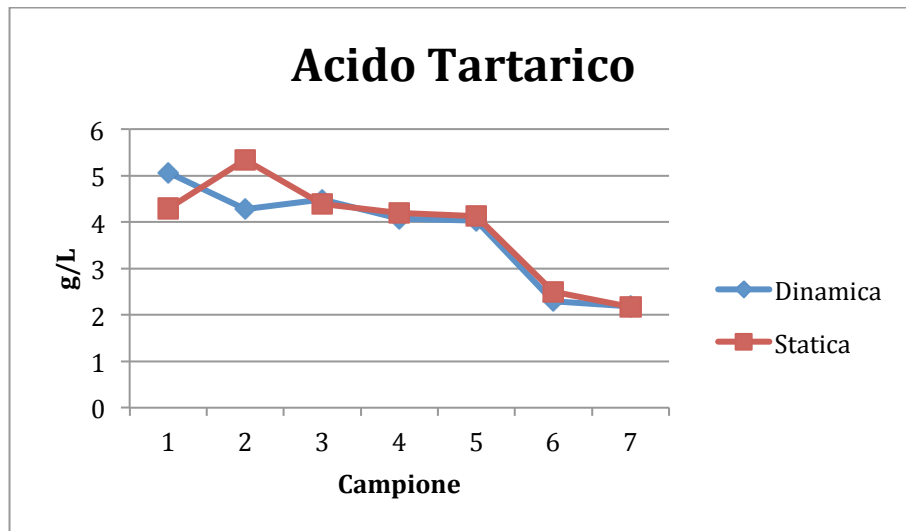


Grafico 4.5

Queste analisi ci mostrano come l'evoluzione generale di questi parametri non ha evidenti differenze a dimostrazione della delicatezza della movimentazione dinamica.

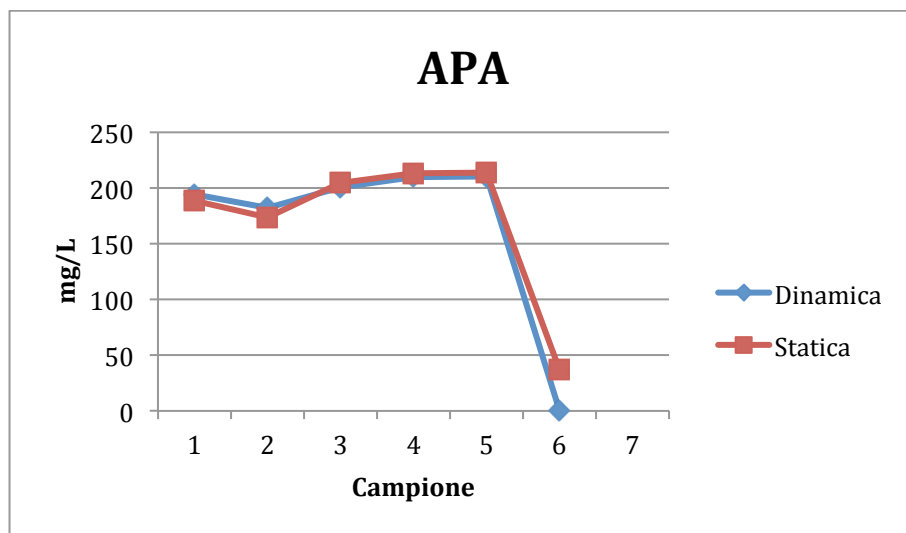


Grafico 4.6

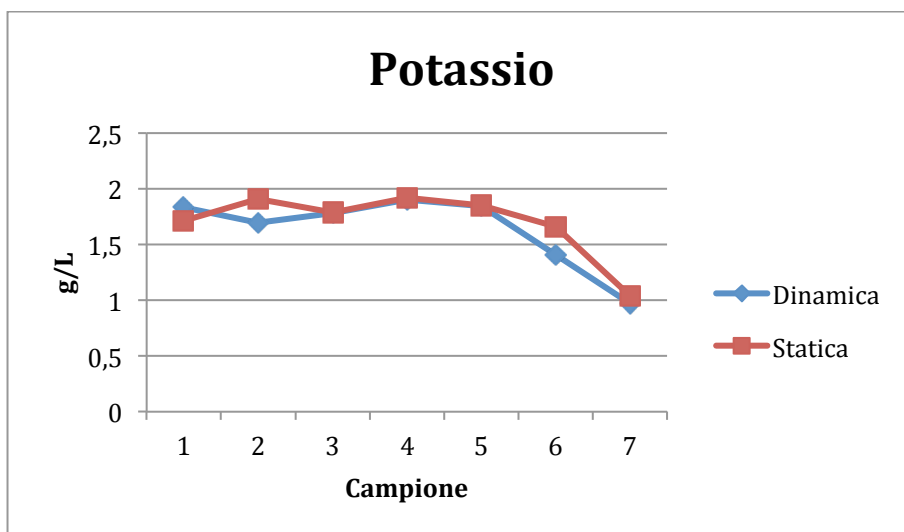


Grafico 4.7

L'azoto prontamente assimilabile e il potassio sono sempre simili. La diminuzione netta al sesto campione per quanto riguarda l'azoto è dovuta alla fine della fermentazione.

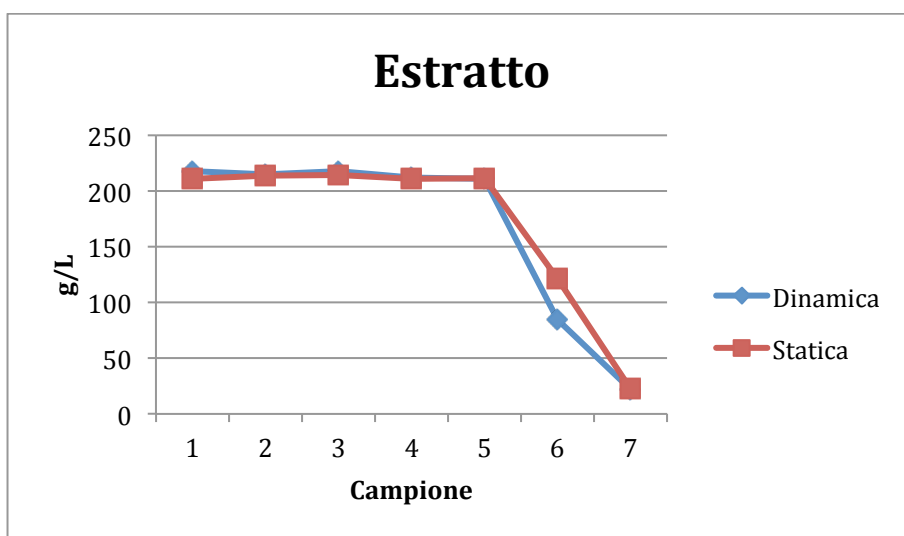


Grafico 4.8

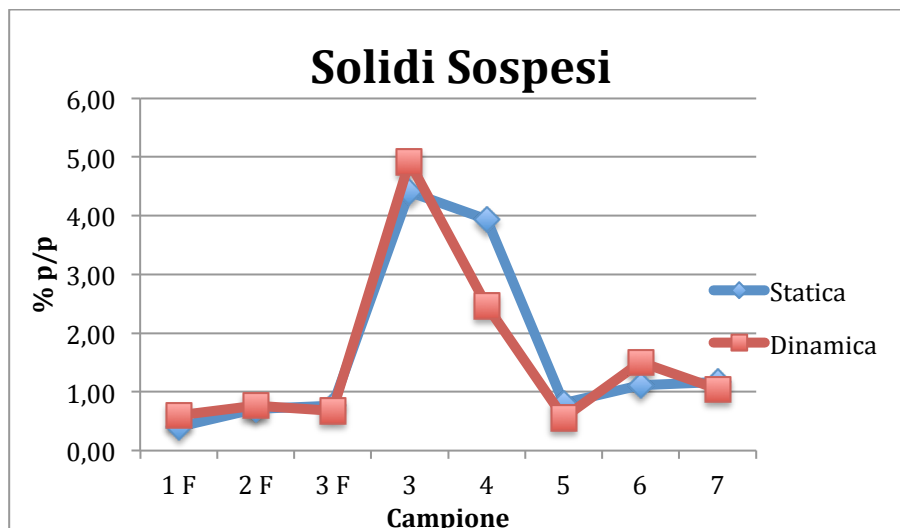


Grafico 4.9

Significativi sono anche i risultati ottenuti dall'estratto e soprattutto dai solidi sospesi che mettono in evidenza lo stesso andamento durante le due macerazioni. Questo si ripercuote successivamente in quanto non c'è una produzione di feccia più elevata movimentando la fase solida durante la macerazione, dove per movimentazione non intendo un rimontaggio violento, ma un rimescolamento dinamico dolce.

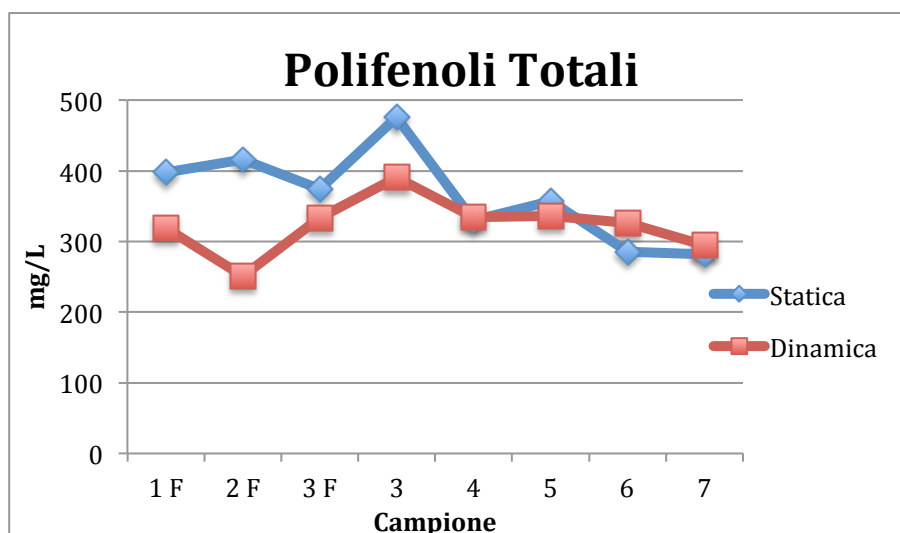


Grafico 4.10

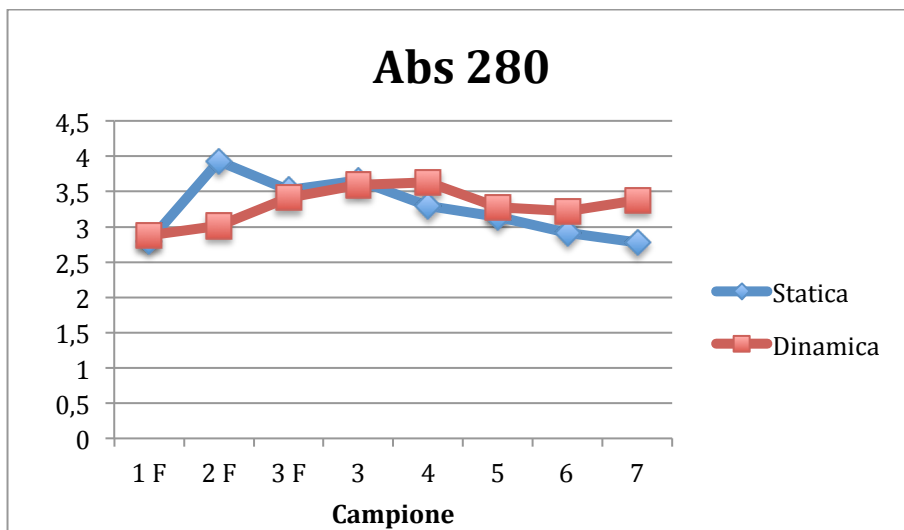


Grafico 4.11

Anche per quanto riguarda i polifenoli estratti si vede sempre un andamento parallelo soprattutto nelle ultime fasi della vinificazione tra macerazione statica e dinamica. Il piccolo aumento di assorbanza a 280 nm relativo ai polifenoli totali a fine fermentazione è gestibile senza problemi.

