



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di Agraria

Corso di Laurea Triennale in

Viticoltura ed Enologia

Classe L-25

Classe delle lauree in Scienze e Tecnologie Agrarie e Forestali

Materia della tesi: Processi Enologici

**Produzione di estratti ad attività antiossidante da
uve da diradamento:
confronto fra differenti varietà bianche e rosse**

Relatore

Prof.ssa Giovanna Fia

Correlatori

Dott.ssa Ginevra Bucalossi

Enologo Claudio Gori

Candidato

Lucrezia Chiti

Anno Accademico 2016/2017

Ai miei due angeli...

INDICE

Introduzione	6
1.1 Il Vitigno Sangiovese	7
1.2 Il vitigno Viognier	9
1.3 I polifenoli in uve a bacca bianca e uve a bacca rossa	10
1.4 Evoluzione dei composti fenolici durante la maturazione	12
1.5 L' Ossidazione nel vino.....	13
1.6 La proprietà antiossidante	15
1.7 La criomacerazione prefermentativa e il crash cellulare	17
1.8 Il sistema di macerazione	19
Materiali e Metodi.....	23
2.1 Campionamento Uva.....	24
2.2 Diradamento grappoli	26
2.3 Movimentazione della massa nel sistema di macerazione	28
2.4 Lavorazione nel sistema di macerazione	30
2.5 Decantazione e riempimento bag-in-box.....	31
2.6 Analisi di base su uva e succo.....	32
2.6.1 Acidità Totale (AT)	32
2.6.2 pH.....	34
2.6.3 Zuccheri	35

2.7	Maturità fenolica	37
2.8	Colore	40
2.9	Antociani	41
2.10	Polifenoli Totali (PFT) e DO 280 nm.	42
	Risultati e discussione	45
3.1	Prelievo dei campioni uva Sangiovese	45
3.2	Analisi di base su uva Sangiovese	46
	<i>3.2.1 Acidità totale</i>	<i>46</i>
	<i>3.2.2 pH.....</i>	<i>47</i>
	<i>3.2.3 Zuccheri.....</i>	<i>47</i>
3.3	Analisi maturità fenolica su uva Sangiovese	48
3.4	Prelievo dei campioni di succo Sangiovese (2017) nel corso della produzione	50
3.5	Analisi di base su succo Sangiovese	51
	<i>3.5.1 Acidità totale</i>	<i>52</i>
	<i>3.5.2 pH.....</i>	<i>52</i>
	<i>3.5.3 Zuccheri.....</i>	<i>53</i>
3.6	Colore succo Sangiovese.....	54
3.7	Antociani succo Sangiovese	56
3.8	Polifenoli totali e DO 280 nm succo Sangiovese	57
3.9	Analisi succo Viognier	59

3.10 Profilo fenolico succo Sangiovese e succo Viognier	60
Conclusioni	63
Bibliografia	64
Indice delle figure	68
Ringraziamenti	71

Introduzione

Il lavoro è stato svolto nel periodo luglio 2017- novembre 2017 presso “Tenuta dello Scompiglio” nel comune di Capannori (LU), per quanto riguarda le operazioni in vigna e in cantina, e successivamente presso il laboratorio del dipartimento G.E.S.A.A.F ubicato in via Donizetti nel comune di Firenze, per lo svolgimento delle analisi su uva e succo proveniente dal vitigno Sangiovese.

Il progetto è stato incentrato sulla lavorazione di quei grappoli sottoposti a diradamento, che normalmente vengono lasciati a terra in vigna, con lo scopo di ottenere estratti d’uva con proprietà antiossidanti da impiegare in vari settori, tra i quali quello alimentare e cosmetico.

Dopo l’esecuzione del diradamento e il riempimento di circa 72 cassette da 15 kg ciascuna, per un quantitativo lordo di 1080 quintali appena giunti in cantina l’uva, aggiunta di ghiaccio secco, è stata posta sul nastro, coperto con del nylon nero, e mandata direttamente nella diraspatrice, precedentemente sanitizzata con soda e ossigeno. Subito dopo è stato caricato il sistema di macerazione (ExtraVelvet- European Patent 2957627) anch’esso sanitizzato con soda, acido citrico e ossigeno, con circa 970 kg di uva (al netto di un 10% di raspi) tramite una pompa peristaltica per eseguire la fase di movimentazione.

Terminata quest’ultima si è proceduto con la svinatura e la pressatura del succo per poi rimettere tutto nel sistema di macerazione e far decantare per 6 giorni circa.

L’ultimo lavoro svolto in cantina è stato quello di riempire 32 bag-in-box con il succo ottenuto e 1 bag-in-box di sola vinaccia. Quotidianamente sono stati prelevati campioni di succo.

Successivamente alla fine dei lavori in vigna e in cantina si è passati all’esecuzione delle analisi in laboratorio.

L’utilizzo del ghiaccio secco è stato fondamentale per raggiungere la temperatura più idonea al compimento del crash cellulare e facilitare la diffusione in fase liquida dei composti. La tecnica impiegata è quella della criomacerazione pre-fermentativa (MPF).

Ogni accortezza avuta nello svolgimento delle operazioni è stata finalizzata a limitare al minimo l’insorgenza di ossidazioni.

1.1 Il Vitigno Sangiovese

Il Sangiovese è un vitigno italiano a bacca nera (Figura 1) coltivato inizialmente in Toscana, come dimostra il trattato “*La coltivazione delle viti*” (1590) di Pietro Soderini in cui viene citato col nome di “Sangioghéto”; dall’800 poi si è diffuso in tutta Italia e attualmente occupa il 10% della superficie vitata nazionale. E’ il vitigno delle più importanti denominazioni toscane come “Brunello di Montalcino”, “Chianti” e “Vino Nobile di Montepulciano”.

I vini prodotti da questa varietà presentano generalmente colori rosso rubino intenso, sapore asciutto, gusto tannico e rotondo; sono inoltre molto longevi se ottenuti da uve sane e di qualità che vengono vinificate bene; ha un bouquet di violetta, ciliegia, amarena, peonia ma anche sottobosco, muschio e terra, infine non mancano nemmeno i sentori dovuti al legno come tabacco, sandalo e caffè.

Per quanto riguarda le caratteristiche varietali il Sangiovese presenta: foglia media trilobata o pentalobata dal colore verde chiaro; grappolo medio, alato, compatto e dalla forma cilindrica-piramidale; acino ovoidale con buccia di colore violaceo e ricca in pruína. I migliori risultati enologici si hanno da piante di sangiovese coltivate su terreni argilloso-calcarei poco fertili e ricchi di scheletro.

E’ un vitigno adatto a essere assemblato con altri vitigni italiani (es. Canaiolo nero, Colorino, Montepulciano) o con vitigni internazionali (es. Merlot, Syrah, Cabernet).

Le origini etimologiche del Sangiovese sono contese dai romagnoli e dai toscani: i primi preferiscono far derivare il termine dall’espressione “*sanguis Jovis*” ossia il sangue di Giove alludendo al Monte Giove di Sant’Arcangelo di Romagna, mentre i toscani preferiscono attribuire la sua origine a “*sangiovannese*” (San Giovanni Valdarno) per il suo germogliamento ed epoca di maturazione abbastanza precoci. Inoltre la semantica del nome potrebbe anche essere collegata ai termini *jugum* (giogo), *jouellè* (filare di vite, in lingua francese), *jouelle* (stanga che collega due viti) o *jugum* (forma di allevamento dalla quale si è evoluta la pergola). Esistono anche termini legati alla sfera rituale che richiamano il sangiovese come: *thana-chvil* (offerta votiva), *thans-zusleva* (offerta di chi compie un rito) e *sanisva* (vino per un’offerta ai padri).

Pur parlando sempre di Sangiovese ne esistono diversi cloni che possono essere ricondotti a due grandi gruppi: Sangiovese grosso e Sangiovese piccolo; proprio per il cospicuo numero di cloni è sicuramente il vitigno più studiato dal punto di vista genetico e studi condotti dal Laboratorio di genetica molecolare dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige in collaborazione con l'Università di Milano hanno evidenziato delle affinità genetiche tra i Sangiovese e Palummina Mirabella e Calabrese Montenuovo (varietà entrambe coltivate in Campania). Altri studi sulla genetica hanno identificato nel Ciliegolo, di origine spagnola, un possibile genitore del sangiovese. ¹⁻²



Figura 1. Grappolo di uva Sangiovese

¹ DELLA ROSA P. (2009). Sangiovese, *Enciclopedia del vino*. Garzanti, pp 538-540

² ANGELINI R. (2008). Alcuni vitigni tradizionali italiani, *“La vite e il vino”*. Coltura e Cultura, pp 275-276

1.2 Il vitigno Viognier

Il Viognier è un vitigno a bacca bianca (Figura 2) proveniente dalla valle del Rodano, in Francia, e molto probabilmente fu introdotto dalla città serba di Sirmio grazie all'imperatore Marco Aurelio Probo e a conferma di ciò sappiamo che è coltivato anche nell'isola di Vis in Dalmazia con il nome di Vugava e Bugava. Per la sua scarsa produttività fino agli anni '90 non era preso molto in considerazione poi invece si è iniziato a coltivarlo in tutte le zone del mondo, in particolar modo in Australia e California. In Italia è coltivato soprattutto in zone con clima abbastanza caldo come Toscana, Lazio, Emilia Romagna e Umbria.

I vini prodotti da questa varietà presentano generalmente colori giallo paglierino tendente al dorato, note floreali come biancospino e acacia, sensazione di pienezza con particolare rotondità fruttata, sapidità e acidità non rilevata.

Per quanto riguarda le caratteristiche varietali il Viognier presenta: foglia media o piccola, orbicolare e pentalobata; grappolo mediamente compatto, conico e con un numero di ali variabile da 0 a 1; acini piccoli, sfericoidali con buccia spessa e di colore verde- gialla. E' un vitigno molto resistente alla siccità ma sensibilissimo all'oidio; può essere coltivato generalmente su tutti i tipi di terreno ma spesso è considerato dai viticoltori difficile da coltivare per la sua alta imprevedibilità, infatti può maturare all'improvviso e guadagnare un sostenuto grado alcolico in soli due giorni e quindi stravolgere il rapporto zuccheri/acidità.

Le origini etimologiche della parola Viognier sono ancora incerte ma si pensa che derivi dal termine celtico "vidu" che significa bosco.

Geneticamente parlando nel 2004 l'Università di Davis ha scoperto somiglianze con il vitigno piemontese Freisa, quest'ultimo inoltre ha caratteristiche in comune con il Nebbiolo.³⁻⁴

³ Disponibile Online sul sito: www.aispiemonte.it "Viognier: un antico vitigno alla moda"

⁴ Disponibile Online sul sito www.quattrocalici.it "Viognier- L'atlante completo dei vitigni italiani"



Figura 2. Grappolo di uva Viognier (da <https://widisuccesfull.wordpress.com/category/grape-varieties/viognier/>)

1.3 I polifenoli in uve a bacca bianca e uve a bacca rossa

I polifenoli sono composti presenti sia su uve a bacca bianca che su uve a bacca rossa ma per quantità che per varietà sono decisamente maggiori nell'uva rossa, e quindi nel vino rosso. Influenzano il gusto amaro, l'astringenza, il colore rosso e la sensibilità all'ossidazione. Si suddividono in composti FLAVONOIDI e in NON FLAVONOIDI; la maggior parte dei flavonoidi sono situati nello strato epidermico della buccia ed oltre il 70% del totale dei polifenoli invece si trova nel vinacciolo.

I flavonoidi sono il gruppo più ampio e si ritrovano

- Antociani, localizzati nei vacuoli delle cellule della buccia dell'acino e conferiscono colore dal momento che assumono colorazioni dal rosso al blu. La loro sintesi ha inizio con l'invasatura quando l'acino termina di crescere. Sono gli antiossidanti più potenti. Sono scarsamente presenti nelle uve a bacca bianca ma la loro concentrazione in un vino rosso proveniente da uve della stessa

cultivar può mutare profondamente in base alla tecnica di vinificazione impiegata (importante è la macerazione delle uve).

- Flavanoli, si trovano nella buccia e nei semi. Tra essi la più abbondante è la catechina ma si ritrovano anche epicatechina, gallocatechina ed epigallocatechina. L'insieme di più catechine forma i tannini condensati che ritroviamo nella buccia, nel vinacciolo e nel raspo; sono più abbondanti nelle uve a bacca rossa rispetto a quelle a bacca bianca.
- Flavonoli, sono nella buccia (epidermide più esterna) ed agiscono da protettori delle radiazioni UV; variano in colore dal bianco al giallo. I più abbondanti sono quercetina, miricetina, campferolo e isoramnetina. Il loro contenuto è molto variabile e generalmente le uve rosse ne sono più ricche rispetto alle bianche perché quest'ultime sono mancanti del gene che codifica per la flavonoide-3',5'-idrossilasi e di conseguenza ne determina una minor concentrazione.

Nei non flavonoidi ritroviamo

- ◆ Acidi idrossicinnamici, sono i principali polifenoli dell'uva bianca; i più importanti sono acido cumarico, acido ferulico, acido caffeico e acido sinapico che si ritrovano esterficati con l'acido tartarico.
- ◆ Stilbeni, sono fitoalessine presenti nell'uva in basse concentrazioni e conferiscono proprietà benefiche ai consumatori di vino. Il più importante composto appartenente a questa classe è il resveratrolo ma possiamo ritrovare anche le viniferine (dimeri ed oligomeri del resveratrolo) e il piceatannolo.
- ◆ Idrossibenzoati, sono componenti minori dell'uva e sono responsabili dell'astringenza, quelli che ritroviamo sono acido genticico, acido gallico, acido protocatechino e acido p-idrossibenzoico, tutti in forma libera⁵.

E' importante ricordare che uno studio sui composti fenolici dei vini bianchi ha evidenziato che in quest'ultimi, oltre a acidi benzoici, acidi cinnamici, catechine e

⁵ PROTTI V., I composti fenolici, "*Chimica Enologica*". WinesItaly [Online], Disponibile all'indirizzo www.winesitaly.it

flavonoli, è presente una nuova classe formata dai complessi proteine-tannini che aumenta il contenuto e la reattività con il reattivo di Folin-Ciocalteu e il valore della densità ottica a 280 nm di assorbanza.

1.4 Evoluzione dei composti fenolici durante la maturazione

Dall'invasatura alla maturità (definita dal rapporto zuccheri/acidità totale) la concentrazione dei composti fenolici cambia (figura 3). Con l'inizio dell'invasatura la clorofilla delle bucce viene progressivamente sostituita da altri pigmenti, come antociani (rossi) e flavonoli (gialli), che si accumulano durante tutta la maturazione dove appunto si registrerà un tenore massimo, poi inizieranno ad essere degradati qualora si entrasse nella fase della sovrasmaturazione. Parallelamente a ciò anche i tannini subiranno un'evoluzione, anche se quest'ultimi sono già abbastanza presenti all'invasatura, infatti negli estratti dei semi essi inizieranno a diminuire con l'inizio dell'invasatura, anche se a volte si registra una diminuzione già prima dell'inizio di essa; poi si stabilizzeranno alla maturazione.

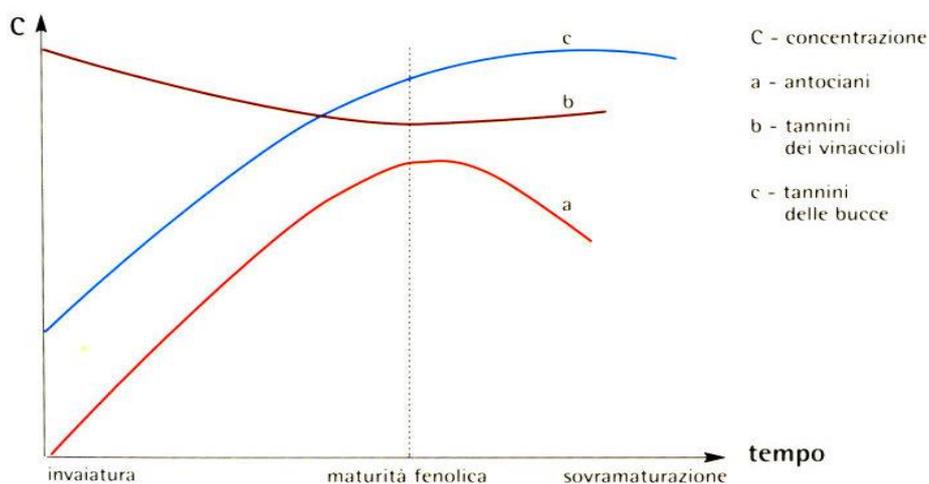
Il livello di antociani e tannini è influenzato da fattori ambientali e genetici ma decresce oltremodo all'aumentare del peso dell'uva per ceppo.

