

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
TORINO, MILANO, PALERMO, SASSARI, FOGGIA

Corso di Laurea Magistrale Interateneo in
SCIENZE VITICOLE ED ENOLOGICHE
Tesi di Laurea

Prospettive di valorizzazione qualitativa del
Moscato d'Asti mediante tecniche
agronomiche ed enologiche.
Progetto Marengo "Scrapona"

Relatore: **Prof. Vincenzo Gerbi**

Candidato: **Giovanni Boccaccio**

Anno Accademico 2015/2016

Sommario

1. Introduzione.....	3
1.1. Rilevanza commerciale del Moscato d’Asti e dell’Asti Spumante	3
1.2. Caratteristiche aromatiche del vitigno	5
2. Scopo del lavoro	9
3. Materiali e metodi.....	10
3.1. Caratteristiche del vigneto.....	10
3.2. Aspetti climatologici	11
3.3. Sperimentazione	14
3.4. Analisi	17
3.4.1. Uve	18
3.4.2. Catechine	21
3.4.3. Mosti.....	23
3.4.4. Assemblaggi in pre-fermentazione	23
3.4.5. Vino	24
4. Risultati e discussione	25
4.1. Risultati delle analisi	25
4.1.1. Uve	25
4.1.2. Catechine	29
4.1.3. Mosti.....	30
4.1.4. Assemblaggi in pre-fermentazione	31
4.1.5. Vino	32
4.2. Discussione dei risultati	33
4.3. Considerazioni sulla tecnologia di vinificazione	38
5. Conclusioni.....	45
6. Ringraziamenti	46
7. Bibliografia	47

1. Introduzione

1.1. Rilevanza commerciale

L'importanza del Moscato Bianco, con le cui uve si ottengono i vini Moscato d'Asti e Asti Spumante, è nota. Non solo come espressione di una storia e di una tipicità proprie di una regione a forte connotazione vitivinicola, il Piemonte, ma anche commercialmente, come risultato di un prodotto di eccellenza che s'impone su numerosi mercati.

Infatti, la vocazione internazionale di Asti Spumante e Moscato d'Asti è confermata dalla quota export che negli ultimi anni ha superato l'85%, facendo di questi prodotti i vini a DOCG italiani più venduti all'estero. Come media delle vendite degli ultimi 7 anni (2010-2016), l'Asti Spumante vede primeggiare la Germania, mentre il Moscato "tappo raso" ha avuto come principale acquirente il mercato statunitense. Il mercato italiano si piazza invece, rispettivamente, in terza e seconda posizione (Fig. 1).

Da qualche anno, però, si è potuto constatare un calo generale delle vendite, dopo il picco positivo del 2011 (quando si superarono i 100 milioni di bottiglie vendute), dovuto alla discesa vertiginosa delle vendite di Asti Spumante, mercato italiano compreso. Nel 2016 il mercato russo, in particolare, ha subito una flessione del 28,5% rispetto all'anno precedente, dovuta soprattutto alle conseguenze dell'embargo previsto dall'Unione Europea. Il Moscato d'Asti si mostra invece in controtendenza, vedendo i propri volumi aumentati, a cominciare proprio dagli Stati Uniti (Fig. 2), complice anche una diffusione di questo vino nella cultura di massa, in particolare tra i giovani. L'Asti DOCG, nonostante il calo, resta comunque presente in 90 Paesi del mondo.

Visti i risultati, significativi dal punto di vista quantitativo, appare doveroso non tralasciare l'aspetto relativo alla qualità di tali prodotti, al fine di valorizzarli e identificarli, ora come in futuro, come vini simbolo di un'eccellenza produttiva e non solo come mera conseguenza di una ricerca di profitto. A tale proposito nasce l'idea di un progetto, quello della presente dissertazione, che illustreremo nei capitoli seguenti.

PAESE	N° BOTTIGLIE
Germania	1400000
Russia	1200000
Italia	1100000
Stati Uniti	700000
Gran Bretagna	400000
Austria	250000
Giappone	170000
Danimarca	130000
Australia	120000
Canada	100000
TOTALE	5570000

PAESE	N° BOTTIGLIE
Stati Uniti	1150000
Italia	300000
Corea del Sud	100000
Svizzera	55000
Grecia	45000
Olanda	20000
Danimarca	16000
Spagna	15000
Canada	14000
Francia	12000
TOTALE	1727000

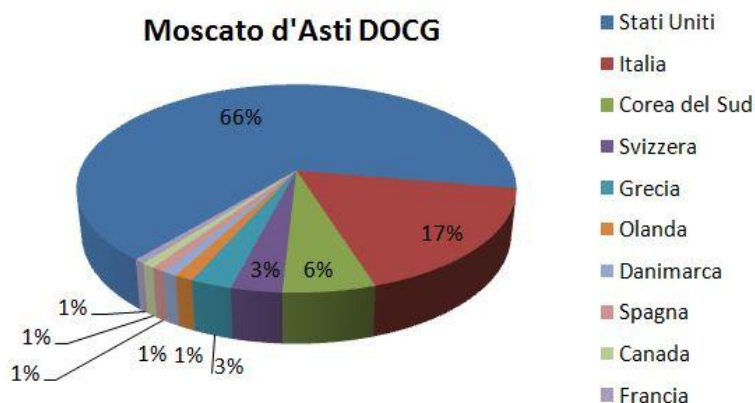
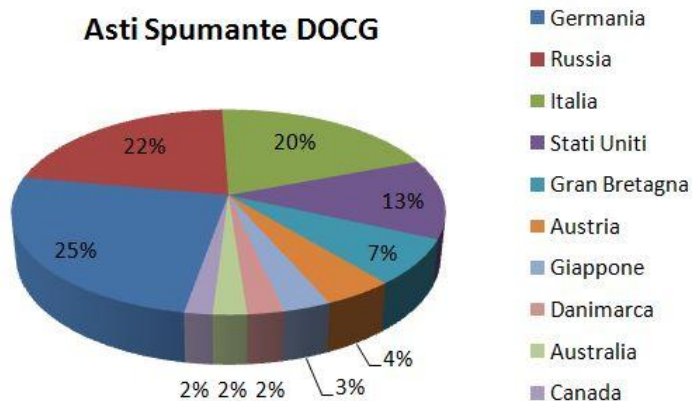


Fig. 1 – Principali Paesi consumatori di Asti Spumante e Moscato d'Asti. I dati riportati sono medie di vendita negli anni 2010-2016 (fonte: Consorzio per la tutela dell'Asti DOCG).

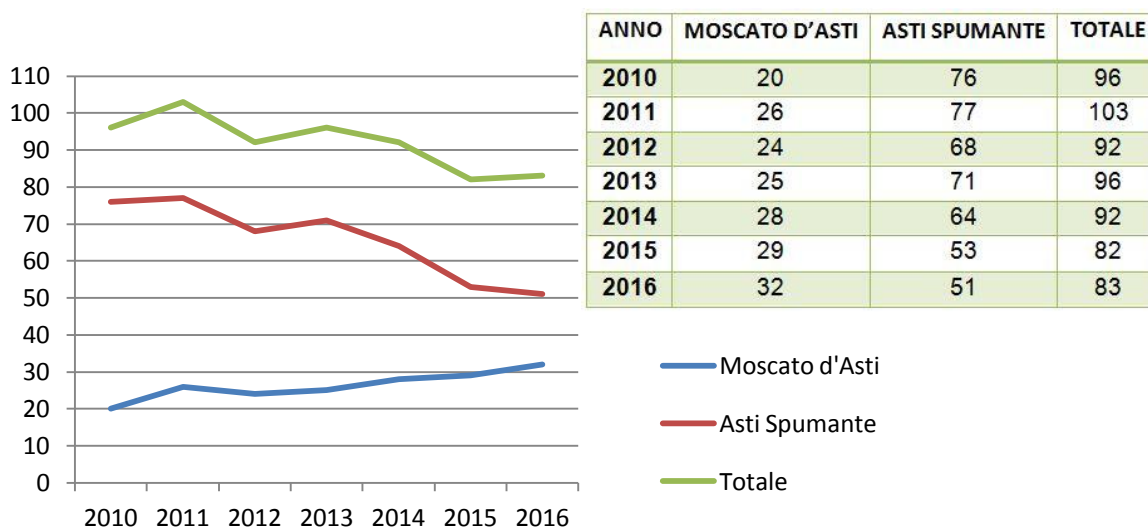


Fig. 2 – Vendite totali di Asti Spumante e Moscato d'Asti dal 2010 al 2016. In particolare, i dati del 2016 riferiti alle aziende consorziate mostrano un incremento del 13,8% (Moscato d'Asti) e un decremento del 2,1% (Asti Spumante) rispetto all'anno precedente (fonte: Consorzio per la tutela dell'Asti DOCG).

1.2. Caratteristiche aromatiche del vitigno

Come è noto, il caratteristico profumo è uno dei punti di forza dei vini Moscato d'Asti e Asti Spumante. Le componenti aromatiche che ne sono responsabili sono dette varietali, in quanto derivano dall'uva. Ciononostante, sarebbe un errore ritenere che siano specifiche di una particolare cultivar piuttosto che di un'altra, in quanto si riscontrano i medesimi composti odorosi (o loro precursori) in numerose varietà (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2007). È inoltre opportuno considerare che, mentre il profilo qualitativo è sotto il controllo varietale, i quantitativi di ciascun composto dipendono da fattori esogeni come ambiente o tecniche colturali: ciò sarà oggetto della presente sperimentazione.

I terpeni sono una grande famiglia di composti che comprende idrocarburi semplici, aldeidi, alcoli ed esteri. La biosintesi dei terpeni può essere suddivisa in quattro processi principali, il primo dei quali consiste nella conversione dell'acetil-coenzima A (CoA) nell'isopentenil pirofosfato (IPP) (tramite la cosiddetta via dell'acido mevalonico). L'azione di varie preniltransferasi genera, a partire da questo precursore, tre composti intermedi: il geranil pirofosfato (GPP, a 10 atomi di carbonio), il farnesil pirofosfato (FPP, a 15 atomi di carbonio) e il geranil-geranil pirofosfato (GGPP, a 20 atomi di carbonio). Tali molecole possono poi condensare (per formare i precursori C₃₀ e C₄₀ di, rispettivamente, steroli e carotenoidi), essere impiegati in reazioni di prenilazione per aggiungere gruppi isoprenilici a composti come le proteine, oppure ciclizzare generando gli "scheletri" di base delle principali famiglie terpeniche (Fig. 3). Infine, processi quali ossidazione, riduzione, isomerizzazione, coniugazione o altre trasformazioni secondarie consentono la formazione degli specifici e molteplici caratteristiche dei terpeni (McGarvey & Croteau, 1995).

I composti terpenici ritenuti odorosi sono i monoterpeni (composti a 10 atomi di carbonio, Fig. 4) e i sesquiterpeni (composti a 15 atomi di carbonio), formati rispettivamente a partire da due e da tre unità isopreniche. Le soglie di percezione sono molto basse, comprese tra qualche decina e qualche centinaio di µg/L (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2007); il linalolo, ad esempio, ha una soglia di percettibilità che si attesta, nel mosto, intorno ai 50 µg/L (Usseglio-Tomasset e Di Stefano,

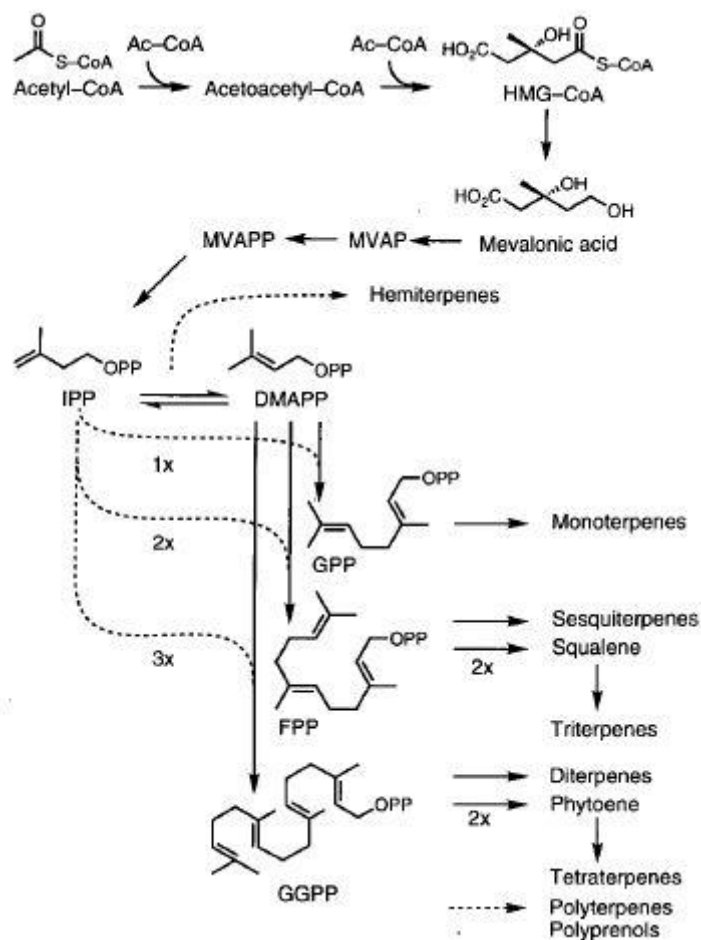


Fig. 3 – Schematizzazione della via dell'acido mevalonico e della biosintesi degli "scheletri" di base delle principali famiglie terpeniche (McGarvey & Croteau, 1995).

