UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di laurea triennale in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

INFLUENZA DELLA VARIABILITA' AMBIENTALE ED INTRAVARIETALE SULLE RISPOSTE DEL VITIGNO MOSCATO DI SCANZO

Relatore: Dott. LUCIO BRANCADORO

Elaborato finale di:
FILIPPO POZZI
Matricola 812063

ANNO ACCADEMICO 2014-2015

INDICE

-*Sommario* 4

1. Introduzione 6

1.1 *Il Moscato di Scanzo* 6
1.1.1. Cenni storici, origine, diffusione 6
1.1.2. Descrizione ampelografica e fenologica 8
1.1.3. Caratteristiche agronomiche e attitudini colturali 8
1.1.4. La DOCG e il Consorzio 10

1.2 *Il processo produttivo* 11
1.2.1 Vendemmia 11
1.2.2. Appassimento 12
1.2.3. Pigiatura e diraspatura 13
1.2.4. Macerazione e fermentazione 14
1.2.5. Svinatura e pressatura 16
1.2.6. Invecchiamento 17

1.3 *Cenni sulla variabilità ambientale* 18
1.3.1 Cosa si intende 18
1.3.2 Principali parametri 18

1.4 *Cenni sulla variabilità intravarietale* 19

2. Materiali e Metodi 20

2.1 *Indagine ambientale* 20
2.1.1. Inquadramento aziendale 20
2.1.2. Analisi geo-pedologica 24
2.1.3. Analisi meteorologica 25
2.1.4. Studio e strumenti 31

2.2 *Indagine Intravarietale* 34
2.2.1. Parametri fisici 36
2.2.2. Parametri chimici 36
2.2.3. Caratteristiche aromatiche 38

3. Risultati 41

3.1. *Valutazione della variabilità ambientale* 41
3.1.1. Grado Zuccherino 42

3.1.2. Acidità titolabile 45
3.1.3. Sviluppo della pianta 48

3.2. *Valutazione della variabilità genetica* 51
3.2.1. Caratteristiche fisiche 51
3.2.2. Caratteristiche chimiche 56
3.2.3. Caratteristiche aromatiche 61

4. Conclusioni 68

5. Bibliografia 69

6. Ringraziamenti 70

Sommario

Nel seguente elaborato finale si va ad analizzare la variabilità che caratterizza il vitigno Moscato di Scanzo, osservata sia dal punto di vista genetico che da quello ambientale. Questa cultivar molto particolare viene utilizzata per la produzione dell'omonimo vino, che rappresenta la più piccola DOCG italiana e si estende su un territorio di soli 31 ettari, situato nel comune di Scanzorosciate (BG). Il Moscato di Scanzo è un Moscato passito a bacca rossa (uno degli unici Moscati a bacca rossa, ottenuto dalla trasformazione al 100 % di uve Moscato di Scanzo), caratterizzato da un processo produttivo non comune a tutti i vini, viene infatti vendemmiato in un periodo che varia da fine settembre a metà ottobre e i grappoli, una volta raccolti, devono affrontare un periodo di sovramaturazione (appassimento) non inferiore a 21 giorni (da disciplinare), per raggiungere un contenuto zuccherino adatto (non inferiore a 280 g/l). Una volta terminata la fermentazione, il vino deve poi affrontare un periodo di affinamento in botte d'acciaio di almeno due anni. La resa massima dell'uva in vino è del 30 %. Per quel che riguarda le norme per la viticoltura, il Moscato di Scanzo può essere coltivato solo in condizioni ambientali che rispecchino quelle tradizionali della zona, sono quindi adatti solo terreni collinari, adeguatamente soleggiati. Le ricercate caratteristiche di questo vino dipendono in parte dalla particolare roccia madre che si ritrova in questo territorio, il Sass de Luna è infatti una formazione calcareo marnosa molto particolare, che affiora sulle colline scanzesi. È di notevole durezza e resistenza, ma una volta esposta al tipico microclima collinare e agli agenti atmosferici, si sgretola diventando polvere. Il terreno acquisisce così un'alta mineralità e una scarsa disponibilità idrica: due caratteristiche fondamentali per questo tipo di uva che diventa, nel tempo, molto resistente alla siccità, più sana, profumata e ricca di aromi. Le forme di allevamento del vitigno sono quelle già da tempo usate in questa zona, come spalliera semplice, pergola unilaterale, a tetto inclinato o casarsa, la resa massima invece è specificata dal disciplinare di produzione e corrisponde a 7 tonnellate di uva per ettaro.
Riguardo alla storia del vitigno, è difficile datare con precisione la sua prima apparizione sulle colline di Scanzorosciate, diversi fonti ne ipotizzano la comparsa già in epoca romana, ma è difficile trovare del materiale attendibile che confermi questa ipotesi. Tuttavia, in base al materiale recuperato, si può dire con certezza che il Moscato di Scanzo sia uno dei vini più antichi in Italia e che abbia sempre rivestito una certa importanza, venne infatti citato nel testamento di Alberico da Rosciate del 26 marzo 1350 e non mancano altri riferimenti risalenti allo stesso secolo.
Questo elaborato si concentra però sulla variabilità che caratterizza questa cultivar e non sul processo produttivo per arrivare al prodotto finale. Con il termine "variabilità ambientale" si considerano le differenze, sia a livello chimico che fisico, che due individui della stessa varietà (in questo caso Moscato di Scanzo) evidenziano crescendo in condizioni ambientali differenti. Per lo studio della variabilità ambientale si è fatto riferimento a dati raccolti durante il periodo di tirocinio, svolto nella stagione viticola 2015 presso l'azienda Collepaste s.r.l. situata a Scanzorosciate (BG), all'interno del territorio della DOCG del Moscato di Scanzo. L'azienda in questione si presentava bene per questo tipo di indagine, poiché a causa principalmente di caratteristiche pedologiche, il microclima del vigneto si dimostrava abbastanza eterogeneo, con evidenti differenze sia a livello di aspetto della pianta che a livello delle analisi chimiche svolte durante lo studio. Parlando di "variabilità intravarietale" si intende invece la diversità che si evidenzia confrontando più individui, geneticamente identici e appartenenti alla stessa cultivar (cloni), cresciuti nello stesso ambiente, quindi con identiche condizioni pedo-climatiche. Per lo studio di questa variabile, è stato possibile

lavorare insieme all'Università di Milano, che già dal 2011 porta avanti uno studio promosso dalla Regione Lombardia, su diverse cultivar tra cui rientra anche il Moscato di Scanzo, finalizzato alla valorizzazione di diversi vitigni autoctoni e del loro territorio. In questo caso i dati delle analisi svolte fanno riferimento alla stagione 2014 e i cloni su cui sono state condotte si trovano presso la strutture di ricerca della Regione Lombardia a Riccagioia, in Oltrepò Pavese. In questa parte dello studio sono stati analizzati parametri chimici, fisici e aromatici in modo da evidenziare le differenze tra i diversi cloni e selezionare quelli più promettenti.
I risultati ottenuti durante il periodo di studio hanno dimostrato una elevata variabilità del vitigno Moscato di Scanzo, sia a livello ambientale che all'interno della cultivar stessa. Nel primo caso i parametri considerati sono stati soltanto due (grado zuccherino espresso in gradi Babo e acidità titolabile), ma sono stati misurati con costanza durante il periodo di maturazione ed appassimento dei grappoli, rilevando notevoli differenze nei valori registrati da campioni provenienti da due diverse parti del vigneto. Nel caso della variabilità all'interno della cultivar invece le analisi sono state svolte nello stesso momento, considerando però numerosi parametri (di tipo chimico e fisico) e fornendo così un quadro completo delle caratteristiche dei singoli cloni presi in esame, i più rappresentativi sono stati inoltre analizzati dal punto di vista aromatico, così da integrare la descrizione con importanti informazioni e da rendere più semplice la selezione degli individui più promettenti.

1. Introduzione

1.1 *Il Moscato di Scanzo*

1.1.1. Cenni storici, origine, diffusione

Il Moscato di Scanzo è un vino passito a bacca rossa prodotto da un vitigno autoctono di antica tradizione (riconosciuto a livello europeo negli anni '70), attualmente coltivato in bergamasca su un territorio di soli 31 ettari, con precise caratteristiche pedo-climatiche. La zona tradizionale di coltivazione si trova all'interno del territorio della DOC Valcalepio,ed è rappresentata unicamente dai terrazzamenti calcarei del Monte Bastia nel comprensorio di Scanzorosciate (BG). E' senza dubbio la più prestigiosa varietà autoctona in provincia di Bergamo, nonché la più piccola DOCG italiana. La zona di produzione ricade nella provincia di Bergamo ed è marcata da particolari caratteristiche pedo-climatiche che sono alla base della particolarità di questo prodotto, dal disciplinare *"tale zona comprende parte del territorio del Comune di Scanzorosciate, compresa nei seguenti confini, con andamento in senso orario a partire da ovest: Via Fanti, Via Forni, confine comunale a nord e ad est, confine comunale a sud fino alla Via Piave, (località Negrone), via Polcarezzo, Via IV Novembre, P.zza Caslini, Via F. Martinengo, P.zza Locatelli, Via Fanti. Sono pertanto esclusi i terreni pianeggianti del Comune di Scanzorosciate."*
La prima comparsa di questo vitigno sulle colline di Scanzorosciate è di difficile determinazione, diversi documenti infatti ne ipotizzano la comparsa a Scanzo già in epoca romana, ma è difficile trovare del materiale attendibile che confermi questa ipotesi. In base al materiale recuperato si può dire che è uno dei vini più antichi in Italia, venne infatti citato nel testamento da Alberico da Rosciate del 26 marzo 1350, in merito alla sua tenuta della Bersalenda *"… lascio al figlio Tacino la Bersalenda, ove si coltiva il moscato rosso…"*. Si ritrovano poi altri riferimenti a questo vino nello stesso secolo, viene ad esempio citato dal ghibellino Castello de Castelli (Castellus de Castello) in un manoscritto che è andato perduto, ma di cui sono rimaste tracce in documenti successivi, alcuni dei quali sono reperibili nella Biblioteca civica Angelo Mai di Bergamo e nella Biblioteca Nazionale di

Confini della DOCG Moscato di Scanzo (Fig.1)

Napoli. Diversi storici citano poi il saccheggio avvenuto nel 1398 quando *"200 guelfi della città e dei borghi si portarono a Scanzo, diedero sacco a tutte le case dei ghibellini depredando 60 carri di vino parte Moscatello, parte vermiglio* ", in merito a questa vicenda emerge subito l'importanza riservata a questo vino, sempre riportato al primo posto negli elenchi delle merci rubate (questo ne fa di sicuro un prodotto di gran pregio per l'epoca) e oltretutto è l'unico vino identificato da un nome ("Moscatello") in questo documento come in altri. Esistono poi varie pergamene risalenti al '400 che testimoniano la presenza di un moscato nella bergamasca, anche se non viene mai citato il colore dell'uva. La citazione di un vino denominato "Moscatello" è poi presente negli Atti del Consiglio dei Magistrati della Città di Bergamo, documento risalente al '500, conservato come manoscritto nella Biblioteca Civica Angelo Mai di Bergamo. Un altro dei documenti che attestano la presenza di questo vitigno a Scanzorosciate risale al 1700, si legge infatti nel libro del Conte Tomini Foresti (un po di info su di lui) : *" la Moscatella tanto di pigne serrate come di pigne rare che chiamarsi Moscato Nero, dolce, delicato e prezioso: essa è usata in Val Calepio nella terra di Scanzo"*. In ogni caso il Moscato di Scanzo è sempre stato considerato un vino particolare e di grande pregio, ai tempi dei Romani veniva infatti offerto in regalia ai notabili, mentre in epoche successive, seppur prodotto in quantità limitata, era già apprezzato e conosciuto anche all'estero, scrive lo storico Lotteri che *"il Moscato di Scanzo dell'anno 1850 fu quotato sul mercato di Londra una ghinea per bottiglia"*.
Analizzando tutti questi documenti, che parlano del Moscato di Scanzo sia come vino che come vitigno, si ritrovano delle informazioni comuni che ci aiutano a contestualizzare il valore reale che questo prodotto aveva anche nell'antichità. In questi manoscritti infatti il Moscato viene sempre specificato e chiamato per nome, se non si tratta di questa varietà infatti una terra è detta soltanto "vitata"; fin dai primi documenti analizzati emerge subito il pregio e il valore che già caratterizzavano questo prodotto rispetto ad altri vini. Tutte queste informazioni sembra vadano a confermare una importante teoria riferita alla comparsa del moscato nelle terre di Scanzorosciate (teoria di Berta e Mainardi), che sostiene che la "follia delle spezie" (la “follia delle spezie” si rivela una modalità con cui l'individuo tendeva a differenziarsi attraverso l'ostentazione di un bene prezioso.) abbia notevolmente aiutato la diffusione dei moscati (si dice così o dei moscati?) e che il territorio della bergamasca non sia rimasto esente da questo fenomeno. Probabilmente questo territorio vantava già la presenza di un moscato a bacca nera e ne ha fatto il proprio vanto, come dimostrato dalle citazioni prese dai documenti sopra citati.

1.1.2. Descrizione Ampelografica e Fenologica

Grappolo (Fig. 2)

Qui di seguito verranno riportate le caratteristiche ampelografiche e fenologiche salienti del vitigno Moscato di Scanzo, ossia verranno descritti singolarmente i vari organi e le principali caratteristiche botaniche di questo vitigno.

Foglia Adulta: di grandezza media, quinquelobata, pentagonale con seno peziolare a V aperta. Seni laterali piuttosto profondi, quelli superiori a V aperta e talvolta a lira chiusa, quelli laterali inferiori a V più aperta e a volte appena accennati. Lembo piano sottile, leggermente piegato a doccia, glabro sulle due pagine.

Germoglio: espanso, glabro e di colore verde chiaro

Grappolo: di media grandezza (cm 18-20), alato (grappoli che presentano una o due ali, ossia dei grappoletti laterali rispetto al grappolo centrale più o meno compatto), piuttosto spargolo (caratteristica fondamentale per il periodo di appassimento, per evitare marciumi), di forma allungata, cilindrico-conico, peso medio 150 grammi, peduncolo evidente semilegnoso verde e sottile di 7-8 centimetri di lunghezza.

Acino: di media grandezza, sferico, buccia pruinosa di colore blu-nero regolare; polpa succosa ma abbastanza consistente, di sapore moscato. Succo leggermente rosato, 3-4 vinaccioli per acino, piuttosto piccoli

Epoca di Germogliamento: medio-precoce (di solito intorno a metà aprile)

Epoca di Fioritura: medio-precoce (fine maggio-inizio giugno)

Epoca di Invaiatura: media (verso la fine di agosto)

Epoca di Maturazione: tardiva, di solito primi di ottobre.

Foglia (Fig. 3)

1.1.3 Caratteristiche Agronomiche e Attitudini Colturali

Il Moscato di Scanzo è un moscato passito a bacca rossa che viene ottenuto dalla coltivazione e trasformazione dell'omonimo vitigno (Moscato di Scanzo),con una vinificazione in purezza (100% Moscato di Scanzo).

Per quel che riguarda la parte strettamente agronomica, possiamo dire che questo vitigno è caratterizzato da un portamento semi-eretto (forma che la pianta assume dopo la crescita dell'apparato epigeo) ed una vigoria che va da media ad elevata (per vigore si intende la

forza vitale con cui la pianta si sviluppa, può essere più o meno accentuato), anche la fertilità è definita media (1-5 infiorescenze per germoglio),è distale (terza-quarta gemma) su forme di allevamento con tralci lunghi, come Pergola (Moscato di Scanzo era tradizionalmente allevato a Pergola Bergamasca, con sesti d'impianto parecchio distanti tra loro) e Guyot, mentre produce anche sulla prima o seconda su forme di allevamento a Casarsa o Cordone Speronato. La produzione è discreta e da disciplinare non può essere superiore a 7 tonnellate di uva ad ettaro, si dimostra tuttavia difficile da mantenere costante nel tempo e dimostra una certa alternanza a seconda delle annate; la resa dell'uva in vino è al massimo del 30%, anche questa dettata dal disciplinare. Per quanto riguarda le caratteristiche pedologiche, i vigneti devono trovarsi su terreni ritenuti idonei per la produzione della denominazione di origine controllata e garantita di cui si tratta, sono adatti terreni ben esposti, piuttosto asciutti e ricchi di scheletro (cioè di particelle appartenenti a classe dimensionale maggiore di 2 mm) con una certa pendenza, sono perciò da evitare terreni eccessivamente umidi, con scarsa insolazione e comunque di pianura. Per i nuovi impianti e i reimpianti la densità non può essere inferiore a 3300 ceppi/ha, le forme di allevamento sono quelle tipiche della zona, come spalliera semplice, pergola unilaterale, Casarsa o a tetto inclinato, ma possono essere utilizzate anche altre forme di allevamento (per esempio il Guyot, come in Figura 1), a patto che vadano ad esaltare le caratteristiche del vitigno e non a modificarle o a danneggiarle. E' vietata ogni forma di irrigazione. Per quanto riguarda la suscettibilità alle fitopatie e alle avversità il Moscato di Scanzo dimostra una buona resistenza alle principali malattie crittogamiche, nella delicata fase di appassimento si possono avere problemi di marciumi acidi (causati dalla presenza di Drosophila Suzuki, che penetra gli acini sani per la deposizione delle uova, può essere combattuta solo con l'utilizzo di particolare trappole o con reti anti-insetto) o di muffa grigia (Botrytis Cinerea) che si sviluppa se l'umidità è troppo elevata e persiste l'umettazione dei grappoli, essendo un vitigno abbastanza vigoroso è sensibile al Mal dell'Esca e spesso si riscontra il fenomeno del disseccamento del rachide.

Esempio di spalliera semplice (Fig. 4)

1.1.4. La DOCG e il Consorzio

Simbolo del Consorzio del Moscato di Scanzo (Fig. 5)

Il Moscato di Scanzo appartiene ad una categoria di vini indicati dalla sigla VQPRD "vino di qualità prodotto in regione determinata", il che sta ad indicare che la zona di coltivazione e produzione è delimitata da precisi confini geografici e le norme per la realizzazione del prodotto finale sono indicate su un determinato disciplinare di produzione. A questa tipologia di vini appartengono tutte le DOC e DOCG, la sigla garantisce la qualità di diversi parametri riguardanti la qualità e l'origine delle materie utilizzate, che dipendono dalle condizioni naturali dell'ambiente e dalle operazioni svolte nel processo di produzione.
Il consorzio di tutela del Moscato di Scanzo nasce nel dicembre del 1993 dalla trasformazione dell' Associazione Produttori Moscato di Scanzo, fondata nel dicembre 1982. Il primo obiettivo del neo costituito Consorzio fu l'ottenimento di una Denominazione indipendente, non legata al Valcalepio (altro vino DOC prodotto in provincia di Bergamo, la zona di produzione comprende la fascia collinare che va dal lago di Como al lago d'Iseo), questo si concretizzò con il D.M. del 17 aprile 2002, , con il quale veniva istituita la nuova Denominazione: "Moscato di Scanzo Doc" o "Scanzo Doc". Con questo acronimo si intende "Denominazione di Origine Controllata" ed è riservato a quei vini la cui zona di origine per la raccolta delle uve è ristretta ad un areale delimitato (che può essere più o meno vasto), come prevedono i disciplinari di produzione. Questo per garantire una determinata qualità al prodotto finale, conferito proprio da particolari caratteristiche del territorio (clima, pedologia, esposizione,…), del vitigno utilizzato e dal processo di coltivazione e produzione (resa uva/vino, tecnologie di produzione, caratteristiche del prodotto finale,…).
E' stato però deciso che la particolarità e l'unicità di questo vino richiedessero una denominazione superiore, così il 12 Febbraio 2009 il Ministero delle Politiche Agricole, una volta considerato il parere del Comitato Nazionale Vini, accolse la richiesta del Consorzio di Tutela, attribuendo al Moscato di Scanzo il titolo di Denominazione di Origine Controllata e Garantita (DOCG), che è diventato così la prima ed unica Docg della provincia di Bergamo e la quinta della Regione Lombardia. Questa denominazione rappresenta la massima qualificazione prevista da un vino italiano e viene attribuita a quei vini, aventi già la DOC, che oltre ad avere determinate caratteristiche organolettiche, abbiano acquisito particolare prestigio. I vini Docg inoltre, sono sottoposti ad un ulteriore esame da parte di enologi ed enotecnici, durante l'imbottigliamento (mentre per la Doc i controlli si effettuano ogni 3 anni).
Il Moscato di Scanzo è stato riconosciuto come Docg con D.M del 28 aprile 2009, pertanto con la produzione anno 2007 si è potuto utilizzare il riconoscimento Docg, garante della tutela e della qualità del prodotto. Oggi il Consorzio Tutela Moscato di Scanzo è impegnato attivamente per la sua valorizzazione, divulgazione e promozione attraverso azioni dalle molteplici sfaccettature.

1.2. Il Processo Produttivo

Il ciclo di produzione del vino e la gestione lungo la filiera vitivinicola è pressochè simile in ogni cantina ed è necessario ottenere le certificazioni di qualità, garantire la tracciabilità lungo la filiera e rispettare le normative nazionali e comunitarie. La filiera vinicola parte dal grappolo d'uva e rappresenta l'insieme dei passaggi di trasformazione che attraverso la vendemmia, il conferimento delle uve, la vinificazione, l'imbottigliamento, arriva alla commercializzazione del prodotto finito.

1.2.1 Vendemmia

Cassetta riempita durante la vendemmia (Fig. 6)

Come detto precedentemente, il Moscato di Scanzo è caratterizzato da una maturazione delle uve abbastanza tardiva, si tende inoltre a prolungare questo periodo per favorire un maggior accumulo di zuccheri all'interno dell'acino (gli zuccheri hanno un andamento crescente nel corso della maturazione, dalle analisi svolte in azienda si cercava di arrivare a dei valori intorno a 22-25 gradi Babo da rifrattometro), senza però andare a compromettere la qualità del prodotto e controllando assiduamente le condizioni sanitarie dei grappoli. La vendemmia si svolge in un periodo che va da fine settembre a metà ottobre a seconda delle annate (ad esempio quella del 2015 è stata svolta in azienda il 28 di settembre, perché le condizioni si dimostravano già ottimali), è quasi sempre svolta manualmente, così da permettere una prima selezione dei grappoli adatti alla vinificazione. E' un operazione molto delicata ed importante, solo i grappoli in ottimo stato sanitario vengono selezionati per la vinificazione, così da evitare l'insorgenza di patologie (come la muffa grigia Botrytis Cinerea, la cui presenza è favorita da umettazione persistente e dalla presenza di grappoli danneggiati) durante la fase di appassimento. I grappoli reputati idonei vengono adagiati delicatamente in particolari cassette di legno o di plastica (circa 1,5 kg di uva per ogni cassetta, disposta su un solo strato), con una disposizione abbastanza ampia ed evitando la sovrapposizione (Fig. 6), altrimenti si danneggerebbero con il trasporto, queste vengono poi trasportate nei locali adibiti all'appassimento. Ovviamente tutto questo procedimento richiede un tempo superiore di 3-4 volte rispetto a quello necessario per una normale vendemmia.

1.2.2. Appassimento

Ventilatore e cassette in appassimento (Fig. 7)

Nella produzione di un vino passito è una fase determinante per poter ottenere un prodotto finale di qualità. Parlando in generale, questo periodo ha una durata variabile a seconda dei diversi vitigni e del vino che si vuole ottenere, consiste in un periodo di sovramaturazione dell'uva durante il quale l'acino va incontro alla perdita di parte dell'acqua (per disidratazione) in esso contenuta, questo determina una concentrazione nell'acino delle sostanze che erano disciolte in acqua, quali zuccheri, acidi organici, sali minerali, ecc. che donano particolari caratteristiche sensoriali al vino in questione. Esistono diverse modalità per portare a termine questa fase, può essere di tipo *naturale*, con i grappoli ancora attaccati alla pianta (veniva fatto tradizionalmente anche per il Moscato di Scanzo ma oggi non è più praticato; richiede molta attenzione per la possibilità di sviluppo di muffe, viene infatti realizzato solo con varietà a buccia spessa come Piccolit e Soutern (marciume nobile)) o *post-raccolta* mediante esposizione diretta al sole (come nel caso del Passito di Pantelleria) o con i grappoli stesi su graticci o appesi in locali adibiti per un periodo di tempo variabile (come per il Vin Santo). Nel Moscato di Scanzo l'appassimento è di tipo *artificiale* e viene realizzato disponendo le cassette in file, su ripiani o su appositi telai in legno e facendo circolare aria secca mediante l'uso di particolari ventole (figura 3-4), questa condizione determina una diminuzione dell'umidità ed evita l'insorgere di muffe che potrebbero danneggiare l'uva. La maggior parte dei locali per l'appassimento sono inoltre dotati di deumidificatori associati alle ventole, i valori di temperatura e umidità vengono infatti costantemente monitorati e mantenuti intorno a 15 °C con umidità percentuale inferiore al 60-70% . La tecnica dell'appassimento artificiale è un metodo costoso, determina inoltre un aumento della solubilizzazione delle sostanze fenoliche (come acidi fenolici, antociani, flavonoli e tannini vari), proprietà indesiderata nella realizzazione di un vino bianco ma invece adatta alla produzione di Moscato di Scanzo. Durante l'appassimento la concentrazione degli zuccheri (rappresentati da glucosio e fruttosio che costituiscono circa il 20% della polpa dell'acino, sono invece assenti in buccia e vinaccioli) varia notevolmente (si perde fino al 20-30 % di acqua, quindi gli zuccheri e gli altri componenti della pompa risultano più concentrati) e deve essere assiduamente controllata per avere un'idea del potenziale grado alcolico che si potrà ottenere durante la fermentazione. I controlli vengono effettuati con diverse tecniche a seconda delle necessità, ad esempio per misurare il grado zuccherino dell'uva durante le fasi di maturazione (sulla pianta) e appassimento si

utilizza un rifrattometro, che si basa sulla misurazione dell'angolo di rifrazione formato dal raggio di luce che attraversa la soluzione esaminata e esprime il risultato secondo la scala Brix (che va da 0 a 35) o la scala Babo (che corrisponde a 17/20 della scala Brix), i risultati possono essere poi convertiti in grammi di zucchero attraverso semplici formule, che variano a seconda di alcuni parametri ambientali, come la temperatura. Questo è sicuramente il metodo più semplice e utilizzato (solo prima che inizi la fermentazione, successivamente si utilizza il densimetro per calcolare il residuo zuccherino) proprio per la sua semplicità e per l'affidabilità del risultato, il grado di rifrazione infatti non viene compromesso dalla presenza di altre sostanze presenti nel mosto o nel succo. Per il Moscato di Scanzo si cerca di raggiungere valori intorno ai 27-30 gradi Babo (partendo da circa 22 gradi), in un periodo che di solito va dai 20 ai 40 giorni, da disciplinare *"l'appassimento delle uve dopo la raccolta deve essere effettuato in locali idonei, fino a raggiungere un tenore zuccherino di almeno 280 g/l, per un periodo non inferiore ai 21 giorni e comunque sino al raggiungimento del titolo zuccherino sopra riportato."*

Cassette in locale di appassimento (Fig. 8)

1.2.3. Pigiatura e Diraspatura

Al termine dell'appassimento si procede con la pigiatura (viene eseguita a macchina con pigiatrici che effettuano solo l'ammostatura o con pigiadiraspatrici che effettuano contemporaneamente l'operazione di pigiatura e diraspatura), che determina la fuoriuscita del mosto dagli acini e permette il trasporto del mosto con l'uso di apposite pompe che facilitano le operazioni, e alla diraspatura, che consiste nell'eliminazione dei raspi (che costituiscono dal 2,5 all' 8% del peso del grappolo). Quest'ultima operazione è molto importante e vantaggiosa, permette infatti di guadagnare dello spazio nei vasi vinari (determina infatti una riduzione del volume fino al 30%) durante la fase di macerazione e fermentazione, di ottenere una maggiore resa in alcol (perché i raspi contengono una parte di acqua che andrebbe a diluire il mosto) e un miglior profilo sensoriale (grazie all' eliminazione di sentori erbacei conferiti al mosto proprio dai raspi, ricchi soprattutto di tannini), di ottenere una fermentazione più lenta (i raspi favoriscono la presenza di aria nel materiale che fermenta) e di ottenere un vino più colorato (la diraspatura evita l'assorbimento di antociani da parte dei raspi) e con minor acidità volatile (rende il cappello meno compatto e più aerato durante la fermentazione).