Il cambiamento delle concentrazioni dei composti fenolici è provocato da enzimi come la *Fenilalanina Ammoniolasi (PAL)*, localizzata nelle bucce e nei vinaccioli, che provoca la deviazione dal metabolismo primario, quindi la sintesi di proteine, alla sintesi dei composti fenolici e la *Calcone Sintetasi* che provoca la condensazione dei due anelli benzenici con sintesi di flavonoidi⁶⁻⁷.

⁶ RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). L'evoluzione degli antociani e dei tannini nel corso della maturazione dell'uva, *Trattato di enologia II. Chimica del vino-Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 200-205

⁷ FREGONI M., Vendemmia, *Viticultura di Qualità, Trattato dell'eccellenza da terroir III edizione (2013)*. Tecniche nuove, pp. 869-873

TANNINI, ANTOCIANI E MATURAZIONE DELLE UVE



La concentrazione degli antociani è massima al momento della maturità fenolica, mentre quella dei tannini delle bucce aumenta durante la sovrasmaturazione delle uve.

Figura 3. Evoluzione dei composti fenolici (da <http://perlagesuite.com/project/vite/>)

1.5 L' Ossidazione nel vino

L'ossidazione nel vino è un difetto dovuto al contatto con l'ossigeno in quantità eccessiva e la produzione di sottoprodotti chiamati chinoni; provoca un'alterazione del colore da rosso a marrone nei vini rossi e da giallo chiaro a giallo scuro nei vini bianchi. I fattori che la influenzano sono tempo di esposizione all'aria, luce, temperatura e pH. L'insorgenza dell'ossidazione può manifestarsi durante il processo produttivo oppure nelle successive fasi di affinamento e deve essere tenuta sotto controllo sia che si voglia incentivare sia che si voglia evitare.

Può essere sia di natura enzimatica che di natura non enzimatica.

L'**ossidazione enzimatica** avviene in presenza di enzimi come:

- Ossigenasi, conferiscono l'aroma erbaceo. In maniera sequenziale abbiamo l'azione di acilidrolasi (libera gli acidi grassi dai lipidi delle membrane), lipossigenasi (catalizza la fissazione dell' O_2 sugli acidi grassi insaturi a 18 atomi di C e forma degli idroperossidi), enzima di scissione dei perossidi (forma aldeidi a 6 atomi di C) e alcoldeidrogenasi (riduce ad alcoli parte delle aldeidi precedentemente prodotte).

- Ossidoriduttasi, come la polifenolossidasi PPO e la laccasi. La PPO (conosciuta anche coi nomi di tirosinasi, catecolossidasi e cresolasi) caratterizzante le uve sane va a catalizzare l'idrossilazione dei monofenoli in orto-difenoli e la conseguente ossidazione in chinoni, che possono condensarsi con i flavanoidi mutando il colore oppure possono reagire con il glutatione per dare origine al *Grape Reaction Product* (2-S-glutationil-trans-caffeiltartarico) che non modifica il colore poiché non è ossidabile dalla PPO. I substrati preferenziali della PPO sono l'acido caftarico e l'acido cutarico.

Invece la laccasi (conosciuta anche coi nomi di p-difenolossidasi e p-fenolossigeno-ossidoriduttasi) è un enzima di origina fungina tipico di uve bottrizzate (colpite da *Botrytis cinerea*) che va ad attaccare un numero più elevato di substrati perché in questo caso il complesso tra molecola del fenolo e glutatione può essere ossidato.

- Perossidasi, attività enzimatica localizzata nei vacuoli delle cellule dell'uva.⁸⁻⁹

L'**ossidazione non enzimatica**, anche detta ossidazione chimica del vino, per svolgersi necessita della presenza di catalizzatori. Quest'ultimi sono stati definiti da Riberau-Gayon "ossidanti intermedi" e si possono suddividere in: composti metallici, tali ferro e rame, composti a struttura dienolica in equilibrio con forme a funzione chetonica (come acido ascorbico e acido diossimaleico) e sostanze fenoliche e loro prodotti di ossidazione.¹⁰ Al pH del vino, i composti fenolici non reagiscono

⁸ RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). L'utilizzo delle preparazioni enzimatiche industriali in vinificazione, *Trattato di enologia I. Microbiologia del vino-Vinificazioni*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 344-348

⁹ FIA G. (A.A.2015-2016). Le sostanze fenoliche delle uve e dei vini: parte generale. Corso di Processi Enologici. Firenze: Università degli Studi di Firenze

¹⁰ MARCHINU F., Tesi di Laurea, "Studio per l'ottimizzazione di un metodo analitico pratico per la stima dell'ossidabilità dei vini"

¹¹ OLIVEIRA C.M., SILVA FERREIRA A.C., DE FREITAS V., SILVA A.M.S. (2011). Oxidation mechanism occurring in wines, *Food Research International*, vol. 55 fasc.5, pp. 1115-1126

direttamente con l'ossigeno ma con le sue forme radicaliche. Il radicale superossido viene ridotto dalla molecola fenolica, si trasforma in radicale idroperossile che, nelle condizioni del mezzo, si converte nella forma di anione perosside ($O_2^{\bullet-}$). Contemporaneamente i composti fenolici, reagendo, vengono ridotti a semichinoni o benzochinoni, i quali, essendo molecole instabili, riducono il radicale formatosi ad un'altra forma radicalica, portando ad una sequenza di reazioni a catena con la formazione del prodotto finale di reazione, l' H_2O .

Inoltre è opportuno ricordare che l'ossidazione non enzimatica o chimica del vino è legata alla capacità antiossidante dei composti fenolici.¹¹

1.6 La proprietà antiossidante

Gli antiossidanti sono molecole capaci di inibire l'insorgenza delle reazioni di ossidazione, i più importanti composti del vino capaci di svolgere quest'attività sono i polifenoli. Essi sono in grado di catturare i radicali liberi e di donare idrogeno (del gruppo fenolico) ed elettroni, inoltre possono chelare i metalli, come ferro, manganese e rame, che catalizzano la formazione di radicali.

Il potere antiossidante dei polifenoli dipende da:

- Numero di anelli fenolici
- Numero e posizione di gruppi idrossilici
- Numero di doppi legami presenti nella molecola
- Presenza di un anello-B diidrossilato (gruppo catecolico)
- Presenza di un'insaturazione in posizione 2,3 associata ad una funzione 4-carbonilica nell'anello -C
- Presenza di gruppi funzionali capaci di chelare i metalli di transizione¹².

¹² GIOVANNINI C., FILESI C., D'ARCHIVIO M., et al. (2006). Polifenoli e difese antiossidanti endogene: effetti sul glutatione e sugli enzimi ad esso correlati, *Istituto Superiore Sanità*, vol. 42 pp.336-347

Tra tutti polifenoli con attività antiossidante ricordiamo la **quercetina** (IUPAC: 3,3',4',5,7-pentaidrossiflavone) (Figura 4), appartenente al gruppo dei flavonoli.

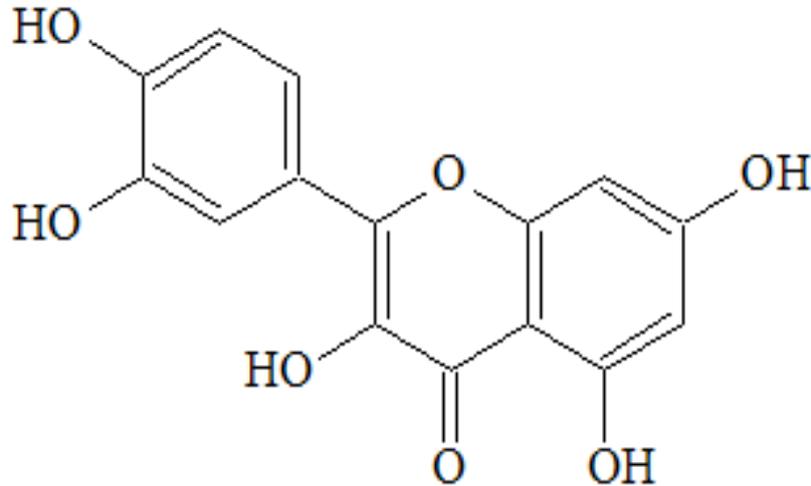


Figura 4. Struttura della Quercetina (da https://it.wikipedia.org/wiki/Quercetina#/media/File:Quercetina_struttura.PNG)

Di seguito in Figura 5 è mostrata la capacità antiossidante di ogni composto fenolico, quest'ultima è espressa in EC₅₀ ovvero la quantità di antiossidante necessario a ridurre del 50% la concentrazione del radicale libero DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl). Quindi più è basso il valore di EC₅₀ più sarà alta la capacità antiossidante del composto¹³.

¹³ VILLANOVA D. et al (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical, *Talanta*, 71, pp.230-235

Ovviamente i vini rossi, per la loro maggiore concentrazione di polifenoli, hanno una più elevata capacità antiossidante rispetto ai vini bianchi.

Compound	EC ₅₀ (10 ⁻⁶ M)
Phenolic acids	
Gallic acid	5.1 ± 0.1
Protocatechuic acid	11.1 ± 0.0
Gentisic acid	7.6 ± 0.2
Siringic acid	12.3 ± 0.0
Caffeic acid	12.1 ± 0.2
Caftaric acid	20.4 ± 0.4
Ferulic acid	24.7 ± 0.4
Flavan-3-ols	
(+)-Catechin	6.0 ± 0.2
(-)-Epicatechin	4.5 ± 0.2
(-)-Epigallocatechin	5.1 ± 0.1
(-)-Epicatechin gallate	4.2 ± 0.1
(-)-Epigallocatechin gallate	3.6 ± 0.0
Procyanidin B1	3.2 ± 0.0
Procyanidin B2	3.4 ± 0.4
Flavonols	
Kaempferol	18.8 ± 0.0
Quercetin	5.5 ± 0.0
Myricetin	3.6 ± 0.1
Morin	16.5 ± 0.4
Rutin	5.3 ± 0.1
Other compounds	
Resveratrol	31.4 ± 0.3
Ascorbic acid	11.8 ± 0.2
Trolox	14.1 ± 0.0

Figura 5. Capacità antiossidante dei composti fenolici (da Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical; D. Villanoa, M.S. Fernandez-Pachon, M.L. Moya, A.M. Troncoso, M.C. Garcia-Parrilla, Talanta 71 (2007) pp 230–235)

1.7 La criomacerazione prefermentativa e il crash cellulare

La *Criomacerazione prefermentativa (MPF)* è una tecnologia sperimentale che è stata applicata su cultivar internazionali (Pinot nero, Merlot, Cabernet) e nazionali (Barbera,

Nebbiolo, Sangiovese)¹⁴ che prevede il contatto delle uve con un criogeno per raggiungere delle temperature inferiori ai 10 °C. I criogeni più utilizzati sono la CO₂ (sia allo stato solido che liquido) e l’N (allo stato liquido) per la loro atossicità, ridotta reattività, costo contenuto e facilità di reperimento; le quantità d’impiego sono orientativamente di 0,6 kg/hL di CO₂ solida, 1,2 kg/hL di CO₂ liquida e 1,9 kg/hL di N se si vuole raffreddare di 1 °C un hL di mosto.

Nel momento in cui l’epidermide dell’acino d’uva va a contatto col criogeno si verifica un parziale congelamento dell’H₂O intracellulare (figura 6) con un conseguente incremento di volume che provoca una lacerazione delle membrane, il cosiddetto *crash cellulare*. Gli effetti di questa rottura sono la più facile diffusione nella fase liquida dei composti (polifenoli, aromi) presenti nelle cellule integre e soprattutto di quelli su buccia e vinaccioli; inoltre l’assenza di etanolo limita l’estrazione dei tannini astringenti che si trovano nei vinaccioli ed infine, grazie al quantitativo ingente di gas liberato, si preservano dall’ossidazione i composti fenolici, in particolare gli antociani.

Con l’impiego della MPF si è ottenuto vini più ricchi in colore e profumi in quanto è una tecnica che esalta le caratteristiche chimiche e organolettiche delle uve usate¹⁵



Figura 6. Acino con parziale congelamento dell’H₂O intracellulare

¹⁴ PARENTI A., GORI C., BIONDI BARTOLONI A. (2006). Criomacerazione prefermentativa su uve Sangiovese: criogeni e metodiche a confronto, *VigneVini*, pp. 115-120

¹⁵ ZINNAI A., VENTURI F., CALAMITA Y., ANDRICHE G.(2008), L’impiego della criomacerazione nella vinificazione di uve Sangiovese, *Bollettino della Comunità Scientifica in Australasia*, PP. 47-56

1.8 Il sistema di macerazione

Il sistema di macerazione denominato ExtraVelvet 1.0® (figura 7,8 e 9) è innovativo in quanto il serbatoio realizzato in acciaio inox da 10 hL è dotato di un sistema di movimentazione interna (grazie ad un'elica verticale) per le movimentazioni, un sistema di refrigerazione e un sistema di micro-ossigenazione¹⁶. Lo scopo per cui è nata questa macchina è quello di ottimizzare quanto più possibile l'esaurimento delle vinacce fermentate e non, dal momento che sono ricche in tannini e in colore, e di lavorare le fecce di vinificazione. Da tali lavorazioni si possono ottenere vini di pregio, valorizzando scarti enologici.

Con il sistema di macerazione è possibile condurre molteplici operazioni enologiche quali:

- ~ Macerazione pre-fermentativa a freddo delle uve
- ~ Macerazione pre-fermentativa a caldo delle uve
- ~ Macerazione pre-fermentativa a freddo delle uve appassite
- ~ Macerazione post-fermentativa a freddo delle vinacce fermentate
- ~ Estrazione delle sostanze nobili dalle fecce
- ~ Fermentazione alcolica con riduzione dei tempi di macerazione
- ~ Micro ossigenazione
- ~ Stabilizzazione tartarica
- ~ Stoccaggio con controllo termico del vino
- ~ Idratatore per i lieviti secchi
- ~ Preparazione pied de cuve¹⁷.

¹⁶ MASI L., Tesi di Laurea, *“Lavorazione delle fecce di vinificazione con il sistema ExtraVelvet 1.0”*

¹⁷ Disponibile Online dal sito www.extravelvet.com



Figura 7. L'Extravet esternamente

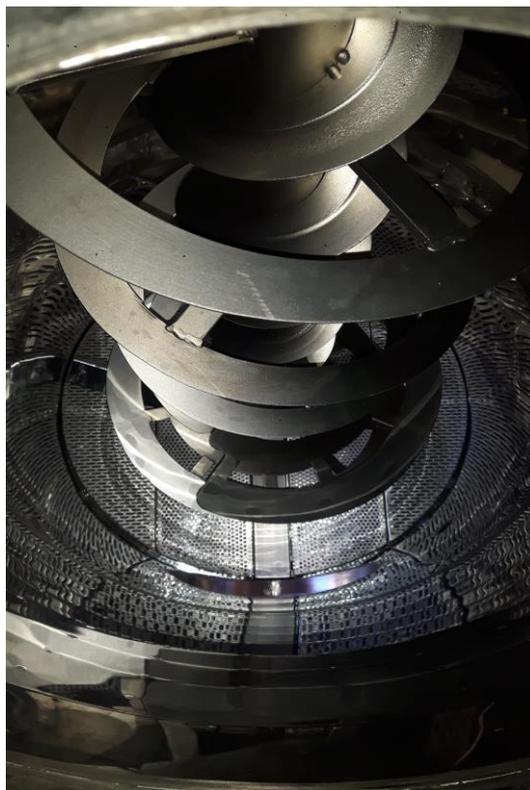


Figura 8. L'ExtraVelvet internamente



Figura 9. L'ExtraVelvet internamente

Scopo

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di mettere a punto un protocollo per la valorizzazione dell'uva acerba, derivante dall'operazione di diradamento in vigna nella filiera viti-enologica. Le uve diradate che sono solitamente lasciate a terra nel vigneto, costituiscono uno scarto produttivo ricco in sostanze biologicamente attive non adeguatamente sfruttate. Le attività in cantina e quelle sperimentali in laboratorio sono state condotte per ottenere un estratto ad attività antiossidante, ricco in composti fenolici del frutto, e per verificare la composizione dell'estratto stesso.