1979). Tra i descrittori troviamo il floreale, in particolare la rosa (linalolo, geraniolo, nerolo, ossido di rosa), il coriandolo (linalolo), la canfora (linalol ossido) e l'erbaio (Simpson, 1979).

I composti terpenici che maggiormente caratterizzano il Moscato bianco sono i monoterpenoli linalolo, geraniolo, nerolo, α -terpineolo e ho-trienolo (Marais, 1983), ma vi sono molti altri composti terpenici i quali, sebbene in concentrazioni sensibilmente inferiori e con soglie di percezione maggiori, contribuiscono all'aroma. La scoperta di tali composti, avvenuta nel corso degli anni, è da attribuirsi all'evoluzione di tecniche di analisi come la gas-cromatografia o la

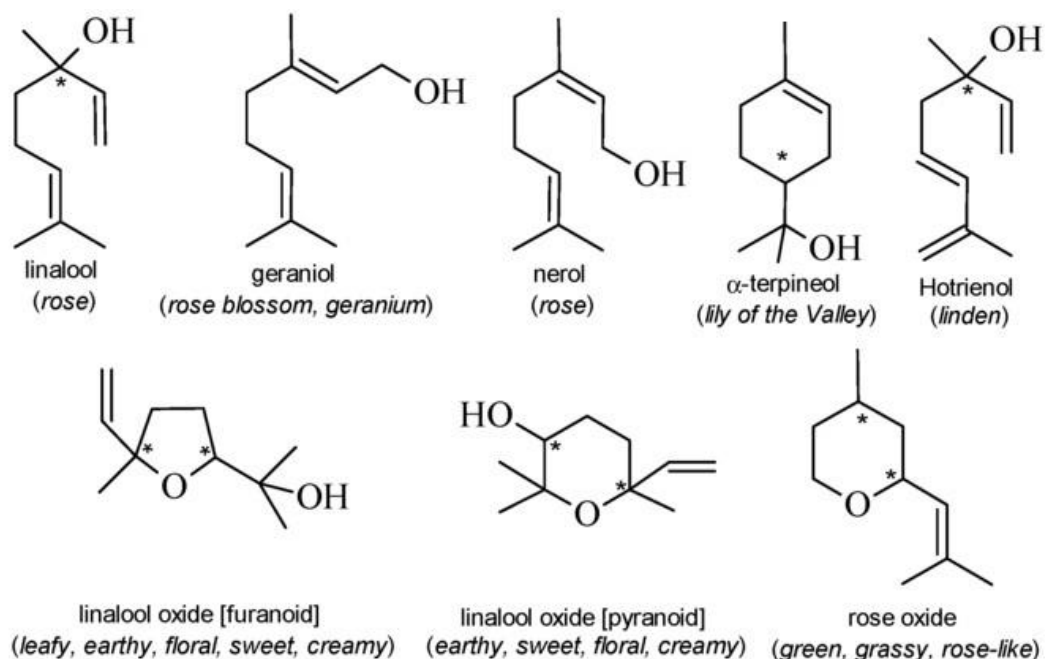


Fig. 4 – Alcuni monoterpeni riscontrabili nelle uve Moscato bianco e loro descrittori aromatici.

spettrometria di massa, nonché allo sviluppo di nuove tecniche estrattive come la SPME (*solid-phase micro extraction*, microestrazione in fase solida) o la SBSE (*stir bar sorptive extraction*, estrazione con ancorotta magnetica adsorbente).

I composti terpenici nelle uve e nei vini sono sensibili alle condizioni di acidità e alle variazioni di temperatura e tempo di conservazione. In tali situazioni possono essere trasformati in composti simili ma con differenti note aromatiche, come ad esempio la reazione di isomerizzazione da linalolo ad α -terpineolo, favorita da pH più bassi, oppure la reazione di ossidazione del medesimo che, se il vino viene conservato ad alte temperature (tra 15 e 25 °C), porta alla formazione dei cosiddetti ossidi di linalolo (derivati piranici e furanici), con note fruttate affievolite (Bordiga *et al.*, 2013). Occorre pertanto tenere presente tali aspetti sia per quanto riguarda l'applicazione di tecniche enologiche come l'acidificazione, sia nel caso in cui, ad esempio, si voglia considerare una conservazione prolungata del vino in bottiglia.

A differenza di altre varietà aromatiche come il Brachetto in cui prevalgono il geraniolo ed i suoi derivati, il Moscato bianco vede prevalere il linalolo ed i relativi

derivati (Di Stefano, 2013). Per questo motivo, pur presentando nei risultati del nostro studio l'intero profilo aromatico del Moscato bianco, le relative considerazioni si concentreranno prevalentemente su tale composto.

I terpeni sono in parte presenti in forma di glicosidi, ossia legati ad uno zucchero monosaccaride o disaccaride. Tali forme sono inodori e il terpene odoroso necessita di essere liberato dallo zucchero da β -glicosidasi dell'uva o del lievito, anche se l'azione di questi enzimi, ottimale a pH 5, ha scarso effetto a causa del pH del mosto oppure a causa di una mancanza di specificità nei confronti di alcuni terpeni come il linalolo (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2007). Secondo Di Stefano (1981) circa due terzi del linalolo contenuto nel Moscato bianco è sotto forma di glicoside. Ad esempio, nelle bucce prevalgono nettamente le forme glicosidiche sulle libere (Eberle *et al.*, 2015). È però opportuno aggiungere, nell'ambito del presente studio, che in particolari condizioni di temperatura o acidità, si può assistere ad un riarrangiamento dei terpeni da legati a liberi (Williams *et al.*, 1981). Per questo motivo anche nel caso dei glicosidi risulta importante non trascurare gli aspetti relativi alla loro trasformazione, per esempio per quanto riguarda l'evoluzione degli aromi durante la conservazione in bottiglia. Un recente studio (Parker *et al.*, 2015) ha inoltre dimostrato che i glicosidi di composti aromatici monoterpenici possono contribuire sostanzialmente all'aroma percepito in bocca durante la degustazione del vino e che l'effetto aromatico può essere molto persistente.

In aggiunta ai terpeni, altre famiglie di composti contribuiscono, sebbene in misura minore, all'aroma del Moscato bianco. È il caso dei norisoprenoidi, i cui contenuti sono risultati sensibilmente inferiori a quelli dei terpenoli e alla media delle altre cultivar aromatiche (ad esempio il Riesling renano) e non aromatiche. Tali composti sono presenti principalmente sotto forma di glucosidi (Eberle *et al.*, 2015). Ben più importanti sono i composti tiolici, come il 3-mercaptoesan-1-olo (3MH), il 4-mercapto-4-metilpentan-2-olo (4MMPOH) e il 4-mercapto-4-metilpentan-2-one (4MMP), presenti nell'uva sotto forma di precursori cisteinil e glutationil derivati e liberati nel corso della fermentazione ad opera dei lieviti (Cerreti *et al.*, 2013).

2. Scopo del lavoro

Come già accennato e come preannuncia il titolo, la presente sperimentazione si propone come obiettivo la valorizzazione della qualità del vino Moscato d'Asti, agendo su varie fasi della filiera produttiva, al fine di ottenere un prodotto finale di eccellenza.

Il progetto ha previsto la suddivisione di un vigneto in 7 lotti, differenti per tecniche di concimazione del terreno, nutrizione idrica e tecniche colturali. Le analisi hanno riguardato uve, mosti e vino. Sono state, inoltre, prese in considerazione alcune tecniche enologiche al fine di incrementare la qualità non solo in vigneto, ma anche in cantina.

Sebbene sia anche produttrice di Asti Spumante, la cantina Marengo di Strevi (Fig. 5) ha scelto di investire, con il presente studio, sull'incremento qualitativo di un Moscato d'Asti DOCG già al vertice della categoria per qualità e riconoscimento: il Moscato "Scrapona". Strevi, piccolo comune della provincia di Alessandria, fu in passato ed è ancora oggi luogo pioniere nella vinificazione del Moscato. La cantina Marengo nasce agli inizi del '900 ed ancora oggi è sinonimo di qualità e di promozione della tipicità del Monferrato in Italia e nel mondo.



Fig. 5 – L'elegante bottiglia di Moscato d'Asti DOCG "Scrapona".

3. Materiali e metodi

3.1. Caratteristiche del vigneto

Il vigneto (Fig. 6), situato in località Valle Bagnario a Strevi (circa 300 m s.l.m.), è esposto a Sud-Ovest. Deve il suo nome all'espressione dialettale "sc-crapè", "raspare", per il fatto che la pendenza, del 30%, induce a faticare nel risalirlo. Si estende per 5,7 ha e contiene 24000 ceppi di vite (circa 4210 ceppi per ettaro). Il sistema di allevamento è la spalliera, con ceppi accoppiati e potatura a *guyot*. La distanza tra una coppia di ceppi e l'altra è di 1,80 m, mentre l'interfila misura 2,5 m. La disposizione dei filari è a giropoggio. Il terreno, marnoso-calcareo, presenta un suolo di medio impasto, con 40% di limo, 30% di sabbia e 30% di argilla. Il terreno è neutro, con un pH di 5,5-6 e povero in sostanza organica (inferiore all'1,5%). I portinnesti impiegati sono il Kober 5BB e l'SO4, entrambi *berlandieri x riparia* (Tab. 1).

Tab. 1 – Schematizzazione delle caratteristiche del vigneto "Scrapona".

Anno di impianto	1996
Esposizione	Sud-Ovest
Pendenza	30%
Superficie	5,7 ha
N° ceppi	24000
N° ceppi/ha	Circa 4210
Sistema di allevamento	Spalliera, due ceppi accoppiati, potatura a <i>guyot</i>
Distanza tra due coppie di ceppi	1,80 m
Interfila	2,5 m
Orientamento dei filari	Giropoggio
Tessitura	Medio impasto: 40% limo, 30% sabbia, 30% argilla
pH	5,5-6 (terreno neutro)
S.O.	<1,5%
Portinnesti	Kober 5BB, SO4



Fig. 6 – Panoramica del vigneto “Scrapona” scattata il 20 Settembre 2016.

3.2. Aspetti climatologici

Nell’ultimo decennio, l’andamento climatico è stato caratterizzato da anomalie termiche, con temperature elevate difficilmente riscontrabili in anni precedenti. I dati meteorologici (RAM Piemonte) mostrano invece una diminuzione non significativa della piovosità, ma concentrata in pochi periodi dell’anno (Fig. 7). Sebbene non vi sia una correlazione diretta tra somma termica e diminuzione del contenuto di linalolo libero, oppure tra quest’ultimo e la piovosità annua, vari autori (Leirós *et al.*, 1998; Rustad *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2006) concordano sull’esistenza di una correlazione positiva tra temperatura e mineralizzazione della sostanza organica nel suolo. Tale aspetto è per noi fondamentale, in quanto la disponibilità dell’azoto sotto forma di nitriti (NO_2^-) e nitrati (NO_3^-) è indispensabile affinché questo possa essere assimilato dalle piante e utilizzato nelle vie biosintetiche che concorrono alla produzione di metaboliti quali i terpeni. Le temperature elevate, pertanto, possono favorire un maggiore assorbimento di azoto da parte delle piante. A ciò si aggiunge il fatto che negli anni si è mantenuta la medesima tecnica colturale, con lavorazione del terreno e impiego di concimi minerali (complice la diminuzione degli apporti azotati organici imposta dalle norme tecniche regionali per l’applicazione della Direttiva Nitrati), che ha contribuito a impoverire ulteriormente il terreno in sostanza organica.

La sperimentazione ha previsto quindi l'impiego di diverse tecniche colturali al fine di valutare le diverse modalità della pianta di adattarsi a tale condizione sfavorevole.