1.2.4 Macerazione e Fermentazione

Una volta effettuata la diraspatura il mosto viene pompato in apposti vasi vinari (con questo termine si intende qualsiasi contenitore che contenga il vino/mosto durante le diverse fasi della sua preparazione), che possono avere diverse caratteristiche a seconda del materiale con cui sono realizzati, possono infatti essere in legno (meno resistente ma buon isolante termico, difficile da lavare una volta utilizzato), cemento, acciaio e (più raramente) vetroresina. Di solito sono realizzati in acciaio (nel caso dell'azienda Collepaste, seguita durante il periodo di tirocinio si è usato un contenitore di acciaio da 10 Hl) poichè sono molto pratici durante le operazioni di pulizia, sono molto resistenti anche alla pressione che si sviluppa all'interno durante la fermentazione per la produzione di anidride carbonica (di solito la quantità di alcol derivante dalla fermentazione è quasi uguale alla quantità di CO_2 sviluppata), ma hanno una alta conducibilità termica, è perciò necessario prestare attenzione ai valori di temperatura raggiunti durante la fase fermentativa così da mantenere una condizione termica ottimale per i lieviti che portano avanti questo processo.
Si procede poi ad una normale *vinificazione in rosso,* con una fermentazione divisa in due diversi momenti, il mosto (che parte da valori di 27-30 gradi Babo) fermenta inizialmente nei vasi vinari associato alle sue vinacce (processo di macerazione,il contatto tra vinacce e mosto va avanti fino al raggiungimento di circa 15 gradi Babo), che conferiscono importanti caratteristiche visive ed organolettiche, per un periodo che per un vino come il Moscato di Scanzo, ha una durata di circa 5 giorni. Successivamente il mosto/vino viene travasato in nuove vasche (svinatura) dove la fermentazione viene portata a termine in assenza delle vinacce, fino ai valori dettati dal disciplinare (si arresta il processo fermentativo al raggiungimento di valori di 7 gradi Babo). In generale, a seconda del risultato che si vuole ottenere, il processo di macerazione può essere prolungato di qualche giorno rispetto alla fermentazione (che come abbiamo detto prima ha una durata di circa 5 giorni, in questo caso).La fermentazione viene portata avanti dai lieviti, che solo in raramente sono quelli autoctoni presenti nel mosto, nella maggior parte dei casi vengono invece appositamente selezionati ed introdotti artificialmente nel mosto. Questo è un aspetto determinante per la produzione di Moscato di Scanzo in quanto le condizioni che si presentano prima e dopo il processo fermentativo sono molto limitanti per lo sviluppo dei lieviti in generale e vengono quindi scelti dei

Vasca d'acciaio per la fermentazione (Fig. 9)

ceppi in grado di resistere ad alte concentrazioni di zucchero (prima della fermentazione) e di alcol (dopo). La selezione dei lieviti viene realizzata attraverso l'uso di anidride solforosa SO2, che si può trovare in varie forme chimiche a seconda dello scopo, (nel caso di studio sono stati aggiunti 10g/Hl di *metabisolfito di potassio* su tutta la massa, sostanza di semplice utilizzo, è infatti venduto in forma di sali (unico sale solforoso consentito per uso enologico), si può facilmente pesare e può essere conservato per molto tempo in contenitori ermetici al riparo dalla luce. Il metabisolfito di potassio contiene il 55% di anidride solforosa, pertanto ogni grammo contiene 550mg di SO2. Poco solubile in acqua fredda ed insolubile in alcool, prima del suo impiego va completamente sciolto in acqua tiepida o vino. La soluzione così ottenuta è poco stabile e va subito introdotta nella massa, che dovrà essere successivamente agitata o rimontata per avere una distribuzione omogenea della solforosa (Scotti B., 2004) che permette la completa eliminazione dei lieviti autoctoni e la successiva introduzione dei ceppi selezionati, (oltre a questi vengono inoltre aggiunti attivanti semplici e complessi). Nella produzione di Moscato di Scanzo (e in quella di altri vini) per far si che la fermentazione vada a buon fine si è soliti preparare un *piede di fermentazione*, che viene poi aggiunto a tutta la massa. Per la sua preparazione (nell'azienda seguita durante il tirocinio) si utilizzano 50 litri di mosto, ai quali vengono aggiunti 10 litri di acqua calda (38-40 C°), 40 g/Hl (misurati su tutta la massa iniziale) di lieviti (è stato usato un preparato multiceppo, Fermol Associèes, ottimo anche per situazioni pariticolari come in questo caso) precedentemente reidratati in acqua calda (38-40 C° per 20 minuti) e 50 g di attivante complesso (si è utilizzato un prodotto denominato Fermoplus Integrateur, contenente vitamine, steroli, sali minerali e sostanze azotate in forma molecolare, quindi facilmente assimilabile dalla microflora lievitiforme attiva, che acquista una notevole vitalità e sviluppa completamente gli zuccheri presenti nei mosti, anche con elevate gradazioni alcoliche) con la funzione di fornire al lievito tutti i componenti nutritivi di cui necessita, per portare a termine la fermentazione in modo adeguato . Tutto questo viene aggiunto alla massa totale dopo 24/48 ore dalla sua preparazione, così che la fermentazione già avviata nel piede (dove i lieviti hanno trovato condizioni di temperatura e nutrienti per loro ottimali) si estenda a tutta la massa. La presenza delle vinacce nelle operazioni di fermentazione di un vino rosso è molto importante, non solo per le caratteristiche organolettiche che vengono conferite al vino (serve un'ottimale quantità di tannini che dalle bucce passino al mosto/vino, soprattutto nei vini da invecchiamento dove è più difficile raggiungere un equilibrio armonioso tra tutti i componenti), ma perché permette di ottenere una fermentazione più veloce (nella fermentazione di un mosto limpido, che è quello che accade nei vini bianchi, l'eliminazione delle sostanze nutritive e di tutto quello che rimane in sospensione nel liquido può causare notevole difficoltà per lo sviluppo delle colonie di lieviti, che vengono a trovarsi in un mezzo decisamente più povero rispetto ad una fermentazione in presenza di fecce). Sempre durante la fermentazione, come conseguenza della produzione di CO2 (uno dei prodotti della fermentazione alcolica eseguita dai lieviti) si ha il trasporto verso l'alto di bucce e vinaccioli all'interno delle vasche e la formazione del cosiddetto "cappello", strato superficiale più o meno compatto che impedisce l'ossigenazione della massa agendo come un tappo. Per superare questo problema, che impedisce una corretta omogenizzazione della massa ed un corretto sviluppo dei lieviti che svolgono la fermentazione (che richiedono ossigeno per moltiplicarsi) durante questa fase vengono effettuati follature e/o rimontaggi, operazioni che vengono annoverate come tecniche di macerazione e che hanno diversi vantaggi nelle vinificazioni in rosso. I rimomntaggi vengono eseguiti mediante l'utilizzo di pompe interne ai vasi vinari che prelevano una certa quantità di liquido (di solito dal 30% al 50% del totale) dalla parte sottostante della vasca e la riversano sul cappello

dall'alto, possono essere fatti sia in presenza che in assenza di aria. La loro efficacia dipende dalla frequenza con cui vengono realizzati (di solito 2-3 volte al giorno nella prima settimana e una volta al giorno nelle successive), dalla loro durata, dal volume di liquido prelevato e dal momento in cui vengono effettuati (per la presenza o meno di alcol). Le follature consistono invece in periodiche operazioni di rottura del cappello (attraverso un particolare strumento simile ad un bastone), immergendo le vinacce nel mosto al fine di amalgamare la massa. Queste due operazioni sono le più comuni tecniche di macerazione nella vinificazione in rosso (così come il *dèlestage*) e hanno lo scopo innanzitutto di favorire l'areazione del mosto e la conseguente moltiplicazione dei lieviti e di omogeneizzare la massa in termini di temperatura, alcol, zuccheri e lieviti. Il ricambio del liquido del cappello diminuisce inoltre il rischio che le vinacce vengano attaccate da batteri acetici con conseguente trasformazione dell'etanolo in acido acetico (causa di acescenza, considerata un grave difetto del vino). Rimontaggi e follature servono infine a creare un maggior contatto mosto-vinacce, favorendo il passaggio dalle bucce al mosto/vino di importanti sostanze responsabili di caratteristiche organolettiche e visive dei vini, come tannini ed antociani. Va poi precisato che i rimontaggi hanno un'azione più delicata rispetto alle follature, perché non comprendono un'energica rottura del cappello, che invece determina maggiore cessione di sostanze dalle bucce al mosto. Le sostanze contenute nelle parti solide dell'acino (sopratutto buccia ma anche nei vinaccioli) non passano alla parte liquida contemporaneamente, i primi ad essere estratti sono gli antociani della buccia (responsabili del colore), seguiti dai tannini della buccia (molto importanti per le caratteristiche organolettiche del vino) e infine dai tannini dei vinaccioli.

1.2.5 Svinatura e Pressatura

Una volta ultimata la prima parte della fermentazione e raggiunto il grado zuccherino (e quindi il grado alcolico) voluto, che nel caso del Moscato di Scanzo è di circa 15 gradi Babo (misurati non più con il rifrattometro, che potrebbe dare in questa fase valori non attendibili, ma con il densimetro, che da un risultato in rapporto alla densità del liquido, espresso in gradi Babo) si procede con la svinatura (previa introduzione di attivanti complessi nel mosto parzialmente fermentato,in dosi di 30 g/Hl su tutta la massa) operazione che consiste nella separazione delle vinacce (bucce e vinaccioli che poi saranno pressati per ricavare ulteriore liquido) dal mosto/vino vero e proprio. Questa fase può essere portata avanti in tempi diversi a seconda del prodotto che si vuole ottenere, nel caso del Moscato di Scanzo viene effettuata prima della fine della fermentazione alcolica, per

Torchio tradizionale durante la pressatura (Fig. 10)

assicurare un prodotto equilibrato in tutte le sue componenti durante la fase di invecchiamento. Il liquido ottenuto dalla svinatura viene travasato in un'altra vasca dove avviene la fase finale della fermentazione. La pressatura delle vinacce può essere portata avanti utilizzando diverse macchine e metodi diversi, che in generale possono esse raggruppati in due grandi categorie: sistemi di pressatura *continui* o *discontinui*. Nel primo caso l'azione di pressatura è più energica e violenta nei confronti dell'uva (spesso svolta da una coclea o da un nastro), ne deriva un mosto di qualità inferiore rispetto alle presse discontinue, a causa della elevata lacerazione delle bucce, che comporta un'eccessiva cessione di polifenoli dalle bucce e un amento della torbidità del mosto/vino. Nel caso del Moscato di Scanzo questa operazione deve essere eseguita con massima cura proprio per evitare un risultato come quelli sopra citati. Per le produzioni su larga scala vengono principalmente utilizzate presse discontinue orizzontali pneumatiche, grandi macchine che effettuano l'operazione di pressatura grazie ad una membrana che si gonfia (di acqua o di aria) all'interno di un serbatoio dove sono state poste le vinacce, questo sistema determina una pressatura delicata e graduale, eseguita più volte nell'arco di qualche ora per ottenere un risultato ottimale. Nel caso dell'azienda Collepaste Srl, dove è stata svolta l'attività di tirocinio, vista l'esigua quantità di materiale con cui lavora l'azienda si è scelto di utilizzare il tradizionale metodo della pressatura con torchio a vite verticale. Questa tecnica, fortemente legata alla tradizione, permette di pressare le vinacce senza però frantumare le bucce, così da ottenere un mosto limpido e di qualità. L'operazione deve essere svolta almeno due volte su tutta la massa, per ottenere un risultato soddisfacente in termini di quantità estratta, ma senza andare a comprometterne la qualità, nella prima pressatura si raggiungono valori intorno ai 4-5 bar di pressione, mentre nelle successive si arriva fino a 10-12 bar. D'altro canto questo metodo è piuttosto laborioso, richiede dunque la costante presenza di uno o più operatori e il lavoro viene portato a termine in un lasso di tempo considerevole.
Il mosto parzialmente fermentato, ottenuto dalla pressatura, viene poi aggiunto a quello precedentemente estratto e accumulato in appositi contenitori dove viene terminata la fase fermentativa; il residuo della pressatura invece (costituito da bucce quasi disidratate) viene venduto alle distillerie, per la realizzazione di particolari liquori (grappa di Moscato).

1.2.6 Invecchiamento

Una volta raggiunto il valore di circa 7 gradi Babo durante il processo fermentativo, viene eseguito un travaso a freddo in un altro contenitore, proprio per cercare di fermare la fermentazione al livello stabilito, come dettato dal disciplinare (il vino deve avere una quantità di zuccheri residui compresi tra 50 e 100 g/l). A questo punto viene aggiunta al vino giovane altra anidride solforosa (soprattutto per bloccare i processi ossidativi e con azione antibatterica) sotto forma di metabisolfito di potassio (dosaggio 10 g/hl), e ha così inizio il periodo di invecchiamento, che da disciplinare deve avere una durata di almeno due anni. In questo periodo il vino viene lasciato a riposare in vasche d'acciaio e proprio qui acquista le sue definitive caratteristiche visive ed organolettiche, derivanti da fenomeni chimico-fisici (illimpidimento naturale, precipitazione dei sali, riduzione acidità totale) chimici e microbiologici. Questa pratica è riservata ai vini rossi con alto contenuto alcolico (più del 12 %), acidità fissa e buona quantità di sostanze tanniche e coloranti.

1.3. Cenni sulla Variabilità Ambientale

1.3.1. Cosa si intende

La variabilità ambientale di un vitigno, è la differenza che si evidenzia nello sviluppo di diversi individui della stessa specie (vitis vinifera) e varietà (in questo caso Moscato di Scanzo), causata dalle differenti condizioni ambientali (che possono essere valutate su più parametri tra cui temperatura, precipitazioni, umidità relativa,…) che caratterizzano il territorio in cui quella pianta è cresciuta.
L'ambiente infatti, inteso come insieme di suolo e clima di un preciso territorio, ha un ruolo determinante nello sviluppo della vite; questo ragionamento è alla base del concetto di *terroir*, di cui esistono svariate definizioni ma che si può intendere semplicemente come *un insieme di terreni che per la natura più o meno variabile dei loro suoli (caratteri agronomici e geopedologici), loro situazione e loro ambiente (topografia, esposizione, etc., influenti sul mesoclima) si sono rivelati, tramite l'esperienza e gli usi (vitigni, sistemi di allevamento) propizi alla produzione dei vini di qualità* (da Istituto Nazionale Denominazioni d'Origine Francese). Da questa espressione emerge il fatto che uno stesso vitigno, coltivato in situazioni differenti l'una dall'altra (dal punto di vista pedo-climatico), può svilupparsi in modo decisamente diverso, dando vita così a vini che si dimostrano molto diversi tra loro. Così il vitigno Nebbiolo, grazie alla sua resistenza e versatilità, darà vita ad un Barolo, se coltivato negli 11 comuni compresi dalla DOCG, caratterizzati da un terreno argilloso-calcareo e da un clima di tipo continentale temperato, con picco delle precipitazioni piovose registrato durante il mese di maggio (in media 100 mm), mentre diventerà Chiavennasca (dando origine ai vini Valtellina Superiore e Sforzato di Valtellina) quando coltivato in Valtellina (solo sul versante retico, esposto a sud e quindi molto più soleggiato), caratterizzata da un clima decisamente diverso da quello della zona del Barolo.
In questo caso stiamo parlando di differenze notevoli, anche dal punto di vista geografico, ma situazioni diverse si possono riscontrare anche all'interno della stessa zona della Denominazione di Origine (in questo caso quella del Moscato di Scanzo) e anche dello stesso vigneto, proprio per questo motivo è stata svolta questo tipo di indagine, al fine di valutare la variabilità espressa dal vitigno in diverse condizioni di sviluppo.

1.3.2. Parametri Principali

Come già detto, la variabilità ambientale di un determinato vitigno può essere descritta da numerosi parametri, riguardanti sia l'aspetto climatico che quello pedologico. Per quel che riguarda il suolo, sono determinanti la sua struttura (proprietà derivante dall'aggregazione di particelle colloidali), tessitura (intesa come composizione percentuale di sabbia-limo-argilla) e caratteristiche della roccia madre, che può essere più o meno superficiale, consentendo così un maggiore o minore sviluppo dell'apparato radicale della pianta. Il suolo ospita la parte ipogea della vite, ha quindi la funzione di fornirle acqua e nutrimenti necessari per portare a termine una stagione produttiva soddisfacente, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Differenze nelle caratteristiche pedologiche di un terreno dove si sviluppano diversi individui dello stesso vitigno, possono portare ad una diversa crescita delle piante in questione (proprio a causa dell'efficienza dell'apparato radicale), che mostreranno così una differente

risposta e resistenza ai fattori climatici. Proprio riguardo al clima poi, possono essere considerati moltissimi parametri per una sua descrizione completa, ma in questo studio si è ritenuto opportuno considerare solo quelli più influenti nel caso di studio, come esposizione e illuminazione. La diversa vigoria che le piante hanno dimostrato, come diretta conseguenza dello sviluppo del rispettivo apparato radicale, ha portato ad avere un differente microclima a livello dei grappoli, che conseguentemente risultavano più o meno esposti al sole e di forma e grandezza differente.

1.2 *Cenni sulla Variabilità Intravarietale*

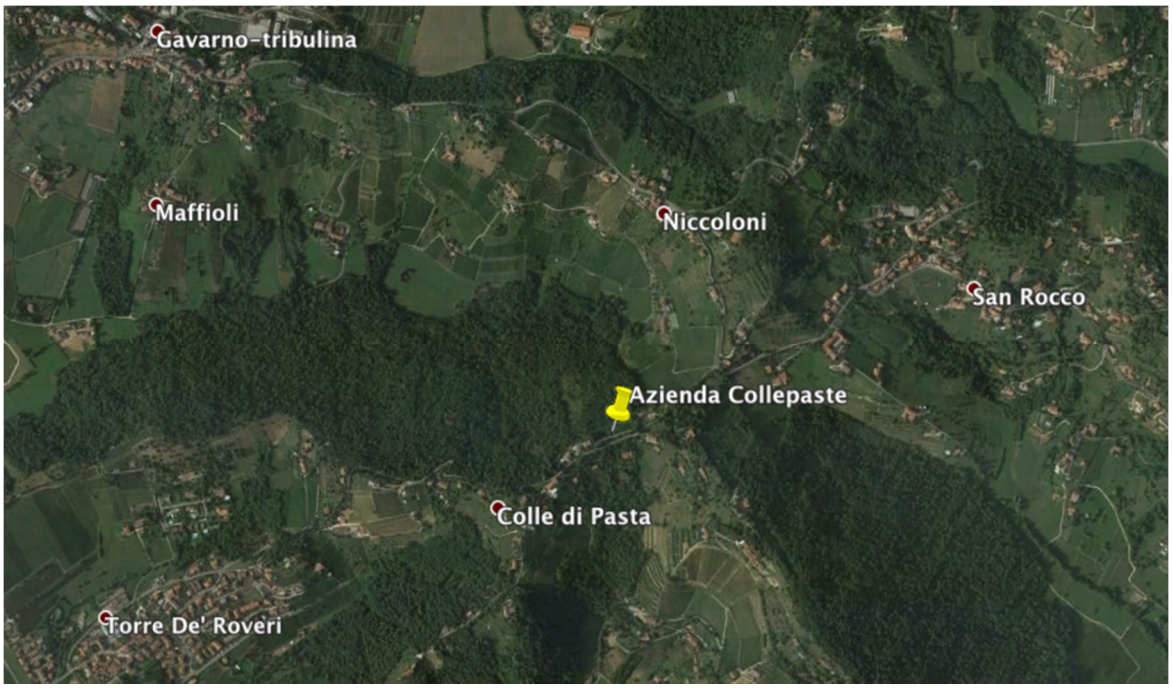
Quando si parla di variabilità intravarietale si intendono le differenze che si evidenziano in più individui, geneticamente identici e appartenenti alla stessa varietà (cloni), durante il loro sviluppo, caratterizzato da uguali condizioni pedoclimatiche. Così come più vitigni differiscono l'uno dall'altro e sono adatti a determinate condizioni, così diversi individui dello stesso vitigno possono essere più o meno adatti alle condizioni in cui si sviluppano. L'osservazione di questo tipo di fenomeno trova le sue origini già in tempi remoti, un esempio è il *Trattato di Agricoltura* di Columella, che nel libro III-5 e 6 scrive "*Per quanto la natura abbia voluto che alcune varietà fossero particolarmente feraci, come la biturica e la basilisca, non può aver reso l'aminnea così sterile che su molte migliaia di piante di tale varietà non ve ne abbia essere alcuna buona produttrice …questo ragionamento è perfettamente verosimile, ma l'esperienza mi ha anche dimostrato che è anche vero*". Oggi grazie alle conoscenze acquisite, sappiamo che queste differenze all'interno di uno stesso vitigno sono legate a fenomeni genetici, come ad esempio le mutazioni spontanee a livello delle gemme e durante questi anni l'uomo ha intrapreso un percorso di selezione, con lo scopo di isolare e moltiplicare quelle caratteristiche che rendevano un determinato vitigno particolarmente apprezzato. Il lavoro di selezione clonale per via agamica infatti, è molto importante per la viticoltura mondiale, in particolare in questo momento, in cui i risultati di un lento cambio delle condizioni climatiche iniziano a farsi sentire. Per quanto riguarda la frequenza dei fenomeni genetici che portano alla comparsa di nuove caratteristiche o alla ricomparsa di alcune perdute si può dire che, nel caso di mutazioni a livello delle gemme, se ne verifica una ogni milione di gemme analizzate; considerando che in un ettaro di terreno (10000 metri quadri) si hanno in media 4000 piante, che ogni pianta porta circa 10 germogli e che ogni germoglio è costituito da circa 10 gemme (per un totale di 100 gemme a pianta), si ha circa una mutazione ogni 2,5 ettari analizzati, non è quindi un fenomeno così sporadico. Da quest'ultima considerazione deriva poi l'idea che un vitigno presenta tante più mutazioni quanto più è antico, ad esempio il Sangiovese esiste come vitigno dal 1600, si ha quindi una grande variabilità intravarietale, conseguenza di quasi 500 anni di mutazioni su grandi superfici. Anche questo aspetto della variabilità può essere indagato basandosi su un gran numero di parametri, come nel caso della variabilità ambientale. I parametri in questione sono di tipo fisico, riguardanti caratteristiche della bacca e del grappolo (grandezza degli acini, peso medio del grappolo, numero di vinaccioli contenuti in ogni acino, …) e di tipo chimico, come quantità di polifenoli contenuti nella buccia, quantità di antociani, valori dell'acidità titolabile, ….
Questo aspetto della variabilità è strettamente genetico e considera lo sviluppo dei diversi cloni in questione in una situazione omogenea dal punto di vista ambientale.

2. Materiali e Metodi

2.1 *Indagine Ambientale*

Nel seguente paragrafo si andrà ad illustrare il lavoro svolto durante l'attività di tirocinio presso l'azienda Collepaste Srl di Scanzorosciate (BG). In questo periodo è stato monitorata con particolare attenzione la maturazione delle uve, rilevando i valori di acidità titolabile e grado zuccherino (espresso in gradi Babo) in campioni presi da due differenti parti della superficie dell'azienda, marcate da evidenti differenze pedologiche e microclimatiche, con lo scopo di tracciare un analisi sulla variabilità ambientale che caratterizza questo vitigno.
Verranno qui discussi i parametri misurati durante questo studio, che si è prolungato durante tutta la stagione produttiva del 2015, e i materiali utilizzati, verrà poi illustrata la situazione in cui si inserisce il vigneto in questione e l'andamento meteorologico dell'annata.

1.1.2. Inquadramento Aziendale



Inquadramento geografico (Fig. 11)

L'azienda Collepaste si trova a Scanzorosciate (BG), all'interno del territorio della DOCG per la produzione di Moscato di Scanzo e comprende una superficie vitata complessiva di 2589 metri quadri. La superficie vitata è caratterizzata da una pendenza media del 16% ed esposizione a nord ovest, il che permette di ottenere un'adeguata illuminazione per una corretta maturazione delle uve. L'impianto è stato realizzato nell'anno 2012 con circa 2000 piante (è stato scelto a tale scopo il portainnesto KOBER 5 BB) e la stagione 2015 è stata la prima stagione produttiva dell'azienda, per questo motivo nell'elaborato non si trovano valori riferiti ad annate precedenti, per quel che riguarda la maturazione delle uve. Date le particolari caratteristiche della superficie aziendale, che si trova in cima ad una collina e, come detto, si estende su una superficie contenuta, è stato deciso di realizzare un impianto con densità piuttosto elevata (circa 1,3 metri

quadri/pianta,distanza da pianta a pianta 90 cm, lunghezza dei filari 25 m, larghezza interfila 125 cm, totale file 77) in modo da sfruttare al meglio lo spazio senza compromettere la qualità, anche considerando la completa assenza di macchine operatrici per le diverse operazioni colturali, che vengono svolte completamente a mano, ma sempre rispettando i valori limite di densità espressi dal disciplinare di produzione. Sempre considerando le dimensioni dell'area vitata, per cercare di dare maggior valore al prodotto, l'azienda è in conversione per il biologico (processo che ha una durata totale di 3 anni) e segue quindi tutte le normative vigenti per la viticoltura biologica, sia nella fase di coltivazione che in quella di trasformazione, anch'essa svolta in azienda grazie alla presenza di una piccola cantina, recentemente ristrutturata. Sempre seguendo un indirizzo biologico, è stato scelto di mantenere un inerbimento permanente nelle interfila del vigneto, per favorire la presenza di specie antagoniste di patogeni o di specie indifferenti (che occupano spazio disponibile per lo sviluppo di patogeni), nonostante questa pratica richieda un assiduo monitoraggio della vegetazione (per impedire fenomeni di antagonismo tra vite e specie erbacee) e frequenti sfalci, per mantenere una situazione equilibrata.
Per quel che riguarda le tecniche di allevamento utilizzate, si è scelta la forma a spalliera semplice (con la vegetazione che cresce verso l'alto) ,forma di allevamento libera, basata su sistemi di sostegno con elementi verticali (in genere pali di cemento) e orizzontali (fili di ferro), uniti a formare un traliccio più o meno complesso, ma compreso sempre in un piano verticale. Per quel che riguarda la potatura invernale è stata scelta la forma a Guyot, per esaltare le caratteristiche del vitigno, è infatti una tecnica di potatura mista, che prevede l'accoppiamento di uno sperone (che viene chiamato *capo a legno* poiché a questo si demanda la formazione di un robusto legno di sostituzione) e di un tralcio più lungo (chiamato *capo a frutto*) disposto in modo da favorire la fruttificazione. E' un sistema che trova le sue origini ai tempi della Roma antica ed è molto utilizzato in Italia settentrionale e centrale, specialmente in collina

Grappoli in maturazione (Fig. 12)

(proprio per questo è stato scelto in questo caso), in località soleggiate con terreni piuttosto magri e siccitosi. Le controspalliere dei filari sono costituite da pali collegati da 4 fili di ferro, di cui il primo, che serve da appoggio per il capo a frutto, è tenuto ad almeno 50 cm da terra. Dopo la potatura corta del primo anno, all'inizio del secondo e del terzo anno le giovani viti possono già essere messe a frutto se il loro sviluppo vegetativo è stato buono. Il tralcio migliore viene piegato orizzontalmente, potandolo a 6-8 gemme, e sarà il primo capo a frutto, un altro più basso viene speronato a due gemme e servirà da capo a legno. L'anno seguente si effettua la classica potatura Guyot, che consiste nel sopprimere il vecchio capo a frutto (taglio del passato), accorciare in modo adeguato (ad 8-10 gemme) il più alto dei tralci del vecchio sperone (taglio del presente) e speronare a due gemme il più basso (taglio del futuro). Questa forma di allevamento è stata ritenuta la migliore per il caso dell'azienda in questione.
La fase di appassimento è portata avanti in un locale tradizionale in azienda, dove viene praticato il metodo dell'appassimento artificiale, che utilizza grandi ventilatori che fanno circolare aria secca e mediamente calda, favorendo la disidratazione degli acini e la cessione di sostanze polifenoliche dalla buccia. Anche la fase di trasformazione è completamente svolta in azienda, grazie al recente restauro di una piccola cantina preesistente. La quantità di vino prodotta questa stagione è molto esigua (circa 530 kg di uva da cui derivano 188 kg di vino), con una prospettiva futura che punta a raggiungere le 1000 bottiglie (è stata stimata una produzione potenziale del vigneto di 18 q.li, da cui possono essere ricavati fino a 5,4 Hl di Moscato di Scanzo) le dimensioni ridotte dell'azienda d'altro canto permettono un monitoraggio assiduo del prodotto, sia nella fase di coltivazione che in quella di trasformazione, e il raggiungimento di un alto livello qualitativo.
Il vigneto si presentava bene per questo tipo di indagine, grazie alla sua eterogeneità, particolarmente evidente in due aree della coltivazione, che sono quindi state scelte per effettuare i campionamenti. Nella prima zona (che si estende dalla fila 3 alla 10 nella parte alta del vigneto) le viti evidenziavano un vigore piuttosto marcato, producendo un maggior numero di grappoli, di dimensioni maggiori e con un maggior numero di acini (con un peso medio del grappolo di circa 90 g), le piante stesse si presentavano di maggiori dimensioni e con una vegetazione più rigogliosa (come si osserva dalle immagini), nella seconda zona presa in esempio invece, i frutti erano

Cassette in locale di appassimento (Fig. 13)

Torchio durante la pressatura(Fig. 14)

morfologicamente differenti (grappoli molto più spargoli e di dimensioni inferiori) e in numero minore, le piante dimostravano inoltre varie carenze nutritive (potassio ed altri elementi), ingiallimenti fogliari e minore vigore. Alla base di questa marcata differenza c'è sicuramente una forte componente a livello pedologico, si è notato infatti ,già durante l'epoca di impianto del vigneto, che nella seconda zona (dove le viti appaiono più deboli) lo spessore del suolo utilizzabile dalle piante non è sufficiente per uno sviluppo particolarmente vigoroso. In questa parte di vigneto infatti la roccia madre (il già citato Sass de Luna, un tipo di calcare marnoso tipico della zona, molto duro e resistente) arriva quasi in superficie e non permette un adeguato sviluppo dell'apparato radicale, questo si traduce in piante più deboli e meno vigorose, che mostrano determinate carenze di sostanze nutritive, proprio a causa della scarsa presenza di terreno utilizzabile e del ridotto sviluppo delle radici (problema che comunque si è pensato di risolvere in parte con adeguate concimazioni). Questa differenza a livello pedologico tra le due parti del vigneto, si è riscontrata, come già detto, anche a livello di portamento della pianta (cioè come la pianta cresce e la forma che assume) e questo ha portato alla formazione di due diversi microclimi dei grappoli delle due zone prese in esame. Ovviamente si è cercato di uniformare le condizioni del vigneto con apposite operazioni colturali (sfogliature e cimature), cercando di limitare il vigore nella prima zona e di tutelare i pochi frutti della zona più debole; nonostante ciò si è però riscontrata una evidente differenza a livello di portamento e di produzione (sia in termini qualitativi che quantitativi), come si osserva dalle immagini.