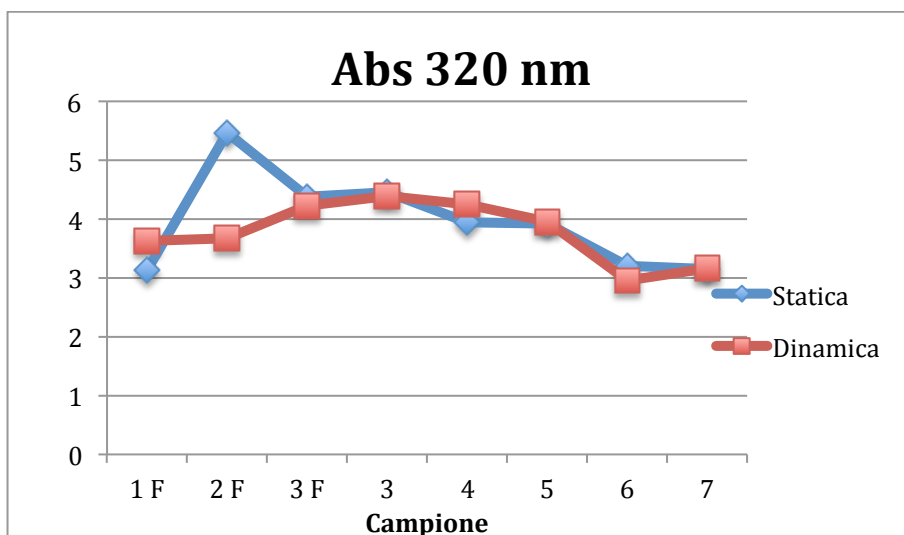


Grafico 4.12

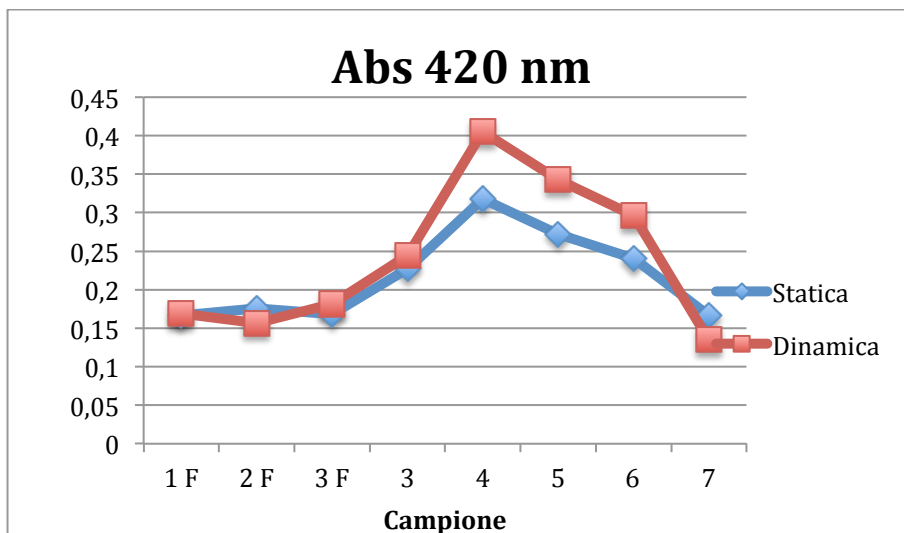


Grafico 4.13

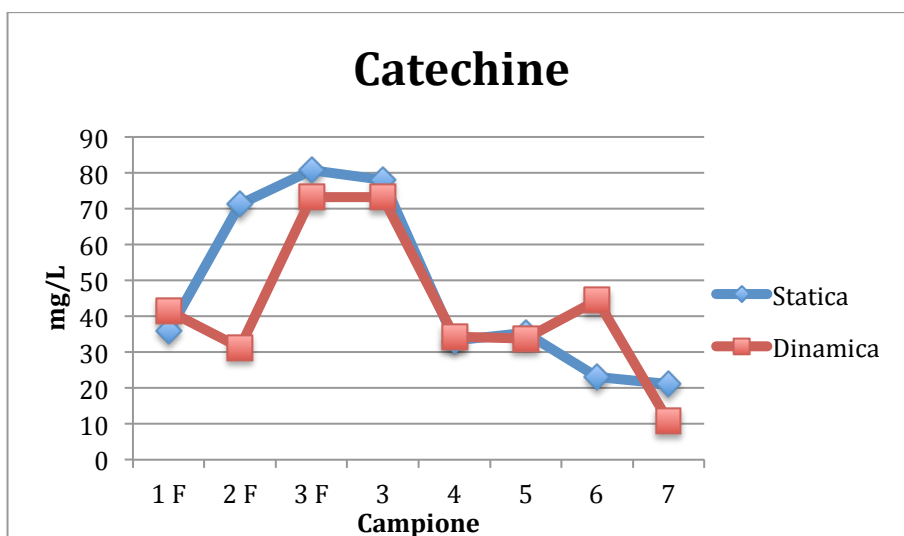


Grafico 4.14

Per quanto riguarda la colorazione gialla dei vini possiamo vedere chiaramente che le differenze sono piccole nei mosti e sul vino scompaiono quasi completamente. La movimentazione dinamica della massa solida non ancora fermentata non va a estrarre composti coloranti in maniera più forte di quanto avvenga nella macerazione statica. Sempre per quanto riguarda il colore analizzando fenoli ossidabili come le catechine vediamo che non c'è una differenza significativa tra i valori delle due vinificazioni considerate.

4.4.1.3 Valutazioni sensoriali

Abbiamo effettuato delle analisi organolettiche durante tutta la fase di vinificazione. Qui si vede un esempio di come si siano evolute le caratteristiche considerate. L'amaro che a fine fermentazione sembrava un problema di troppa estrazione, si è livellato, come risulta evidente dai dati dell'ultima degustazione fatta settimana scorsa. Come aspetti generali durante l'ultima degustazione è stato osservato che lo chardonnay macerato statico ha delle caratteristiche più fresche e con profumi floreali, mentre il macerato dinamico ha più struttura e i caratteri speziati e fruttati sono più evidenti.

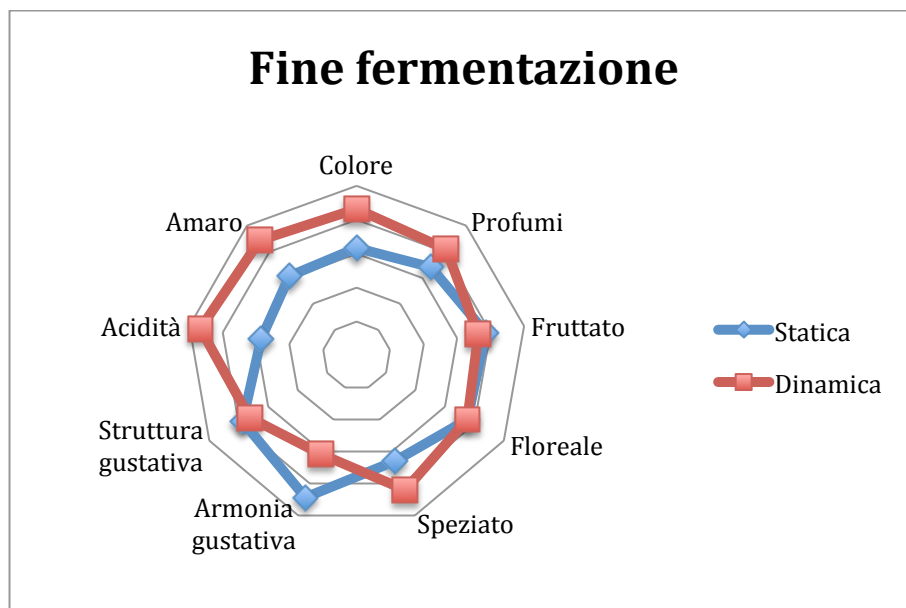


Grafico 4.15

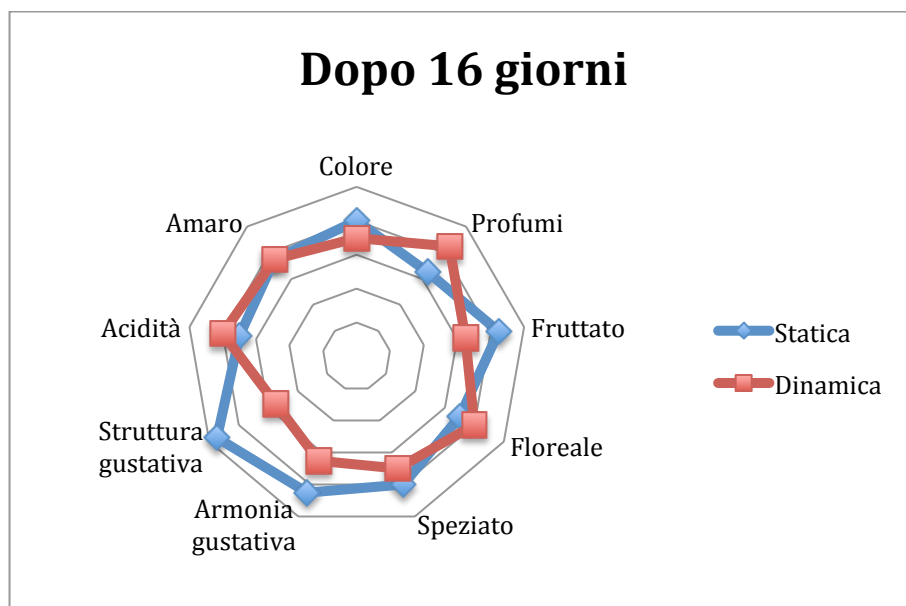


Grafico 4.16

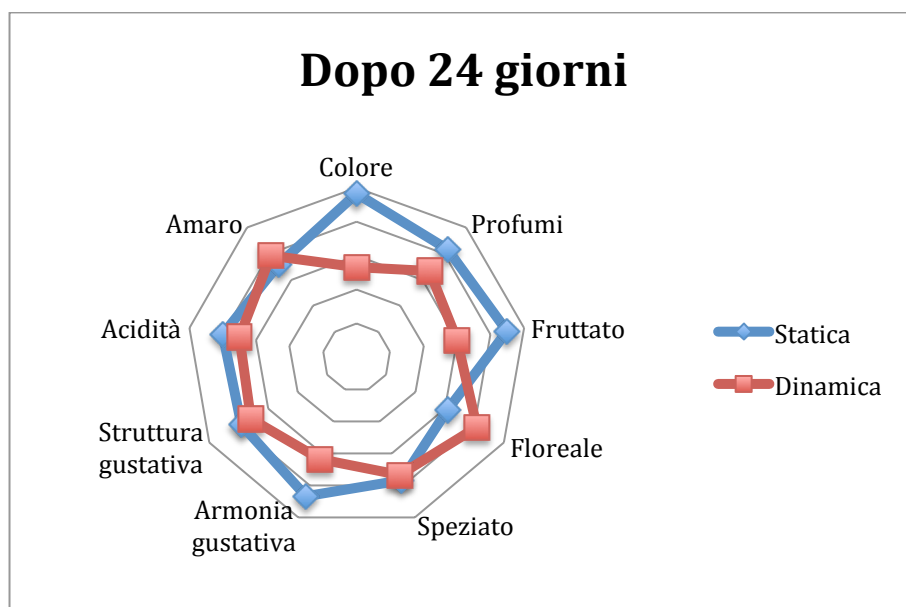


Grafico 4.17

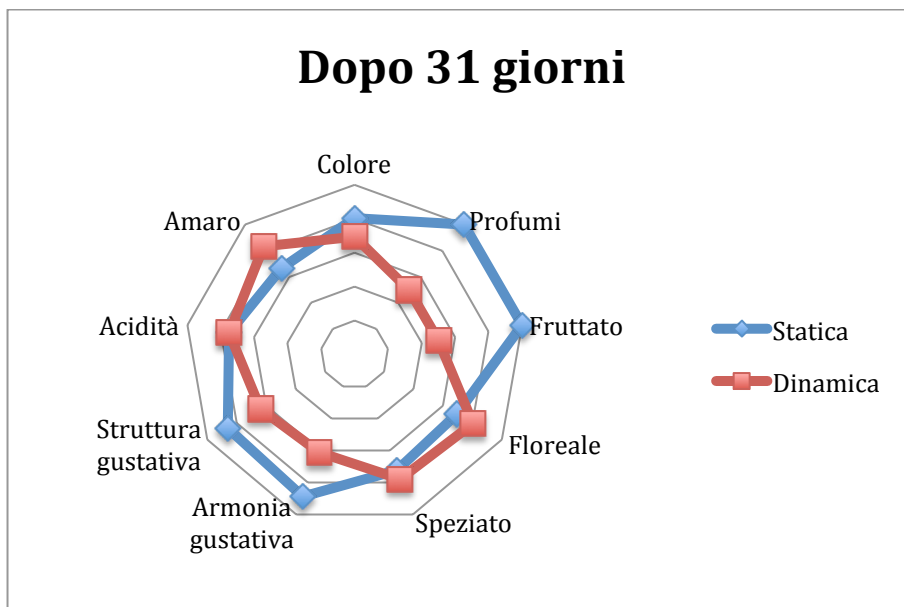


Grafico 4.18

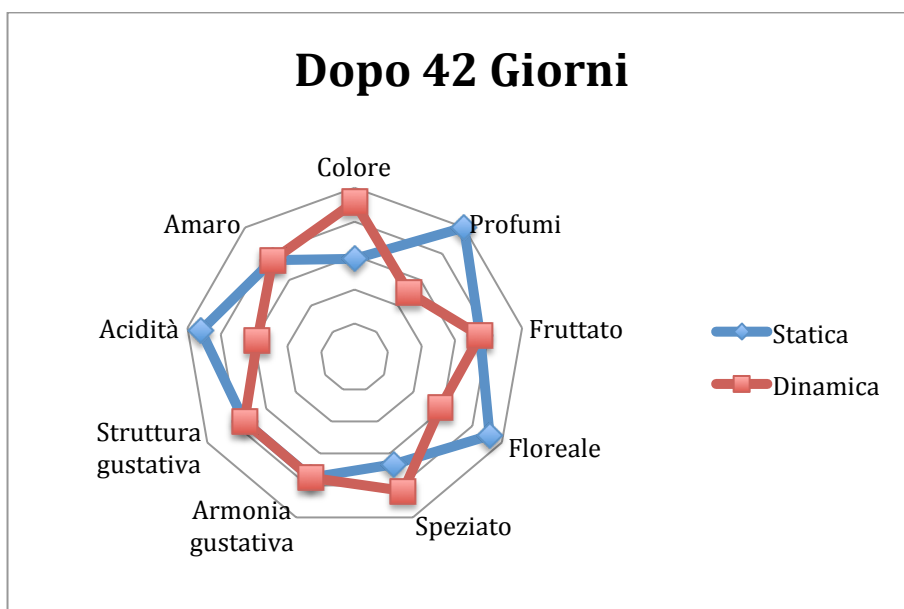


Grafico 4.19

4.4.2 Variabile enologica: enzimaggio

Per quanto riguarda la seconda variabile enologica abbiamo scelto di utilizzare dell'uva tocai per effettuare un confronto tra due vinificatori per la macerazione condotte con l'utilizzo o meno di enzima pectolitico.