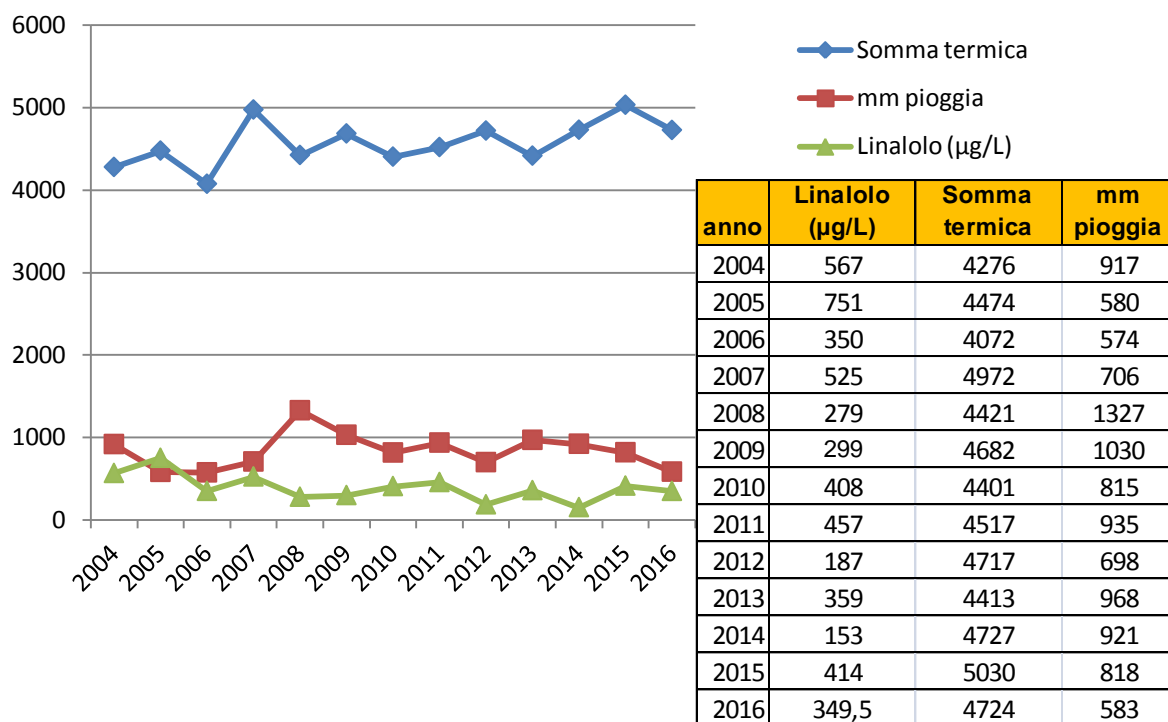
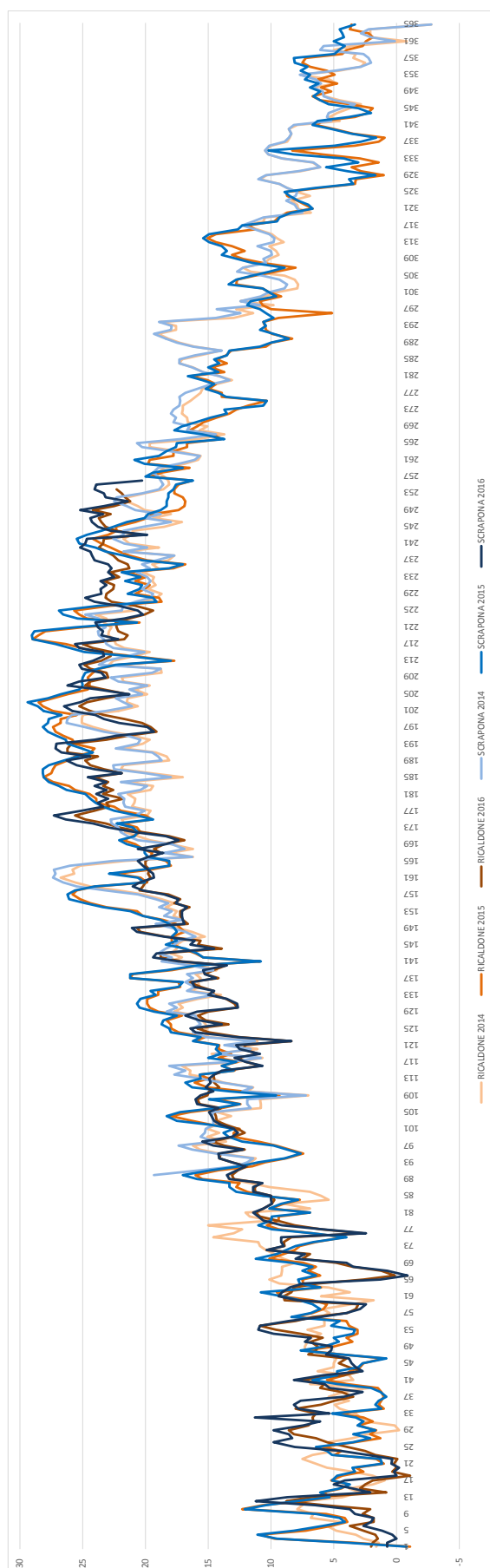


Fig. 7 – Andamento dei valori di somma termica (ST0) e piovosità (mm) dal 1 settembre dell'anno precedente a quello indicato al 31 Agosto di quello indicato. I valori di linalolo negli anni sono relativi all'ultimo campionamento prima della vendemmia. Il valore di linalolo del 2016 è una media dei 7 lotti del vigneto "Scrapona".

I dati meteorologici provengono dalla RAM (banca dati agrometeorologica) della Sezione Agrometeorologica della Regione Piemonte. La stazione più vicina che ogni anno raccoglie i dati si trova a Ricaldone (AL), a circa 5 km da Strevi. Da Marzo 2014 anche nei pressi del vigneto "Scrapona" è stata installata una centralina meteorologica. Mancando quindi i dati antecedenti al 2014, sono stati considerati quelli della stazione di Ricaldone, previo confronto, nel triennio 2014-2015-2016, con i dati misurati dalla centralina di Strevi. Dal grafico in Fig. 8, infatti, appare chiara la sovrapposizione dei valori di temperatura media giornalieri delle due località per ognuno dei tre anni.

Fig. 8 – Andamenti delle temperature medie giornaliere negli anni 2014, 2015 e 2016 dei siti di Ricaldone (AL) e del vigneto “Scrapona”.



3.3. Sperimentazione

I 7 lotti in cui è stato suddiviso il vigneto “Scrapona” differiscono tra loro per tecniche di nutrizione azotata e idrica della pianta e di gestione della vegetazione.

Per quanto riguarda la concimazione del terreno, sono stati impiegati i seguenti fertilizzanti:

- Compo *Nitrophoska* Gold, concime minerale, nel post vendemmia;
- per i lotti 1, 3 e 5: FOMET Azocor 105, concime organico, distribuito in due frazioni al germogliamento e alla fioritura;
- per i lotti 2, 4, 6 e 7: SCAM Azotop 30, concime organo-minerale, anch’esso frazionato tra germogliamento e fioritura (Tab. 2).

Tab. 2 – Caratteristiche, dosi e periodi di intervento dei fertilizzanti applicati nella concimazione del terreno.

FOMET											
Prodotto	dose kg/ha	Momento di Intervento	Composizione %				apporti kg/ha				N%
			N	P	K	Mg	N	P	K	Mg	
Nitrophoska Gold	400	Post vendemmia	15	9	15	2	60	36	60	8	44%
Azocor 105	500	Germogliamento	11	1.5	1.5	0.3	55	8	8	2	40%
Azocor 105	200	Fioritura	11	1.5	1.5	0.3	22	3	3	1	16%
							<u>137</u>	<u>47</u>	<u>71</u>	<u>10</u>	

SCAM											
Prodotto	dose kg/ha	Momento di Intervento	Composizione %				apporti kg/ha				N%
			N	P	K	Mg	N	P	K	Mg	
Nitrophoska Gold	400	Post vendemmia	15	9	15	2	60	36	60	8	37%
Azotop 30	85	Germogliamento	30	0	0	0	28	0	0	0	16%
Azotop 30	280	Fioritura	30	0	0	0	78	0	0	0	48%
							<u>164</u>	<u>36</u>	<u>60</u>	<u>8</u>	

La concimazione fogliare ha invece previsto l'impiego dei prodotti *Vivaflor plus* (distribuito in quattro interventi tra germogliamento e allegagione) e, rispettivamente, *Azofol* (De Sangosse, organico) e urea (minerale) per i blocchi 6 e 7 (tre trattamenti per entrambi i prodotti a partire dalla chiusura del grappolo fino al post-invaiaitura) (Tab. 3 e 4).

Tab. 3 – Caratteristiche, dosi e periodi di intervento dei fertilizzanti applicati nella concimazione fogliare.

Azofol

Prodotto	dose L-kg/ha	numero interventi anno	Momento di intervento	Consumo anno ettaro	Composizione %							apporti kg/ha						
					N	P	K	Mg	S	B	Mo	N	P	K	Mg	S	B	Mo
Vivaflor Plus	2 L	4	Pre allegagione	8 L	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0.4	0.1
Azofol	25 L	3	post allegagione - invaiatura	75 L	16	0	0	4	8.1	0	0	12	0	0	3	6	0	0
					<u>12 0 0 3 6 0.4 0.1</u>													

Urea

Prodotto	dose L-kg/ha	numero interventi anno	Momento di intervento	Consumo anno ettaro	Composizione %							apporti kg/ha						
					N	P	K	Mg	S	B	Mo	N	P	K	Mg	S	B	Mo
Vivaflor Plus	2 L	4	Pre allegagione	8 L	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0.4	0.1	
Urea	10 kg	3	post allegagione - invaiatura	30 kg	46	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	
					<u>14 0 0 0 0 0.4 0.1</u>													

Tab. 4 – Date di esecuzione dei trattamenti fogliari ai lotti 6 e 7 del vigneto "Scrapona".

Azofol

Prodotto	Momento di intervento	numero interventi anno	L-kg/ha	data esecuzione trattamento						
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Vivaflor Plus	Germogliamento / Allegagione	4	2	22-apr	3-apr	17-mag	26-mag			
Azofol Blocco 7	Chiusura grappolo / Post-invaiaitura	3	25					6-giu	8-lug	6-ago

Urea

Prodotto	Momento di intervento	numero interventi anno	L-kg/ha	data esecuzione trattamento						
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Vivaflor Plus	Germogliamento / Allegagione	4	2	22-apr	3-apr	17-mag	26-mag			
Urea Blocco 6	Chiusura grappolo / Post-invaiaitura	3	10					6-giu	8-lug	6-ago

Il lotto 3, in aggiunta, è stato suddiviso in due parti, di cui una irrigata, al fine di valutare le eventuali differenze riguardo a zuccheri, acidi e aromi dovute al diverso livello di nutrizione idrica della pianta.

I già citati cambiamenti climatici causano modificazioni sul bilancio idrico del vigneto, ossia minori riserve idriche nei suoli e maggiori valori della domanda evapotraspirativa. La gestione idrica riveste quindi una notevole importanza in merito. Per arginare gli effetti di un eccessivo stress idrico a partire dall'invaiaitura, si è pensato di irrigare alcuni filari per valutare la risposta della pianta. In caso di severo stress idrico in questo intervallo fenologico si può assistere a inconvenienti quali compromissione della capacità fotosintetica delle foglie, già caratterizzate da ridotta efficienza (a causa dell'età), abscissione degli apici vegetativi, filloptosi anticipata di foglie basali e intere femminelle con conseguenti sovraesposizione dei grappoli alla luce e aumento significativo della temperatura degli acini (Balsari *et al.*, 2008).

La pratica della sfogliatura, infine, effettuata a livello della fascia grappoli, è stata applicata su 5 dei 7 lotti per verificarne le conseguenze sul miglioramento del microclima dei grappoli e sulla sintesi delle sostanze aromatiche.

Il Moscato bianco è una varietà a grappolo compatto, sensibile all'oidio ed alla botrite; le operazioni di gestione della parete fogliare condotte in vigneto quali il corretto posizionamento del capo a frutto lungo il filo di banchina, la scelta dei germogli con l'eliminazione dei germogli doppi, la palizzata verticale senza affastellamenti o la sfogliatura-sfemminellatura nella zona dei grappoli permettono di migliorare il microclima dei grappoli e di conseguenza anche la sanità delle uve. In lavori svolti in Piemonte si è messo in evidenza come la gestione delle foglie nella fascia dei grappoli permetta un migliore arieggiamento ed illuminazione degli stessi e nel contempo una migliore penetrazione degli agrofarmaci, permettendo loro una migliore azione fitoiatrica (Balsari e Scienza, 2005). La sfogliatura è stata effettuata precocemente, in fase di allegagione. Ciò permette di evitare fenomeni di scottatura riscontrabili eseguendo sfogliature in fasi successive, come il pre-invaiaitura o il pre-raccolta, in cui si assiste solitamente a perdita di produzione e scadimento qualitativo sia per pericolo di focolai di *Botrytis cinerea* che attaccano i tessuti morti sia per fenomeni foto-ossidativi delle sostanze aromatiche. Alcuni

autori, inoltre, rendono evidente come la sfogliatura precoce, rispetto a quella tardiva, consenta un incremento (Freire *et al.*, 2013) o perlomeno non riduca (Vilanova *et al.*, 2011) il contenuto di sostanze terpeniche, alla condizione di mantenere le uve al riparo dalla luce diretta in fase di post-invaiatura.

Di seguito è riportata la mappa riassuntiva del progetto “Scrapona”, con la suddivisione nei 7 lotti e le relative caratteristiche (Fig. 9).

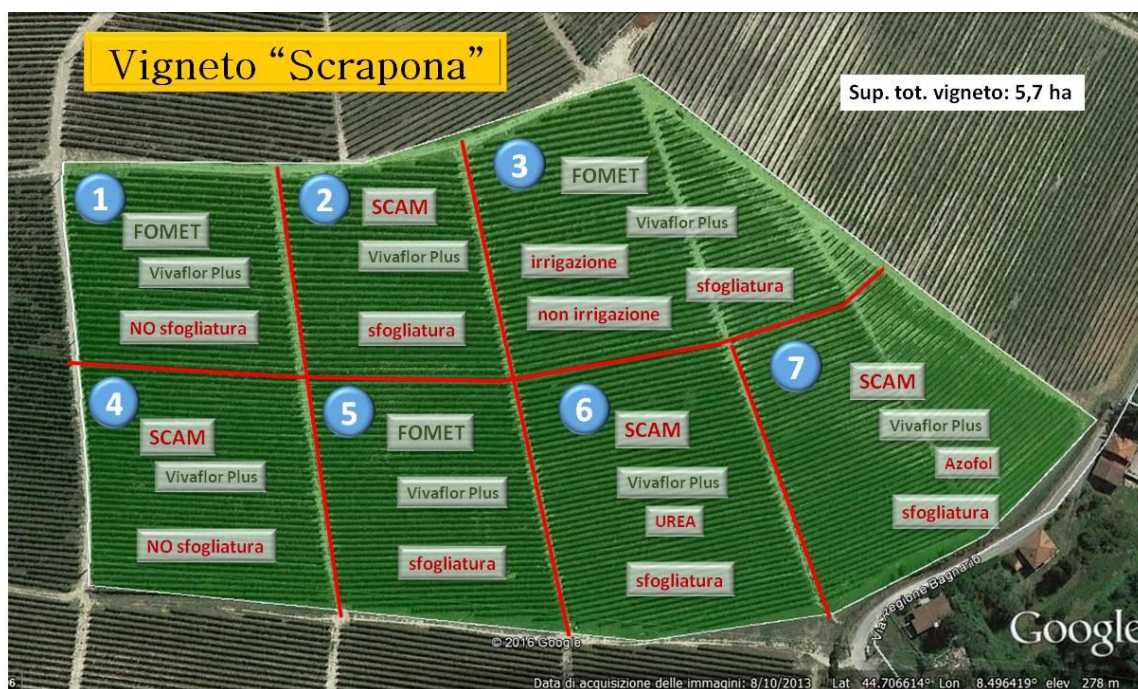


Fig. 9 – Mappa esplicitiva del vigneto “Scrapona” con la suddivisione nei 7 lotti e le relative caratteristiche.

