



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

CORSO DI LAUREA IN

Viticultura ed Enologia

“Variabilità dei profili di maturazione del Sangiovese in relazione alle caratteristiche pedologiche della D.O.C.G. Brunello di Montalcino”

Relatore: prof. Osvaldo Failla

Correlatore: prof. Lucio Brancadoro

Candidato: Federico Bellomi

Matricola: 771667

Anno Accademico 2013/2014

A Nonno Marino e Zio Aldo

INDICE

RIASSUNTO

INTRODUZIONE

<i>STRUTTURA, COMPOSIZIONE E MATURAZIONE DELLA BACCA</i>	pag. 07
0.1 Struttura e maturazione	pag. 07
0.2 Composizione	pag. 11
0.2.1 Zuccheri	pag. 11
0.2.2 Acidi organici	pag. 12
0.2.3 Composti fenolici	pag. 13

CAPITOLO 1

<i>MONTALCINO</i>	pag. 17
1.1 Il comune di Montalcino: caratteristiche pedoclimatiche del suo territorio	pag. 17
1.2 Il Brunello di Montalcino	pag. 18

CAPITOLO 2

<i>LA VARIETA'</i>	pag. 20
2.1 Il Sangiovese	pag. 20
2.1.1 Il Sangiovese grosso o Brunello	pag. 22
2.1.2 Principali caratteri ampelografici	pag. 22
2.1.3 Selezione clonale e metodiche selettive	pag. 23
2.1.4 Risultati di pressione selettiva debole sul Sangiovese	pag. 25

CAPITOLO 3

LA CANTINA BANFI	pag. 27
3.1 La cantina	pag. 27
3.1.1 Dall'uva al vino	pag. 28
3.2 Il territorio e il clima aziendale	pag. 30
3.2.1 Il territorio	pag. 30
3.2.2 Il clima	pag. 35

3.2.3 Il caso Banfi	pag. 36
---------------------	---------

CAPITOLO 4

<i>IL TERROIR</i>	pag. 38
4.1 Il terrorir	pag. 38
4.1.1 Il suolo	pag. 38
4.1.2 Il clima	pag. 39
4.1.3 La varietà	pag. 39
4.2 Il regime idrico	pag. 40
4.2.1 L'effetto dello stato idrico sull'attività vegetativa della vite	pag. 40
4.2.2 L'effetto della disponibilità idrica sui processi biochimici della maturazione	pag. 41
4.2.3 Incidenza del regime idrico della vite sullo sviluppo e sulla composizione dell'uva a maturità	pag. 41

CAPITOLO 5

<i>IL PIANO SPERIMENTALE</i>	pag. 44
5.1 Rilievi eseguiti in vigneto	pag. 45
5.2 Analisi effettuate in laboratorio	pag. 46

CAPITOLO 6

<i>RISULTATI</i>	pag. 53
6.1 Risultati delle analisi effettuate in laboratorio	pag. 58
6.2 Caratterizzazione dei suoli delle parcelle	pag. 58
6.3 Rappresentazione grafica dei risultati	pag. 67
6.3.1 Istogrammi	pag. 67
6.3.2 Relazioni identificate attraverso l'analisi dei dati rilevati in laboratorio	pag. 72
6.3.3 Rappresentazione dati attraverso grafici che ricavano il coefficiente di correlazione lineare (r)	pag. 76

CAPITOLO 7

<i>DISCUSSIONE DEI RISULTATI</i>	pag. 81
7.1 Analisi ed osservazioni dei dati relativi ai grafici di dispersione	pag. 81

7.2 Osservazioni dei dati medi di tutti i fattori analizzati appartenenti ai siti
classificati come limitanti e non limitanti pag. 86

CAPITOLO 8

CONCLUSIONI pag. 89

BIBLIOGRAFIA pag. 92

RINGRAZIAMENTI pag. 95

RIASSUNTO

Il Sangiovese risulta essere la varietà a bacca nera tra le più coltivate al mondo ed è uno dei vitigni più diffusi in Italia, occupando circa 85.000 ha della superficie nazionale ad uve da vino (ISTAT).

Sono stati svolti numerosi studi sull'influenza che gli elementi pedo-climatici sono in grado di esercitare sulla qualità e sulla quantità della produzione viticola; in particolare la radiazione solare, il tipo di suolo e la disponibilità idrica risultano tra i fattori che hanno un maggiore impatto. Numerose ricerche hanno riscontrato il Sangiovese come vitigno altamente reattivo alla variazione delle condizioni pedo-climatiche; la diversa interazione genotipo-ambiente consente di ottenere vini dalle caratteristiche peculiari nelle diverse zone di coltivazione.

La presente tesi è stata svolta presso l'Azienda Banfi nella DOCG Brunello di Montalcino (Siena) nell'annata 2011; sono stati selezionati ed analizzati quarantuno vigneti sull'intero territorio aziendale al fine di verificare le differenze dello sviluppo e del profilo di maturazione delle bacche in relazione alla tipologia di suolo; i vigneti in base alle condizioni pedoclimatiche in cui vengono allevati sono stati divisi in condizioni limitanti, non limitanti e per quelle zone in cui non si è riusciti a risalire ad informazioni sufficienti per decretare una condizione pedoclimatica specifica in non classificati. Non è stata riscontrata un'ampia variabilità nel potenziale produttivo dei vigneti per quanto riguarda il peso delle bacche e delle bucce, nel profilo della maturità tecnologica non si sono riscontrate grandi divergenze nei diversi siti; sono risultati invece statisticamente differenti i dati riguardanti il profilo nella maturità fenolica.

È stato effettuato un confronto tra i vigneti coltivati su suoli in condizioni maggiormente limitanti rispetto ad altri in condizioni non limitanti, capaci di assicurare condizioni non stressate con un adeguato rifornimento idrico: è emerso che i maggiori accumuli in composti fenolici per mg/kg uva sono stati registrati nelle parcelle allevate in condizioni pedoclimatiche limitanti, su suoli aventi tessitura argillosa, profondità ridotta, abbondanti concentrazioni in scheletro soprattutto in superficie e bassa disponibilità idrica, dove le viti sono caratterizzate probabilmente da un minor carico produttivo, con grappoli aventi acini di dimensioni ridotte, questo permette di avere un rapporto buccia/bacca più alto, garantendo così un'elevata quantità di materiale cellulare dove poter sintetizzare ed accumulare i composti fenolici durante la maturazione, che risultano essere un fattore fondamentale per la qualità che un vino di corpo e ricchezza compositiva come il Brunello di Montalcino richiede nella materia prima per la sua produzione.

INTRODUZIONE

STRUTTURA, COMPOSIZIONE E MATURAZIONE DELLA BACCA

0.1 Struttura e maturazione

La botanica definisce *bacca* il frutto della vite e se, come in questo caso, le bacche sono piccole e riunite in infruttescenze vengono denominate *acini*.

I tessuti del frutto o pericarpo derivano dall'ovario e sono rappresentati dalla buccia o sistema dermico (esocarpo), dalla polpa (mesocarpo) e da una sottile epidermide interna che separa la polpa dalle logge seminali (endocarpo) (Figura 1). La buccia è costituita da un'epidermide unistratificata, composta da cellule piatte fortemente saldate tra loro, caratterizzate da una parete spessa e ricoperte da cuticola e da cere epicuticolari (pruina), e da un ipoderma formato da 11-12 strati di cellule collenchimatiche, ben saldate tra loro e dalla spessa parete, che, nelle bacche immature, possono essere mescolate alle cellule idioblastiche, contenenti cristalli aghiformi di ossalato di calcio.

La buccia a maturità rappresenta il 5- 20% del peso fresco della bacca.

La polpa invece è costituita da 25-30 strati di cellule parenchimatiche, a parete sottile, che si moltiplicano sia in senso anticlinale che periclinale facendo assumere un aspetto sferoidale alla bacca.

L'endocarpo, molto sottile, è formato da un'epidermide unistratificata e da 2-3 strati di cellule collenchimatiche.

All'interno del peduncolo passano i fasci fibrovascolari preposti al trasporto della linfa; essi si dividono in fasci periferici, che si diramano nella buccia e nella parte esterna della polpa, e fascio ventrale, che attraversa la bacca riconnettendosi nella parte opposta con i fasci periferici. Dal fascio ventrale si estendono anche i fasci ovarici che raggiungono i semi.

Il vinacciolo si differenzia dallo sviluppo dell'ovulo quando viene innescato il processo di fecondazione; ha forma piriforme e la sua estremità appuntita (becco) è rivolta verso il peduncolo all'interno dell'acino.

Anatomicamente il vinacciolo è costituito da due tegumenti, uno esterno ed uno interno, contenenti l'endosperma, dove sono immagazzinate le sostanze di riserva (lipidi e proteine) che consentiranno

all'embrione di germinare.

Il vinacciolo termina la sua crescita prima dell'inizio della maturazione della bacca ed influisce sulla crescita di quest'ultima in quanto fonte ormonale.

Il processo di moltiplicazione cellulare caratterizza la prima parte dello sviluppo del frutto, con una durata di 30-40 giorni e un picco di intensità limitato ai 15-20 giorni successivi alla fioritura.

A livello grafico la crescita della bacca (peso bacca vs tempo) è rappresentabile con una curva a forma di doppia sigmoide (Figura 2): la curva presenta due fasi di crescita separate da una fase di arresto e ha una durata complessiva che varia da 50 a 120 giorni, a seconda della precocità o tardività dei vigneti.

La prima fase di crescita è la *fase erbacea*, che si estende dall'allegagione all'invaiaatura delle bacche, dura complessivamente 35-40 giorni, a seconda della precocità o tardività della cultivar in esame. La fase erbacea potrebbe essere ulteriormente suddivisa in altre due fasi, rispettivamente a scarso accrescimento e a rapido accrescimento. In questo periodo la crescita della bacca avviene per divisione cellulare, quindi per mitosi: la bacca accresce il numero di cellule ed aumenta in maniera sostanziale peso e volume.

Gli stimoli ormonali alla crescita sono da attribuire principalmente ai vinaccioli che diffondono nella polpa auxine e citochinine che stimolano l'accrescimento del frutto. Il numero di cellule che si formano è influenzato principalmente dalle caratteristiche genetiche della varietà e, in misura minore, da fattori esterni, quali la nutrizione minerale, la disponibilità di acqua e la temperatura. Nel corso della fase erbacea la bacca accumula progressivamente acido tartarico, acido malico e tannini; si sviluppa il vinacciolo. Il contenuto in zuccheri della bacca è basso, 10-20 g/kg, dell'ordine di quello delle foglie, perché tutto lo zucchero importato giornalmente è metabolizzato per via aerobia per permettere lo sviluppo dell'acino e la maturazione dei vinaccioli; la clorofilla è il pigmento più rilevante, la bacca è verde.

L'attività fotosintetica contribuisce ai fabbisogni alimentari del frutto durante la fase erbacea.

La fase di arresto di crescita, *fase di stasi*, è caratterizzata dalla diminuzione della clorofilla e dall'assunzione di un aspetto translucido da parte della bacca. In questa fase le bacche assumono la colorazione tipica della cultivar di appartenenza, quindi si passa dal verde al giallo nelle varietà bianche fino ad arrivare al rosso più o meno intenso nelle cultivar nere; l'acino riduce fino ad annullare la fotosintesi per cominciare a sintetizzare aromi, polifenoli ed altri composti strettamente legati alle caratteristiche genetiche delle varie cultivar, questo fenomeno raggiungerà il suo apice d'intensità durante la maturazione.

La fase di stasi, la cui durata complessiva va da 4 a 30 giorni a seconda della precocità della cultivar, comporta il rallentamento o addirittura l'arresto dello sviluppo della bacca dovuto al fatto che i vinaccioli, ormai completamente sviluppati, cessano la sintesi e il rilascio degli ormoni della

crescita auxine e citochinine.

La fase di stasi termina con l'inizio dell'invaiaitura nelle uve a polpa succosa, uve da vino, e comincia la lisi delle pectine presenti nelle pareti cellulari di mesocarpo ed endocarpo ad opera degli enzimi pectolitici pectina metil esterasi e 2-poligalatturonasi. Questo processo rende i pectati fragili e disorganizzati, con il conseguente aumento di deformabilità per l'acino, evento estremamente positivo in fase di pigiatura per evitare eccessive fecciosità nei mosti.

La seconda fase di crescita è la *fase di maturazione*, che ha inizio con l'invaiaitura e dura da 20 a 50 giorni a seconda della varietà. In questa fase l'acino invaiato riprende ad ingrossarsi, le cellule non aumentano più di numero bensì si accrescono per distensione e la sua composizione chimica subisce profonde modifiche. L'accrescimento è dovuto principalmente all'accumulo di sostanze nutritive (in particolare zuccheri) e di acqua, attratta nell'acino dall'elevata pressione osmotica dovuta all'accumulo di zuccheri e, in parte, a quello degli acidi. L'accumulo degli zuccheri è favorito anche dalla cessata competizione ormonale e trofica tra apici meristemati e grappoli.

Nella sua globalità, il processo di maturazione coinvolge i seguenti aspetti: crescita della bacca, modificazione della sua consistenza meccanica (da rigida a plastica), accumulo di zuccheri semplici (glucosio e fruttosio), riduzione dell'acidità ed incremento del pH del succo, degradazione della clorofilla e comparsa della colorazione della bacca, accumulo di amminoacidi e di proteine a basso peso molecolare, parziale inattivazione delle molecole tanniche per complessazione con oligosaccaridi e proteine, accumulo di molecole aromatiche e dei loro precursori.

Concludendo, è opportuno sottolineare che si possono distinguere diversi tipi di maturità per l'uva: si parla di "maturità fisiologica" quando la connessione vascolare tra pianta e frutto è cessata e il frutto non riceve più linfa elaborata dalla pianta; la "maturità tecnologica" riguarda una particolare situazione di equilibrio tra accumulo di zuccheri e acidità titolabile del succo, così che l'uva risulta adatta alla produzione di un particolare tipo di vino. Per i vitigni a bacca colorata si parla anche di "maturità fenolica", che rappresenta il momento in cui risulta massimo l'accumulo dei polifenoli estraibili, vale a dire i tannini dei vinaccioli e delle bucce e gli antociani delle bucce; la "maturità aromatica" riguarda l'accumulo delle molecole degli aromi varietali, mentre la "maturità cellulare" è associata al livello di evoluzione delle pareti cellulari, la cui struttura influenza il grado di estrazione di polifenoli e aromi dalle bucce nel mosto durante la vinificazione.

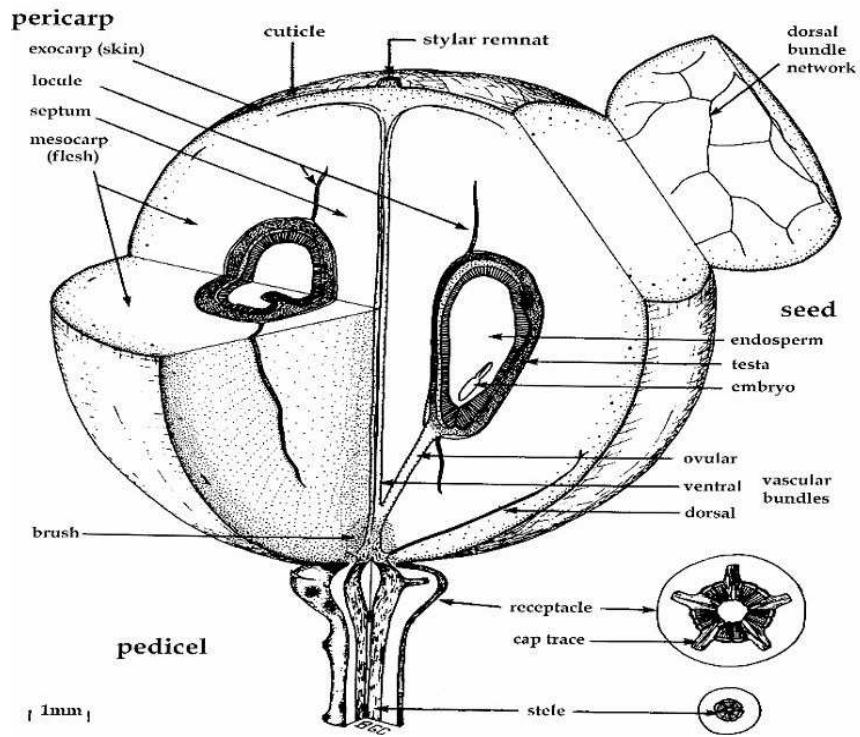


Figura 1. Rappresentazione schematica dei componenti della bacche dell'uva (tratta da Coombe, 1987)

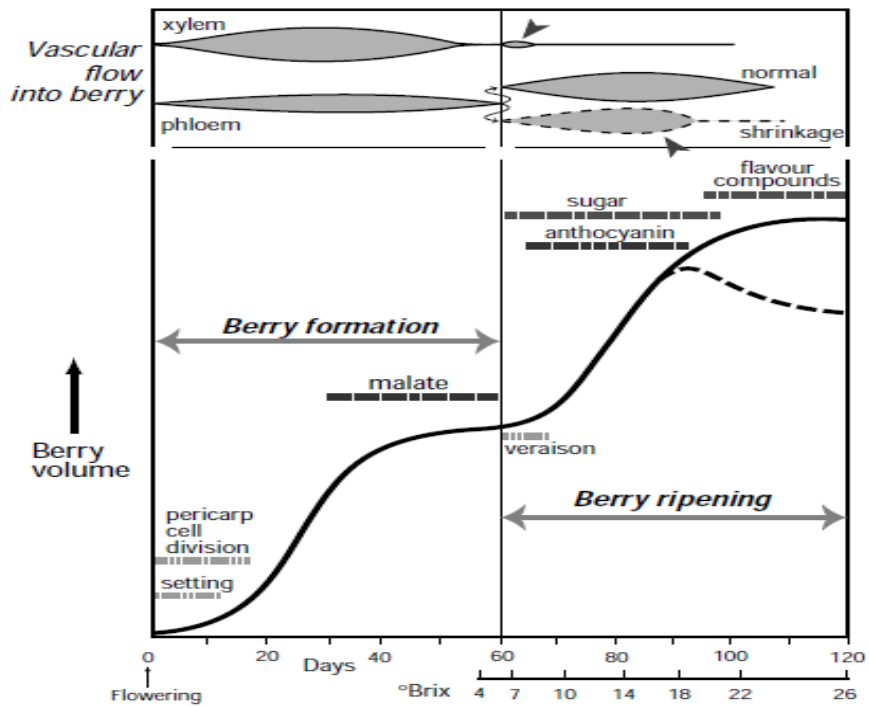
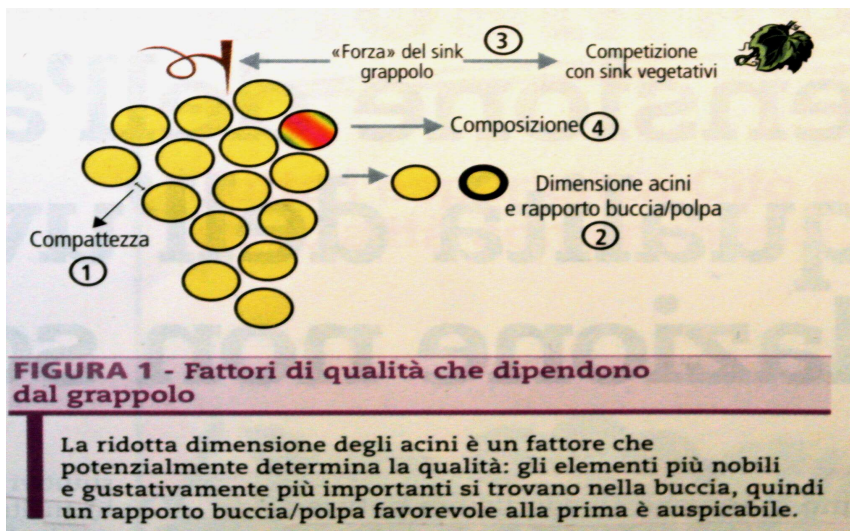


Figura 2. Diagramma di sviluppo della bacca (Coombe, McCarthy, 1997)



Fattori che condizionano lo sviluppo della polpa e della buccia degli acini. (Immagine presa da L'Informatore agrario n° 17/2008 articolo scritto da S.Poni, N.Libelli.)

0.2 Composizione

0.2.1 Zuccheri

Zuccheri è la denominazione comune dei carboidrati (Rbèreau-Gayon *et al.*, 1982 Jackson, 1994), biomolecole in cui a ciascun atomo di Carbonio corrisponde una molecola di acqua.

La denominazione "idrati di carbonio" è giustificata anche dall'origine fotosintetica di questi composti nella foglia di vite; il termine carboidrati inoltre sottende il carattere idrofilo di queste molecole, che determina la grande solubilità in acqua per i termini più piccoli della famiglia, da cui ne deriva il potere crioprotettore nei confronti della pianta: qui l'amido, grazie all'attività idrolasica delle amilasi, viene scisso in zuccheri semplici, i quali, abbassando il punto di fusione dell'acqua, proteggono le cellule del legno dei sarmenti e delle gemme dalle gelate invernali e primaverili.

I due esosi principali del succo vacuolare delle cellule della polpa dell'uva sono:

-il D-glucosio, detto anche destrosio, in quanto ruota verso destra il piano di vibrazione della luce polarizzata;

-il D-fruttosio, detto anche levulosio, in quanto devia verso sinistra il piano di vibrazione della luce polarizzata (Figura 3).

Nel succo d'uva matura sono contenuti complessivamente tra i 150 e 250 g/L di zuccheri (glucosio e fruttosio); questo valore può aumentare in fase di sovraturazione, appassimento, ed attacco da parte del marciume nobile.

Nel corso della maturazione il rapporto tra glucosio/fruttosio diminuisce a causa dell'effetto di

un'isomerasi, lo studio dell'evoluzione di tale rapporto può costituire un indicatore di avanzamento dello stato di maturazione della bacca, esso infatti varia da circa 1,5 all'invasatura a meno di 1 alla maturità.

Questi due esosi inoltre si differenziano per il potere dolcificante e quindi per il loro contributo al gusto del vino: se viene attribuito al saccarosio potere dolcificante uguale ad 1, quello del fruttosio risulta pari ad 1,73 e quello del glucosio pari a 0,74; di conseguenza per uno stesso tenore in zuccheri residui del vino il sapore dolce dipende dal rapporto glucosio/fruttosio.

Glucosio e fruttosio sono zuccheri fermentescibili, usati dai lieviti come fonte di atomi di Carbonio e precursori diretti dell'etanolo tramite fermentazione alcolica.

Gli zuccheri sono distribuiti in modo diverso all'interno della bacca, sono più concentrati nel cuore di quest'ultima, pertanto se si regola il livello di pressatura dell'uva controllando il livello di rottura dell'acino si può controllare il livello zuccherino del mosto.

I glucidi sono i precursori degli acidi organici, dei composti fenolici e degli amminoacidi aromatici; ad esempio il glucosio attraverso la via dei pentosi è il precursore dell'acido tartarico.

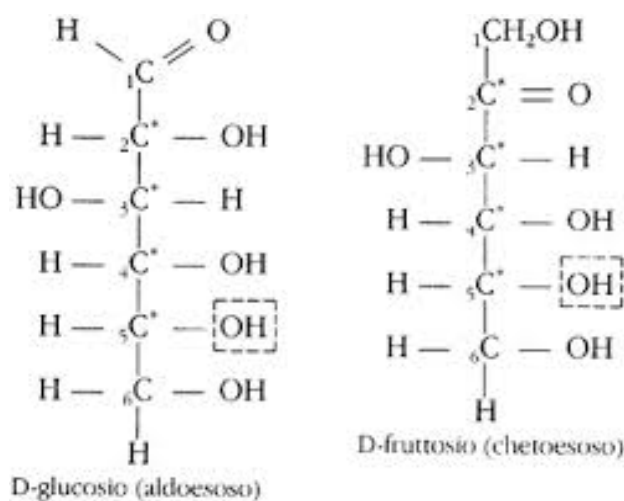


Figura 3. Esosi del succo d'uva

0.2.2 Acidi organici

Gli acidi organici tartarico e malico (Figura 4) contribuiscono in modo determinante alla composizione, alla stabilità microbiologica e chimico-fisica e alle qualità sensoriali dei vini (Ribèreau-Gayon et al., 1982; Jackson, 1994).

Nella polpa dell'acino sono presenti circa l'80% di acidi liberi: qui il pH è inferiore rispetto a quello delle bucce e dei raspi dove gli acidi sono presenti per la maggior parte in forma salificata.

L'acido tartarico, poco diffuso in natura al di fuori dell'uva, è un acido organico relativamente forte

che conferisce al vino pH compreso tra 3.0 e 3.5. Alla fine della fase erbacea la sua concentrazione nel succo d'uva può raggiungere i 15 g/L, per poi diminuire durante la maturazione a causa dell'assorbimento di acqua da parte della bacca in crescita. La concentrazione di acido tartarico è inferiore nelle uve di vitigni coltivati in zone a clima caldo-arido, perché la molecola viene degradata dalle alte temperature a cui sono sottoposti i grappoli.