4.4.2.1 Gestione

1. I due serbatoi gemelli dinamici detti A e B vengono saturati di CO₂ tramite una bombola esterna
2. Arrivano i carri che vengono svuotati in una tramoggia che porta ad una diraspapigiatrice
3. L'uva viene spinta attraverso una tubazione fino ad uno sdoppiamento ad Y con due specole di vetro per vederne il flusso
4. Entrambi i serbatoi vengono riempiti da una valvola posta al centro del fondo ad imbuto dei due serbatoi
5. Dall'inizio del riempimento alle ore 9.00 nei maceratori dinamici è impostato un insufflamento di CO₂ sotto il diaframma di 3 minuti ogni mezzora
6. Il contenuto viene fatto passare attraverso uno scambiatore di calore tubo in tubo fino a 10 °C
7. Il serbatoio A fa da testimone, mentre nel serbatoio B vengono aggiunti 2 g/hl di enzima pectolitico specifico per la macerazione prefermentativa di uve bianche man mano che il serbatoio viene riempito
8. La macerazione dura 11 ore dal riempimento che è alle 19.00
9. C'è la svinatura e i mosti vengono trasferiti in 2 serbatoi distinti per la chiarifica statica con enzima
10. Dopo la chiarifica il limpido viene fatto fermentare
11. Travaso del vino secco per eliminare la feccia e lasciarlo maturare sui lieviti

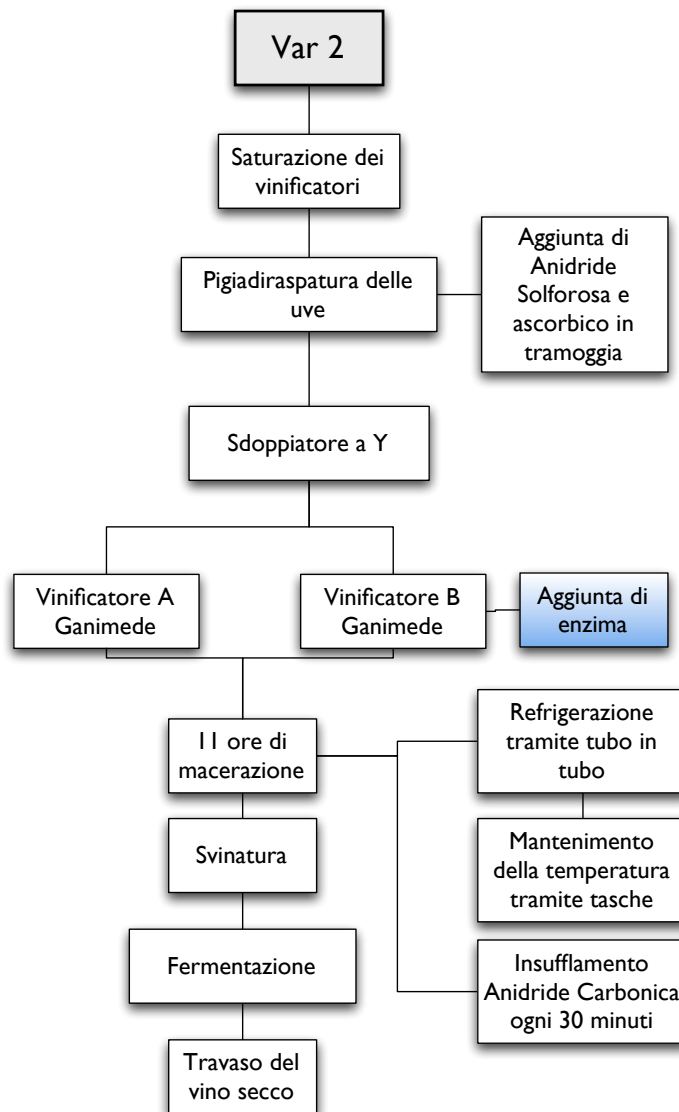


Grafico 4.20

Lo schema di vinificazione è quasi uguale a quello utilizzato per lo chardonnay che è stato visto visto prima. Entrambe le macerazioni sono state di tipo dinamico e l'enzima non è stato aggiunto direttamente in tramoggia, ma solo in un serbatoio durante la fase di caricamento. Ad ogni 150 qli di pigiadiraspato caricato sono stati aggiunti 2 g/ql di enzima, in modo da non fare solamente un'aggiunta finale al riempimento. In entrambi i vinificatori è stata impostata l'aggiunta di anidride carbonica sotto il diaframma per 5 minuti ogni mezz'ora. Per le altre fasi si è seguito la stessa procedura dello Chardonnay.

4.4.2.2 Risultati

Campionamenti							
n° campione	1 Fine carico	2 Dopo 5 ore	3 Prima della svinatura	4 Dopo pressatura	5 Dopo chiarifica statica	6 In fermentazione	7 Vino secco
Data	11/09	11/09	12/09	12/09	14/09	16/09	27/09
Ora	19:00	00:00	6:00	19:00	9:00	21:00	21:00

Le differenze analitiche non sono risultate evidenti, in quanto le due prove hanno proceduto sempre sugli stessi dati durante tutta la vinificazione.

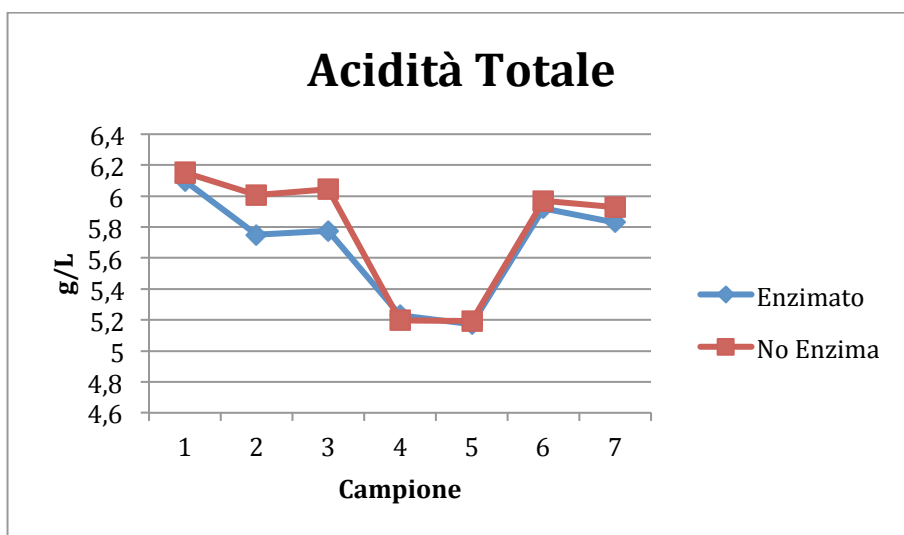


Grafico 4.21

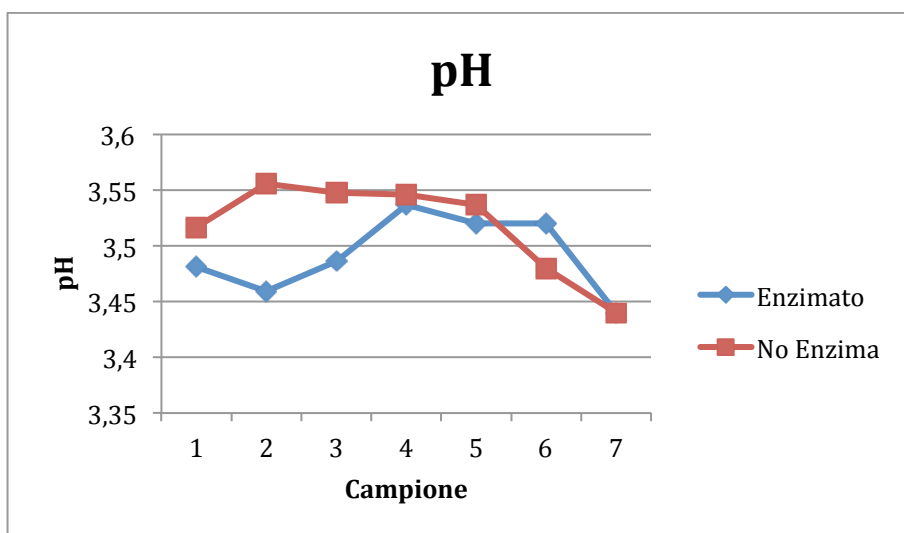


Grafico 4.22

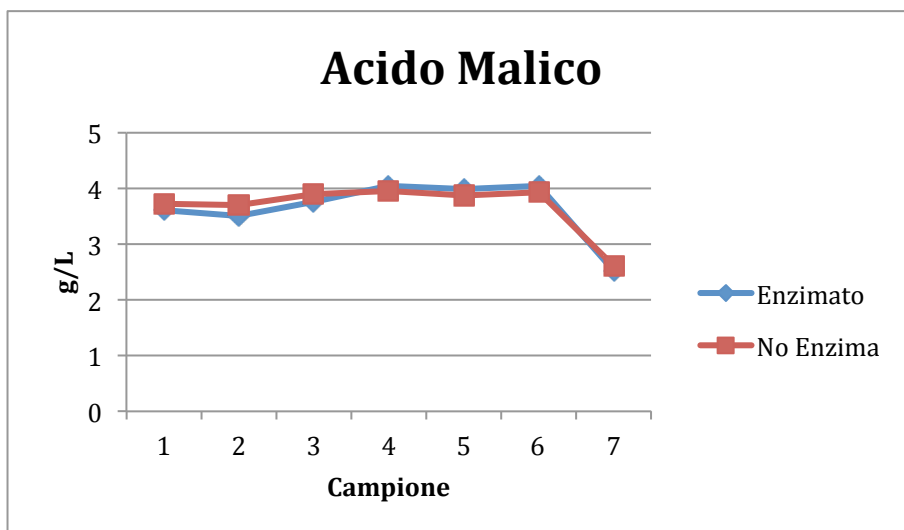


Grafico 4.23

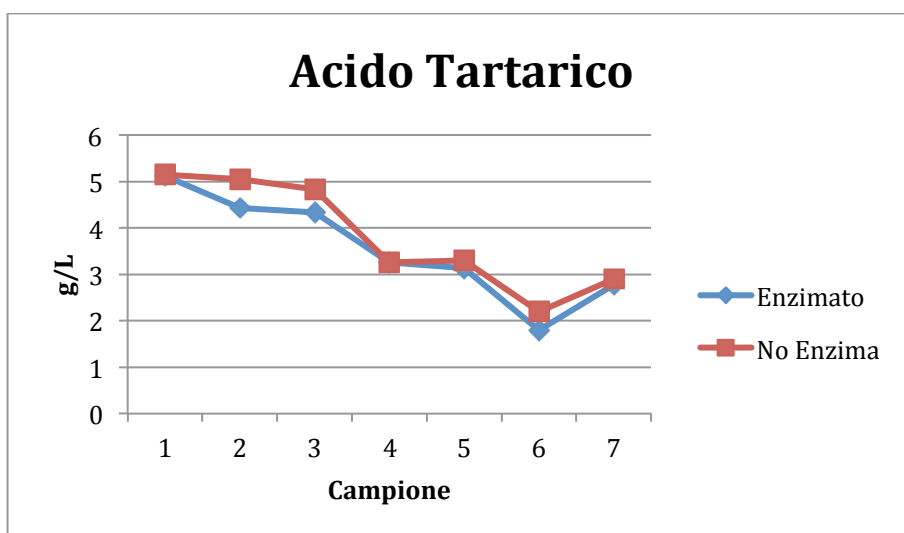


Grafico 4.24

Solo per quanto riguarda il pH all'inizio c'era un po' di differenza dovuta all'enzima, ma poi si è livellata.