Materiali e Metodi

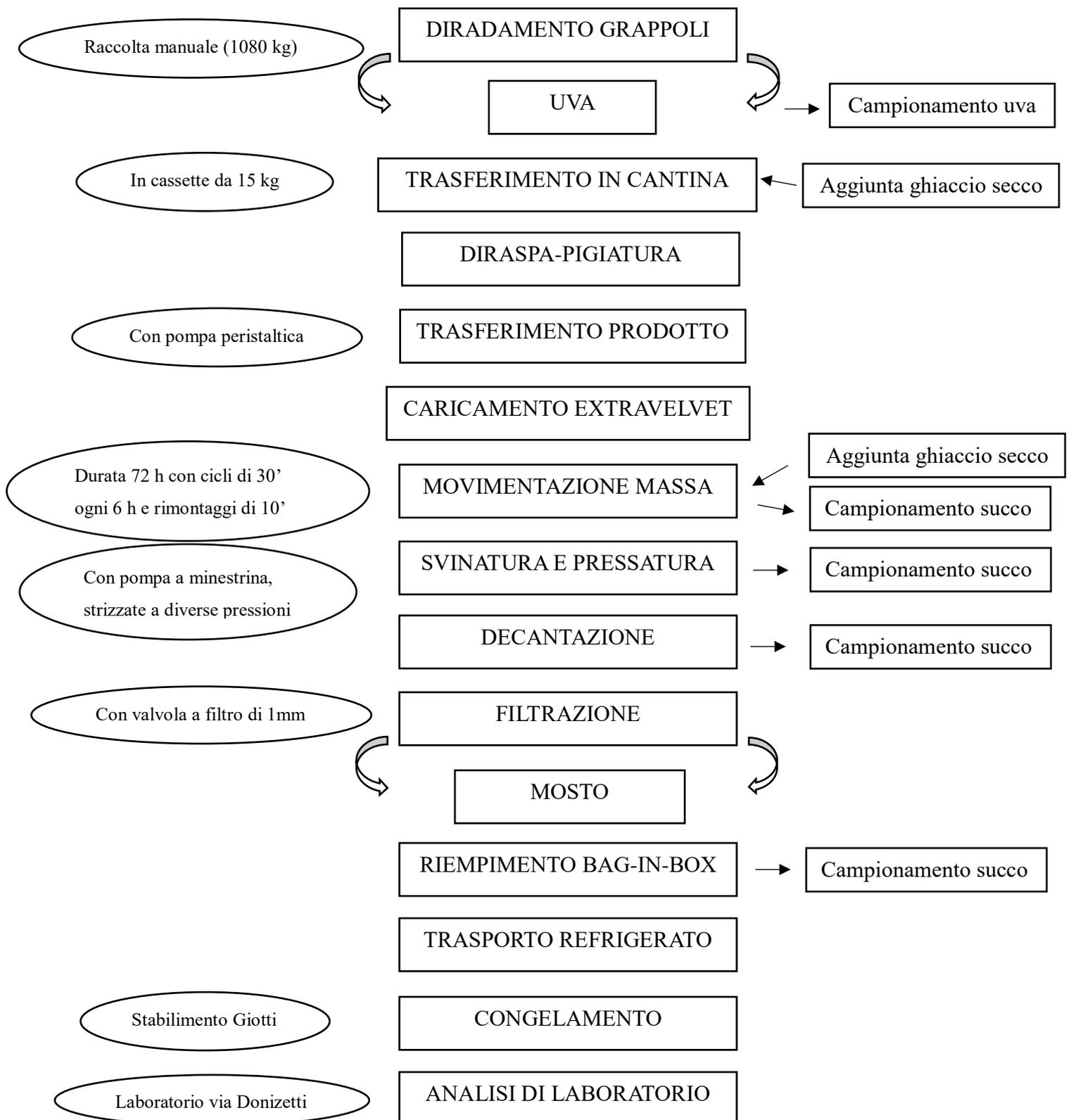


Figura 10. Schema del processo di lavorazione

2.1 Campionamento Uva

Le uve Sangiovese immature sono state raccolte nel 2017 presso l'azienda "Tenuta dello Scompiglio", Capannori (Lu). Il vigneto in cui è stato fatto il campionamento ha una superficie di circa 4 ettari, 9 anni di età, è allevato a capovolto con un sesto d'impianto di 1,80 m tra le file e di 0,80 m sulla fila.

Il campionamento delle uve è il metodo più efficace in campo vitivinicolo per individuare l'epoca migliore in cui iniziare la vendemmia ma può essere anche adottato, come nel nostro caso, in fase di sperimentazione per evidenziare l'andamento della concentrazione dei composti fenolici in relazione al grado di maturazione.

Il metodo applicato deve essere svolto in modo da portare ad analisi con risultati statistici significativi. Per questo motivo, la tecnica adottata prevedeva il campionamento di un appezzamento di circa 4 ettari di cui sono stati campionati, in maniera alternata, 28 filari, contrassegnati con del nastro azzurro. Una volta entrati nel filare si è proceduto a zig-zag in modo da raccogliere sia grappoli esposti al sole che all'ombra da ogni lato del filare; i grappoli da cui si è campionato si trovavano in piante poste ad inizio, metà e fine filare e gli acini sono stati raccolti da grappoli posti nelle zone distali della pianta (più alti-più bassi-al centro-ai lati).

Il campionamento delle uve Sangiovese è stato effettuato nelle giornate di:

- ◆ mercoledì 26 luglio 2017, l'uva era immatura e solo in minima parte invaiata (figura 11)
- ◆ lunedì 21 agosto 2017, l'uva era immatura e parzialmente invaiata (figura 12)
- ◆ venerdì 22 settembre 2017, l'uva era matura e pronta per essere vendemmiata (figura 13)

Per ogni campionamento sono stati raccolti circa 2 kg di uva suddivisi in sacchetti da 500 g circa e posti in congelatore a -18 °C nel laboratorio del Dipartimento.



Figura 11. Uva immatura



Figura 12. Uva immatura e parzialmente invaiata



Figura 13. Uva matura

2.2 Diradamento grappoli

Il diradamento manuale dei grappoli in vigna è una pratica di potatura verde che consiste nell'asportazione selettiva di specifici grappoli per riuscire a garantire un equilibrio vegeto-produttivo. Essendo un tipo di potatura verde viene fatto su uva parzialmente invaiata, nel periodo che va dall'allegagione all'invaiatura, interessando dal 30% al 50% dei grappoli.

Con la tecnica del diradamento ogni tralcio viene esaminato e trattato in relazione alla sua particolare situazione: un tralcio ricco viene privato dei grappoli posti nella parte più alta della pianta invece ad un tralcio piccolo e fine vengono tolti uno o due grappoli in modo da far andare verso maturazione completa i rimanenti.

Gli scopi del diradamento sono avere un carico produttivo adeguato alla capacità vegetativa della pianta; evitare un'elevata produzione per ceppo, quindi carenze fisico-chimiche e relativi stress fisiologici; ridurre al minimo la competizione tra gli stessi ed

infine avere degli standard qualitativi alti. Spesso si ricorre al diradamento per soddisfare ciò che i disciplinari di produzione Doc e Docg impongono in materia di resa massima per ettaro oppure si può fare in vigneti giovani per favorire il completamento della struttura della pianta e per scongiurare un ritardo dell'entrata in produzione o addirittura l'intera produttività. Inoltre è bene aver presente che un diradamento eseguito in annate molto calde può determinare uno sfasamento tra maturazione tecnologica e fenolica e di conseguenza risultati enologici non pienamente soddisfacenti.

Per far sì che sia un'operazione economicamente conveniente il diradamento deve compensare la perdita di produzione che comporta e il costo della manodopera impiegata per la sua esecuzione.

L'applicazione di questo tipo di potatura comporta nelle uve che rimangono in pianta sia un aumento in polifenoli e in sostanze aromatiche sia un aumento delle concentrazioni zuccherine che sono direttamente collegate alla gradazione alcolica; quest'ultima se risulta troppo elevata non soddisfa le "tendenze enologiche" a cui il mercato mira poiché oggi giorno vini con elevata gradazione alcolica, pur avendo bevibilità e buona espressione organolettica, sono penalizzati, ai fini della vendita, rispetto a quei vini che hanno stesse caratteristiche ma con una gradazione alcolica inferiore.

Il diradamento dei grappoli, come detto prima, è un'operazione manuale che comporta molta manodopera e quindi costi elevati. Basti pensare che in impianti a Guyot o Cordone speronato sono richieste dalle 30 alle 45 ore/ha, in impianti a Sylvoz, Casarsa e Doppio capovolto dalle 30 alle 40 ore/ha.

Alternativamente al diradamento manuale si possono effettuare:

- Diradamento Chimico (per ora eseguito solo su Pinot Grigio) con distribuzione di acido gibberellico o acido naftalenico in piena fioritura per avere minor allegagione e quindi grappoli più spargoli¹⁸.

¹⁸ BRANCODORO L., SALA C., SCIENZA A.; Diradamento chimico dei grappoli. *L'Informatore Agrario* [Online]. 20/1999, pp. 67-70. Disponibile all'indirizzo www.informatoreagrario.it

- Diradamento Meccanico (ancora in fase di sperimentazione) con l'ausilio di vendemmiatrice meccanica tra le fasi di pre-chiusura e chiusura dei grappoli; l'effetto si ha in seguito al distacco sotto azione degli organi battitori e a causa dei disseccamenti post danneggiamento dei vasi conduttori del peduncolo.
- Defogliazione Precoce (tecnica più applicata) eseguita a inizio fioritura nella parte basale del germoglio che porta ad una più bassa allegagione e dunque alla formazione di grappoli più spargoli e piccoli. Generalmente si fa con defogliatrici meccaniche ma può essere anche manuale¹⁹.

A differenza del diradamento tradizionale il lavoro svolto prevedeva che i grappoli asportati non fossero lasciati a terra in vigna ma raccolti in cassette (72 da 15 kg ciascuna) per poi essere lavorati in cantina. Le operazioni di vendemmia verde sono iniziate alle ore 6.30 del 21 agosto 2017 e si sono concluse alle ore 10.00 del 22 agosto 2017.

2.3 Movimentazione della massa nel sistema di macerazione

Martedì 22 agosto 2017, l'uva immatura è stata trasferita sul nastro trasportatore, con aggiunta di ghiaccio secco e immediatamente ricoperta con un nylon scuro per proteggerla dall'ossidazione. Quindi l'uva è stata diraspata, pigiata (pigiatura stretta) e trasferita nel sistema di macerazione per la lavorazione. La temperatura del sistema è stata impostata a 6°C e per far omogeneizzare il pigio-diraspato sono state eseguite rotazioni dell'elica, dal basso verso l'alto, ogni 6 ore circa per 30 minuti. Durante il periodo di movimentazione durato 72 h sono state eseguite le seguenti operazioni:

- Martedì 22 agosto alle ore 11 conclusi il riempimento è stato fatto un rimontaggio al chiuso di 10' (figura 14) con aggiunta di ghiaccio secco ed è stato prelevato il succo suddiviso in 4 bottigliette da 500 mL e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti e poi messo in congelatore a -18 °C. Infine si sono puliti i tubi e i locali.

¹⁹ CASTALDI Riccardo. Dirado dei grappoli in vigna, le nuove tendenze. *L'Informatore Agrario* [Online]. 26/2016, pp. 43-45. Disponibile all'indirizzo www.informatoreagrario.it

- Mercoledì 23 agosto alle ore 11, previa sanitizzazione dei tubi, è stato fatto un rimontaggio al chiuso di 10' con aggiunta di ghiaccio secco in contemporanea con la movimentazione di 30'; sono stati prelevati i campioni (4 bottigliette da 500 mL e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti) e posti in congelatore a -18 °C. Le operazioni si sono concluse con la pulizia dei tubi e dei locali.
- Giovedì 24 agosto alle ore 11, visto che la temperatura all'interno della vasca era troppo alta (13,2 °C a fronte dei 6 °C previsti) è stata fatta un'omogeneizzazione di 30' con coclea accesa. Successivamente, previa sanitizzazione dei tubi, si sono fatti due rimontaggi con aggiunta di ghiaccio secco; il primo al chiuso aspirando dal bocchettone sotto griglia e rimandando in circolo il succo dal sopra griglia, il secondo sempre al chiuso aspirando dal giunto sopra griglia e rimandando tutto da sopra la vasca. Ciascuno dei due rimontaggi è durato 10', fatto ciò sono stati prelevati i campioni (4 bottigliette da 500 mL e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti) e posti in congelatore a -18 °C. Le operazioni si sono concluse con la pulizia dei tubi e dei locali.
- Venerdì 25 agosto alle ore 11, previa sanitizzazione dei tubi, è stato fatto un rimontaggio al chiuso di 10' senza aggiunta di ghiaccio secco mentre era in corso d'opera la movimentazione di 30'; come di consueto sono stati prelevati i campioni (4 bottigliette da 500 mL e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti) e posti in congelatore a -18 °C. Le operazioni sono giunte al termine con la pulizia dei tubi e dei locali.

In totale sono state usate 6 casse da 30 kg ciascuna di ghiaccio secco per un quantitativo totale di 180 kg.



Figura 14. Esecuzione del rimontaggio

2.4 Lavorazione nel sistema di macerazione

Sabato 26 agosto alle ore 6.30, dopo aver fatto il rimontaggio di 10' contemporaneo alla movimentazione di 30' si sono prelevati i campioni (4 bottiglietta da 500 mL e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti) e si è provveduto a svinare e inviare il prodotto (succo e vinaccia) in pressa, attraverso una pompa a minestrina (figura 15 e 16). Riempita la pressa si è proceduto nel seguente modo:

- ❖ 3 rotazioni con un intervallo di 1' per 5 volte
- ❖ Prima strizzata a 0,1 bar, 3 rotazioni con un intervallo di 1' e prelievo del succo denominato "torchiato 1" (2 bottigliette da 500 mL e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti)
- ❖ Seconda strizzata a 0,3 bar e 3 rotazioni con un intervallo di 1'
- ❖ Terza strizzata a 0,9 bar e 3 rotazioni senza intervallo
- ❖ Quarta strizzata a 1,5 bar e 3 rotazioni senza intervallo

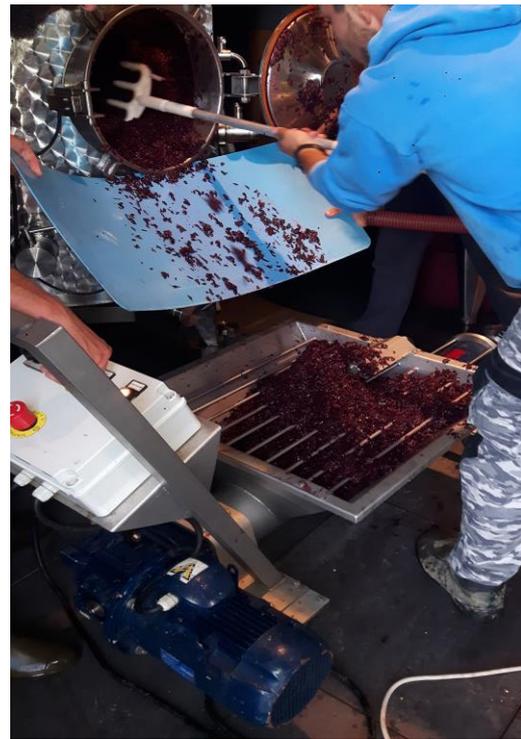
- ❖ Quinta strizzata a 1,8 bar e 3 rotazioni senza intervallo. Prelievo di un sacchetto di sole vinacce.

Ultimata la pressatura sono stati prelevati i campioni di succo “Torchiato 2” (3 bottigliette da 500 mL e 1 sacchetto da freezer per fare i cubetti). Il succo dalla pressa è stato trasferito nuovamente nel sistema di macerazione e sono stati prelevati ulteriori campioni di succo denominato “Pressato” (6 bottigliette ISVEA e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti). Sono stati lavati i tubi e la pressa con acqua e metabisolfito e le vinacce sono state smaltite.

E’ iniziata così la fase di decantazione.



Figura 15. Svinatura



e Figura 16. Svinatura

2.5 Decantazione e riempimento bag-in-box

Venerdì 1 settembre alle ore 7.30 si è conclusa la fase di decantazione e per prima cosa sono stati prelevati i campioni di “Prefiltrato” (5 bottigliette da 500 mL e 2 sacchetti da freezer per fare i cubetti). Successivamente il succo è stato filtrato con valvola a filtro di 1 mm e trasferito in 32 bag-in-box da 20 litri, contemporaneamente sono stati presi altri

campioni di “Filtrato” (4 bottigliette da 500 mL). Un bag-in-box è stato riempito con sola feccia.

In totale si sono ottenuti 650 litri di succo che è stato trasferito in cella freezer allo stabilimento Giotti di Scandicci (Fi).