3.4. Analisi

Le analisi a supporto del presente studio hanno riguardato uve, mosti e vino e sono state effettuate dal laboratorio del Consorzio per la tutela dell’Asti DOCG, avente sede a Isola d’Asti (AT).

3.4.1. Uve

Sono stati eseguiti tre campionamenti in vigneto (Fig. 10) nelle date 23 Agosto, 29 Agosto e 5 Settembre 2016, quindi a distanza di circa una settimana l'uno dall'altro. I campionamenti sono stati eseguiti, per ogni lotto, scegliendo due interfile e campionando sia la fila sopra sia quella sotto, per un totale, quindi, di 4 file per lotto. Affinché i campioni siano paragonabili, per ogni blocco sono stati scelti i filari che si trovavano nella stessa posizione. Ad esempio, se nel primo lotto la scelta è caduta su 2[^], 3[^], 6[^] e 7[^] fila, anche in tutti gli altri lotti le file campionate avranno la stessa posizione.

Il campionamento è avvenuto considerando alcuni grappoli per ogni fila, a caso. Sempre a caso sono stati scelti alcuni racimoli per grappolo, prelevandoli con forbici e prestando attenzione a raccogliarli alternativamente nella parte alta, mediana e basale del grappolo, sia dalla faccia esposta al sole sia dal lato in ombra. I sacchetti ottenuti (Fig. 11) hanno un peso di circa 400 g.



Fig. 10 – Campionamento alla “Scrapona” il 29 Agosto 2016.



Fig. 11 – Sacchetti contenenti le uve del campionamento del 23 Agosto 2016.



Fig. 12 – Inserimento degli acini in centrifuga e ottenimento del succo (24 Agosto 2016).

Una volta in laboratorio, dai sacchetti sono stati estratti 100 acini a caso, isolandoli dai racimoli con l'aiuto di forbici e pesati su bilancia di precisione per calcolare il peso medio dell'acino. Dopodiché tutti gli acini sono stati inseriti in frullatore-centrifuga professionale *Friul Company Mega* (Fig. 12).

Il succo viene addizionato di un enzima per facilitare la precipitazione della fase solida e, dopo averlo lasciato sedimentare, si procede con la filtrazione e l'analisi.

Tramite FOSS *WineScan* sono stati analizzati i seguenti parametri: pH, acidità totale, zuccheri e azoto prontamente assimilabile (APA). Potassio e rame sono stati quantificati mediante spettrometro ad emissione atomica a microonde *Agilent 4200 MP-AES*.

L'analisi degli acidi tartarico, malico e citrico prevede una diluizione 1:10 del succo filtrato con eluente fosforico a pH 2,3, filtrazione con apposita siringa e successivo inserimento in *vial* per l'iniezione in HPLC (*Agilent 1100*). La lettura spettrofotometrica avviene a 210 nm. In Tabella 5 sono riportate le condizioni operative dello strumento.

Tab. 5 – Condizioni operative dell'HPLC *Agilent 1100* per l'analisi degli acidi organici.

Pressione colonna	237 bar
Temperatura colonna	35 °C
Flusso	1 mL/min
pH eluente	2,3
Composizione eluente	acido fosforico, acqua
Volume di iniezione	15 µL

Per l'analisi degli aromi sono stati impiegati i gas-cromatografi *Agilent 7890B* con rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID) e *Agilent 6890* accoppiato invece a spettrometro di massa *Agilent 5973*. L'analisi degli aromi glicosilati è stata svolta in un secondo momento, per ragioni di tempo. Il succo ottenuto dalle uve di ciascun lotto è stato pertanto posto in congelatore alla temperatura di -18 °C fino all'analisi.

3.4.2. Catechine

Per quanto riguarda la preparazione del mosto, è stato considerato opportuno valutare quanti cicli di pressatura fare e quanti di questi destinare alla frazione di mosto “fiore”. Tale valutazione si basa sul fatto che il contatto prolungato del mosto con le bucce può portare ad una maggiore estrazione di composti fenolici i quali possono in seguito ossidarsi e, se in concentrazioni eccessive, contribuire ad alterare il prodotto soprattutto dal punto di vista cromatico (imbrunimento); inoltre, secondo Di Stefano *et al.* (1996), si assiste all'idrolisi enzimatica di parte dei precursori di aroma. In altre parole, esiste quindi una correlazione positiva tra il tempo di contatto del mosto con le bucce e la capacità del medesimo di ossidarsi e, contemporaneamente, di essere impoverito a livello aromatico. Secondo i già citati autori, infine, pressioni elevate in fase di pressatura possono causare la liberazione di composti a sei atomi di carbonio (aldeidi: esenale, cis-3-esenale, trans-2-esenale; alcoli: esanolo ed esenoli) che partecipano alla formazione delle note aromatiche di vegetale ed erbaceo (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2007).

L'analisi riguarda il contenuto in flavan-3-oli in quanto, per la loro struttura, sono i composti più facilmente ossidabili. Il metodo sviluppato da Di Stefano, in uso presso il Laboratorio del Consorzio, sfrutta la reazione tra la dimetilcinnamaldeide e l'anello fenolico condensato delle catechine. In ambiente acido (come quello del mosto o del vino), il gruppo carbonilico dell'aldeide si trova in forma carbocationica ed è quindi in grado di attaccare la posizione 6, nucleofila, della catechina o dei polimeri aventi tale posizione libera, dando origine a composti colorati con un massimo di assorbimento a 640 nm (Fig. 13). La misura dell'assorbanza a 640 nm permette di calcolare un indice di flavani reattivi alla dimetilcinnamaldeide, espresso in mg/L di catechina.

La pressa utilizzata per l'intero studio è una pressa pneumatica orizzontale *Diemme* AR 80/MSD con capacità di circa 80 quintali. Di seguito (Tab. 6) è riportato il programma di pressatura impiegato. I cicli previsti di *default* dalla pressa sono 4, a pressioni comprese tra 1300 e 1400 millibar.

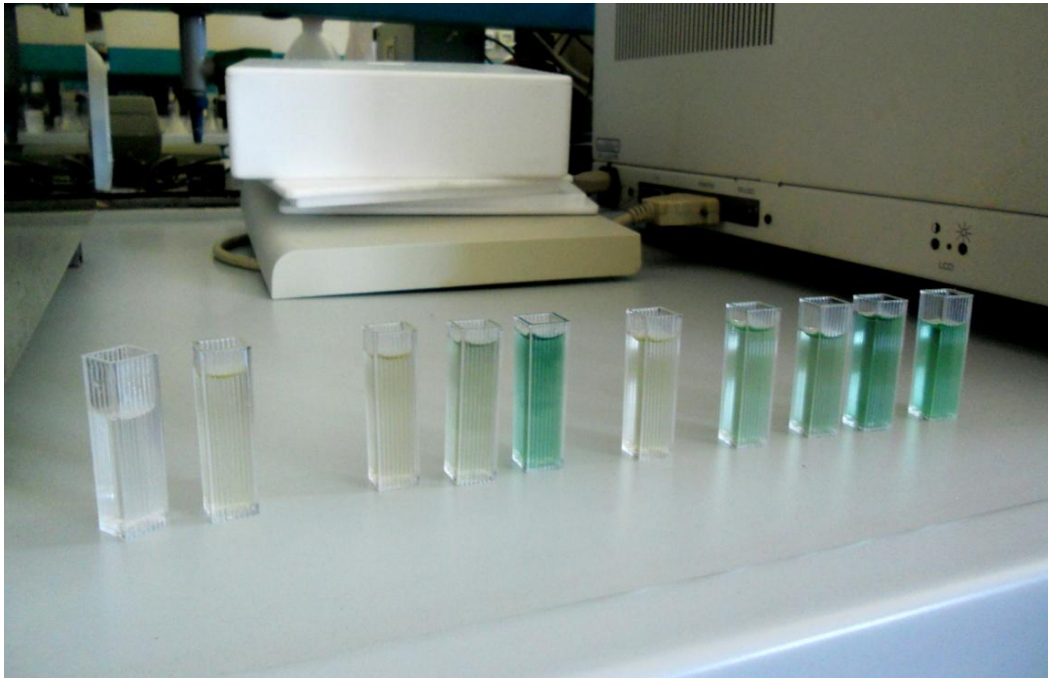


Fig. 13 – Cuvette mostranti la reazione colorimetrica tra la dimetilcinnamaldeide e i flavan-3-oli, prima di procedere con l'analisi allo spettrofotometro. Si nota un incremento nell'intensità del verde man mano che si procede con i cicli di pressatura, per entrambe le ripetizioni.

Tab. 6 – Programma di pressatura della pressa *Diemme* AR 80/MSC con i 4 cicli e le relative durate. Il tempo totale è maggiore della somma dei tempi delle singole pressature, in quanto include anche i tempi di sosta e sgretolamento (fonte: manuale d'uso e manutenzione della pressa).

Fase	Durata
TP1	50'
TP2	40'
TP3	40'
TP4	40'
Ttot.	210'

La prova è stata effettuata su uve non provenienti da vigneto “Scrapona”. Benché si possa ipotizzare un diverso tenore in polifenoli, essendo questo dipendente da molti fattori quali tecniche colturali o aspetti pedoclimatici, si può comprendere ugualmente la capacità estrattiva della pressa in ognuno dei suoi cicli, poiché le proporzioni restano invariate. Sono state eseguite, inoltre, due ripetizioni: la prima con uve diraspate, la seconda senza diraspatura. Ciò per valutare se la presenza dei raspi nella pressa potesse contribuire ad un incremento della resa in mosto e se tale aumento, una volta presente, non fosse andato a scapito delle qualità organolettiche del prodotto.

3.4.3. Mosti

All’uscita della pressa è stata posizionata una vaschetta per raccogliere il pressato di ogni lotto. Le analisi sono state le medesime effettuate sulle uve, con la differenza che il lotto 3 è stato considerato per intero. L’analisi dell’alcool svolto viene eseguita con FOSS *WineScan*. Una volta prelevati i campioni per le analisi, i mosti sono stati destinati alla flottazione, alla filtrazione tangenziale ed infine assemblati.

3.4.4. Assemblaggi in pre-fermentazione

I mosti sono confluiti in due assemblaggi, come segue:

- Assemblaggio A: lotti 1, 2, 3 e 5;
- Assemblaggio B: lotti 4, 6 e 7.

Una ulteriore vasca è stata predisposta per ospitare la quarta frazione di pressatura, scartata (4.1.2).

L’assemblaggio dei mosti ha seguito il criterio “parte alta” – “parte bassa” del vigneto. Il lotto 5 è stato aggiunto agli alti a causa di un contenuto in linalolo libero più vicino a quello dei lotti della parte superiore del vigneto (4.1.3).

In seguito ad analisi sensoriale si è deciso di unire, con un unico taglio, i due assemblaggi. Su questo taglio, oltre alle consuete analisi, si è ritenuto opportuno aggiungere il monitoraggio dell'acetaldeide, al fine di evitare alterazioni organolettiche e di poter impiegare il quantitativo di solfiti più basso possibile. Il metodo analitico sfrutta la tecnica gascromatografica abbinata alla rivelazione con detector a ionizzazione di fiamma, previa distillazione del campione.

3.4.4. Vino

Le analisi degli aromi sono state effettuate anche sul vino prima dell'imbottigliamento per valutare eventuali effetti della fermentazione alcolica sul loro contenuto. Il campione è stato prelevato dall'autoclave in pressione utilizzando un apposito campionatore manuale.

4. Risultati e discussione

4.1. Risultati delle analisi

Prima di procedere con l'illustrazione dei risultati, riteniamo opportuno chiarire alcune abbreviazioni utilizzate normalmente per indicare alcuni aromi. Gli ossidi del linalolo, descritti per la prima volta da Terrier (1972), sono i seguenti:

- trans-furanlinalolossido (ossido A);
- cis-furanlinalolossido (ossido B);
- trans-piranlinalolossido (ossido C);
- cis-piranlinalolossido (ossido D).

I dioli 1 e 2 sono, rispettivamente, il 2,6-dimetil-3,7-octadien-2,6-diolo e il 3,7-dimetil-1,7-octadien-3,6-diolo (Rapp *et al.*, 1980). L'endiolo è, invece, il 2,6-dimetil-7-octen-2,6-diolo. I polioli, come quelli appena citati, rivestono una certa importanza in quanto, sebbene inodori e pertanto non direttamente contributivi all'aroma, alcuni di essi sono reattivi e possono degradarsi dando origine a composti decisamente odorosi (Mateo & Jimenez, 2000). È il caso del diendiolo (3,7-dimetil-octa-1,5-dien-3,7-diolo, Rapp & Knipser, 1979), che può dare origine a ho-trienolo e ossido di nerolo.