Zona debole del vigneto (Fig. 15)

Zona vigorosa del vigneto (Fig. 16)

2.1.2. Analisi Geo-Pedologica

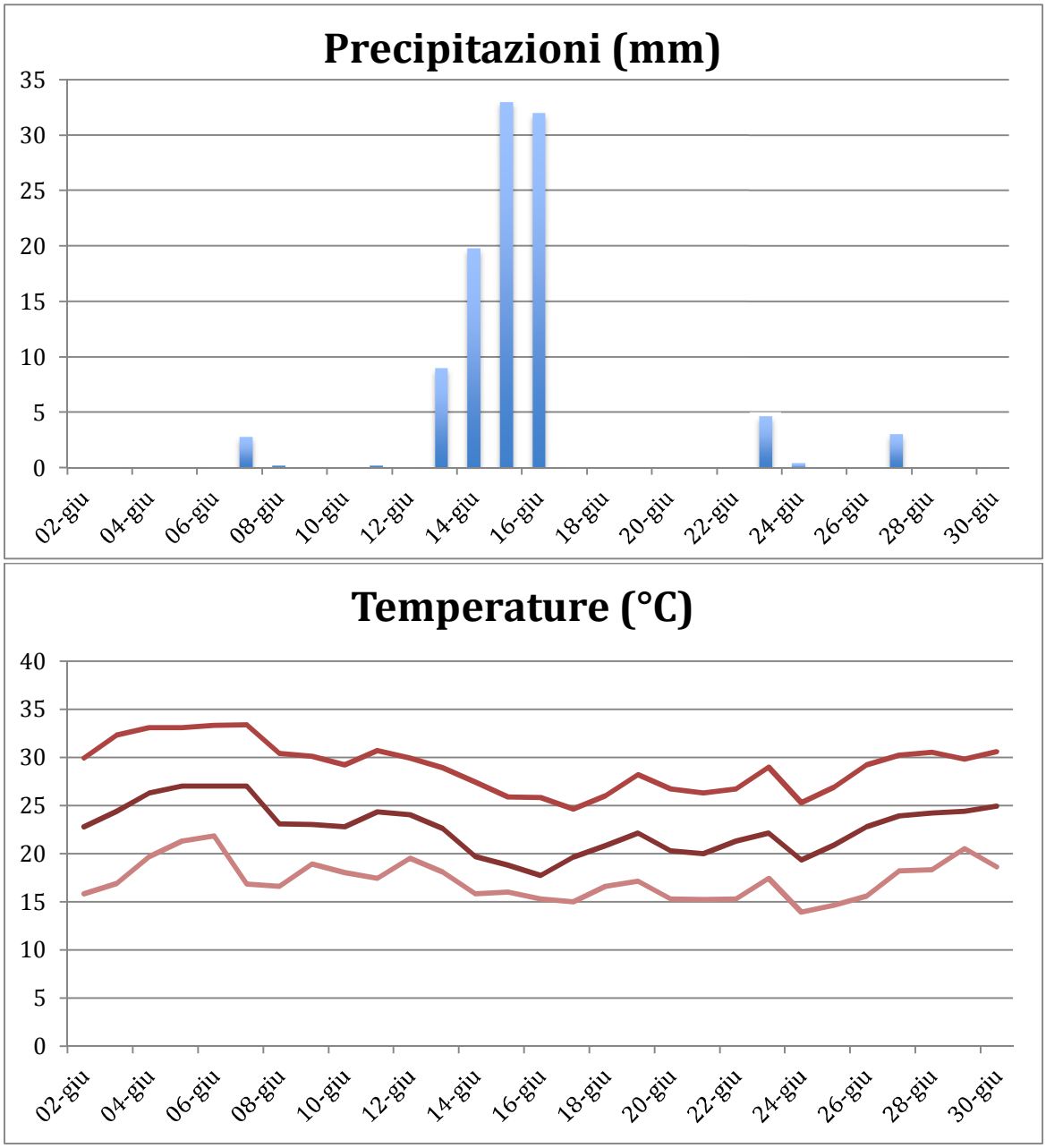
Il comune di Scanzorosciate si sviluppa in sponda sinistra del Fiume Serio ed è inquadrato nella sezione C5c2 della Carta Tecnica Regionale della regione Lombardia. Questo territorio si estende nella zona di raccordo tra i rilievi più meridionali della Catena Alpina e l'ampio bacino alluvionale della Pianura Padana. Si tratta di un territorio morfologicamente vario, caratterizzato a nord da un paesaggio collinare tipico delle aree prealpine e a sud da morfologie pianeggianti tipiche dell'ambiente padano. Le colline fanno parte di un ampio dominio conosciuto con il nome di Alpi Meridionali, all'interno del quale sono distinti cinque settori che presentano similitudini di associazioni tettoniche.
Per quanto riguarda il substrato roccioso, seguendo le indicazioni fornite dalla Carta Geologica della Provincia di Bergamo, si possono distinguere diverse unità cretaciche
-*Sass de la Luna*: alternanze di calcari marnosi grigio-bluastri, localmente selciferi, in strati piano paralleli che possono essere spessi fino a decine di centimetri, sono sedimenti torbiditici. Superiormente si hanno calcilutiti (tipo di calcare detritico a grana fine) grigio chiaro con intercalate marne rosse.
-*Unità Cenomaniane*: successione di depositi differenti caratterizzata, dal basso verso l'alto, da marne e calcilutiti rosse seguite da due banchi calcarei ad assetto caotico con noduli di selce sostituiti verso ovest da marne e calcilutiti rosse e grigie. Tra questi orizzonti calcarei sono inseriti peliti (roccia clastica composta prevalentemente da minerali della famiglia delle argille) ed arenarie fini di origine torbiditica, raggruppati in strati sottili.

-*Peliti Nere Superiori*: peliti grigio scuro e nere alternate ad arenarie fini di origine torbiditica.
-*Peliti Rosse*: pelati rosse massive; superiormente si ha alternanza di pelati rosse e grigie con arenarie micacee di origine torbiditica.
La DOCG Moscato di Scanzo interessa la parte meridionale del comune, dove la particolare morfologia del territorio, ai piedi del Monte Bastia, associata alla dura pietra calcarea (il già citato Sass de Luna) e spesso molto superficiale (a volte forma grossi noduli, impossibili da penetrare) concorrono a creare le condizioni ottimali che contraddistinguono questo vitigno. Il moderato spessore dello strato di suolo che ricopre questa particolare roccia madre limita infatti la vigoria del vitigno e permette di concentrare gli aromi e i diversi composti chimici nei pochi grappoli prodotti, che assumono la caratteristica forma spargola (frutto di una selezione genetica decennale), adatta a limitare gli attacchi di Botrite e la comparsa di altre muffe durante la fase di sovramaturazione (appassimento). Le pendenze che caratterizzano la zona collinare contribuiscono a rendere il territorio adatto alla viticoltura, nonostante questo rappreseti anche delle notevoli difficoltà operative.

2.1.3 Analisi Metereologica

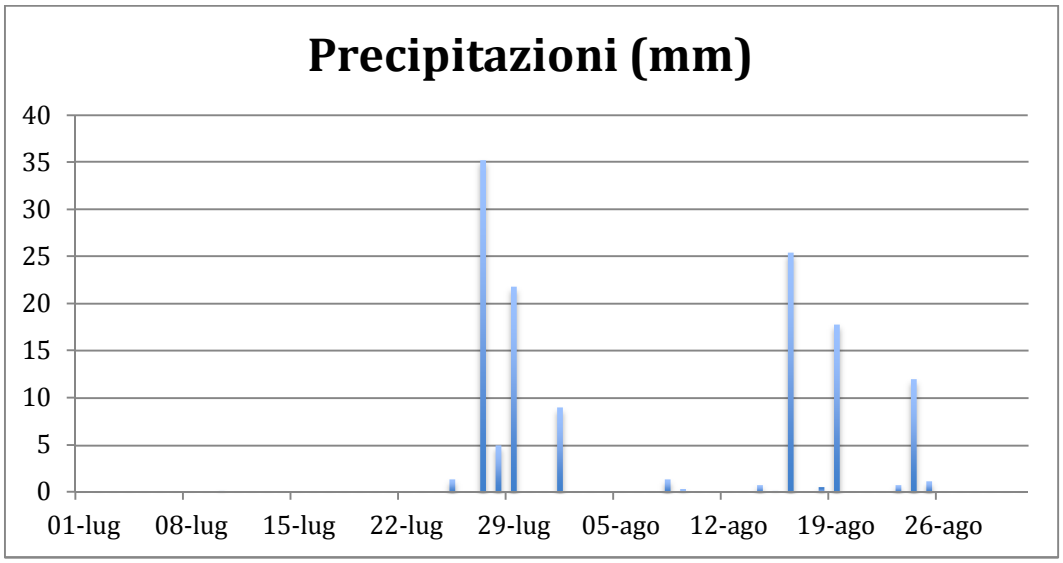
Il clima è un fattore determinante per la viticoltura e le combinazioni dei vari aspetti che lo descrivono influiscono in maniera decisiva sul prodotto finale. Sono numerosi i parametri che compongono e danno informazioni sul clima di una particolare regione (come temperatura, umidità, luce, precipitazioni, venti, …) ma i più importanti sono sicuramente i valori di temperatura e precipitazioni e meritano una descrizione più accurata per l'inquadramento di questo territorio e dell'annata di produzione. I valori della temperatura (massima, minima e media giornaliera) sono molto importanti in quanto influiscono, più di ogni altro parametro, sui singoli fenomeni biologici della vite. Per quanto riguarda gli estremi termici, nella viticoltura europea si parla principalmente delle minime stagionali, che richiedono l'interramento della pianta per valori inferiori ai -15 °C, ma che non rappresentano il caso del comune di Scanzorosciate. Inoltre questo tipo di resistenza è molto variabile, tra specie e specie e tra vitigno e vitigno, il Moscato di Scanzo mostra in generale una buona resistenza al freddo invernale ma è molto sensibile alle gelate primaverili. Valori di temperatura troppo alti vengono difficilmente raggiunti in Europa, è certo però che oltre un certo limite (difficile da stabilire in modo preciso) anche la vite può soffrire per eccesso di calore, soprattutto se questo è accompagnato da venti secchi e i grappoli vengono danneggiati in modo particolare (scottature e disseccamenti). Le temperature oltre i 40 °C portano alla chiusura degli stomi per evitare eccessiva perdita d'acqua da parte della pianta, con conseguente blocco dell'attività fotosintetica e della sintesi di zuccheri, in particolare se in concomitanza con una scarsa disponibilità idrica (nonostante la vite sia una pianta che richiede poca acqua per il suo sviluppo).
I valori che realmente sono determinanti per la qualità del prodotto finale sono quelli di temperatura media ottimale, che variano durante le diverse fasi di sviluppo della vite e corrispondono a circa 8-10 °C per il germogliamento, 22-26 °C fino all'invaiatura, 20-24 °C durante la maturazione e 18-22 °C nel periodo della vendemmia. La buona maturazione dell'uva poi è favorita da ampie escursioni termiche durante il giorno, è bene quindi che le alte temperature diurne siano compensate da un adeguato raffreddamento notturno.
In quanto alle esigenze idriche invece, si può dire che la vite non sia così sensibile alla carenza d'acqua rispetto alla disponibilità di luce e calore. Tra i fattori climatici le

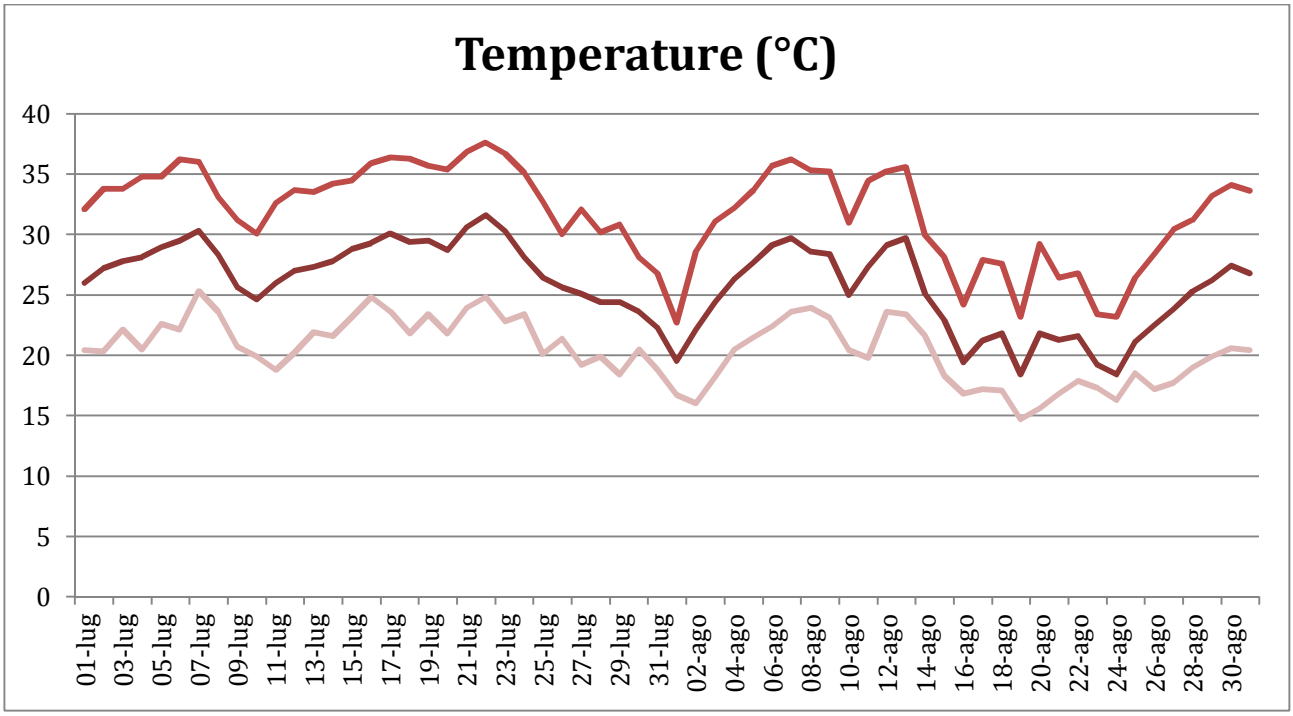
idrometeore sono un elemento determinante, soprattutto se eccessive e in particolare nell'area di produzione del Moscato di Scanzo, caratterizzata normalmente da frequenti precipitazioni durante l'anno e alti livelli di umidità, che favoriscono la comparsa di muffe e parassiti. Nella produzione di Moscato di Scanzo è vietata l'irrigazione artificiale (da disciplinare), ma è difficile che in questa zona la vite vada incontro a forte stress idrico ed evidentemente i problemi connessi al fabbisogno idrico della vite (troppa poca acqua disponibile) sono molto più sentiti nelle regioni meridionali a clima caldo-arido. Durante la fase di sviluppo degli acini, la vite si dimostra abbastanza resistente agli effetti della siccità, nel corso della maturazione tuttavia, le esigenze idriche della pianta aumentano notevolmente (intorno ai 100 mm per tutto il periodo); in questa fase però sono più favorevoli piogge brevi ed intense (tipico temporale estivo), anche perché un periodo prolungato di pioggia può favorire lo sviluppo di muffe e il danneggiamento dei grappoli. Durante il periodo della vendemmia invece, anche piccoli quantitativi di pioggia possono compromettere la qualità delle uve, in particolare nel processo produttivo del Moscato di Scanzo, che deve affrontare un periodo di sovramaturazione di almeno 21 giorni, al quale deve giungere perfettamente integro e asciutto, per evitare lo sviluppo di patogeni che andrebbero a comprometterne la qualità (es. Botrytis Cinerea). Importante è quindi anche la distribuzione delle piogge durante l'anno e non solo la quantità totale misurata in mm.
Parlando in generale si può dire che il clima nella zona della Denominazione di Origine del Moscato di Scanzo è di tipo temperato caldo (tipico clima delle medie latitudini), generalmente abbastanza piovoso e caratterizzato da estati molto calde, ma interessato da una notevole variabilità. La stagione produttiva del 2015 è stata particolarmente favorevole, con precipitazioni scarse e molto sole, accompagnato da temperature sopra la media. Per illustrare meglio l'andamento stagionale, vengono presentati qui di seguito dati su temperature (massime, minime e medie giornaliere) e precipitazioni che hanno interessato la passata stagione da giugno a fine ottobre, cioè nel periodo durante il quale sono state svolte le analisi; i valori sono stati registrati dalla centralina metereologica situata presso l'azienda La Meridiana, attualmente gestita dalla Cantina Sociale di Bergamo, si trova a 291 m.s.l.m., longitudine 9.743290543556213 latitudine 45.71142743358057.
Il mese di giugno, corrisponde alla fase di massimo accrescimento dei germogli (sottociclo vegetativo), che è pressochè parallelo alla fioritura (sottociclo riproduttivo) che avviene di solito verso metà giugno e termina con l'allegagione, dove da ogni fiore fecondato si sviluppa un acino (di solito la percentuale di fiori che allegano varia dal 20 al 60 %),nei fiori in cui l'allegagione non avviene, si assiste al fenomeno della colatura, ossia la caduta dei fiori e delle bacche durante i primi stadi di sviluppo (Marenghi, 2007). Durante questo periodo di intenso accrescimento della vite, fenomeni di estrema carenza di acqua possono portare all'arresto dello sviluppo, temperature intorno ai 20-22 °C e poche precipitazioni rappresentano la situazione ideale. Come si vede dai grafici, le precipitazioni che hanno interessato questo mese sono concentrate nella parte centrale del mese (corrispondente al periodo di massimo accrescimento dei germogli, circa 2-3 cm al giorno), con valori massimi intorno ai 30 mm al giorno, questa situazione è poi accompagnata da valori di temperatura ottimali, che rimangono sempre intorno ai 20 °C di media. Le massime e minime registrate sono rispettivamente di 33,8 °C e 13,9 °C, con valori massimi di escursione termica durante il giorno di 17 °C che si concentrano in modo particolare nella prima parte del mese. Il totale delle precipitazioni mensili è di 105 mm, distribuiti su 10 giorni durante il mese. Si conclude che per questo mese le condizioni sono state ottimali e adatte ad ottenere un prodotto di qualità.



Nei mesi di luglio e agosto si ha la fine della crescita vegetativa della pianta (di solito verso la fine di luglio) e inizia lo sviluppo degli acini secondo il classico grafico a doppia sigmoide, in particolare in questi mesi si ha il periodo erbaceo di sviluppo della bacca, che termina con l'invaiatura (di solito fine agosto) e durante il quale la bacca è verde e compie fotosintesi, la consistenza è dura, gli zuccheri sono poco rappresentati, al contrario degli acidi che presentano la massima concentrazione e tendono poi a diminuire nel corso della maturazione. Durante questa fase si ha un decisivo accrescimento della bacca per divisione cellulare, le temperature per uno sviluppo ottimale sono comprese tra i 22 e i 26 °C (temperatura media) e, come già detto, le esigenze idriche della vite in questa fase sono davvero minime. Anche in questo caso, come si evidenzia dai grafici, la stagione 2015 è stata molto favorevole, le precipitazioni infatti sono state scarse (soprattutto durante il mese di luglio) e ben distribuite, con un totale di 63,6 mm di pioggia caduta nel mese di luglio e distribuita su 5 giorni, mentre si sono

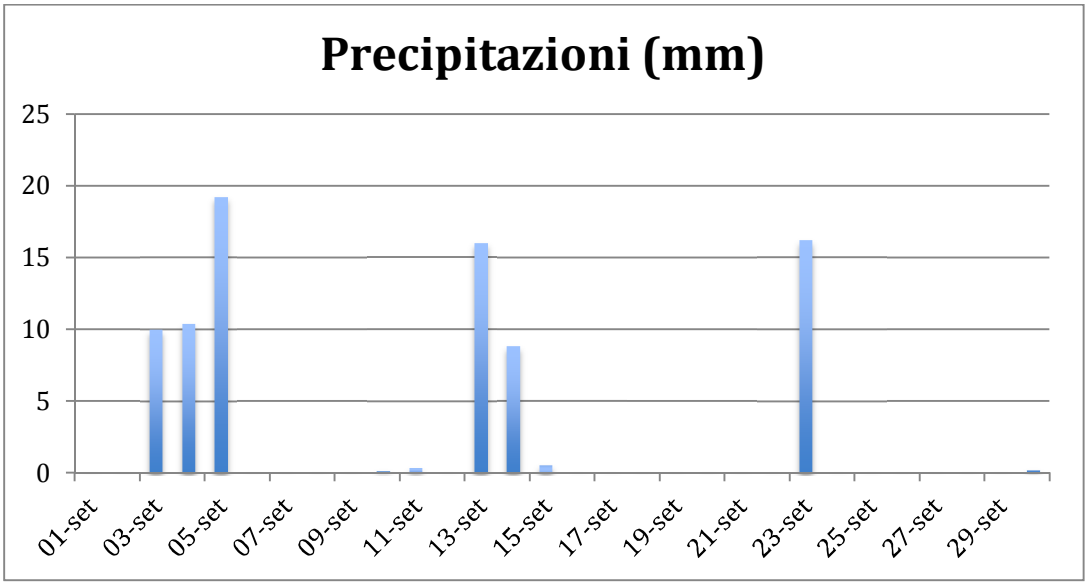
registrati 69,6 mm di pioggia totale nel mese di agosto, distribuiti su 11 giorni di precipitazioni. Per quanto riguarda le temperature la stagione si è dimostrata particolarmente calda, con medie sempre comprese tra i 25 °C e i 30°C (con picchi della media oltre i 30 °C), che si sono mantenute più o meno costanti fino alla seconda metà di agosto, quando è iniziato un graduale calo termico; le escursioni termiche durante il giorno sono rimaste abbastanza elevate, con valori massimi intorno ai 13-14 °C di differenza tra massima e minima.

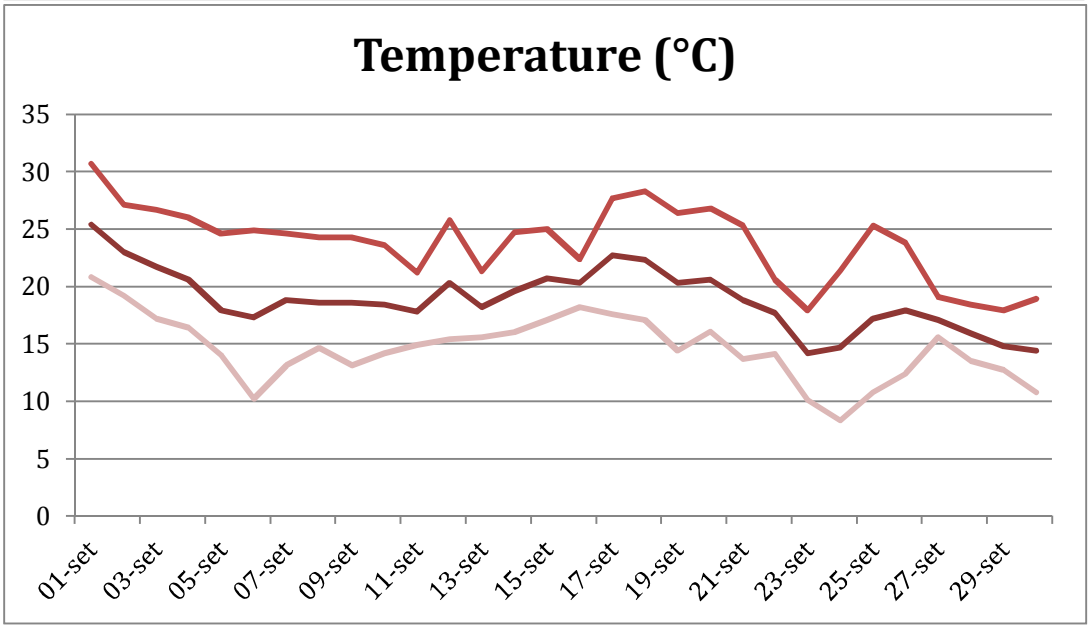




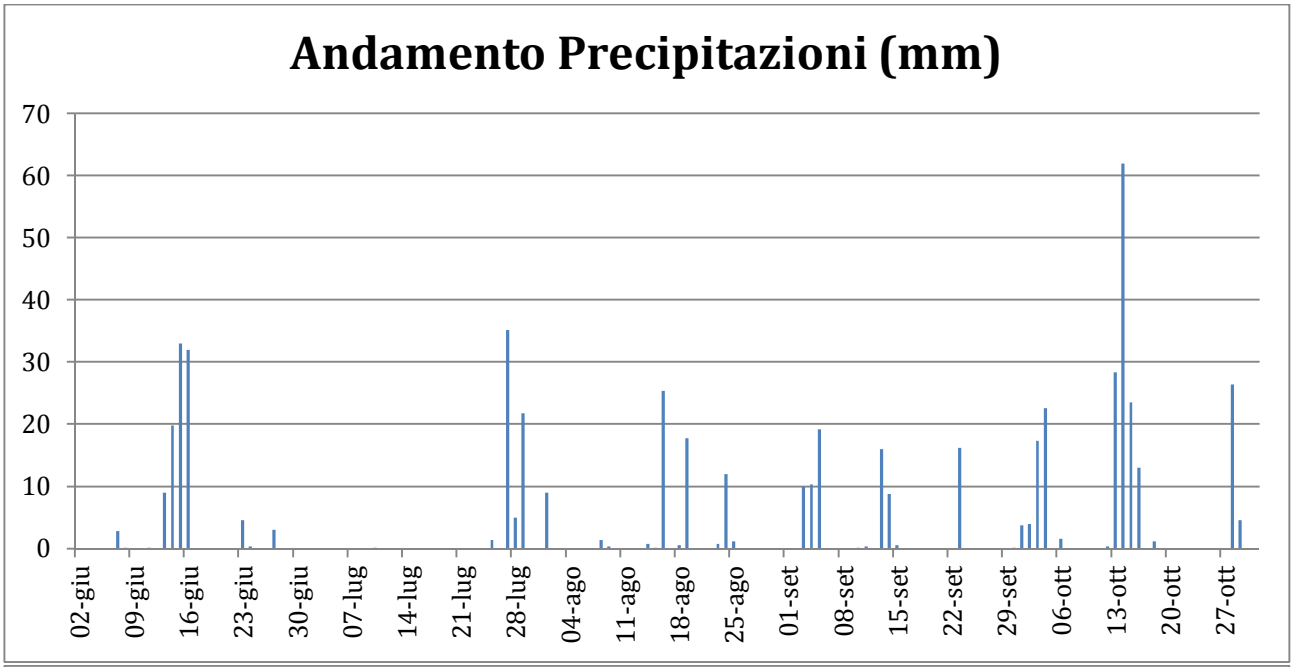
Durante i mesi di settembre ed ottobre, sempre a seconda dell'andamento stagionale, si ha la fase di maturazione dell'uva, che termina con la vendemmia, svolta di solito tra metà settembre e metà ottobre, a seconda dei diversi vitigni e dell'andamento climatico. In questo periodo, come si osserva dal grafico della figura 19, si ha un notevole aumento delle dimensioni della bacca, dovuto in questo caso a fenomeni di distensione cellulare e non più di divisione. In questa fase di sviluppo della pianta le condizioni ottimali di temperatura sono intorno ai 22-24 °C e le esigenze idriche della pianta aumentano (intorno ai 100 mm per l'intero periodo).

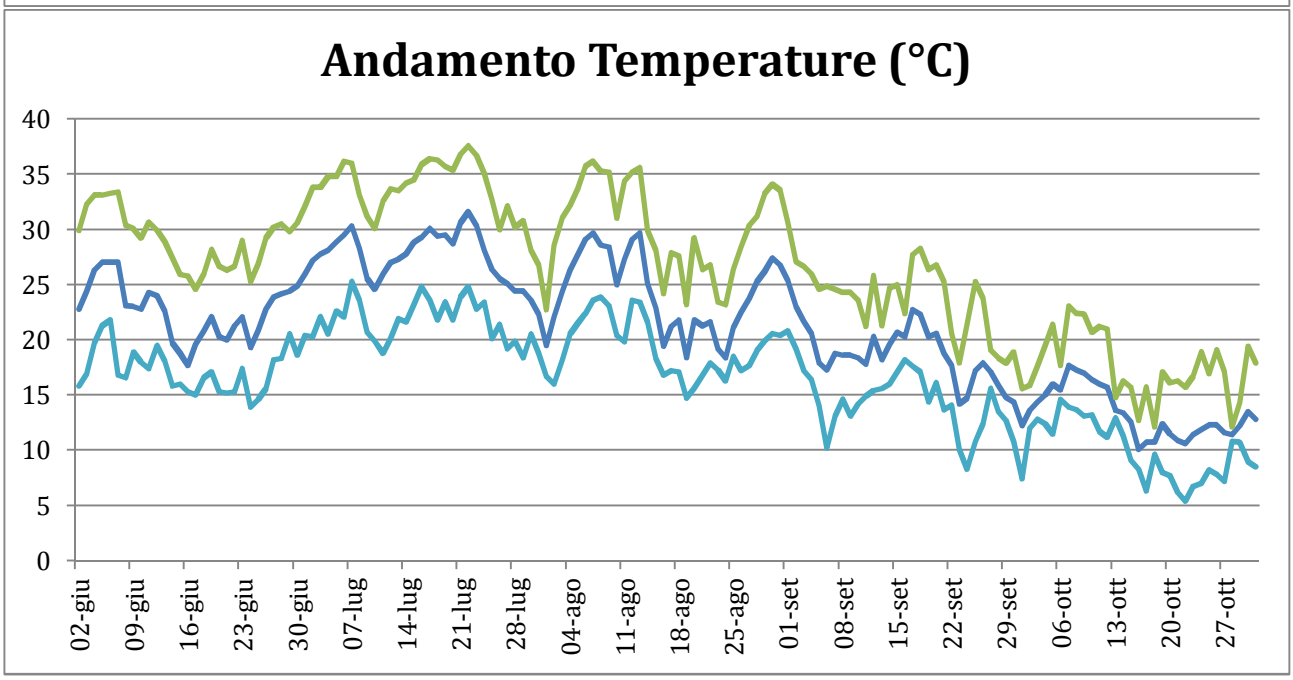
Come si osserva dai grafici, tenendo presente che la vendemmia è stata svolta il 20 settembre, i valori di temperatura si sono mantenuti ottimali per tutto il periodo, con temperature medie sempre intorno a 20-25 °C ed escursioni termiche evidenti tra giorno e notte (con punte di più di 10 °C di differenza). Le precipitazioni, come di consueto in questa zona geografica, hanno iniziato a diventare più frequenti, il che ha portato ad un aumento del rischio di comparsa di muffe e possibili danni ai grappoli; si sono registrati 81,4 mm di pioggia durante il mese di settembre, distribuiti su 10 giorni di precipitazioni. Per quel che riguarda il mese di ottobre, le piogge hanno subito un notevole aumento, sia in frequenza che in quantità di mm caduti, ma durante questo periodo si è svolto l'appassimento in azienda, con valori di umidità e temperatura controllati artificialmente per evitare l'insorgere di problemi legati alle muffe.





Per concludere con una visione d'insieme di questo periodo, è certo che l'annata 2015 è stata decisamente favorevole in quanto a condizioni climatiche nella zona considerata. Le temperature medie si sono dimostrate sopra la media, ma senza mai raggiungere valori preoccupanti per quanto riguarda la salute delle piante e la maturazione dei frutti. Anche le precipitazioni si sono mantenute su valori ottimali, intensificandosi solo dopo la vendemmia e con la quasi totale assenza di precipitazioni solide, frequenti in questa zona e incredibilmente dannose per i grappoli, fino alla totale perdita del raccolto, nei casi peggiori. Qui di seguito vengono riportati i grafici di precipitazioni e temperature (minime, medie e massime) con una visione d'insieme di tutto il periodo durante il quale è stato portato avanti lo studio.





2.1.4 Studio e Strumenti

In questa parte dell'elaborato si andrà a descrivere il tipo di analisi che sono state svolte per monitorare la variabilità ambientale e i materiali che sono stati utilizzati.
Per quanto riguarda il lavoro di campionamento e analisi, si è pensato di raccogliere periodici dati riguardanti l'acidità titolabile e il grado zuccherino, sia durante la fase di accrescimento e maturazione delle uve, che durante l'appassimento. Si è scelto di portare avanti questo lavoro vista la mancanza di documentazione riguardante questo vitigno, in particolare durante il periodo di sovramaturazione, e nonostante la semplicità dei dati raccolti (è stata analizzata solo acidità titolabile e grado zuccherino) sono stati ottenuti risultati interessanti. Bisogna poi sottolineare che è stato scelto di considerare solo queste variabili proprio per la semplicità di misurazione, così da poter svolgere le analisi autonomamente in azienda con una certa frequenza (più o meno ogni dieci giorni), in un periodo che ha compreso diversi mesi (da luglio a fine ottobre).