I campioni prelevati dalla fase iniziale di movimentazione della massa in ExtraVelvet fino al riempimento bag-in-box sono stati così suddivisi e nominati (Tabella 1):

N[^] campione	Nome	Data	Ora	Quantità
1	Succo pigio-diraspato	22/08/2017	11.30	4 bottigliette + 2 sacchetti
2	Succo post movimentazione 2	23/08/2017	11.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
3	Succo post movimentazione 3	24/08/2017	11.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
4	Succo post movimentazione 4	25/08/2017	11.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
5	Succo post movimentazione 5	26/08/2017	07.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
6	Succo torchiato 1	26/08/2017	09.30	2 bottigliette + 2 sacchetti
7	Succo torchiato 2	26/08/2017	11.30	3 bottigliette + 1 sacchetto
8	Succo svinato e pressato	26/08/2017	12.00	6 bottigliette Isvea + 2 sacchetti
9	Succo pre filtrato	01/09/2017	07.00	5 bottigliette + 2 sacchetti
10	Succo post filtrato	01/09/2017	11.00	4 bottigliette

Tabella 1. Campioni prelevati durante il processo di lavorazione.

2.6 Analisi di base su uva e succo.

Sia sulle uve che sul succo prelevato durante la lavorazione, sono state effettuate analisi chimiche (pH, acidità totale e zuccheri, polifenoli totali, DO 280 nm e antociani totali) al fine di stabilire il livello di maturazione delle uve e l'efficienza del processo di estrazione. Tutte le analisi sono state effettuate in triplo.

2.6.1 Acidità Totale (AT)

L'acidità totale rappresenta il numero di milliequivalenti di base forte necessari per neutralizzare a pH 7 le funzioni acide di mosto o di vino. Viene anche denominata

“Acidità di Titolazione” ed è espressa in m_{eq}/L o g/L di acido tartarico o acido solforico.²⁰

L’AT è la somma dell’acidità volatile (dovuta all’acido acetico) e dell’acidità fissa (dovuta ad acido tartarico, acido citrico, acido malico, acido lattico, acido succinico); i valori normali sono compresi tra 4,5 g/L e 15 g/L .

La sua determinazione è avvenuta in laboratorio attraverso una titolazione acido-base con idrossido di sodio NaOH (0,1 N) e usando come indicatore il blu di bromotimolo (0,1% di indicatore, 10-15% di EtOH, H₂O distillata al 100%). Il procedimento prevede che siano prelevati con una pipetta tarata, precedentemente avvinata, 10 mL di mosto e vengano inseriti in una beuta, si aggiungono 3-4 gocce di blu di bromotimolo, dopodiché si avvina e si azzerla la pipetta con NaOH e si inizia a titolare. Il viraggio si ha quando la soluzione assume una colorazione blu (il punto di viraggio si ha con un pH intorno a 7), a questo punto si annotano i mL di NaOH aggiunti e si procede con il seguente calcolo per sapere i m_{eq}/L :

$$C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = C_{vino} \cdot V_{vino};$$

↓

$$C_{vino} = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_{vino}}$$

Volendo esprimere l’acidità totale in g/L di acido tartarico (H₂T) si applica la seguente formula:

$$C_{vino} = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_{vino}} \cdot 75$$

²⁰ RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). Gli acidi organici dei vini, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 8-9

75 è il peso equivalente dell'acido tartarico che si trova dividendo 150 g/mol (massa molare dell'acido tartarico) per 2 in considerazione del fatto che tale acido è dicarbossilico.

2.6.2 pH

Il pH, anche chiamato acidità reale, è definito in termini matematici come il logaritmo decimale negativo della concentrazione degli ioni idrogeno associati a molecole di acqua (ioni ossonio, H_3O^+) in una soluzione conduttrice di elettricità come il mosto o il vino.

$$pH = -\log_{10} [H_3O^+]$$

Tale parametro fisico-chimico si fonda sugli equilibri di dissociazione dei diversi acidi del vino per una data temperatura e per una data pressione



La produzione di ioni idrogeno è espressione del carattere acido della molecola HA, la cui dissociazione è funzione del valore della costante di equilibrio K_a ²¹

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

La scala di pH che si ha va da 0 a 14 e in funzione del valore ottenuto la soluzione può essere:

- Basica, con $pH > 7$
- Neutra, con $pH = 7$
- Acida, con $pH < 7$

La determinazione è stata effettuata in laboratorio con l'uso del pHmetro munito di un elettrodo a vetro. Prima di effettuare la misurazione si è provveduto a calibrare

²¹ RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). Gli acidi organici dei vini, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), p. 10

correttamente lo strumento con due tamponi a pH= 7,0 e a pH= 4,1, fatto ciò si è messo l'elettrodo all'interno del becker in cui avevamo l'aliquota di mosto e si è letta la misurazione sul display.

Generalmente i valori di pH di mosti/vini sono bassi e vanno da 2,8 a 4,0 poiché bisogna considerare la presenza dell'acido tartarico, che è relativamente forte.

2.6.3 Zuccheri

Gli zuccheri sono denominati carboidrati (Ribéreau- Gayon *et al.*,1982; Jackson, 1994) per il fatto che la loro formula bruta può essere rappresentata anche da $C_n(H_2O)_n$. Hanno carattere idrofilo e grande solubilità in acqua. Sono i precursori degli acidi organici, dei composti fenolici e degli aminoacidi aromatici (tirosina, fenilalanina e triptofano). In enologia si differenziano in “zuccheri riduttori” e “zuccheri fermentescibili”, quelli che sono utilizzati come fonte di carbonio dai lieviti e diretti precursori dell'etanolo (es. glucosio e fruttosio)²².

La loro determinazione è avvenuta basandoci sul principio noto che gli zuccheri riduttori, possedendo una funzione aldeidica o chetonica, sono in grado di ridurre a caldo in un ambiente alcalino il solfato di rame (di colore blu) in ossido rameoso (di colore rosso mattone). Tutto ciò è stato eseguito in laboratorio facendo il Saggio al reattivo di Fehling, quest'ultimo non è altro che una titolazione con mosto diluito 25x (1 mL di mosto e 24 mL di H₂O) di una soluzione con i seguenti reagenti

- Reattivo di Fehling A (composto da $CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
- Reattivo di Fehling B (composto da tartrato di K e Na “Sale di Seignette” e NaOH)
- Blu di Metilene all'1%
- H₂O distillata

Il procedimento adottato prevede che in una beuta da 250 mL vengano introdotti 5 mL di reattivo di Fehling A, prelevati con una pipetta tarata, 5 mL di reattivo di Fehling B

²² RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). I glucidi, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 71-72

prelevati anch'essi con una pipetta tarata e 40 mL H₂O distillata. La beuta poi viene posta sul fuoco e raggiunta l'ebollizione si inizia a titolare aggiungendo la soluzione zuccherina (il mosto) goccia a goccia con una pipetta tarata, precedentemente avvinata e azzerata. Nel corso del primo minuto si nota che il liquido passa da un colore blu ad un rosso violaceo, raggiunta questa colorazione si sospende la titolazione e si aggiungono due gocce di blu di metilene per far tornare il liquido ad un colore blu; atteso 1 minuto si riprende a titolare con la soluzione zuccherina e si interrompe nel momento in cui si ottiene una colorazione rosso mattone. La titolazione non deve eccedere i 3 minuti totali.

Annotati i mL di mosto utilizzati per la titolazione si è potuto procedere al seguente calcolo:

$$\% \text{ p/v} = \frac{5,15 \cdot d}{mL}$$

in cui

5,15= valore che indica la quantità di zucchero necessaria per ridurre la soluzione di Fehling impiegata

d= numero di diluzioni

mL= volume di mosto utilizzato per la titolazione

Esso indica la concentrazione di zuccheri presenti espressa in percentuale peso su volume ma volendo esprimere la concentrazione in g/L di zucchero si è moltiplicato la % p/v per 10

$$g/L = \frac{5,15 \cdot d}{mL} \cdot 10$$

Parallelamente al saggio di Fehling si fatta anche la misurazione con il mostimetro Babo che sfrutta la legge di Archimede, la quale afferma che un solido immerso in un liquido riceve una spinta verso l'alto pari al peso del volume del liquido spostato. Il mostimetro è uno strumento costituito da un cilindro di vetro contenente un termometro che si prolunga verso il basso con un bulbo riempito di mercurio e verso l'alto con un'asta graduata da 0 a 34 con divisioni di 1/5 di grado. Immergendo esso in un cilindro da 500 mL riempito di mosto, finite le oscillazioni, si è letta la misura di grado Babo

indicata e attraverso la consultazione di tabelle si è potuti risalire alla concentrazione zuccherina.

Usufruendo di questo metodo è importante ricordare che se la rilevazione è effettuata ad una temperatura diversa da quella di taratura del mostimetro (15°C per gli strumenti di costruzione italiana oppure 17,5°C per gli strumenti di costruzione tedesca), occorre correggere il valore letto con opportuni aumenti o detrazioni, anch'esse trovabili su specifiche tabelle.

2.7 Maturità fenolica

La maturità fenolica è il parametro da prendere in considerazione per svolgere una corretta vinificazione in rosso, essa infatti prende in considerazione il tenore di tutte le sostanze fenoliche, la loro struttura e la loro estraibilità.

E' un tipo di analisi che si svolge sulle uve e in tal caso sono state utilizzate le uve campionate in 3 diversi momenti (4 sacchetti da 500 g ciascuno raccolti ogni campionamento).

Il principio su cui ci si basa è la determinazione della potenzialità fenolica delle uve simulando l'estrazione che avviene durante la vinificazione a pH 1 e pH 3,2; ancora prima di iniziare le analisi si sono preparate le seguenti soluzioni:

- EtOH 0,1% HCl con 10 mL di HCl concentrato (37%) e portati a volume in un matraccio da 100 mL con EtOH al 96%.
- HCl al 2% con 2 mL di HCl concentrato (37%) e portati a volume in un matraccio da 100 mL con H₂O distillata.
- Buffer pH 1 preparato con 8,4 mL di HCl concentrato (37%) portati a volume in una beuta da 1 L con H₂O distillata.
- Buffer pH 3.2 preparato con 5 g di acido tartarico (H₂T), 20 mL di NaOH 1 N e portati a volume in una beuta da 1 L con H₂O distillata.
- Metabisolfito di potassio al 15%: 15 g di metabisolfito di potassio si sciolgono in 100 mL di H₂O.

Dopo aver preparato le precedenti soluzioni si è passati a formare due aliquote da 100 acini ciascuna, che sono state pesate e il dato è stato annotato.

La prima aliquota è stata mixata (30' a 11000 giri) e suddivisa in altre due beute, pesate e successivamente aggiunte una con 50 mL di buffer a pH 1 e l'altra con 50 mL

di buffer a pH 3.2; fatto ciò e beute sono state chiuse con del parafilm e poste in agitazione per 2 ore. Trascorse le 2 ore il contenuto delle beute è stato trasferito in delle provette Falcon da 50 mL per la centrifugazione a 6000 rpm per 10' e poi si prosegue nel seguente modo:

- ~ Prelevare 1 mL di surnatante a pH 1 e pH 3.2 e aggiungere 1 mL di soluzione di EtOH 0.1% HCl e 20 mL di HCl al 2%
- ~ Prelevare dalla soluzione ottenuta due aliquote da 10 mL ciascuna e porre in una 4 mL di acqua distillata e nell'altra 4 mL di metabisolfito di potassio al 15%
- ~ Leggere i campioni ad assorbanza 520 nm con lo spettrofotometro con un percorso ottico di 1 cm dei campioni ApH3.2 (pH3.2 con acqua), SpH3.2 (pH3.2 con SO₂), ApH1 (pH1 con acqua), SpH1 (pH 1 con SO₂)
- ~ Prelevare un'altra aliquota di surnatante centrifugato a pH 3.2 e fare una lettura spettrofotometrica ad assorbanza 280 nm.

La seconda aliquota formata da 100 acini è stata utilizzata per la determinazione di pH, acidità totale e contenuto zuccherino. L'uva è stata ammostata e succo e vinaccia sono stati separati, con il succo si è misurato:

- il pH con il pHmetro, precedentemente calibrato con i due tamponi a pH 7 e pH 4,01
- l'acidità totale mediante titolazione acido base di 10 mL di mosto, aggiunto di 3 gocce di blu di bromotimolo, con NaOH 0.1 N
- il contenuto zuccherino con il mostimetro Babo

La vinaccia ottenuta è stata pesata e poi posta in stufa a 70 °C per seccare e tolta nel momento in cui il peso era costante.

Fatti i passaggi precedentemente scritti sulle diverse aliquote si è passati ad applicare i calcoli per la determinazione dei parametri della maturità fenolica.

1) *RAPPORTO VINACCIA/SUCCO*

$$\frac{\text{peso vinaccia (g)}}{\text{peso 100 acini (g)} - \text{peso vinaccia (g)}} \cdot 1000$$

Esso fornisce un'indicazione sul grado di diluizione dell'uva.

2) *ANTOCIANI POTENZIALI AP (mg/L di malvidina)*

$$(A_{pH1} - S_{pH1}) \cdot 2 \cdot 875$$

Il valore varia da 500 a 2000.

3) *ANTOCIANI ESTRAIBILI AE (mg/L di malvidina)*

$$(A_{pH3.2} - S_{pH3.2}) \cdot 2 \cdot 875$$

4) *ESTRAIBILITA' DEGLI ANTOCIANI EA%*

$$\frac{AP - AE}{AP} \cdot 100$$

Il valore è compreso tra 70 e 20 in funzione della varietà e della maturità dell'uva e diminuisce nel corso della maturazione.

5) *RICCHEZZA FENOLICA TECNOLOGICA RPT*

$$A_{280nm} \cdot d \quad (d = \text{diluizione})$$

6) *MATURITA' DEI VINACCIOLI MP %*

$$\frac{RPT - (AE \cdot \frac{40}{1000})}{RPT} \cdot 100$$

7) *TANNINI DELLA BUCCIA DTpell%*

$$AE \frac{40}{1000}$$

8) *TANNINI DEI VINACCIOLI DTpep%*

$$RPT - D_{tpell}\%$$

Il valore varia da 60 a 0 in funzione della varietà, del numero di semi dell'acino e delle condizioni di maturità. Più è alto il valore tanto più i semi saranno ricchi

in tannini che conferiscono caratteristiche gustative negative. Esso diminuisce nel corso della maturazione^{23- 24- 25}.

2.8 Colore

Il colore dei vini è dato dalla presenza di polifenoli nella buccia e nei vinaccioli.

La sua determinazione è stata effettuata attraverso lettura spettrofotometrica con cuvette in quarzo dal percorso ottico di 1 mm a $A=420\text{nm}$ $A=520\text{nm}$ $A=620\text{nm}$. Le assorbanze a cui si vanno a vedere le densità ottiche sono quelle precedentemente scritte perché a 420 nm tiene conto del colore giallo, a 520nm tiene conto del colore rosso e a 620 nm tiene conto del colore blu dei vini giovani.

Impostato sul computer, collegato allo spettrofotometro, il programma desiderato si è passati alle letture: prima si è fatta quella del campione bianco, contenente solo H₂O distillata, e successivamente si è passati alle letture sui mosti alle tre assorbanze.

Annotati i valori ottenuti si sono andati a calcolare i parametri che si utilizzano per caratterizzare il colore di un vino:

- ◆ Intensità colorante che rappresenta una misura dell'intensità del colore e varia in valore da 3 a 18. Si calcola

$$IC = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

- ◆ Tonalità o tinta che rappresenta il livello di evoluzione del colore verso l'arancio e varia in valore da 0,5 a 0,7 (per i vini giovani) e fino a 1,2 – 1,3 (per i vini invecchiati). Si calcola²⁶

²³ SAINT-CRIQ N., VIVAS N., GLORIES Y. (1998). Maturità phénolique: definition et controle. *Revue Francaise d' Enologie* 173, pp. 22-25

²⁴ GLORIES Y. (1999). La maturità fenolica delle uve: primo parametro da controllare per una corretta vinificazione in rosso. *Vignevini* 3, pp 46-50

²⁵ RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). L'estrazione dei tannini e degli antociani nel corso della vinificazione, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 207-209

$$T = \frac{A_{420}}{A_{520}}$$

2.9 Antociani

Gli antociani sono i pigmenti rossi delle uve che si trovano principalmente nella buccia, raramente nella polpa e in traccia nelle foglie. La molecola di essi è costituita da due anelli benzenici uniti da un eterociclo ossigenato insaturo di carica positiva, lo ione flavilio. Come molecole sono più stabili sotto forma eterosidica (antocianine) che sotto forma di agliconi (antocianidine); le antocianidine dell'uva e del vino sono: cianidina, peonidina, delfinidina, petunidina e malvidina, quest'ultima è la dominante. Gli antociani per la maggior parte si condensano coi tannini per formare composti più complessi e in minima parte vengono degradati per azione di agenti esterni²⁷.