Il secondo acido organico dell'uva è l'acido malico la cui concentrazione arriva fino a 25 g/L nei succhi di uva acerba appena prima dell'invasatura; tuttavia, nei 15 giorni che seguono la comparsa della prima colorazione il malico diminuisce perché oltre ad essere diluito viene metabolizzato dalle cellule dell'acino per accumulare gli zuccheri. L'acido malico aumenta in fase erbacea in conseguenza della produzione fotosintetica di glucosio: questo esoso tramite glicolisi diventa piruvato, che previa conversione ad acetil-CoA entra nel ciclo di Krebs dove viene convertito a malato. Durante la maturazione il ciclo di Krebs si blocca, il malato viene consumato perché viene trasformato in ossalacetato che per gluconeogenesi ritorna a glucosio.

Nelle regioni a clima caldo la concentrazione di acido malico va da 1 a 2 g/L.

La sua produzione incomincia al termine della sintesi dell'acido tartarico e prosegue durante la fase di stasi, per cui tutti i fattori che prolungano questo momento ritardando la maturazione contribuiscono ad un maggiore accumulo di acido malico.

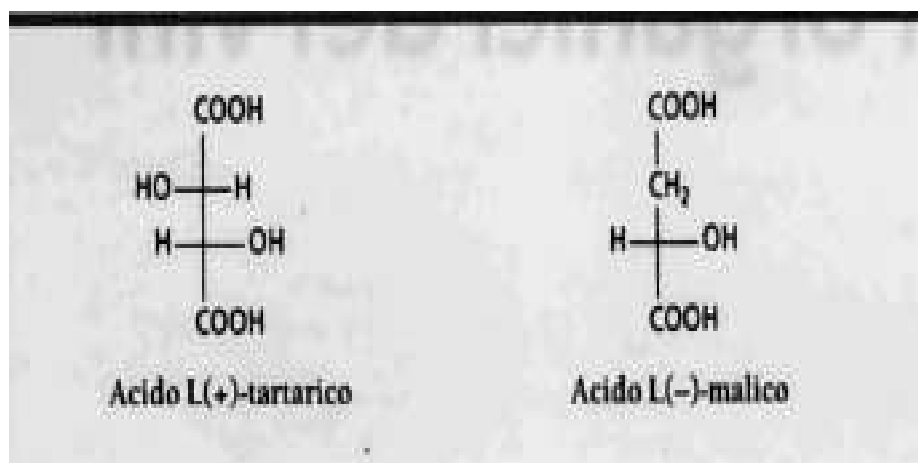


Figura 4. Acido tartarico e Acido malico (Ribèreau-Gayon et al., 2004)

0.2.3 Composti fenolici

I composti fenolici antociani e tannini giocano un ruolo fondamentale in enologia, sono infatti responsabili delle differenze tra vini bianchi e vini rossi, poiché definiscono il colore ed il gusto di questi ultimi; sono inoltre all'origine del cosiddetto "paradosso francese" per le loro proprietà

battericide, antiossidanti, vitaminiche e protettive nei riguardi delle malattie cardiovascolari.

Durante la vinificazione vengono estratti da diverse parti dell'acino e subiscono sensibili variazioni di struttura nel corso dell'affinamento e dell'invecchiamento del vino, in funzione delle condizioni in cui tali processi vengono realizzati.

Antociani

Sono i pigmenti rossi dell'uva e si trovano principalmente nella buccia.

La loro molecola è formata da due anelli benzenici uniti dallo ione flavilio, eterociclo ossigenato insaturo che porta una carica positiva sull'atomo di Ossigeno. Se il gruppo OH sul Carbonio 3 è legato ad uno zucchero la molecola prende il nome di *antociano* o *antocianina*, se invece lo stesso OH è libero l'aglicone è detto *antocianidina* (Figura 5).

A seconda della natura dell'anello laterale, nell'uva e nei vini si distinguono cinque molecole fondamentali, aventi due o tre sostituzioni di tipo ossidrilico (-OH) e metossilico (-OCH₃). Sotto forma eterosidica queste molecole sono molto più stabili che sotto forma di agliconi liberi.

Il colore degli antociani dipende dalla natura dei sostituenti sullo scheletro aromatico, dal pH del mezzo, dalla presenza di anidride solforosa (SO₂) e di altre sostanze; infatti, da una parte la sostituzione del ciclo laterale causa uno spostamento batocromatico della lunghezza d'onda del massimo di assorbimento, che si orienta verso il colore malva, dall'altra la glucosilazione e l'acilazione spostano il colore in senso inverso, cioè verso l'arancio.

Gli antociani si trovano in natura disciolti in soluzione, soprattutto nel succo vacuolare delle cellule della buccia (Amrani-Joutei, 1993). Insieme ad essi sono presenti altri polifenoli (acidi fenolici, flavonoidi) che ne possono influenzare il colore attraverso il fenomeno della copigmentazione con spostamento verso il blu. Tra le 5 antocianine, la malvidina monoglucoside (malvina) è la molecola più abbondante in tutte le varietà di uve nere, va dal 90% del Grenache a poco meno del 50% del Sangiovese.

Nel corso della vinificazione gli antociani liberi possono diminuire per degradazione da parte di agenti esterni (temperatura, luce, ossigeno), per precipitazioni con materiale colloidale oppure per condensazione con i tannini; in quest'ultimo caso si ottengono derivati dal colore più stabile. La perdita di antociani non deve comunque essere eccessiva pena il deperimento della qualità del vino, in quanto il colore cala d'intensità.

Il contenuto di questi composti varia sensibilmente con l'età del vino e con la natura delle uve da cui il vino deriva: dopo vinificazione si passa da 100 mg/L (Pinot) a 1500 mg/L (Syrah); il livello di antociani diminuisce poi rapidamente nel corso dell'affinamento e dell'invecchiamento, fino a raggiungere un valore limite dell'ordine 0-50 mg/L.

Bisogna tener presente che tutte le pratiche colturali che stimolano la vigoria della pianta non sono

favorevoli all'accumulo di sostanze coloranti, poiché rallentano i processi di maturazione, dirottando i prodotti della fotosintesi verso la sintesi proteica piuttosto che verso quella degli zuccheri.

Il decorso termico gioca un ruolo fondamentale sull'accumulo degli antociani nelle uve: temperature troppo alte o troppo basse non sono favorevoli, e se sono superiori ai 35° la vite non accumula i pigmenti.

La disponibilità idrica gioca un ruolo rilevante nella sintesi degli antociani, in quanto stress idrici (umidità eccessiva, siccità) riducono gli antociani ed i polifenoli in genere, l'irrigazione forzata deprime la colorazione.

Le concimazioni influenzano la sintesi e l'accumulo dei pigmenti colorati, dal momento che l'eccesso di azoto deprime la colorazione.

Gli antociani compaiono all'invasatura, si accumulano fino alla maturità dove la loro concentrazione raggiunge i valori massimi, per poi diminuire in caso di sovraturazione a causa della loro degradazione.

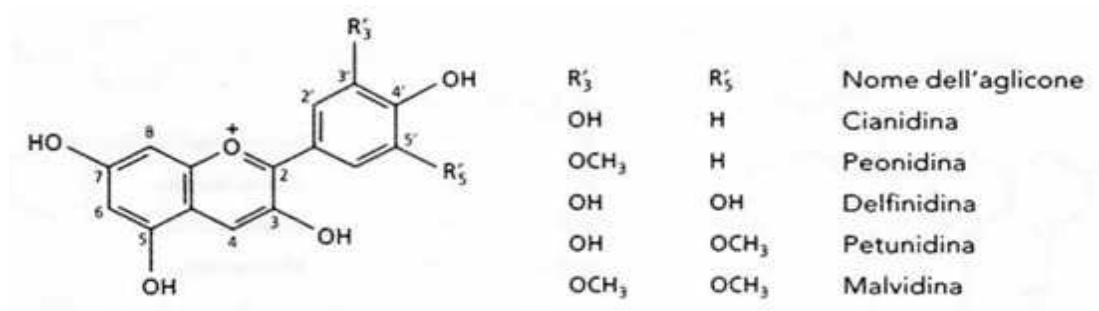


Figura 5. Le antocianidine delle uve e dei vini (Ribèreau-Gayon *et al.*, 1998b)

Tannini

Sono flavonoidi non antocianici in grado di combinarsi stabilmente con proteine o polisaccaridi, nel vino danno astringenza poiché si legano a particolari proteine presenti nella saliva, oppure possono complessare svariati enzimi bloccandone l'attività.

I tannini sono polimeri i cui monomeri costituenti sono le *catechine*. La struttura chimica della catechina presenta due anelli benzenici uniti da un eterociclo ossigenato saturo; il C₂ e il C₃ dell'eterociclo sono stereo centri: mentre C₂ ha sempre configurazione R, C₃ è S nella catechina e R nell'epicatechina (Figura 6).

I tannini si dividono in due famiglie: tannini idrolizzabili e tannini condensati.

I tannini idrolizzabili sono esteri dell'acido gallico e dell'acido ellagico, costituiscono i principali

tannini commerciali utilizzati nel trattamento dei vini.

I tannini condensati sono i tannini naturali dell'uva, sono presenti in tutte le parti solide (buccia, semi, raspi) e passano nel vino durante la macerazione; il riscaldamento in ambiente acido di questi polimeri (reazione di Bate-Smith) libera carbocationi fortemente instabili che si trasformano in prodotti di condensazione bruni e soprattutto in delphinidina e cianidina, due antocianidine rosse.

I tannini sono presenti nella buccia e nei semi dell'acino; nella buccia possono trovarsi nei vacuoli, sotto forma di ammassi condensati, oppure legati al tonoplasto, oppure ancora integrati nella parete cellulare. In quest'ultimo caso proteggono la bacca dagli attacchi dei parassiti in quanto si legano agli enzimi dei patogeni e li inattivano. I tannini del vinacciolo hanno funzione di difesa dell'embrione.

I tannini delle bucce si accumulano fino all'invasatura e vengono inattivati in parte durante la maturazione reagendo con proteine e polisaccaridi di parete; i tannini dei semi sono presenti in elevata quantità già all'invasatura ma poi la loro concentrazione diminuisce durante la maturazione.

Nei vinaccioli sono presenti soprattutto epicatechine gallate ovvero con il gruppo OH sull'anello B esterificato con acido gallico; queste molecole sono più astringenti rispetto alle forme non esterificate presenti nelle bucce, perché l'acido gallico conferisce loro la possibilità di aumentare i legami idrogeno con le proteine presenti nella saliva. Le molecole tanniche presenti nelle bucce sono meno astringenti perché hanno dimensioni maggiori ed effettuano legami a idrogeno intramolecolari piuttosto che con le proteine della saliva.

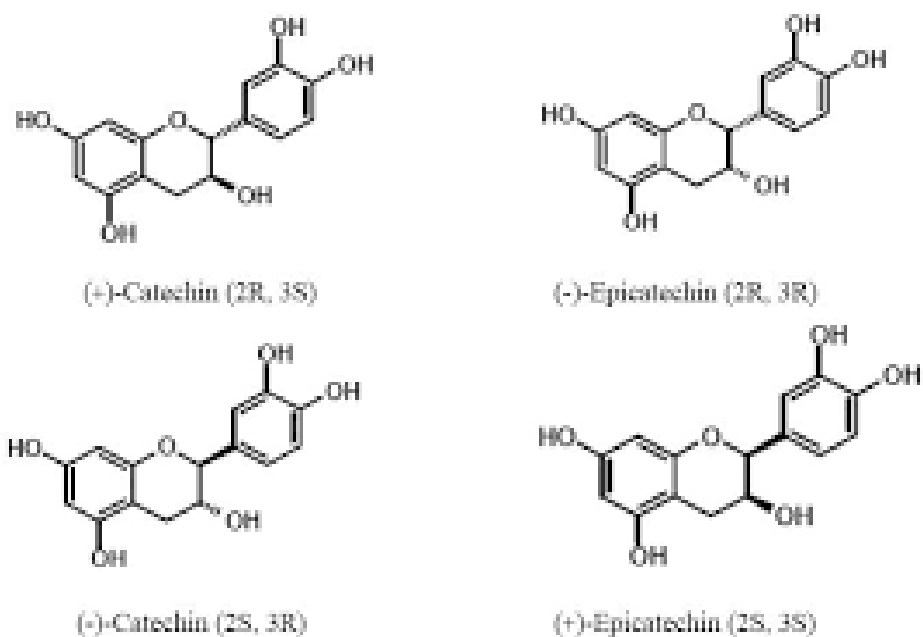


Figura 6. I tannini dell'uva

CAPITOLO 1

MONTALCINO

1.1 Il comune di Montalcino: caratteristiche pedoclimatiche del suo territorio

Montalcino si trova in Toscana a circa quaranta km a Sud della città di Siena, in una zona collinare dal paesaggio incontaminato: si tratta di un paesaggio agricolo di grande storia e bellezza che, nel 2004, è stato dichiarato dall'Unesco Patrimonio dell'Umanità. Il territorio di Montalcino è costituito da una sola grande collina, che arriva all'altitudine di 661 metri sul livello del mare: un comprensorio di 24.000 ettari in gran parte coperto di boschi e delimitato dai fiumi Ombrone, Asso e Orcia.

La collina di Montalcino presenta numerosi ambienti pedologici poiché si è formata in ere geologiche diverse. Le zone più basse sono costituite da terreni abbastanza sciolti originatisi nel quaternario per trasporto di detriti con strato attivo profondo. Salendo, il terreno si arricchisce di scheletro mentre lo strato attivo si riduce: si tratta di suoli formati dalla decomposizione delle rocce originarie, in particolare galestro ed alberese.

Il clima di Montalcino è tipicamente mediterraneo con precipitazioni concentrate nei mesi primaverili e autunnali. In inverno, sopra i 400 metri, non sono rare le nevicate. La vicinanza del Monte Amiata crea una protezione naturale contro il verificarsi di eventi di particolare intensità quali nubifragi o grandinate. La fascia di media collina, in cui si concentra la maggior parte delle aziende vitivinicole, non è interessata da nebbie, gelate o brinate tardive, che possono invece verificarsi nelle zone vallive; inoltre la frequente presenza di vento garantisce le condizioni migliori per lo stato sanitario delle piante. Il clima, prevalentemente mite con numerose giornate serene durante l'intera fase vegetativa, assicura una maturazione graduale e completa dei grappoli.

La presenza, sul territorio di Montalcino, di versanti con orientamenti diversi, la marcata modulazione delle colline e lo scarto altimetrico tra le zone vallive ed il territorio più alto (Poggio della Civitella - 661 metri sul livello del mare - collocato al centro del comune) determinano quattro microambienti climatici molto diversi tra loro:

a Nord la tramontana abbassa di molti gradi la temperatura invernale. Il terreno è discretamente fertile, più ricco che altrove, fresco e sciolto;

ad Ovest sono frequenti le brezze. La terra qui è più grossolana, disgregata, arieggiata e sassosa. L'argilla è presente solo in parte; a Sud le terre sono raccolte in una conca ideale, riparata dai venti

dominanti. La temperatura media è più elevata, il che produce un anticipo delle attività vegetative delle viti. In questa zona la pioggia è più rara, i terreni sono più permeabili, ricchi di scheletro e calcare, poco fertili, duri alle lavorazioni;

ad Est, sulle terrazze che guardano al monte Amiata, si raggiungono le altitudini più elevate. I venti sono più frequenti. I suoli sono più variabili con ampie zone di crete, miste a sabbia e a formazioni di calanchi.

1.2 Il Brunello di Montalcino

Non esistono fonti storiche esaurienti che consentano di stabilire con precisione l'anno di nascita di questo nobile vino, ma le notizie ad oggi note consentono di tracciare un primo percorso storico, assolutamente documentato, che considera il Brunello il discendente diretto del "vermiglio", vino largamente prodotto nei vigneti terrazzati delle colline di Montalcino e minuziosamente descritto nelle "cronache" delle battaglie combattute fra Fiorentini e Senesi fra il 1200 ed il 1500.

Ancora ai primi dell'Ottocento il termine "brunello" non era usato per indicare un vino, ma un'uva rossa, "Sangiovese grosso", diffusa sul colle di Montalcino. Quest'uva era ottenuta da viti poco rigogliose con acini di grandi dimensioni, il cui scarso vigore vegetativo era il problema principale dei produttori locali. A quei tempi i vini rossi montalcinesi venivano generalmente prodotti miscelando differenti varietà di uve, anche se i più attenti e colti agricoltori del luogo stavano già conducendo le prime sperimentazioni per produrre vino ottenuto da uve di un solo tipo. Nella seconda metà dell'Ottocento ebbe luogo un'importante svolta enologica a opera di Clemente Santi e, in seguito, del nipote Ferruccio Biondi: tramite selezione clonale di uve Sangiovese, nel 1865 essi realizzarono la prima vinificazione in purezza di cui si abbia notizia. Dopo invecchiamento in botti di legno, il vino, battezzato Brunello, risultava corposo, caldo, armonico, vellutato, quindi nettamente superiore alla media. Non fu facile capire se la strada imboccata fosse quella giusta, tuttavia, dopo molte verifiche, i consensi superarono le perplessità e altri produttori montalcinesi presero la stessa direzione. Il Brunello riscosse successo in tutte le mostre a cui partecipò e fu apprezzato anche per la sua longevità: la bottiglia più antica giunta a noi è datata 1888.

La consacrazione definitiva del Brunello a vino di livello internazionale è avvenuta negli ultimi decenni del Novecento, sia per il miglioramento generalizzato dello standard qualitativo, sia per l'immagine derivatagli dai sempre più frequenti contatti, anche a livello promozionale, con gli operatori di tutto il mondo.

Nel 1980 il Brunello di Montalcino ha ottenuto il riconoscimento della DENOMINAZIONE DI ORIGINE CONTROLLATA E GARANTITA (DOCG) con D.P.R. 01/07/1980, a cui

successivamente sono state apportate varie modifiche. Di seguito sono riportate le norme previste dal Disciplinare vigente, in accordo con il Decreto 19/05/1998.

Zona di produzione: Comune di Montalcino

Vitigno: Sangiovese (denominato, a Montalcino, "Brunello")

Resa massima dell'uva: 80 quintali per ettaro

Resa dell'uva in vino: 68%

Affinamento minimo in legno: 2 anni in rovere

Affinamento minimo in bottiglia: 4 mesi (6 mesi per il tipo Riserva)

Colore: rosso rubino intenso tendente al granato per l'invecchiamento

Odore: profumo caratteristico ed intenso

Sapore: asciutto, caldo, leggermente tannico, robusto ed armonico

Gradazione alcolica minima: 12,5% Vol

Acidità totale minima: 5 g/L

Estratto secco netto minimo: 24 g/L

Imbottigliamento:solo nella zona di produzione

Immissione al consumo: dopo 5 anni dall'anno della vendemmia (6 anni per il tipo Riserva)

Confezionamento: il Brunello di Montalcino può essere posto in commercio solo se confezionato in bottiglie di forma bordolese.

Il Brunello di Montalcino è un vino visivamente limpido, brillante, di colore rubino intenso, tendente al granato con l'invecchiamento. Ha profumo intenso, persistente, ampio ed etereo. Si riconoscono sentori di sottobosco, legno aromatico, piccoli frutti, leggera vaniglia e confettura composita. Al gusto il vino ha corpo elegante ed armonico, è asciutto e con lunga persistenza aromatica.

Per le sue caratteristiche, il Brunello di Montalcino sopporta lunghi invecchiamenti, migliorando nel tempo le sue caratteristiche organolettiche. Le modalità di corretta conservazione prevedono bottiglie tenute coricate in una cantina fresca, con luce scarsa, a temperatura costante, senza rumori e odori. I tempi di conservazione dipendono dalle caratteristiche delle annate, generalmente vanno da un minimo di dieci fino a un massimo di trenta anni, ma possono esserci anche tempi più lunghi.

Il Brunello di Montalcino deve essere servito in bicchieri dalla forma ampia, ad una temperatura di circa 18-20°C, al fine di poterne cogliere l'aroma composito ed armonioso. Può essere abbinato a piatti molto strutturati e compositi quali le carni rosse e la selvaggina da penna e da pelo, eventualmente accompagnate da funghi e tartufi, le tome stagionate e i formaggi strutturati. Trova abbinamento ottimale anche con piatti della cucina internazionale a base di carni o con salse. Inoltre, per le sue caratteristiche, è godibile anche quale vino da meditazione.

CAPITOLO 2

LA VARIETA'

2.1 Il Sangiovese

Per la mancanza di informazioni attendibili risalenti a prima del XVI secolo, la storia di questa varietà risulta difficilmente ricostruibile.

Nel 1590 il Soderini, nel suo trattato “La Coltivazione delle Viti”, fu il primo autore a parlarne, chiamandola Sangiogheto o Sangioveto e descrivendola come vitigno rimarchevole per la sua produttività regolare. Successivamente il Trinci nel 1738 la elogiò nella sua opera “Agricoltore Sperimentato” e nel 1830 Gallesio ne parlò diffusamente nella “Ponoma Italiana”.

L'origine del nome è ancora incerta, una fonte certamente non priva di fondamento lo fa derivare da Sangiovese, San Giovanni. Poiché il vitigno germoglia precocemente, le forme dialettali della Liguria e Corse, rispettivamente “sangiovan-nina” e “ghjuvanino” che significano “uva primaticcia”, possono essere considerate un'origine plausibile del nome (Hohnerlein-Buchinger, 1996). La semantica del nome potrebbe essere legata al termine “jugum”, giogo, di origine romagnola (“sanzves”), sia in riferimento alla sommità di un monte che al paesaggio collinare dell'appennino tosco-romagnolo. La derivazione da “sanguè” offre uno spunto interessante (Sanguègiovese Sangiovese) sia collegato al termine giogo (“sanguè dai gioghi di una terra collinare”), sia al termine Jovis (Giove), anche attraverso Giovanni, in quanto coincidono i tempi della “vinalia” rustica dedicata a Giove e la ricorrenza di S. Giovanni, patrono dei viticoltori.

Si tratta di un vitigno tipico della Romagna e di alcune zone della Toscana, che fin dal XIX è chiamato con nomi diversi: Prugnolo (gentile) a Montepulciano, Brunello a Montalcino, Morellino nel Grossetano; Sancivetro, Nerino, Calabrese ad Arezzo, Sangioveso o Sangioveto nel Chianti.

Nell'800 il Sangiovese iniziò la sua espansione verso l'Emilia, l'Umbria, l'Abruzzo, parte del Lazio, la Puglia settentrionale e la Campania occidentale.

Nell'Italia meridionale veniva chiamato anche Montepulciano, località da dove era partito, dando luogo a equivoci per la falsa sinonimia con il vitigno omonimo (Viala, Vermorel, 1901-1910; Molon, 1906; De Maria e Leadri, 1875).

L'identità del Sangiovese toscano con quello romagnolo e con il Brunello, il Prugnolo, il Morellino e il Calabrese è stata dimostrata fin dal XVIII secolo da numerosi studiosi e tecnici, anche se il vitigno presenta una elevata variabilità fenotipica intravarietale, a conferma dell'origine policlonale

della varietà (a causa probabilmente di antiche propagazioni da seme) che ha creato un'ampia base genetica dove, per effetto dell'accumulo di mutazioni geniche e dell'interazione con l'ambiente, pressioni selettive realizzate con obiettivi produttivi diversi ne hanno ulteriormente amplificato la variabilità (Rives, 1961).

La Commissione Ampelografica di Siena nel 1877, 1878, e 1883 accertò senza ombra di dubbio che Sangiovese, Brunello e Prugnolo sono lo stesso vitigno e propongono di chiamarlo Sangioveseto.

Nel 900 Marzotto (1925), Cosmo (1948), Breviglieri e Casini (1965) confermarono che la variabilità del Sangiovese è da attribuire alla presenza di subpopolazioni nella varietà, che possono essere rilevate soprattutto dalle dimensioni delle bacche e delle foglie.

L'ampelografia convenzionale divide il Sangiovese in due grandi categorie: Sangiovese Grosso e Sangiovese Piccolo. Questa suddivisione, stabilita dalle ricerche ampelografiche condotte all'inizio del 1900, si basa sulla dimensione degli acini e del grappolo, tuttavia l'enorme quantità delle sue linee clonali porta a ritenere questa classificazione piuttosto riduttiva. Il Sangiovese Grosso è considerato il biotipo migliore e due delle sue più celebri linee clonali sono utilizzate per la produzione del Brunello di Montalcino (linea clonale Brunello) e del Vino Nobile di Montepulciano (linea clonale Prugnolo Gentile).