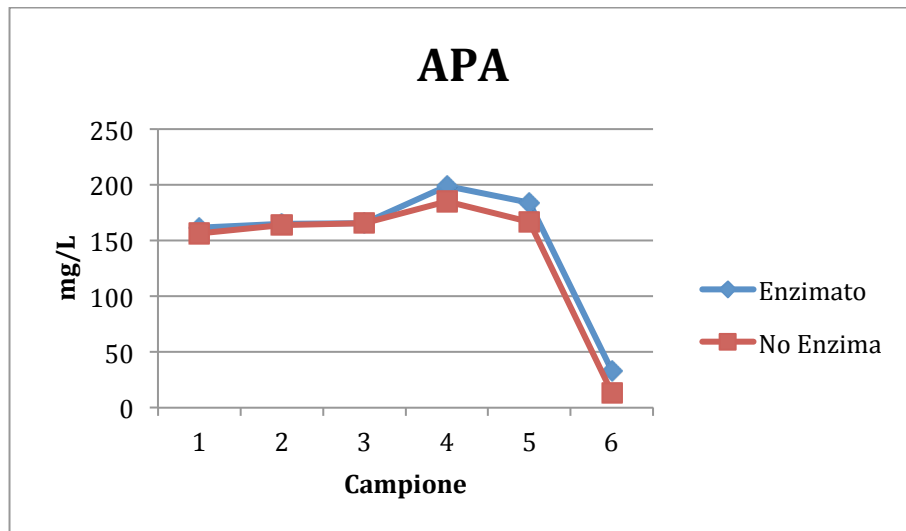


Grafico 4.25

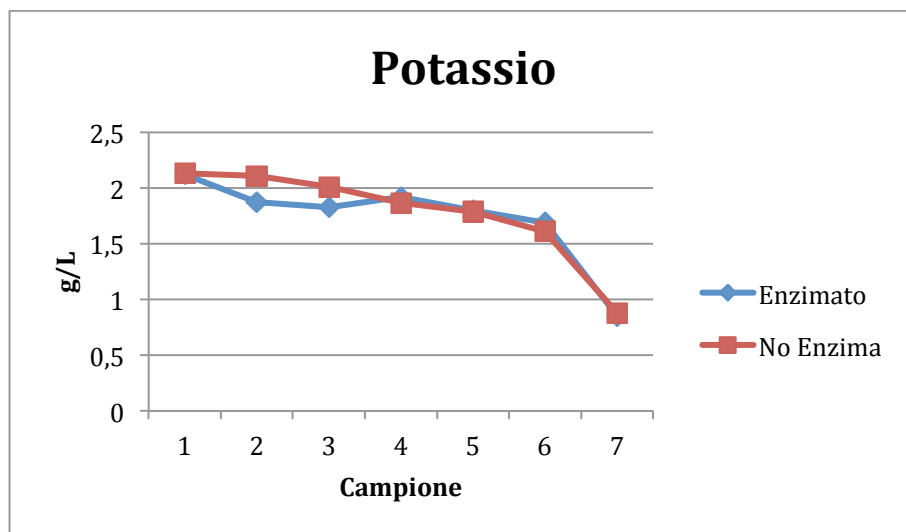


Grafico 4.26

Nessuna differenza neppure per quanto riguarda il potassio e l'azoto prontamente assimilabile.

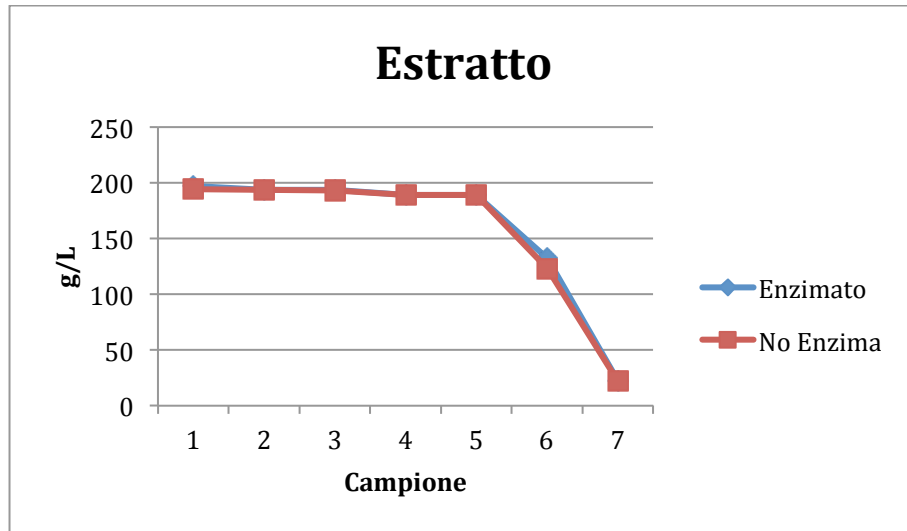


Grafico 4.27

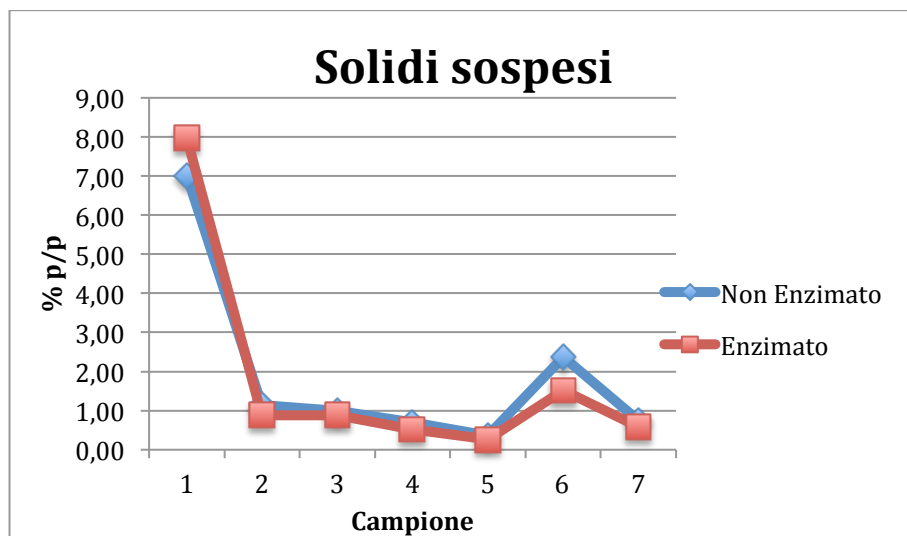


Grafico 4.28

Guardando l'estratto o i solidi sospesi non osserviamo nessuna differenza significativa e l'enzimato ha le stesse quantità di solidi sospesi del non enzimato.

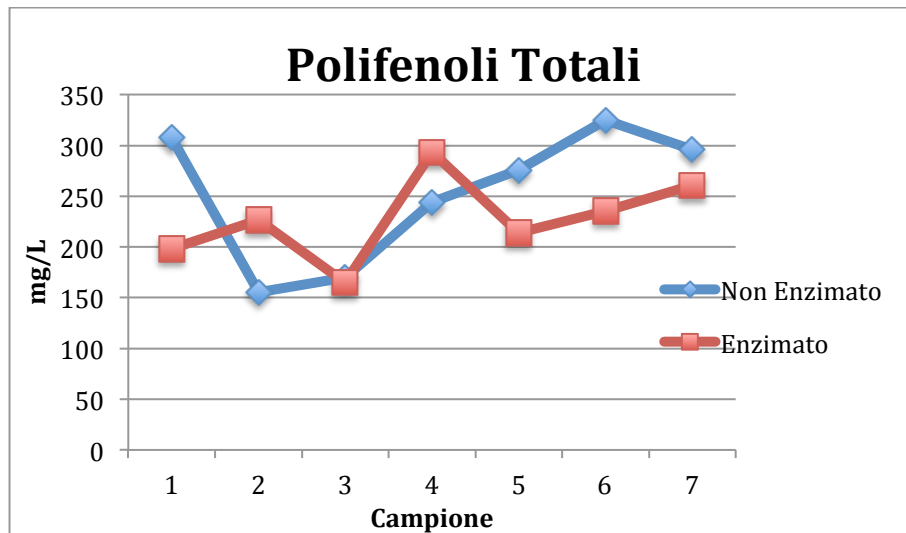


Grafico 4.29

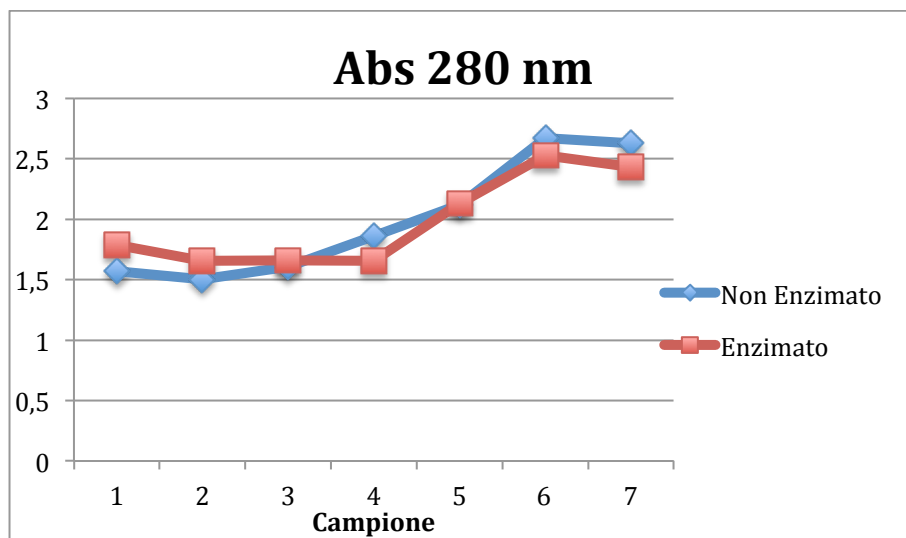


Grafico 4.30

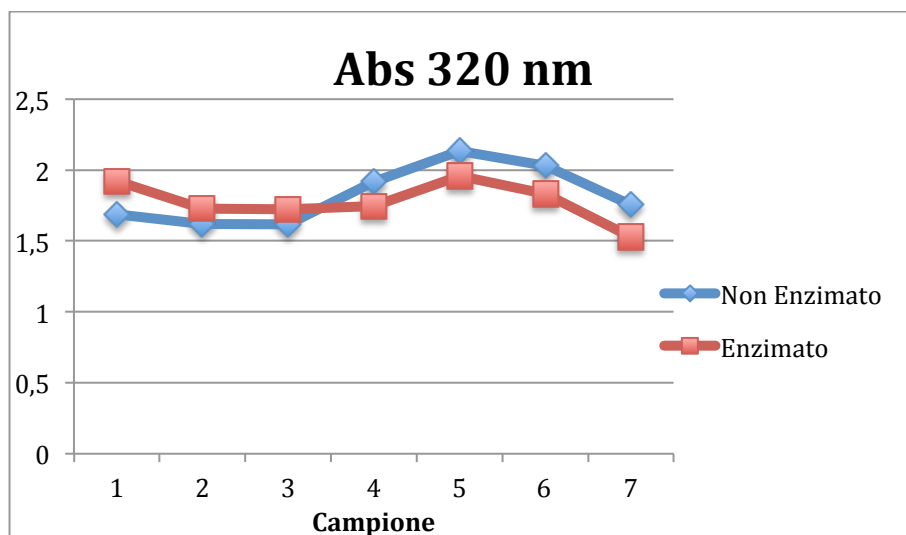


Grafico 4.31

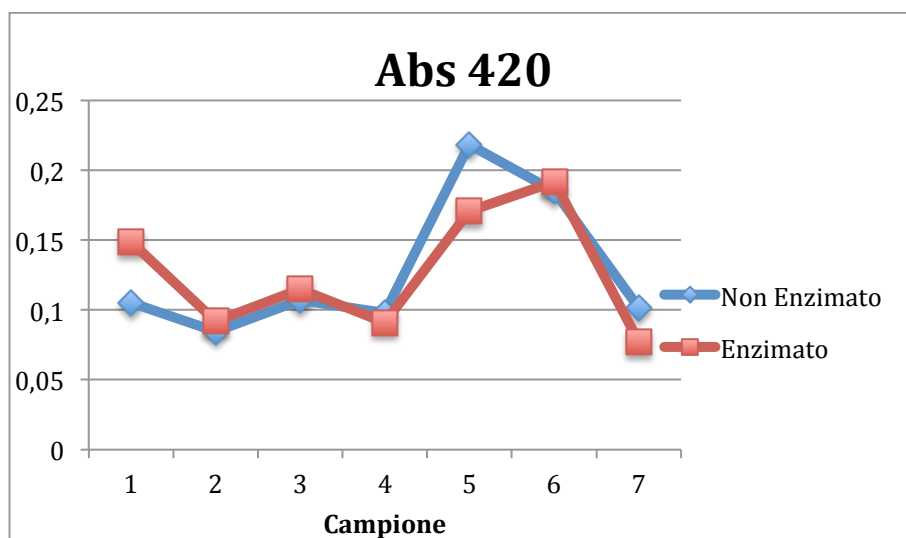


Grafico 4.32

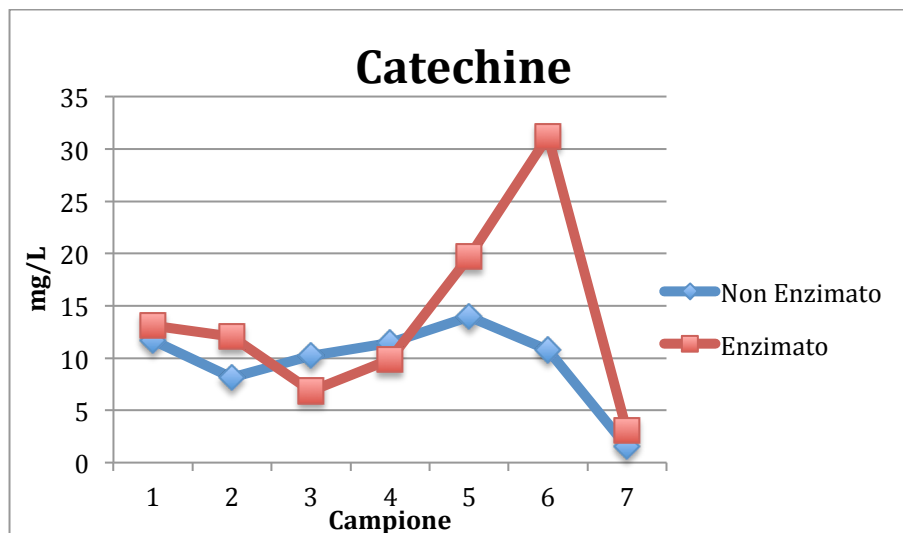


Grafico 4.33

Per quanto riguarda il colore e i fenoli ossidabili le differenze riscontrate durante la vinificazione e l'affinamento, anche se molto evidenti in certe situazioni, finiscono per non essere significative a fine fermentazione, quando il vino è portato a secco.