La sua determinazione in laboratorio è stata condotta attraverso la lettura spettrofotometrica in cuvette in quarzo con percorso ottico di 1 cm ad A (assorbanza)= 540 nm dei campioni ottenuti andando a diluire 0,5 mL di mosto in un matraccio tarato a 25 mL con etanolo cloridrico (70:30:1 = quantità di EtOH, quantità di H₂O, quantità di HCl). Impostato il programma desiderato al computer prima si è fatta la lettura del bianco, composto da etanolo cloridrico, e poi dei vari campioni.

Ottenuti i valori, per conoscere la concentrazione di antociani espressi in mg/L di malvidina si è applicato il seguente calcolo:

$$\text{mg/L di malvidina} = A_{540\text{nm}} \cdot 16,17 \cdot d$$

in cui

16,17 = coefficiente di estinzione molare della malvidina monoglucoside (il valore

²⁶ RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). La determinazione degli antociani e dei tannini e le loro proprietà sensoriali, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 192-193

²⁷ RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). La natura chimica dei composti fenolici, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 156-159

deriva da $\frac{1000 \cdot PM}{\varepsilon}$ e $PM = 493$)

d= numero di diluizioni ²⁸

2.10 Polifenoli Totali (PFT) e DO 280 nm.

I polifenoli sono la classe più numerosa di molecole riscontrabili nel vino, si dividono in due grandi gruppi: i NON FLAVONOIDI (es. acidi fenolici e loro derivati, fenoli volatili) e i FLAVONOIDI (es. antociani, flavonoli, flavanoli)²⁹.

Per calcolare il contenuto di polifenoli totali di un mosto o di un vino, espressi come g/L di Catechina (+), è stato utilizzato il Metodo Di Stefano mediante Saggio di Folin-Ciocalteu, sapendo che i polifenoli in ambiente alcalino riducono la miscela di acido fototungstico e di acido fosfomolibdico (costituenti del reattivo di Folin-Ciocalteu) in una miscela di ossidi di tungsteno e di molibdeno di colore blu.

Tale metodo prevede diversi passaggi

- I. Costruzione della curva di taratura, mediante la preparazione nelle Falcon di nove soluzioni di catechina (+) comprese tra 0,005 g/L e 0,15 g/L partendo da una soluzione madre di catechina (+) di 0,2 g/L in etanolo al 10%. Fatto ciò si è passati a riempire i matraccini con: 1 mL di soluzione standard, 5mL di H₂O, 1 mL di reattivo di Folin. Dopo aver atteso 4 minuti si è aggiunto 4 mL di Na₂CO₃ al 10% e si è portato a volume con H₂O. Per poter fare la lettura spettrofotometrica a $A = 700$ nm in cuvette con percorso ottico di 1cm si è dovuto aspettare 90'. Prima dei campioni si è fatta la lettura del bianco, preparato senza catechina, e poi quella dei campioni e annotati i valori si è passati alla costruzione della retta seguendo la canonica equazione

²⁸ DOMIZIO P., CANUTI V. (A.A.2016-2017). *Esercitazione "Monitoraggio del vino rosso in maturazione"*. Corso di Stabilizzazione e Condizionamento dei vini. Firenze: Università degli Studi di Firenze, pp. 3-5

²⁹ FIA G. (A.A.2015-2016). *Le sostanze fenoliche delle uve e dei vini: parte generale*. Corso di Processi Enologici. Firenze: Università degli Studi di Firenze

$$y=mx + q$$

dove

y= assorbanza a 700 nm

m= coefficiente angolare

x= concentrazione standard di catechina (+)

q= intercetta

- II. Centrifugazione dei mosti a 5500 rpm per 15 minuti in delle Falcon da 50mL
- III. Passaggio dei campioni su cartuccia C₁₈ Sep-Pak, previa attivazione di quest'ultima, si lava la cartuccia con 2 mL di H₂SO₄ 0,1 N per allontanare le sostanze interferenti e si collega la cartuccia con un matraccio tarato da 25 mL e si eluiscono i composti fenolici con 2 mL di MeOH e 5 mL di H₂SO₄
- IV. Diluizione dei campioni di mosto 10x (1mL di mosto + 9mL di H₂O) ad esclusione del primo campione che è stato diluito 5x
- V. Preparazione nei matracci da 25mL del campione da leggere allo spettrofotometro; in ogni matraccio sono stati inseriti: 1mL di mosto diluito, 5 mL di H₂O, 1 mL di reattivo di Folin. Dopo aver atteso 4 minuti si è aggiunto 4 mL di Na₂CO₃ al 10% e si è portato a volume con H₂O. Sono stati attesi altri 90'
- VI. Lettura spettrofotometrica ad A=700nm in cuvette con percorso ottico di 1 cm dei campioni precedentemente preparati; naturalmente prima dei campioni è stata fatta una lettura del solo bianco, costituito da H₂O.
- VII. Espressione della concentrazione dei PFT in g/L di catechina (+) svolgendo il seguente calcolo:

$$\text{g/L catechina (+)} = \frac{(y-q)}{m} \cdot d \quad 30$$

in cui

y=assorbanza a 700nm

³⁰ DI STEFANO R., CRAVERO M.C., GENTILINI N. (1989). *Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini*. L'Enotecnico. pp 83-89

q= intercetta (ottenuta dalla retta di taratura)

m= coefficiente angolare (ottenuto dalla retta di taratura)

d= numero di diluizioni

Per la lettura dei campioni ad assorbanza $A = 280 \text{ nm}$ i campioni sono stati diluiti 100x in matracci da 25 mL (0,25 mL di mosto portati a volume con H_2O); è stato impostato lo spettrofotometro e si è letto in cuvette con percorso ottico di 1 cm, prima dei campioni è stata fatta la lettura del solo bianco, costituito da H_2O .

Ottenuti i valori di assorbanza per ottenere il risultato finale si esegue il seguente calcolo:

$$A_{280\text{nm}} \cdot d \quad (d = \text{diluizione})$$

Risultati e discussione

Le uve Sangiovese sono state raccolte a tre differenti livelli di maturazione nel 2017 ed analizzate per i seguenti parametri: acidità totale, pH, zuccheri e maturità fenolica.

Durante la lavorazione delle uve Sangiovese immature, il succo è stato analizzato per i seguenti parametri: acidità totale, pH, zuccheri riduttori, colore (intensità e tonalità), antociani totali, polifenoli totali, indice dei polifenoli totali (IPT 280 nm).

Per confronto, i succhi di uve immature, Sangiovese (2015) e Viognier (2016), ottenuti con la stessa tecnica descritta nei Materiali e Metodi, sono stati analizzati per il profilo fenolico e per i seguenti parametri: acidità totale, pH, polifenoli totali e indice a 280 nm. Il succo di uve Sangiovese (2015) conteneva gli zuccheri (150 g/L) accumulati durante la maturazione dell'uva mentre il succo di uva bianca Viognier (2016) è stato analizzato dopo aver subito un'operazione di eliminazione degli zuccheri tramite osmosi.

3.1 Prelievo dei campioni uva Sangiovese

Al fine di valutare lo stato di maturazione dell'uva sono stati eseguiti 3 campionamenti. Nella Tabella 2 sono riportati i campionamenti effettuati su uva Sangiovese, la data e l'ora in cui sono stati effettuati e la quantità di uva prelevata in vigna.

N [^] campione	Nome	Data	Ora	Quantità
1	Uva immatura e in minima parte invaiata	26/07/2017	10.00	4 sacchetti da 500 g ciascuno
2	Uva immatura e parzialmente invaiata DIRADAMENTO	21/08/2017	10.00	4 sacchetti da 500 g ciascuno
3	Uva completamente matura VENDEMMIA	22/09/2017	10.00	4 sacchetti da 500 g ciascuno

Tabella 2. Campioni di uva Sangiovese prelevati in vigna.

Il campione 1 è stato prelevato quando l'uva era ancora verde e solo una minima parte di acini presentava una debole colorazione rossa.

Il campione 2 è stato prelevato al momento del diradamento e corrisponde quindi alle uve che sono state lavorate per produrre l'estratto.

Il campione 3 è stato prelevato al momento della raccolta quando le uve avevano raggiunto la maturazione ottimale per la vinificazione.

3.2 Analisi di base su uva Sangiovese

Nella tabella 3 sono mostrati i risultati delle analisi dell'acidità totale, del pH, zuccheri riduttori e grado Babo.

Campioni	ACIDITA' TOTALE (g/L H ₂ T)	pH	ZUCCHERI (g/L)	Grado BABO (p/v) (15°C)
1	19,28	2,91	121,50	11,5
2	5,70	3,33	143,00	16
3	4,35	3,29	216,50	19

Tabella 3. Risultati analisi su uva Sangiovese.

3.2.1 Acidità totale

Dalle analisi sulle uve si nota una diminuzione dei valori di acidità totale (espressa in g/L di H₂T) infatti si passa da un valore molto elevato di 19,28 per il campione 1, prelevato 26 Luglio, ad un valore intermedio di 5,70 per il campione 2, prelevato il 21 Agosto (dato rilevato al momento del diradamento) per giungere ad un valore di 4,35 per il campione 3, prelevato il 22 settembre e corrispondente alla data di vendemmia. L'evoluzione dell'acidità totale (Figura 17) mostra un andamento decrescente, compatibile con le fasi di maturazione del frutto nel periodo temporale indagato.

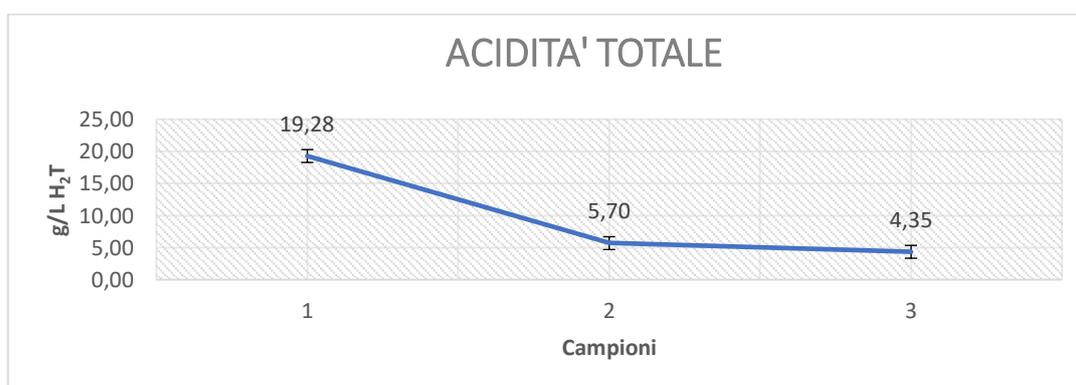


Figura 17. Evoluzione dell'acidità totale uva Sangiovese

3.2.2 pH

L'evoluzione del pH (Figura 18) riflette quella dell'Acidità Totale (Figura 18). Infatti sappiamo che tanto più è alta l'acidità quanto più è basso il pH.

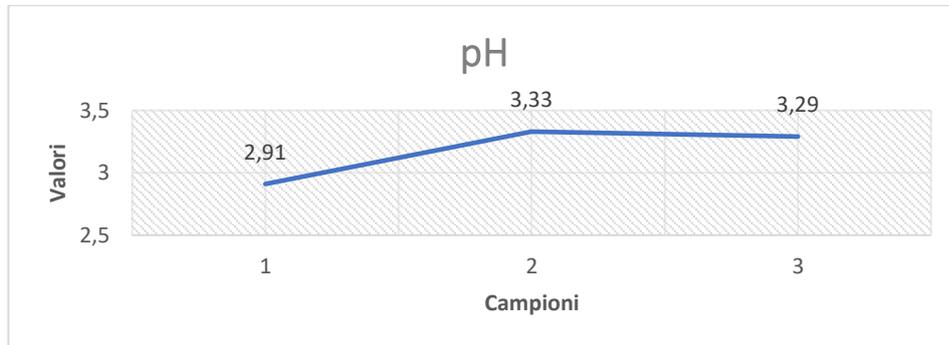


Figura 18. Evoluzione del pH uva Sangiovese

3.2.3 Zuccheri

Facendo riferimento al dosaggio degli zuccheri riduttori, i valori ottenuti sono da ritenersi compatibili con la normale evoluzione dell'uva in maturazione. Il contenuto zuccherino del su: da 121,50 g/L del campione 1 si passa a 143,00 g/L del campione 2 a 216,50 del campione 3.

L'evoluzione degli zuccheri riduttori è mostrata in Figura 19.

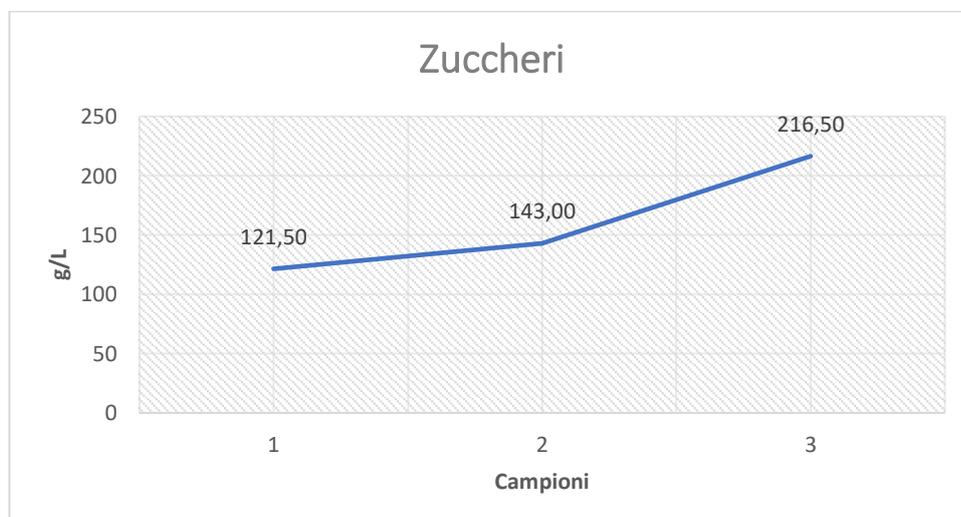


Figura 19. Evoluzione degli zuccheri uva Sangiovese

La determinazione degli zuccheri è stata condotta anche con il mostimetro Babo (a 15°) e i valori ottenuti sono in linea con quelli ottenuti con il saggio al reattivo di Fehling.

3.3 Analisi maturità fenolica su uva Sangiovese

Nella Tabella 4 sono riportati i risultati della maturità fenolica effettuati su uva Sangiovese prelevata il 26 Luglio (campione 1), il 21 agosto (campione 2) e il 22 Settembre (campione 3).

Determinazione	Sigla (Unità di misura)	1	2	3
Rapporto vinaccia/succo	V/S (g/L)	116,40	112,23	144,62
Antociani potenziali	AP (mg/L)	51,80	1035,83	1307,25
Antociani estraibili	AE (mg/L malvidina)	40,60	513,45	678,83
Estraibilità antociani	EA %	21,62	50,43	48,07
Ricchezza fenolica tecnologica	RPT	55,09	23,11	38,17
Maturità vinaccioli	MP %	97,05	11,13	28,86
Tannini della buccia	DTpell%	1,62	20,54	27,15
Tannini dei vinaccioli	DTpep%	53,47	2,57	11,02

Tabella 4. Risultati maturità fenolica

Dalla tabella 4 possiamo vedere i risultati ottenuti andando a determinare i vari parametri costituenti la maturità fenolica. Andando ad analizzare ogni singolo parametro possiamo fare le seguenti considerazioni:

- ~ Rapporto V/S. Questo parametro fornisce informazioni sullo stato di diluizione delle parti solide nel succo d'uva. Il valore del rapporto vinaccia/succo (144,62 g/L) ottenuto al terzo prelievo rientra nell'intervallo che va da 100 a 300 g/L descritto in letteratura per uve rosse mature. Esso può variare in funzione del vitigno, della zona e del clima. L'incremento del rapporto V/S registrato dal secondo al terzo prelievo può essere attribuito alla parziale disidratazione dell'uva. Infatti, la scarsissima piovosità e il caldo eccezionale del 2017 possono aver determinato una perdita di succo negli acini prima della raccolta.
- ~ Antociani potenziali AP. Tale parametro fornisce informazioni sulla quantità di antociani presenti nell'uva e potenzialmente estraibili in vinificazione. I valori degli antociani potenziali sono in linea con il periodo in cui è stato fatto il

campionamento. Infatti, gli antociani si accumulano nelle bacche nel corso della maturazione. Al primo prelievo, effettuato su uve che presentavano solo una minima parte di acini invaiati, il valore molto basso di antociani potenziali, pari a 51,80 mg/L, conferma lo stato arretrato di maturazione dell'uva; gli antociani potenziali (1035,83 mg/L) del campione 2 e del campione 3 (1307,25 mg/L), come era atteso, mettono in evidenza un aumento di tali composti con il progredire della maturazione, per raggiungere un valore finale che è compatibile con uve Sangiovese mature. In generale, sappiamo che a maturità completata gli antociani potenziali variano da 500 a 2000 mg/L in relazione al vitigno.