4.1.1. Uve

Di seguito sono illustrati i risultati relativi a parametri tecnologici (Tab. 7, 9 e 11) e aromi liberi (Tab. 8, 10 e 12) per ciascun campionamento. L'analisi dei glicosilati (Tab. 13) è disponibile solamente per l'ultimo campionamento prima della vendemmia (5 Settembre).

Primo campionamento (23 Agosto 2016)

Tab. 7 – Parametri tecnologici

Lotto	Peso medio acino (g)	pH	Ac. Totale (g/L)	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Zuccheri (g/L)	Alcool pot. (%)	A.P.A. (mg/L)	K (mg/L)
1	1,66	3,05	6,88	7,88	1,29	191,1	11,47	64	1072
2	1,75	3,12	6,44	8,42	0,69	215,4	12,92	50	1188
3 irr.	1,66	3,06	6,74	8,06	1,03	196,9	11,81	63	1068
3 non irr.	1,49	3,07	6,69	8,72	0,66	212,5	12,75	54	1119
4	1,74	3,08	7,06	7,34	1,97	184,4	11,06	71	1105
5	1,84	3,12	6,86	7,50	1,68	199,7	11,98	56	1196
6	1,81	3,12	6,90	7,61	1,77	181,4	10,88	81	1138
7	1,58	3,14	6,43	8,04	1,04	193,8	11,63	77	1092

Tab. 8 – Aromi liberi

Lotto	Linalolo (µg/L)	Ossido C (µg/L)	Ossido D (µg/L)	Nerolo (µg/L)	Geraniolo (µg/L)	Diolo 1 (µg/L)
1	349	158	58	2	6	619
2	341	176	73	3	9	944
3 irr.	258	138	53	3	9	714
3 non irr.	323	166	71	4	9	780
4	318	173	53	5	17	964
5	315	194	64	6	16	940
6	317	197	60	6	15	940
7	445	265	97	4	13	1193

Secondo campionamento (29 Agosto 2016)

Tab. 9 – Parametri tecnologici

Lotto	Peso medio acino (g)	pH	Ac. Totale (g/L)	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	Zuccheri (g/L)	Alcool pot. (%)	A.P.A. (mg/L)	K (mg/L)
1	1,94	3,16	6,45	7,40	0,83	0,22	196,6	11,80	57	1388
2	1,64	3,31	5,57	7,51	0,04	0,28	247,0	14,82	48	1460
3 irr.	1,74	3,32	5,47	7,12	0,10	0,25	246,8	14,81	49	1500
3 non irr.	1,45	3,20	6,32	8,01	0,24	0,24	234,1	14,05	57	1455
4	2,07	3,25	5,87	6,55	0,92	0,21	213,9	12,83	50	1282
5	2,02	3,35	5,38	6,46	0,57	0,22	220,9	13,25	49	1489
6	1,85	3,33	5,27	6,45	0,46	0,20	228,7	13,72	68	1299
7	1,75	3,24	5,95	7,52	0,39	0,28	214,2	12,85	77	1326

Tab 10 - Aromi liberi

Lotto	Linalolo (µg/L)	Ossido C (µg/L)	Ossido D (µg/L)	Nerolo (µg/L)	Geraniolo (µg/L)	Diolo 1 (µg/L)	Diolo 2 (µg/L)
1	393	148	55	4	7	560	91
2	319	181	74	5	8	638	185
3 irr.	316	179	76	4	11	676	151
3 non irr.	310	161	65	4	9	684	128
4	404	195	67	7	13	932	125
5	353	185	67	8	19	808	115
6	451	226	79	8	18	1012	179
7	555	263	100	8	14	1157	226

Terzo campionamento (5 Settembre 2016)

Tab. 11 – Parametri tecnologici

Lotto	Peso medio acino (g)	pH	Ac. Totale (g/L)	Ac. Tartarico (g/L)	Ac. Malico (g/L)	Ac. Citrico (g/L)	Zuccheri (g/L)	Alcool pot. (%)	A.P.A. (mg/L)	K (mg/L)
1	1,66	3,23	5,82	6,96	0,27	0,18	225,7	13,54	71	1337
2	1,88	3,38	5,24	7,26	0	0,22	265,6	15,94	73	1562
3 irr.	1,66	3,28	5,52	7,23	0	0,21	251,7	15,10	67	1486
3 non irr.	1,45	3,29	5,71	7,53	0	0,20	258,6	15,52	74	1433
4	2,06	3,32	5,21	6,33	0,27	0,21	241,6	14,50	67	1407
5	1,90	3,40	4,97	6,67	0,04	0,22	253,3	15,20	59	1510
6	1,78	3,38	5,16	6,58	0,21	0,20	231,7	13,90	85	1564
7	1,53	3,33	5,47	7,30	0	0,21	255,7	15,34	97	1252

Tab. 12 – Aromi liberi.

Lotto	Linalolo (µg/L)	Ossido C (µg/L)	Ossido D (µg/L)	Nerolo (µg/L)	Geraniolo (µg/L)	Diolo 1 (µg/L)	Diolo 2 (µg/L)	α-terpineolo (µg/L)
1	445	173	73	6	15	697	170	11
2	251	185	66	6	12	837	203	8
3 irr.	258	179	73	8	17	782	160	9
3 non irr.	300	199	84	9	20	853	212	13
4	381	186	56	5	15	865	189	8
5	306	204	68	7	23	924	164	8
6	453	233	74	9	32	1052	218	13
7	402	269	93	11	21	1265	305	8

Tab. 13 – Aromi glicosilati. Tutti i valori sono espressi in µg/L.

Lotto	Linalolo	Ossido A	Ossido B	Ossido C	Ossido D	Nerolo	Geraniolo	Nerale	Geraniale	α-terpineolo	Diolo 1	Diolo 2	Endiolo	OH-citronellolo	8-OH-diidrolinalolo	OH-nerolo	Trans-8-OH-linalolo	Cis-8-OH linalolo	OH-geraniolo
1	376	297	211	357	120	448	351	17	16	53	950	223	104	134	62	94	369	253	420
2	255	245	158	410	107	635	455	13	16	47	1072	261	90	169	50	124	386	302	480
3 irr.	233	221	146	357	96	557	382	15	11	63	785	161	82	144	47	106	309	296	469
3 non irr.	297	233	182	382	133	504	411	20	15	55	869	209	103	151	41	119	336	316	596
4	355	319	203	396	111	692	502	21	16	51	1146	223	83	118	56	73	367	366	386
5	234	215	163	339	79	522	325	23	14	42	966	173	56	104	43	62	325	278	232
6	322	270	153	433	100	685	433	32	19	52	1139	214	69	124	52	77	359	350	301
7	402	381	227	506	152	775	511	23	21	69	1487	388	117	146	65	109	460	445	353

4.1.2. Catechine

La tabella (Tab. 14) illustra i risultati dell'analisi effettuata su uve Moscato bianco provenienti da un vigneto di proprietà della cantina Marengo. La decisione di non utilizzare quelle del vigneto "Scrapona" è comprensibile, in quanto si sarebbero ridotte ulteriormente le già esigue quantità conseguenti al frazionamento in lotti.

Tab. 14 – Risultati dell'analisi dei flavan-3-oli, relativi sia alla prova con uva diraspata sia a quella con uva non diraspata. I valori sono espressi in mg/L di catechina.

Ciclo di pressatura	Diraspato	Non diraspato
Sgrondo	<1	1,2
1	1,2	5,5
2	4,0	7,2
3	15,5	12,5
4	41,3	120,0

4.1.3. Mosti

Di seguito sono riportati i risultati delle analisi dei mosti ottenuti dalle uve appena pressate, riguardanti parametri tecnologici (Tab. 15) e aromi liberi (Tab. 16).

Tab. 15 – Parametri tecnologici. T.A.V.T. equivale a Titolo alcolometrico volumico totale, mentre T.A.V. si riferisce al titolo alcolometrico effettivo svolto.

Lotto	pH	Ac. Totale (g/L)	Zuccheri (g/L)	T.A.V.T. (da calcolo) (% vol.)	T.A.V. (% vol.)
1	3,58	3,64	227,7	13,81	0,15
2	3,39	3,41	262,3	15,94	0,20
3	3,31	4,65	250,5	15,17	0,14
4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
5	3,41	4,68	230,6	14,07	0,23
6	3,29	5,03	220,0	13,38	0,18
7	3,32	4,81	238,2	14,45	0,16

Tab. 16 – Aromi liberi. Tutti i valori sono espressi in µg/L.

Lotto	Linalolo	Ossido A	Ossido B	Ossido C	Ossido D	Ho-trienolo	Citronello	Geraniolo	Nerolo	Diolo 1	Diolo 2	Endiolo	α-terpineolo
1	300	14	19	150	55	6	8	194	48	538	130	9	5
2	160	20	34	256	93	n.d.	4	31	n.d.	1025	269	20	10
3	138	16	22	193	75	0	n.d.	8	5	550	202	n.d.	5
4	201	9	10	98	34	5	n.d.	26	10	469	77	10	2
5	254	23	19	157	49	8	5	60	27	960	112	17	10
6	371	15	16	185	59	11	3	37	20	829	152	10	8
7	356	20	24	211	76	13	2	51	26	1059	193	11	12

4.1.4. Assemblaggi in pre-fermentazione

I mosti derivanti dalle uve dei vari lotti sono stati filtrati separatamente con filtro tangenziale ed in seguito assemblati. Le analisi sono relative a parametri tecnologici (Tab. 17), aromi liberi (Tab. 18) e glicosilati (Tab. 19).

Tab. 17 – Parametri tecnologici.

Lotti	pH	Ac. Totale (g/L)	Zuccheri (g/L)	T.A.V.T (da calcolo) (% vol.)	T.A.V. (% vol.)	Catechine
1-2-3-5	3,33	4,30	232,8	14,16	0,19	6,0
4-6-7	3,30	4,48	219,8	13,30	0,11	2,8

Tab. 18 – Aromi liberi. Tutti i valori sono espressi in µg/L.

Lotti	Linalolo	Ossido A	Ossido B	Ossido C	Ossido D	Ho-trienolo	Geraniolo	Nerolo	Diolo 1	Diolo 2	α-terpineolo
1-2-3-5	248	17	22	168	60	13	75	28	1125	157	14
4-6-7	263	14	19	159	52	13	57	31	1028	126	9

Tab. 19 – Aromi glicosilati. Tutti i valori sono espressi in µg/L.

Lotti	Linalolo	Ossido A	Ossido B	Ossido C	Ossido D	Nerolo	Nerale	Geraniolo	Geraniale	α-terpineolo	Diolo 1	Diolo 2	Endiolo	OH-citronellolo	8-OH-diidrolinalolo	OH-nerolo	trans-8-OH-linalolo	cis-8-OH-linalolo	OH-geraniolo
1-2-3-5	643	288	167	530	124	644	23	514	23	83	989	158	89	233	67	149	598	870	403
4-6-7	621	429	259	640	207	661	26	461	22	87	1364	159	84	210	72	101	607	719	380

In seguito ad analisi sensoriale si è ritenuto opportuno unire i due assemblaggi. Il risultato si è rivelato ottimo dal punto di vista organolettico, confermato dalle analisi seguenti (Tab. 20).

Tab. 20 – Aromi liberi del taglio finale. Tutti i valori sono espressi in µg/L.

Linalolo	Ossido A	Ossido B	Ossido C	Ossido D	Ho-trienolo	Geraniolo	Nerolo	α-terpineolo	Diolo 1	Diolo 2	Endiolo
208	16	18	162	54	12	54	25	9	944	111	12

L'acetaldeide si è attestata, infine, su un valore di 13 mg/L.

4.1.5. Vino

Presentiamo infine le analisi sul vino, per quanto riguarda aromi liberi (Tab. 21) e glicosilati (Tab. 22).

Tab. 21 – Aromi liberi. Tutti i valori sono espressi in µg/L.

Linalolo	Ossido A	Ossido B	Ossido C	Ossido D	Ho-trienolo	Geraniolo	Nerolo	α-terpineolo	Diolo 1	Diolo 2
238	18	22	189	61	23	16	14	25	1032	117

Tab. 22 – Aromi glicosilati. Tutti i valori sono espressi in µg/L.

Linalolo	Ossido A	Ossido B	Ossido C	Ossido D	Nerolo	Nerale	Geraniolo	Geraniale	α-terpineolo	Diolo 1	Diolo 2	Endiolo	OH-citronellolo	8-OH-diidrolinalolo	OH-nerolo	trans-8-OH-linalolo	cis-8-OH-linalolo	OH-geraniolo
634	474	293	666	234	702	23	521	30	96	1238	208	137	280	74	162	688	948	461

4.2. Discussione dei risultati

Il progetto, stando alla valutazione dei risultati, ha prodotto l'efficacia sperata. Analizzando i dati ottenuti, è possibile notare differenze sensibili tra le parcelle del vigneto e, conseguentemente, constatare una probabile diversità di efficacia tra le tecniche ivi applicate.

Riferendoci innanzitutto alle uve, il seguente grafico (Fig. 14) potrà essere d'aiuto circa la comprensione dei risultati.