4.4.2.3 Valutazioni sensoriali

Troviamo anche qui una visuale sull'evoluzione durante l'affinamento sulla parte sensoriale delle due tecniche macerative. Dopo qualche giorno che si è conclusa la fermentazione alcolica abbiamo fatto una degustazione dove è emerso che il non enzimato aveva tutte le caratteristiche meno evidenti dell'enzimato. Questo faceva pendere la scelta del miglior risultato enologico verso l'enzimato. Invece durante l'ultima degustazione il risultato è stato sconvolto. Infatti il macerato dinamico non enzimato ha mostrato caratteristiche di amaro e di colore (non sempre voluto soprattutto nei bianchi) chiaramente inferiori, non lesinando in profumi, fruttato, floreale e acidità, e soprattutto una migliore armonia gustativa. Durante la degustazione è stato infatti preferito rispetto all'enzimato. E' un risultato molto buono, in quanto si punta a eliminare l'enzima, con un notevole vantaggio tecnologico e economico, tutto questo sfruttando la dinamicità della macerazione.

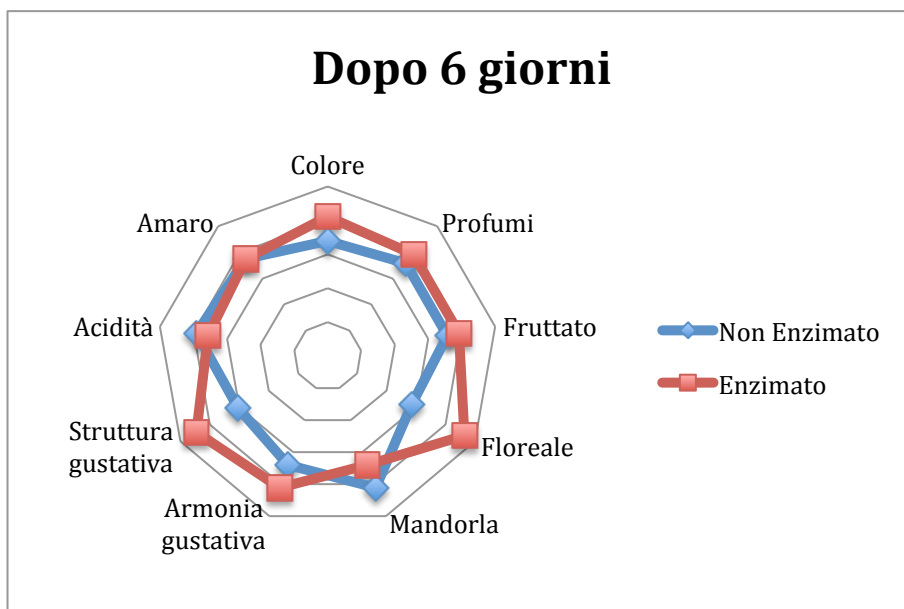


Grafico 4.34

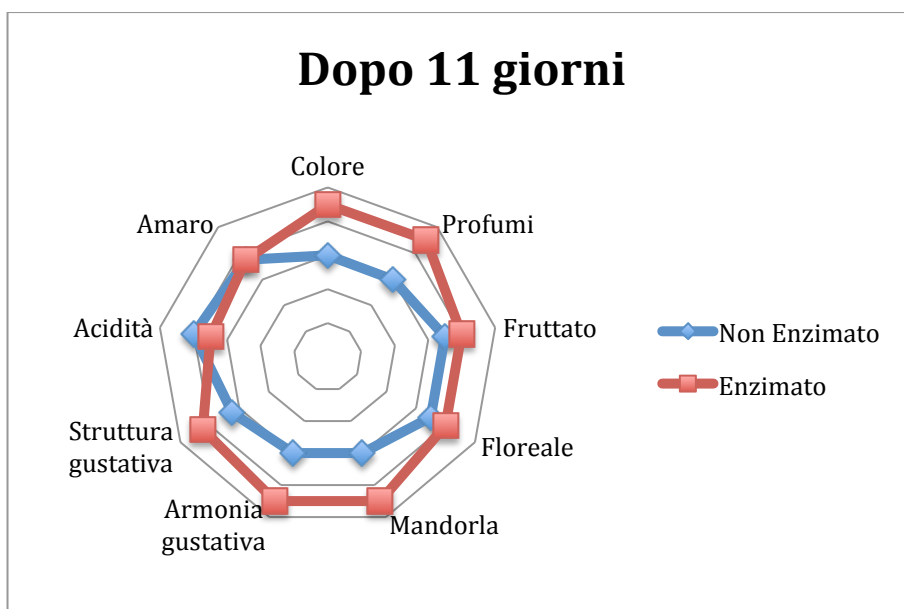


Grafico 4.35

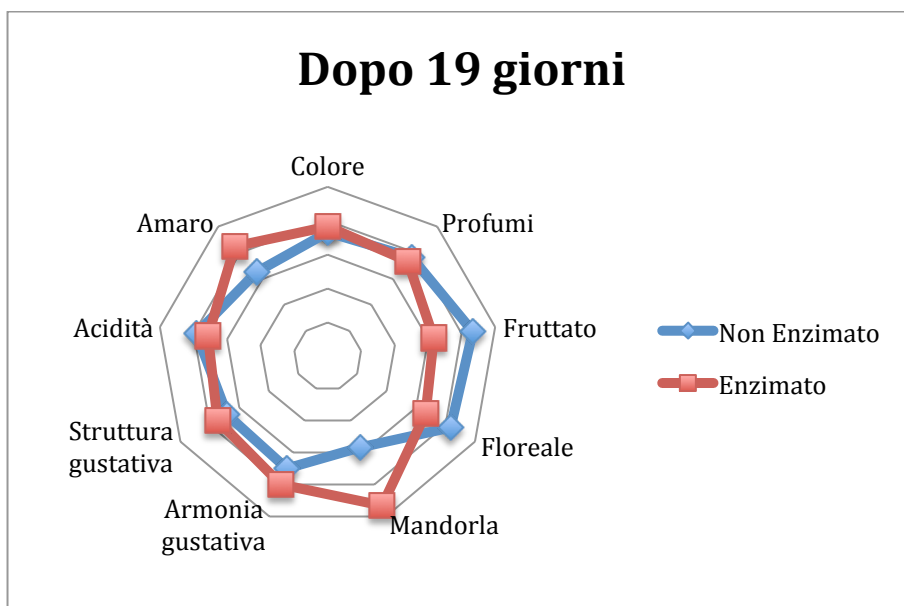


Grafico 4.36

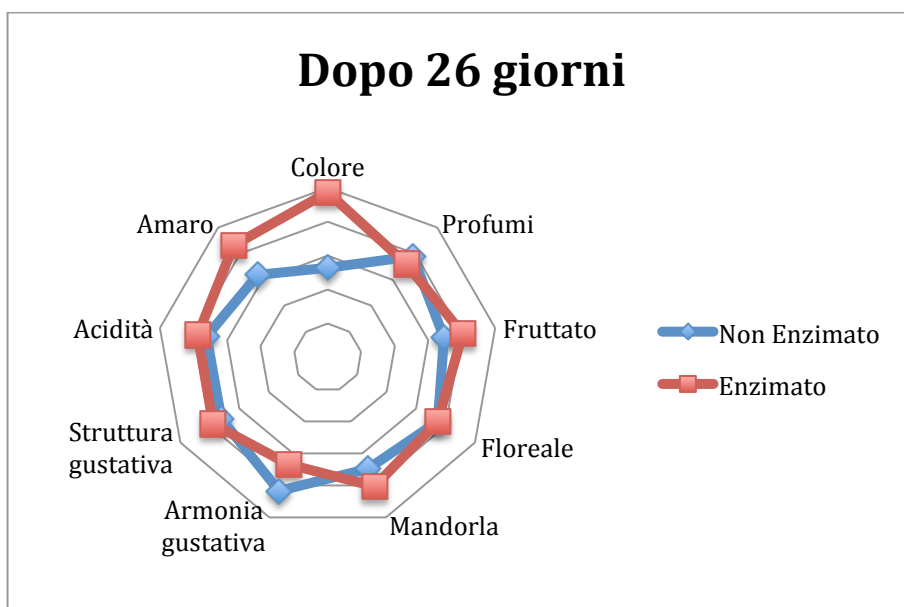


Grafico 4.37

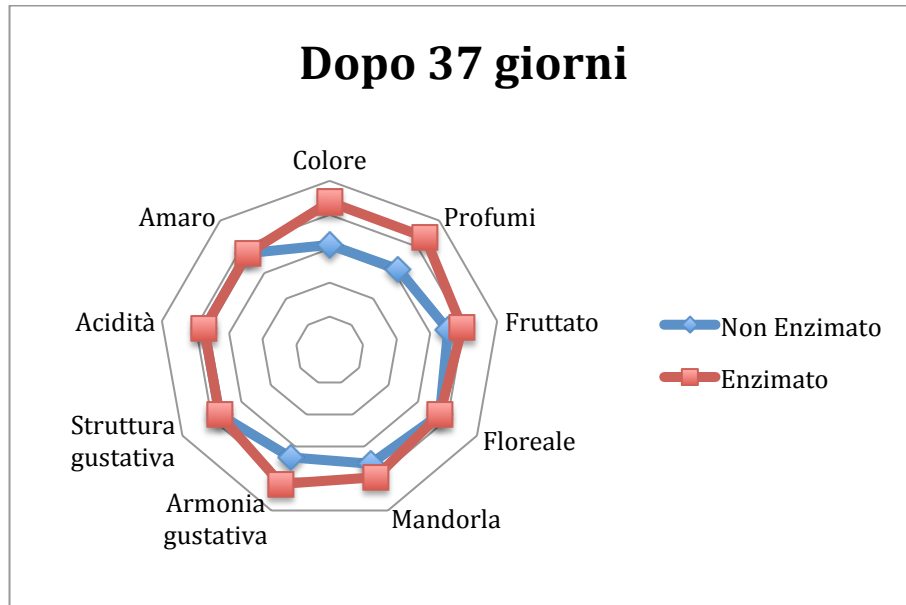


Grafico 4.38

4.4.3 Variabile enologica: tempo di macerazione

Come terza ed ultima variabile enologica abbiamo condotto una macerazione su prosecco focalizzando l'attenzione sul tempo di contatto tra fase solida e fase liquida.

4.4.3.1 Gestione

Abbiamo scelto di fare un confronto tra la macerazione dinamica per 8 ore e per 16 ore. Il procedimento seguito per la vinificazione è sempre uguale alle altre due prove, con insufflamento di anidride carbonica per 5 minuti ogni mezzora.