- ~ Antociani estraibili AE. Tale parametro fornisce informazioni sulla quantità di antociani che possono essere estratti dalle bucce dell'uva in condizioni simili a quelle di vinificazione. L'evoluzione degli antociani estraibili è coerente con l'epoca dei prelievi. Infatti, gli antociani estraibili passano da 40,60 mg/L del campione 1, a 513,45 mg/L del campione 2, per raggiungere 678,83 mg/L al terzo e ultimo prelievo. L'aumento degli antociani estraibili nel corso della maturazione riflette la fisiologica degradazione delle strutture cellulari che contengono tali composti.
- ~ Estraibilità degli antociani (EA %). L'estraibilità degli antociani passa dal 21,62 % del campione 1 al 50,43 % del campione 2 e, infine al 48,07 % del campione 3. In generale, l'indice EA% può assumere valori da 70 a 20 a seconda del grado di maturazione e del vitigno. Ricordando che tanto minore è il valore dell'indice EA%, tanto maggiore è l'estraibilità degli antociani e che normalmente l'estraibilità migliora con la maturazione dell'uva, possiamo fare alcune considerazioni; al primo prelievo (uva verde) i pochissimi antociani presenti passano quasi completamente nel succo mentre con il progredire della maturazione vi è un accumulo di tali composti che non risultano facilmente estraibili al momento dei prelievi, compreso quello corrispondente alla data di vendemmia. L'indice di EA% rimane piuttosto elevato e infatti solamente il 50 % circa degli antociani contenuti nelle bacche (antociani potenziali a pH 1) è estratto a pH 3.2. La causa della modesta estraibilità degli antociani, molto probabilmente, è da ricercare nel clima caldo dell'estate 2017.

- ~ Ricchezza fenolica tecnologica (RPT). I valori di ricchezza fenolica tecnologica (RPT) sono di 55,09 del campione 1, 23,11 del campione 2 e 38,17 del campione 3. Al primo prelievo (uve verde) il valore di RPT risulta molto elevato probabilmente in ragione dell'elevato contributo dei tannini dei vinaccioli al valore di fenoli totali (RPT).
- ~ Maturità dei Vinaccioli (MP %). I valori di maturità dei vinaccioli, espressi in %, sono di 97,05 del campione 1, 11,13 del campione 2 e 28,86 del campione 3. In generale tale parametro può assumere valori compresi fra 60 e 0. Tanto maggiore è l'indice MP e tanto maggiore è l'apporto dei tannini del vinacciolo ai fenoli totali del succo. L'indice MP generalmente diminuisce con la maturazione, durante la quale il vinacciolo lignifica; tale fenomeno fisiologico rende sempre più difficoltosa l'estrazione dei tannini dal vinacciolo stesso. Il primo campione indica quindi la presenza di vinaccioli fortemente immaturi (verdi) che contribuiscono in larga misura ai fenoli totali del succo.
- ~ Tannini della buccia DTpell. I valori di tannini della buccia, espressi in %, sono di 1,62 del campione 1, 20,54 del campione 2 e 27,14 del campione 3 mostrano che il contenuto tannico delle bucce è esiguo al primo prelievo mentre con il progredire della maturazione (campioni 2 e 3) il contributo del tannino della buccia aumenta.
- ~ Tannini del vinacciolo DTpep. I valori di tannini dei vinaccioli, espressi in %, sono di 53,47 del campione 1, 2,57 del campione 2 e 11,02 del campione 3 conferma quanto precedentemente detto a proposito della maturità dei vinaccioli.

3.4 Prelievo dei campioni di succo Sangiovese (2017) nel corso della produzione

Nella Tabella 5 sono riportati i campioni di succo Sangiovese prelevati durante il processo di lavorazione elencati nome, data, ora e quantità.

N [^] campione	Nome	Data	Ora	Quantità
1	Succo pigio-diraspato	22/08/2017	11.30	4 bottigliette + 2 sacchetti
2	Succo post movimentazione 2	23/08/2017	11.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
3	Succo post movimentazione 3	24/08/2017	11.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
4	Succo post movimentazione 4	25/08/2017	11.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
5	Succo post movimentazione 5	26/08/2017	07.00	4 bottigliette + 2 sacchetti
6	Succo torchiato 1	26/08/2017	09.30	2 bottigliette + 2 sacchetti
7	Succo torchiato 2	26/08/2017	11.30	3 bottigliette + 1 sacchetto
8	Succo svinato e pressato	26/08/2017	12.00	6 bottigliette Isvea + 2 sacchetti
9	Succo pre filtrato	01/09/2017	07.00	5 bottigliette + 2 sacchetti
10	Succo post filtrato	01/09/2017	11.00	4 bottigliette

Tabella 5. Campioni di succo prelevati durante il processo di lavorazione.

3.5 Analisi di base su succo Sangiovese

Nella tabella 6 sono mostrati i risultati delle analisi dell'acidità totale, del pH e zuccheri riduttori.

Campione	ACIDITA' TOTALE (g/L H ₂ T)	pH	Zuccheri (g/L)
1	6,88±0,04	3,28	143,59±0,93
2	6,70±0,04	3,08	144,14±1,88
3	6,13±0,04	3,06	144,13±0,93
4	6,70±0,04	3,06	149,14±0,99
5	6,73±0,09	3,07	148,59±2,63
6	6,35±0,35	3,08	147,44±1,96
7	6,08±0,07	3,12	145,76±0,95
8	6,78±0,17	3,11	149,14±0,99
9	5,98±0,11	3,05	150,88±1,02
10	6,03±0,09	3,05	146,87±0,97

Tabella 6. Risultati delle analisi del succo Sangiovese.

3.5.1 Acidità totale

L'evoluzione dell'acidità totale nel corso della lavorazione è mostrata in figura 17. L'acidità si attesta attorno ad un valore di 6,7 – 6,8 g/L di H₂T per tutti i campioni. Le diminuzioni di acidità osservate durante la lavorazione potrebbero essere imputabili ad errori di determinazione piuttosto che ad una effettiva riduzione dell'acidità del campione.

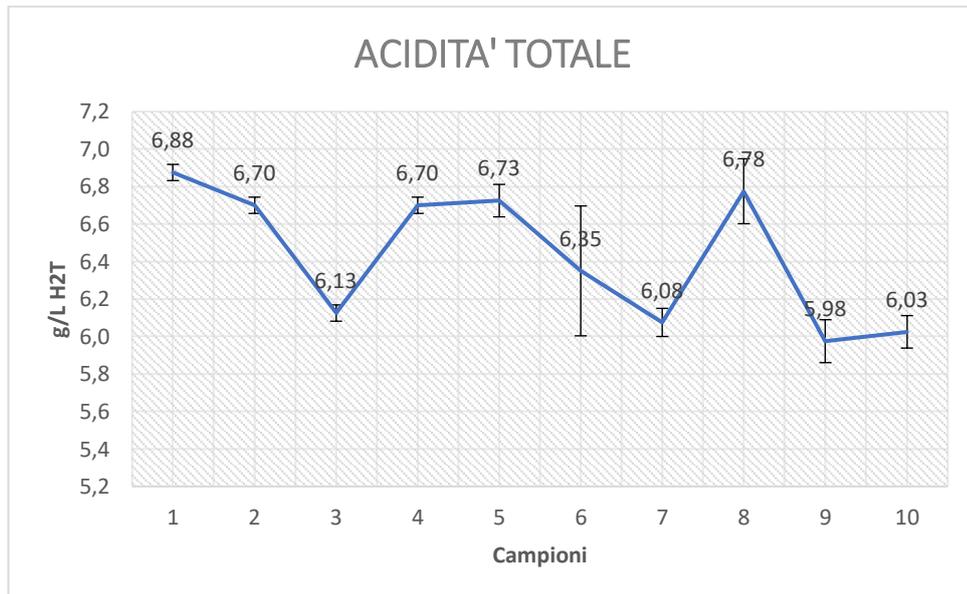


Figura 20. Evoluzione dell'acidità totale succo Sangiovese

3.5.2 pH

I valori di pH (figura 21) sono in linea con i valori di acidità totale ottenuti, ma più omogenei fra di loro. Infatti si registra un picco massimo di 3,28 del campione 1 (uva pigiodiraspata, trasferita nel sistema di macerazione e movimentata). Poi il pH diminuisce e si mantiene piuttosto costante fino alla fine della lavorazione. In generale, possiamo dire che tali valori di pH sono consoni ad un'uva Sangiovese immatura.

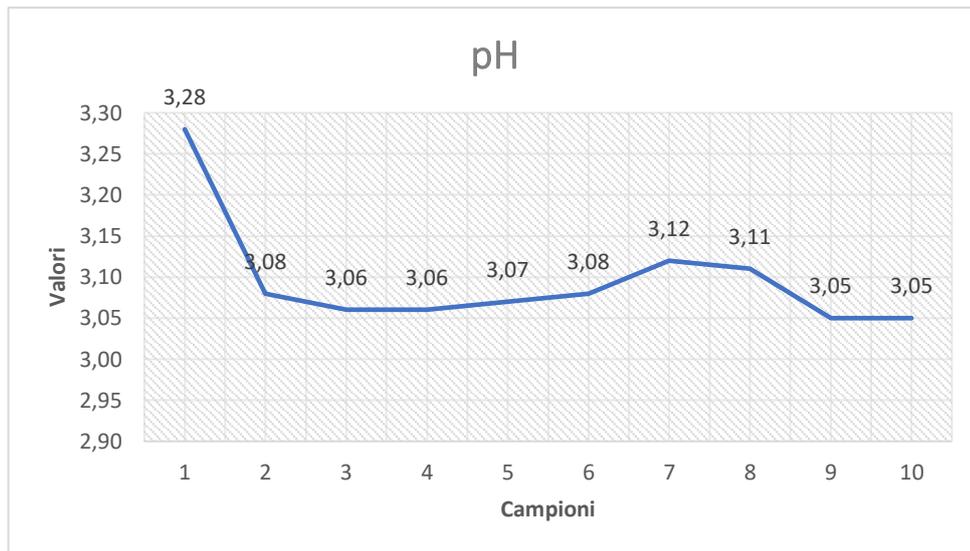


Figura 21. Evoluzione del pH succo Sangiovese

3.5.3 Zuccheri

I valori, espressi in g/L, degli zuccheri (figura 22) trattandosi di succo proveniente da uve immature e non fermentate sono da considerarsi più che consoni; le piccole differenze tra i valori annotati (si va da un minimo di 143,59 g/L del campione 1 ad un massimo di 150,88 g/L del campione 9) sono imputabili al campionamento, alla estrazione e alla variazione del metodo di misura.

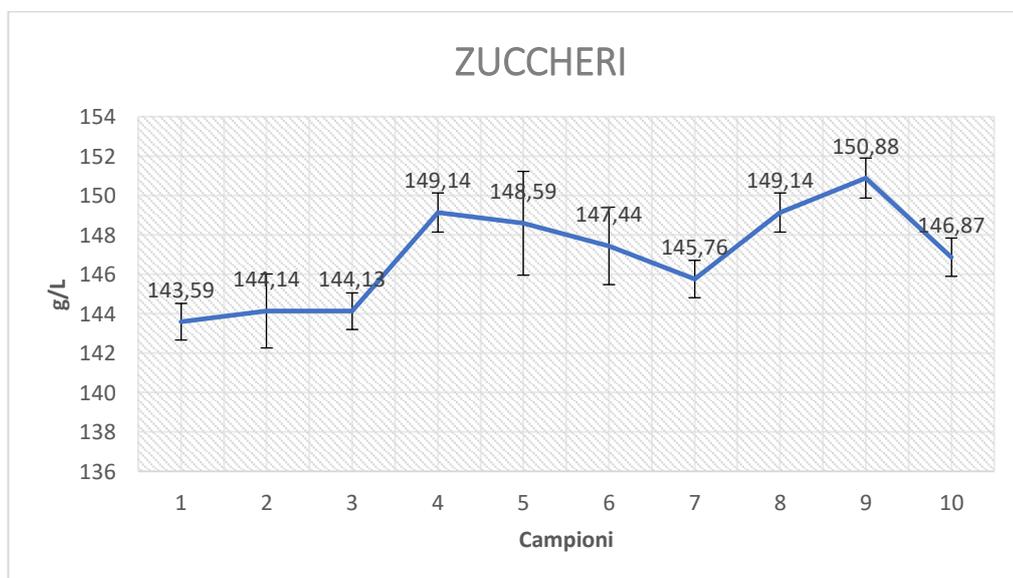


Figura 22. Evoluzione degli zuccheri succo Sangiovese

3.6 Colore succo Sangiovese

Campione	IC	TC
1	2,3 ± 0,00	1,87 ± 0,00
2	6,0 ± 0,00	0,93 ± 0,01
3	7,3 ± 0,10	0,88 ± 0,02
4	9,0 ± 0,00	0,76 ± 0,01
5	9,7 ± 0,00	0,83 ± 0,00
6	9,9 ± 0,10	0,82 ± 0,00
7	9,5 ± 0,00	0,79 ± 0,00
8	9,1 ± 0,00	0,75 ± 0,00
9	8,9 ± 0,00	0,83 ± 0,00
10	7,7 ± 0,00	0,73 ± 0,00

Tabella 7. Risultati delle analisi del colore effettuate su succo Sangiovese

Nella tabella 7 sono mostrati i risultati di intensità colorante e tonalità colorante ottenuti dai 10 campioni di succo prelevati durante la produzione. Ricordiamo che l'intensità si calcola sommando le tre diverse assorbanze dei campioni misurate a 420 nm, 520 nm e 620 nm mentre la tonalità è il rapporto tra assorbanza 420 nm e 520 nm.

Nello specifico, i valori di intensità colorante ottenuti (figura 23) mostrano che l'intensità è minima (2,3 UA) per il primo campione. In seguito, essa aumenta fino ad un picco massimo di 9,9 UA nel campione 6 e poi diminuisce nuovamente fino ad un valore di 7,7 UA (campione 10); i campioni prelevati in fase di movimentazione hanno avuto un aumento costante dell'intensità colorante dimostrando che il metodo di estrazione influisce sul passaggio dei pigmenti rossi nel succo. Dal campione 7 (torchiato) al campione 10 (filtrato) si è avuta una diminuzione dell'intensità in quanto sono state fatte operazioni di cantina quali pressatura e filtrazione che possono andare a determinare una perdita di colore. Inoltre i risultati possono essere considerati buoni visto che l'intensità colorante nei vini normalmente va da 3 a 18.

Andando poi ad analizzare i valori di tonalità colorante ottenuti (figura 24) si nota che il campione 1 registra un valore massimo di 1,88 in ragione del fatto che l'assorbanza a 420 nm, che tiene conto del colore giallo, in questo caso predomina sull'assorbanza a 520 nm, che tiene conto del colore rosso, poiché non era ancora iniziato il processo di estrazione e l'uva era stata solamente pigiata, diraspata, messa nel sistema di macerazione e sottoposta ad una prima omogeneizzazione di 30 minuti. Gli altri valori oscillano in un range tra 0,73 del campione 10 e 0,93 del campione 2, valori che non

indicano ossidazione in quanto siamo sul mosto di uva immatura e quindi non possiamo fare riferimento ai valori di tonalità dei vini.