La capacità dell'uva Sangiovese di mutare frequentemente ha costretto i produttori a operare rigide selezioni clonali in modo da individuare il clone più adatto alla produzione di vini di qualità. Infatti, l'uva Sangiovese produce vini con qualità piuttosto diverse, da vini piuttosto acidi e con colore tenue, fino a vini robusti e alcolici con colori intensi. Questa caratteristica è fortemente condizionata dalle pratiche colturali, in quanto il Sangiovese è un'uva che tende a produrre abbondanti raccolti.

Il Sangiovese è una varietà d'uva a maturazione medio-tardiva, ha un'ottima capacità di adattamento nei diversi tipi di suoli, tuttavia preferisce terreni con una buona percentuale di sedimenti calcarei, capaci di esaltare gli aromi più eleganti e le qualità migliori dell'uva.

Il Sangiovese è una varietà piuttosto sensibile alla muffa grigia, patologia che colpisce l'uva nelle annate fredde e umide o nella zone in cui la stagione autunnale è particolarmente piovosa. Generalmente, i vini Sangiovese hanno un'acidità piuttosto elevata e un alto contenuto di tannini, un colore moderato e una struttura media; sono generalmente fatti maturare in botti grandi anche se negli ultimi anni le moderne pratiche enologiche hanno favorito l'introduzione della barrique. Raramente il Sangiovese viene fatto maturare in contenitori inerti, come acciaio o cemento, poiché risulta più astringente rispetto ai vini fatti maturare in contenitori di legno, che sono invece più morbidi. Data la sua elevata acidità e astringenza, il vino Sangiovese risente profondamente dell'andamento dell'annata di produzione e i migliori risultati si ottengono con vendemmie in stagioni calde e secche.

La longevità dei vini prodotti con Sangiovese dipende dalla qualità dell'uva e dalle pratiche

enologiche ed è generalmente compresa fra i 2 e gli 8 anni, può superare i 20 anni per i prodotti di qualità superiore.

2.1.1 Il Sangiovese grosso o Brunello

Per la sua qualità enologica il Brunello è considerato il miglior biotipo di Sangiovese.

Generalmente il "Sangiovese grosso" ha foglia media, trilobata o pentalobata, di colore verde chiaro; grappolo medio, compatto, cilindrico-piramidale, alato; acino medio-grande, ovoidale di forma regolare, con buccia di colore nero-violaceo e ricca di pruina, non particolarmente spessa, di sapore semplice. Predilige terreni collinari di media o scarsa fertilità, argilloso-calcarei con abbondante scheletro, asciutti in fase di maturazione. Secondo le diverse altitudini e climi cambia considerevolmente le sue caratteristiche espressive. La potatura più adatta è quella mista, ma il clone offre ottimi risultati anche con quella corta del tipo cordone speronato. Questa varietà risulta fortemente danneggiata dalle gelate primaverili, mentre tollera meglio siccità e vento. Il Sangiovese grosso ha una certa sensibilità alla peronospora, è più sensibile all'oidio e al marciume, è particolarmente sensibile agli acari, meno alle tignole e alle cicaline e, infine, può essere colpito dal mal dell'esca.

2.1.2 Principali caratteri ampelografici

Apice del germoglio: espanso o semi-espanso, aracnoide, di colore verde biancastro con orlo leggermente carminato.

Foglia: media grandezza, pentagonale, pentalobata, talvolta trilobata. Seno peziolare ad U più o meno largo, talvolta a V un po' aperto, seni laterali superiori a lira più o meno chiusa con possibilità di bordi sovrapposti, seni laterali inferiori (non sempre presenti) a V stretta con bordi paralleli. Lembo generalmente piano, piuttosto sottile, con superficie liscia, lucida. Pagina superiore e inferiore glabra. Denti pronunciati, irregolari a margine rettilineo e a base stretta.

Grappolo: media grandezza o medio grosso nel Sangiovese grosso e medio piccolo nel Sangiovese piccolo, forma cilindrico-piramidale o conico-piramidale con una o due ali; aspetto più o meno compatto.

Acino: media grandezza, ovoidale, di forma regolare, piuttosto uniforme; buccia molto pruinosa, di

color nero-violaceo, consistente ma non eccessivamente spessa, a sapore semplice.

Fenologia: il vitigno presenta epoca di germogliamento medio- precoce, epoche di fioritura e invaiatura medie, epoca di maturazione medio-tardiva.

Isoenzimi: GPI 2 – PGM 1

Attitudini agronomiche e colturali: con un portamento della vegetazione eretto, il Sangiovese si presenta molto vigoroso, con una produzione di grappoli dal peso medio-elevato (200 – 400 g) e fertilità di una o due gemme.

Esigenze ambientali e colturali: l'uva Sangiovese può essere danneggiata da gelate primaverili, mentre sopporta abbastanza bene siccità e vento. Predilige le aree collinari e i terreni di media scarsa-fertilità, argilloso-calcarei con abbondante scheletro, che si asciugano durante la maturazione. La potatura più idonea è quella mista, ma la varietà si adatta molto bene anche a quella corta (cordone speronato).

Sensibilità a malattie e ad avversità: mediamente sensibile a peronospora, più sensibile a oidio e marciume; molto sensibile ad acari, meno a tignole e cicaline, soggetto al mal dell'esca.

Caratteristiche chimiche del vino: grado alcolico compreso tra 11,5 e 14,0 vol %, pH variabile tra 3 e 3,2, livello di acidità compreso tra 6,4 e 6,9 g/l.

2.1.3 Selezione clonale e metodiche selettive

Per definizione la selezione clonale è l'isolamento e la moltiplicazione vegetativa degli individui di una varietà che manifestano alcuni caratteri di pregio. Numerose esperienze di selezione clonale (Rives, 1961; Valenti et al., 1990; Brancadoro, 1995) hanno evidenziato l'esistenza di un'elevata variabilità all'interno delle popolazioni dei vitigni coltivati. In particolare, le differenze tra gli individui risultano decisamente marcate nel caso di vitigni molto antichi o coltivati da lungo tempo in ambienti climaticamente differenti (Valenti, et al., 1990).

Nelle strategie di selezione clonale tradizionali la base genetica della varietà-popolazione iniziale è sintetizzata in un numero ristretto di genotipi che devono possedere il maggior numero di caratteri positivi. Questo modo di operare, alla ricerca di super-cloni adatti ad ogni esigenza enologica e situazione ambientale, appare molto difficile da realizzare per una serie di fattori, tra i quali i più importanti sono: la forte influenza dell'ambiente di coltivazione che modula l'espressione del

genotipo; il fatto che le combinazioni di più fattori positivi siano presenti con ridotta frequenza e quindi difficilmente individuabili e che spesso fattori positivi siano associati a fattori negativi che portano ad escludere il genotipo della selezione. Inoltre, questo tipo di selezione porta ad erosione genetica, poiché riduce la variabilità dei vitigni sottoposti a selezione clonale.

Numerose ricerche condotte negli ultimi anni mostrano come i cloni ottenuti mediante pressione selettiva forte possiedono ridotta adattabilità alle diverse condizioni pedoclimatiche di coltivazione, dal momento che rappresentano solo una minima parte della variabilità indagata (Campostrini et al., 1993). Inoltre è presente il rischio di una semplificazione dei vini, che tendono ad appiattirsi sulle caratteristiche del ristretto gruppo di cloni omologati per quel vitigno (Brancadoro, 1998).

Questa situazione ha indotto diverse zone viticole d'Europa, più sensibili ai problemi della qualità, ad adottare un atteggiamento di rifiuto nei confronti della selezione clonale e a utilizzare materiale proveniente da selezioni massali (Scienza, 1993). Questa soluzione è tuttavia da rifiutare per le importanti complicità patologiche (infezioni virali) a cui porta.

Per soddisfare le esigenze della viticoltura moderna si può sfruttare la variabilità intravarietale, nonostante tale tecnica presenti più difficoltà e richieda più tempo.

Beneficiare del patrimonio genetico delle diverse varietà non significa mescolare, in diverse proporzioni, cloni differenti a seconda del terroir o del vino che si vuole ottenere, come invece è stato fatto in passato. Infatti, questa operazione di mescolanza di vari cloni, provenienti anche da zone geografiche diverse, non ha portato ad un reale miglioramento del vino.

Questi insuccessi trovano spiegazione considerando che cloni isolati, propagati e selezionati per essere utilizzati da soli, non possono essere complementari tra loro. La complementarità clonale non può quindi basarsi sui risultati di esperienze di confronto di cloni di varia origine, deve fondarsi invece su un preciso progetto.

Questo progetto che ha origine dalla rielaborazione delle basi teoriche della selezione per il miglioramento genetico delle piante proposto da Gallias nel 1990 e ha permesso di individuare una diversa strategia di miglioramento genetico della vite per selezione clonale, chiamata "selezione clonale debole". Questa tecnica ha lo scopo di individuare gruppi di cloni che vengono selezionati per la loro complementarità e non più solo in base alle performance che riescono a raggiungere. Per tale motivo i cloni ottenuti mediante selezione clonale debole raramente possono essere utilizzati in purezza, ma danno i migliori risultati se usati in miscele di individui che per caratteristiche qualitative e produttive siano tra loro complementari.

Operando in questo modo si intende sia preservare la variabilità morfologica e funzionale delle varietà sottoposte a selezione clonale, sia raggiungere due importanti obiettivi:

- non perdere caratteri di difficile determinazione o poco presenti, ma comunque estremamente importanti, quali il contenuto di antociani e le caratteristiche aromatiche;

- ridurre l'interazione tra il vitigno e il sito di coltivazione, così da raggiungere una maggiore stabilità dei risultati negli anni e nei diversi ambienti.

2.1.4 Risultati di pressione selettiva debole sul Sangiovese

Questa nuova selezione clonale ben si adatta al Sangiovese, per la storia e la diffusione di questa varietà italiana.

L'indagine condotta dal Dipartimento di Produzione Vegetale dell'Università degli studi di Milano ha portato all'individuazione di 600 ceppi di questo vitigno che rappresentavano caratteristiche morfologiche ed organolettiche delle uve di particolare interesse. La ricerca di questo materiale è stata effettuata in alcune delle aree di coltivazione più importanti per questo vitigno, quali la D.O.C.G. Brunello di Montalcino, Chianti Classico e Nobile di Montepulciano, in vigneti di antica costituzione dove la variabilità originaria non è stata scalfita. Da questo materiale di partenza, dopo selezione clonale e sanitaria, si è arrivati all'individuazione di 200 presunti cloni e sono stati creati campi di omologazione clonale, di cui uno risiede nell'azienda Banfi.

Il primo lavoro svolto su questo materiale è stata un'opera di selezione mediante pressione debole, volta a verificare l'ampiezza della variabilità genetica raccolta. L'indagine condotta sui 200 cloni di partenza ha permesso di quantificare l'elevata variabilità interna a questa cultivar. Questo ha consentito di individuare un insieme di cloni che rappresentassero la popolazione di partenza. Questi studi non hanno preso in considerazione solo gli aspetti morfologici della pianta e le sue caratteristiche macro-qualitative (zuccheri ed acidità dei mosti), ma hanno valutato anche i caratteri più fini che caratterizzano il Sangiovese, come il quadro polifenolico o le caratteristiche aromatiche caratterizzanti i vini.

L'analisi organolettica, effettuata con un panel di degustatori allenati sui vini derivanti dai singoli cloni, gode di un ruolo molto importante nelle selezioni clonali effettuate con pressione selettiva debole in quanto la complementarietà dei cloni deve riguardare anche le caratteristiche olfattive. Infatti in quest'ottica è la miscela dei diversi cloni, dove ognuno apporta le proprie caratteristiche, che permette di ottenere vini di maggiore complessità ed armonia.

Le miscele clonali sono lo strumento che permette di concretizzare i risultati ottenuti con la metodica della selezione clonale con pressione selettiva debole e sono composte da individui complementari tra loro, non più da cloni scelti più o meno casualmente. La coesistenza dei diversi genotipi porta all'ottenimento di vini con caratteristiche organolettiche superiori a quelle ottenibili da miscele non appositamente individuate o da vini realizzati da vigneti monoclonali.

L'indagine fin qui descritta ha portato all'omologazione di 11 cloni con caratteristiche agronomiche ed enologiche complementari che permette la realizzazione di diverse miscele clonali, atte a

rispondere al meglio alle varie condizioni pedoclimatiche ed alle diverse esigenze enologiche a cui questo grande vitigno deve dare risposte.



Foto 1. Grappoli di uva Sangiovese

CAPITOLO 3

LA CANTINA BANFI

3.1 La cantina

La cantina Banfi nacque nel 1978 per volontà dei fratelli italoamericani John e Harry Mariani, già titolari di Banfi Vintners, una società d'importazione di vini statunitense. In quell'anno i fratelli Mariani comprarono la prima parte dei terreni, corrispondenti a un terzo dell'attuale proprietà; la restante parte, incluso il Castello di Poggio alle Mura, fu acquistata nel 1983, così da raggiungere l'attuale estensione di 2830 ettari, di cui 850 coltivati a vigneto.

I fratelli Mariani affidarono da subito la loro produzione ad uno dei più grandi enologi italiani, Ezio Rivella, che diede l'avvio ad una importante produzione di vini di qualità.

L'azienda Banfi è nata con l'obiettivo di integrare una produzione viticola di qualità con una cantina moderna, razionale ed espandibile: sin dai suoi esordi, infatti, la cantina prevedeva di crescere e sviluppare un progetto su larga scala, mantenendo sempre altissimo il livello qualitativo dei vini prodotti. Con il tempo l'azienda si è fortemente evoluta, sia nei suoi edifici, sia nella realizzazione di vini di qualità, grazie anche a diversi progetti di ricerca utili appunto per migliorare i prodotti. Qui di seguito sono descritti brevemente i tre progetti di ricerca più importanti della cantina Banfi.

Sin dall'inizio l'azienda ha cercato di conoscere in maniera approfondita il proprio territorio, attraverso uno scrupoloso lavoro di zonazione: sulla base di uno studio condotto in collaborazione con il Prof. Attilio Scienza dell'Università degli Studi di Milano, sulla proprietà si è riscontrata l'esistenza di 29 profili geo-pedologici differenti (FOTO). Sulla base di questi risultati, la proprietà è stata suddivisa in singoli vigneti, avendo cura di allocare ogni specifica varietà nel terreno ad essa più idoneo: mai prima d'allora era stato portato avanti un progetto di zonazione di tale portata nel territorio montalcinese. Ad oggi i principali vitigni presenti sul territorio dell'azienda Banfi sono: Sangiovese 300 Ha, Cabernet Sauvignon 143 Ha, Chardonnay 95 Ha, Pinot Grigio 71 Ha, Merlot 56 Ha, Syrah 48 Ha, Sauvignon Blanc 42 Ha, Moscato 39 Ha. Il resto della proprietà è in parte coltivato ad olivi (40 Ha) e susini (80 Ha), in parte boschivo.

Il secondo importante progetto di ricerca che è stato portato avanti dall'azienda riguarda studi di selezione clonale sul Sangiovese. A Montalcino, patria del Brunello, sono presenti molte varietà di Sangiovese ma non tutte sono idonee ai terreni specifici. Gli studi condotti in collaborazione con l'Università di Pisa e di Milano, in particolare con il Prof. Attilio Scienza, hanno portato all'allestimento di un vero e proprio campo catalogo dell'estensione di 30 ettari in cui sono stati

impiantati circa 650 cloni di Sangiovese. Le uve generate da questi cloni sono state microvinificate in piccole partite e i vini ottenuti sono stati assaggiati in più riprese e a più tavoli di degustazione. Sulla base di queste degustazioni, tramite due successive selezioni sono stati scelti 15 cloni, i quali sono stati registrati ufficialmente e messi a disposizione della comunità dei produttori, montalcinesi e non.

Il terzo progetto di ricerca portato avanti dall'azienda Banfi riguarda il legname, grande protagonista nel processo di affinamento del vino.

Gli studi e i risultati ottenuti con questi progetti di ricerca sono stati raccolti nel libro "La Ricerca dell'Eccellenza", con lo scopo di condividere con tutta la comunità enologica la trentennale esperienza di ricerca condotta a Montalcino.

A livello di numeri, la cantina ha una superficie di circa 30.000 m² di cui 5.000 sono sottoterra. L'azienda può vinificare fino a 20.000 hl di mosto. E' presente uno stoccaggio in acciaio di circa 130.000 hl, composto da 230 tini di misure diverse, dai 300 agli 800 hl. Lo stoccaggio in legno è invece di 38.000 hl, di cui 13.500 nelle botti grandi, di capacità pari a 60 e 120 hl, e 24.500 nelle barriques. A Montalcino l'azienda produce circa 10 milioni di bottiglie all'anno, corrispondenti a tre tipologie del prestigioso vino Brunello, che si differenziano per la modalità di invecchiamento:

- Brunello di Montalcino classico: 50% in botte grande, 50% in barrique;
- Poggio alle Mura, il Brunello ottenuto solo da una selezione clonale di Sangiovese effettuata in azienda: 90% barrique, 10 % botte grande;
- Poggio all'Oro, la Riserva di Brunello che, oltre ad avere un affinamento più lungo rispetto alle due etichette precedenti, viene fatto invecchiare esclusivamente in barrique.

3.1.1 Dall'uva al vino

Dopo la raccolta dei grappoli, effettuata rigorosamente a mano, si procede ad una accurata selezione su nastro trasportatore dei grappoli prima e dei singoli acini poi, allo scopo di garantire una materia prima di qualità per il successivo processo di vinificazione. Tale processo si avvale di tini composti legno-acciaio, che permettono i vantaggi del legno e la versatilità della parte superiore in acciaio inox. Il rovere è considerato da secoli un buon materiale per contenere vini e mosti, in particolare le doghe funzionano da ottimi micro-ossigenatori; l'ossigeno, che entra a contatto col mosto-vino in piccole dosi, interviene nella stabilizzazione dei complessi tannini-antociani e quindi del colore del vino. La parte superiore del tino, in acciaio, è corredata da fasce di raffreddamento e di

riscaldamento per garantire un migliore controllo delle temperature; permette inoltre una maggiore sanificazione ed è dotata di sistemi di irrorazione e follatura che aumentano la superficie di contatto mosto-vino-vinaccia-vinaccioli.

La presenza di fermentini rotanti garantisce l'ideale bilanciamento tra bucce, polpa e mosto, mentre un sistema a caduta gravitazionale riduce al minimo le alterazioni del prodotto altrimenti causate dal tradizionale sistema di pompaggio. Sono inoltre presenti numerosi fermentini in acciaio inox, tutti dotati di sistema di monitoraggio dei processi, della temperatura, del livello e dello stato di ossigenazione del mosto; pertanto l'enologo può controllare la situazione dei diversi vinificatori direttamente sul pc e da qui eventualmente programmare alcune operazioni, quali rimontaggi senza arieggiamento e micro-ossigenazioni.

Nel momento in cui i parametri programmati non vengono rispettati, viene segnalato uno stato d'allarme sullo schermo del computer e sul monitor del fermentino.

Per controllare in modo più approfondito i vari parametri di una fermentazione è sufficiente selezionare il fermentino di interesse, sul monitor del pc apparirà una scheda indicante i valori di tutti i parametri che i sensori dei fermentino stanno monitorando.

Tutti i vinificatori in acciaio presenti in cantina sono dotati di una o due fasce refrigeranti, per mantenere costante la temperatura desiderata; inoltre, una parte della cantina è completamente refrigerata, per permettere la perfetta conservazione dei mosti bianchi di pressa, delle uve bianche pigiate e dei vini bianchi in affinamento.

Come sistema di filtrazione sono presenti un filtro tangenziale e un filtro rotativo a membrana.

Durante tutte le fasi del processo di vinificazione il mosto prima e il vino poi sono sottoposti a diverse analisi nel laboratorio della cantina. Si tratta di un laboratorio innovativo, con strumentazione all'avanguardia per ogni tipo di analisi.

L'affinamento del vino si completa in una cantina di invecchiamento costruita nei sotterranei dell'azienda; in cantina ci sono botti di diverse dimensioni, tonneaux e oltre settemila barrique.



Foto 2. Sala di affinamento cantina Banfi

3.2 Il territorio e il clima aziendale

3.2.1 Il territorio

Il paesaggio del territorio di Banfi presenta una complessità morfologica-geolitologica. Si susseguono suoli molto vari, dai sedimenti fluviali e alluvionali posti a quote di 80 m s.l.m. ai paesaggi collinari che raggiungono la quota massima di 330 m s.l.m. in corrispondenza dell'area di Tavernelle, caratterizzata da sedimenti sabbiosi e sabbiosi calcarei, con aree complesse contraddistinte da sedimenti del Pliocene marino e del Pleistocene continentale.

Dall'interpretazione della carta geologica emerge che alle quote più elevate troviamo sedimenti marini costituiti da sabbie e sabbie calcaree con lenti conglomeratiche *P_{sc}*, con le parti sabbiose da sciolte a diagenizzate soprattutto in profondità; questi sedimenti sono in contatto netto con i sedimenti argillosi ed argilloso sabbiosi del Pliocene *P_a*, tipici di un ambiente di sedimentazione di mare profondo. I depositi grossolani passano gradualmente alle sabbie fini con intercalazioni di limi sabbiosi e lenti limose (Pascena, La Pieve, I Leccini), che possono localmente trovarsi al di sopra delle sabbie grossolane. I depositi pliocenici poggiano stratigraficamente sopra e si trovano a contatto con i conglomerati poligenici a matrice argilloso sabbiosa *M_{cg}*, limitatamente interessati dagli impianti di vigneto. Al di sotto, in contatto spesso tettonico troviamo le marne e le argille grigio azzurre *M_a*, con livelli salini e lenti sabbiose ed elementi sciolti di puddinghe (conglomerati spesso poligenici formati da detriti arrotondati per rotolamento).

Durante le diverse epoche storiche queste formazioni sono state interessate da interventi antropici per la realizzazione di versanti rettilinei che hanno portato a riduzioni dello spessore, con affioramenti del substrato spesso ciottoloso e salino. In corrispondenza del Castello di Banfi affiorano calcari marmorosi chiari, marnoscisti *U_l*. Le formazioni descritte sono in contatto netto ed erosivo con i sedimenti pleistocenici situati nelle aree morfologicamente più basse dell'azienda e caratterizzati da conglomerati sciolti o debolmente cementati da una matrice sabbioso-argillosa di colorazione bruno rossastra e da sabbie molto fini, terrazzati; questi sedimenti sono in contatto con i sedimenti alluvionali dei fiumi Orcia ed Ombrone, caratterizzati da limi sabbiosi, ciottoli arrotondati a matrice sabbiosa. Il passaggio ai sedimenti alluvionali avviene attraverso superfici di raccordo con ciottoli abbondanti sciolti e saltuariamente cementati (La Casaccia) e con colluvi a matrice argilloso sabbiosa con scheletro eterogeneo (Centro frutta).

L'indagine geomorfologica dell'area è stata finalizzata ad una migliore descrizione delle caratteristiche del paesaggio e dei rapporti esistenti tra morfologia, litologia e tendenza evolutiva dei suoli e a rappresentare le caratteristiche delle forme del paesaggio, che si modellano a seconda

della costituzione litologica e dell'intervento dei fattori climatici, distribuendole all'interno delle unità territoriali di riferimento. Lo studio geomorfologico di un'area costituisce un fattore fondamentale della pedogenesi ed un modello applicativo necessario e preliminare per la comprensione e la rappresentazione cartografica dei tipi di suolo presenti in loco.

La morfologia generale dell'area indagata a Banfi è da correlarsi non solo ai processi morfologici di tipo erosivo ma anche a remoti interventi antropici effettuati per l'esecuzione di coltivazioni arboree specializzate (vigneti). Solo dopo aver approfondito l'indagine morfologica dell'area è stato possibile suddividere il territorio di Banfi in tre ambienti macroscopici:

Aree a debole pendenza

Caratterizzate da forme di origine prevalentemente fluviale con terrazzi fluviali, conoidi, superfici di raccordo tra terrazzi e fondovalle alluvionali (Madonnino, Casaccia, Cardeta, e la parte dei terrazzi e delle alluvioni terrazzate di Pian delle Vigne), con piccole aree caratterizzate da terrazzi alti dell'entroterra (Caciaio, Belcontento, Lavacchio). Questi suoli si presentano ben conservati, pedologicamente sviluppati, con forme che spesso li fanno appartenere all'ordine degli Alfisuoli.

Aree di ambiente prevalentemente collinare

Superfici caratterizzate da versanti debolmente convessi ed altri rettilinei a debole pendenza ed erosione (Tavernelle, S. Costanza, I Leccini, Mirabene, Pascena); zone rettilinee con affioramenti del substrato argilloso grigio-azzurro e sabbioso (Marchigiana, Pod. Nuovo), caratterizzate da contatti tra litologie sabbiose grossolane ed argillose, con variazioni sia nel drenaggio esterno che interno e forme di erosioni variabili, dipendenti anche dalle litologie presenti e dal loro diverso grado di cementazione. I suoli si presentano in maggior percentuale mediamente sviluppati, appartenendo all'ordine degli Inceptisuoli con sporadiche lenti argillose e sabbiose con suoli molto giovani che appartengono all'ordine degli Entisuoli.