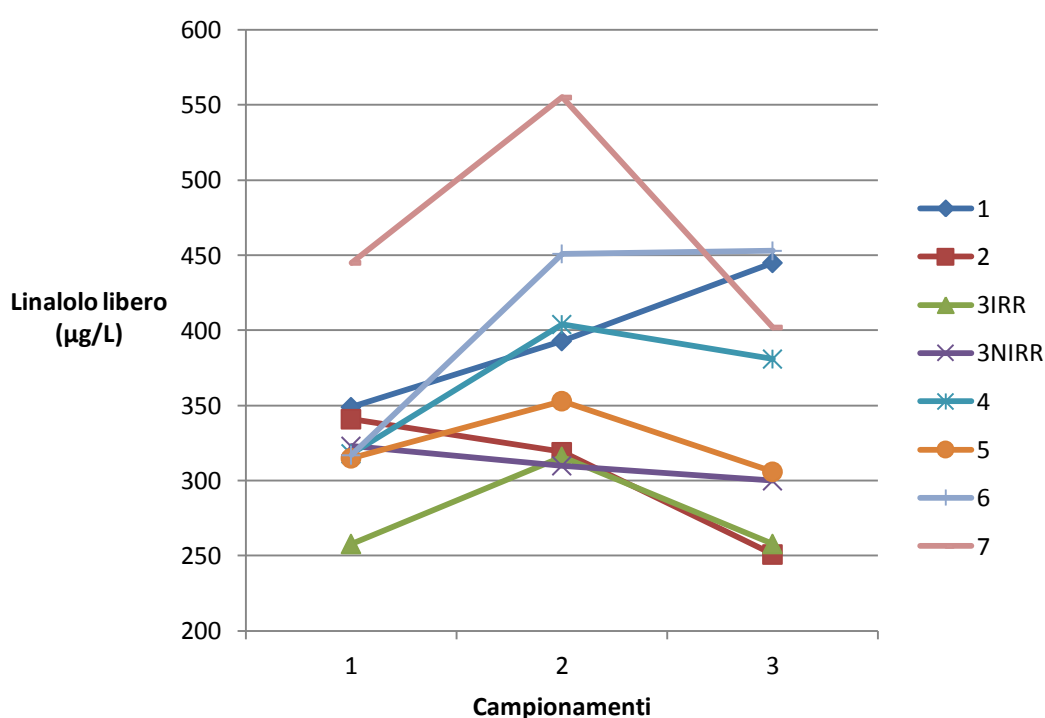


Fig. 14 – Evoluzione del linalolo libero nelle uve dei vari lotti nel corso del tempo. La vendemmia è partita il 6 Settembre, ossia il giorno successivo all'ultimo campionamento. È stato necessario incorrere in una perdita di aromi a partire dal secondo campionamento, poiché non erano ancora stati raggiunti gli adeguati valori relativi ai parametri tecnologici, come zuccheri e acidità.

Le parcelle 1 e 5 sono state entrambe concimate con i prodotti della linea FOMET (terreno) e con *Azofol* (fogliare); differiscono quindi solamente per la pratica della sfogliatura, così pure per le parcelle 2 e 4 (trattate con prodotti SCAM). Possiamo applicare il medesimo confronto anche alle parcelle 1 e 3, in quanto l'irrigazione ha coinvolto solo pochi filari. Si riscontra una probabile

differenza: la sfogliatura (applicata nelle parcelle 2 e 5) diminuisce il contenuto di aromi liberi. Tale diminuzione è imputabile soprattutto alle scottature subite dagli acini (Fig. 15); infatti, in condizioni di elevata temperatura dell'aria associata a bassa umidità relativa e alti livelli di radiazione diretta si può assistere ai fenomeni del *sunburn browning* oppure del *sunburn necrosis* (Genovese *et al.*, 2010). In queste condizioni gli eccessi di temperatura provocano la denaturazione delle membrane cellulari della buccia, con conseguenti attivazione di enzimi ossidasici (lipossigenasi) e ossidazioni a carico dei terpeni. La sfogliatura precoce, di per sé, come già detto, non dovrebbe essere causa di diminuzione degli aromi ma piuttosto di un loro incremento (come riscontrato da Smith *et al.*, 1988); inoltre è noto il suo contributo nella difesa da *Botrytis cinerea* poiché consente una migliore penetrazione dei fitofarmaci all'interno della chioma, un migliore flusso di aria in grado di rendere più asciutti i grappoli e un incremento dei raggi UV sugli acini che causa un ispessimento della buccia (Hill, 1987). Nel nostro caso, però, la sfogliatura è stata volutamente più intensa al fine di mettere maggiormente in risalto i risultati del presente studio e questo ha combaciato con un'annata molto calda e con scarse precipitazioni; ciò ha provocato la perdita in terpeni liberi per ossidazione enzimatica.

Le parcelle sfogliate, inoltre, hanno presentato valori superiori di pH e inferiori di acido malico rispetto ai lotti non sfogliati, prevedibilmente. Il tenore zuccherino, invece, non mostra particolari variazioni a riguardo.



Fig. 15 – Scottature a carico degli acini in seguito a sfogliatura eccessiva.

Volendo valutare quale dei due fertilizzanti abbia avuto maggiore efficacia sugli aromi, il confronto si ha tra le parcelle 2 e 3 e tra la 1 e la 4. Non si riscontrano particolari differenze; dai risultati, però, si può comunque notare un lieve vantaggio in linalolo libero per la parcella trattata con il prodotto FOMET *Azocor* 105. Ciò può essere attribuito alla composizione di quest'ultimo: esso è, infatti, un concime organico e come tale è caratterizzato da una cessione più lenta rispetto a quella di SCAM *Azotop* 30, organo-minerale, e pertanto continuata per tutta la maturazione degli acini e la relativa biosintesi terpenica.

Ipotizzando l'assenza di differenze tra i due prodotti, confrontiamo la parcella 5 con la 6: i valori in linalolo libero sono più alti per il lotto 6.

Anche tra i due concimi fogliari, urea e *Azofol*, non si riscontrano sostanziali differenze a livello di linalolo libero alla vendemmia. I lotti 6 e 7 sono quindi paragonabili ed inoltre entrambi mostrano i valori più alti in assoluto in linalolo libero e in altri terpeni. Questo può essere dovuto all'azione diretta che i concimi fogliari hanno sulla pianta; i fertilizzanti del terreno, invece, agiscono su di esso, che a sua volta lo cede alle colture, necessitando quindi di un passaggio ulteriore per giungere alle vie metaboliche della pianta.

È pertanto confermata l'ipotesi iniziale per la quale il terreno si è impoverito nel corso degli anni; appena vi è la somministrazione di azoto, si assiste ad una risposta della pianta. L'azoto fogliare, sebbene in dosi sensibilmente inferiori rispetto a quelle dei concimi per il terreno, è ovviamente più rapido nel soddisfare i fabbisogni della pianta.

L'azoto risulta pertanto essere un elemento indispensabile per la biosintesi terpenica e, benché non vi sia una correlazione tra azoto prontamente assimilabile nelle uve e concentrazione di linalolo libero, esiste invece tra esso e la somma dei terpeni analizzati (Fig. 16 e 17).

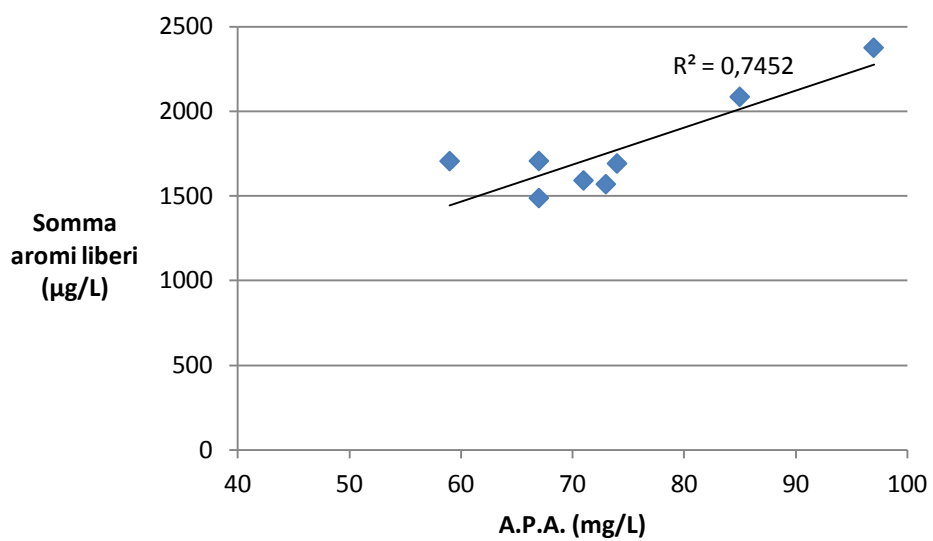


Fig. 16 – Correlazione tra azoto prontamente assimilabile e somma dei terpeni liberi nelle uve al momento della raccolta.

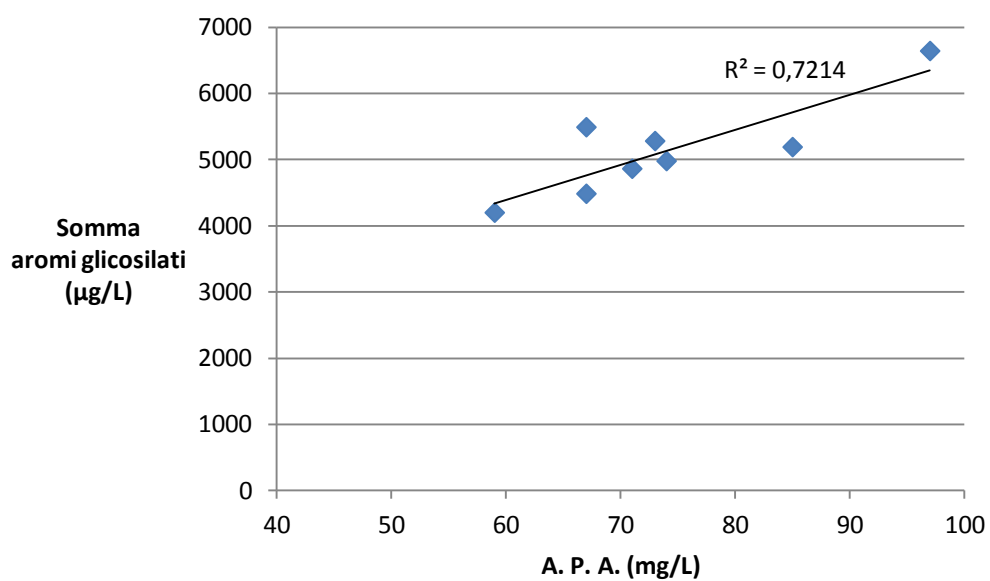


Fig. 17 – Correlazione tra azoto prontamente assimilabile e somma dei terpeni glicosilati nelle uve al momento della raccolta.

A livello di irrigazione, i valori di linalolo libero e glicosilato, somma dei terpeni liberi e dei glicosilati sono maggiori nel lotto non irrigato. Ciò è direttamente legato al peso medio dell'acino: l'effetto è quindi di diluizione. Entrambe le tesi sono sfogliate: si può pertanto dedurre che l'irrigazione non riesca a compensare l'aumento di temperatura dell'acino dovuta all'esposizione al sole e quindi la perdita degli aromi per ossidazione enzimatica.

Gli aromi glicosilati rispecchiano indicativamente le proporzioni dei liberi tra i vari lotti, come riassume il seguente grafico (Fig. 18).

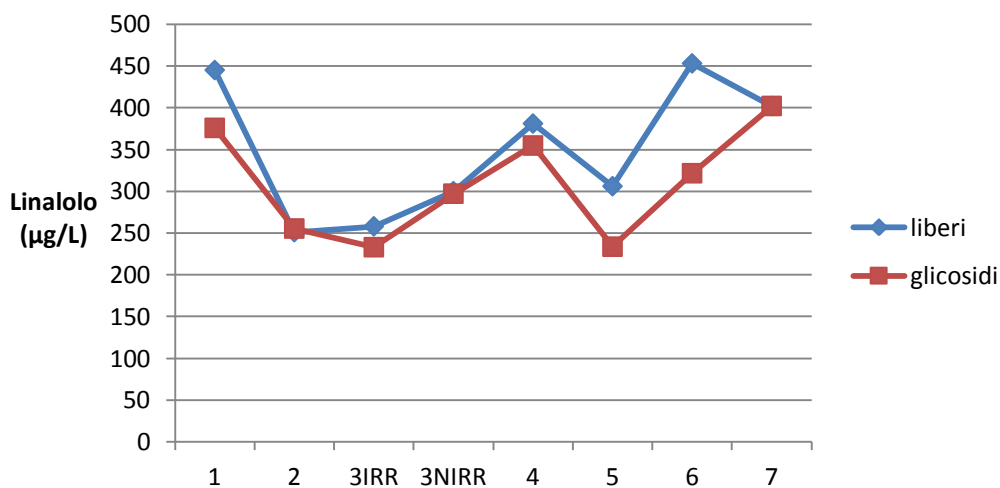


Fig. 18 – Confronto tra la distribuzione del linalolo libero e quella del glicosilato nei vari lotti al momento della raccolta.

Anche a livello di mosti si sono riscontrate differenze simili tra i lotti rispetto a quanto visto sulle uve. Gli aromi liberi diminuiscono da uva a mosto; ciò è attribuibile all'inevitabile ossidazione subita durante la pressatura. Si nota però un aumento dei valori dei terpeni glicosilati, i quali addirittura triplicano (il confronto è ben visibile nelle Tab. 18 e 19). La causa di questo aumento è però legata alle condizioni di estrazione in laboratorio, le quali per loro natura sono meno rappresentative rispetto ad un'analisi su mosto.