Vigneto in esame per lo studio della variabilità ambientale (Fig. 17)

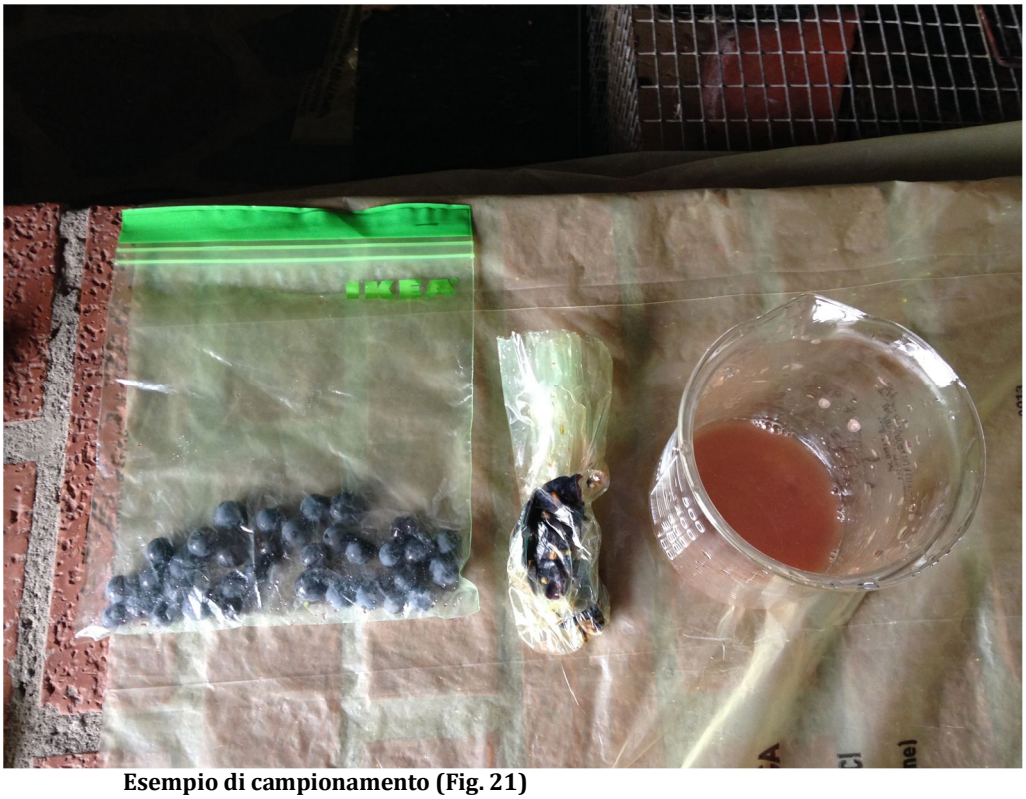
E' stato scelto di svolgere questa indagine proprio perché, come già detto, il vigneto si è dimostrato abbastanza eterogeneo (a causa di una zona ampiamente visibile, dove già nel momento dell'impianto era stato constatato l'eccessivo affioramento della roccia madre, molto dura e difficile da penetrare), con la netta divisione tra due zone che evidenziavano caratteristiche decisamente differenti, sia per quel che riguarda il vigore delle piante, che per il colore della chioma e per i risultati del raccolto in termini quali-quantitativi.

Azienda vista dell'alto: in giallo è stata evidenziata la parte vigorosa del vigneto mentre in rosso la parte debole (Fig. 18)

Per quel che riguarda i materiali utilizzati in questa parte dello studio, è stato scelto un classico rifrattometro per la misurazione del grado zuccherino durante la maturazione e l'appassimento, con espressione dei risultati in gradi Babo, mentre per la determinazione dell'acidità totale sono state effettuate delle titolazioni acido-base, titolando 7,5 ml di mosto (con aggiunta di indicatore blu di bromotimolo) con NaOH 0,1 M fino a pH 7 e registrando ogni volta i risultati. Per la raccolta dei campioni, una volta identificate le due zone del vigneto su cui portare avanti le analisi (zona vigorosa: da fila 3 a fila 10 nella parte alta; zona carente: da fila 11 a fila 17 nella parte bassa), sono stati eseguiti dei prelievi di circa 20 acini in totale per ogni campione, scelti in maniera totalmente casuale sia sulle fila, che sulla pianta (zona distale e prossimale), che sul grappolo stesso, per avere una situazione quanto più corrispondente alla realtà sei fatti.
Dal campione veniva poi estratto il mosto attraverso una semplice pressatura e filtrazione effettuata a mano, poche gocce venivano poi poste sul rifrattometro per misurarne il grado zuccherino. Per la rilevazione dell'acidità veniva invece prelevato un volume corrispondente a 7,5 cc con una buretta e titolato con NaOH 0,1 M, previa aggiunta dell'indicatore.

Campione appena raccolto (Fig. 19)

Materiale utilizzato durante le analisi (Fig. 20)



Esempio di campionamento (Fig. 21)

Considerando brevemente le variabili in questione, con il termine acidità titolabile (o totale) si intende la totalità di specie acide contenute nel mosto/vino, rappresentata sia da acidi fissi (come tartarico e malico) che da acidi volatili (come quello acetico). Questo valore di acidità si determina attraverso una titolazione acido base, in quanto esso rappresenta la quantità di equivalenti R-OH (R rappresenta la catena idrocarburica, OH rappresenta il gruppo alcolico) necessari per portare un litro di vino a pH 7. Gli acidi più rappresentati nel vino sono l'acido tartarico (da 4 a 7 g/l), l'acido malico (da 0 a 4 g/l), l'acido citrico (intorno a 0,5 g/l) e l'acido lattico (da 0 a 3 g/l), esistono poi altre specie acide ma solo in quantità inferiori a queste come l'acido succinico e l'acido acetico; l'acidità totale tiene quindi conto di tutte le specie acide, mentre non viene considerata l'acidità derivante da CO2 e SO2. Durante la maturazione gli acidi organici tendono a diminuire, in particolare a causa della notevole riduzione del contenuto di acido malico, che è però inibita dal forte vigore e dalle basse temperature. Al contrario la diminuzione dell'acido tartarico è favorita da un forte vigore, che favorisce l'assorbimento di potassio che salifica l'acido tartarico facendolo precipitare (sotto forma di bitartarato di potassio), e dall'abbondanza di acqua. Durante il periodo dell'appassimento invece le dinamiche sono più complicate ma sicuramente c'è un aumento nella concentrazione degli acidi organici, dovuto alla perdita d'acqua per evaporazione, il che determina un aumento della concentrazione delle sostanze disciolte.
Parlando degli zuccheri invece, ci si aspetta il comportamento opposto con l'avanzamento della maturazione, cioè l'aumento della loro concentrazione (con picchi di aumento giornaliero di 1-3 gradi Babo durante fine agosto-inizio settembre), che è però strettamente dipendente dalla somma della radiazione globale e dalle temperature medie diurne. Per la loro misurazione, come già detto, è stato utilizzato un rifrattometro, che si basa sulla misurazione dell'angolo di rifrazione formato dal raggio di luce che attraversa la soluzione esaminata, esprimendo il risultato in gradi Brix (che vanno da 0 a 35) o in gradi Babo (che corrispondono a 17/20 della scala Brix), i risultati possono poi essere poi convertiti in g/l di zucchero con l'uso di semplici formule che considerano anche parametri ambientali come la temperatura. Indicativamente, tra i valori di 16 e 21 gradi Babo e temperatura di 20°C, si può dire che 1° Babo corrisponde a circa 10 g di zucchero in 1000 g di mosto.

2.2. Indagine Intravarietale

In questo paragrafo verranno date informazioni riguardo al lavoro di analisi intravarietale, svolto su più cloni di Moscato di Scanzo grazie alla collaborazione con l'Università di Milano, che ha messo a disposizione misurazioni riguardanti diverse variabili chimico-fisiche, che sono poi state riorganizzate ed elaborate per rappresentare al meglio le differenze esistenti tra i diversi cloni. Le analisi sono state svolte nella struttura di ricerca della Regione Lombardia a Riccagioia, nell'Oltrepo' Pavese e fanno riferimento alla stagione viticola del 2014. In questa fase di studio, a differenza dell'analisi sulla variabilità ambientale, non sono stati fatti periodici rilevamenti su semplici parametri, al contrario la misurazione è stata fatta in un unico momento e sono state considerate numerose variabili, così da tracciare un quadro completo della situazione. Va detto inoltre che lo studio è stato svolto su cloni sperimentali che non sono in commercio, e i risultati sono stati utili per la selezione di materiale da omologare e possibilmente commercializzare nei prossimi anni. Il processo di certificazione prevede l'omologazione e l'iscrizione del clone selezionato al Registro Nazionale, il materiale passa poi attraverso una fase di pre-moltiplicazione, finalizzata a fornire il materiale di moltiplicazione del clone ai vivaisti, che con esso andranno a costituire i propri vigneti di piante madri. I vivaisti propagheranno gemme e/o talee prelevate annualmente da questi vigneti producendo il materiale "certificato" che viene commercializzato (con etichetta azzurra) ai viticoltori per l'impianto del vigneto. Al contrario l'analisi ambientale è stata svolta su materiale standard e attualmente in commercio e utilizzabile per la produzione di Moscato di Scanzo.
Le variabili in questione riguardano caratteristiche significative dei grappoli prodotti da ciascun clone e sono state organizzate in due diversi gruppi, uno con parametri di tipo fisico, l'altro di tipo chimico. E' stata poi portata avanti un' analisi delle caratteristiche aromatiche degli individui che si sono dimostrati più interessanti, misurando i valori di aromi liberi e glicosilati e registrando i composti ritrovati durante lo studio. In tutti e tre i casi i valori rappresentano una media eseguita su tre diversi campioni, così da ottenere un risultato quanto più rappresentativo della realtà.
In passato il lavoro di selezione intravarietale puntava alla scoperta di un "superclone" da utilizzare per la realizzazione di vigneti monoclonali, che racchiudesse in se tutte le caratteristiche del vitigno. Questo lavoro di pressione selettiva forte, risultava così in una forte riduzione della variabilità del vitigno (diminuendo così il margine di miglioramento), il prodotto cercava di essere quanto più omologo, tuttavia un determinato clone porta solo determinati caratteri positivi ed è impossibile che in esso si ritrovino tutte le caratteristiche positive di quel vitigno. Una volta riscontrato lo svantaggio di questo metodo, si è intrapresa un'altra via di selezione clonale, che consista nel metodo della pressione selettiva debole, con questa modalità si punta alla ricerca di più cloni che conservano diverse caratteristiche del vitigno e che essendo coltivati insieme, danno al prodotto finale tutte le caratteristiche che lo contraddistinguono. E' poi da dire che ogni clone risponde in modo diverso all'ambiente che incontra, questo fa emergere (nei vini prodotti) delle caratteristiche rispetto ad altre, tuttavia utilizzando miscele di più cloni questa marcata variabilità viene tamponata, così da poter ottenere un prodotto di alta qualità anche in annate che magari non sono particolarmente favorevoli.
Il Moscato di Scanzo non è stato oggetto di una particolare selezione clonale nel passato, a partire dal 2011 però, il Consorzio di tutela ha richiesto e ottenuto l'inserimento di questa varietà all'interno di un gruppo, composto da 51 vitigni in totale, oggetto di uno studio che mira alla valorizzazione e tutela dei vitigni e dei loro territori di produzione.

Sono già stati selezionate un certo numero di linee clonali esenti da virosi, ma il lavoro di selezione è lungo e delicato, questo studio è stato compiuto sui cloni già esenti da virosi e contribuisce al lavoro di selezione che è in corso attualmente. Le ricerche mirano al riconoscimento di cloni tra loro interdipendenti, con caratteristiche quali-quantitative complementari, così da andare a costituire vigneti policlonali, capaci di esprimere al meglio le caratteristiche del vitigno, rispetto alle coltivazioni monoclonali realizzate con materiale standard.
Dall'inizio della selezione intravarietale alla commercializzazione del materiale dovranno quindi passare alcuni anni, tuttavia questo tipo di organizzazione, a norma di legge, fornisce migliore garanzia al produttore finale, facendo si che la barbatella messa a dimora possieda le stesse caratteristiche genetiche e sanitarie della fonte primaria del clone.

2.2.1 Parametri Fisici

In questo gruppo rientrano importanti variabili fisiche che danno informazioni sui grappoli dei diversi individui e sulle diverse parti che compongono la bacca. Questi dati (come ad esempio il peso della bacca, peso del grappolo, numero di acini per grappolo, ecc.) sono rilevanti in quanto permettono una prima stima della produzione che deriverà da ciascun clone, dal punto di vista quantitativo. Parlando in generale infatti possiamo dire che gli acini rappresentano in percentuale il 92-97,5 % del peso del grappolo, sapendo questo è quindi piuttosto semplice calcolare la quantità di uva utilizzabile e conoscendo la resa uva-vino (in questo caso 30 %) si può stimare la produzione in litri. La selezione clonale di oggi, dà però più importanza alla qualità delle uve rispetto alla quantità di vino prodotto (approccio tipico della selezione negli anni 70'), cercando così di scegliere gli individui che producono un frutto adatto al particolare processo produttivo tipico di un vino come il Moscato di Scanzo, è infatti richiesto un grappolo abbastanza spargolo, con una particolare dimensione della bacca, per evitare problemi sanitari (comparsa di muffe, ecc.) in particolare durante il periodo dell'appassimento, e una buccia non troppo sottile, così da non essere facilmente danneggiabile da microrganismi e insetti. Proprio su questa base viene effettuato il lavoro di selezione, vengono scelti i cloni che portano un grappolo di media grandezza, con forma conico-piramidale piuttosto allungata; la bacca è di forma ovale, anche in questo caso non deve essere troppo grande, per permettere l'arieggiamento dei singoli acini, così da andare a costituire un grappolo abbastanza spargolo, che non vada incontro a marciumi durante l'appassimento.

2.2.2 Parametri Chimici

Il lavoro di selezione clonale va oltre gli aspetti strettamente agronomici e sanitari del vitigno ma cerca di migliorare le caratteristiche potenziali del prodotto finale, a partire dagli anni 70' infatti è stata data molta più rilevanza a quelle variabili che danno informazioni sulla qualità delle uve, piuttosto che sulla quantità di vino potenzialmente ottenibile da queste.
Durante il lavoro di analisi sulla variabilità intravarietale, sono quindi state analizzate numerose variabili di tipo chimico, di grande importanza soprattutto per quanto riguarda gli aspetti enologici del vitigno considerato, cioè per la qualità del vino che si andrà a ottenere da quelle uve. La qualità dell'uva quindi non viene più valutata solamente considerando la resa in mosto e lo stato fitosanitario, ma vengono esaminate altre

importanti variabili come la concentrazione zuccherina, l'acidità totale, il profilo quali-quantitativo aromatico e polifenolico.
Tra le variabili più importanti per la selezione dei migliori cloni troviamo, oltre al grado zuccherino e all'acidità totale (di cui si è già parlato nel precedente paragrafo riguardante la variabilità ambientale), il contenuto totale di polifenoli (espresso in mg su litro di mosto) e la loro distribuzione percentuale tra buccia e vinaccioli. Queste sostanze, presenti in parti diverse della bacca, sono caratterizzate da un anello benzenico sostituito da uno o più gruppi ossidrilici (-OH) e possono essere raggruppate in "non flavonoidi" (es. acidi fenolici) e "flavonoidi" (es. antociani, flavonoli, tannini, …), sono responsabili di importanti caratteristiche del vino, come il colore e il sapore (oltre alla possibilità di utilizzare alcuni trattamenti di chiarifica mediante collaggio, in quanto queste sono sostanze elettronegative). La buccia dell'acino è sicuramente la parte della pianta dove queste sostanze si ritrovano in maggiore quantità, gli acidi fenolici (contenuto totale nei vini rossi compreso tra 100 e 200 mg/l) si trovano però maggiormente nella polpa mentre nei vinaccioli (semi) si ritrovano tannini con forti caratteristiche astringenti (non ottimali per il profilo sensoriale del vino).
Descrivendo brevemente queste sostanze possiamo dire che gli acidi benzoici (come l'acido gallico, vanillico e salicilico) si trovano nell'uva principalmente in forma glicosilata (cioè legati al glucosio), mentre le forme libere sono più presenti nel vino, gli acidi cinnamici invece (come l'acido caffeico, cumarico e ferulico) si ritrovano nell'uva principalmente in forma esterificata con l'acido tartarico, rappresentano i principali composti fenolici dell'uva bianca e sono facilmente ossidabili per via enzimatica, possono inoltre essere trasformati in fenoli volatili da parte di microrganismi come *Batteromyces*. I flavonoli (es. quercetina, miricetina, …) sono i pigmenti gialli dell'uva rossa e bianca e sono contenuti nella buccia in forma glicosilata (nei vini rossi circa 100 mg/l). Gli antociani sono i composti responsabili del colore (es. malvidina, cianidina, …), assenti in uve bianche e presenti fino a 1800 g/l in quelle rosse, la loro sintesi varia da vitigno a vitigno e hanno un andamento stagionale tipico, aumentano decisamente dall'invaiatura fino alla completa maturazione fisiologica della vite, per poi iniziare a diminuire. Va poi detto che gli antociani non sono molecole stabili, diminuiscono infatti nel corso dell'affinamento e scomparirebbero nel giro di qualche anno a causa della loro ossidazione e precipitazione. Si nota però che il vino non si decolora durante l'invecchiamento, questo è dovuto all'interazione che si viene a creare tra antociani e tannini con la formazione di composti con colore variabile (dall'arancio al violaceo) a seconda dei monomeri coinvolti e che sono poco sensibili al pH. L'ultimo gruppo di polifenoli da descrivere sono proprio i tannini, responsabili di particolari caratteristiche organolettiche, in particolare l'astringenza. Questi composti vengono sintetizzati da numerose piante oltre alla vite (es. querce, castagni, …) e chimicamente parlando, sono oligomeri o polimeri di unità monomeriche che presentano le caratteristiche dei fenoli (anello benzenico e gruppi ossidrilici), in grado di originare prodotti stabili legandosi a proteine e polisaccaridi. I tannini presenti nell'uva sono detti "condensati" (mentre quelli presenti nel legno di quercia delle botti sono "idrolizzabili", un esempio sono gli ellagitannini) e si ritrovano nella buccia e nei vinaccioli, sono chiamati così perché derivano dalla polimerizzazione di unità monomeriche chiamate catechine (che sono flavanoli), queste non possono essere considerate tannini veri e propri nella loro forma monomerica (né in termini di massa, né in termini di reattività verso proteine e polisaccaridi) ma in forma di dimeri evidenziano già le proprietà tipiche dei tannini. Le catechine possono essere di diversi tipi (es. catechina, epicatechina, …) e l'unità monomerica e le dimensioni del polimero vanno a determinare la loro reattività, il grado di polimerizzazione di questi flavanoli influisce inoltre sull'astringenza dei tannini (astringenza massima tra le 7 e le 10 unità monomeriche, poi diminuisce), proprio in

questo sta la differenza tra quelli contenuti nei vinaccioli (polimerizzazione aumenta nel corso della maturazione, sono molto astringenti) e quelli contenuti invece nella buccia (presentano un grado di polimerizzazione maggiore rispetto ai tannini dei semi, sono quindi più delicati). Anche la quantità di tannini contenuti nella bacca segue un andamento piuttosto schematico (con variazioni in base al vitigno e alle caratteristiche ambientali e climatiche), se per gli antociani l'accumulo inizia a partire dall'invaiatura, per i tannini inizia in corrispondenza con lo sviluppo del frutto, i tannini delle bucce aumentano fino alla maturazione della bacca, per poi mantenersi su un valore piuttosto costante, al contrario quelli contenuti nei vinaccioli, nonostante siano interessati da una variazione più contenuta, diminuiscono fino alla maturazione fisiologica, per poi iniziare ad aumentare lentamente (sviluppo opposto agli antociani).
Durante lo studio è stata analizzata la quantità di polifenoli totali presenti nella buccia (espressi in mg di polifenoli per grammo di buccia), nei semi e nel mosto (in questo caso espressi in mg/l), nonché la loro distribuzione percentuale nelle diverse parti della bacca (buccia e semi) che, come detto prima, influisce sulle caratteristiche organolettiche del prodotto finale.
Le analisi sono state fatte nel momento di maturità fenolica e aromatica (che insieme determinano la maturità enologica), cioè quando la raccolta dell'uva sarebbe stata ottimale non solo per quel che riguarda il rapporto zuccheri/acidità, ma anche per il contenuto in polifenoli e per lo sviluppo dei tipici aromi varietali.

2.2.3. Caratteristiche Aromatiche

Per quel che riguarda le caratteristiche aromatiche all'interno del vitigno Moscato di Scanzo, durante lo studio sono stati selezionati i cloni che da questo punto di vista si dimostravano più interessanti e rappresentativi. Una volta registrate tutte le sostanze presenti, queste sono state poi raggruppate a seconda della loro natura, in aldeidi, alcoli, terpeni, ecc. e ad ogni sostanza è stato associato un determinato descrittore aromatico, che appunto da informazioni sull'aroma che quella particolare sostanza conferisce all' uva o al vino (es. erba, fiori, frutta verde-foglia, ecc.). Queste informazioni sono poi state integrate dall'inserimento della soglia di percezione dei singoli composti, proprio per la loro forma chimica infatti, alcuni composti possono essere percepiti anche se presenti in concentrazioni minime, mentre altri necessitano di concentrazioni più alte per essere notati, così alcune sostanze avranno soglie di percezione nell'ordine dei mg/l, altre invece di microgrammi/litro e così via. Di grande importanza è anche il rapporto che intercorre tra i diversi aromi, una particolare sostanza infatti è tanto più sentita quanto più disaffine al mezzo in cui si trova, così tutto ciò che è idrofobo sarà molto più percepito rispetto alle sostanze idrofile.
I composti ritrovati sono poi stati divisi a seconda della forma con cui si presentavano in due gruppi, quelli legati agli zuccheri (sostanze glicosilate) e quelli in forma libera, questi due gruppi di composti sono poi stati messi in relazione per evidenziarne le differenze quantitative.
Parlando in modo generale, le sostanze aromatiche in un vino vengono divise in *odorifere* e *odorigene*. Le prime sono sostanze che passano inalterate dall' uva al vino, le seconde sono sostanze non necessariamente odorose che però formano determinati prodotti di reazione con altri componenti del vino e del mosto, dando origine a composti con un particolare aroma. Tra gli aromi di un vino figurano sia sostanze volatili già presenti nell'uva, che vengono chiamati "aromi varietali" (sostanze odorifere) e i loro precursori (sostanze odorigene), sia aromi che vengono estratti nei processi precedenti alla fermentazione, chiamati "aromi pre-fermentativi", che dipendono dalle tecniche di

lavoro dell'azienda (ad esempio se si lavora in modo intenso con lavorazioni meccaniche si possono creare sostanze che nel vino daranno un particolare sentore di erbaceo-vegetale, caratteristiche indesiderate,). Esistono poi aromi che derivano dai processi fermentativi, prodotti principalmente dai lieviti che portano avanti la fermentazione, chiamati "aromi fermentativi", che sono i più rappresentati a livello quantitativo, e aromi "post-fermentativi" che si originano durante la conservazione e l'affinamento del vino (in botte o in bottiglia).
In questo studio sono stati considerati solo gli aromi varietali, proprio per una valutazione preliminare dei cloni e anche per l'assenza di un processo di vinificazione a partire da questo materiale. Tra questi sono presenti alcuni composti di notevole interesse enologico, notoriamente in grado di influenzare in maniera determinante le caratteristiche aromatiche del vino. Un'interessante caratteristica di alcuni composti volatili derivanti dall'uva, in particolare terpeni, norisoprenoidi e composti solforati, è che essi sono presenti in larga parte sotto forma di precursori non odorosi e vengono rilasciati nel corso della vinificazione e/o dell'invecchiamento del vino, con conseguente aumento della complessità aromatica (Williams, 1993).
Passando ora a descrivere brevemente gli aromi varietali dell'uva, si è soliti dividere queste sostanze in quattro gruppi: terpeni, norisoprenoidi, metossipirazine e composti solforati. I primi sono presenti nell'uva soprattutto in forma glicosilata (quindi legati ad uno zucchero, terpenoli) e solo in piccola parte in forma libera, la loro quantità varia da vitigno a vitigno ma una cultivar aromatica (come il Moscato di Scanzo) ha sempre delle sostanze terpeniche nel suo patrimonio aromatico, anche se non sono necessariamente queste sostanze a conferire al vitigno il suo aroma caratteristico. In linea generale i terpeni sono composti a 10 atomi di carbonio, quelli più profumati ed importanti ricadono nella classe degli alcoli (linalolo, nerolo, geraniolo, …) ma possono anche essere presenti sotto forma di acidi, esteri, aldeidi, ecc. Di solito i terpeni glicosilati non hanno alcun odore, indipendentemente dallo zucchero a cui sono legati (glucosio, arabinosio, …), solo con l'intervento dell'enzima beta-glicosidasico si riesce a rompere il legame, rendendo così percepibile questo gruppo di sostanze. In generale la sintesi dei terpeni inizia dopo l'invaiatura e termina prima della maturazione tecnologica, va detto poi che la loro sintesi è favorita da temperature più basse di quelle necessarie per la sintesi degli antociani. I norisoprenoidi derivano invece dalla degradazione dei carotenoidi (molecole ad alto peso molecolare che di solito hanno più di 20 atomi di carbonio) che sono localizzati prevalentemente nella buccia, si formano già quando l'acino è verde e sono rappresentati soprattutto da beta-carotene e xantofille. I norisoprenoidi posseggono 9,10,11 o 13 atomi di carbonio e come i terpeni, sono presenti nell'uva soprattutto in forma glicosilata, con il progredire della maturazione i carotenoidi diminuiscono a favore dei norisoprenoidi da essi derivati. Tra i più importanti troviamo il beta-ionone e il beta-damascenone, caratterizzati da soglie di percezione basse, danno un contributo olfattivo che di solito è trascurabile nei vini bianchi e apprezzato nei vini rossi.
Le metossipirazine sono invece composti eterociclici azotati, proveninti dal metabolismo degli amminoacidi, le ritroviamo principalmente in forma libera ma una piccola parte sono anche in forma combinata. Questi composti danno un particolare sentore di erbaceo, con basse soglie di percezione, si ritrovano specialmente nell'uva immatura (e in particolare abbondano e sono caratteristiche di alcune cultivar come Sauvignon Blanc e Cabernet-Sauvignon) e diminuiscono in maniera rilevante durante la maturazione. Tra i composti solforati troviamo sostanze di varia natura, tra cui i tioli, ritrovati in particolare in vini da uve Sauvignon, dove contribuiscono positivamente all'aroma del vino, conferendo note fruttate, di ginestra e pompelmo. Queste sostanze derivano dal metabolismo degli amminoacidi solforati, sono quindi presenti nell'uva come precursori

(legati alla cisteina) e sono liberati dall'attività liasica di Saccharomyces Cerevisiae durante la fermentazione, ne risulta quindi che il vino sia più aromatico dell'uva. In molti vini sono considerati responsabili di difetti olfattivi. Queste molecole sono sensibili all'ossidazione, perciò nella produzione di vini in cui questi aromi sono importanti, si cerca di lavorare in condizioni di riduzione, lontani dall'ossigeno.
Nel lavoro di selezione tra i pochi cloni presi in esame si è quindi considerata sia la totalità dei composti ritrovati, associati ad un determinato descrittore aromatico, sia la forma con cui questi composti si presentavano (liberi o in forma combinata). Lo scopo della selezione non è quello di trovare un unico clone che in sé riassuma tutte le caratteristiche della cultivar (obbiettivo che tra l'altro è difficile da raggiungere poiché solo alcune caratteristiche si presentano in ciascun individuo), bensì di trovare coppie o gruppi di individui con caratteristiche tra loro complementari, così da creare coltivazioni di tipo policlonale, che rappresentino al meglio le qualità del Moscato di Scanzo. In questo modo anche la variabilità ambientale del vitigno viene compensata, la presenza di diversi cloni che rispondono diversamente alle condizioni ambientali permettono infatti di ottenere una produzione più costante (sia in termini qualitativi che quantitativi), soprattutto se confrontati con una coltivazione monoclonale, che può dare risultati decisamente differenti a seconda dell'annata.

3. Risultati

In questa parte dell'elaborato vengono riportati e discussi i risultati ottenuti durante il periodo di studio. Nel primo paragrafo vengono descritti i valori misurati durante il tirocinio presso l'azienda Collepaste S.r.l., riguardanti la variabilità ambientale della cultivar Moscato di Scanzo; nella seconda parte di questo capitolo si affrontano invece i risultati derivanti dalle analisi svolte su diversi cloni di Moscato di Scanzo , riguardanti parametri fisici e chimici. Nell'ultima parte vengono poi discusse le diverse caratteristiche aromatiche dei cloni oggetto di esame, riportando i composti ritrovati nelle analisi e la forma con cui si presentano (liberi o combinati).

3.1 *Valutazione della Variabilità Ambientale*

Come detto in precedenza la valutazione sulla variabilità ambientale è stata portata avanti durante il periodo di tirocinio presso l'azienda Collepaste situata a Scanzorosciate (BG), proprio per l'evidente eterogeneità del vigneto in questione, che si presentava particolarmente adatto a questo tipo di indagine.
Per monitorare con costanza questa variabile si è pensato di raccogliere dati di semplice misurazione, con analisi che potessero essere portate avanti con semplicità direttamente in azienda, senza ricorrere ad un laboratorio. Si è quindi deciso di registrare solamente i valori di grado zuccherino (espresso in gradi Babo) e di acidità totale di campioni provenienti da due diverse zone del vigneto (una più debole ed una più vigorosa),raccolti con una frequenza di circa una misurazione ogni settimana. I dati sono stati registrati da inizio invaiatura (circa metà agosto) fino al momento della raccolta (fine settembre), le misurazioni sono poi continuate durante il periodo di sovramaturazione (appassimento artificiale in azienda, che ha avuto una durata di circa 35 giorni, terminando il 25 ottobre) con altri quattro campionamenti e i risultati ottenuti sono stati messi in grafico per evidenziare le differenze tra le due zone.
Parlando in generale, i valori registrati hanno dimostrato una marcata differenza in termini di acidità e grado zuccherino dei campioni esaminati, anche il colore del mosto estratto dai singoli campioni faceva intendere una notevole diversità tra le due parti del vigneto, che venivano poi confermate dalle analisi chimiche.