Aree collinari dove prevalgono anche forme di origine antropica

Caratterizzate da affioramento di substrati e versanti regolarizzati con eliminazione di dossi, riempimento di valli adiacenti, con formazione di aree pianeggianti. (Collorgiali, Casanuova, Lambertone, Sorrena, Corretalto).

Tramite uno scrupoloso lavoro di ricerca effettuato dall'Università di Milano e dal Dott. Lizio Bruno si è creata una carta pedologica dell'azienda Banfi, che divide il territorio aziendale in diverse aree omogenee per suolo; sono state così individuate le Unità pedologiche, si è stilata "la campagna dei profili" per la descrizione e classificazione dei suoli presenti nell'area, sono stati scelti in via

preliminare alcuni siti dove aprire i profili pedologici (trincee aperte con un mezzo meccanico) più rappresentativi dei tipi di suolo presenti in loco, anche attraverso la descrizione dei loro caratteri chimico-fisici. Per ogni profilo sono stati prelevati campioni di suolo per strato o orizzonte rappresentativo e sono stati inviati al laboratorio per le analisi chimiche. Con questa metodologia si vuole ottenere la migliore conoscenza possibile delle qualità dei suoli e del loro comportamento idrico.

Macroscopicamente le aree vitate di Banfi possono essere divise in tre ambienti:

- Tavernelle, Pascena, Pian Rossi, Madonninosono le aree che presentano i suoli tendenzialmente più conservati ed evoluti;
- La Pieve, Fontanaccia, Pascena II, l'Amorosa, Cardeta, Podere Nuovo, I Leccini, Castello presentano invece suoli antropizzati, ovvero suoli si presentano meno sviluppati, spesso con scheletro abbondante, ed erosione superficiale alta nelle zone di versante;
- Collorgiali, Casa Nuova, S. Costanza, Marchigiana, Poggio d'Orcia, Pian delle Vigne, Lambertone sono aree con caratteristiche pedologiche giovani, ottenute per "troncatura" di vecchi suoli al tempo più evoluti.

Sono di seguito riportate alcune Unità Pedologiche fra quelle catalogate nella tabella di [pag?](#); queste Unità sono descritte in base alla classificazione, alla simbologia cartografica e alle principali caratteristiche chimico-fisiche, ne sono illustrate anche le limitazioni più importanti.

Unità Amorosa (unità pedologica AM)

Classificazione: Xerochrepts acquici, franco fini su scheletro sabbiosi.

L'unità occupa i versanti rettilinei debolmente regolarizzati ed i versanti in raccordo con le alluvioni e le alluvioni terrazzate. Il substrato è costituito da sedimenti limosi e sabbiosi molto fini, spesso scheletrici, che poggiano sulle sabbie plioceniche, con ciottoli abbondanti, arrotondati. Questi suoli sono spesso a contatto con i sedimenti argillosi e limo argillosi del Pliocene. Sono moderatamente profondi con scheletro comune, medio, fino a 90 cm ed abbondante, piccolo, da 90 a 130 cm. Si identificano tre orizzonti:

- 1- (0-25 cm): bruno, oliva chiaro, tessitura franco sabbiosa, molto calcareo, con pH di 8.09.
- 2- (25-90 cm): bruno oliva, tessitura franco sabbiosa, calcareo, con pH 8,13.
- 3- (90-130 cm): bruno oliva chiaro, ciottoli a tessitura franco sabbiosa, molto calcareo, con pH 8,1.

La sostanza organica diminuisce con la profondità.

Evidenti segni di idromorfia conseguenti ad uno scarso drenaggio interno si evidenziano nel secondo orizzonte.

Unità Mirabene (unità pedologica MI)

Classificazione: Xerochrepts acquici, franco fini.

L'unità occupa i terrazzi alti pianeggianti o a debole pendenza ed i ripiani.

Il substrato è costituito da sedimenti sabbiosi di origine marina con livelli conglomeratici, i suoli sono moderatamente profondi, con scheletro comune, medio, fino a 60/70 cm ed assente, da 60/70 cm a 110 cm.

Si identificano tre orizzonti:

1 (0-25 cm): bruno giallastro scuro, tessitura franca, debolmente calcareo, con pH di 8,03.

2 (25-70 cm): bruno giallastro scuro, tessitura franco sabbiosa, debolmente calcareo, con pH 8,07.

3 (70-110 cm): bruno giallastro, tessitura franco argillosa, molto calcareo, con pH 8,1. La sostanza organica diminuisce con la profondità.

Evidenti segni di idromorfia conseguenti ad uno scarso drenaggio interno si evidenziano nel secondo orizzonte.

Unità La Pieve (unità pedologica LP)

Classificazione: Xerochrepts acquici, limoso fini.

L'unità occupa i versanti regolarizzanti a ripiani ed i versanti rettilinei a debole pendenza. Il substrato è costituito da sedimenti limosi scheletrici sopra le sabbie del Pilocene. Sono suoli profondi, con scheletro frequente, medio, fino a 60/70 cm e scarso, medio, da 60/70 cm a 110 cm.

Si identificano tre orizzonti:

1 (0-25 cm): bruno oliva chiaro, tessitura franca molto calcareo, con pH di 8,25.

2 (25-70 cm): bruno oliva chiaro, tessitura franco argillosa, molto calcareo, con pH di 8,23.

3 (70-110 cm): bruno oliva chiaro, tessitura franco argillosa, molto calcareo con pH di 8,28. La sostanza organica diminuisce con la profondità.

Evidenti segni di idromorfia già dalla superficie conseguenti ad uno scarso drenaggio interno.

L'acqua utile totale calcolata AWC è moderata.

Unità La Pieve (unità pedologica LPS variante sottile scheletrica)

Classificazione: Xerochrepts acquici

Sono suoli simili all'unità La Pieve ma più sottili (meno spessi) e con più scheletro; sono soggetti a forte erosione specie nelle zone a forte pendenza; c'è una discontinuità litologica tipica di questi suoli che poggiano al di sopra delle sabbie grossolane infatti il contatto con le sabbie è molto vicino.

L'acqua utile totale AWC è moderata.

Unità S. Costanza (unità pedologica SC)

Classificazione: Xerochrepts acquici, limoso fini.

L'unità occupa i versanti convessi e rettilinei a debole pendenza, a tessitura da limoso fine ad argilloso fine, al di sopra delle sabbie plioceniche.

Il substrato è costituito da sedimenti limoso argillosi ed argilloso limosi del Pliocene. Sono suoli poco profondi con evidenti segni di salinità e sodicità soprattutto per l'orizzonte profondo.

Si identificano tre orizzonti:

1 (0-10 cm): bruno oliva chiaro, tessitura franca, molto calcareo, con pH di 8,18.

2 (10-50 cm): bruno oliva chiaro, tessitura franca, molto calcareo, con pH di 8,07.

3 (50-130 cm): grigio, tessitura franco argillosa, molto calcareo, con pH 8,25. La sostanza organica diminuisce con la profondità.

Dalla tessitura e dalla presenza di patine grigio-azzurre di idromorfia, evidenti già in superficie, si rileva che il drenaggio interno risulta scarso.

L'acqua utile totale calcolata AWC è bassa. In estate questi suoli tendono a fessurare.

Si rilevano in questa unità lenti di suoli a tessitura argillosa, argilloso fine, salini e sodici.

Unità Pascena (unità pedologica PS)

Classificazione: Xerochrepts tipici (calcixerollici) franco grossolani scheletrici.

L'unità occupa i ripiani strutturali ed i versanti rettilinei debolmente regolarizzanti a debole pendenza.

Il substrato è costituito da sedimenti sabbiosi di origine marina, con livelli conglomeratici del Pliocene; è presente un abbondante scheletro, arrotondato. Questi suoli sono spesso a contatto con i sedimenti argillosi e limo argillosi del Pliocene; sono moderatamente profondi con scheletro da frequente ad abbondante, medio, fino a 60/70 cm ed abbondante, medio, da 60/70 a 110-120 cm.

Si identificano tre orizzonti:

1 (0-20 cm): orizzonte superficiale, bruno giallastro, tessitura franco sabbiosa, calcareo, con pH di 8,03.

2 (20-60 cm): l'orizzonte sottostante, bruno giallastro scuro, il substrato è costituito da sedimenti sabbiosi di origine marina con livelli conglomeratici del Pliocene, è presente un abbondante scheletro arrotondato a tessitura franca, da calcareo a molto calcareo, con pH 8,07.

3 (60 cm e oltre): l'orizzonte profondo è spesso molto ciottoloso, con a tratti un contenuto di carbonato di calcio molto importante. La sostanza organica diminuisce con la profondità.

Lo scheletro e la mancanza di segni di idromorfia evidenziano un buon drenaggio interno. L'acqua utile totale calcolata AWC è moderata.

Unità Poggio alle Mura (Unità pedologica PM)

Classificazione: Xerochrept franco tipici.

L'unità occupa i versanti rettilinei leggermente concavi. Il substrato è costituito da conglomerati poligenici a matrice sabbiosa, talvolta diagenizzati. Presenza di scheletro da arrotondato a sub arrotondato. Suoli moderatamente profondi, con scheletro da comune ad abbondante in profondità. Talvolta, si rilevano lenti limose argillose di colore azzurro, moderatamente strutturate.

Si identificano tre orizzonti:

1 (0-40/50 cm): l'orizzonte superficiale, bruno, tessitura franco sabbiosa argillosa, franco fine, calcareo con ciottoli comuni, con pH 8,16.

2 (40/50-90 cm): l'orizzonte sottostante, bruno pallido, tessitura franco sabbiosa, franco grossolana, calcareo, con ciottoli frequenti con pH 8,2.

3 (90 cm e oltre): orizzonte costituito da breccia spesso cementata.

Lo scheletro evidenzia una permeabilità da buona ad elevata ed un drenaggio interno da buono ad eccessivo.

L'indagine geopedologica condotta sul territorio di Banfi ha permesso di identificare e descrivere diversi ambienti che si diversificano sia per morfologia che sotto l'aspetto geologico-litologico. Data la presenza di questa spiccata variabilità morfogeolitologica è nata l'esigenza di finalizzare un progetto di zonazione viticola attuo ad aiutare gli interventi geotecnici di campagna che servono per migliorare le caratteristiche fisiche ed idrologiche del territorio aziendale, impiegando pratiche conservative strettamente correlate alla mappatura delle situazioni ambientali presenti in loco e precedentemente individuate dall'indagine geopedologica.

3.2.2 Il clima

Il clima costituisce una variabile molto importante nella coltivazione della vite, poichè è in grado di modificare, anche sensibilmente, le produzioni quali-quantitative ottenibili. E' componente essenziale della vocazionalità dell'ambiente e questo spiega la necessità di comprendere approfonditamente i rapporti tra i vari fattori climatici e le caratteristiche della produzione.

L'azienda Banfi dispone di tre stazioni di rilevamento, situate nelle località di Santa Costanza, Madonnino e Centro Frutta.

Quotidianamente vengono misurate temperatura minima e massima dell'aria, precipitazioni ed evapotraspirazione, eliofanìa e ventosità. In generale, l'intera area si caratterizza per l'alto indice di insolazione e l'elevata ventilazione, fattori che, unitamente all'andamento termo-pluviometrico, contribuiscono a determinare un'evapotraspirazione dal sistema coltura-suolo di 5-8 mm al giorno nel periodo maggio-agosto.

La media pluriennale delle rilevazioni meteorologiche evidenzia temperature minime al di sotto dei 5 °C da novembre fino ad aprile, che raramente però scendono al di sotto dello zero. Le temperature

massime sono comprese nell'intervallo 10-15 °C nel periodo dicembre-febbraio, mentre a partire da giugno superano i 25 °C, con punte di 33 °C in agosto. Nel periodo vegetativo-produttivo (aprile-settembre) la temperatura media è di 19,5 °C, caratterizzando così l'ambiente come temperato-caldo. L'escursione termica media è di 16,2 °C in luglio, 16,7 °C in agosto e 14,4 °C in settembre, con punte che in alcune annate oscillano verso i 19-20 °C.

L'andamento delle precipitazioni fa rilevare un valore medio complessivo di poco superiore ai 500 mm annui di piogge, con ampie variazioni tra le annate. Nell'arco dell'anno la piovosità si concentra nei mesi di settembre-novembre. Per contro, da gennaio a giugno la piovosità media è intorno ai 30 mm/mese, ad esclusione del mese di aprile che può palesare precipitazioni abbondanti.

Ad un attento esame le tre aree dell'azienda presentano caratteristiche diverse. Il differente comportamento climatico delle aree è da attribuirsi alla diversa esposizione e giacitura dei comprensori. L'esposizione e l'inclinazione delle pendici influenzano l'angolo di incidenza dei raggi solari e quindi la quantità di radiazione in arrivo sull'unità di superficie di terreno.

Durante il giorno la pendice più calda è quella esposta a sud, seguita da quella ovest e poi ad est fino alla più fredda esposta a nord. Durante l'inverno le zone collocate nella parte più elevata risentono favorevolmente della risalita dell'aria calda verso l'alto, al contrario le zone di pianura sono interessate dalla discesa delle masse di aria fredda verso valle. Questo fenomeno determina rischio di gelate nel periodo primaverile, meno frequenti sulle zone più elevate. In estate, al contrario, si registrano temperature superiori nelle aree di pianura rispetto alla zona collinare.

E' importante ricordare la presenza di due corpi idrici, i fiumi Ombrone ed Orcia, che riducono le escursioni termiche tra il giorno e la notte. Le aree vicino ai due fiumi si contraddistinguono per le temperature medie, che durante la fase di maturazione sono di 2-3 °C maggiori rispetto a quelle delle altre aree, e per le precipitazioni medie che invece risultano inferiori.

3.2.3 Il caso Banfi

Precipitazioni atmosferiche e qualità dei vini

La maggior parte dei vini di qualità è prodotta in aree dove le precipitazioni annue sono al di sotto dei 700-800 mm. E' noto infatti che elevati apporti idrici diminuiscono la qualità: la pioggia abbondante può portare alla rottura degli acini, così da predisporre l'uva agli attacchi di *Botrytis* e di altri patogeni fungini, oppure può indurre la vendemmia anticipata.

Inoltre la pioggia eccessiva può portare ritardi di maturazione, diminuendo di fatto gli standard qualitativi dell'uva raccolta in data di vendemmia.

Prendendo in esame le precipitazioni naturali, la Banfi si ritrova all'interno di un clima subarido, poiché solo in alcune annate particolarmente piovose si raggiungono i 700 mm annui.

Intensità luminosa

In estate la quantità di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) che arriva ai grappoli è di circa $2500 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$ in condizioni di cielo chiaro e di $300\text{-}1000 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$ in condizioni nuvolose.

Un PAR di $700 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$ è una condizione ottimale per la fotosintesi mentre intorno a $50 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$ si colloca il punto di compensazione luminosa sotto il quale le foglie consumano tanti carboidrati quanti ne producono. Maggiore radiazione, sia come intensità che durata, aumenta la produzione e i solidi solubili, oltre a determinare temperature più elevate.

Venti

I venti possono ridurre la dimensione delle foglie e l'attività stomatica, rompere i germogli e diminuirne la crescita. Possono, inoltre, causare raffreddamento riducendo la conduttanza stomatica ed i tassi di traspirazione, in sostanza abbassano l'attività fotosintetica e i livelli di solidi solubili ottenibili. Nel periodo di sviluppo del grappolo e durante la maturazione la coesistenza di elevate intensità luminose e venti caldi rende l'ambiente della Banfi favorevole allo stress idrico, anche se migliora il livello di sanità delle uve.



Foto 3. Territorio areale Banfi.

CAPITOLO 4

IL TERROIR

4.1 Il *terroir*

Il termine francese *terroir* ha un significato più ampio del semplice *territorio* o *terreno*. Con *terroir* si intende qualcosa che va oltre gli aspetti, seppur ampi e articolati, che riguardano il terreno sui cui giace un vigneto. *Terroir* comprende anche le condizioni climatiche che insistono su quella porzione di territorio. A queste si aggiunge la presenza del vitigno, nell'accezione più ampia possibile. Da ultimo, nel termine *terroir* entra anche l'aspetto umano, inteso come storia, cultura e tradizione.

Pertanto, il *terroir* potrebbe essere definito come “un'area ben delimitata dove le condizioni naturali, fisiche e chimiche, la zona geografica e il clima permettono la realizzazione di un vino specifico e identificabile mediante le caratteristiche uniche della propria territorialità”. Inoltre, secondo l'agronomo romagnolo Remigio Bordini “la piena espressione del *terroir* si ha quando non si distingue, nel vino, l'essenza genetica della varietà”, vale a dire che quando il terreno è buono e la vigna è in ottime condizioni la varietà utilizzata è di secondaria importanza per la qualità e il carattere del vino.

4.1.1 Il suolo

I grandi vini derivano da terreni antichi, permeabili, dilavati, poveri, profondi, nei quali le radici possono penetrare per cercare refrigerio a profondità elevate, alimentarsi con costanza e senza stress da eccessi o carenze idriche. Non è la quantità di acqua disponibile che conta per la qualità del prodotto, ma la sua distribuzione nelle varie fasi fenologiche e un'alimentazione idrica costatamente limitata per la pianta della vite. Infatti, il suolo deve andare incontro a parziale disidratazione, specialmente nel periodo di maturazione delle bacche, ossia dall'invasatura alla vendemmia, così da cessare l'accrescimento vegetativo che riduce l'accumulo di composti organici nelle bacche. Un accrescimento vegetativo prolungato per la presenza di acqua nel suolo allunga non solo il periodo di crescita dei germogli, ma anche il periodo erbaceo delle bacche, aumenta il volume dell'acino e altera il rapporto buccia/polpa, che nell'acino piccolo è a favore della buccia, ovvero la porzione della bacca di maggior qualità perché sede di aromi, polifenoli polimerizzabili, antociani, enzimi. Da queste considerazioni risulta evidente che il primo fattore da valutare nell'impianto di un vigneto

o nella scelta delle zone viticole più adatte alla produzione di vini eccelsi è il suolo e quindi il corrispondente sottosuolo.

I terreni in pendenza (collinari o di montagna), con il loro regime idrico che consente la disidratazione del suolo nella fase di maturazione delle bacche, sono adatti all'ottenimento di vini di qualità eccelsa. Altrettanto buoni sotto l'aspetto pedologico sono i terreni di pianura poveri, ciottolosi e profondi; infine, i terreni geologicamente antichi, poveri, dilavati, profondi, sono ideali per la qualità.

4.1.2 Il clima

Clima e microclima condizionano sia la fisiologia epigea che ipogea della vite. Sono note le differenze dei millesimi causate da andamenti climatici diversi, si conoscono i caratteri organolettici e le composizioni a volte assai distanti di vini di latitudini dissimili, di altitudini ed esposizioni differenti, di zone climatiche temperate e di zone climatiche calde.

Il clima gioca un ruolo chiave non solo nel determinare la qualità dei vini ma anche la stessa distribuzione della *Vitis vinifera*, che attualmente è compresa fra i 50° di latitudine Nord ed i 40° di latitudine Sud, anche se sta iniziando a svilupparsi una viticoltura tropicale e subtropicale in zone con climi più difficili e con difficile ritrovamento della qualità.

Sebbene la *Vitis vinifera* possa vivere in buona parte del globo terrestre, è dimostrato che il vino di qualità eccelsa si ottiene solo in climi particolari, con sbalzi termici sufficientemente elevati durante il periodo che precede la vendemmia. Infatti, le temperature alte di giorno e relativamente basse di notte che caratterizzano i giorni precedenti la vendemmia consentono l'accumulo nelle bacche degli zuccheri, degli aromi, degli antociani, dei polifenoli polimerizzabili.

4.1.3 La varietà

Una parte fondamentale del merito nella produzione dei vini eccelsi va alle varietà. Studiosi francesi come Guyot e Olivier de Serres sostengono che la qualità risiede nel vitigno. Fregoni conferma e precisa che la qualità eccelsa si colloca nella buccia, sede dei composti nobili della qualità dei vini. Produrre qualità in un vigneto significa produrre molta buccia e, relativamente, poca polpa. Il terroir ha un'enorme influenza sul rapporto buccia/polpa. Ma è fuori dubbio che la varietà può essere più o meno produttiva, a grappoli più o meno grossi, ad acini piccoli o grandi, può essere più o meno vocata alla qualità. La capacità di adattamento delle varietà al terroir è determinante per ottenere elevata qualità. In particolare, è necessario abbinare correttamente ai vari climi le varietà con epoche di maturazione differenti. Di norma le varietà precoci devono essere

scelte per i climi temperato-freddi, quelle a maturazione media per i climi temperati, i vitigni tardivi per i climi caldo-aridi. Analoga distribuzione vale per le altitudini: le basse altitudini sono adatte alle varietà tardive, le altitudini intermedie ai vitigni a media maturazione, le altitudini elevate ai vitigni precoci.

Le esposizioni giocano lo stesso ruolo: nell'emisfero Nord si porranno a Sud i vitigni tardivi e a Nord quelli precoci, mentre nelle esposizioni intermedie si porranno le varietà a media maturazione. A basse latitudine, cioè nei climi caldi, la regola per le esposizioni a Nord e a Sud va invertita.

Un altro criterio di distribuzione climatica dei vitigni fa riferimento al colore della buccia: le varietà rosse, a parità di epoca di maturazione, hanno bisogno di più calore, in quanto gli antociani richiedono maggiori disponibilità di energia radiante per essere sintetizzati: infatti, non maturano ad elevate latitudini e altitudini. I vitigni bianchi, specie se precoci, riescono a maturare anche in climi nordici ed a quote elevate.

4.2 Il regime idrico

A differenza della maggior parte delle produzioni vegetali e, in particolare, delle colture annuali, la vite è coltivata in condizioni agronomiche inferiori a quelle ottimali. Si sa che diversi tipi di vincoli ambientali ne possono limitare il vigore e la resa, ma favorire il potenziale enologico dell'uva. Tra questi vincoli, l'alimentazione idrica gioca un ruolo importante sul comportamento della vite e sulla composizione degli acini. Un regime idrico moderatamente limitante chiamato "deficit idrico" induce effetti benefici sulla qualità dei vini prodotti. In viticoltura è fondamentale sapere sin dove arriva il deficit idrico favorevole alla qualità e a partire da quale soglia inizia invece lo stress idrico, sfavorevole alla qualità. Con stress idrico si fa riferimento alla situazione in cui l'acqua è un fattore limitante per la pianta, con conseguenti alterazioni a livello morfologico, fisiologico e biochimico. È generalmente riconosciuto che il margine della carenza idrica favorevole alla qualità è più ampio nelle uve rosse rispetto alle uve bianche.

4.2.1 L'effetto dello stato idrico sull'attività vegetativa della vite

In caso di carenza idrica, durante il periodo che va dal germogliamento all'allegagione, si può riscontrare una percentuale elevata di gemme cieche, una crescita ridotta del germoglio e delle sue infiorescenze, una formazione fogliare inadeguata che influenzerà la percentuale di allegagione.

Nel periodo successivo, dall'allegagione all'invasatura, è di fondamentale importanza applicare la strategia del deficit idrico controllato, perchè in questo intervallo fenologico le competizioni e/o le sinergie tra sink vegetativi e produttivi sono molto attive. Attraverso la gestione dell'irrigazione è

possibile controllare la crescita del germoglio e delle femminelle. Dopo l'allegagione, l'attività di crescita del germoglio è più sensibile alla carenza idrica rispetto all'attività di crescita dell'acino. In questo intervallo fenologico, il collegamento idraulico è efficiente e il rifornimento idrico avviene per via xilematica così che le condizioni di idratazione degli acini dipendono dai germogli; pertanto, in caso di stress idrico severo, non è raro osservare significative riduzioni del volume delle bacche per passaggi di acqua ai germogli. Al contrario, uno stress idrico moderato porta a una leggera riduzione del diametro degli acini modificando il rapporto buccia/polpa, così da influenzare positivamente la composizione dell'uva, in particolare la frazione fenolica. Stress idrici precoci influenzano negativamente la produzione di acido tartarico, limitando la crescita dei germogli e delle femminelle. Inoltre, gravi carenze idriche nell'intervallo pre-invaiatura, durante il quale si compiono i processi di induzione e differenziazione delle gemme ibernanti, riducono la fertilità dei futuri germogli.

Dopo l'invaiatura, la connessione idraulica degli acini si realizza per via floematica, così che gli acini risultano più indipendenti dal resto della pianta e, di conseguenza, più tolleranti agli stress idrici. Anche la crescita vegetativa risulta poco influenzata da stress idrici moderati, se non per l'ulteriore sviluppo di femminelle.