Grazie all'analisi delle catechine si osservato che la quarta frazione di pressatura presentava, per entrambe le prove (uva diraspata e non), valori molto

alti (addirittura 120 mg/L per il non diraspato, vedi Tab. 14) che si discostavano notevolmente da quelli della frazione precedente (terzo ciclo di pressatura). Si è pertanto deciso di scartarla, inviandola ad una terza vasca. Una successiva analisi sensoriale ha confermato la decisione. La non diraspatura è stata preferita in quanto sono aumentate le rese in mosto, probabilmente per aver favorito il drenaggio del succo durante la pressatura, senza interferire con sentori di erbaceo a livello olfattivo o gustativo.

Nel vino gli aromi sono pressoché inalterati, sia come liberi sia come glicosidi. Si deduce pertanto che la fermentazione alcolica non ha avuto conseguenze sulla loro concentrazione. Il prodotto finale si dimostra, a completamento del progetto, come un vino dagli aromi piacevoli e delicati e un equilibrio complessivo degli stessi.

4.3. Considerazioni sulla tecnologia di vinificazione

Al di là del progetto in sé, riteniamo opportuno offrire un quadro esplicativo per comprendere le tecnologie applicate in fase di vinificazione. Alcune scelte sono già state consolidate da anni di esperienza dell'azienda, mentre altre sono maturate durante lo sviluppo del presente studio.

Di seguito sono riportati due diagrammi di flusso, uno (Fig. 19) per la fase di vinificazione (dall'uva allo stoccaggio in cella frigorifera) e uno (Fig. 20) relativo alla spumantizzazione (dalla fermentazione con inoculo alla bottiglia). I due diagrammi sono stati redatti prima dell'inizio del progetto; le modifiche apportate durante lo stesso sono illustrate successivamente.



Diagramma Flusso Moscato "Scrapona": VINIFICAZIONE

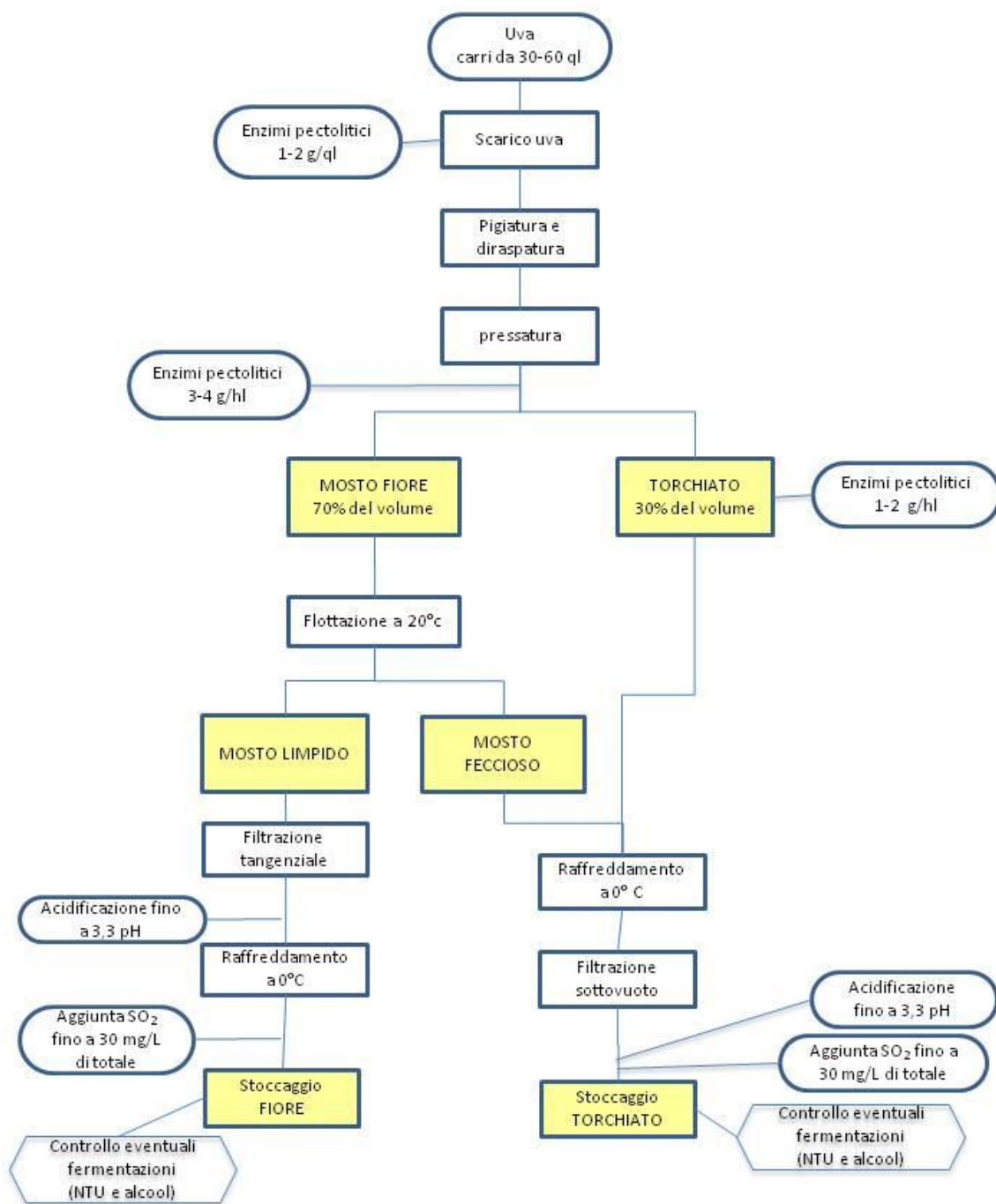


Fig. 19 – Diagramma di flusso relativo alla vinificazione del Moscato "Scrapona".



Diagramma Flusso Moscato “Scrapona”: SPUMANTIZZAZIONE

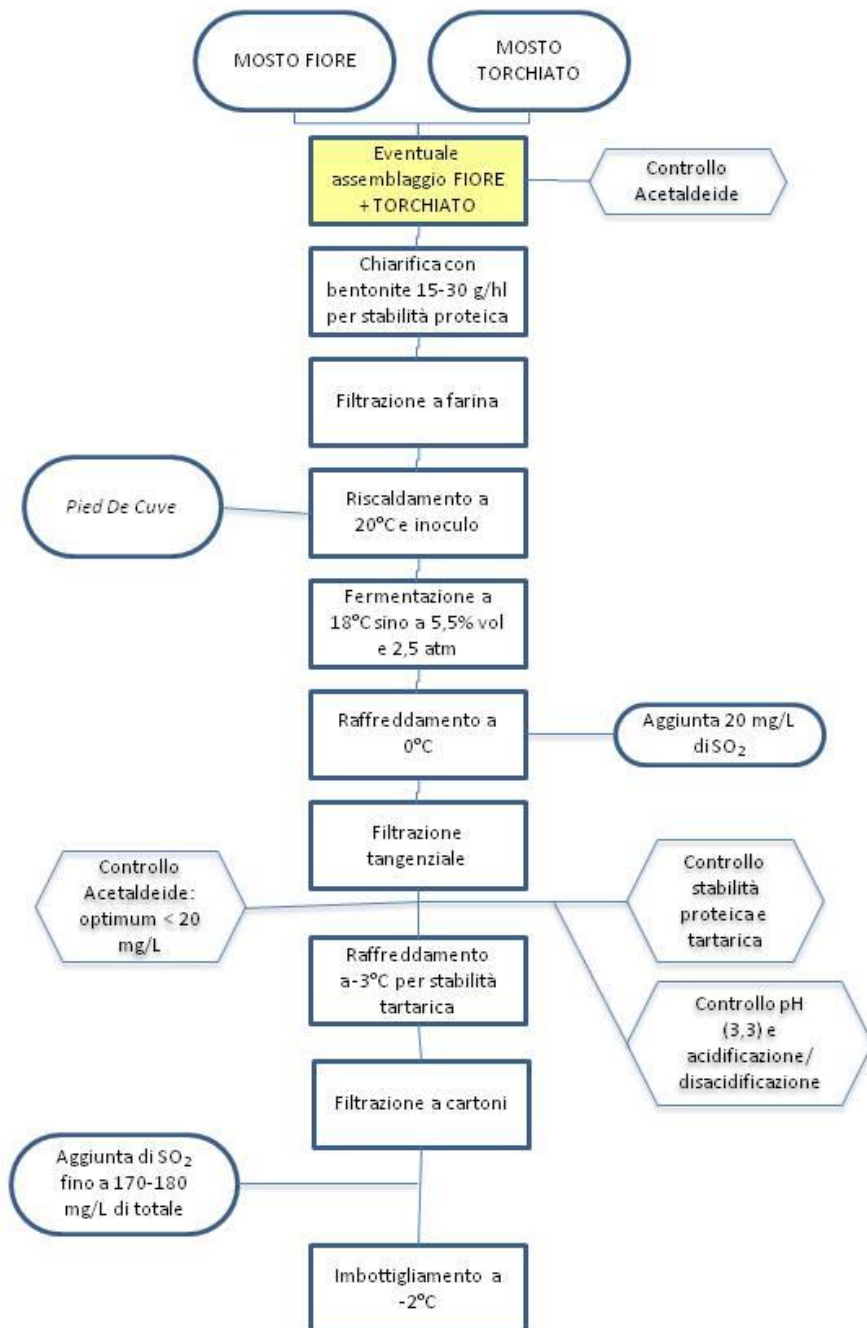


Fig. 20 – Diagramma di flusso del processo di spumantizzazione del Moscato “Scrapona”.

Vinificazione

Gli enzimi pectolitici vengono addizionati sull'uva nella tramoggia di scarico (VASON *Zimaskin*) e nella vaschetta all'uscita della pressa (VASON *Flottozima*). Aumentando il dosaggio degli enzimi di flottazione da 1-2 g/hL a 3-4 g/hL è stata migliorata la resa della pressa (unitamente a non aver diraspato le uve) di più del 2%. È stata inoltre migliorata l'efficienza della flottazione. Quest'ultima viene condotta in vasca mediante l'insufflaggio di azoto con pompa per 25 minuti, a cui segue una pausa di almeno 4 ore. L'aumento della dose degli enzimi ha consentito di ridurre il quantitativo di feccia prodotta, permettendo al mosto "limpido" di uscire dalla flottazione con una torbidità compresa tra 20 e 50 NTU.

Nella vendemmia 2016 si è provato l'impiego di bentonite in flottazione con dosaggio di 30 g/hL, ma non si sono notati miglioramenti sulla resa. Si è pertanto deciso di non utilizzarla al fine di non causare impoverimento del mosto.

La prima filtrazione viene effettuata con filtro tangenziale Koch a sei moduli. L'incremento della dose di enzimi ha permesso anche un aumento della resa di filtrazione; questo perché, a causa delle condizioni climatiche dell'annata 2016, le uve si presentavano molto asciutte e di conseguenza il filtro andava incontro a colmataggio in un tempo relativamente breve.

Dopo la filtrazione tangenziale si è provveduto ad acidificare il mosto con acido tartarico fino a pH 3,3. L'acidificazione viene effettuata con lo scopo di migliorare l'efficienza dell'anidride solforosa e, nel contempo, garantire la sensazione di freschezza che un Moscato di qualità deve necessariamente avere al gusto.

Parallelamente al raffreddamento del mosto a 0 °C in cella, si aggiunge una quantità di anidride solforosa tale da arrivare a 30 mg/L di totale. L'aggiunta avviene tramite una soluzione acquosa di bisolfito di ammonio (Enartis *Solfosol A*) al 15% (p/v) di SO₂. Il mosto viene quindi mantenuto a 0 °C in attesa di procedere con la spumantizzazione.

Spumantizzazione

In seguito alle prove effettuate (3.4.2.) si è deciso di non assemblare la quarta frazione di pressatura (nel diagramma indicata come *torchiato*) con il mosto fiore, a causa del già descritto tenore elevato in polifenoli ossidabili.

Per garantire la stabilità proteica, il mosto è stato addizionato di 40 g/hL di bentonite. Precedenti test di laboratorio, svolti con 0 e 20 g/hL, avevano dimostrato l'insufficienza di tali quantità. Con il quantitativo scelto il mosto è invece stabile.

In seguito a filtrazione a farina si procede con il *piéd de cuve* (Fig. 21). I lieviti impiegati sono stati i Lalvin *EC1118* e i Laffort *VL1*, entrambi nella quantità di 20 g/hL. Come attivante di fermentazione è stato scelto VASON *VStarter Fruit*. Questa fase ha previsto un'ulteriore acidificazione con acido tartarico.