Mosto estratto da due campioni situati in parti differenti del vigneto, quello di sinistra proviene dalla zona più vigorosa mentre quello di destra da quella più debole (Fig. 22)

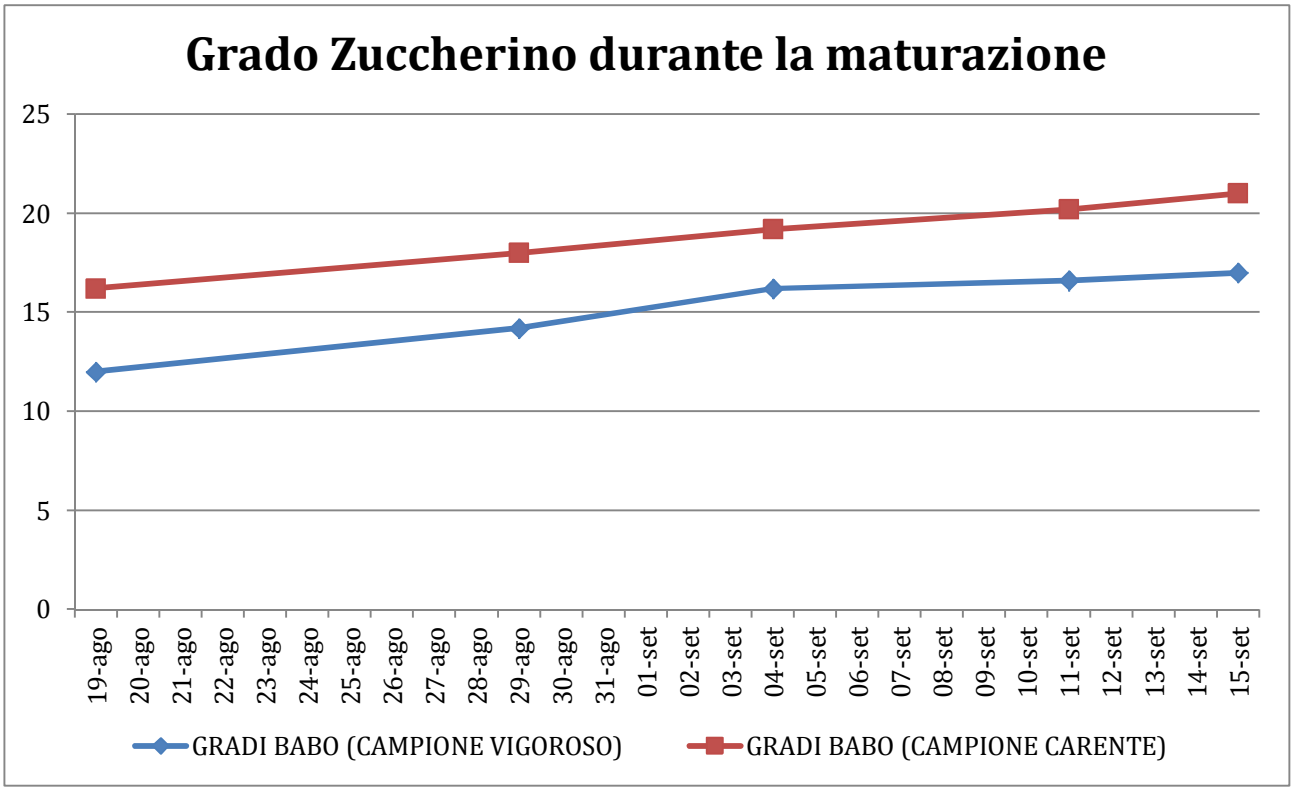
I campioni, come detto nel precedente capitolo, sono stati prelevati in modo del tutto casuale, uno per ciascuna delle due zone considerate.

3.1.1. Grado Zuccherino

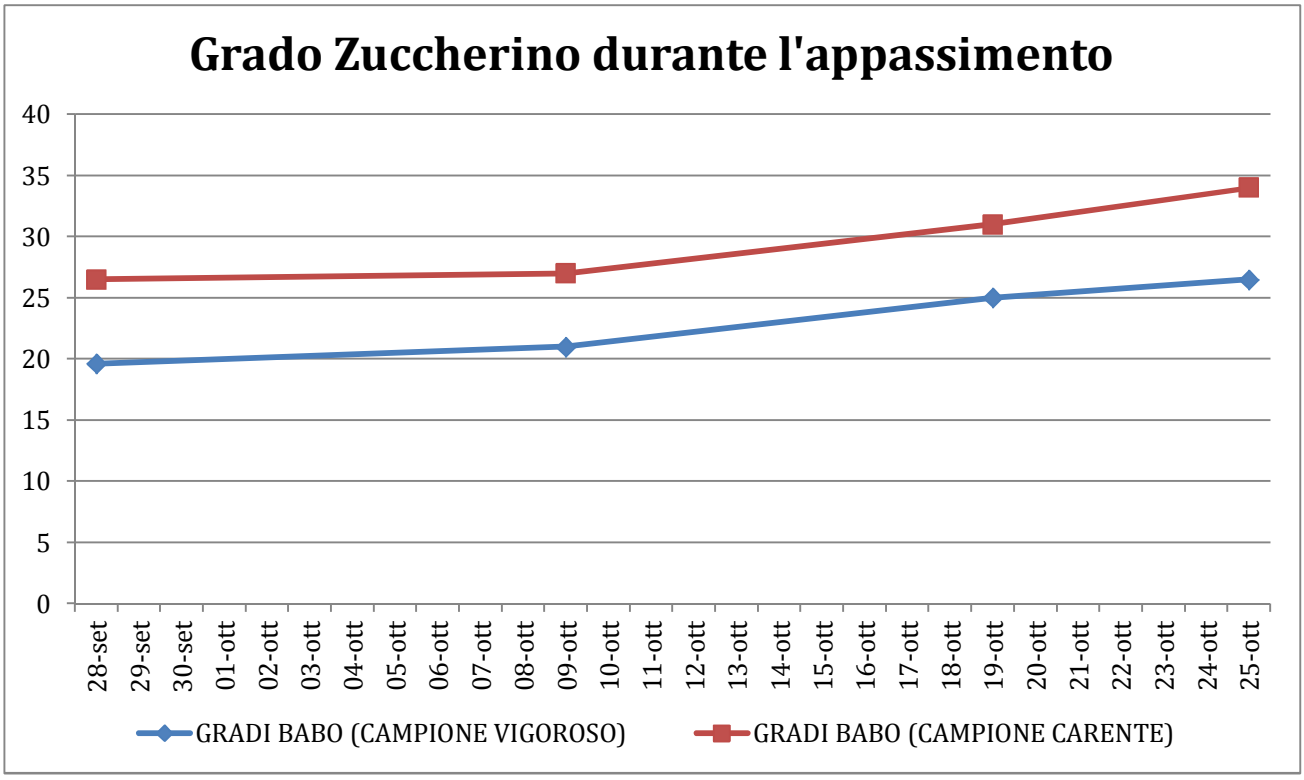
Come già detto, sappiamo che la quantità di zuccheri contenuti nell'uva è determinata, a parità di condizioni colturali, dall'ambiente di coltivazione della vite, ed in particolare dalle condizioni pedoclimatiche (terreno e livello di insolazione durante la fase di maturazione), che determinano l'attività fotosintetica della vite ed il conseguente accumulo di carboidrati negli acini.
Gli zuccheri principalmente rappresentati nell'uva e nel mosto sono glucosio e fruttosio, che vanno a costituire il 20-22 % della composizione totale delle sostanze ritrovate nella bacca. Il monitoraggio del contenuto zuccherino è di fondamentale importanza, proprio perché sono questi zuccheri che verranno poi trasformati in etanolo dai lieviti durante la fermentazione alcolica, secondo la nota equazione chimica:

$$C6H12O6 \rightarrow (2)CH3CH2OH + (2)CO2 + calore$$

Ci si aspetta, indipendentemente dall'andamento meteorologico stagionale, un progressivo aumento del contenuto di zuccheri nella bacca con l'avanzare della stagione produttiva (ed un rapporto glucosio-fruttosio che tende ad andare in favore del secondo, variabile che però non è stata considerata durante questo studio). Anche nel periodo di appassimento ci si aspetta un aumento del contenuto zuccherino, questa volta però a causa della progressiva disidratazione a cui vanno incontro gli acini (per evaporazione dell'acqua contenuta nella bacca), che determina un aumento della concentrazione delle sostanze disciolte, tra cui gli zuccheri (che nel caso dell'uva passa possono arrivare al 72 % della composizione dell'acino).
Riguardo al contenuto di zucchero delle bacche è stata registrata un'alta variabilità nei valori dei due diversi campioni, con punte intorno ai sette gradi Babo di differenza. Questi risultati vengono giustificati dal fatto che, nella zona più debole, le piante hanno prodotto un quantitativo decisamente inferiore di uva, con conseguente concentrazione degli zuccheri (e delle altre sostanze) nei pochi acini a disposizione. Oltre a questo, il minor vigore delle piante cresciute nella zona del vigneto che non permetteva un adeguato sviluppo dell'apparato ipogeo, ha determinato la presenza di un minor numero di foglie, disposte in modo ampio sulla pianta, così da agire sempre da *source* (si dice *source* un qualsiasi organo della pianta che produce fotosintetati, in contrapposizione con *sink*, cioè un organo che richiama fotosintetati necessari al suo sviluppo) ed evitando di competere tra loro. In questo modo la gran parte delle sostanze prodotte dalla pianta confluiscono verso i frutti, proprio per l'assenza di altri organi che le richiedano. Un alto rapporto foglie/grappoli è infatti favorevole all'accumulo di zuccheri nelle bacche, sempre che la superficie delle foglie sia fotosinteticamente attiva, ecco perché oltre un certo limite (che varia da vitigno a vitigno e in base alle condizioni ambientali) un aumento del numero di foglie non si traduce più in un aumento nel tenore zuccherino del succo. La vegetazione meno rigogliosa inoltre, permette una migliore illuminazione ed aereazione dei grappoli, il che rende meno probabile l'attacco da parte di parassiti e altri patogeni, di solito favoriti da forte umidità ed umettazione persistente (es. Botritys Cinerea).



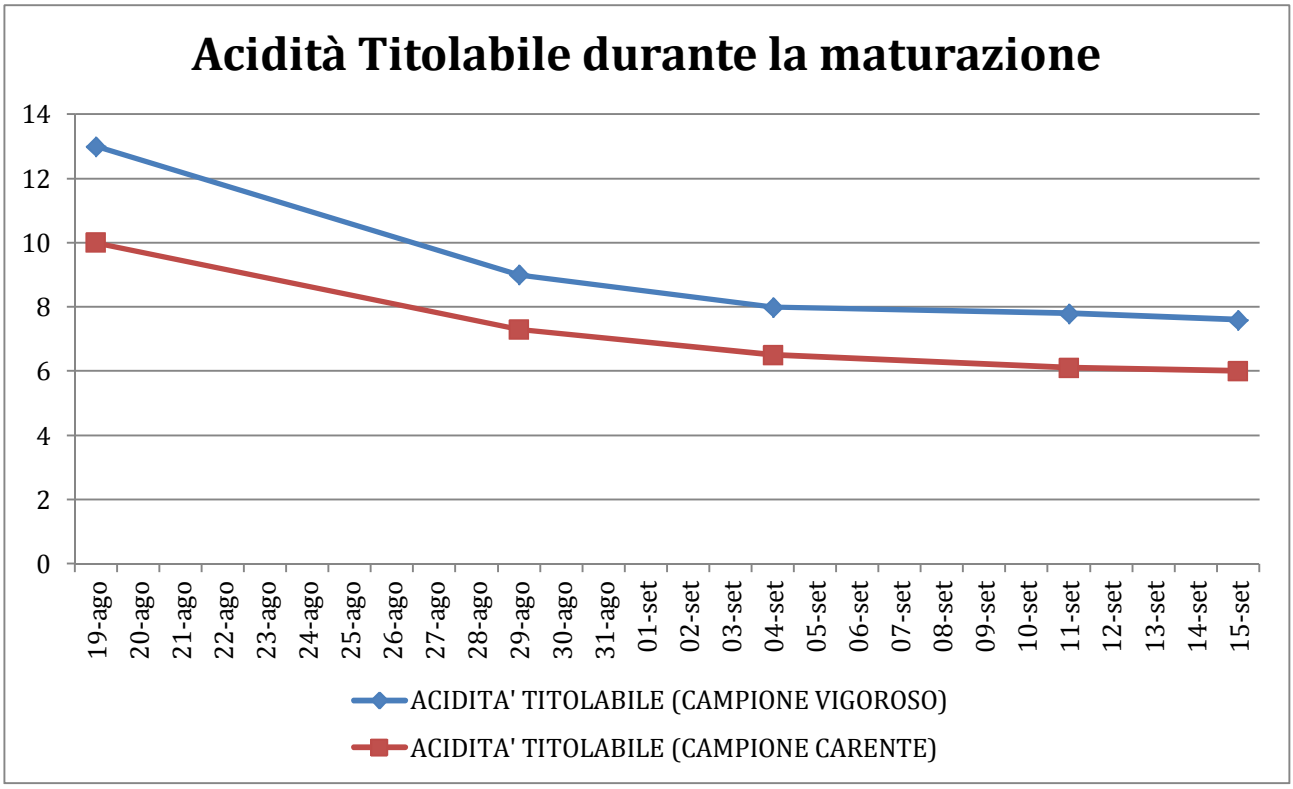
Come si osserva dal grafico, il contenuto di zuccheri all'interno della bacca mostra una generale tendenza a crescere con l'avanzare della stagione. In questa fase delle analisi i valori registrati nei due diversi campioni sono simili, con differenze che raggiungono al massimo i 4 gradi Babo, e con il campione riferito alla zona debole del vigneto che mostra sempre un maggior contenuto zuccherino (proprio per le motivazioni di cui si è parlato sopra). Il campione prelevato dalla zona carente, mostra un accumulo di zuccheri più costante nel tempo, partendo da circa 16 gradi Babo durante l'invaiatura arriva fino a 21 alla fine della maturazione sulla pianta (al momento della vendemmia in data 20 settembre il valore era intorno ai 23 gradi Babo). Nel caso del campione prelevato dalla zona vigorosa, l'accumulo di zuccheri sembra più marcato durante la prima parte del periodo analizzato (dall'invaiatura ad inizio settembre, dove si passa da 12 ° Babo fino a circa 16° Babo nel giro di poco più di due settimane), per poi rimanere quasi costante nella seconda parte (con un aumento inferiore al grado Babo, in circa dieci giorni).



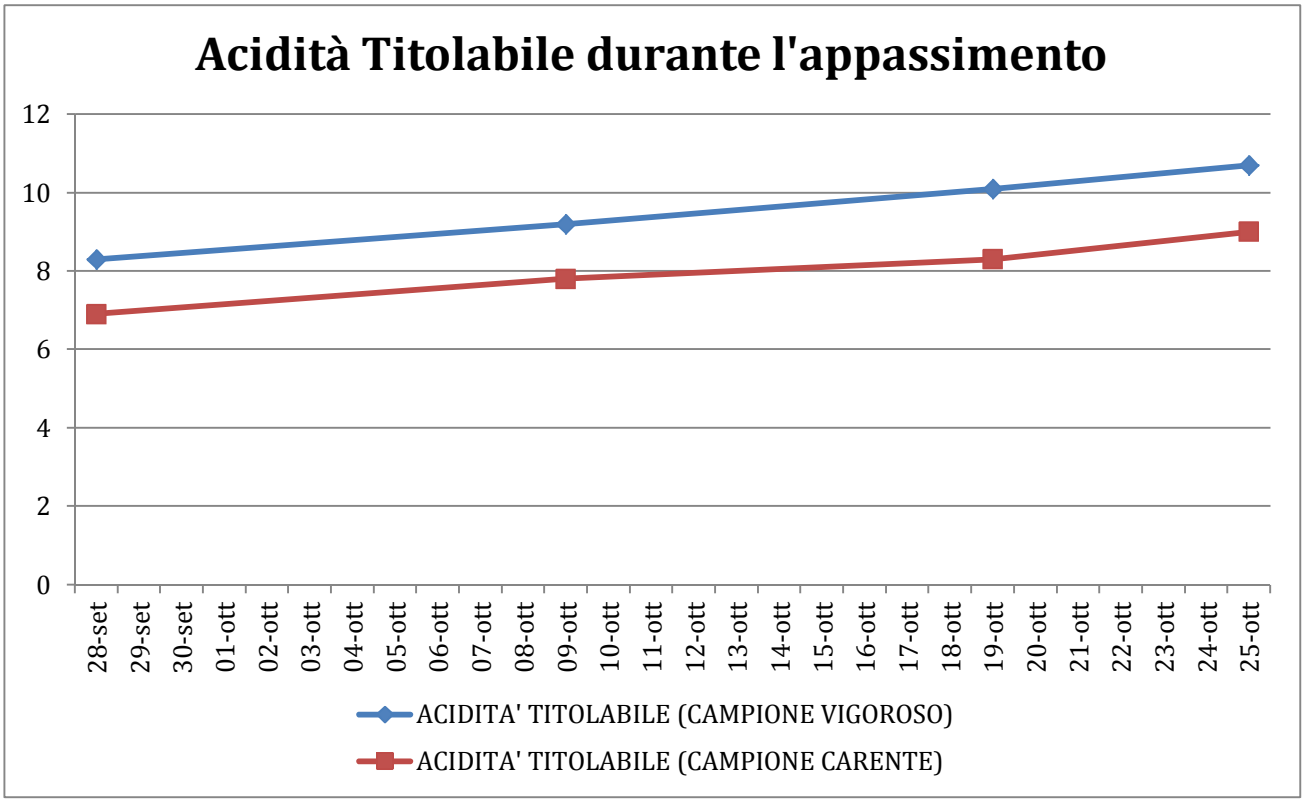
Durante l'appassimento invece l'andamento è opposto alla fase di maturazione, con un primo periodo che mostra un contenuto di zucchero più o meno costante (caratterizzato da un aumento del grado zuccherino di circa un grado Babo in poco più di dieci giorni), che tende poi ad aumentare velocemente nella seconda metà del processo di sovramaturazione (con un aumento di concentrazione zuccherina che arriva fino a 7 gradi Babo in più, nel giro di due settimane). Il grado zuccherino analizzato nel campione proveniente dalla parte debole del vigneto, rimane sempre al di sopra del campione prelevato dalla zona vigorosa (quindi mostra un maggior contenuto di zuccheri), questa volta però con una differenza evidente tra i valori delle due zone prese in esame, che si aggira sempre intorno ai 6-7 ° Babo (rispetto ai 4° Babo della maturazione). Si nota dal grafico che in questa fase l'entità della disidratazione delle bacche è pressochè uguale nei due campioni studiati, questo perché essendo i frutti staccati dalla pianta, non risentono più delle differenze ambientali che avevano trovato in vigneto, anche perché le condizioni del locale di appassimento erano assiduamente monitorate ed uguali per entrambi i campioni.

3.1.2 Acidità Titolabile

Parlando dell'acidità totale, è stato detto nel capitolo precedente che gli acidi più rappresentati nell'uva sono l'acido tartarico, l'acido malico e in minor quantità anche l'acido citrico e l'acido lattico. Durante la maturazione della bacca il contenuto di acidi organici tende a diminuire progressivamente (principalmente a causa della respirazione cellulare che porta all'ossidazione degli acidi e rilascio di CO2), con un andamento opposto a quello degli zuccheri. In realtà gli acidi che determinano questa diminuzione sono principalmente il tartarico e il malico (che rappresentano il 90 % dell'acidità totale dell'uva), ed è proprio quest' ultimo che con la sua brusca diminuzione influenza più di tutti l'abbassamento dell'acidità titolabile. Il calo del contenuto di acido malico durante la maturazione è il risultato di una ridotta sintesi di malato, come conseguenza dell'inibizione della glicolisi che porta ad un accumulo di zuccheri (Ruffner et al., 1983). Durante l'appassimento invece le dinamiche sono più complicate e ancora non del tutto chiare. La progressiva disidratazione dei frutti tende infatti a far concentrare le sostanze disciolte nel succo, acidi organici compresi, d'altro canto si assiste ad una intensa demolizione dell'acido malico (associata a quella di carboidrati e sostanze azotate, mentre aumenta la solubilizzazione dei polifenoli). Ci si aspetta quindi una progressiva diminuzione dell'acidità totale durante la maturazione, ed un leggero aumento durante la fase di appassimento, in particolare per il Moscato di Scanzo che viene sottoposto ad un appassimento di tipo artificiale (con l'ausilio di appositi ventilatori), che è caratterizzato da un' elevata disidratazione dei grappoli.



Come ci si aspettava, il grafico (che descrive la variazione dell'acidità titolabile espressa in g/l di acido tartarico) mostra una progressiva diminuzione dell'acidità totale dall'invaiatura alla fine della maturazione, proprio a causa della progressiva diminuzione degli acidi organici, in particolare dell'acido malico. I due campioni esaminati hanno mostrato un andamento piuttosto simile (con una differenza massima di circa 3 g/l durante l'invaiatura, quindi all'inizio del periodo considerato), mostrando una diminuzione dell'acidità più veloce nella prima parte del grafico, anche se il campione prelevato dalla zona vigorosa del vigneto ha sempre mantenuto valori di acidità superiori al campione relativo alla parte più debole. Questo fenomeno può essere spiegato dal fatto che la degradazione dell'acido malico è frenata da un forte vigore delle piante, mentre questo stesso vigore favorisce l'assorbimento di potassio, che determina una maggiore precipitazione dell'acido tartarico (che con il potassio forma un sale, il bitartarato di potassio). Tuttavia l'acido tartarico e l'acido malico non hanno evoluzioni parallele nel corso dello sviluppo e maturazione dei grappoli, in quanto sono sintetizzati con vie diverse. Essi non vengono quindi degradati con la stessa intensità, l'acido malico scompare più rapidamente dell'acido tartarico e mentre il contenuto di quest'ultimo nell'acino d'uva varia entro valori ben ristretti, il tenore dell'acido malico continua a diminuire, all'inizio con grande rapidità (come si osserva dal grafico) e poi più lentamente con l'avvicinarsi della maturazione. Il campione più vigoroso rimane quindi sempre al di sopra del campione più debole, proprio per il suo maggiore contenuto di acido malico (poiché come detto prima, un maggior vigore determina una minore degradazione dell'acido malico), che è quello che influisce di più sulla variazione dell'acidità totale. Anche se l'acido tartarico diminuisce invece più velocemente nel campione vigoroso, le sue variazioni contenute (rispetto a quelle del malico) non sono abbastanza da compensare la brusca diminuzione in acido malico.



Durante l'appassimento, come già detto prima, le dinamiche sono più complesse. Dal grafico si nota un progressivo ma contenuto aumento nei valori dell'acidità titolabile in entrambi i campioni, che mostrano un variazione intorno ai 2 g/l in un periodo di tempo di circa un mese. La differenza tra i valori dei due campioni è in questo caso minore rispetto ai valori riferiti ai grappoli ancora sulla pianta (invaiatura e maturazione), con una differenza che è sempre minore di 2 g/l. L'aumento dell'acidità totale è giustificabile dalla forte disidratazione che interessa i grappoli in questa fase del processo produttivo. Nonostante la degradazione dell'acido malico continui, l'appassimento artificiale (tipico della produzione di Moscato di Scanzo) determina una violenta evaporazione dell'acqua contenuta negli acini, che vede come conseguenza una forte concentrazione delle sostanze disciolte nel succo, acidi compresi. Questo tipo di andamento è particolare e caratteristico del Moscato di Scanzo, che essendo una varietà a bacca rossa (uno degli unici vitigni a bacca rossa che va incontro ad appassimento, necessario per la realizzazione di un vino passito) è favorito da una ventilazione forzata, che determina una maggiore cessione delle sostanze polifenoliche dalla buccia al succo, caratteristica indesiderata invece nelle varietà a bacca bianca. Durante l'appassimento naturale di uve bianche infatti, i valori di acidità titolabile rimangono pressochè invariati, proprio perché l'entità della disidratazione (in questo caso minore rispetto al caso di studio) compensa quasi perfettamente la continua degradazione dell'acido malico (e degli altri acidi).

3.1.3. Sviluppo della Pianta

Come si è visto dalle analisi riguardanti il grado zuccherino e l'acidità, le due zone del vigneto esaminate hanno dimostrato notevoli differenze nei valori registrati. Tuttavia la differenza forse più evidente tra le due zone è quella constatabile con un semplice esame visivo, effettuato periodicamente durante un arco di tempo che va da metà agosto a fine settembre e finalizzato ad evidenziare le differenze in termini di sviluppo della pianta. Anche un occhio non allenato potrebbe riconoscere le differenze tra le due parti del vigneto, una si presenta molto vigorosa, con un elevato numero di foglie e con grappoli che spesso vengono ombreggiati, l'altra appare decisamente più magra, sia per il quantitativo di grappoli prodotti, che per il numero di foglie, che in questo caso sono distribuite in modo più ampio, evitando di competere per la luce.

Differenze nello sviluppo delle due zone del vigneto, a sinistra la parte debole e a destra quella vigorosa (Fig. 23)

Anche i grappoli mostrano una crescita differente nelle due zone esaminate; quelli riferiti alla zona vigorosa si presentano più compatti e di dimensioni maggiori, con un maggior numero di acini per grappolo (caratteristica indesiderata nel Moscato di Scanzo poiché può portare alla sviluppo di muffe ed altri problemi sanitari, soprattutto durante l'appassimento). L'elevato numero di foglie e la compattezza dei grappoli rende difficile la circolazione dell'aria, è stata evidenziata infatti una maggiore suscettibilità alla comparsa di muffa grigia (Botritys Cinerea) in questa parte del vigneto, quando si presentavano le condizioni adatte allo sviluppo di questo patogeno e questo ha determinato una maggiore selezione dei grappoli adatti ad appassire, rispetto alla parte più debole del vigneto. Quest'ultima presentava dei frutti numericamente inferiori rispetto a quelli della parte vigorosa e morfologicamente differenti, con bacche di dimensione minore, molto più spargoli e con un minor numero di acini per grappolo. Questa particolare forma dei grappoli ha portato ad avere un succo molto più concentrato (anche per la scarsa competizione grappoli-foglie) e ha permesso di evitare la comparsa di muffe, anche quando le condizioni erano favorevoli al loro sviluppo. Tuttavia l'eccessiva esposizione dei frutti agli agenti atmosferici, ha determinato la comparsa di fenomeni di scottatura dei grappoli, anche a causa di una stagione produttiva che si è dimostrata particolarmente calda e soleggiata.

Differente sviluppo dei grappoli delle due zone del vigneto durante l'invaiatura. A sinistra un grappolo proveniente dalla parte debole del vigneto, più piccolo, spargolo e con un viraggio di colore ancora incompleto. A destra un grappolo proveniente dalla parte vigorosa, più grande e compatto. La foto è stata scattata in data 19 agosto (Fig. 24)

Differente sviluppo dei grappoli delle due zone del vigneto durante la maturazione. In questo caso a sinistra grappoli provenienti dalla parte vigorosa del vigneto, mentre a destra dalla parte più debole. Si notano ancora le differenze in termini morfologici, i grappoli della parte debole appaiono inoltre più illuminati ed esposti agli agenti atmosferici. La foto è stata scattata in data 11 settembre (Fig. 25)

La parte debole del vigneto, oltre a presentare una vegetazione molto più scarsa, con un minor numero di foglie, presentava inoltre dei difetti fogliari tipici di carenze nutrizionali (carenze di potassio, magnesio, …), causate proprio dallo stentato sviluppo dell'apparato radicale, a causa di una roccia madre troppo affiorante. Queste carenze si evidenziavano con un generale ingiallimento della vegetazione (soprattutto rispetto alla parte vigorosa,) che arrivava fino alla necrosi in corrispondenza dei margini fogliari, nei casi più evidenti. In questa parte del vigneto si sono inoltre riscontrati sporadici episodi di "flavescenza dorata" (o "legno nero", in quanto i sintomi delle due patologie sono identici ed una diagnosi certa è possibile solo ricorrendo ad analisi molecolari), probabilmente a causa della debolezza delle piante, questa fitoplasmosi (trasmessa dalla cicalina *Scaphoideus Titanus*) si manifesta con vistosi arrossamenti della vegetazione (nelle cultivar a bacca rossa) e mancata lignificazione dei tralci, e deve subito essere eliminata, per evitare la diffusione della malattia in tutto il vigneto.

Caso di flavescenza dorata nella parte debole del vigneto esaminato (Fig. 26)

3.2. *Valutazione della Variabilità Genetica*

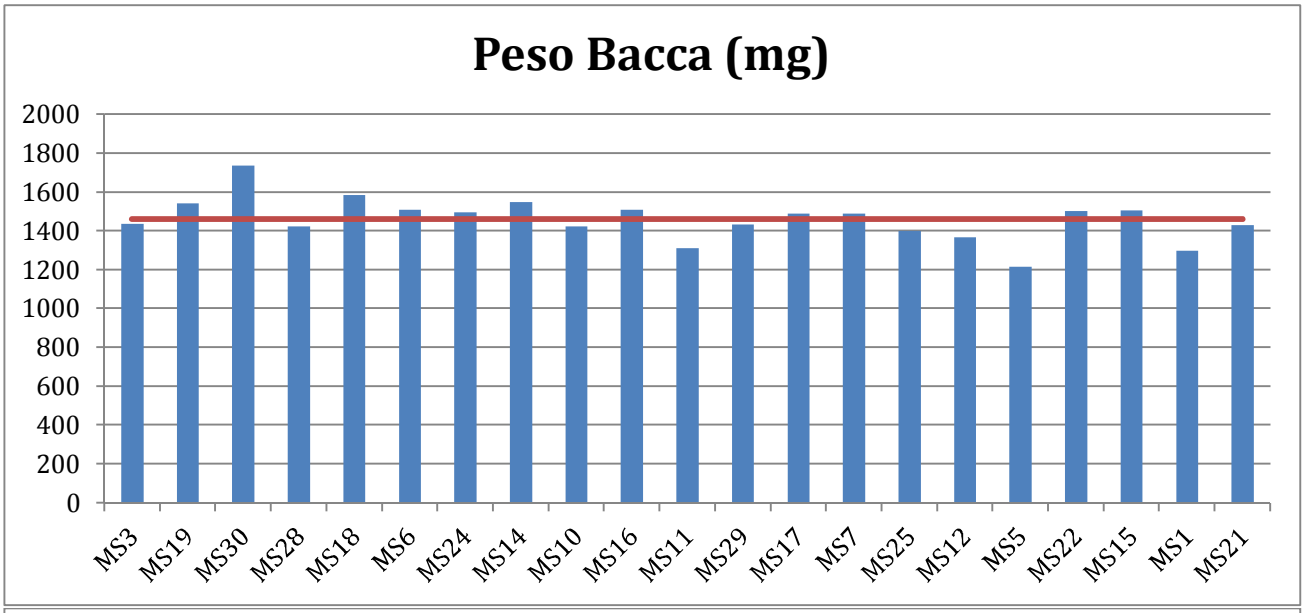
Questo tipo di valutazione è riferita a cloni di Moscato di Scanzo studiati presso la struttura di ricerca della Regione Lombardia a Riccagioia, nell'Oltrepo' Pavese e fanno riferimento alla stagione viticola del 2014. I dati da cui si è partiti per effettuare questo studio, fanno parte di un progetto di valorizzazione di alcuni vitigni autoctoni della Lombardia e dei territori ad essi connessi, iniziato nell'anno 2011. Durante i primi anni di questo progetto sono stati selezionati 21 cloni di Moscato di Scanzo esenti da virosi e proprio a questi fanno riferimento le analisi utilizzate durante questo studio.
Le variabili analizzate fanno riferimento a caratteristiche fisiche e chimiche dei grappoli, i cloni più promettenti sono poi stati analizzati anche dal punto di vista aromatico, elencando i composti ritrovati nelle analisi e associandoli ad un determinato descrittore aromatico.
Lo scopo di questo studio non è quello di trovare un clone che rappresenti tutte le caratteristiche che il Moscato di Scanzo offre (anche perché si è riscontrata una certa alternanza nelle caratteristiche positive misurate nei cloni in esame), bensì di trovare coppie o gruppi di cloni con caratteristiche tra loro complementari, per la costituzione di vigneti policlonali, che possano offrire un prodotto di qualità anche con condizioni ambientali molto differenti. In questo caso le analisi non sono state svolte periodicamente, ma tutte nello stesso momento e sono state considerate numerose variabili (non solo acidità totale e grado zuccherino) per cercare di avere più informazioni possibili sui singoli cloni. I risultati hanno anche in questo caso dimostrato un'alta variabilità, con pochi cloni che emergono sugli altri per ogni caratteristica analizzata, i valori sono poi stati rapportati alla media della popolazione (per ognuna delle variabili considerate) per renderli ancora più chiari.