A partire dall'invaiatura l'assenza di stress idrico favorisce l'attività vegetativa, portando squilibri alla produttività, determina condizioni microclimatiche non adeguate sui grappoli, con conseguente peggioramento del loro stato sanitario e rallenta i processi di maturazione delle uve. L'assenza di stress idrico crea le condizioni adatte al metabolismo proteico, tipico delle fasi di crescita degli organi: ne deriva un eccessivo vigore a scapito di una insufficiente lignificazione dei tralci e una riduzione della percentuale di germogliamento delle gemme nell'anno successivo, che, inglobate nei tessuti del tralcio, presentano una connessione vascolare imperfetta.

Nel periodo compreso tra il post-raccolta e il riposo vegetativo una carenza idrica molto severa accelera la filloptosi, rende più difficile la traslocazione dei carboidrati negli organi di riserva (fusto e radici) e riduce la crescita radicale.

4.2.2 L'effetto della disponibilità idrica sui processi biochimici della maturazione

Prima dell'invaiatura l'acqua arriva all'uva essenzialmente attraverso lo xilema ed esistono relazioni idriche strette tra gli acini ed il resto della pianta. Tutte le alterazioni dello stato idrico della vite modificano la circolazione della linfa grezza (xilema) e di conseguenza l'accrescimento degli acini. La riduzione irreversibile della dimensione degli acini che ne deriva è interessante dal punto di vista qualitativo ma rappresenta sicuramente una diminuzione della resa. Dopo l'invaiatura l'alterazione dello xilema provoca un aumento corrispondente del flusso floematico. La linfa elaborata (floema)

rappresenta la principale via di alimentazione dell'acino. La circolazione del floema non è direttamente legata allo stato idrico della pianta, di conseguenza l'accrescimento degli acini diventa meno dipendente dall'apporto idrico, anche se una disponibilità idrica adeguata è sicuramente necessaria per il corretto svolgimento dei processi biochimici della maturazione.

Duteau e collaboratori (1981), Matthews e Anderson (1989), Van Leeuwen e Seguin (1994) hanno dimostrato che lo stress idrico provoca l'aumento dei composti fenolici del succo e della buccia, un tenore più elevato in prolina ed una minor concertazione di acido malico. La disponibilità idrica insufficiente conduce a rilevanti concentrazioni di composti terpenici (Mac Carthy e Coombe, 1984); al contrario, l'eccessiva disponibilità determina un aumento del volume degli acini ed una diminuzione del tenore in composti fenolici. Malgrado la maggior concentrazione di acidi, il pH del succo è spesso piuttosto elevato (Smart e Coombe, 1983), come conseguenza dell'aumentata importazione di acido tartarico e di sostanze minerali, in particolare di potassio, che vanno a salificare gli acidi presenti. Anche le sostanze aromatiche vengono modificate.

4.2.3 Incidenza del regime idrico della vite sullo sviluppo e sulla composizione dell'uva a maturità

Il deficit idrico influenza profondamente la fisiologia della vite; in particolare, provoca la chiusura degli stomi durante una parte della giornata. A sua volta la regolazione dello stato di apertura degli stomi limita la fotosintesi in maniera tanto più significativa quanto più il deficit idrico è rilevante. La riduzione dell'alimentazione idrica favorisce l'arresto di crescita dei tralci della vite e limita l'ingrandimento degli acini, particolarmente se si verifica prima dell'invaiaatura (Becker e Zimmermann, 1984). Tuttavia, un suolo che si sta seccando stimola gli apici radicali a produrre acido abscissico, ormone favorevole alla maturazione della bacca. Pertanto, lo stress idrico induce sia effetti negativi sulla maturazione dell'uva (limitata fotosintesi), sia effetti positivi (produzione di acido abscissico). In caso di deficit idrico moderato, gli effetti positivi superano gli effetti negativi; le uve sono più ricche di zuccheri riduttori, di antociani e tannini e meno di acido malico (Van Leeuwen e Seguin, 1994). In caso di stress idrico grave, la fotosintesi viene ad essere eccessivamente limitata e si possono verificare arresti di maturazione.

A partire da carenza idrica moderata fino ad un regime idrico più limitante, la ricchezza in antociani aumenta in maniera lineare. Questi composti insieme ai polifenoli sono le sostanze da cui dipende la qualità di un vino rosso. Ne consegue che il potenziale enologico dell'uva a bacca colorata può essere eccellente anche in presenza di una forte carenza idrica, che però penalizza la ricchezza in zuccheri del mosto.

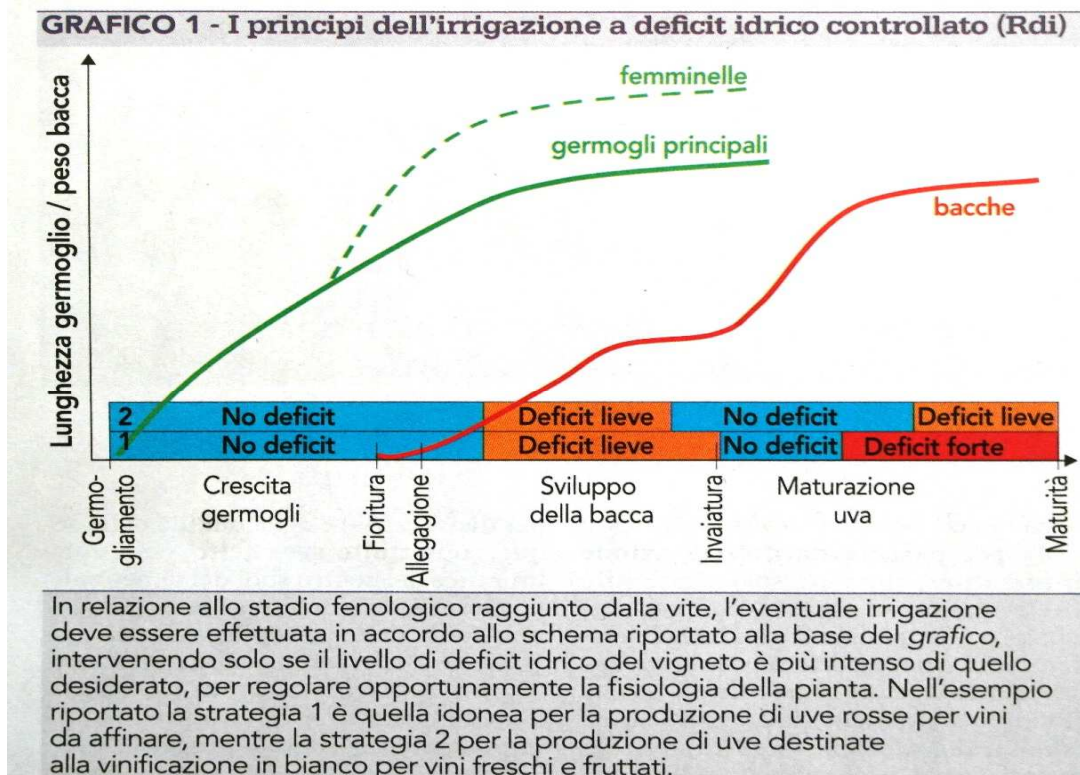


Figura 7. Possibili variazioni dell'entità dello stress idrico in funzione della fase fenologica e del tipo di vino da produrre. (Immagine presa da L'Informatore Agrario 20/2011 Articolo scritto da Scienza A.)

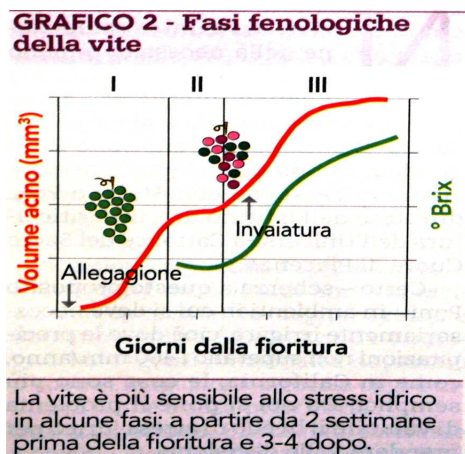


Figura 8. Momenti in cui la vite è ritenuta molto sensibile allo stress idrico (immagine presa da L'Informatore Agrario n° 18/2013 Articolo scritto da C. Palese.)

CAPITOLO 5

IL PIANO SPERIMENTALE

Lo scopo del progetto di ricerca a cui ho collaborato è caratterizzare il comportamento della varietà Sangiovese su diversi siti ambientali e verificarne le risposte a livello della produzione di uva e della sintesi dei vari componenti della bacca (buccia, polpa e vinaccioli), in relazione alla modifica delle variabili pedologiche e microclimatiche. Infatti, essendo il Sangiovese un vitigno altamente reattivo alle condizioni ambientali, può essere interessante utilizzare la sua diversa interazione fenotipo-ambiente per la produzione di uve destinate alla realizzazione di bottiglie che si avvicinano sempre più agli standard qualitativi di eccellenza.

In questo lavoro di tesi sono state analizzate quarantuno parcelle di vigneto, ciascuna formata da circa 100 ceppi (20 interpali), situate in località differenti all'interno degli ettari vitati di proprietà della cantina Banfi nel comune di Montalcino. Ogni parcella è stata sottoposta a molteplici osservazioni in campo e ad analisi di laboratorio, così da sviluppare un profilo in grado di descrivere il meglio possibile le caratteristiche di ogni diverso appezzamento, a livello di situazione produttiva, stato idrico e relativo profilo di maturità dell'uva.

I risultati ottenuti con le analisi svolte sono messi a confronto con i risultati provenienti dagli altri appezzamenti in esame tramite le sperimentazioni svolte nei diversi anni, in modo da ottenere un profilo che esprima la caratterizzazione del Sangiovese in risposta alle differenti condizioni ambientali.

Al fine di delimitare questi ambienti omogenei, è prioritario individuare le variabili guida che meglio possano descrivere il territorio in indagine. La scelta viene effettuata sulla base del significato fisiologico, agronomico ed enologico di tali variabili e della loro capacità discriminativa nei riguardi del territorio in indagine. Nel presente caso, numerosi parametri sono stati misurati nel corso della mia permanenza in Azienda e tra questi sono state selezionate le variabili guida seguenti: contenuto in zuccheri, acidità totale e pH dei mosti, ottimi indici per la valutazione della cinetica di maturazione e della qualità delle uve; antociani totali, flavonoidi totali e flavonoidi non antocianici presenti nelle bucce, importanti per la loro valenza enologica e perché incidono sulla qualità dei vini prodotti nell'area; peso medio delle bacche, peso medio delle bucce e rapporto tra peso medio buccia e peso medio bacca, indicatori sia dei fenomeni fisiologici del sistema acqua-suolo-pianta sia dei riscontri produttivi.

Questo metodo di analisi della produzione viticola-enologica permette di valutare al meglio la

relazione tra genotipo ed ambiente, avendo il genotipo un'espressione non prettamente rigida ma bensì influenzabile dal microambiente pedoclimatico con cui si relaziona e con cui quindi esprimerà il proprio fenotipo.

5.1 Rilievi eseguiti in vigneto

Sono stati selezionati 41 vigneti di proprietà dell'azienda Banfi, tutti composti dalla varietà Sangiovese e dislocati sull'intero arco del territorio aziendale, in modo da raccogliere dati caratterizzanti un'area molto ampia.

All'interno di ogni appezzamento sono stati individuati circa 100 ceppi (20 interpali suddivisi in 10 interpali contrapposti) rappresentativi di ogni vigneto e oggetto quindi dei campionamenti.

Ogni parcella è stata quindi suddivisa in tre subparcelle, in modo da rendere il campionamento il più possibile rappresentativo dell'intero vigneto. Il campione raccolto per ogni parcella deriva dall'unione dei prelievi fatti nelle tre subparcelle ed è costituito da 15-20 grappoli, corrispondenti a circa 1 kg d'uva.

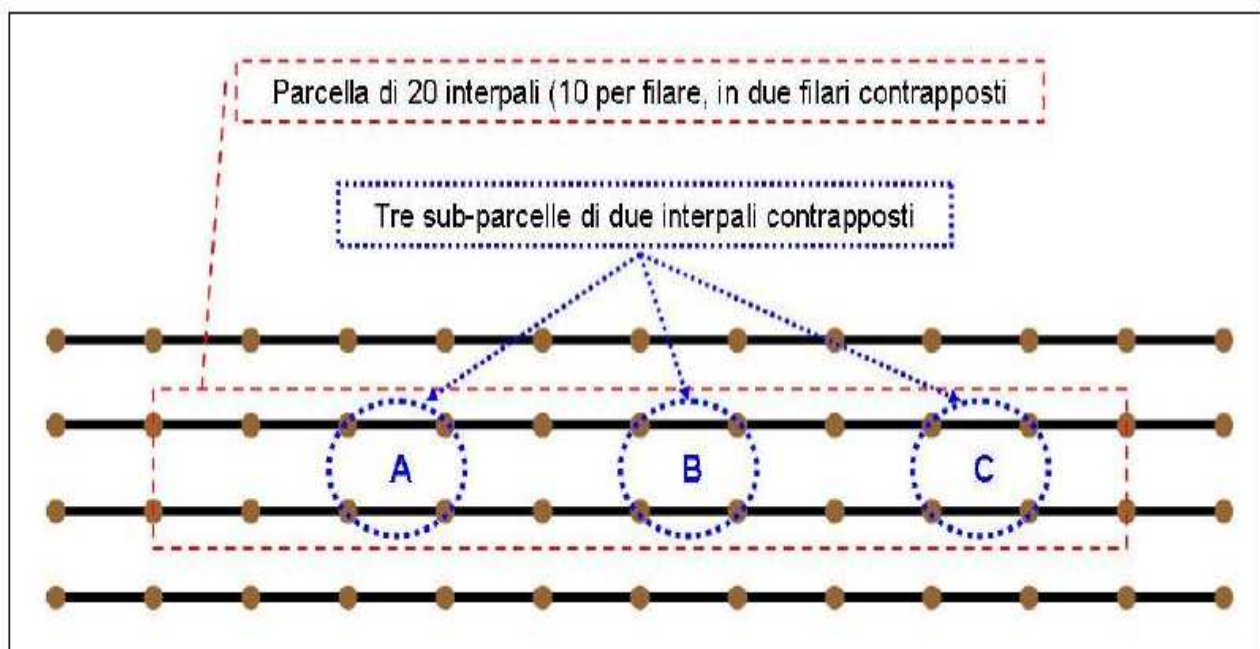


Figura 9. Schema divisione in parcelle e sub-parcelle

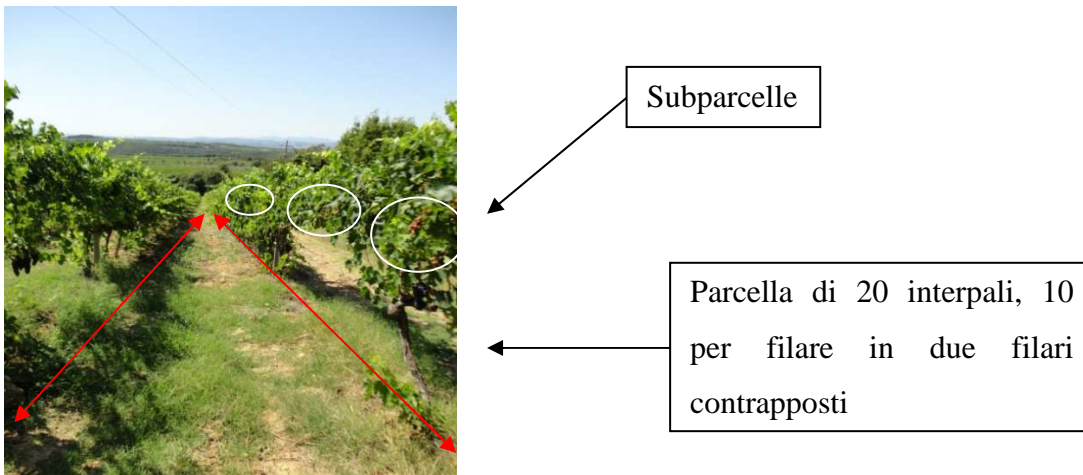


Foto 3. Parcelle e sub-parcelle

Ogni parcella è stata campionata due volte, 20-30 giorni prima della vendemmia e poi al momento della vendemmia.

5.2 Analisi effettuate in laboratorio

Una volta effettuati i campionamenti dei vari appezzamenti al momento della vendemmia, l'uva è stata portata in laboratorio.

Sui grappoli provenienti dai campionamenti sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- *Peso medio delle bacche*

Sono stati pesati circa 400 acini, prelevati da ogni campione di ogni vigneto analizzato, selezionati sui diversi grappoli ed in diversi punti all'interno dello stesso grappolo in modo da avere pesate il più rappresentative possibile. I 400 acini sono stati quindi suddivisi in 40 pesate da 10 acini ciascuna utilizzando la bilancia analitica di precisione presente nel laboratorio della cantina (Foto 4.)



Foto 4. Prelievo e peso acini dei campioni d'uva

○ *Peso medio delle bucce*

All'interno del campione sono stati selezionati 100 acini, prelevati in vari punti all'interno dei diversi grappoli; gli acini sono stati quindi sbucciati (Foto 5) e le bucce suddivise in 10 pesate da 10 bucce ciascuna, utilizzando sempre la bilancia analitica di precisione (Foto 6).



Foto 5. Prelievo della buccia dall'acino



Foto 6. Pesata delle dieci bucce utilizzando la bilancia analitica di precisione

o *Analisi maturità tecnologica*

Il campione d'uva raccolto al momento della vendemmia ha fornito un mosto di cui si sono misurati il tenore in zuccheri (metodo rifrattometrico, Foto 7), il pH e l'acidità totale (Foto 8). Tramite queste analisi si è valutata la maturità delle diverse uve campionate.



Foto 7. Misurazione degli zuccheri nel mosto estratto dai campioni d'uva con l'utilizzo del rifrattometro



Foto 8. Misurazione del pH e dell'acidità totale con metodiche automatizzate

○ *Analisi spettrofotometrica delle bucce*

Le bucce, prelevate dagli acini, sono state ripulite della polpa, asciugate con carta assorbente, inserite in una beuta da 250 ml con tappo smerigliato e addizionate di 80 ml di metanolo (Foto 9). La beuta è stata quindi tappata, sigillata con nastro isolante, avvolta con carta d'alluminio per evitare eventuali ossidazioni dei composti fenolici alla luce ed infine posta in agitatore per 24 h, al fine di estrarre in modo quantitativo i composti costituenti le bucce (Foto 10).



Foto 9. Addizione di 80 ml di metanolo in beuta contenente le bucce ripulite



Foto 10. Beute ricoperte di carta d'alluminio e poste in agitatore

Al termine delle 24 h di agitazione si sono separate le bucce, ormai prive di colore, dalla soluzione metanolica contenente i composti fenolici estratti. La soluzione è stata trasferita in un matraccio da 100 ml con l'utilizzo di un imbuto ed un colino per trattenere le bucce (Foto 11). La beuta di partenza è stata quindi lavata più volte con MeOH per recuperare eventuali residui di composti fenolici e il tutto è stato trasferito nel matraccio. Si è quindi portato a volume.



Foto 11. Trasferimento soluzione in matraccio da 100 ml



Foto 12. Preparazione dei matracci contenenti 100 ml di soluzione metanolica

Con una pipetta Gilson p1000 si sono prelevati 0.5 ml di soluzione metanolica, che sono stati trasferiti in un secondo matraccio tarato da 25 ml. Si è portato a volume con etanolo cloridrico, una miscela solvente costituita da etanolo (70%), acqua distillata (29%) e acido cloridrico (1%). 10 ml di quest'ultima soluzione sono stati inseriti nella cuvetta dello spettrofotometro e si è misurata per ogni campione l'assorbanza alla lunghezza d'onda di 540 nm (Foto 13). Una volta inserito il fattore di diluizione, precedentemente calcolato con excel, lo strumento ha misurato automaticamente la concentrazione di flavonoidi, flavonoidi non antocianici, ed antociani totali di ogni campione analizzato.

Per calcolare automaticamente il fattore di diluizione è stata impostata in excel la seguente formula: n° diluizioni \cdot (volume matraccio estrazione/peso acini). La concentrazione ricavata è espressa in mg/kg uva.

I composti più importanti per capire il colore potenziale dell'uva e del vino e quindi confrontare i diversi vigneti sono gli antociani:

ANTOCIANI TOTALI (mg/kg uva) = n° diluizioni \cdot (volume matraccio estrazione/peso acini) \cdot A_{540} .

A_{540} è l'assorbanza misurata dallo spettrofotometro alla lunghezza d'onda di 540 nm mentre la restante parte della formula corrisponde al fattore di diluizione calcolato con excel.



Foto 13. Spettrofotometro

CAPITOLO 6

RISULTATI

6.1 Risultati delle analisi effettuate in laboratorio

Sono di seguito riportati i dati medi relativi alle analisi delle uve (Tabelle 1-3).

Tabella 1

VIGNETO	PESO ACINO [g]	PESO BUCCIA [g]	BUCCIA/BACCA
01.05	2,20	0,39	0,18
01.06	2,00	0,47	0,23
02.03	1,88	0,37	0,20
02.05	2,24	0,42	0,19
03.03	2,17	0,44	0,20
03.04	2,35	0,40	0,17
04.05	2,28	0,46	0,20
04.09	2,13	0,44	0,20
04.10	2,14	0,45	0,21
08.14	2,27		
15.02	1,79	0,44	0,25
15.05	1,75	0,43	0,25
15.06	2,37	0,55	0,23
15.07	2,37	0,54	0,23
15.08	2,07	0,52	0,25
15.09	2,79	0,64	0,23
16.02	2,44	0,46	0,19
16.03	2,37	0,44	0,19
16.04	2,27	0,50	0,22
16.06	2,38	0,48	0,20
16.07	2,23	0,52	0,23

17.07	1,60	0,37	0,23
VIGNETO	PESO ACINO [g]	PESO BUCCIA [g]	BUCCIA/BACCA
17.08	1,80	0,39	0,22
17.09	1,74	0,41	0,24
17.10	2,34	0,47	0,20
18.07	2,18	0,47	0,22
18.09	2,10	0,41	0,19
19.02	1,70	0,39	0,23
19.03	2,27	0,45	0,20
19.04	2,35	0,45	0,19
20.06	2,13	0,46	0,22
20.07	2,27	0,45	0,20
21.07	2,32	0,50	0,21
23.05	2,10	0,38	0,18
23.07	2,21	0,48	0,22
23.08	2,28	0,46	0,20
37.04	2,15	0,52	0,24
37.07	2,10	0,39	0,19
37.09	2,40	0,48	0,20
37.10	2,21	0,42	0,19
37.11	1,93	0,39	0,20
Mds (5%)	0,04	0,05	0,03

Tabella 2

VIGNETO	BABO	pH	ACIDITA' TOTALE [g/l]
01.05	17,67		
01.06	20,34	3,87	2,761
02.03	20,24		
02.05	20,24		
03.03	22,30	3,82	4,101
03.04	22,30	3,59	5,331
04.05	22,60	3,48	6,095
04.09	21,78	3,74	5,348
04.10	21,86	3,68	5,770
08.14	21,47	3,65	4,474
15.02	19,27	3,77	4,521
15.05	24,51		
15.06	23,21		
15.07	22,57		
15.08	20,34	4,29	1,743
15.09	21,18	3,73	3,03
16.02	18,60		
16.03	18,00		
16.04	21,33		
16.06	20,42	4,07	3,686
16.07	20,36	3,76	3,398
17.07	21,50	3,51	5,567
17.08	20,50	3,63	4,987
17.09	22,56		
17.10	22,56	3,6	5,19
18.07	20,34	3,88	3,168
18.09	22,10	3,63	6,396
19.02	20,74	3,95	4,012
19.03	21,14	3,89	3,358
19.04	20,34	3,90	2,878
20.06	20,15		

VIGNETO	BABO	pH	ACIDITA' TOTALE [g/l]
20.07	22,01	3,74	3,301
21.07	20,28		
23.05	17,90		
23.07	21,80		
23.08	20,49		
37.04	20,78	3,37	6,866
37.07	21,66	3,70	5,615
37.09	19,68		
37.10	19,27		
37.11	19,95		
Mds (5%)	0,96	0,09	0,61

Tabella 3

VIGNETO	FLAVONOIDI TOTALI BUCCE [mg/kg uva]	ANTOCIANI TOTALI BUCCE [mg/kg uva]	FLAVONOIDI NON ANTOCIANICI BUCCE [mg/kg uva]
01.05			
01.06	1.191,33	731,97	124,21
02.03			
02.05			
03.03	1.866,44	1.000,50	401,31
03.04	1.540,92	815,35	351,14
04.05	1.203,97	645,35	200,99
04.09	1.316,03	685,82	314,76
04.10	944,05	531,61	167,34
08.14			
15.02	1.318,24	729,78	253,17
15.05			
15.06			
15.07			

VIGNETO	FLAVONOIDI TOTALI BUCCE [mg/kg uva]	ANTOCIANI TOTALI BUCCE [mg/kg uva]	FLAVONOIDI NON ANTOCIANICI BUCCE [mg/kg uva]
15.08	1.216,81	782,92	77,14
15.09	687,00	432,29	50,49
16.02			
16.03			
16.04			
16.06	1.010,24	604,71	124,36
16.07	1.693,16	811,90	508,62
17.07	1.398,47	795,43	362,06
17.08	1.105,61	677,61	116,97
17.09			
17.10	1.199,08	630,05	279,90
18.07	1.316,78	702,77	290,06
18.09	909,75	472,27	219,55
19.02	978,75	601,54	100,55
19.03	730,98	469,65	72,30
19.04	1.523,16	751,54	424,77
20.06			
20.07	1.121,04	600,04	245,69
21.07			
23.05			
23.07			
23.08			
37.04	1.047,86	630,08	206,79
37.07	740,41	526,82	
37.09			
37.10			
37.11			
Mds (5%)	146,53	50,04	117,55

6.2 Caratterizzazione dei suoli delle parcelle

Lo scopo di questo lavoro è individuare, nell'ambito di un'area, unità di territorio, definite Unità Vocazionali (UV), al cui interno le prestazioni vegetative, produttive e qualitative di un dato vitigno si possano considerare sufficientemente omogenee, in condizioni confrontabili di sistema colturale (Failla et.al., 1998).