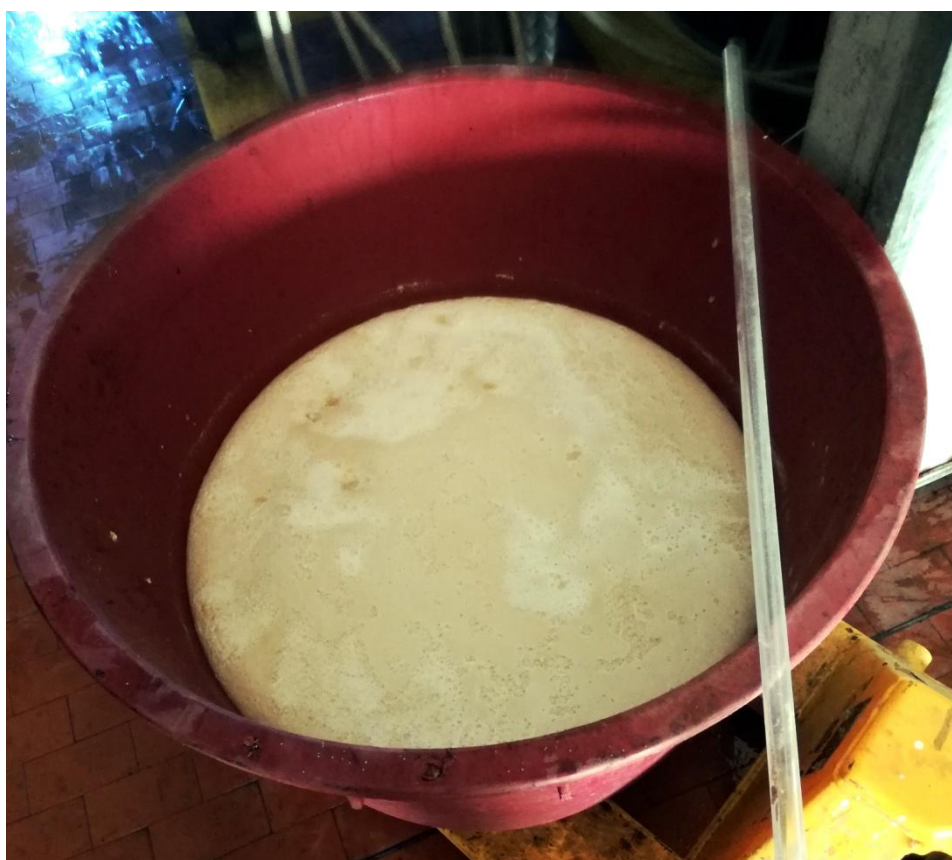


Fig. 21 – Preparazione del *piéd de cuve* per la fermentazione del Moscato "Scrapona".

La nutrizione azotata ha previsto l'aggiunta di ammonio difosfato (DAP) per arrivare ad un valore di azoto prontamente assimilabile (APA) di circa 200 mg/L. La quantità di azoto presente nel DAP è pari al 22%; 10 g/hL di DAP portano quindi ad un incremento di APA di 22 mg/L (Biondi Bartolini, 2013). L'aggiunta è

stata frazionata in tre fasi: 50% nel *pied de cuve*, 30% in vasca e il restante 20% prima della chiusura della valvola dell'autoclave. Ciò al fine di garantire un adeguato apporto azotato (sotto forma di ione ammonio e di alfa amminoacidi) lungo tutta la durata della fermentazione. Alcuni autori, come Bisson *et al.* (2000) mettono inoltre in evidenza che, sebbene la soglia minima di APA di un mosto che consenta un corretto avvio della fermentazione si attesti intorno ai 130-140 mg/L, tale soglia si innalza in caso di concentrazioni elevate di zuccheri (come nel caso del presente studio). Un altro importante nutriente per il metabolismo dei lieviti, la tiamina (vitamina B1), è stata aggiunta nella quantità di 3 g/hL.

L'inoculo avviene dopo avere riscaldato la vasca a 20 °C. Dopo un giorno, a fermentazione avviata, si abbassa la temperatura a 18 °C per evitare perdite in aromi. Si effettuano due rimontaggi al giorno; la valvola dell'autoclave viene chiusa quasi completamente al raggiungimento dei 3,5 gradi alcolici, lasciando un po' di sfiato in modo da mantenere costante la pressione di 2,5 bar fino a che non si arriva alla gradazione alcolica desiderata, ossia 5,5% vol.. Una volta raggiunta, si blocca il processo fermentativo raffreddando la vasca a 0 °C e aggiungendo 20 mg/L di SO₂.

Il problema dell'acetaldeide

Durante la fermentazione di una partita di Moscato "Scrapona" abbiamo avuto modo di constatare, svolgendo le opportune analisi, che il livello di acetaldeide subiva un rapidissimo incremento (fino a circa 150 mg/L in due giorni) a partire da valori ottimali. Tale aumento repentino è stato attribuito ad uno stress dei lieviti *Saccharomyces cerevisiae* i quali, con fermentazioni condotte a basse temperature e senza un adeguato apporto di nutrienti, non riescono a riassorbire la dovuta quantità di etanale prodotta durante il processo fermentativo (Lo Paro & Nardi, 2014). I lieviti inoculati, infatti, sono mesofili e in condizioni di bassa temperatura (15-16 °C), impiegate al fine di limitare le perdite aromatiche, faticano a svolgere le funzioni metaboliche, lasciando la conduzione della fermentazione alcolica a lieviti apiculati come *Saccharomyces uvarum*. La presenza di tali lieviti è stata confermata dall'analisi del 2-feniletanolo, loro prodotto, presente in grande quantità (circa 80 mg/L). Per ovviare al problema le celle di stoccaggio hanno

subito un'ulteriore sanitizzazione mentre la temperatura di fermentazione è stata innalzata a 18 °C. Le partite successive sono state esenti dal problema dell'acetaldeide e si è così potuto diminuire il tenore di anidride solforosa aggiunta, a tutto vantaggio della qualità del prodotto.

5. Conclusioni

Lo studio ha permesso di dimostrare l'ipotesi iniziale tale per cui l'azoto sia un elemento indispensabile e un fattore limitante per la biosintesi terpenica. In particolare, in un terreno povero in sostanza organica a causa del mancato apporto negli anni, delle ripetute lavorazioni e della più rapida mineralizzazione dovuta ai cambiamenti climatici, si è constatato che l'azoto distribuito mediante concimazione fogliare ha avuto l'effetto più rapido sulla pianta e ha contribuito al maggiore incremento del linalolo e degli altri composti terpenici. Inoltre, a parità di kg di azoto distribuiti, il prodotto organico (*Azofol*) si è dimostrato ugualmente efficace.

Occorre sottolineare che tali conclusioni si riferiscono ad una sola annata produttiva; la precisione delle stesse sarà validata solo dalla prosecuzione del progetto negli anni seguenti. La pratica della sfogliatura, ad esempio, viste le elevate temperature degli ultimi anni, verrà rivista diminuendo la percentuale di foglie eliminate. L'obiettivo dei prossimi anni in vigneto sarà quello di impiegare un insieme di pratiche agronomiche non solo efficace, ma anche sostenibile dal punto di vista ambientale. Le attenzioni prestate riguardo ad un corretto impiego delle tecnologie di vinificazione, infine, contribuiranno a consolidare quanto sperimentato in vigneto, con lo scopo di continuare a produrre, in futuro, un prodotto d'eccellenza.

6. Ringraziamenti

La stesura di questa tesi di laurea non può considerarsi conclusa senza doverosamente ringraziare:

- il carissimo prof. Vincenzo Gerbi, il quale ancora una volta ho avuto il piacere di avere accanto nel mio percorso di studi;
- tutti i componenti della cantina Marengo di Strevi, la cui cortesia ed intraprendenza mi hanno permesso di fare una bella e costruttiva esperienza nel settore vitivinicolo;
- gli amici del Laboratorio del Consorzio per la tutela dell'Asti DOCG, diretto dal dott. Guido Bezzo, che pazientemente mi hanno aiutato durante le analisi e non solo;
- il prof. Rocco Di Stefano e il dott. Daniele Eberle per la gentilezza e la disponibilità dimostratami.

Un ricordo e un grazie vanno infine a tutti i miei familiari ed amici, che da sempre mi sostengono e mi incoraggiano in ogni circostanza della vita.

7. Bibliografia

1. Balsari P., Scienza A. (2005). *Sfogliatura della vite: i risultati di una ricerca interdisciplinare condotta in Piemonte*. **L'informatore agrario**, **21**, 27-28.
2. Balsari P., Barbagallo M. G., Battilani P., Boccia F., Bolognesi G., Borgo M., Boselli M., Brancadoro L., Brunelli A., Campagna G., Cannella C., Capece A., Castino M., Cravedi P., Di Lorenzo R., Failla O., Forni G., Gambuti A., Grando M. S., Mariani A., Mariani L., Miravalle R., Moio L., Pastore R., Piombino P., Pomarici E., Poni S., Raimondi S., Rapparini G. (2008). *La vite e il vino*. ART Servizi Editoriali S.p.a., Bologna, 344-351.
3. Biondi Bartolini A. (2013). *I lieviti e l'azoto. Influenza dell'azoto assimilabile sulla qualità dei vini*. **MilleVigne**, **3**, 16-19.
4. Bisson L., Butzke C. (2000). *Diagnosis and Rectification of Stuck and Sluggish Fermentations*. **American Journal of Enology and Viticulture**, **51**, 168-177.
5. Bordiga M., Rinaldi M., Locatelli M., Piana G., Travaglia F., Coïsson J. D., Arlorio M. (2013). *Characterization of Muscat wines aroma evolution using comprehensive gas chromatography followed by a post-analytic approach to 2D contour plots comparison*. **Food Chemistry**, **140**, 57-67.
6. Cerreti M., Benucci I., Ferranti P., Esti M. (2013). *Tioli volatili in vino da uve grechetto (Vitis vinifera L.)*. *Enoforum*, 8^a edizione, 7-9 Maggio 2013, Arezzo
7. Di Stefano R. (1981). *Composti terpenici del Moscato bianco del Piemonte*. **Annali dell'istituto sperimentale per l'enologia di Asti, Volume XII**, 1-18.
8. Di Stefano R., Bezzo G., Corino L. (1996). *Composizione delle singole frazioni di pressatura in una esperienza di preparazione del mosto per l'Asti*. **L'Enotecnico**, **32 (7/8)**, 91-94.

9. Di Stefano R. (2013). *Gli aromi dei Moscati con particolare riferimento a quelli del Moscato Giallo*. Atti: Accademia Italiana della Vite e del Vino.
10. Eberle D., Bezzo G., Malerba G. (2015). *Il vitigno – Moscato d’Asti*. **L’Enologo**, 7/8 (Luglio/Agosto), 32-52.
11. Freire L., Canosa P., Rodríguez-Vega I., Vilanova M. (2013). *Effect of early leaf removal on yield components, must composition and wine volatiles of Loureira cv from NW Spain*. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, 28, 422-425.
12. Genovese M., Nuzzo V., Shackel K. A., Matthews M. A. (2010). *Scottature solari su vite, come e quando insorgono e come evitarle*. **L’informatore Agrario**, 23,45-50.
13. Hill G. K. (1987). *Botrytis control – current knowledge and future prospects*. In: Lee, T. H., Ed. Proceedings of the sixth Australian wine industry technical conference, 14-17 July 1986; Adelaide, SA. The Australian Wine Research Institute, Adelaide, SA, 175-179.
14. Leirós M. C., Trasar-Cepeda C., Seoane S., Gil-Sotres F. (1999). *Dependence of mineralisation of soil organic matter on temperature and moisture*. **Soil Biology and Biochemistry**, 31, 327-335.
15. Lo Paro J. F., Nardi T. (2014). *Gestione dell’acetaldeide nella vinificazione*. **Vitenda 2014**, XIX, 276-277.
16. Marais J. (1983). *Terpenes in the Aroma of Grapes and Wines: A Review*. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Vol. 4, 2, 49-58.
17. Mateo J. J., Jiménez M. (2000). *Monoterpenes in grape juice and wines*. **Journal of Chromatography A**, 881, 557–567.
18. McGarvey D. J., Croteau R. (1995). *Terpenoid Metabolism*. **The Plant Cell**, Vol. 7, 1015-1026.

19. Parker M., Black C., Pearson W., Barker A., Francis L., Herderich M. (2015). *Glycosides contribute to in-mouth flavour release*. **Technical Review**, **215**, 6-10.
20. Rapp A., Knipser W. (1979). *3,7-Dimethyl-okta-1,5-dien-3,7-diol - eine neue terpenoide Verbindung des Trauben- und Weinaromas*. **Vitis**, **18**, 229-233.
21. Rapp A., Knipser W., Engel E. (1980). *Identifizierung von 3,7-Dimethyl-okta-1,7-dien-3,6-diol im Trauben- und Weinaroma von Muskatsorten*. **Vitis** **19**, 226-229.
22. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. (2007). Trattato di enologia II: Chimica del vino, Stabilizzazione e trattamenti. Edagricole, Milano, 221-245.
23. Rustad L. E., Campbell J. J., Marion G. M., Norby R. J., Mitchell M. J., Hartley A. E., Cornelissen J. H. C., Gurevitch J. (2001). *A meta-analysis of the response of soil respiration, net nitrogen mineralization, and aboveground plant growth to experimental ecosystem warming*. **Oecologia**, **126**, 543-562.
24. Simpson R. F. (1979). *Some important aroma components of white wine*. **Food Technology Australia**, **31**, 516-522.
25. Smith S., Codrington I. C., Robertson M., Smart R. E. (1988). *Viticultural and oenological implications of leaf removal for New Zealand vineyards*. Proceedings Second International Cool Climate Viticulture and Oenology Symposium, Auckland, New Zealand, January 1988.
26. Terrier A. (1972). Thèse Université de Bordeaux n° 162.
27. Usseglio-Tomasset L., Di Stefano R. (1979). *Osservazioni sul profilo aromatico delle uve e dei vini a sapore di Moscato*. **Annali dell'istituto sperimentale per l'enologia di Asti**, **Volume X**, 303-311.

28. Vilanova M., Paz Diago M., Genisheva Z., Oliveira J. M., Tardaguila J. (2012). *Early leaf removal impact on volatile composition of Tempranillo wines*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **92**, 935-942.
29. Wang C., Wan S., Xing X., Zhang L., Han X. (2006). *Temperature and soil moisture interactively affected soil net N mineralization in temperate grassland in Northern China*. **Soil Biology and Biochemistry**, **38**, 1101-1110.
30. Williams P. J., Strauss C. R., Wilson B. (1981). *Classification of the monoterpenoid composition of muscat grapes*. **American Journal of Enology and Viticulture**, **32**, 230-235.