1. I due serbatoi gemelli dinamici detti C e D vengono saturati di CO₂ tramite una bombola esterna
2. Arrivano i carri che vengono svuotati in una tramoggia che porta ad una diraspapigiatrice
3. L'uva viene spinta attraverso una tubazione fino ad uno sdoppiamento ad Y con due specole di vetro per vederne il flusso

4. Entrambi i serbatoi vengono riempiti da una valvola posta al centro del fondo ad imbuto dei due serbatoi
5. Dall'inizio del riempimento alle ore 9.00 nei serbatoi dinamici è impostato un insufflamento di CO₂ sotto il diaframma di 3 minuti ogni mezzora
6. Il contenuto viene fatto passare attraverso uno scambiatore di calore tubo in tubo fino a 10 °C
7. Il serbatoio C viene svinato dopo 8 ore di macerazione dal riempimento che avviene alle ore 16.00
8. Il serbatoio D viene svinato dopo 16 ore di macerazione dal riempimento che avviene sempre alle ore 16.00
9. Subito dopo la svinatura i mosti vengono trasferiti in 2 serbatoi distinti per la chiarifica statica con enzima
10. Dopo la chiarifica il liquido viene fatto fermentare
11. Travaso del vino secco per eliminare la feccia, viene poi fatto un trattamento con bentonite

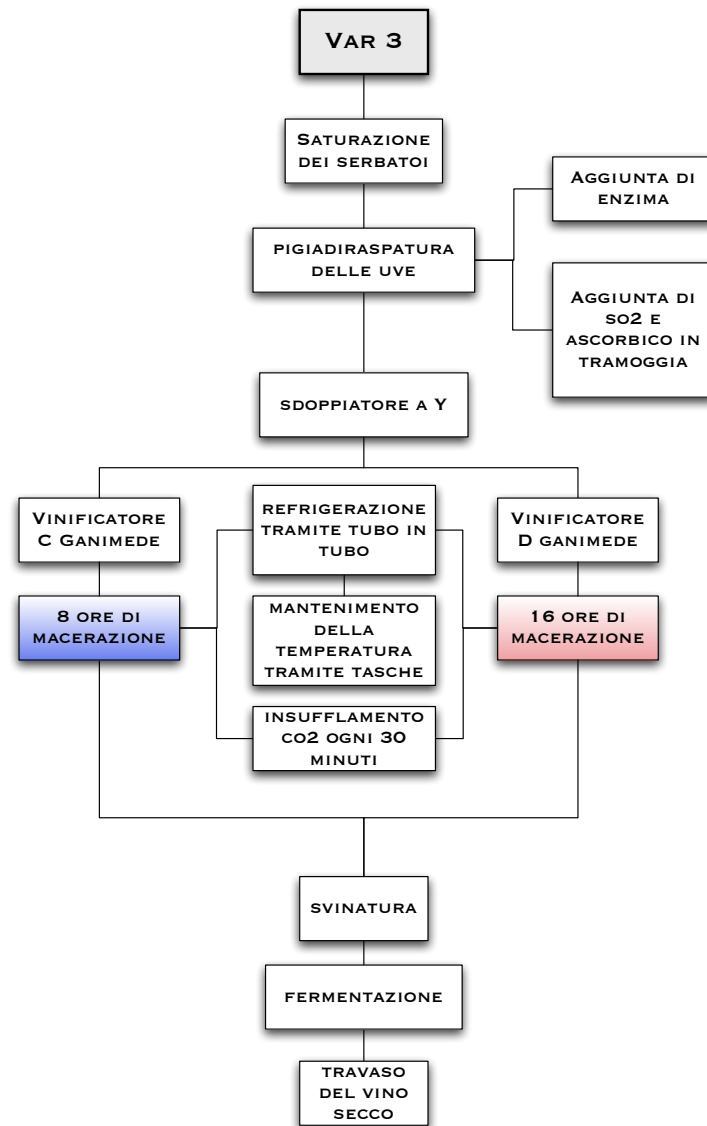


Grafico 4.39

4.4.3.2 Risultati

Campionamenti							
8 ore	1 Fine carico	2 Dopo 8 ore, prima della svinatura		3 Dopo pressatura	4 Dopo chiarifica statica	5 In fermentazione	6 Vino secco
Data	22/09	22/09		23/09	24/09	1/10	7/10
Ora	16:00	00:00		16:00	20:00	14:00	9:00
16 ore	1 Fine carico	2 Dopo 8 ore	3 Dopo 16 ore, prima della svinatura	4 Dopo pressatura	5 Dopo chiarifica statica	6 In fermentazione	7 Vino secco
Data	22/09	22/09	23/09	23/09	24/09	1/10	7/10
Ora	16:00	00:00	8:00	16:00	20:00	14:00	9:00

Le analisi effettuate durante le due vinificazioni anche in questo caso non mettono in luce differenze significative, segno che la differenza analitica tra una macerazione dinamica per 8 ore e una per 16 non è molto evidente per questi parametri.