L'individuazione di queste unità vocazionali non ha l'intento di stilare una graduatoria qualitativa delle produzioni ottenute nelle diverse aree, ma di valutare le risposte adattive dei vitigni alle diverse condizioni pedoclimatiche che caratterizzano ciascuna zona di produzione. In altre parole il prodotto di un dato vitigno non può essere rigidamente definito, ma è la gamma delle sue espressioni determinate dall'influenza dell'ambiente. Questa gamma di prodotti può essere vista come la capacità di reazione di un vitigno all'ambiente. Si parla infatti di vitigni più o meno reattivi alle diverse condizioni pedoclimatiche e la stessa vocazionalità di una zona, nonché la scelta varietale in essa operata, sono strettamente legate a tale reattività (Scienza *et al.*, 2003).

La conoscenza di queste risposte adattive è la base necessaria allo sviluppo e alla scelta di appropriate tecniche agronomiche ed enologiche, atte alla valorizzazione delle produzioni, esaltandone la tipicità dei diversi *terroir* (ottimizzazione dell'interazione Vitigno-Ambiente).

E' stata effettuata un'analisi delle principali caratteristiche dei suoli in cui sono impiantati i quarantuno vigneti oggetto della sperimentazione. Sulla base dei rilievi eseguiti in vigneto e, in particolare, considerando la localizzazione degli appezzamenti riportati sulla carta pedologica di Figura 10 e la descrizione dei suoli riportata nella legenda di Tabella 5, sono state classificate le parcelle come **limitanti** e **non limitanti** per lo sviluppo e per il rifornimento idrico della pianta.

E' stata inoltre determinata la quota alla quale sono collocati i vigneti e per ciascuno di essi sono stati definiti scheletro, tessitura, profondità, AWC (disponibilità di acqua), e Unità Vocazionale (Tabella 4.).

La sigla dell'unità cartografica è la stessa stabilita dall'azienda e riportata nella legenda di Tabella 5; la tessitura, la profondità, lo scheletro e la disponibilità idrica sono stati invece definiti sia in funzione della descrizione riportata nella legenda di Tabella 5 sia attraverso il controllo visivo in campo. La *tessitura* è stata classificata come limosa (L), argillosa (A) e sabbiosa (S); la *profondità* come profonda (P), media (M), e superficiale (S); lo *scheletro* è stato identificato come abbondante (A), medio (M) e basso (B); infine, la disponibilità idrica è stata definita alta (A), media (M), e bassa (B). In funzione della combinazione di questi quattro fattori le condizioni del suolo sono state definite come limitanti/non limitanti per lo sviluppo ed il rifornimento idrico dei vigneti.

I suoli aventi tessitura argillosa, profondità ridotta, abbondanti concentrazioni in scheletro

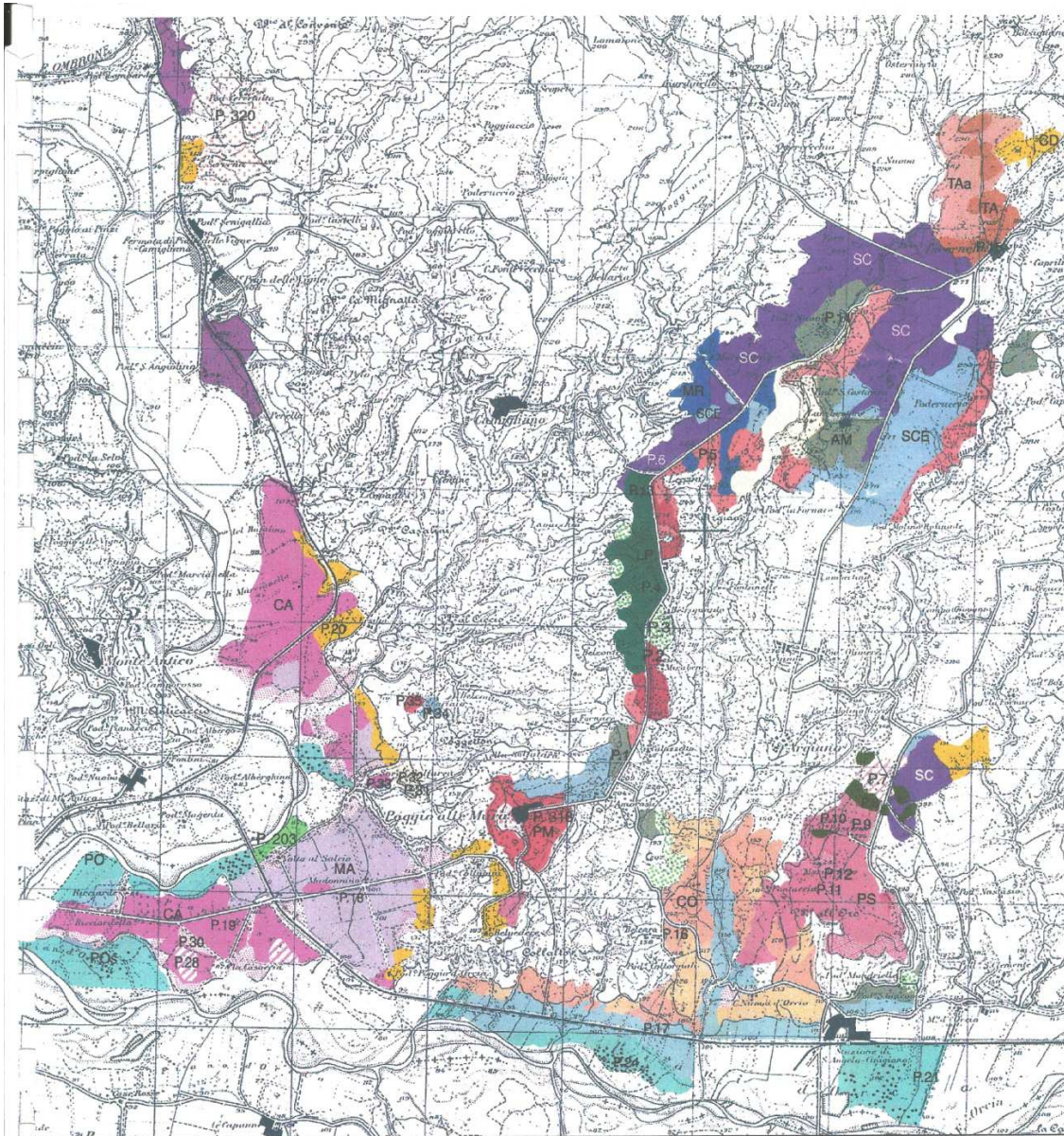
soprattutto in superficie e bassa disponibilità idrica sono stati classificati come limitanti. Al contrario, i suoli di medio impasto, con maggiore profondità, ridotto contenuto in scheletro e buon rifornimento idrico sono stati classificati come non limitanti.

Tabella 4

<u>VIGNETO</u>	<u>Altitudine</u>	<u>Unità cartografica</u>	<u>Tessitura</u>	<u>Profondità</u>	<u>Scheletro</u>	<u>AWC</u>	<u>Unità Vocazionale</u>
02.05	191	CO	A	S	A	B	Limitante
03.03	102	AM	L	M	A	M	Limitante
04.05	230	PS	S	M	A	A	Non limitante
04.09	208	SCE	A	S	B	B	Limitante
08.14	233	SC	A	M	B	M	Limitante
15.02	250	LP	L	P	A	A	Non limitante
15.05	250	LPS	L	S	A	B	Non limitante
15.09	240	MI	S	P	B	M	Non limitante
16.06	250	MI	S	P	B	M	Non limitante
16.07	242	MIS	S	P	M	M	Limitante
17.07	209	AM	L	M	A	M	Limitante
17.10	219	AM	L	M	A	M	Limitante
18.07	194	PM	A	M	A	M	Limitante
19.03	85	CNO	L	S	A	B	Non limitante
21.07	88	CA	L	P	M	A	Non limitante
23.07	111	CA	L	P	M	A	Non limitante

Di seguito viene riportata la carta pedologica dell'Azienda Banfi realizzata dal Dott. Geologo Francesco Lizio Bruno, si evidenziano all'interno di essa i vigneti analizzati in diverse unità di territorio (Unità vocazionali) definite come limitanti e non limitanti oggetto della tesi, si allega infine una tabella descrittiva delle unità cartografiche e quindi dei suoli su cui vengono allevate le parcelle analizzate, nella quale vengono riassunte le informazioni relative agli ambienti, al substrato ed al paesaggio le consociazioni di suoli, con relativa sigla che permette una lettura immediata delle caratteristiche pedologiche più importanti.

CARTA PEDOLOGICA DELL'AZIENDA



Banfi spa carta geopedologica



Figura 10. Carta pedologica dell'Azienda Banfi realizzata dal Dott. Geol. Francesco Lizio Bruno.

LOCALIZZAZIONE E IDENTIFICAZIONE DEI SUOLI DEI VIGNETI OGGETTO DELLA SPERIMENTAZIONE

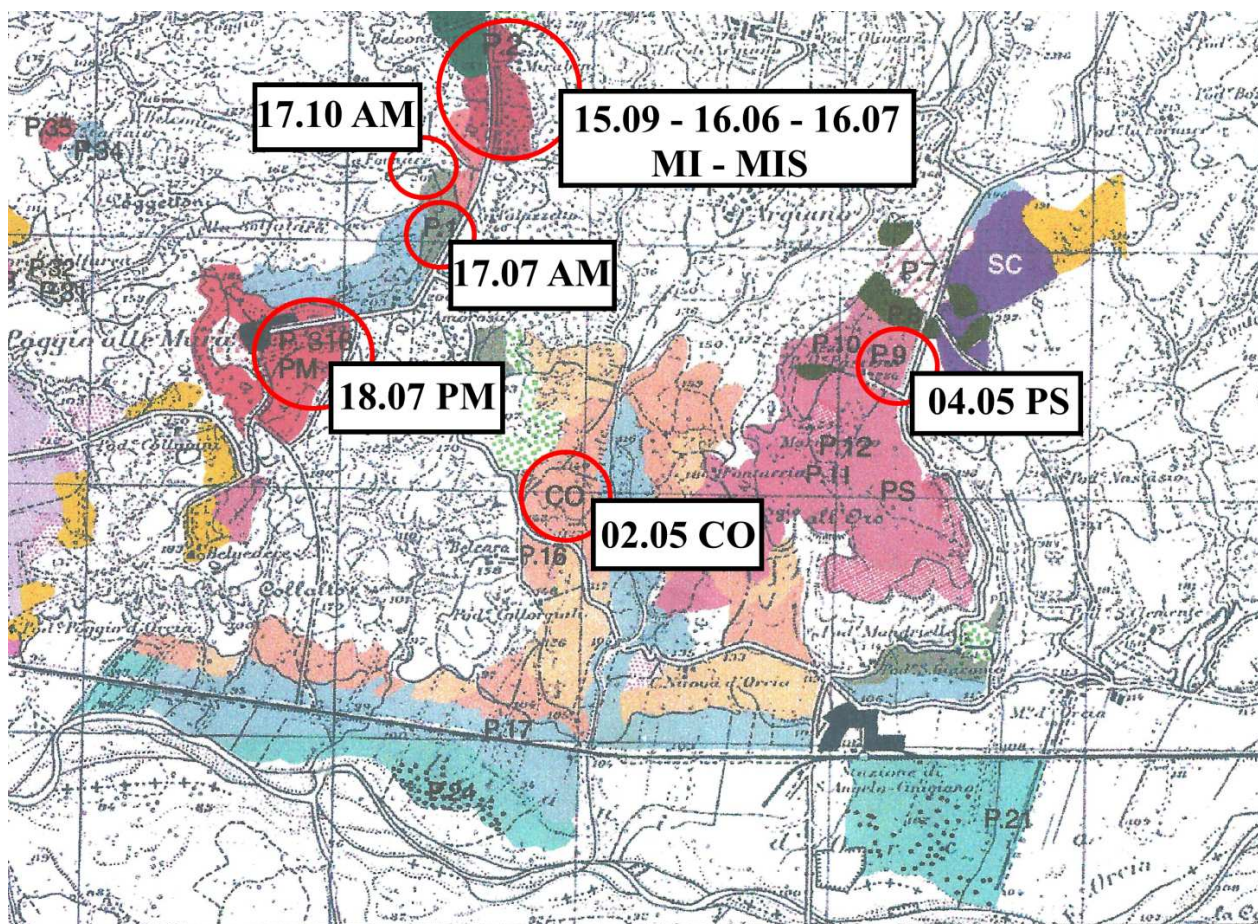


Figura 11. Ingrandimento 1: unità vocazionali con i rispettivi vigneti, oggetto della sperimentazione, associati ad esse.

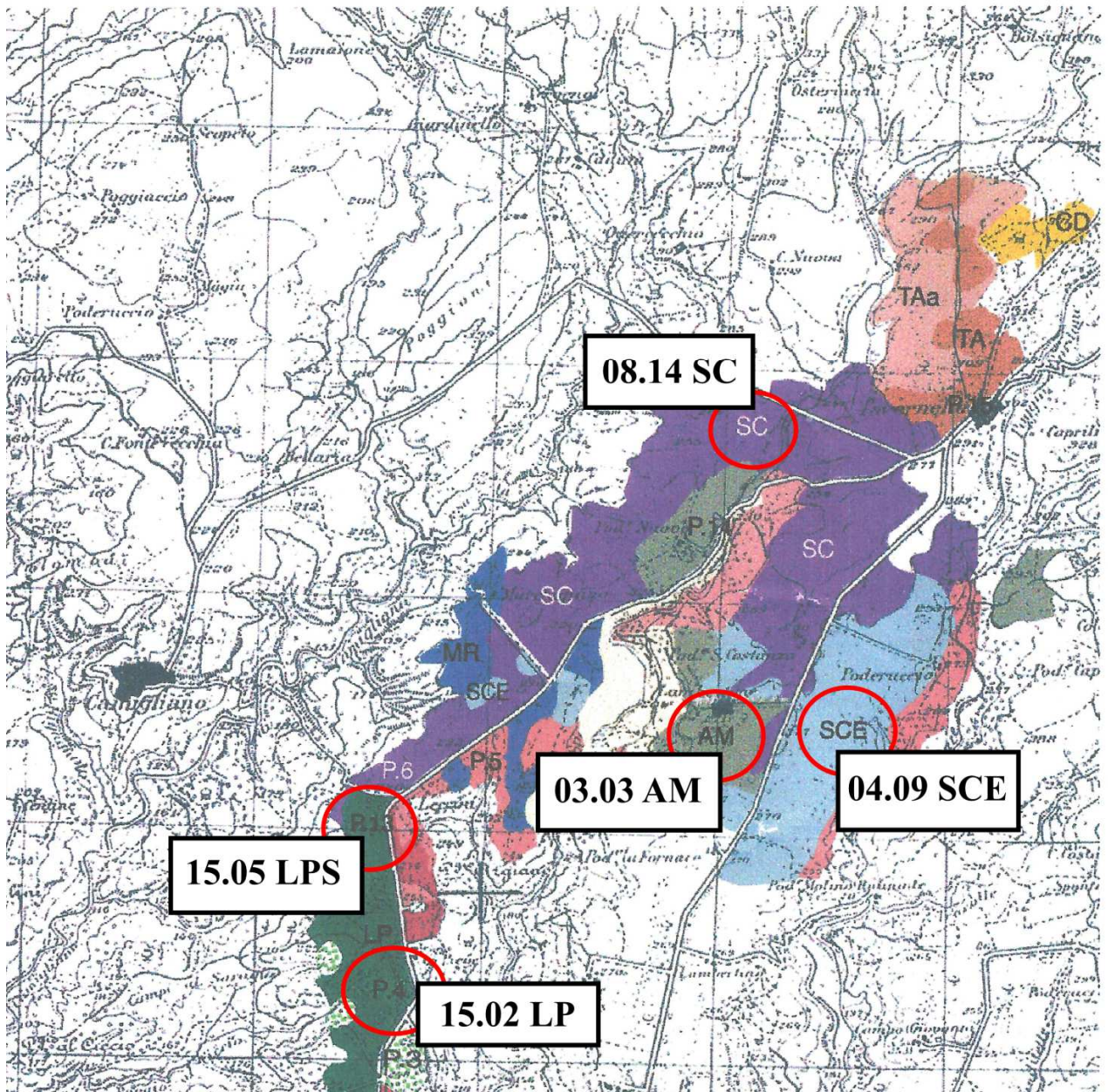


Figura 12. Ingrandimento 2: unità vocazionali con i rispettivi vigneti, oggetto della sperimentazione, associati ad esse.

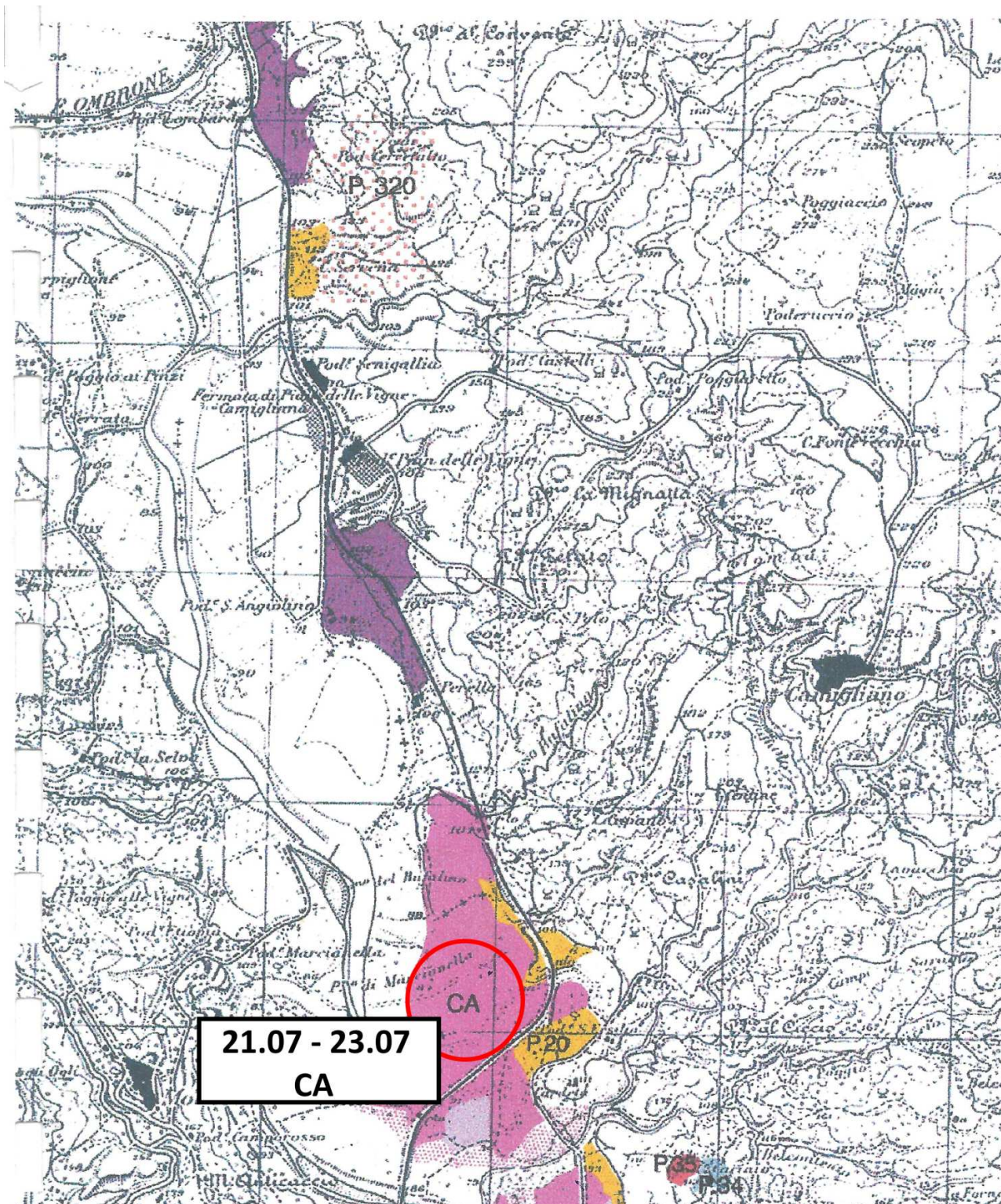


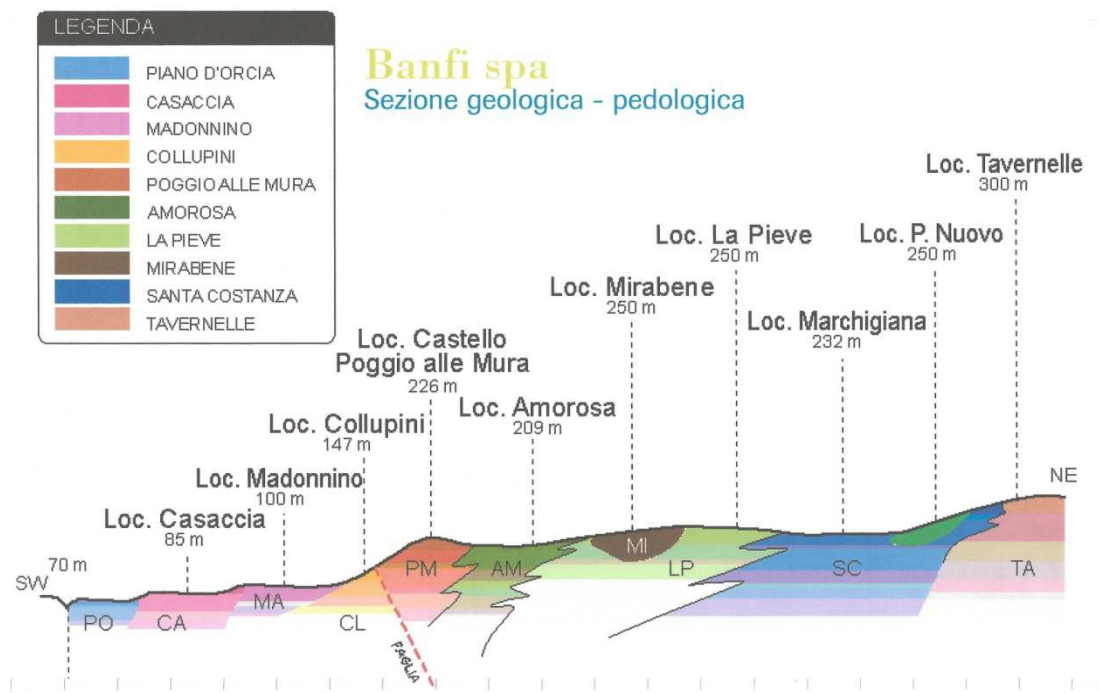
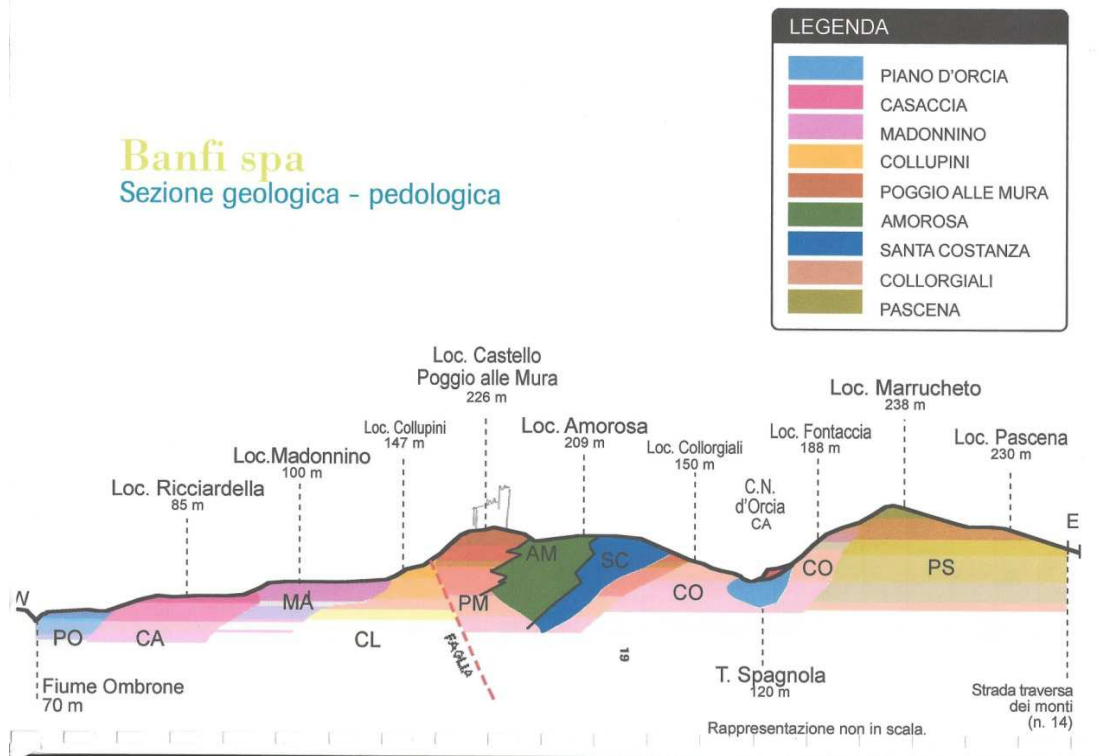
Figura 13. Ingrandimento 3: unità vocazionali con i rispettivi vigneti, oggetto della sperimentazione, associati ad esse.