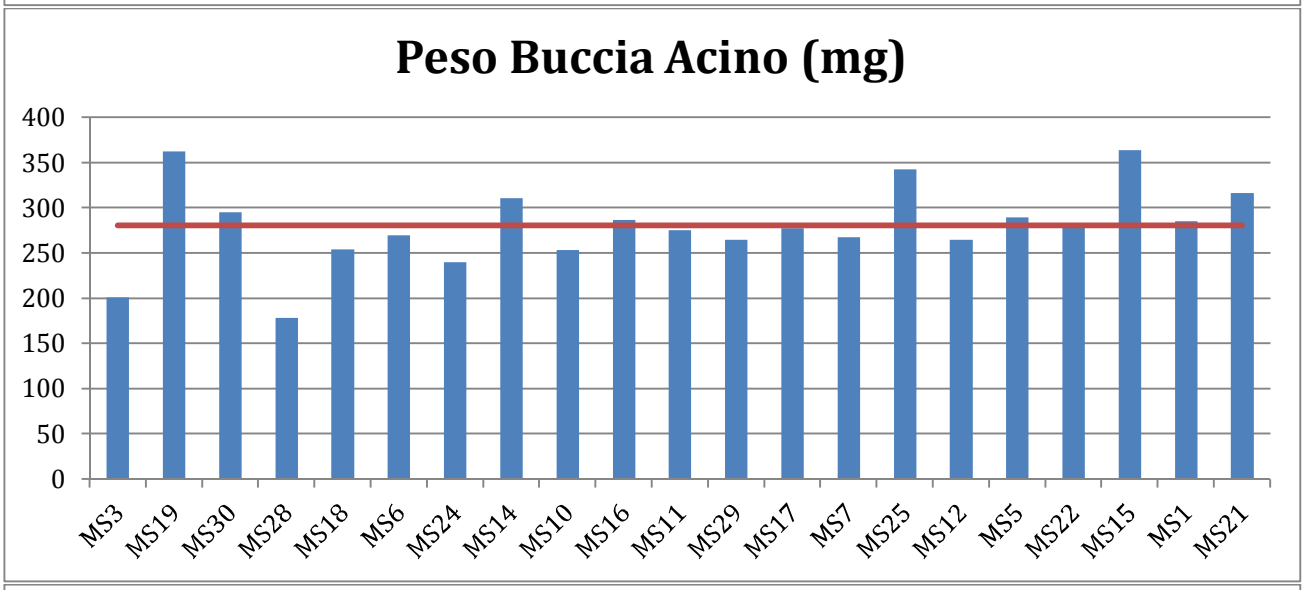
3.2.1. Caratteristiche Fisiche

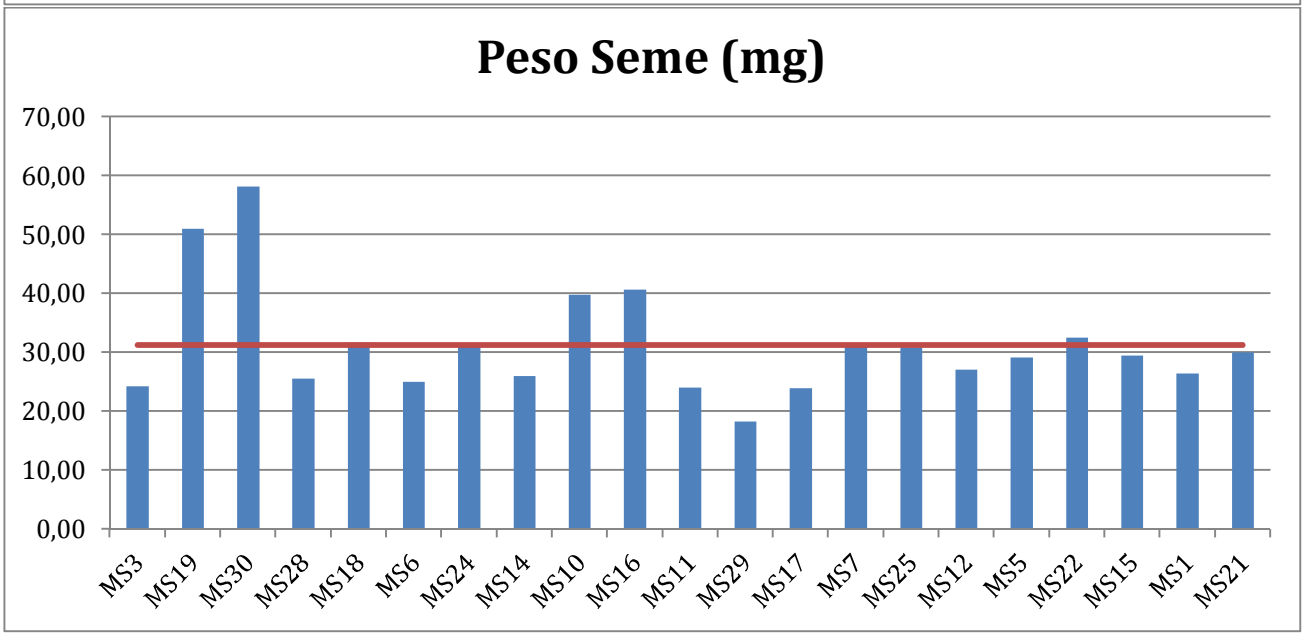
Questa parte dei risultati dà informazioni su variabili di tipo fisico, riguardanti i grappoli dei diversi cloni esaminati. Questi dati, oltre a fornire informazioni importanti sul potenziale quantitativo di vino prodotto da ogni clone, sono di fondamentale importanza poiché riguardano alcune caratteristiche che influiscono sulla morfologia dei grappoli (come il numero di bacche per grappolo, o la grandezza della bacca), che deve rispettare regole ben precise nel caso del Moscato di Scanzo (sono richiesti grappoli piuttosto spargoli, con dimensioni degli acini non troppo elevate), per ottenere un prodotto finale di qualità.
Le misurazioni di questi dati sono state effettuate al termine della maturazione, quando i grappoli sarebbero stati vendemmiati. E' stata riscontrata una forte variabilità nelle caratteristiche dei frutti dei diversi cloni, con casi che dimostravano differenze molto evidenti (come si vede in Fig. 27), questa grande diversità tra i casi analizzati ha reso possibile la selezione di cloni che da questo punto di vista presentassero le migliori caratteristiche.

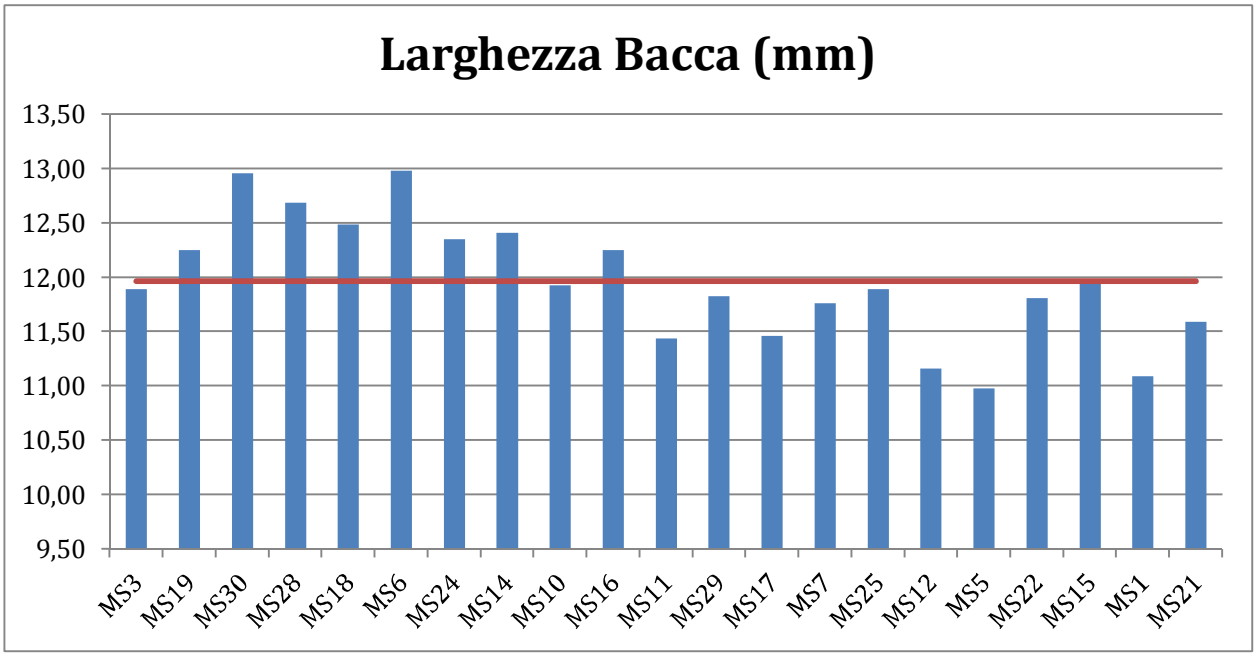
Esempio di grappoli morfologicamente molto differenti, quello di sinistra appartiene al clone MS 03 e si dimostra molto più spargolo di quello di destra, appartenente invece al clone MS 25 (Fig. 27)

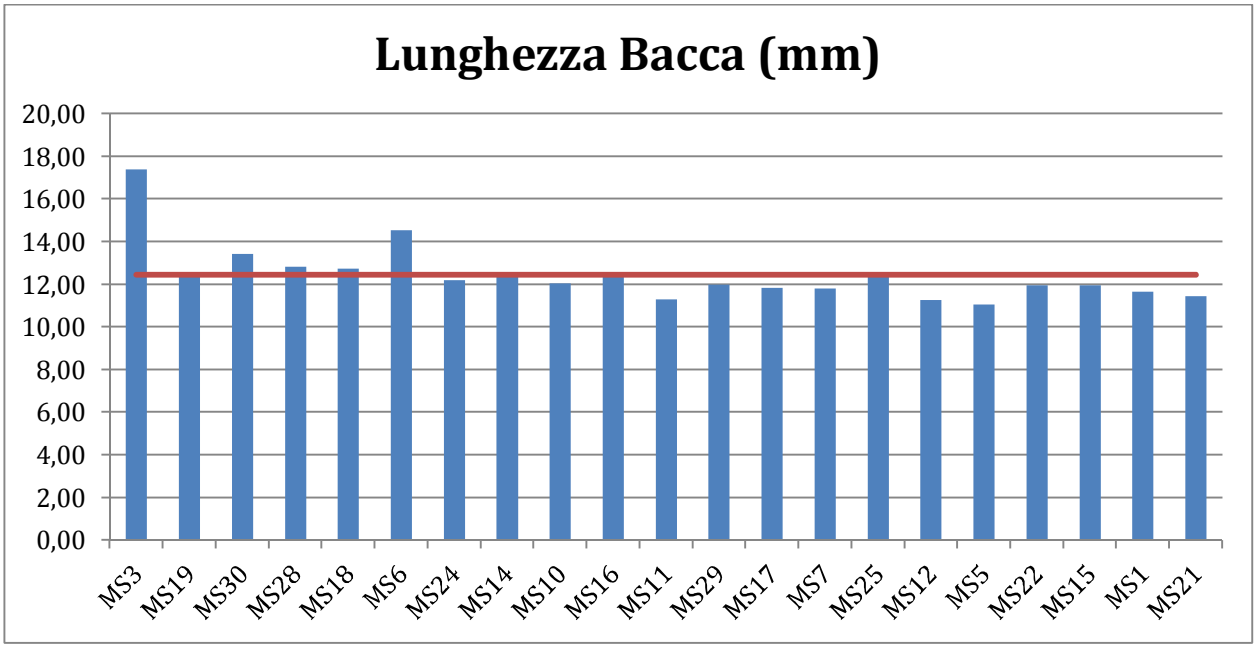
Analizzando i parametri riferiti alla singola bacca, sono state misurate alcune variabili che dimostrano valori anche molto diversi tra loro, mentre altre si mantengono più o meno costanti, con valori piuttosto simili. Per quanto riguarda il peso della singola bacca ad esempio, sono stati misurati valori che si aggirano tutti intorno ad una media di circa 1460 mg, ad eccezione di tre cloni che si allontanano particolarmente da questa soglia. Il peso dei singoli semi invece mostra una notevole alternanza, con due cloni in particolare che si dimostrano decisamente sopra alla media (rispettivamente MS 19, con 51,05 mg e MS 30 con 58,13 mg, rispetto ad un valore medio di 31,26 mg) e altri (come MS 11, con 24,04 mg e MS 29, con 18,27 mg) che invece presentano valori nettamente inferiori. Le dimensioni della bacca mostrano invece più alternanza nel caso della larghezza, ma con variazioni più contenute (con una differenza tra valore minimo e massimo di 2 mm), la lunghezza della bacca invece, si presenta in generale più costante, ma con una differenza tra valore minimo e massimo più marcata (fino a 6,4 mm) a causa di un solo clone (MS 3), che supera di molto la media.


Peso Bacca (mg)
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
MS3 MS19 MS30 MS28 MS18 MS6 MS24 MS14 MS10 MS16 MS11 MS29 MS17 MS7 MS25 MS12 MS5 MS22 MS15 MS1 MS21

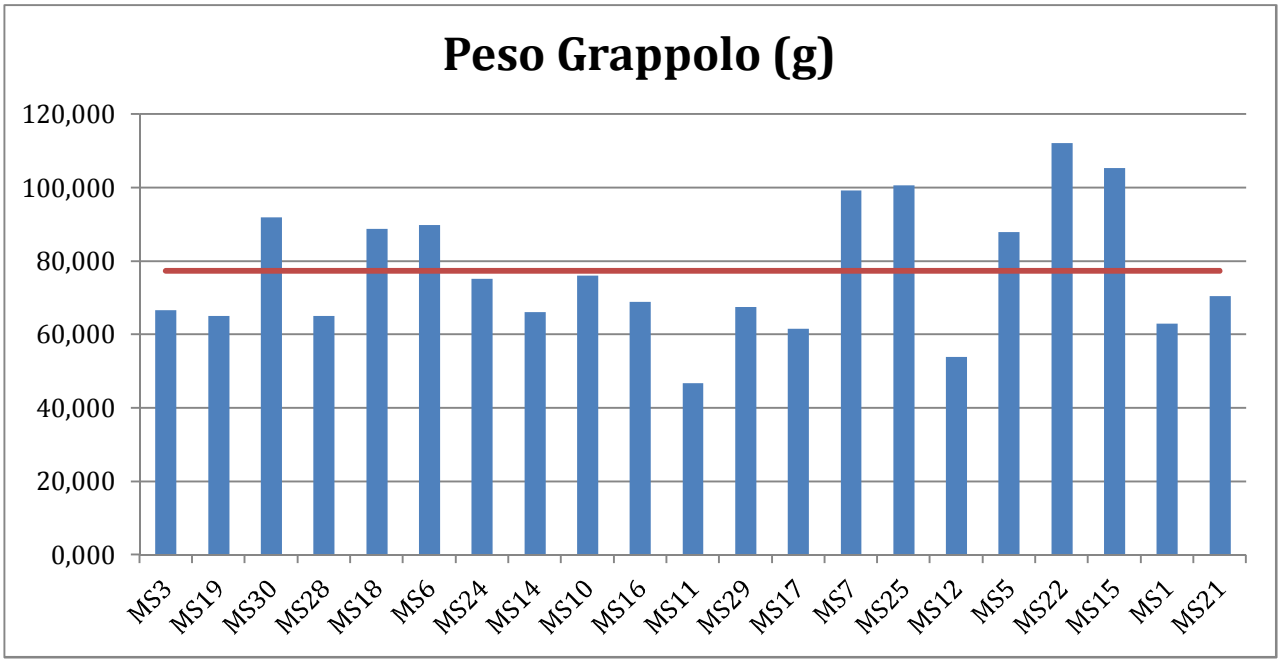

Peso Buccia Acino (mg)
400
350
300
250
200
150
100
50
0
MS3 MS19 MS30 MS28 MS18 MS6 MS24 MS14 MS10 MS16 MS11 MS29 MS17 MS7 MS25 MS12 MS5 MS22 MS15 MS1 MS21

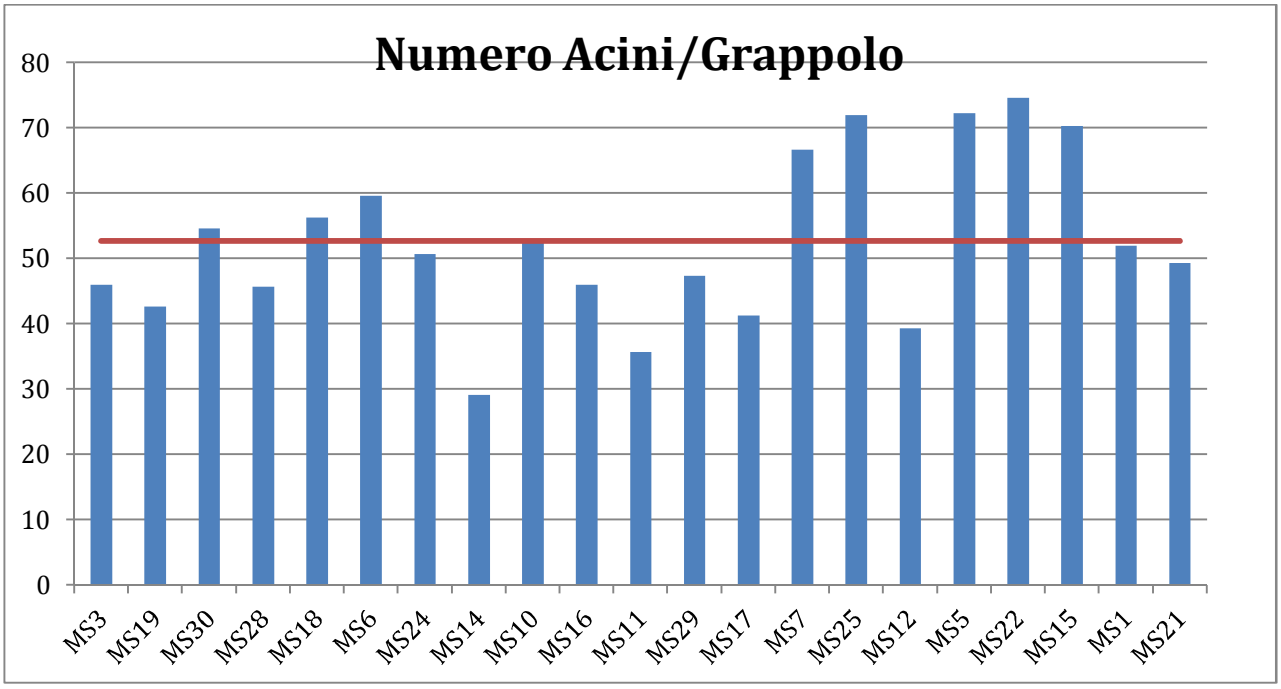

Peso Seme (mg)
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
MS3 MS19 MS30 MS28 MS18 MS6 MS24 MS14 MS10 MS16 MS11 MS29 MS17 MS7 MS25 MS12 MS5 MS22 MS15 MS1 MS21


Larghezza Bacca (mm)
13,50
13,00
12,50
12,00
11,50
11,00
10,50
10,00
9,50
MS3
MS19
MS30
MS28
MS18
MS6
MS24
MS14
MS10
MS16
MS11
MS29
MS17
MS7
MS25
MS12
MS5
MS22
MS15
MS1
MS21


Lunghezza Bacca (mm)
20,00
18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
MS3
MS19
MS30
MS28
MS18
MS6
MS24
MS14
MS10
MS16
MS11
MS29
MS17
MS7
MS25
MS12
MS5
MS22
MS15
MS1
MS21

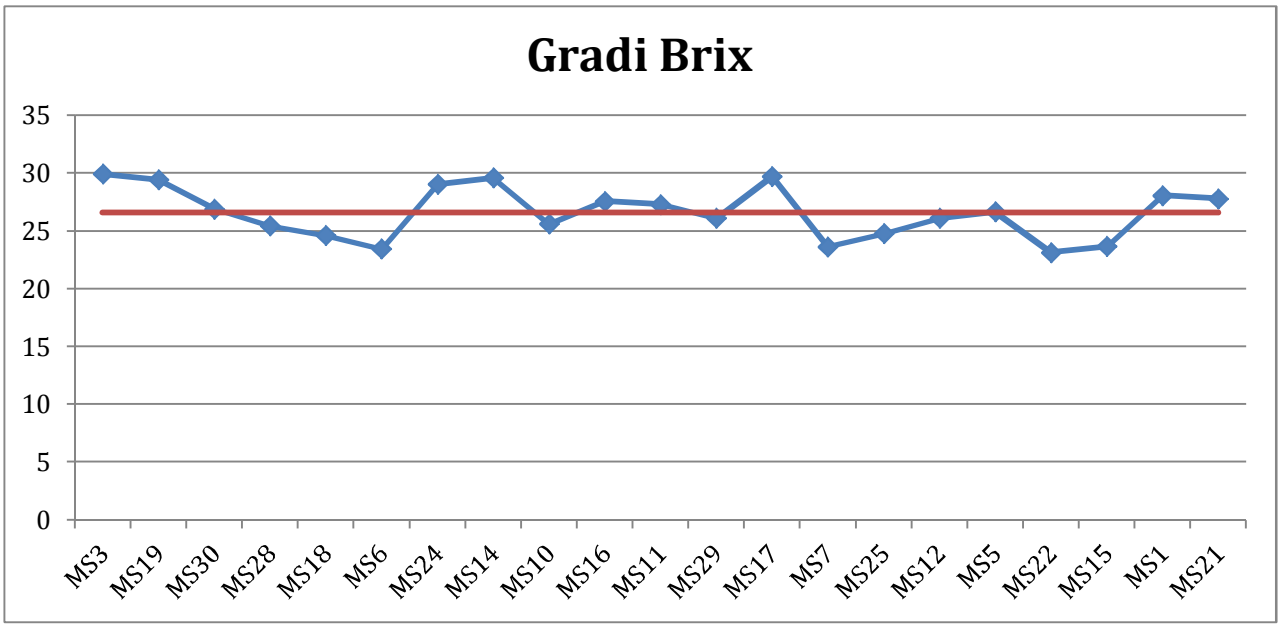
Le caratteristiche riguardanti i grappoli hanno invece dimostrato una maggiore variabilità, con valori anche molto diversi da clone a clone e senza un valore medio che rappresentasse la situazione generale della popolazione. La variabile “peso del grappolo” mostra infatti un massimo di 112,22 g (MS 22) ed un minimo di 46,75 g, rispetto ad un valore medio di 77,28 g. Anche il numero degli acini per grappolo varia notevolmente tra i diversi cloni, con un minimo di 29 acini (MS 14) e un massimo di 75 acini (MS 22); riguardo a questa variabile si è visto inoltre che i valori di concentrazione di zucchero più alti, riportati nel paragrafo delle caratteristiche chimiche, corrispondono sempre ad un basso numero di acini per grappolo, proprio perché gli zuccheri vengono accumulati in un numero minore di bacche durante la maturazione.

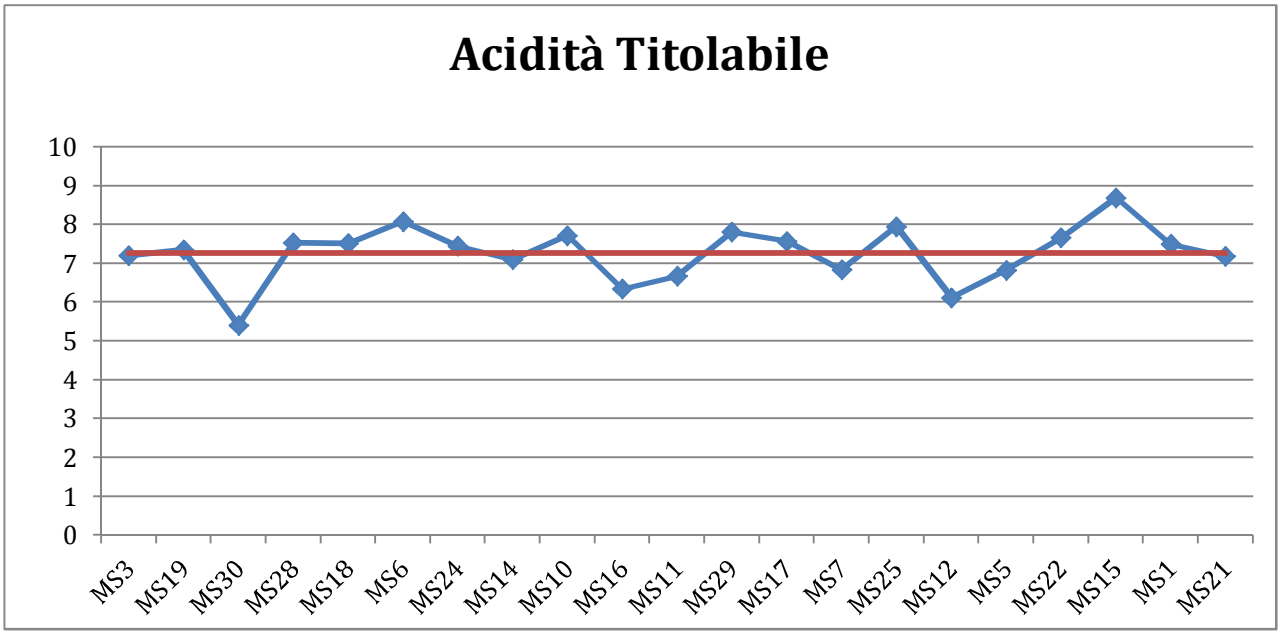




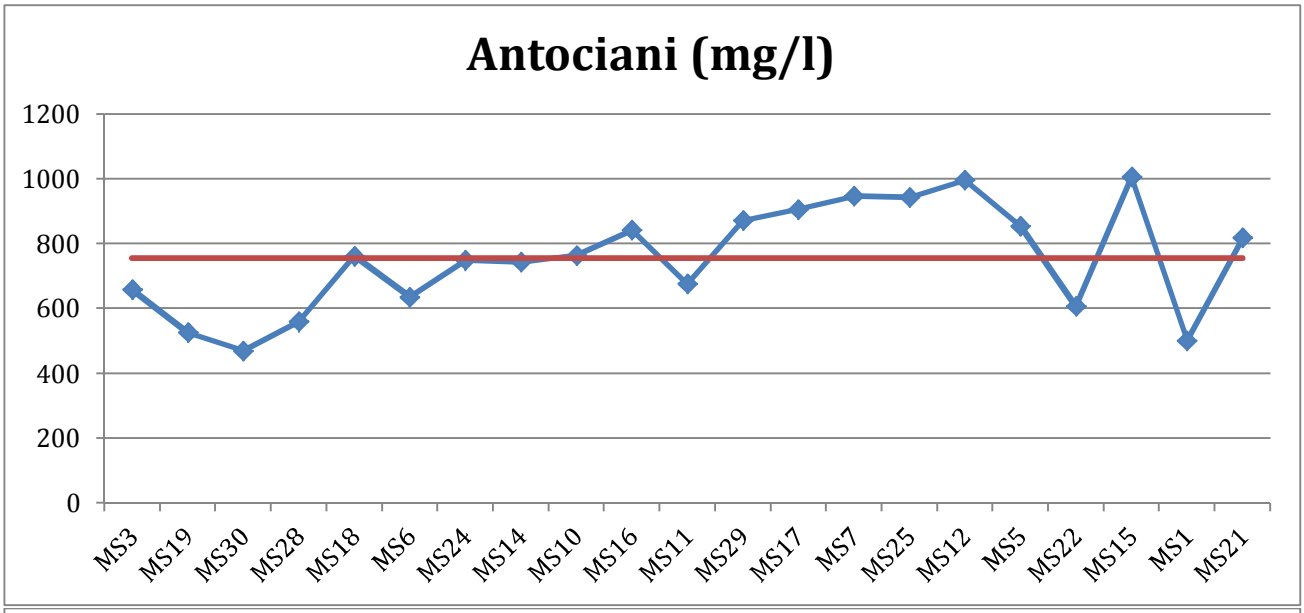
3.2.2. Caratteristiche Chimiche

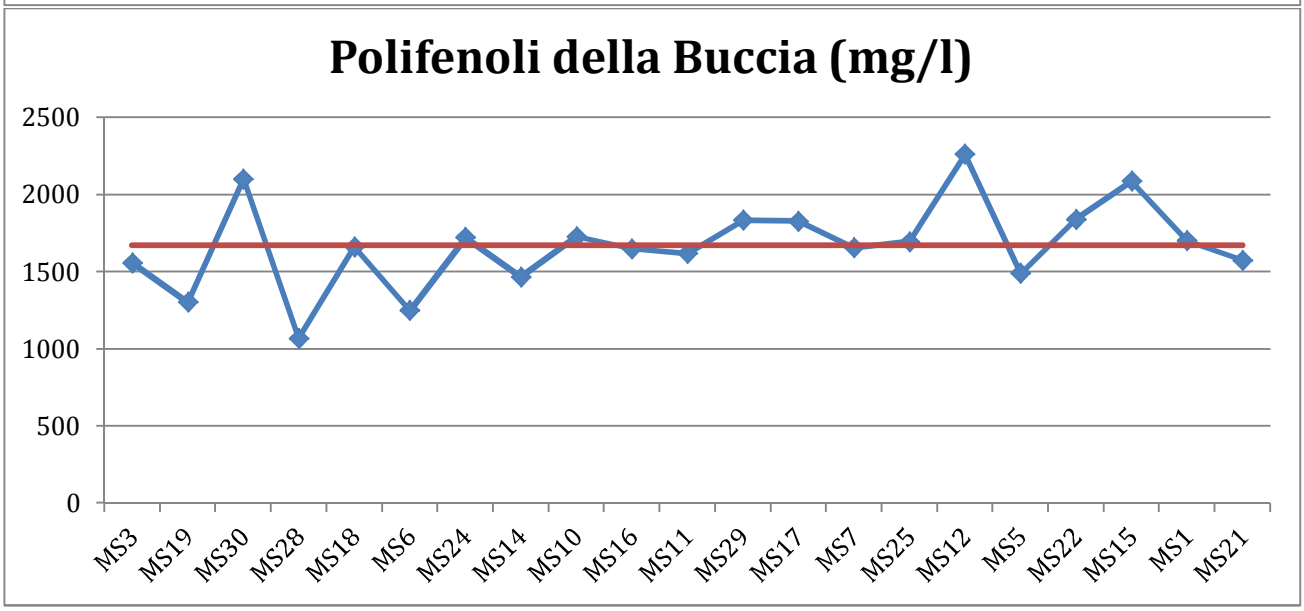
In questa parte dell'elaborato vengono riportate le caratteristiche chimiche dei 21 cloni di Moscato di Scanzo presi in esame. Queste variabili danno informazioni sulla qualità delle uve prodotte da ciascun clone e anche in questo caso sono state misurate tutte nello stesso momento della stagione, corrispondente alla fine del periodo di maturazione. Le analisi non riguardano solo il grado zuccherino e l'acidità totale delle uve, come nello studio sulla variabilità ambientale, ma considerano anche il contenuto e la distribuzione dei polifenoli, in particolare degli antociani.
Come detto nel capitolo precedente, le sostanze fenoliche (contenute principalmente nella buccia) comprendono una vasta gamma di composti, che influiscono notevolmente sulle caratteristiche organolettiche del mosto e del vino, come gli antociani (che sono responsabili del colore nelle varietà a bacca rossa).
Per quel che riguarda i valori di acidità titolabile e grado zuccherino, si è registrata una grande variabilità durante l'analisi, con una differenza tra massimo e minimo rispettivamente di 3,2 g/l di acido tartarico e di più di 6° Brix. Anche in questo caso quindi, si trovano cloni con caratteristiche di acidità e concentrazione di zucchero molto differenti. Questo è un dato importante, poiché permette una maggiore combinazione tra i cloni, con lo scopo di ottenere un materiale di partenza di qualità per la vinificazione.