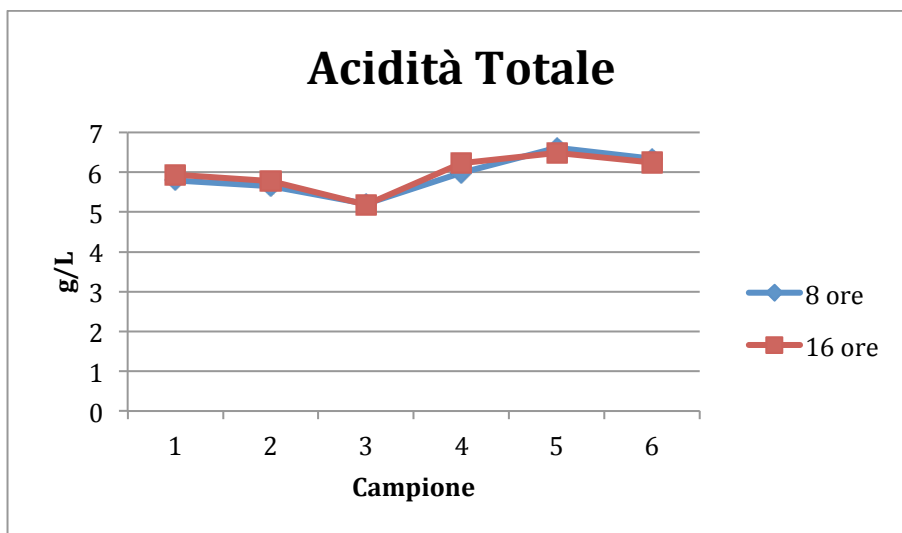


Grafico 4.40

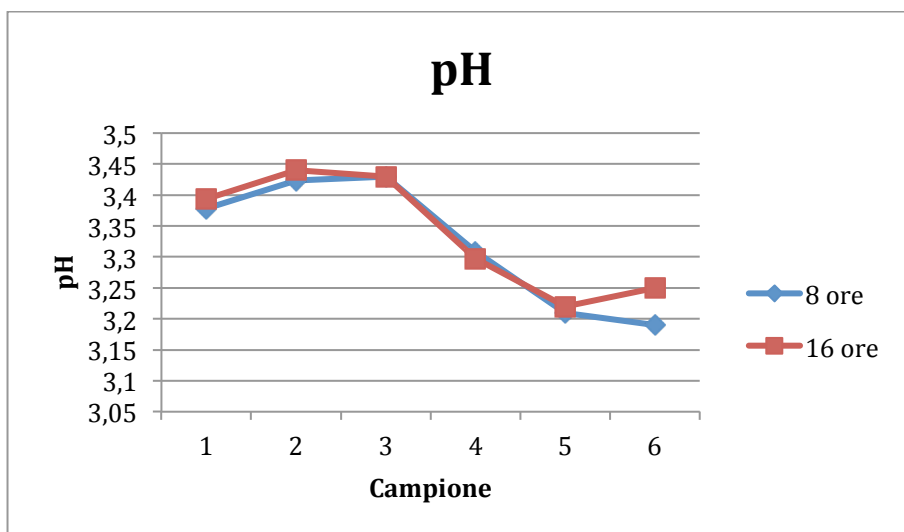


Grafico 4.41

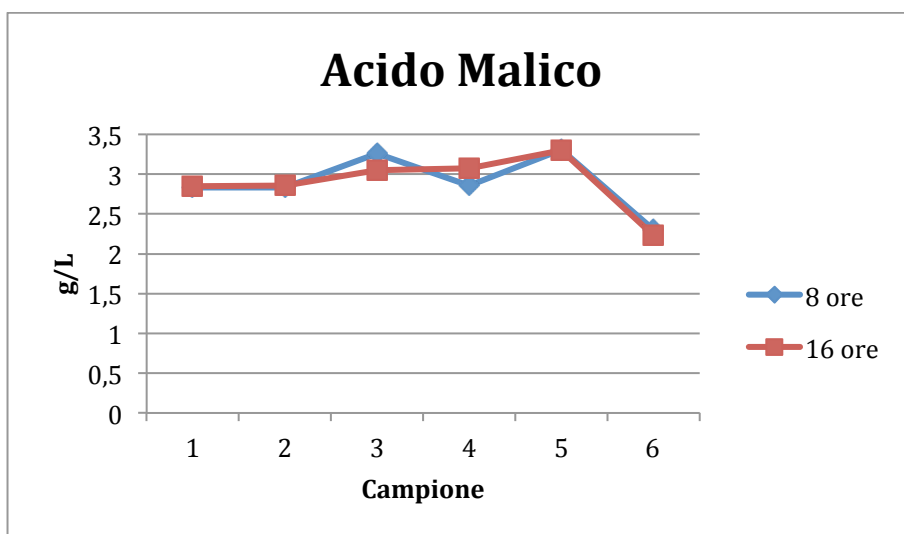


Grafico 4.42

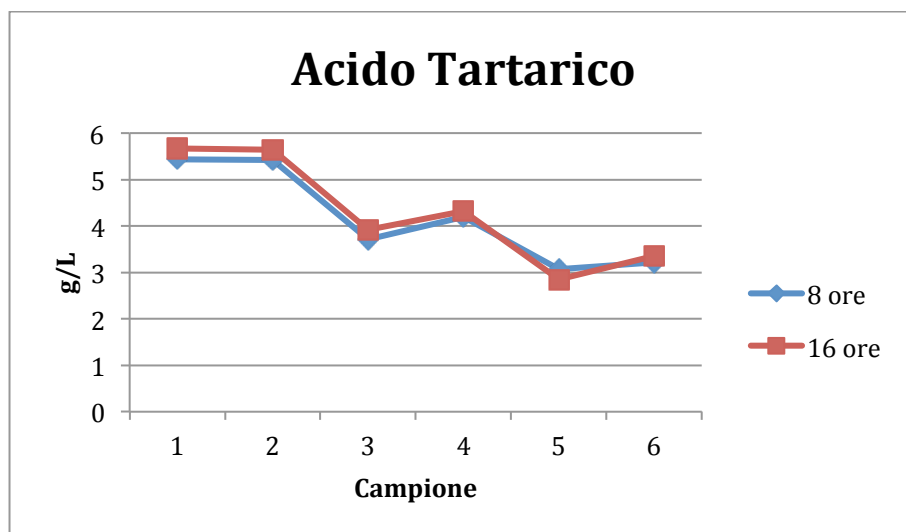


Grafico 4.43

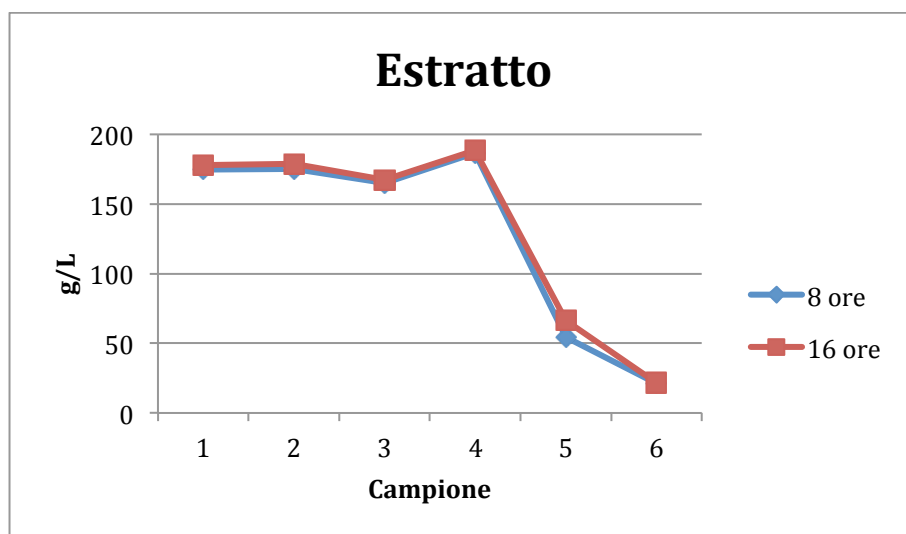


Grafico 4.44

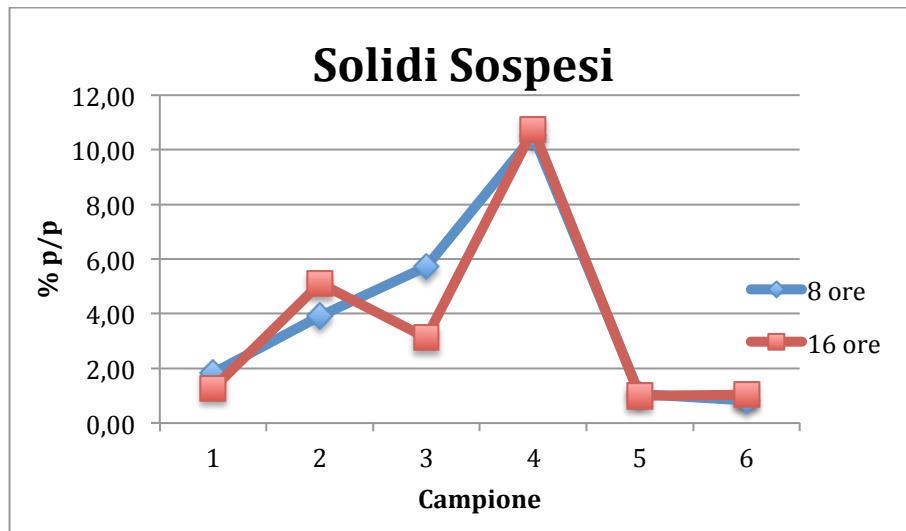


Grafico 4.45

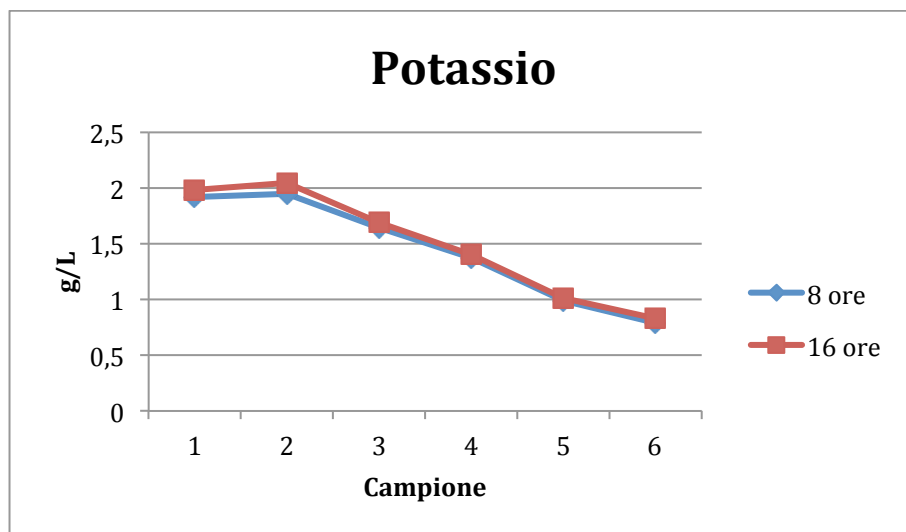


Grafico 4.46

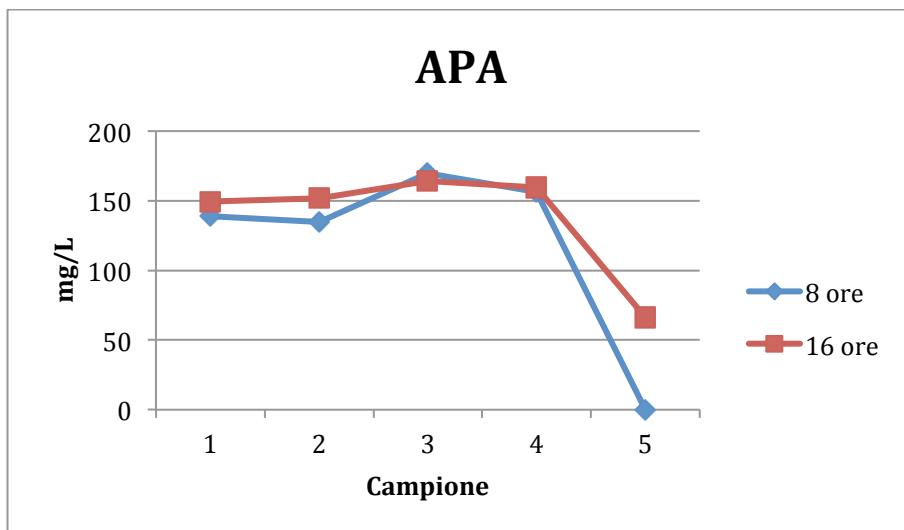


Grafico 4.47

L'azoto prontamente assimilabile e il potassio procedono in parallelo nelle due tesi e lo stesso vale per l'estratto e per i solidi sospesi che non manifestano variazioni evidenti. La durata raddoppiata di macerazione dinamica non influenza quindi la quantità di feccia a fine fermentazione alcolica. L'insieme di fattori che comprendono: 1. la movimentazione delicata durante la macerazione e 2. l'elasticità delle bucce fresche non fermentate, permette di allungare il periodo di macerazione in base alle caratteristiche volute per il prodotto finale.

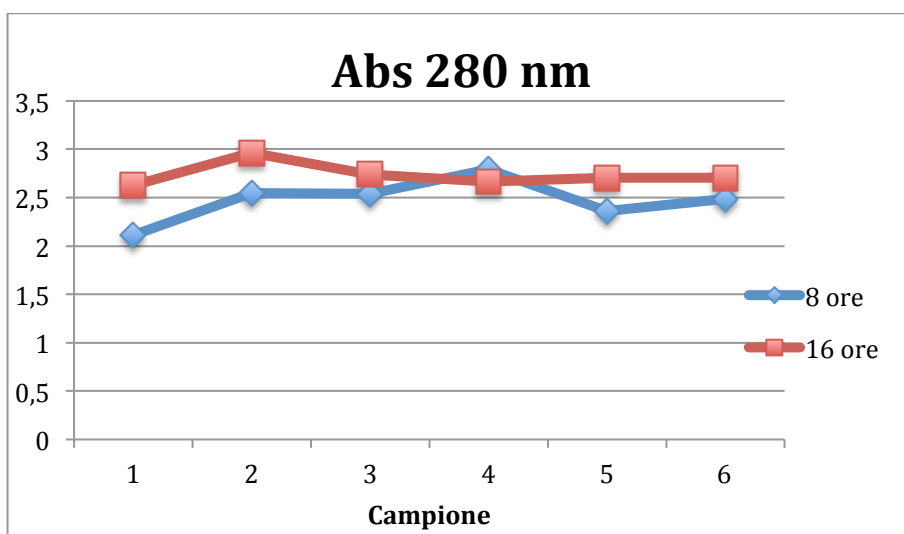


Grafico 4.48

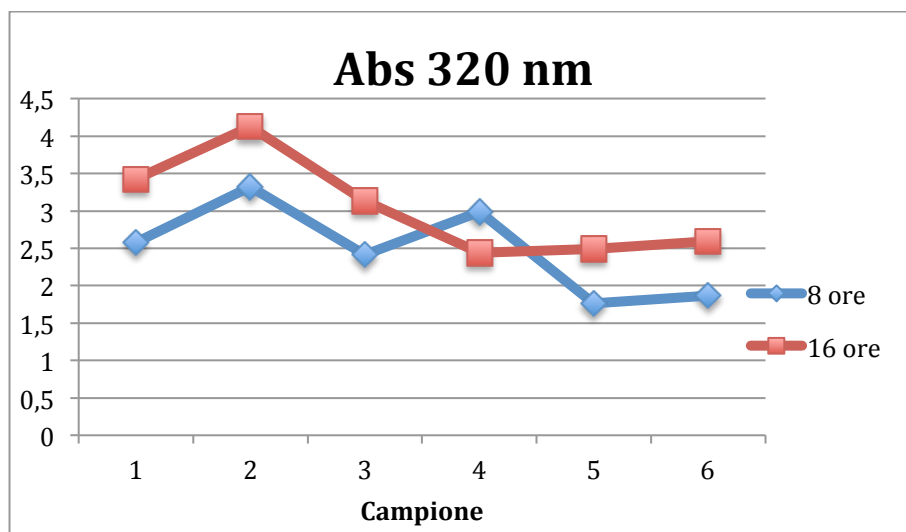


Grafico 4.49

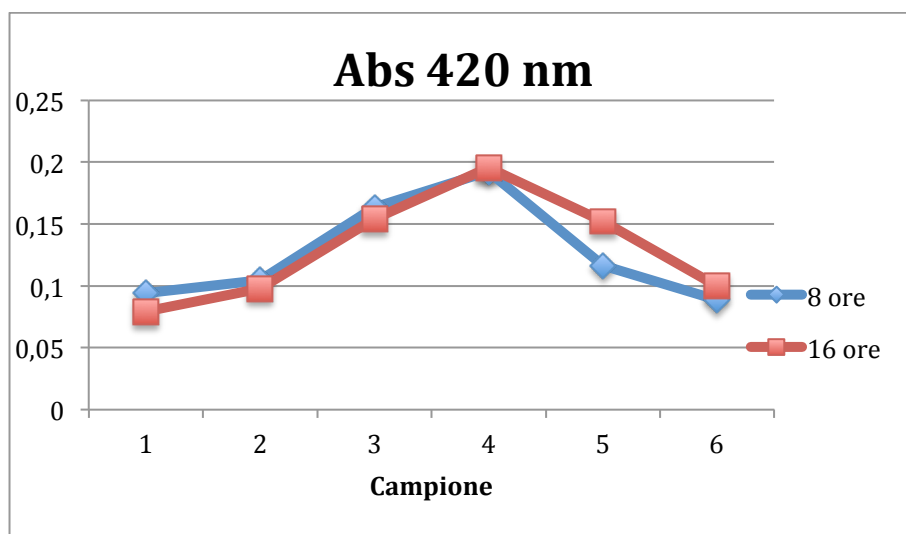


Grafico 4.50

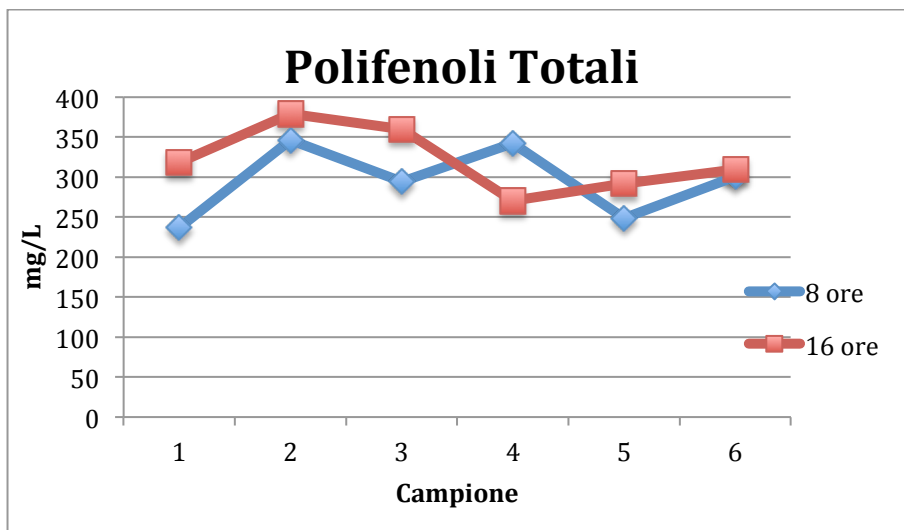


Grafico 4.51

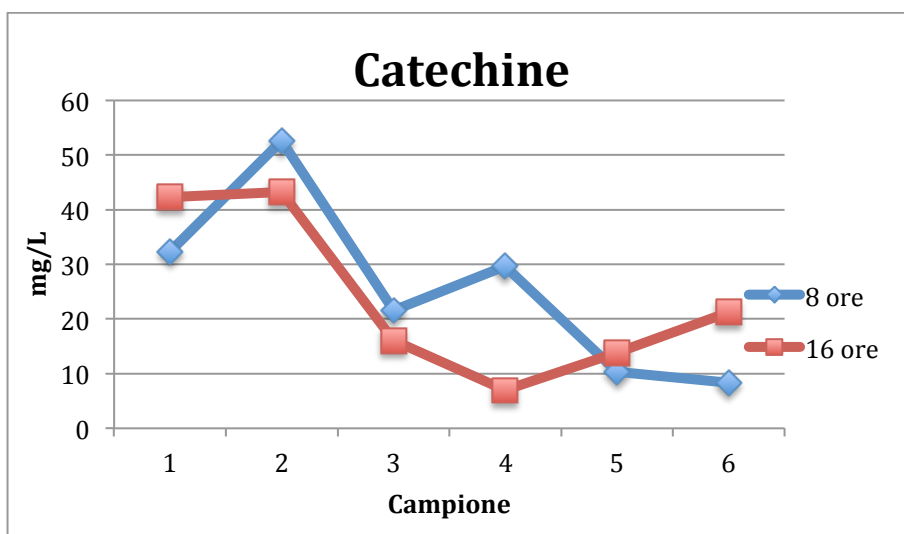


Grafico 4.52

La quantità di polifenoli totali è leggermente maggiore nel prosecco macerato 16 ore, una differenza molto piccola comunque, anche per quanto riguarda le catechine possiamo vedere un andamento simile che porta in risalto un aumento di questi fenoli ossidabili nel macerato 16 ore a fine fermentazione. Le differenze sono tuttavia molto limitate e gestibili, e influenzano delicatamente l'aspetto sensoriale permettendo di modellare il proprio prodotto finale giocando con la durata della fermentazione senza avere troppe preoccupazioni riguardo

all'estrazione troppo violenta di composti non voluti che risulterebbero difficilmente gestibili.

4.4.3.3 Valutazioni sensoriali

Nel test di macerazione dinamica prolungata per 16 ore su prosecco rispetto a quella di 8 ore sono state evidenti fin da subito le differenze organolettiche dei due prodotti, che si sono mantenute e accentuate nel tempo. Il macerato 16 ore risulta più corposo e colorato, ma le differenze non sono drastiche considerando che il tempo di macerazione è stato raddoppiato. Questi risultati ci permettono di mettere in luce una gestibilità della durata della macerazione sulla base delle caratteristiche che vogliamo dare al prodotto e di macerare anche per molte ore come è stato fatto senza intaccare la piacevolezza gustativa del vino finito. C'è un netto vantaggio economico di gestione per le aziende, che possono dimezzare il tempo di macerazione e al contempo ridurre il rischio di estrarre polifenoli instabili.