Tabella 5. Legenda in cui sono riportate le delimitazioni delle unità cartografiche e descrizione dei rispettivi suoli identificati nella sperimentazione

Legenda

AMBIENTI	PAESAGGI	CONSOCAZIONE DI SUOLI	UNITÀ CARTOGRAFICHE	PRINCIPALI LIMITAZIONI PERMANENTI
DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI CON SUOLI A TESSUTURA LIMOSA E SABBIOSA CON SCHELETRO CIOTTOLOSO	FONDOVALLE PIANI COLTIVATI A SEMINATIVO O A COLTURE ARBOREE	XEROCHREPTS FLUVIENICI LIMOSO FINI E FRANCO FINI	PO PIANO D'ORCIA	FALDA ALTA; FONTI BASTIANE; PROBLEMI DI DRENAGGIO INTERNO.
		VARIANTE SCHELETRICA; XEROFUVIENICI SCHELETRICO SABBOSI	POs	SCHELETRO E PIETROSITA' ABBONDANTE
DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZI CON SUOLI A TESSUTURA SABBIOSA LIMOSA FINE SPESSE CON CIOTTOLI ABBONDANTI DEL PLEISTOCENE	COLLUVI A DEBOLE PENDENZA, CON DI DISTRIBUZIONE PIANGGIANTI O A DEBOLE PENDENZA COLTIVATI CON COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE (VIGNETI) E A TRATTI INCOLTI O A SEMINATIVI	XEROCHREPTS FLUVIENICI SCHELETRICO FRANCHI SU FRAMMENTALE	CNO CASANOVA	SUOLI SOTTILI SCHELETRICI CON DEBOLE IDROMORFIA INERITI NEI SUOI; SE BAGNATI DI DIFFICILE LAVORAZIONE
	SUOLI SU TERRAZZI A L E U V I O N A L I PIANGGIANTI O A DEBOLE PENDENZA COLTIVATI CON COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE	XEROCHREPTS TIPICI (CALCIXEROLICI) LIMOSO FINI; INCLUSIONI DI SUOLI UNITA' MADONNINO CHE RICOPRONO VECCHI PALEOSUOLI DELL'UNITA' CASACCA		MA MADONNINO
DEPOSITI SABBOSI E SABBOSI CALCAREI CON INCLINAZIONI CON SUOLI A TESSUTURA SABBIOSA ARGILLOSA SU FRAMMENTALE	SUOLI ROSSI SU TERRAZZI E CONNOI PIANGGIANTI O A DEBOLE PENDENZA COLTIVATI CON COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE SPORADICAMENTE A SEMINATIVI	HAPLOKERALS TIPICI FRANCO FINI	CA CASACCIA	LENTI FRANCO ARGILLOSE, ARGILLOSO FINI
		VARIANTE SCHELETRICA (COME UNITA' CASACCIA PIP SOTTILI FRANCO SCHELETRICI SU FRAMMENTALE)	CAs	
DEPOSITI SABBOSI E SABBOSI CALCAREI CON INCLINAZIONI CON SUOLI A TESSUTURA SABBIOSA ARGILLOSA SU FRAMMENTALE	RIPIANI E VERSANTI CONNESSI A DEBOLE PENDENZA CON EROSIONE SUPERFICIALE DEBOLE COLTIVATI A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE	XEROCHREPTS TIPICI FRANCO FINI	TA TAVERNELLE	
		VARIANTE SABBIOSA, SUOLI A TESSUTURA FRANCO SABBIOSA ARGILLOSA SU FRAMMENTALE	TAa	
DEPOSITI SABBOSI GROSSOLANI SCIOI O RINGHIANTI	AREE ANTROPIZZATE E VERSANTI CONNESSI COLTIVATI A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE O A SEMINATIVI	XERORHENTIS TIPICI FRANCO GROSSOLANI	LE LECCINI	SUOLI POCO PROFONDI CALCAREI A TESSUTURA DA CARBONATO FRANCA A FRANCO SABBIOSA; TALVOLE IDROMORFI
	SCARPE STRUTTURALI SPESSE ANTROPIZZATE ANCHE RICOPERTE DA BOSCHI	XEROCHREPTS RUPTICI XERORHENTICI LITICI, FRANCO GROSSOLANI		DRENAGGIO INTERNO ECCESSIVO
DEPOSITI SABBOSI DI ORIGINE MARINA CON LIVELLI CONGLOMERATICI	SUOLI SU RIFIANI STRETTI E VERSANTI RETTILINEI A DEBOLE PENDENZA COLTIVATI A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE; DEBOLE REGOLARIZZAZIONE	XEROCHREPTS TIPICI FRANCO GROSSOLANI SCHELETRICI FRANCO SABBOSI SU FRAMMENTALE	PS PASCENA	ORIZZONTE CALCICO
		VARIANTE SCHELETRICA DELL'UNITA' PASCENA		CONGLOMERATI (ABBONDANTE SCHELETRO)
DEPOSITI SABBOSI DI ORIGINE MARINA CON LIVELLI CONGLOMERATICI	SUOLI SU VERSANTI RETTILINEI DEBOLMENTE ANTROPIZZATI SPESSE AL CONTATTO DEI SEDIMENTI PLEOCENICI ARGILLOSI	VARIANTE AD ORIZZONTE CALCICO DELL'UNITA' PASCENA; XEROCHREPTS CALCIXEROLICI TRA FRANCO FINI E LIMOSO FINI SU FRAMMENTALE	PSK	ORIZZONTE DI CARBONATO DI CALCIO, DRENAGGIO INTERNO TALVOLTA IMPERFETTO
	VERSANTI ANTROPIZZATI RETTILINEI	XERORHENTIS TIPICI SCHELETRICO FRANCHI SU LIMOSI	PSD	SUOLI MOLTO SOTTILI, DISCONTINUITA' LITOLOGICHE, ELEVATA IDROMORFIA
DEPOSITI SABBOSI DI ORIGINE MARINA CON LIVELLI CONGLOMERATICI	SUOLI SU TERRAZZI PIANGGIANTI O A DEBOLE PENDENZA COLTIVATI A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE	XEROCHREPTS ACQUICI FRANCO FINI	MI MIRABENE	SUOLI BRUNI SU SABBIE GROSSOLANE BIANCHE E LIVELLI CONGLOMERATICI
	VERSANTI RETTILINEI E VERSANTI IN RACCORDO CON LE ALLUVIONI E LE ALLUVIONI TERRAZZATE COLTIVATI A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE	XEROCHREPTS ACQUICI FRANCO FINI SU SCHELETRICO SABBOSI	AM AMOROSA	NELLE AREE DI CONTATTO CON LE ARGILLE PLEOCENICHE SI POSSONO AVERE DEBOLI MOVIMENTI DI MASSA
DEPOSITI LIMOSI SCHELETRICI SOPRA LE SABBIE DEL PLEOCENE	VERSANTI ANTROPIZZATI A RIPIANI E VERSANTI RETTILINEI A DEBOLE PENDENZA	XEROCHREPTS ACQUICI LIMOSO FINI	LP LA PIEVE	SUOLI DEBOLMENTE IDROMORFI CON SCHELETRO DA COMUNE A FREQUENTE; CALCAREI
	AREE FORTEMENTE ANTROPIZZATE CON SBANCAMENTI E BORTI PER REGOLARIZZARE I VERSANTI OGGI A RIPIANI E VERSANTI RETTILINEI A DEBOLE PENDENZA	VARIANTE SOTTILE E SCHELETRICA DELL'UNITA' LA PIEVE	LPS	SUOLI SOTTILI MOLTO SCHELETRICI CON FORTE EROSIONE FINO ALL'INCANALATA SEVERA NELLE AREE A PENDENZA ELEVATA
DEPOSITI LIMOSI PLEOCENICI SOPRA LE SABBIE	VERSANTI CARATTERIZZATI DA DEBOLE REGOLARIZZAZIONE PRIMA O QUASI DI SCHELETRO COLTIVATI A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE	XEROCHREPTS ACQUICI LIMOSO FINI	PS II PASCENA II	SUOLI SOTTILI ED IDROMORFI
	VERSANTI CONNESSI E RETTILINEI A DEBOLE PENDENZA SOPRA LE SABBIE PLEOCENICHE COLTIVATI A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE	XEROCHREPTS ACQUICI LIMOSO FINI	SC SANTA COSTANZA	SUOLI POCO PROFONDI IDROMORFI CALCAREI POSSONO FESSURARE; (SPESSE SODICI) SALINI
DEPOSITI ARGILLOSI E LIMOSI ARGILLOSI PLEOCENICI	VERSANTI REGOLARIZZATI DA INTERVENTI ANTROPICI CON AFFORRAMENTO DEL SUBSTRATO	XERORHENTIS ACQUICI ARGILLOSO FINI	SCE SANTA COSTANZA EROSA	SUOLI IN CUI AFFIORA IL SUBSTRATO ARGILLOSO IN LENTI (SPESSE SODICI) SALINI
	VERSANTI INCISI E CONCAVI SPESSE ANTROPIZZATI	XERORHENTIS ACQUICI ARGILLOSO FINI	MR MARCHIGIANA	SUOLI SOTTILI E SALINI A LENTI ENTRO L'UNITA' SC
DEPOSITI COSTITUITI DA CONGLOMERATI PLEOCENICI A MATRICE ARGILLOSA-SABBIOSA	RIPIANI E VERSANTI RETTILINEI	XEROCHREPTS TIPICI FRANCO FINI CON LENTI ARGILLOSO FINI	PM POGGIO ALLE MURA	SUOLI SOTTILI SCHELETRICI; FORTE EROSIONE FINO ALL'INCANALATA SEVERA
	VERSANTI RETTILINEI O DEBOLMENTE CONNESSI ANTROPIZZATI	SUOLI SOTTILI CON BRECCIA A CIOTTOLI XERORHENTIS SCHELETRICO SABBOSI	CS CERRITALTO-SORRENA	AFFIORA L'ORIZZONTE CON LA BRECCIA
ARGILLE CON PIETROSITA' CALCAREA ASSICCHE A CRISTALLI DI GESSO	VERSANTI ANTROPIZZATI DEBOLMENTE CONNESSI A PENDENZA MODERATA INCOLTI O A COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE	XERARENTS ARGILLOSO FINI	CO COLLORGIALI	SUOLI SOTTILI CON SCHELETRO ABBONDANTE SPESSE SALINI
	AREA FORTEMENTE ANTROPIZZATA EROSA CON TENDENZA A FESSURARE	FASE ANTROPIZZATA DELL'UNITA' COLLORGIALI		SUOLI SOTTILI AFFIORA L'ORIZZONTE PROFONDO SALINO, SODICO
SUBSTRATO PRE-NEOGENICO UNITA' LIGURI E SUB LIGURI CALCARI MARNOSI CHIARI MARNOSI	VERSANTI RETTILINEI E RIPIANI A DEBOLE PENDENZA TALVOLTA CON PIETROSITA' FREQUENTE	XEROCHREPTS VERTICI LIMOSO FINI - ARGILLOSO FINI	CD CARDETA	SUOLI SOTTILI GRIGIATSI CON SCHELETRO; TENDENZA A FESSURARE LENTI GRIGIO AZZURRE
		XEROCHREPTS ACQUICI DA FRANCO FINI A ARGILLOSO FINI	CL COLLUPINI	SUOLI PROFONDI SCHELETRICI BEN STRUTTURATI ANCHE SE L'ORIZZONTE PROFONDO E' MOLTO COMPATTO
		COMPLESSO DI SUOLI (MADONNINO CASACCIA)	PIAN DELLE VIGNE	FORTE EROSIONE INCANALATA

Altitudine di alcune unità cartografiche presenti sul territorio aziendale. La ricerca dell'eccellenza,
Banfi S.r.l., 2007.



6.3 Rappresentazione grafica dei risultati

6.3.1 Istogrammi

Sono successivamente riportati i dati misurati in laboratorio sui campioni d'uva delle diverse parcelle analizzate, rappresentati nei diversi istogrammi, ad ogni grafico corrisponde un fattore preso in esame e misurato durante la sperimentazione, ed appartenente ad una delle tre unità vocazionali emerse dalla classificazione del lavoro svolto (limitanti, non limitanti, non classificate).