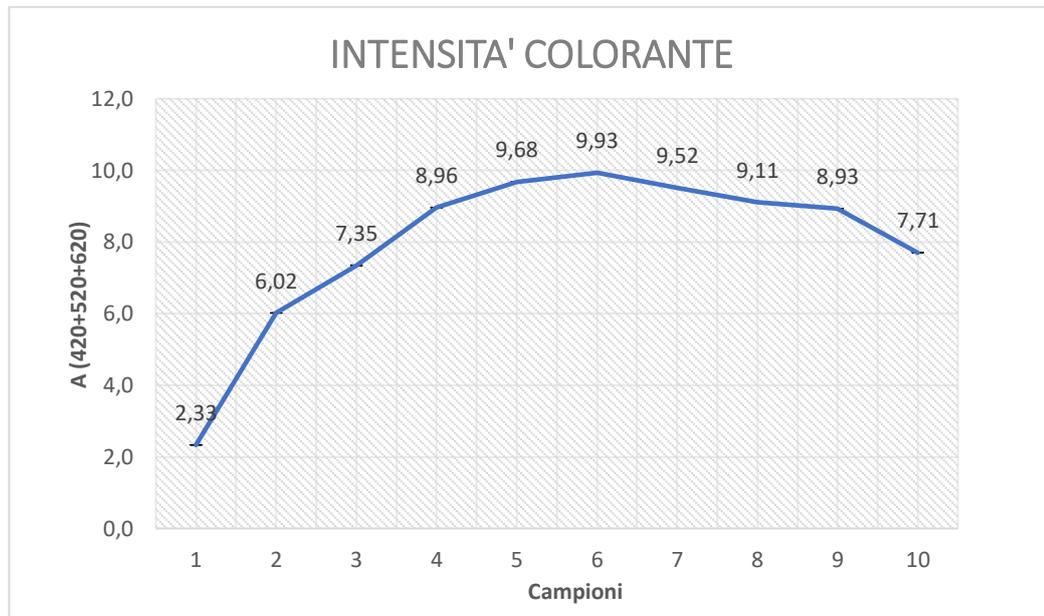


Figura 23. Evoluzione dell'intensità colorante succo Sangiovese

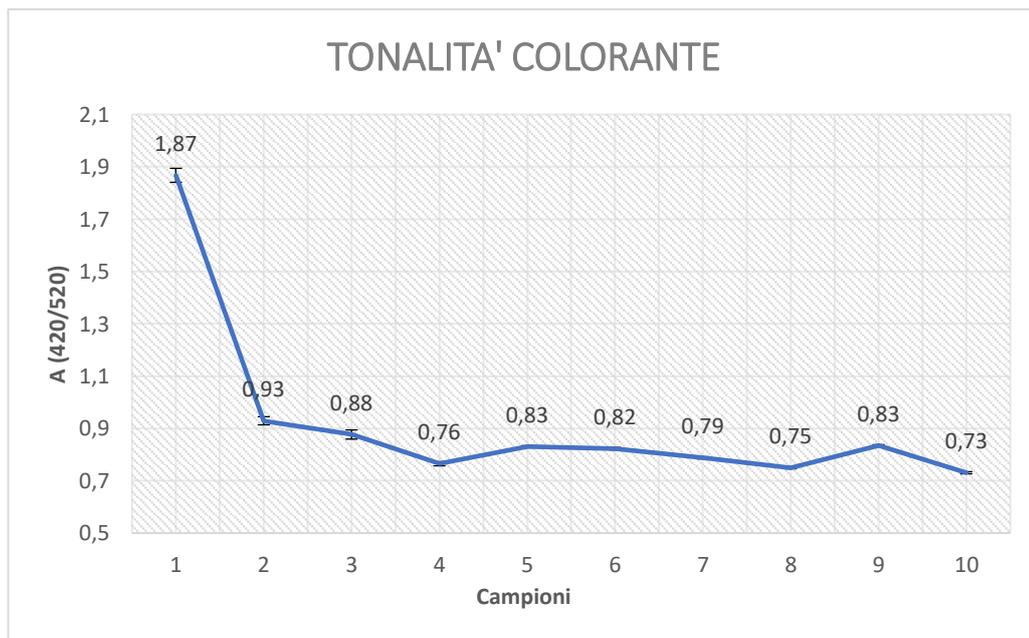


Figura 24. Evoluzione della tonalità colorante succo Sangiovese

3.7 Antociani succo Sangiovese

Campione	AT (mg/L malvidina)
1	8,69 ± 0,86
2	70,02 ± 1,83
3	105,64 ± 2,31
4	126,25 ± 1,89
5	136,31 ± 2,63
6	133,44 ± 3,83
7	135,67 ± 1,94
8	142,30 ± 16,81
9	129,36 ± 3,54
10	132,88 ± 3,94

Tabella 8. Risultati antociani totali succo Sangiovese

Nella tabella 8 possiamo vedere i valori, espressi in mg/L di malvidina (figura 25), ottenuti dosando gli antociani. Possiamo notare che gli antociani passano da un minimo di 8,69 mg/L del campione 1 a 70,02 mg/L (quasi 10 volte più concentrati) già al secondo campione e al terzo superano i 100 mg/L, per attestarsi a 136,31 mg/L a fine movimentazione. Si nota un picco massimo di 142,30 mg/L del campione 8 (il pressato), mentre il succo finale (campione 10) corrisponde a 132,88 mg/L di antociani.

In conclusione possiamo affermare che i risultati riferibili ad ogni campione sono in linea, e quindi congrui, alle operazioni a cui sono state sottoposti durante la sperimentazione e non sono in contrasto con quelli ottenuti nella determinazione della maturità fenolica delle uve.

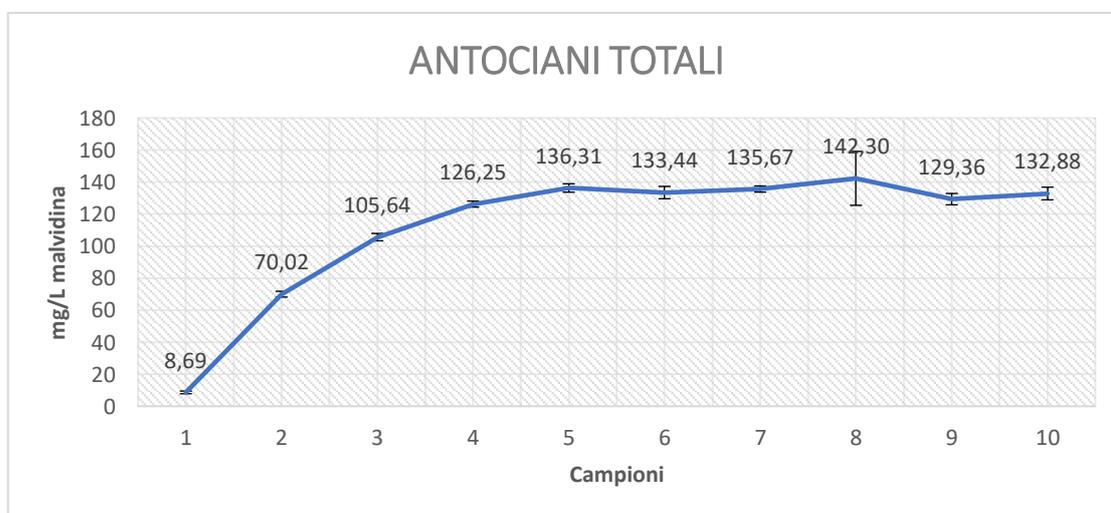


Figura 25. Evoluzione degli antociani totali succo Sangiovese

3.8 Polifenoli totali e DO 280 nm succo Sangiovese

Campione	PFT (mg/L catechina)
1	860 ± 0,00
2	1810 ± 50
3	2480 ± 20
4	2730 ± 40
5	1990 ± 20
6	2070 ± 10
7	2770 ± 10
8	2820 ± 70
9	2800 ± 20
10	2540 ± 20

Tabella 9. Risultati polifenoli totali succo Sangiovese

Dalla tabella 9 possiamo vedere i valori, espressi in mg/L di catechina (figura 26), ottenuti con il Metodo Di Stefano mediante Saggio di Folin-Ciocalteu. I valori evidenziano un minimo di 860 mg/L in corrispondenza del campione 1 che è molto plausibile dal momento che non era ancora iniziata la fase di estrazione e un picco massimo di 2820 in corrispondenza del campione 8 (il pressato). Nei primi 4 campioni possiamo osservare un aumento della concentrazione fenolica mentre al quinto prelievo (fine movimentazione) si può osservare una diminuzione. La fase di estrazione per dare una concentrazione ottimale di polifenoli poteva essere interrotta un giorno prima, infatti il campione 4 ha un valore di 2730 mg/L e il campione 5 ha un valore di 1990 mg/L.

In linea generale trattandosi di risultati ottenuti da uva e in particolar modo da varietà Sangiovese sono da considerarsi molto buoni.

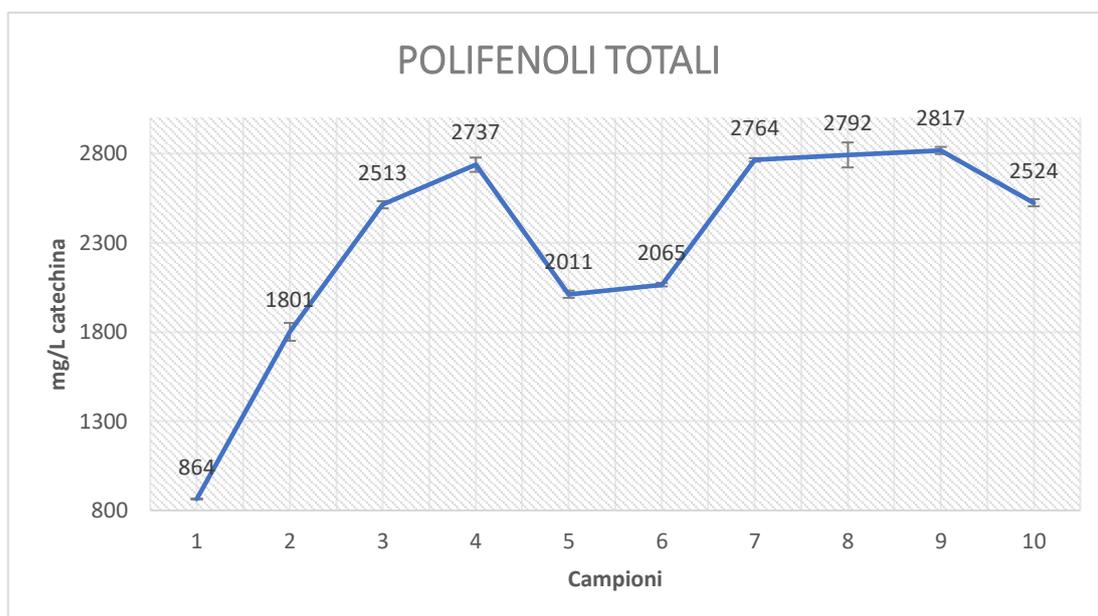


Figura 26. Evoluzione dei polifenoli totali succo Sangiovese

Campione	DO 280 nm
1	13,74
2	29,65
3	36,88
4	44,35
5	49,98
6	79,58
7	18,84
8	35,53
9	30,69
10	nd

Tabella 10. Risultati lettura spettrofotometrica a 280 nm

Dalla tabella 10 possiamo andare a consultare i risultati ottenuti (grafico 27) mediante lettura spettrofotometrica dei campioni ad assorbimento di 280 nm per ricavare l'indice di polifenoli totali. I valori, come visto già nelle altre analisi, confermano un andamento corretto in relazione al momento del campionamento e alle operazioni di cantina effettuate; come possiamo vedere si registra un minimo di 13,74 per il campione 1 ed un massimo di 79,58 per il campione 6 (torchiato 1), quest'ultimo è anche molto più alto rispetto agli altri che normalmente hanno registrato valori compresi tra 30 e 50. Si registra inoltre un significativo calo tra il campione 6 e 7 poiché passa da 79,58 a 18,84.

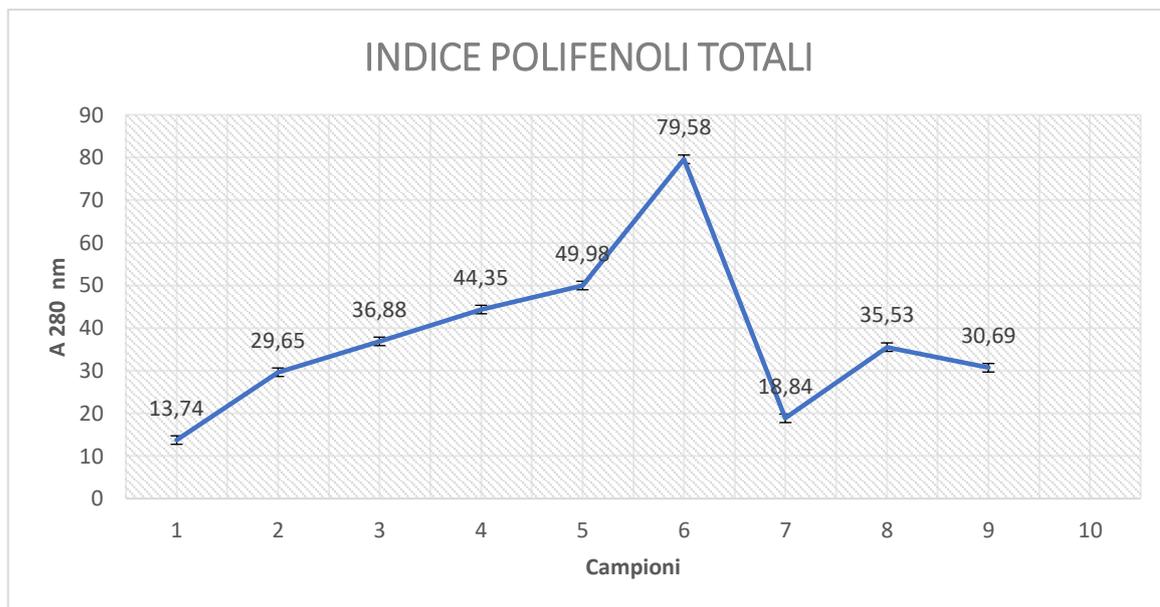


Figura 27. Evoluzione dell'indice polifenoli totali succo Sangiovese

Per concludere in Tabella 11 sono mostrati i soli risultati delle analisi condotte sul campione 10 (fine lavorazione) di succo Sangiovese, quest'ultimo è stato confezionato nei bag-in-box e congelato presso lo Stabilimento Giotti di Scandicci per future prove di atomizzazione.

ACIDITA' TOTALE	pH	ZUCCHERI g/L	IC	TC	AT mg/L malvidina	PFT mg/L catechina
6,03 ± 0,09	3,05	146,87 ± 0,97	7,71 ± 0,00	0,73 ± 0,00	132,88 ± 3,94	2540 ± 0,02

Tabella 11. Risultati succo Sangiovese

3.9 Analisi succo Viognier

Nella tabella 12 sono mostrati i risultati delle analisi dell'acidità totale, del pH, polifenoli totali e indice dei polifenoli totali a 280 nm.

Il succo che è stato analizzato proviene da uva Viognier, annata 2016 coltivata nel Lazio, che è stata sottoposta alle stesse operazioni, sia in vigna che in cantina, a cui sono state sottoposte le uve Sangiovese precedentemente descritte.

ACIDITA' TOTALE g/L H₂T	pH	PFT mg/L catechina	IPT₂₈₀
2.6 ± 0.05	3,61	346 ± 14.4	7,21

Tabella 12. Risultati succo Viognier.

Osservando i risultati ottenuti e confrontandoli con quelli ottenuti dal succo Sangiovese possiamo notare:

- ~ Il succo Sangiovese ha un valore di acidità più elevata
- ~ Il pH dei due succhi è abbastanza simile
- ~ La concentrazione di polifenoli totali, espressi in mg/L di catechina (\pm), è maggiore nel succo Sangiovese rispetto al succo Viognier.

3.10 Profilo fenolico succo Sangiovese e succo Viognier

Di seguito sono riportati i grafici (Figura 28, 29, 30) mostrandoti le concentrazioni, espresse in $\mu\text{g/mL}$, di ogni composto fenolico presente sia nel succo di Sangiovese che nel succo di Viognier, entrambi ottenuti da uva acerba diradata.

Le analisi sono state condotte su succo di uva Sangiovese dell'annata 2015 (perché già in precedenza era stato messo a punto un processo di valorizzazione di uva diradata) e su succo di uva Viognier dell'annata 2016. Ogni analisi è stata effettuata in triplo ed è stata calcolata la media dei valori.