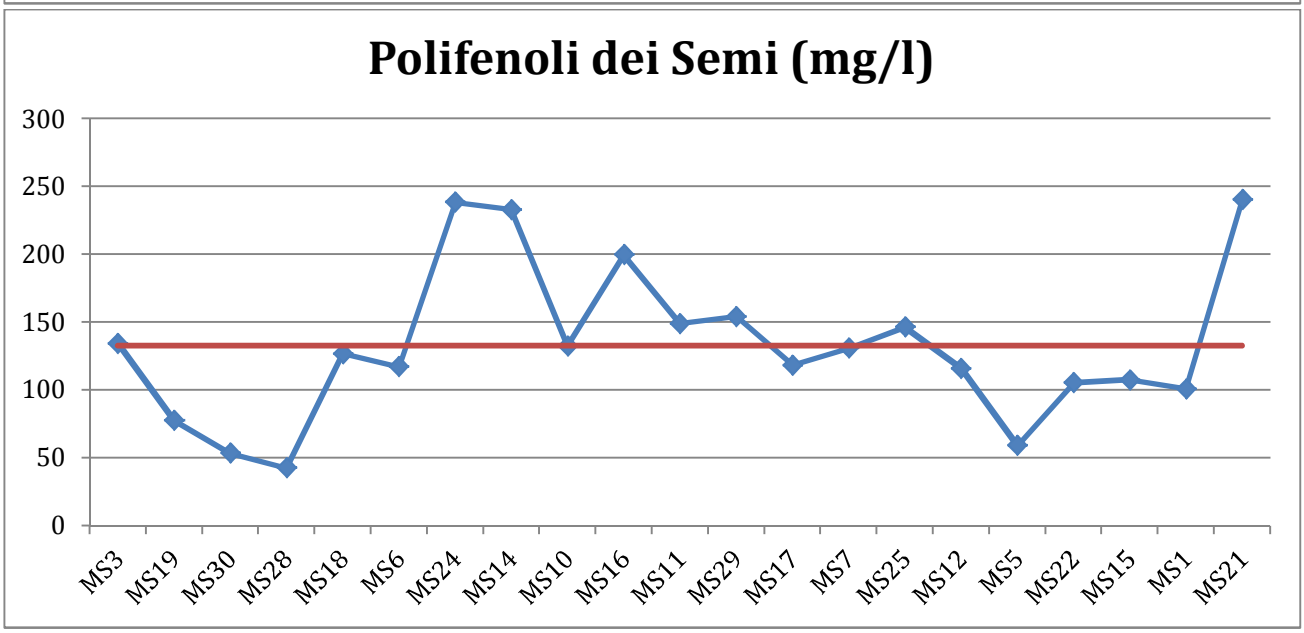




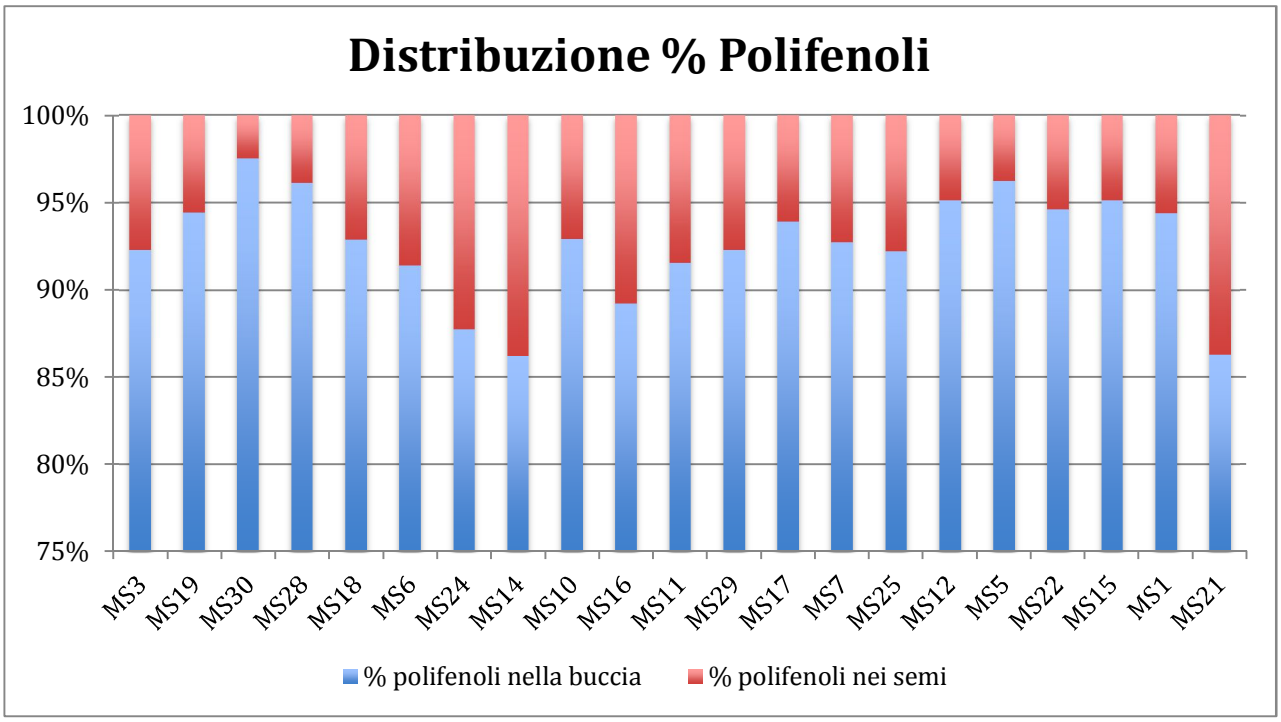
Nell'analisi delle sostanze polifenoliche gli antociani sono stati analizzati separatamente dagli altri, proprio perché responsabili del colore del mosto e del vino (in quanto sono in continua diminuzione ma non scompaiono, grazie alla combinazione con altri composti). Abbiamo detto che in generale queste sostanze (come malvidina e cianidina) sono assenti nelle uva a bacca bianca e ritrovate fino ad un massimo di 1800 mg/l nelle cultivar a bacca rossa. Nel caso dello studio portato avanti sui cloni di Moscato di Scanzo, il valore massimo registrato è di poco superiore ai 1000 g /l (corrispondente al clone MS 15), mentre la minima concentrazione si aggira intorno ai 470 mg/l (MS 30), con gli altri valori che si alternano tra alti e bassi, senza mostrare una particolare tendenza verso la media (esclusi pochi casi, come MS 18 e MS 24), che in questo studio è stata di circa 755 mg/l. Tuttavia non è detto che un basso contenuto di antociani corrisponda ad un basso contenuto in polifenoli, perché questi rappresentano solo una parte di essi, si osserva ad esempio che il clone MS 30 mostra il più basso contenuto di antociani tra i cloni analizzati, ma allo stesso tempo presenta uno dei più alti valori riferiti ai polifenoli della buccia.
Come gli antociani, anche i polifenoli della buccia e dei semi hanno dimostrato una notevole variabilità nei cloni esaminati, con forti oscillazioni intorno al valore medio (che per i polifenoli della buccia è di circa 1670 mg/l, mentre per quello dei semi è di 132,5 mg/l), in particolare per quelli dei semi.


Antociani (mg/l)
1200
1000
800
600
400
200
0
MS3
MS19
MS30
MS28
MS18
MS6
MS24
MS14
MS10
MS16
MS11
MS29
MS17
MS7
MS25
MS12
MS5
MS22
MS15
MS1
MS21

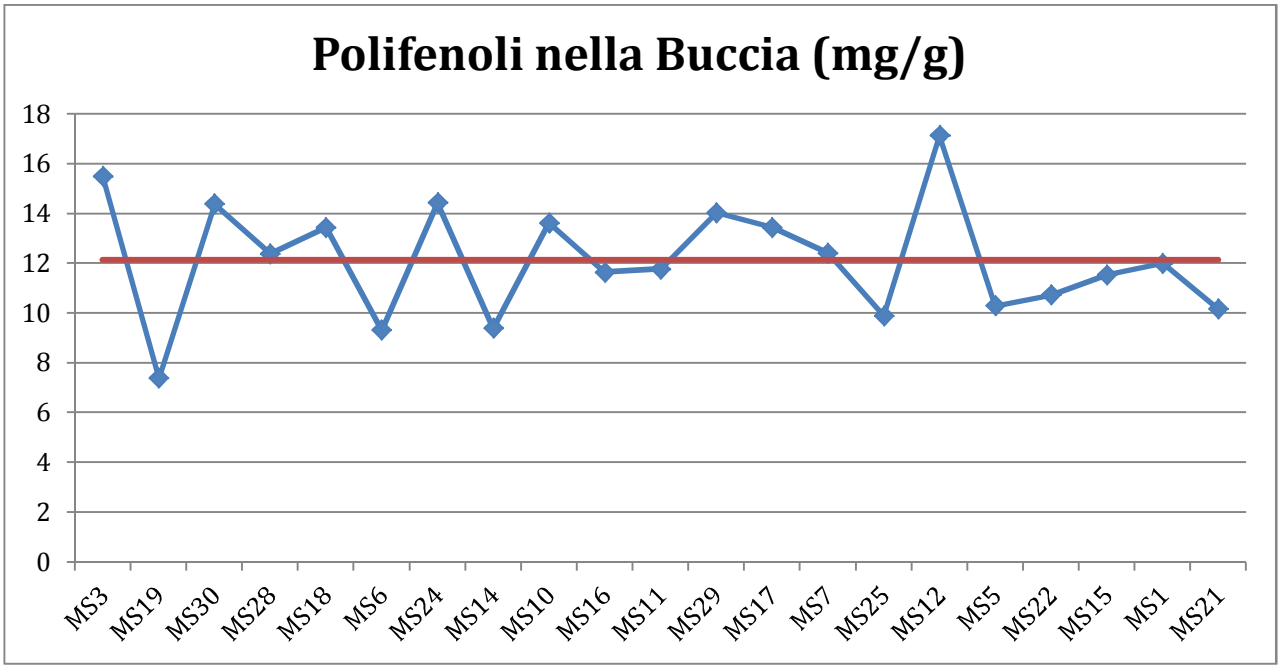

Polifenoli della Buccia (mg/l)
2500
2000
1500
1000
500
0
MS3
MS19
MS30
MS28
MS18
MS6
MS24
MS14
MS10
MS16
MS11
MS29
MS17
MS7
MS25
MS12
MS5
MS22
MS15
MS1
MS21

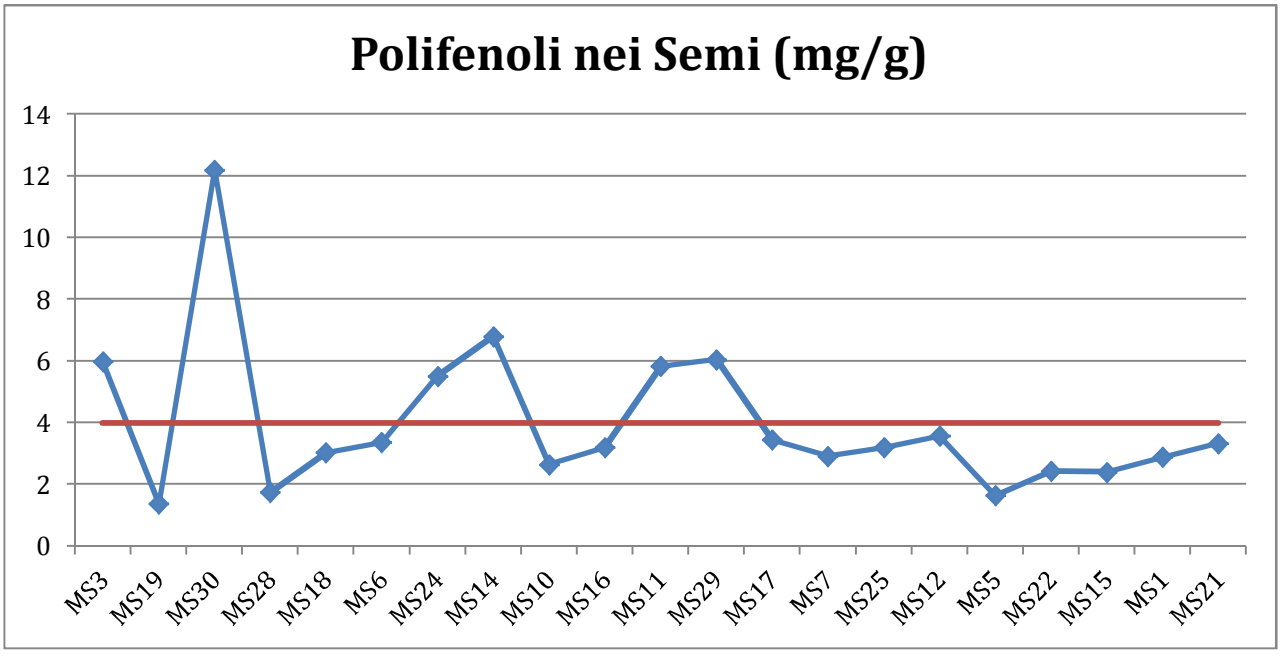

Polifenoli dei Semi (mg/l)
300
250
200
150
100
50
0
MS3
MS19
MS30
MS28
MS18
MS6
MS24
MS14
MS10
MS16
MS11
MS29
MS17
MS7
MS25
MS12
MS5
MS22
MS15
MS1
MS21

Durante questo studio i polifenoli ritrovati nei campioni di mosto sono stati divisi a seconda della loro provenienza, dalla buccia o dai semi, ed è poi stata indicata la loro distribuzione percentuale, questo perché le sostanze fenoliche della buccia e dei semi hanno caratteristiche diverse (nei semi ad esempio sono presenti tannini particolarmente forti che conferiscono ai vini una spiccata astringenza, caratteristica indesiderata se eccessiva). La loro distribuzione percentuale (tra buccia e semi) può essere già prevista dai grafici precedenti, dove alcuni cloni mostrano un alto contenuto di polifenoli della buccia nei campioni di mosto e altri invece un'elevata quantità di polifenoli provenienti di semi.



La concentrazione di sostanze polifenoliche è poi stata misurata anche nella buccia e nei semi, in termini di mg per grammo di buccia/semi, si è così riscontrato un valore medio di 12,14 mg di polifenoli per grammo di buccia e di quasi 4 mg per grammo di seme (con picchi fino a 12,2 mg per questi ultimi)





3.2.3 Caratteristiche Aromatiche

Considerando ora le caratteristiche aromatiche, sono stati selezionati 7 cloni che mostrano proprietà interessanti. Come detto in precedenza, gli aromi considerati durante lo studio sono solamente aromi varietali, tipici di questa cultivar (aromi dell'uva che si ritrovano nel vino o loro precursori), non sono quindi stati considerati aromi fermentativi (i più rappresentati dal punto di vista quantitativo) e post-fermentativi, proprio per la mancanza di un processo di vinificazione a partire da questo materiale.
I risultati ottenuti riportano i nomi dei composti ritrovati nelle analisi, che sono poi stati associati ad un determinato descrittore aromatico, che descrive l'aroma che quella particolare sostanza conferisce all'uva o al vino. Vengono poi riportate le soglie di percezione (espresse in microgrammo/litro) relative alle principali sostanze e confrontate con le quantità misurate nelle analisi, per ogni singolo clone, così da tracciare un profilo aromatico completo. Le sostanze analizzate sono poi state divise in diverse classi di composti (es. aldeidi, terpeni, ecc.) e organizzate in due differenti gruppi, a seconda della forma con cui si presentavano (sostanze glicosilate, quindi legate ad uno zucchero, o in forma libera).
In conclusione riguardo agli aromi si può dire che, essendo il Moscato di Scanzo una cultivar piuttosto aromatica (della famiglia dei moscati), sono stati ritrovati una vasta gamma di composti che conferiscono diverse caratteristiche sensoriali all'uva e al vino. Queste sostanze mostrano una grande variabilità in termini quantitativi nei pochi cloni analizzati, ma data la diversa soglia di percezione propria di ciascun composto, è chiaro che alcune influenzeranno in modo maggiore il bouquet aromatico.

Qui di seguito vengono riportate tutte le sostanze ritrovate nello studio, divise in libere e glicosilate, associate ad un determinato descrittore aromatico e ad una classe di composti.

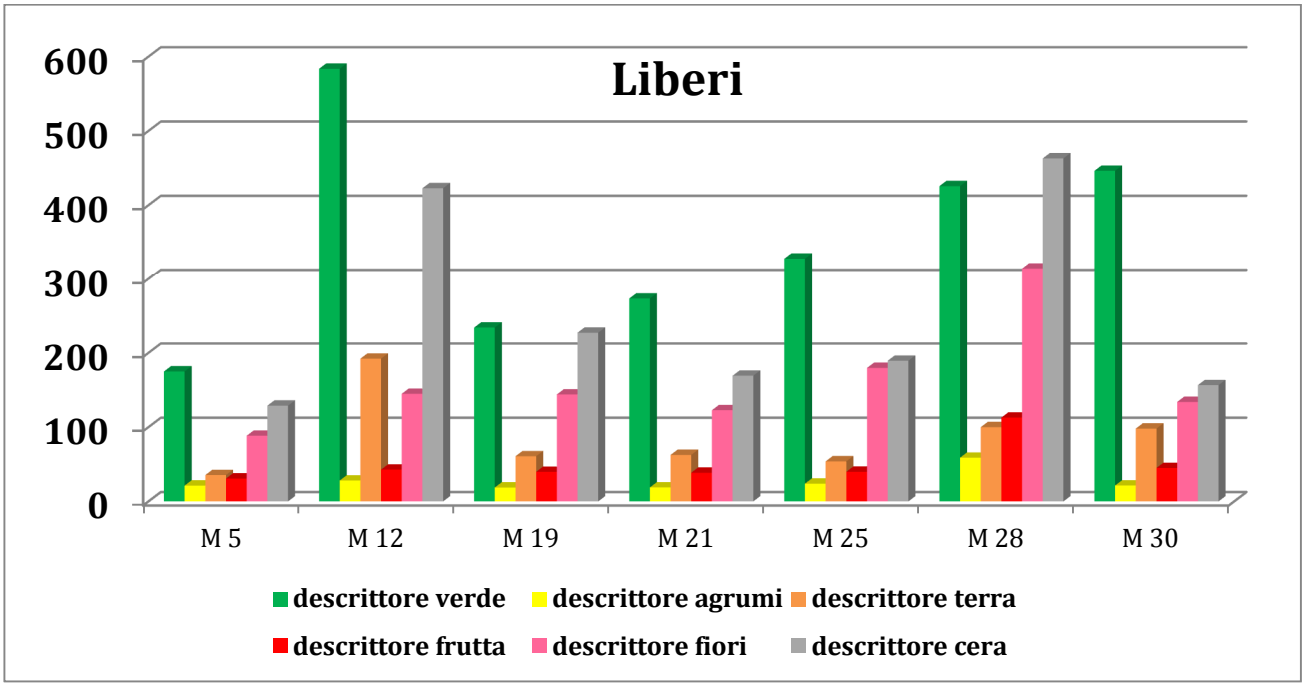
COMPOSTI IDENTIFICATI	DESCRITTORE AROMATICO	CLASSE
Hexanal	cera-grasso	ALDEIDI
Limonene	erbe-pino-pepato	TERPENI
2-Hexenal	verde	ALDEIDI
Isoamyl alcohol		ALCOLI
1-Pentanol	balsamico	ALCOLI
2-Heptanol	limone fresco-erba-dolce-fruttato-verde	ALCOLI
2-Heptenal	verde oleoso	ALCOLI
trans-Rose oxide	fiori	TERPENI
1-Hexanol	erba-legno	ALDEIDI
cis Rose oxide	fiori-geranio	TERPENI
2-Hexen-1-ol	frutta verde-foglia	ALCOLI
2-Octanol		ALCOLI
Linalool oxide trans	fiori	TERPENI
1-Octen-3-ol	funghi-verde terroso	TERPENI
cis-Linalool Oxide	fiori verdi-terra	ALCOLI
1-Heptanol	muffa verde-legno	ALCOLI
1-Hexanol, 2-ethyl-	agrumi freschi-dolce-floreale	TERPENI
Benzaldehyde	mandorla amara-ciliegio	ALDEIDI
2-Nonenal	grasso-cera-melone verde-cetriolo	ALDEIDI
β-Linalool	fiori-lavanda	TERPENI
1-Octanol	cera-verde-funghi	ALCOLI
2-Octen-1-ol	verde-vegetale	ALCOLI
β-Citral	scorza di limone-sfumatura piccante verde	TERPENI
Isogeraniol	limone-agrumi	TERPENI
α-Terpineol	agrumi-viola	TERPENI
Citral	agrumi-limone	TERPENI
β-Myrcene	spezie-pepe	TERPENI
β-Citronellol	floreale-rosa	TERPENI
cis-Geraniol	floreale-fruttato-citronella	TERPENI
Hexanoic acid	grasso-formaggio	ACIDI
trans-Geraniol	fiori-rosa	TERPENI
Benzyl Alcohol	fiori-dolce	ALCOLI
Phenylethyl Alcohol	rosa-miele	ALCOLI
p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol		ALCOLI
Nonanoic acid	cera-formaggio	ACIDI
Geranic acid	cera-grasso	ACIDI
Neric acid	acido verde- legnoso	ACIDI

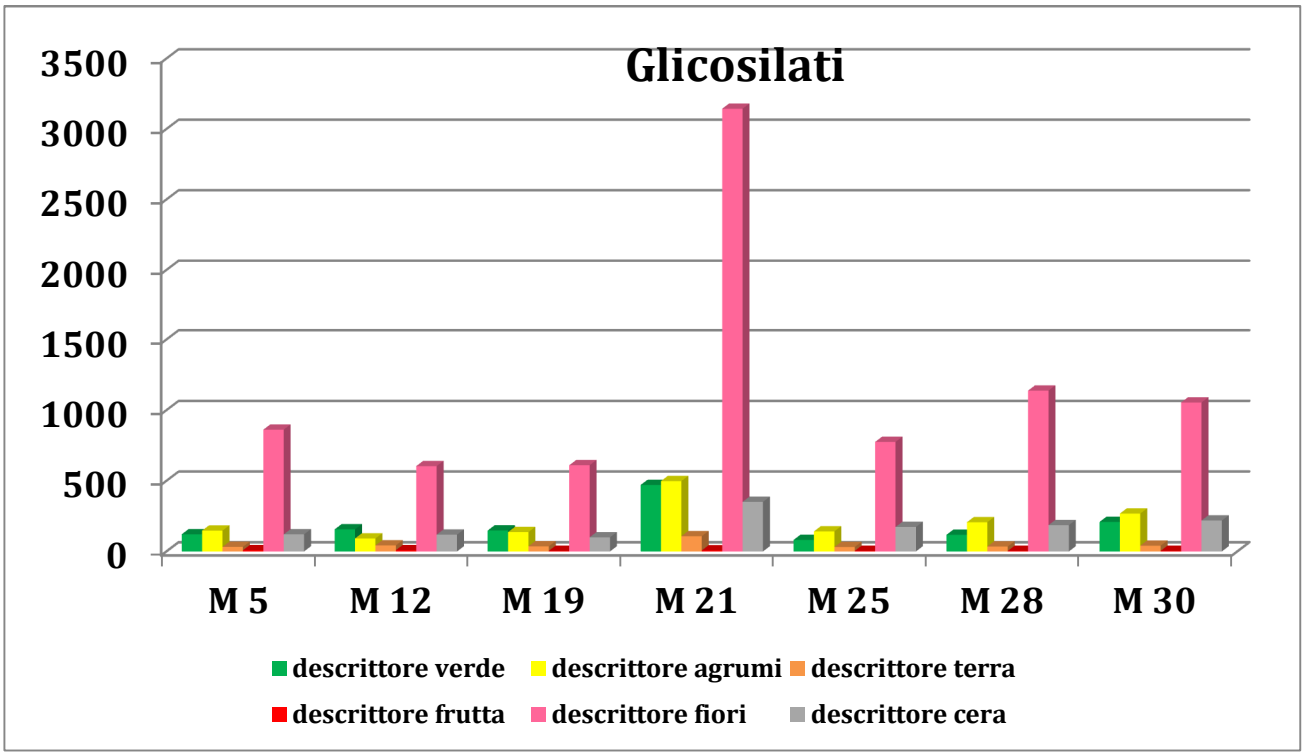
LEGENDA:

- PRESENTE NEI LIBERI
- PRESENTE NEI GLICOSILATI
- PRESENTE IN LIBERI E GLICOSILATI

Come si vede dalla tabella i descrittori aromatici sono stati organizzati in 6 diversi gruppi, a seconda dell'aroma che li caratterizza. Così il colore verde è stato utilizzato per le sostanze che conferiscono un aroma di verde-erbaceo, il grigio per quelle che conferiscono sentore di cera, il giallo per quelle associate al profumo di agrumi, il rosso per le sostanze che conferiscono un aroma fruttato, il rosa per quelle associate ad un aroma di fiori e l'arancione per quelle caratterizzate da un sentore di terra.

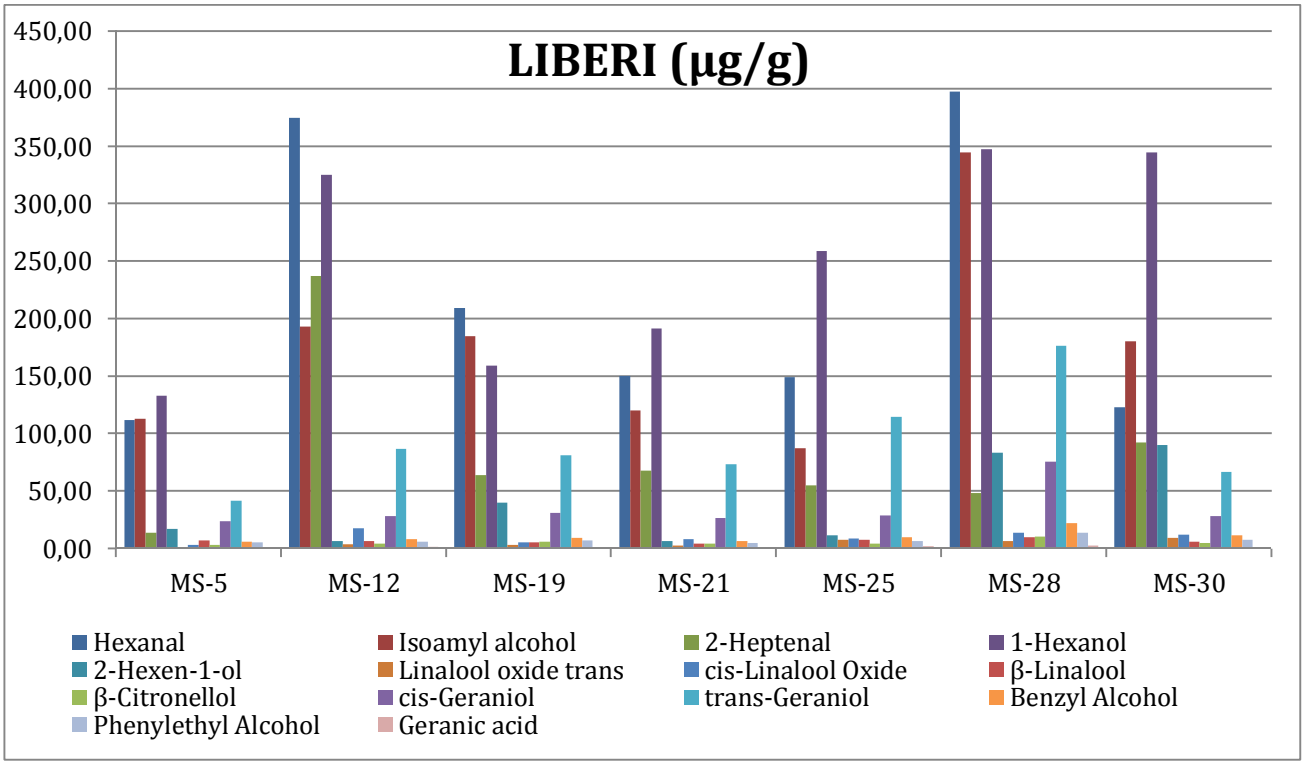
Queste sostanze, raggruppate a seconda del descrittore aromatico che le caratterizza, sono poi state misurate e messe in grafico, riferite a ciascun clone, sempre mantenendo una chiara distinzione tra le sostanze libere e quelle glicosilate. I quantitativi sono sempre espressi in microgrammi per litro.