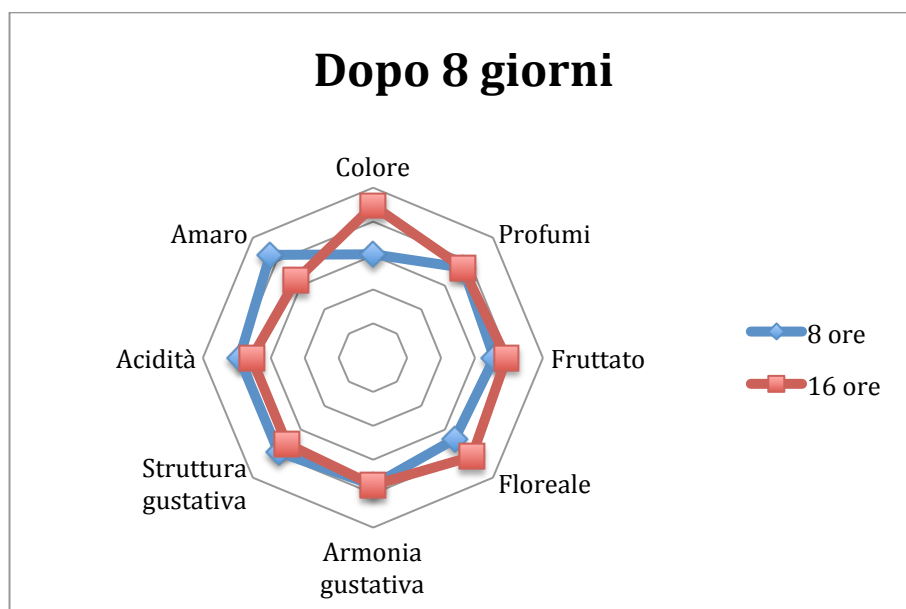


Grafico 4.53

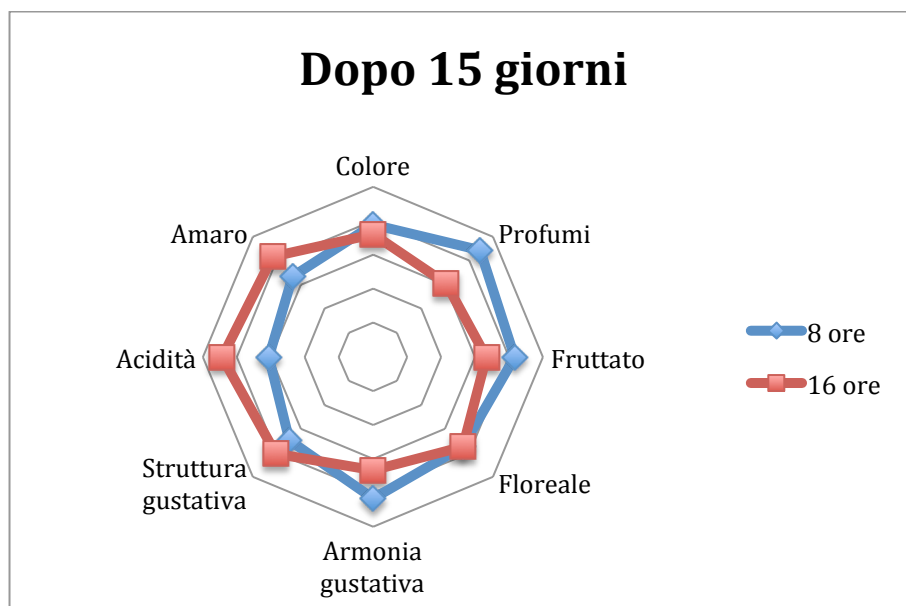


Grafico 4.54

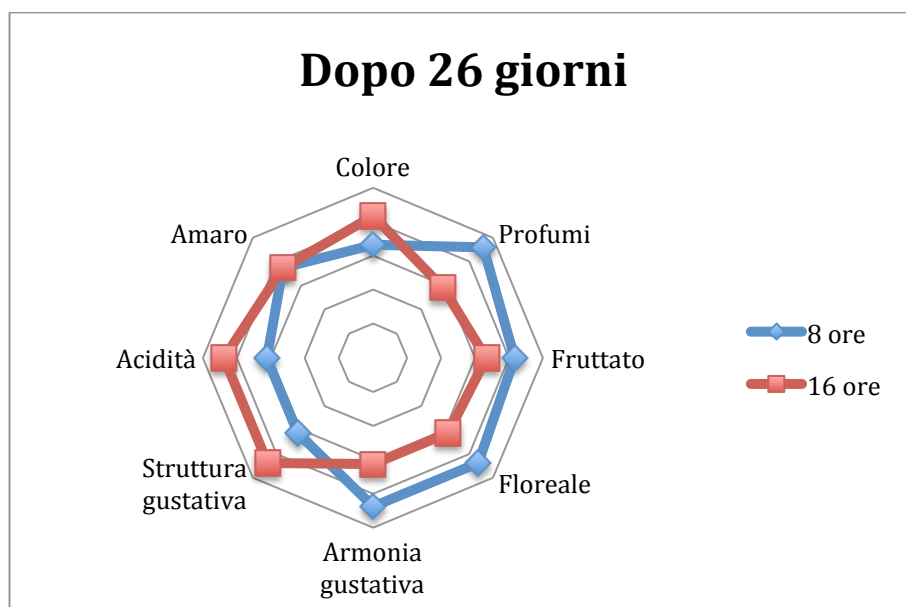


Grafico 4.55

4.5 Stabilità fenolica e ossidabilità

Terminata la fase della vinificazione abbiamo fatto anche un test per quanto riguarda l'ossidabilità. E' stato scelto il POM-test, che permette di valutare la quantità di composti che possono ossidarsi in un vino, la differenza è visibile anche a occhio nudo, anche se non valutabile precisamente. Per avere dati validi viene misurata la differenza di assorbanza contro un bianco a 420 nm sia per vino tal quale che per il vino aggiunto di acqua ossigenata. Nella slide si vede riassunta la metodica per effettuare il test.

I dati risultanti da queste analisi hanno evidenziato che non c'è una variazione significativa per quanto riguarda l'ossidabilità dei vini presi in considerazione. Questo mette in risalto il fatto che non ci sono grandi differenze nella stabilità fenolica e quindi non c'è un'estrazione violenta di composti che potrebbero far mutare la colorazione del vino bianco verso toni non desiderati per certe destinazioni produttive.

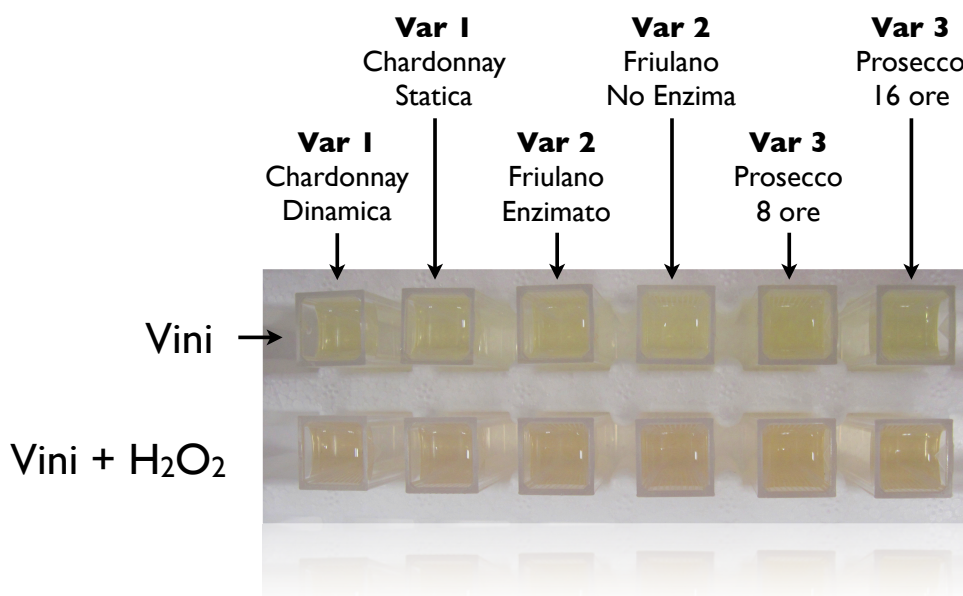


Immagine 4.1

5. Conclusioni

Concludendo e riassumendo i risultati di questa ricerca relativamente alle prove effettuate, si è visto che: la macerazione dinamica non ha causato incrementi di feccia; l'estrazione di polifenoli instabili è stata simile a quella delle macerazioni statiche; è stata messa in risalto la possibilità di gestire la durata della macerazione in funzione della qualità dell'uva e dell'obiettivo enologico.

Inoltre l'azione di movimentazione dinamica ha permesso anche di non usare enzimi pectolitici. L'inertizzazione avvenuta grazie alla CO₂ ha avuto anche il vantaggio di poter limitare l'apporto in SO₂, ed eliminare così anche l'effetto estraente non selettivo della stessa SO₂.

E' quindi possibile modulare il profilo aromatico dei vini e quindi intervenire su determinati processi in base alla tipologia di prodotto che si vuole ottenere. Questo è possibile grazie anche alla flessibilità operativa messa a disposizione dall'impiantistica della macerazione dinamica.

Bibliografia

Alvarez, I., Aleixandre, J.L., García, M.J. and Lizama, V. 2006. Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in Monastrell red wines. *Analytica Chimica Acta*.

Arnold, R.A. and Noble, A.C. 1979. *Am. J. Enol. Vitic.*

Baumes, R., Bayonove, C., Cordonnier, R., Torres, P. and Seguin, A. 1989. *Rev. Fr. Oenol.*

Canals, R. Llaudy, M. C., Valls, J., Canals, J. M. and Zamora, F. 2005. Influence of Ethanol Concentration on the Extraction of Color and Phenolic Compounds from the Skin and Seeds of Tempranillo Grapes at Different Stages of Ripening. *Journal Agricultural Food and Chemistry*.

Couasnon, M.B. 1999. *Rev. Fr. Oenol.*

Durbourdieu, D., Ollivier Ch. and Boidron, J.N. 1986. *Conn. Vigne Vin*.

García-Romero et al., 1999. Fruity flavor increase of Spanish white wines made by brief fermentation skin contact. *Food Science and Technology International*.

Heatherbell, D.; Dicey, M.; Goldsworthy, S.; Vanhanen, L. 1994. Effect of Prefermentation Cold Maceration on the Composition, Color and Flavor of Pinot Noir Wine. In: *Proceedings of the Fourth International Symposium on Cool Climate Viticulture & Enology*. Lincoln University, PO Box 84, Canterbury, New Zealand (1994).

J. Marais, 1998. Effect of Grape Temperature, Oxidation and Skin Contact on Sauvignon blanc Juice and Wine Composition and Wine Quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 19, No. 1, 1998.

J. Marais and A. Rapp, 1988. Effect of Skin-contact Time and Temperature on Juice and Wine Composition and Wine Quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 9, No. 1, 1988.

Ough, C.S. 1969. *Am. J. Enol. Vitic.*

Parenti, A., Spugnoli, P., Calamai, L., Ferrari, S., Gori, C. 2004. Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan Sangiovese grape. *European Food Research and Technology*.

G. Nicolini, G. Versini, A. Dalla Serra, P. Barchetti, G. Menini, 1994. Esperienze di vinificazione per macerazione a freddo nella produzione del vino prosecco. *L'Enotecnico*.

Parley, A. 1997. The Effect of Pre-Fermentation Enzyme Maceration on the Extraction and Stability of colour in Pinot noir wine. <http://www.thewinefly.com/>.

Salinas, M.R., Garijo, J., Pardo, F., Zalacain, A. and Alonso, G.L. 2005. Influence of prefermentative maceration temperature on the colour and the phenolic and volatile composition of rosé wines. Alonso. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

Sánchez Palomo, E., Pérez-Coello, M.S., Díaz-Maroto, M.C., González Viñas, M.A. and Cabezero, M.D.. 2006. Contribution of free and glycosidically-bound volatile compounds to the aroma of muscat “a petit grains” wines and effect of skin contact. *Food Chemistry*.

Tomasi, D.; Flamini, R.; Calò, A.; Pol, M.; Dalla Vedova, A.; Costacurta, A.
Studio dei precursori di aromi varietali contenuti nel mosto di uva prosecco.
L'enotecnico.

Watson, B.; Price, S.; Ping Chen, H.; Young, S.; Lederer, C.; McDaniel, M.
Fermentation Practices in Pinot Noir: Effects on Color, Phenols, and Wine
Quality. In: *Proceedings of the Fourth International Symposium on Cool Climate
Viticulture & Enology*, pp VI-18 to VI-23. Department of Food Science and
Technology, Oregon State University and Price Research Services and ETS
Laboratories (1994).

Ringraziamenti

Un grazie speciale va alla mia famiglia che mi ha sempre sostenuto durante questo corso di studi, come ha sempre fatto e come sono certo continuerà in ogni occasione futura.

Ringrazio con amore Elisa, che non manca mai di credere in me e mi tira su di morale in ogni occasione. Mi congratulo con lei anche per l'impegno con cui si dedica nel suo recente approccio al vino.

Grazie a tutti i miei amici, che sono sempre stati affascinati dal mio corso di studi, soprattutto per la parte riguardante la degustazione.

Ringrazio il professor Celotti che è stato disponibilissimo e molto presente durante tutto il periodo di tesi e le dottoresse Valentina e Paola per l'aiuto nelle analisi di laboratorio e sensoriali.

Ringrazio tutte le persone della Cantina Rauscedo e della ditta Ganimede che mi hanno seguito con dedizione durante le mie ricerche e mi hanno permesso di vivere questa esperienza come un rilevante studio scientifico, ma soprattutto come una mia personale crescita culturale.