Le concentrazioni rilevate sono dei seguenti composti:

- Catechina
- Epicatechina
- Acido 2-S-Glutathionilcaftarico
- Acido Caffeico
- Acido Caftarico (estere tartarico dell'acido caffeico)
- Acido Cumarico
- Acido Cutarico (estere tartarico dell'acido cumarico)
- Acido Ferulico
- Acido Fertarico (estere tartarico dell'acido ferulico)

- Acido Gallico
- Glutatione
- Isoramnetina
- Campferolo
- Miricetina
- Quercetina
- Resveratrolo
- Piceanattolo (derivato del resveratrolo)
- Quercetina eteroside (quercetina-3-O-glucoside)
- Quercetina glucoronide
- Rutina (quercetina-3-O-rutinoside)
- Procianidina B1
- Procianidina B2
- Epicatechina Gallato
- Campferolo-3-O-glucoside
- Miricetina-O.eteroside

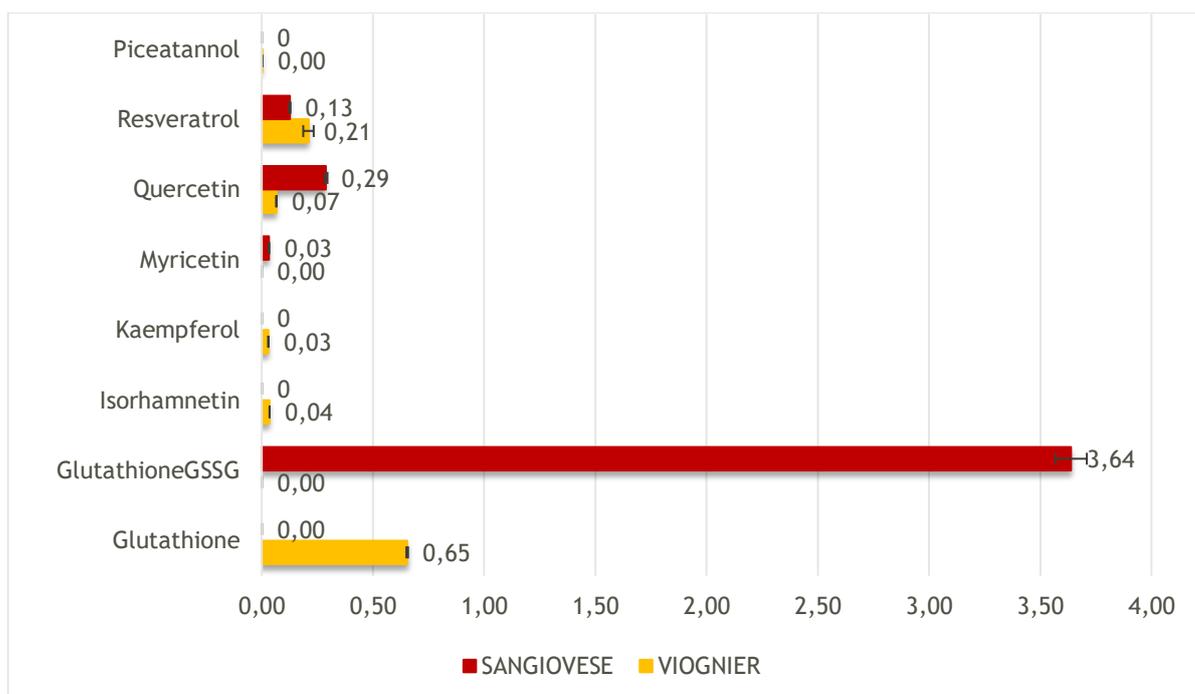


Figura 28. Profilo fenolico parte 1

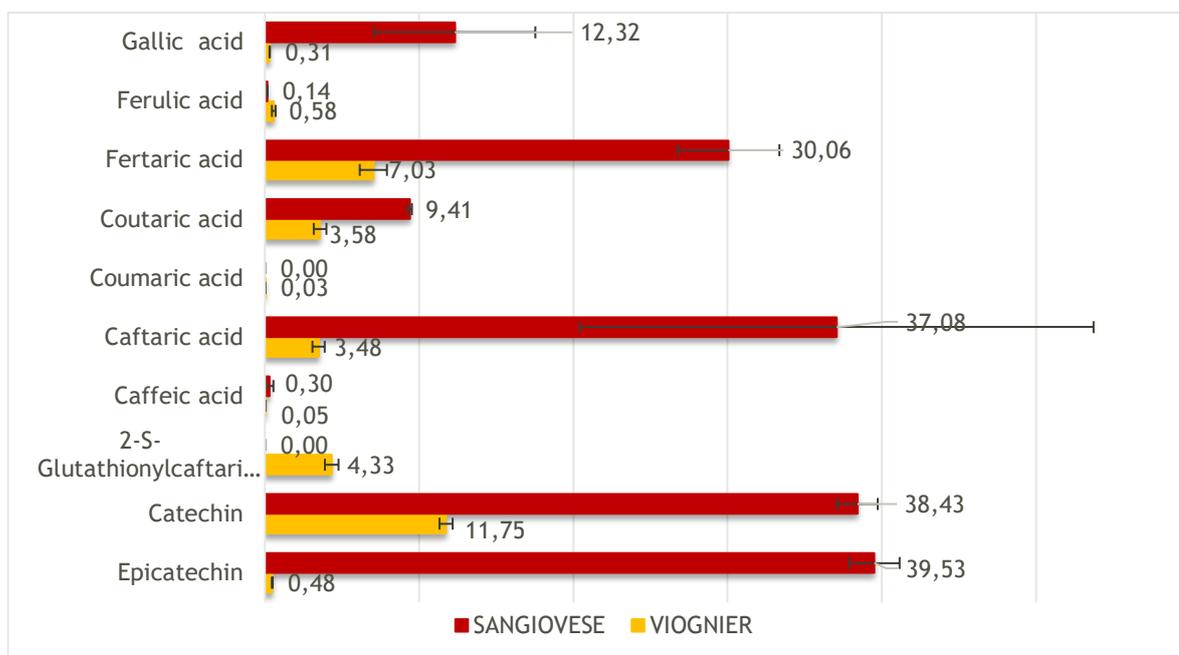


Figura 29. Profilo fenolico parte 2

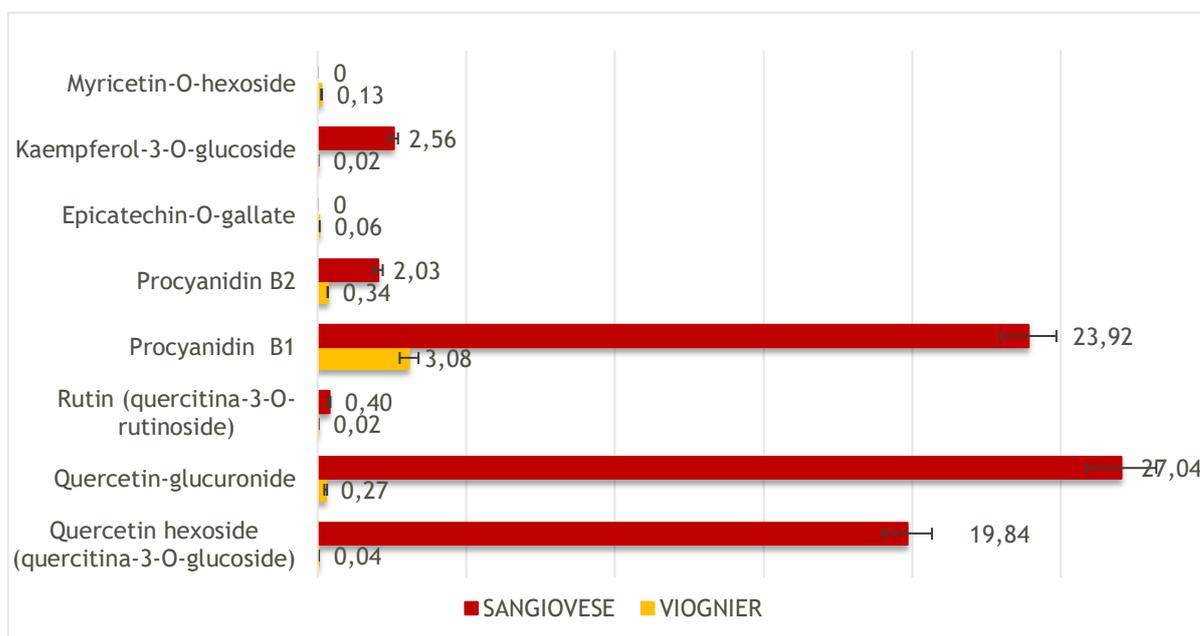


Figura 30. Profilo fenolico parte 3

Conclusioni

Con il lavoro svolto è stato verificato nel corso della terza vendemmia il processo di produzione di un estratto ad attività antiossidante da uve immature. L'operazione estrazione delle uve di scarto derivanti dal diradamento effettuato su Sangiovese ha portato alla produzione di un estratto liquido contenente i polifenoli di tali uve. I polifenoli del Sangiovese quali antociani, flavonoli, flavanoli, resveratrolo e altri stilbeni che caratterizzano il profilo degli estratti costituiscono un pool di sostanze biologicamente attive (attività antiossidante) che possono essere sfruttate in differenti settori produttivi (alimentare, nutraceutico, cosmetico). In conclusione, i risultati ottenuti dimostrano che è possibile valorizzare le uve acerbe che altrimenti verrebbero lasciate a terra, costituendo uno scarto di produzione non adeguatamente sfruttate.

Bibliografia

- 1) DELLA ROSA P. (2009). Sangiovese, *Enciclopedia del vino*. Garzanti, pp 538-540
- 2) ANGELINI R. (2008). Alcuni vitigni tradizionali italiani, “*La vite e il vino*”. Coltura e Cultura, pp 275-276
- 3) Disponibile Online sul sito: www.aispiemonte.it “*Viognier: un antico vitigno alla moda*”
- 4) Disponibile Online sul sito www.quattrocalici.it “*Viognier- L’atlante completo dei vitigni italiani*”
- 5) PROTTI V., I composti fenolici, “Chimica Enologica”. *WinesItaly* [Online], Disponibile all’indirizzo www.winesitaly.it
- 6) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). L’evoluzione degli antociani e dei tannini nel corso della maturazione dell’uva, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 200-205
- 7) FREGONI M., Vendemmia, Viticoltura di Qualità, Trattato dell’eccellenza da terroir III edizione (2013). Tecniche nuove, pp. 869-873
- 8) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). L’utilizzo delle preparazioni enzimatiche industriali in vinificazione, *Trattato di enologia I. Microbiologia del vino- Vinificazioni*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 344-348
- 9) FIA G. (A.A.2015-2016). Le sostanze fenoliche delle uve e dei vini: parte generale. *Corso di Processi Enologici*. Firenze: Università degli Studi di Firenze

- 10) MARCHINU F., Tesi di Laurea, “Studio per l’ottimizzazione di un metodo analitico pratico per la stima dell’ossidabilità dei vini”
- 11) OLIVEIRA C.M., SILVA FERREIRA A.C., DE FREITAS V., SILVA A.M.S. (2011). Oxidation mechanism occurring in wines, *Food Research International*, vol. 55 fasc.5, pp. 1115-1126
- 12) GIOVANNINI C., FILESI C., D’ARCHIVIO M., et al. (2006). Polifenoli e difese antiossidanti endogene: effetti sul glutatione e sugli enzimi ad esso correlati, *Istituto Superiore Sanità*, vol. 42 pp.336-347
- 13) VILLANOVA D. et al (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical, *Talanta*, 71, pp.230-235
- 14) PARENTI A., GORI C., BIONDI BARTOLONI A. (2006). Criomacerazione prefermentativa su uve Sangiovese: criogeni e metodiche a confronto, *VigneVini*, pp. 115-120
- 15) ZINNAI A., VENTURI F., CALAMITA Y., ANDRICHE G. (2008), L’impiego della criomacerazione nella vinificazione di uve Sangiovese, *Bollettino della Comunità Scientifica in Australasia*, pp. 47-56
- 16) MASI L., “Lavorazione delle fecce di vinificazione con il sistema ExtraVelvet 1.0”, *Tesi di Laurea*
- 17) Disponibile Online dal sito www.extravelvet.com
- 18) BRANCODORO L., SALA C., SCIENZA A.; Diradamento chimico dei grappoli. *L’Informatore Agrario* [Online]. 20/1999, pp. 67-70. Disponibile all’indirizzo www.informatoreagrario.it

- 19) CASTALDI Riccardo. Dirado dei grappoli in vigna, le nuove tendenze. *L'Informatore Agrario* [Online]. 26/2016, pp. 43-45. Disponibile all'indirizzo www.informatoreagrario.it
- 20) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). Gli acidi organici dei vini, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 8-9
- 21) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). Gli acidi organici dei vini, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), p. 10
- 22) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). I glucidi, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 71-72
- 23) SAINT-CRIQ N., VIVAS N., GLORIES Y. (1998). Maturità phénolique: definition et controle. *Revue Francaise d' Enologie* 173, pp22-25
- 24) GLORIES Y. (1999). La maturità fenolica delle uve: primo parametro da controllare per una corretta vinificazione in rosso. *Vignevini* 3, pp 46-50
- 25) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). L'estrazione dei tannini e degli antociani nel corso della vinificazione, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 207-209
- 26) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). La determinazione degli antociani e dei tannini e le loro proprietà sensoriali, *Trattato di*

enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 192-193

27) RIBERAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (2004). La natura chimica dei composti fenolici, *Trattato di enologia II. Chimica del vino- Stabilizzazione e Trattamenti*. Edagricole, Dunod (Paris), pp. 156-159

28) DOMIZIO P., CANUTI V. (A.A.2016-2017). *Esercitazione "Monitoraggio del vino rosso in maturazione"*. Corso di Stabilizzazione e Condizionamento dei vini. Firenze: Università degli Studi di Firenze, pp. 3-5

29) FIA G. (A.A.2015-2016). *Le sostanze fenoliche delle uve e dei vini: parte generale*. Corso di Processi Enologici. Firenze: Università degli Studi di Firenze

30) DI STEFANO R., CRAVERO M.C., GENTILINI N. (1989). *Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini*. L'Enotecnico, pp. 83-89

Indice delle figure

Figura 1. Grappolo di uva Sangiovese	8
Figura 2. Grappolo di uva Viognier (da https://widsuccesfull.wordpress.com/category/grape-varieties/viognier/)	10
Figura 3. Evoluzione dei composti fenolici (da http://perlagesuite.com/project/vite/) ..	13
Figura 4. Struttura della Quercetina (da https://it.wikipedia.org/wiki/Quercetina#/media/File:Quercetina_struttura.PNG).....	16
Figura 5. Capacità antiossidante dei composti fenolici (da Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical; D. Villanoa, M.S. Fernandez-Pachon, M.L. Moya, A.M. Troncoso, M.C. Garcia-Parrilla, Talanta 71 (2007) pp 230–235).....	17
Figura 6. Acino con parziale congelamento dell'H ₂ O intracellulare	18
Figura 7. L'Extravet esternamente.....	20
Figura 8. L' ExtraVelvet internamente.....	20
Figura 9. L'ExtraVelvet internamente	21
Figura 10. Schema del processo di lavorazione.....	23
Figura 11. Uva immatura	25

Figura 12. Uva immatura e parzialmente invaiata	25
Figura 13. Uva matura	26
Figura 14. Esecuzione del rimontaggio	30
Figura 15. Svinatura	e
Figura 16. Svinatura	31
Figura 17. Evoluzione dell'acidità totale uva Sangiovese	46
Figura 18. Evoluzione del pH uva Sangiovese	47
Figura 19. Evoluzione degli zuccheri uva Sangiovese	47
Figura 20. Evoluzione dell'acidità totale succo Sangiovese.....	52
Figura 21. Evoluzione del pH succo Sangiovese.....	53
Figura 22. Evoluzione degli zuccheri succo Sangiovese	53
Figura 23. Evoluzione dell'intensità colorante succo Sangiovese.....	55
Figura 24. Evoluzione della tonalità colorante succo Sangiovese	55
Figura 25. Evoluzione degli antociani totali succo Sangiovese.....	56
Figura 26. Evoluzione dei polifenoli totali succo Sangiovese	58

Figura 27. Evoluzione dell'indice polifenoli totali succo Sangiovese.....	59
Figura 28. Profilo fenolico parte 1.....	61
Figura 29. Profilo fenolico parte 2.....	62
Figura 30. Profilo fenolico parte 3.....	62

Ringraziamenti

Ringrazio la professoressa Giovanna Fia e l'enologo Claudio Gori per avermi dato la possibilità di svolgere questo elaborato, inoltre ringrazio la dottoressa Ginevra Bucalossi per la pazienza, la dedizione e la costanza con cui mi ha seguita durante tutti questi mesi; un ringraziamento anche a "Tenuta dello Scompiglio" nella persona di Francesco Del Rosso.

Grazie ai miei genitori Cristina e Roberto che con amore in tutti questi anni mi hanno supportata e soprattutto sopportata permettendomi di arrivare fino a qua; grazie a mio fratello Nicolò per il bene che, a modo suo, mi ha sempre dimostrato; grazie ai miei preziosi nonni, ai quei due angeli che sono sicura sarebbero molto orgogliosi di me e grazie anche alle amiche di una vita Chiara ed Eleonora e agli amici, in particolare quelli conosciuti durante questi tre meravigliosi anni.

Infine un grazie a me stessa per aver raggiunto questo traguardo.