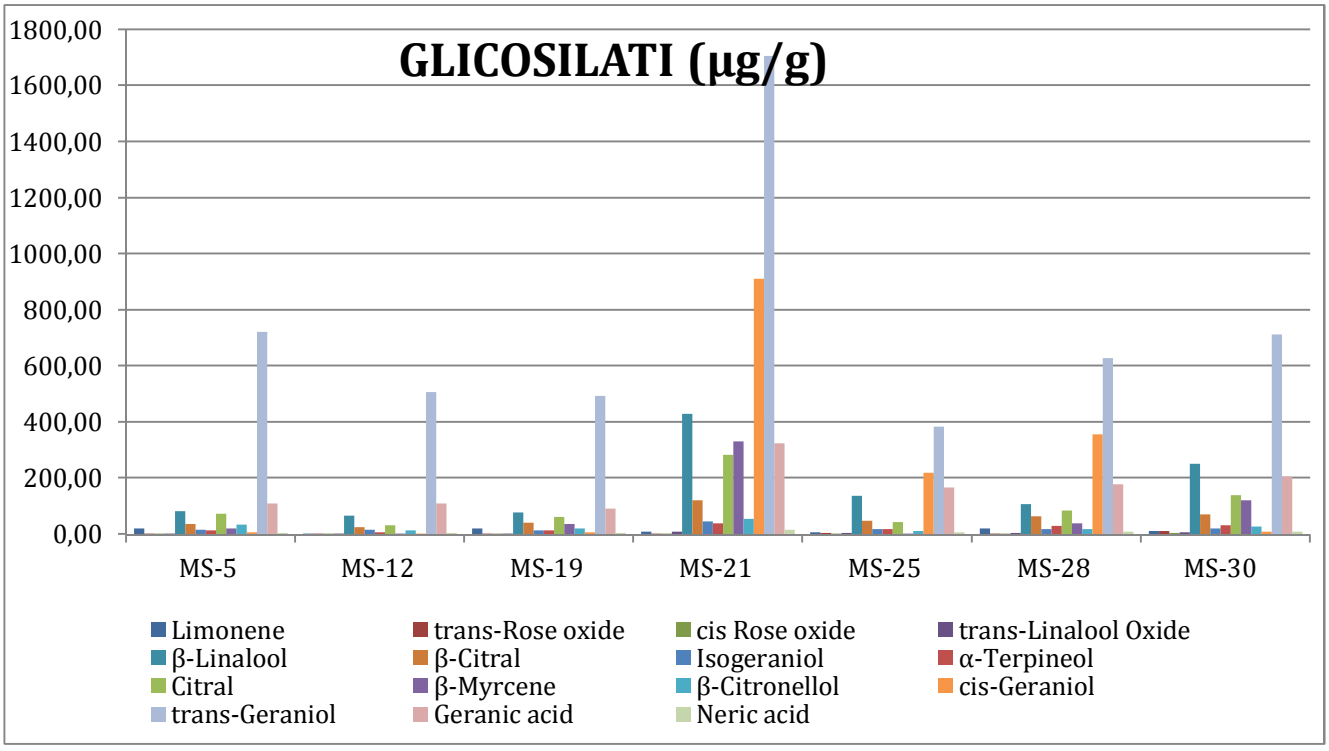


Le singole sostanze registrate durante le analisi, sempre divise in libere e glicosilate, sono poi state misurate per ogni clone e confrontate con la rispettiva soglia di percezione.

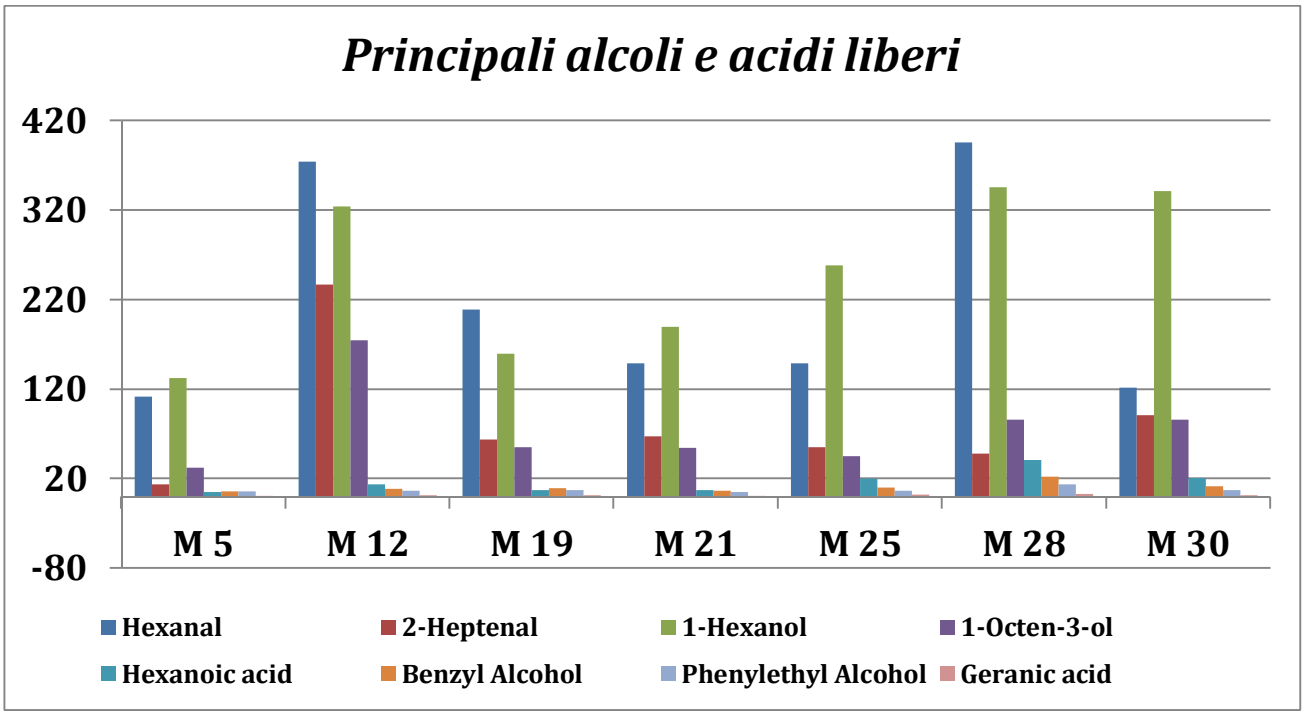
soglia di percezione µg/l	composto	MS-5 liberi	MS-12 liberi	MS-19 liberi	MS-21 liberi	MS-25 liberi	MS-28 liberi	MS-30 liberi
		M 5	M 12	M 19	M 21	M 25	M 28	M 30
10	Hexanal	111,49	374,37	209,39	148,82	149,22	395,90	121,74
15	Limonene	1,97	1,25	0,62	0,00	0,81	1,80	1,16
25	β-Linalool	6,92	6,75	5,39	4,63	7,93	9,83	6,26
30	trans-Geraniol	41,56	86,51	81,49	72,76	114,60	176,08	66,29
100	β-Citronellol	3,25	4,64	6,16	4,22	4,51	10,44	4,98
700	cis-Geraniol	23,71	28,14	31,34	26,49	28,66	75,17	28,16
2000	Benzaldehyde	7,10	14,66	8,52	12,19	11,25	37,74	16,90
8000	1-Hexanol	132,58	324,59	159,48	189,83	258,77	345,95	341,62
8000	1-Hexanol, 2-ethyl-	10,19	7,71	1,76	3,91	4,88	10,36	5,67
14000	Phenylethyl Alcohol	5,58	6,31	6,97	5,18	6,41	13,72	7,52

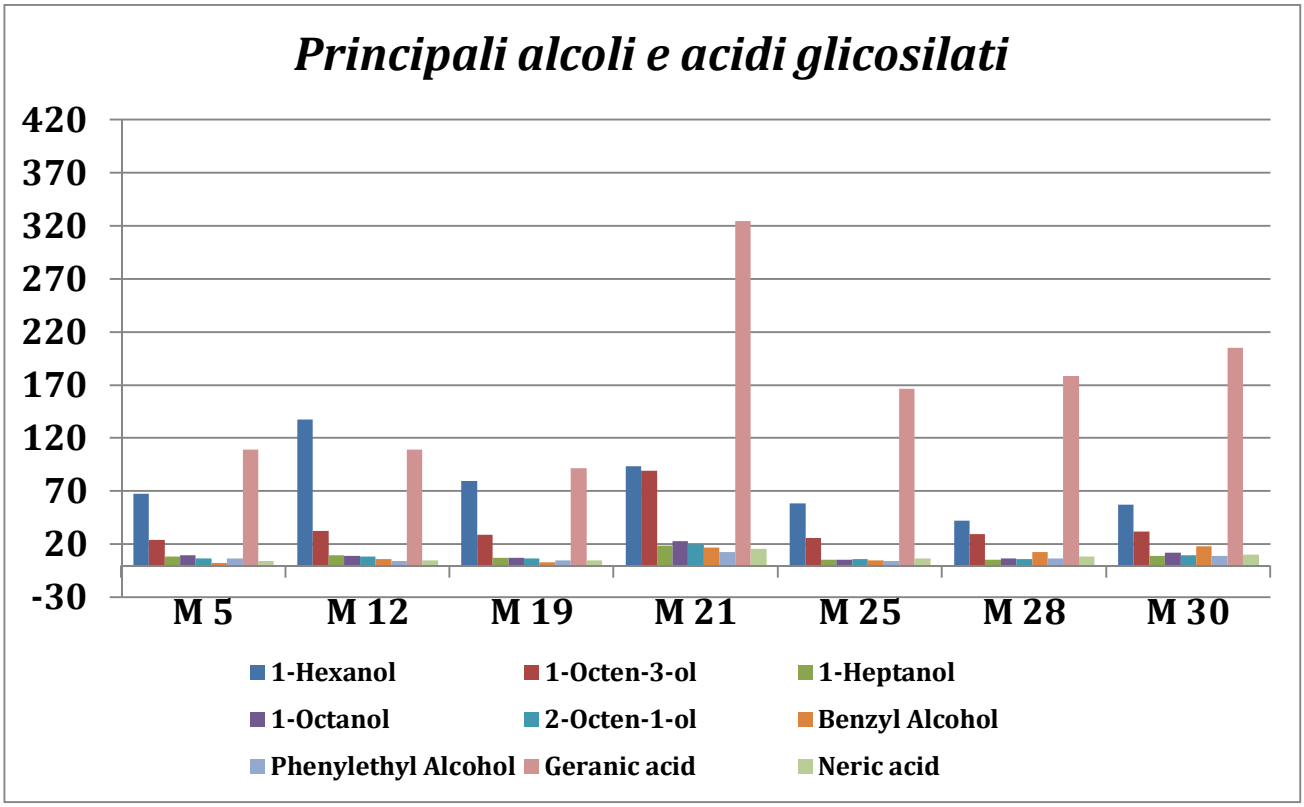


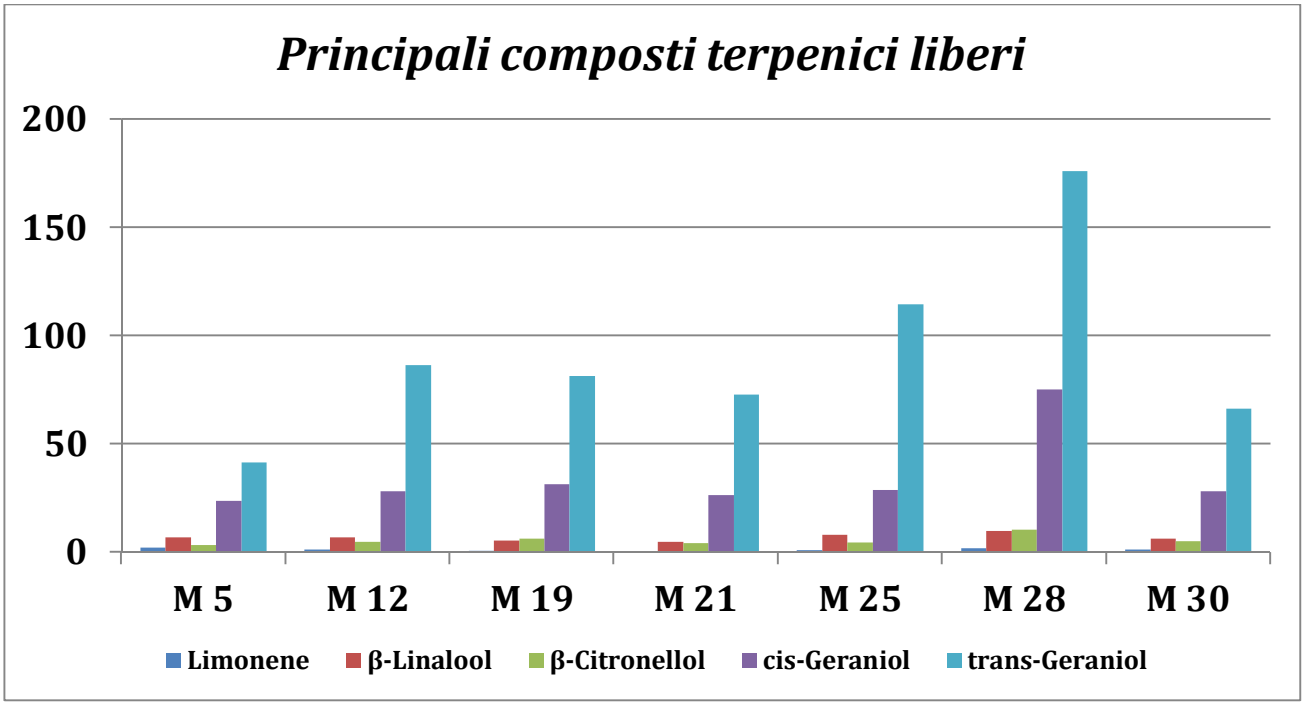
soglia di percezione µg/l	composto	MS-5 glicosilati	MS-12 glicosilati	MS-19 glicosilati	MS-2 glicosilati	MS-25 glicosilati	MS-28 glicosilati	MS-30 glicosilati
		M 5	M 12	M 19	M 21	M 25	M 28	M 30
10	Limonene	21,47	2,61	20,01	9,20	7,85	21,74	10,50
15	2-Heptanol	4,84	11,35	6,92	11,09	13,42	8,40	5,45
25	β-Linalool	82,23	66,70	77,90	430,21	136,63	107,73	250,39
30	trans-Geraniol	722,69	506,04	494,00	1705,4	384,72	629,19	713,17
100	β-Citronellol	33,51	12,81	21,00	55,42	12,56	18,56	27,51
120	1-Octanol	9,56	8,93	7,63	22,89	5,41	6,86	12,12
700	cis-Geraniol	5,88	3,25	5,91	911,82	218,69	356,67	10,00
1000	1-Heptanol	8,35	9,88	7,33	18,65	5,39	5,67	9,21
2000	Benzaldehyde	6,82	3,74	2,10	3,98	2,65	2,42	2,75
8000	1-Hexanol	67,67	137,69	79,84	93,76	58,95	42,22	57,58
14000	Phenylethyl Alcohol	6,58	4,25	4,86	13,01	4,49	6,88	9,18

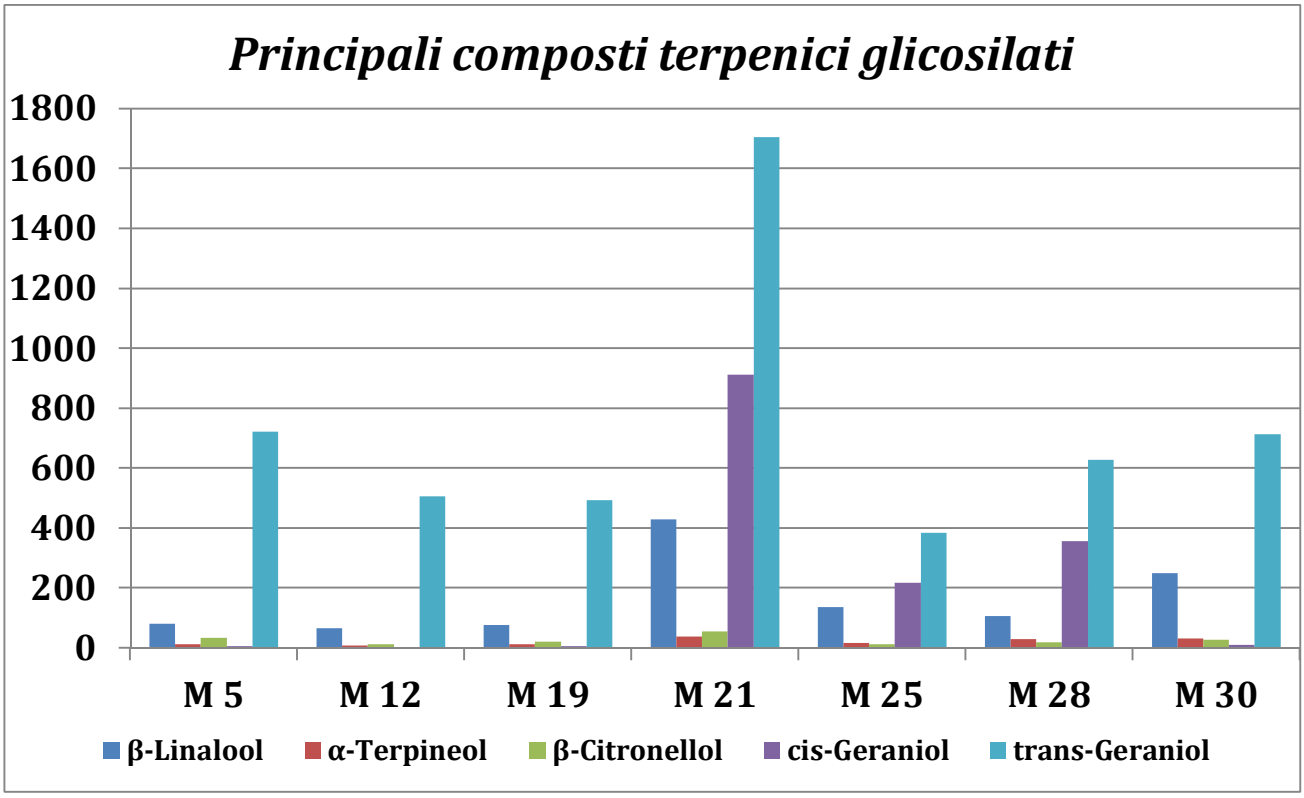


Si è poi ritenuto opportuno mettere in grafico i più rappresentativi alcoli e acidi (sempre divisi in liberi e glicosilati) e i principali terpeni. Le quantità sono sempre espresse in microgrammi per litro

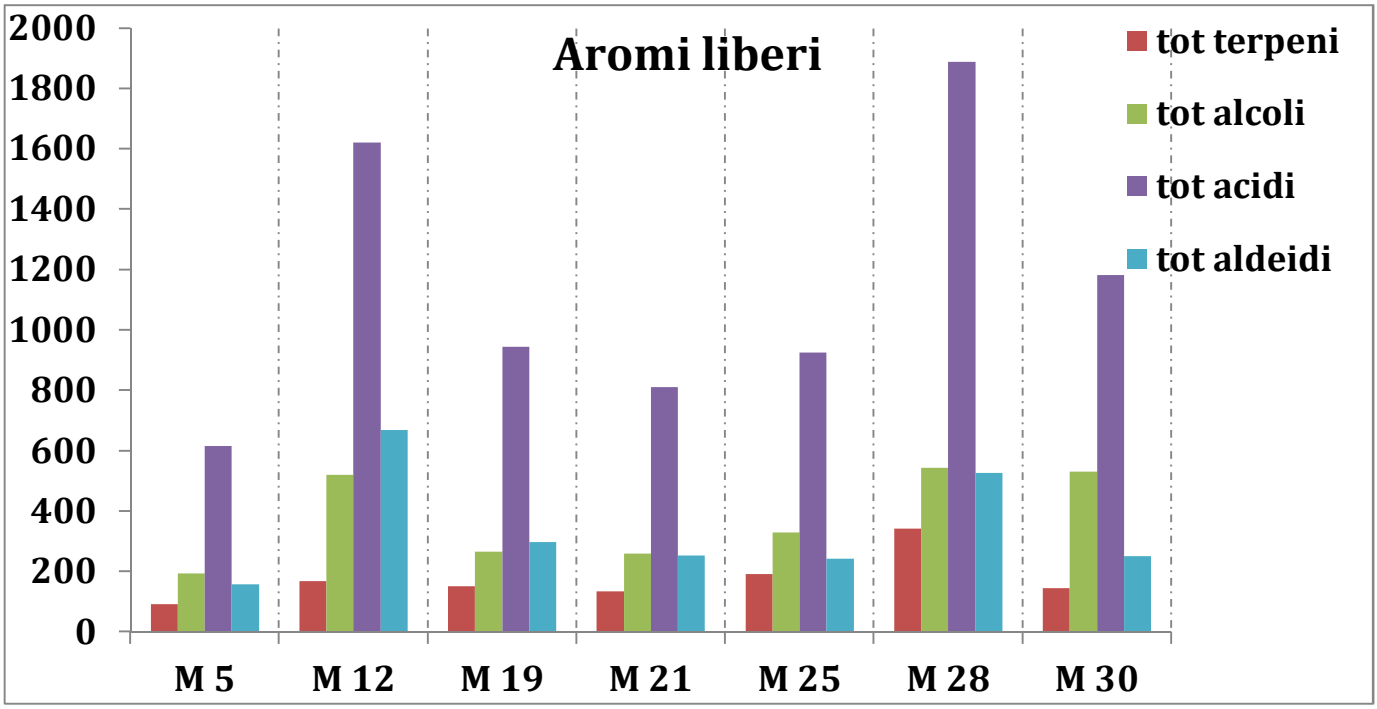


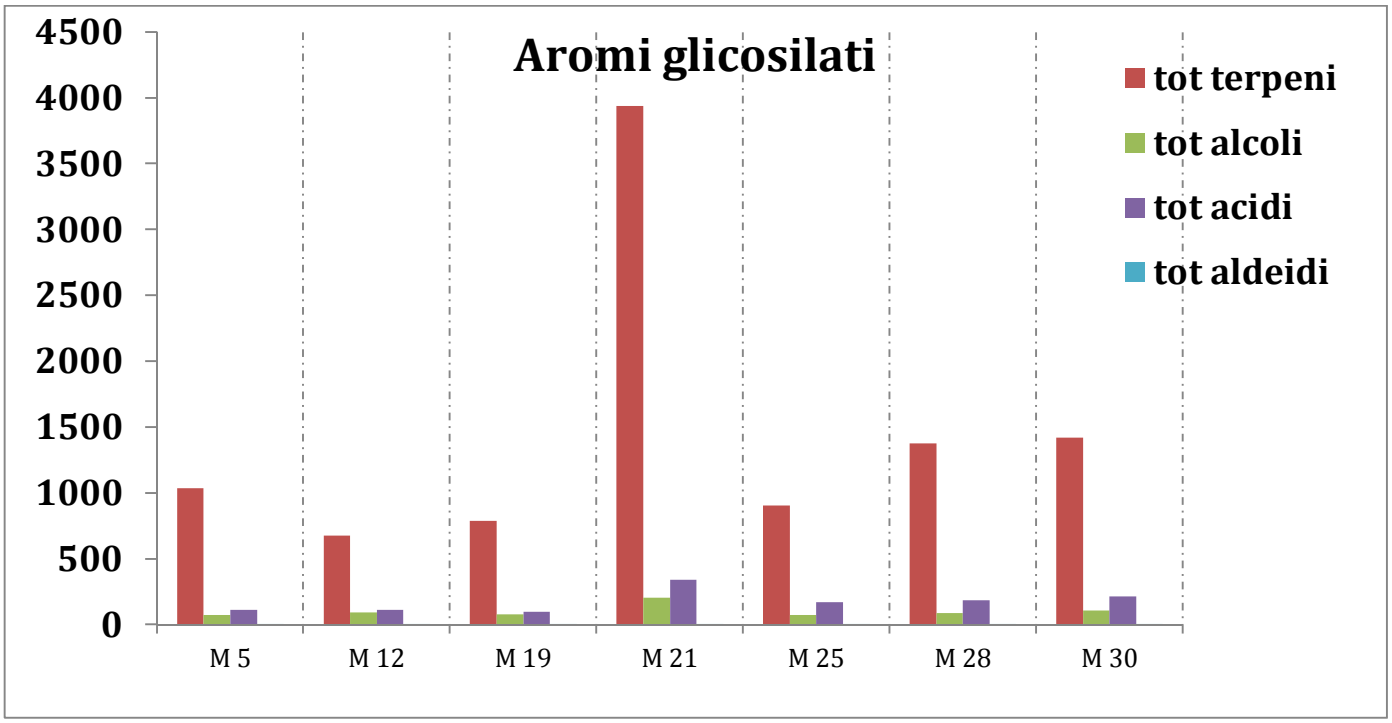



Principali composti terpenici liberi
200
150
100
50
0
M 5
M 12
M 19
M 21
M 25
M 28
M 30
Limonene
β-Linalool
β-Citronellol
cis-Geraniol
trans-Geraniol


Principali composti terpenici glicosilati
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
M 5
M 12
M 19
M 21
M 25
M 28
M 30
β-Linalool
α-Terpineol
β-Citronellol
cis-Geraniol
trans-Geraniol

Infine la totalità dei composti ritrovati è stata organizzata a seconda della classe di appartenenza (es. terpeni, alcoli, ecc.) e le concentrazioni dei composti di ogni classe sono state sommate e messe in relazione tra di loro (espresse in microgrammi su grammo). Come si nota dai grafici, la classe degli acidi è quella largamente più rappresentata per quanto riguarda gli aromi liberi, mentre alcoli e aldeidi si mantengono su concentrazioni tra loro simili. Parlando degli aromi glicosilati invece, i terpeni sono quelli più abbondanti (tipici dei moscati), in particolare in MS 21, dove la loro quantità supera di gran lunga quella misurata negli altri cloni.





4. Conclusioni

Per concludere il discorso sulla variabilità della cultivar Moscato di Scanzo, possiamo dire che per quanto riguarda la variabilità ambientale, nonostante siano stati considerati pochi parametri, il caso di studio ha mostrato una notevole differenza tra i campioni analizzati, soprattutto durante il periodo che va dall'invaiatura alla vendemmia, dove le diverse condizioni microclimatiche riferite alle due aree del vigneto, hanno decisamente influito sulle caratteristiche qualitative e quantitative delle uve prodotte. A testimonianza di questo si è anche visto che i valori delle analisi, una volta uniformate le condizioni ambientali (nel locale di appassimento), hanno mostrato un andamento tra loro simile. La motivazione principale di questa variabilità è stata attribuita al diverso volume di terreno utilizzabile dalle piante nelle due aree esaminate, nella parte debole infatti, la roccia madre molto superficiale non permette uno sviluppo adeguato dell'apparato radicale. Questo si è tradotto in uno stentato sviluppo delle piante in questa parte del vigneto, che apparivano molto diverse da quelle cresciute nell'altra zona analizzata, determinando così un diverso microclima per lo sviluppo dei grappoli, che è stato confermato dalle analisi chimiche.
Parlando invece della variabilità all'interno della cultivar stessa, si sono considerate una vasta gamma di variabili fisiche, chimiche e aromatiche, misurate tutte nello stesso momento, invece che in modo periodico (come per la variabilità ambientale). I risultati hanno mostrato anche in questo caso una grande differenza tra i valori registrati, anche se alcuni parametri sono stati più variabili di altri. Anche i composti aromatici, analizzati in cloni selezionati, sono stati caratterizzati da una elevata differenza, offrendo così la possibilità in futuro di costituire coltivazioni policlonali, utilizzando individui che presentano caratteristiche complementari, così da poter ottenere un vino di qualità anche in annate diverse. Questo tipo di variabilità non è influenzata dalle caratteristiche ambientali (i cloni studiati sono infatti cresciuti tutti con le medesime condizioni pedo-climatiche), come nel caso precedente, ma deriva interamente dal vasto corredo genetico della cultivar. Questa parte dello studio ha permesso così di continuare un lavoro di selezione genetica già in atto, finalizzato alla selezione dei cloni più promettenti e ad una loro possibile omologazione e commercializzazione futura.

5. Bibliografia

- CAPASSO *Castello Castelli, Chronicon bergomense guelpho-ghibellinum ab anno MCCCVXXVIII usuque ad anno MCCCCVII*, Bologna, Zanichelli, 1940-49

- COMPAGNONI D., GUALTERONI U., OLDRATI G., INVERNICI E., *Vitigni in provincia di Bergamo*, Bergamo, Ferrari, 2002

- COMPAGNONI D., MARANGONI M., TERZI T., *Vini bergamaschi di qualità e percorsi di degustazione*, Bergamo, Ferrari, 1989

- EYNARD I., DALMASSO G., *Viticoltura moderna, manuale pratico (nona edizione)*, Milano, Hoepli, 2005

- PEYNAUD E., *Knowing and making wine (translated from the french by Alan Spencer)*, New York, Wiley Interscience, 1984

- SEFTON M.A., FRANCIS I.L., WILLIAMS P.J., *The volatile composition of chardonnay juices - a study by flavor precursor analysis*, American Journal of Enology and Viticulture, 1993

- SCOTTI B., *Uso della solforosa in affinamento e nuove forme d'impiego*, Vinidea.net – Rivista Internet Tecnica del vino, 2004, N .1/2

- www.consorziomoscatodiscanzo.it

6. Ringraziamenti

Ringrazio il Prof. Lucio Brancadoro per avermi dato la possibilità di sviluppare questa tematica e per avermi aiutato nel reperire i dati riguardanti l'analisi intravarietale.

Ringrazio il Dott. Daniele Grossi per l'aiuto nell'interpretazione dei risultati delle analisi, per i consigli e la disponibilità.

Ringrazio Alessandro Vanali per aver messo a disposizione il suo tempo e la sua azienda, dove è stato svolto lo studio sulla variabilità ambientale.

Ringrazio il Dott. Pierluigi Donna per avermi incoraggiato in questo progetto, per i consigli e l'aiuto nello svolgimento delle analisi in azienda.

Un grazie particolare alla mia famiglia per avermi sostenuto durante il mio percorso e a tutti i miei amici per questi anni passati insieme.