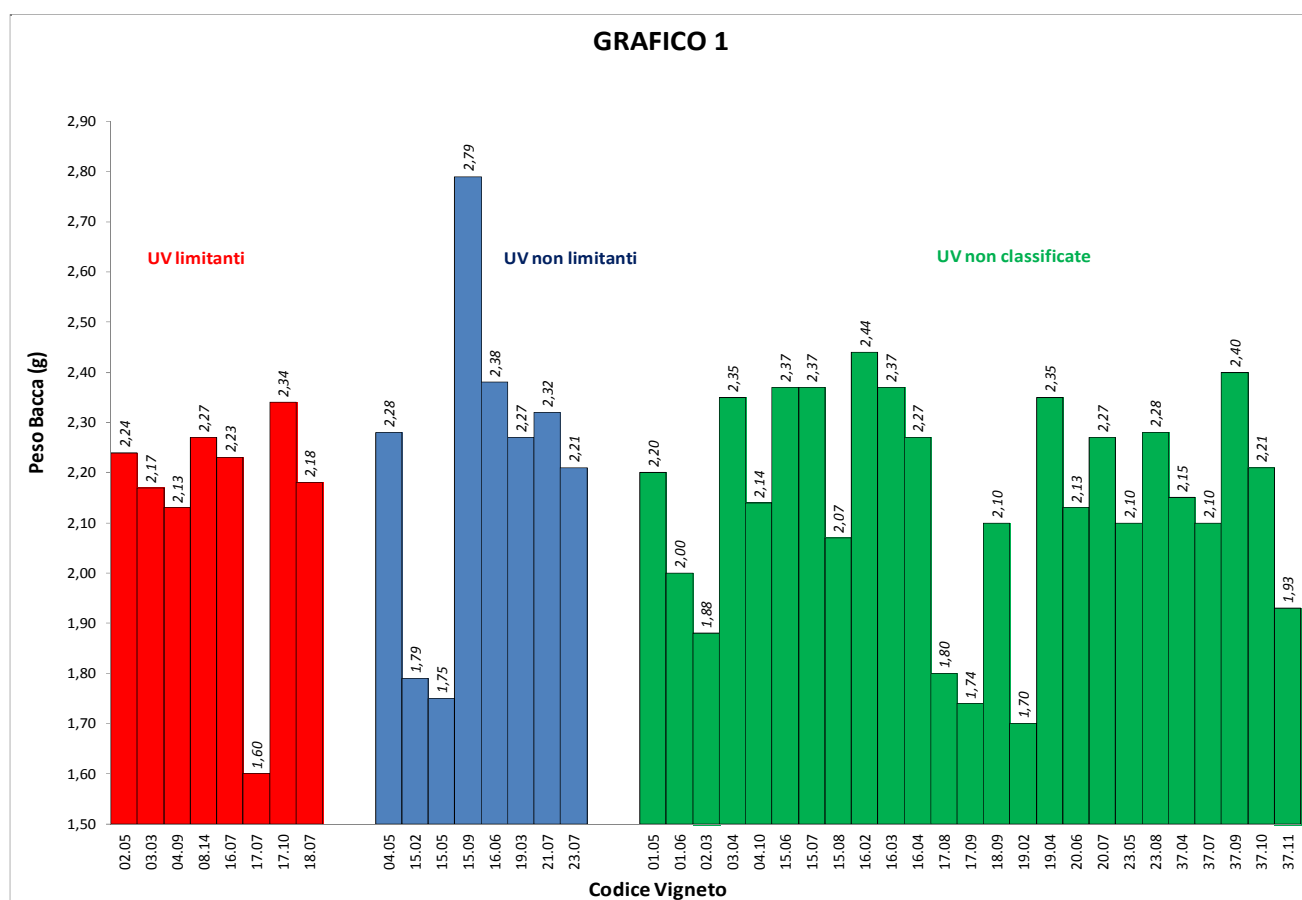


Grafico 1. Peso bacca

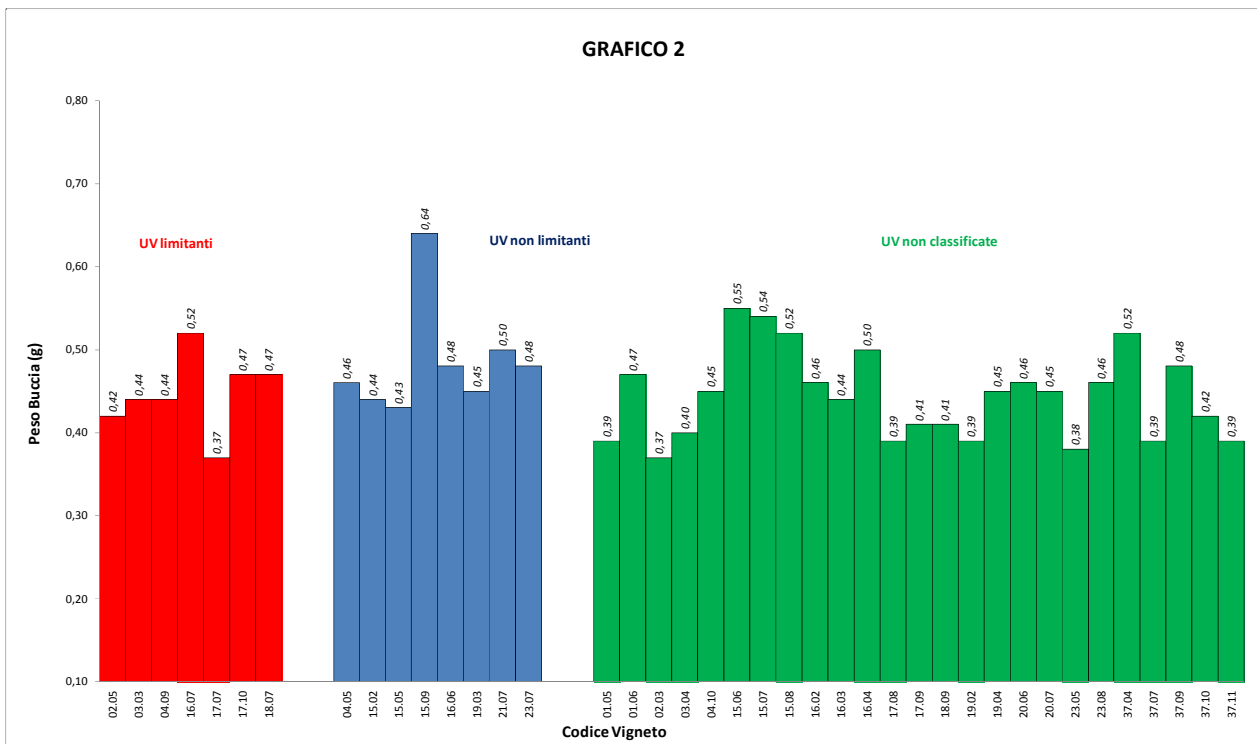


Grafico 2: Peso buccia

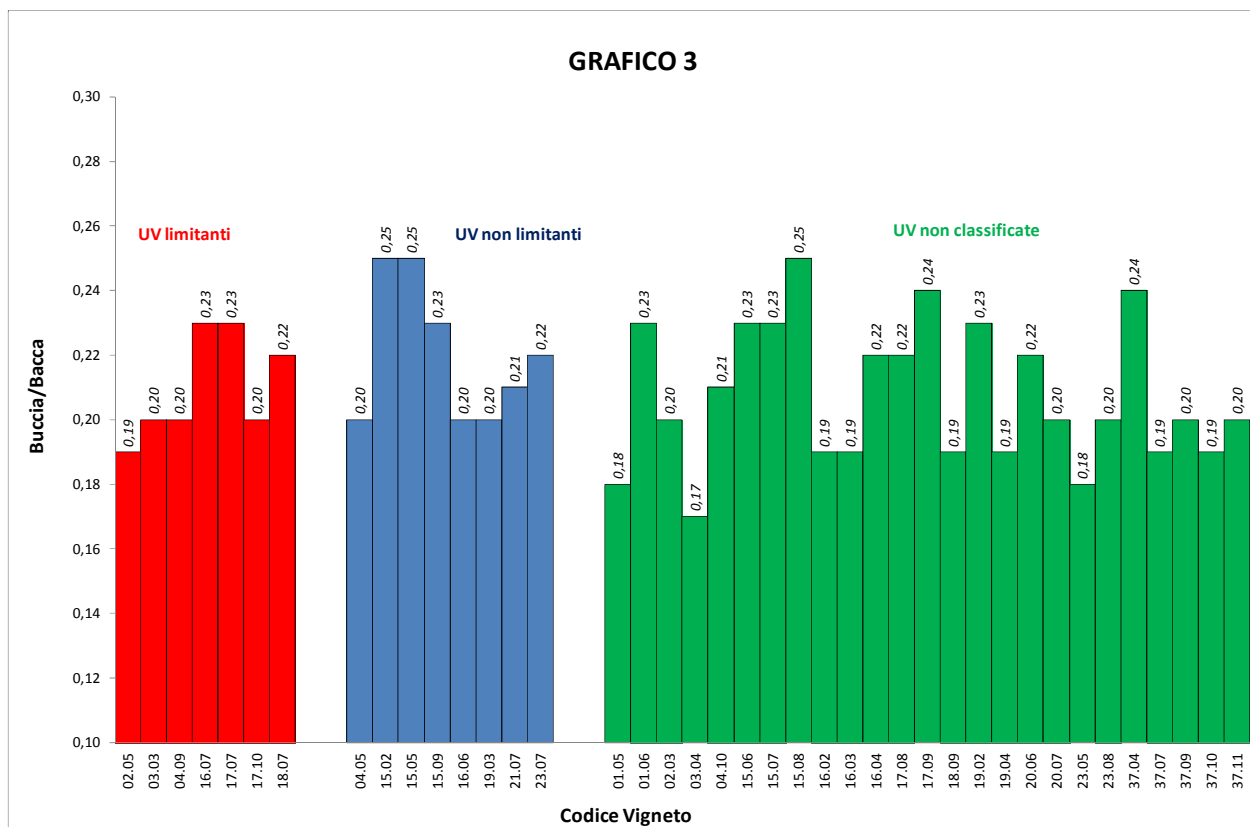


Grafico 3: Rapporto buccia bacca

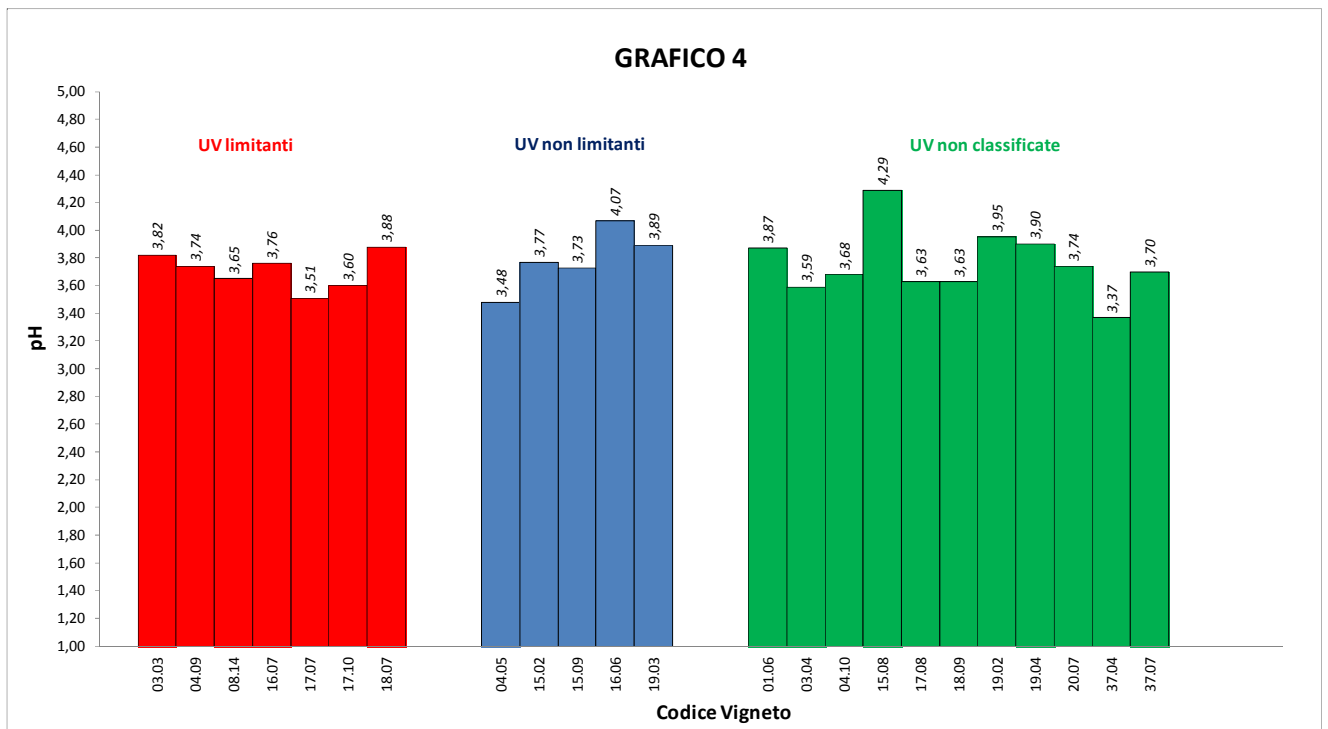


Gráfico 4: pH

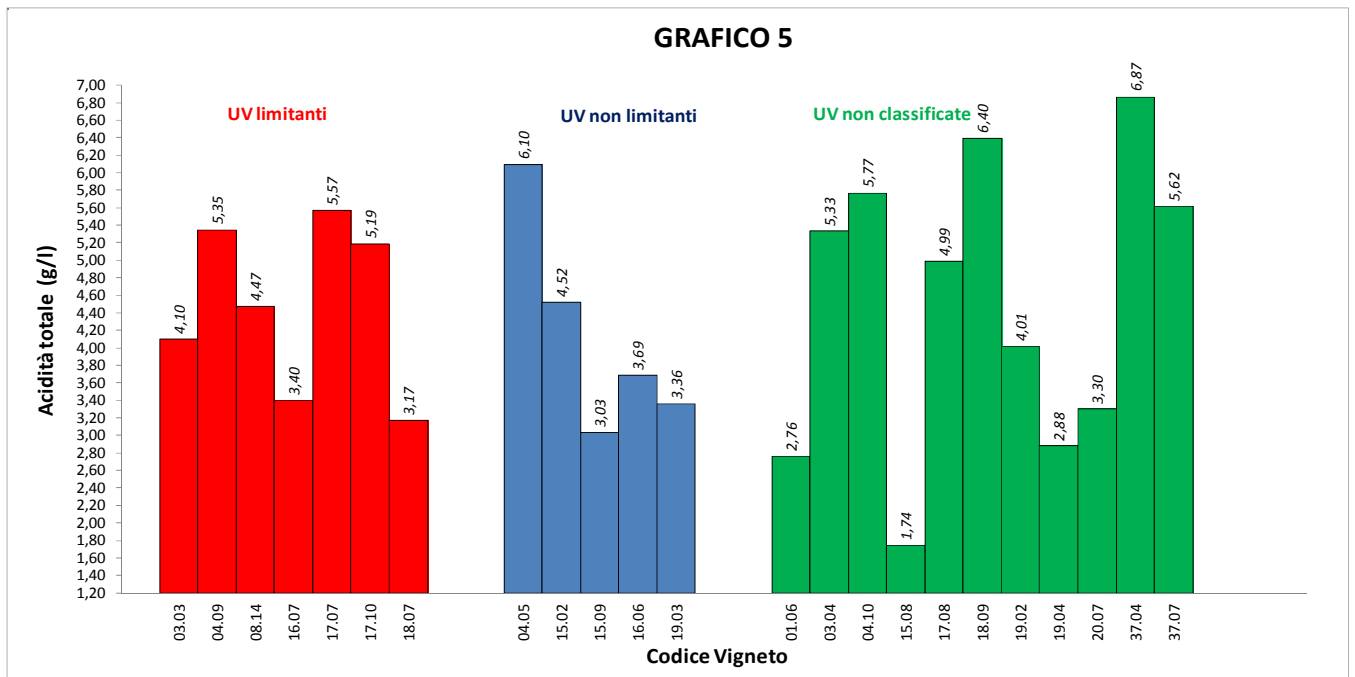


Gráfico 5: Acidità totale

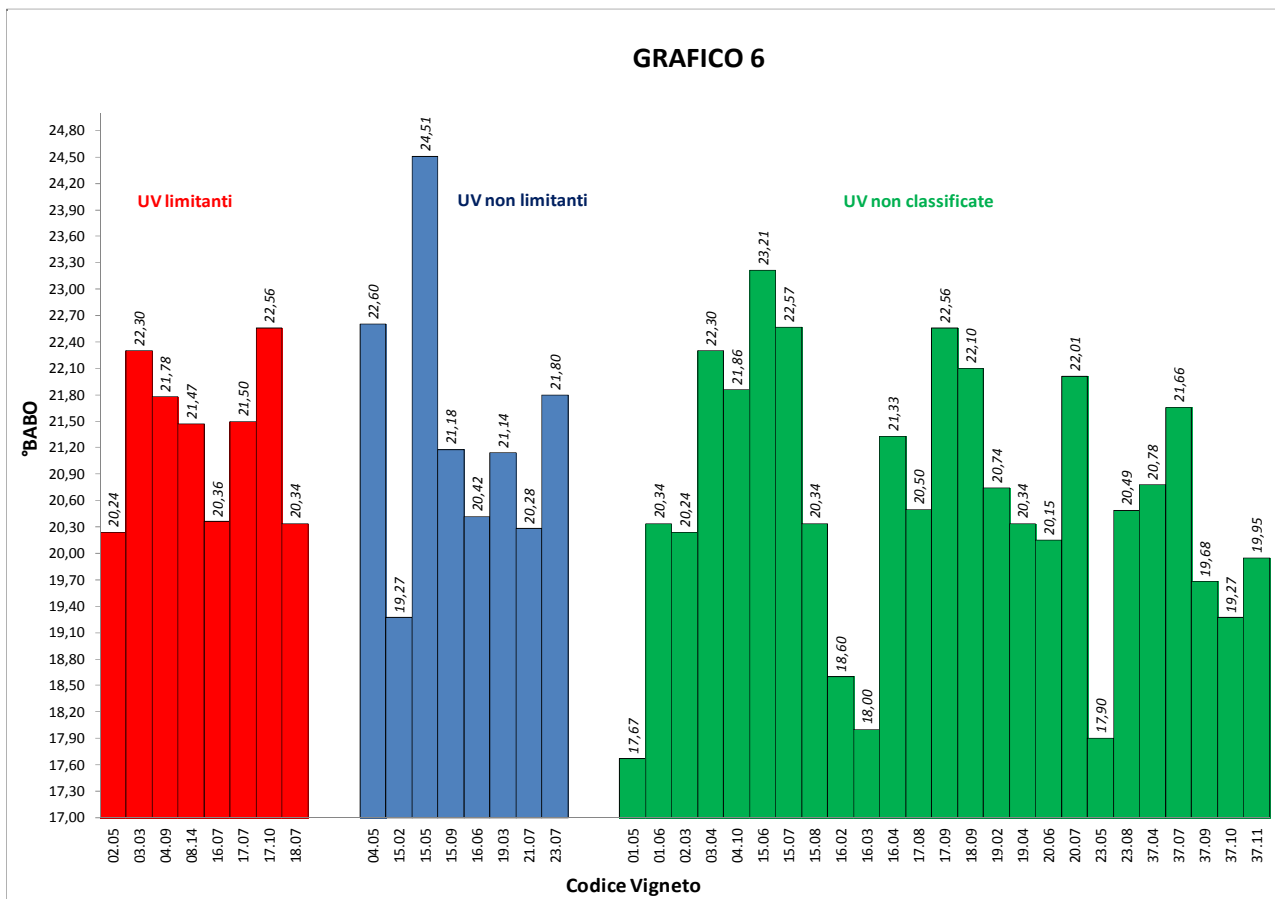


Grafico 6: concentrazione zuccherino misurata tramite i gradi Babo°.

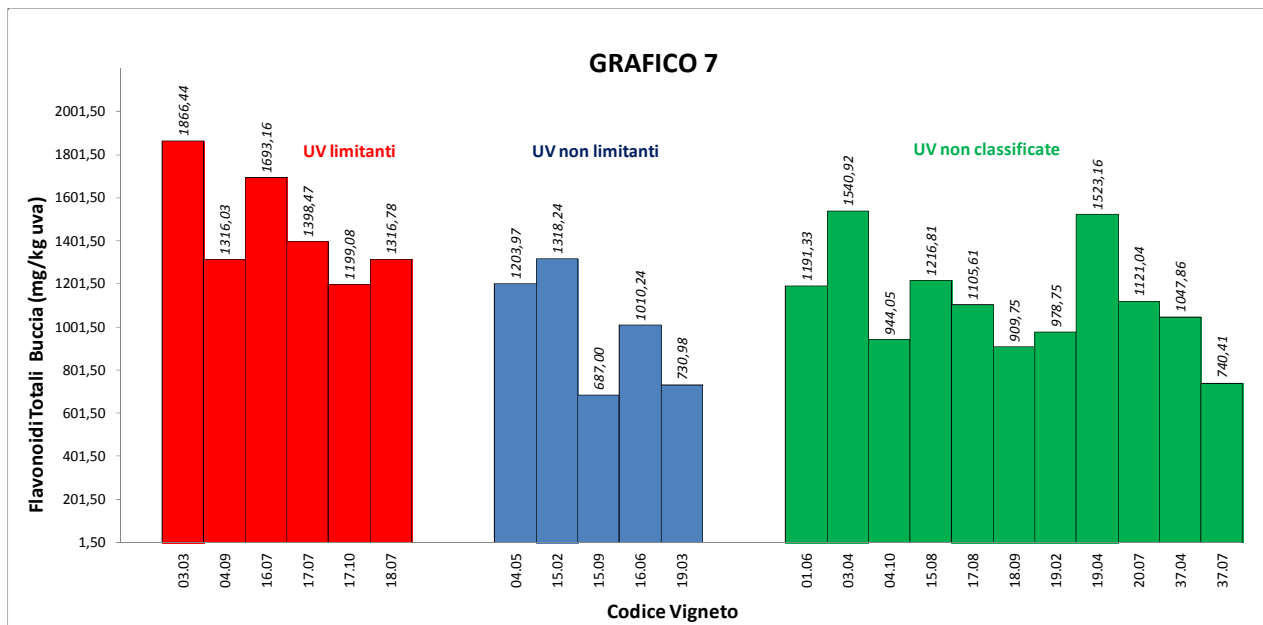


Grafico 7: Flavonoidi totali buccia

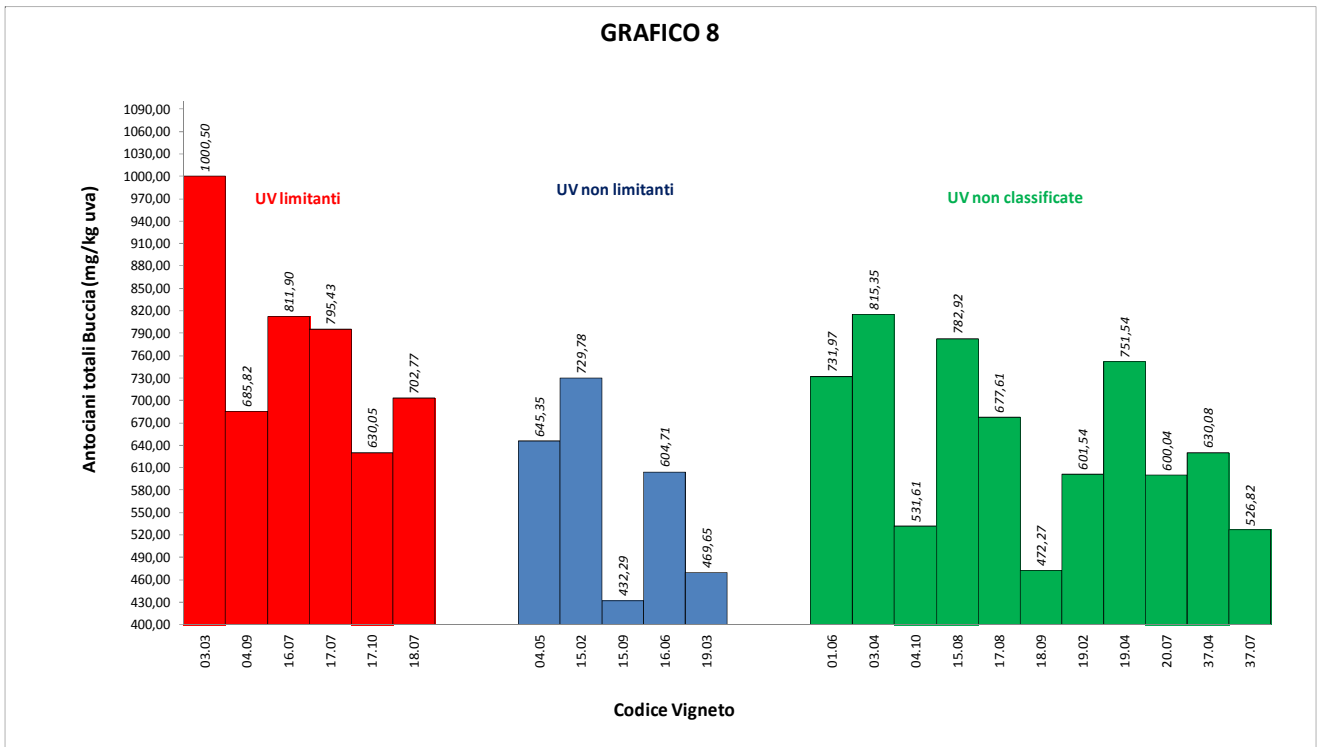


Grafico 8: Antociani totali buccia

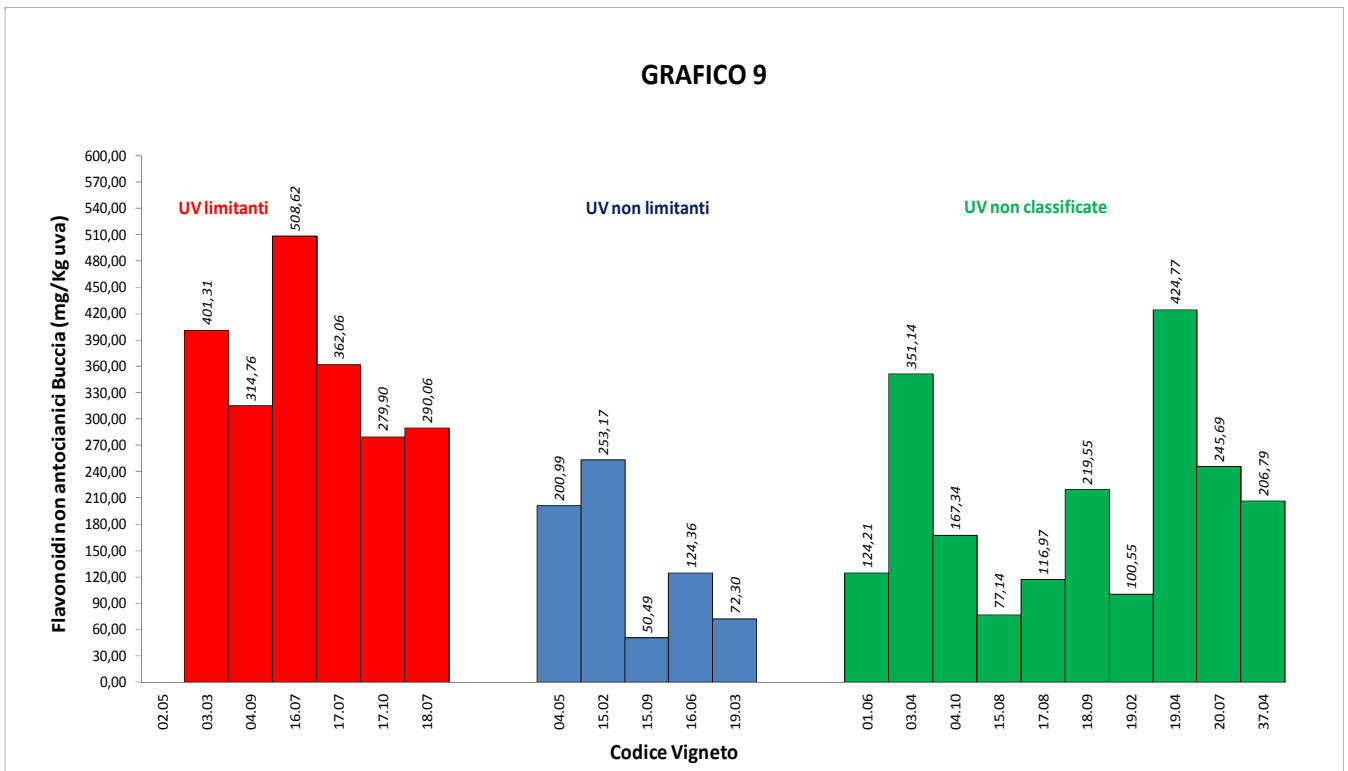


Grafico 9: Flavonoidi non antocianici buccia

6.3.2 Relazioni identificate attraverso l'analisi dei dati rilevati in laboratorio

Sono successivamente riportati i grafici di dispersione che mettono in relazione le variabili rilevate in laboratorio.

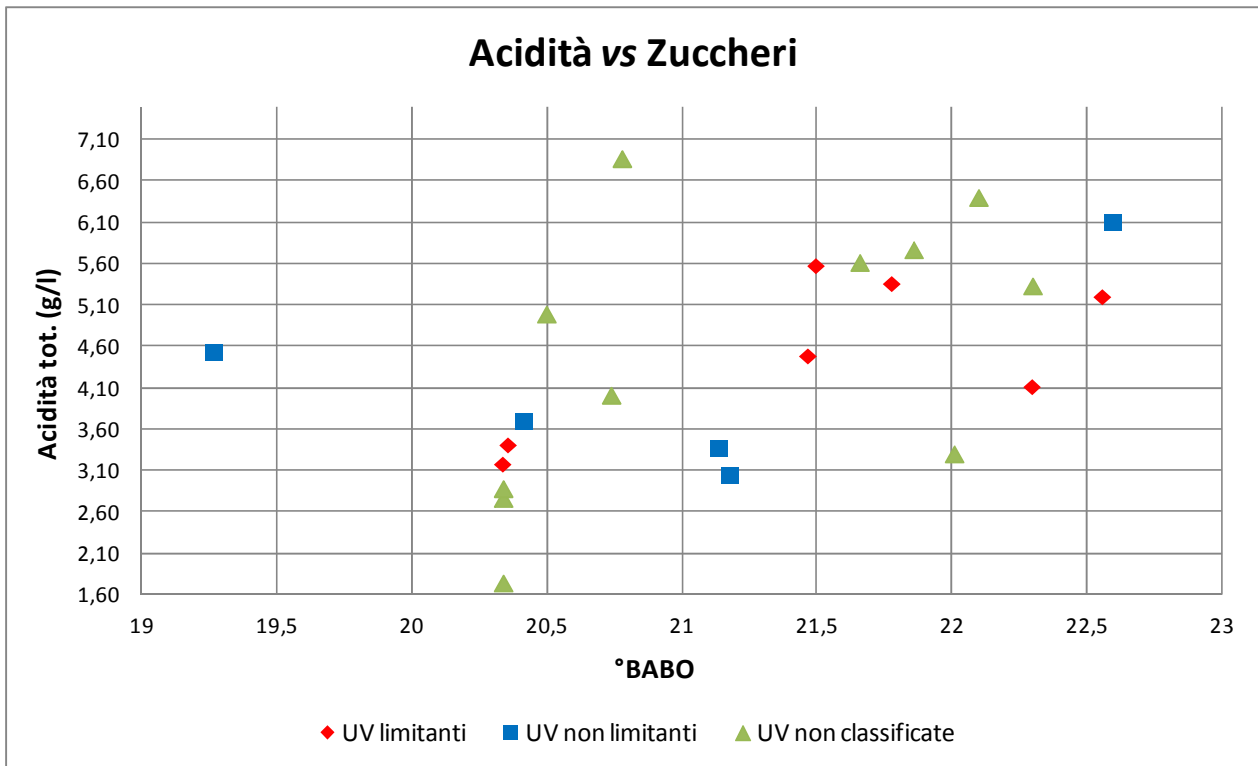


Grafico 10. Variazione della concentrazione dell'acidità totale in funzione dell'accumulo di zuccheri nell'acino

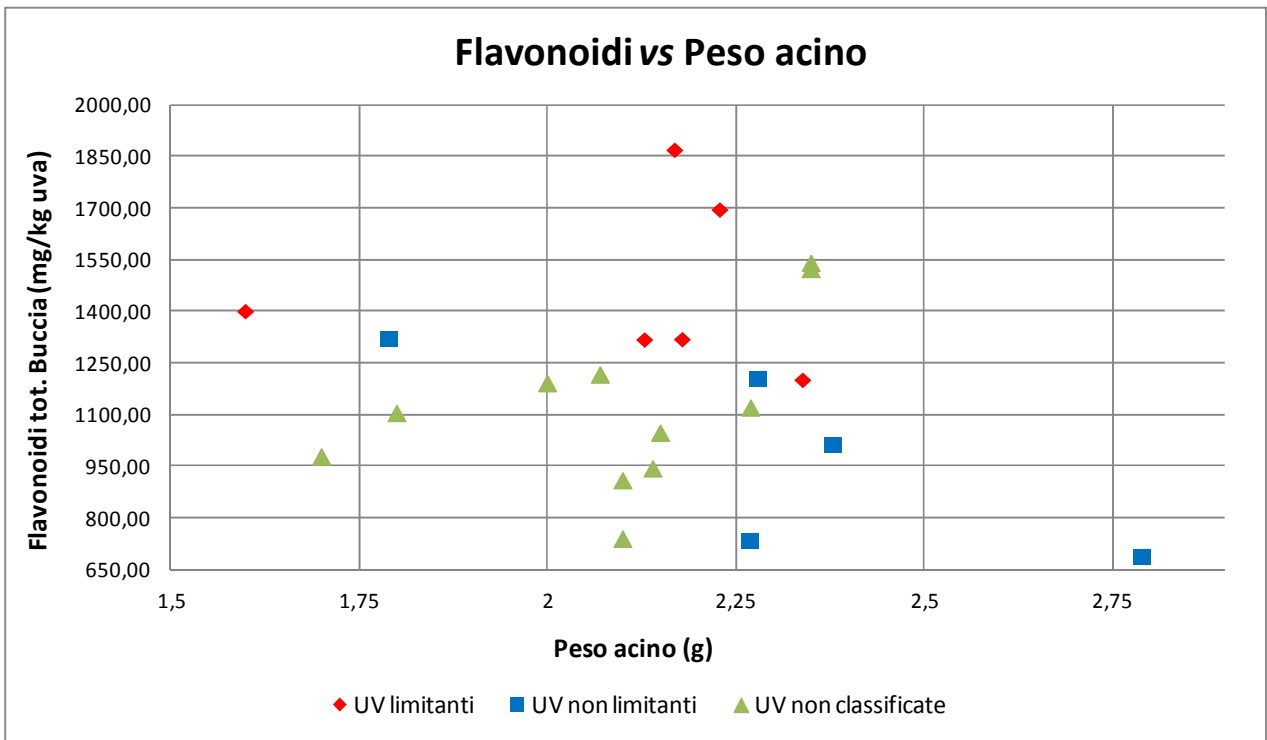


Grafico 11. Accumulo dei flavonoidi totali nella buccia in funzione del peso dell'acino

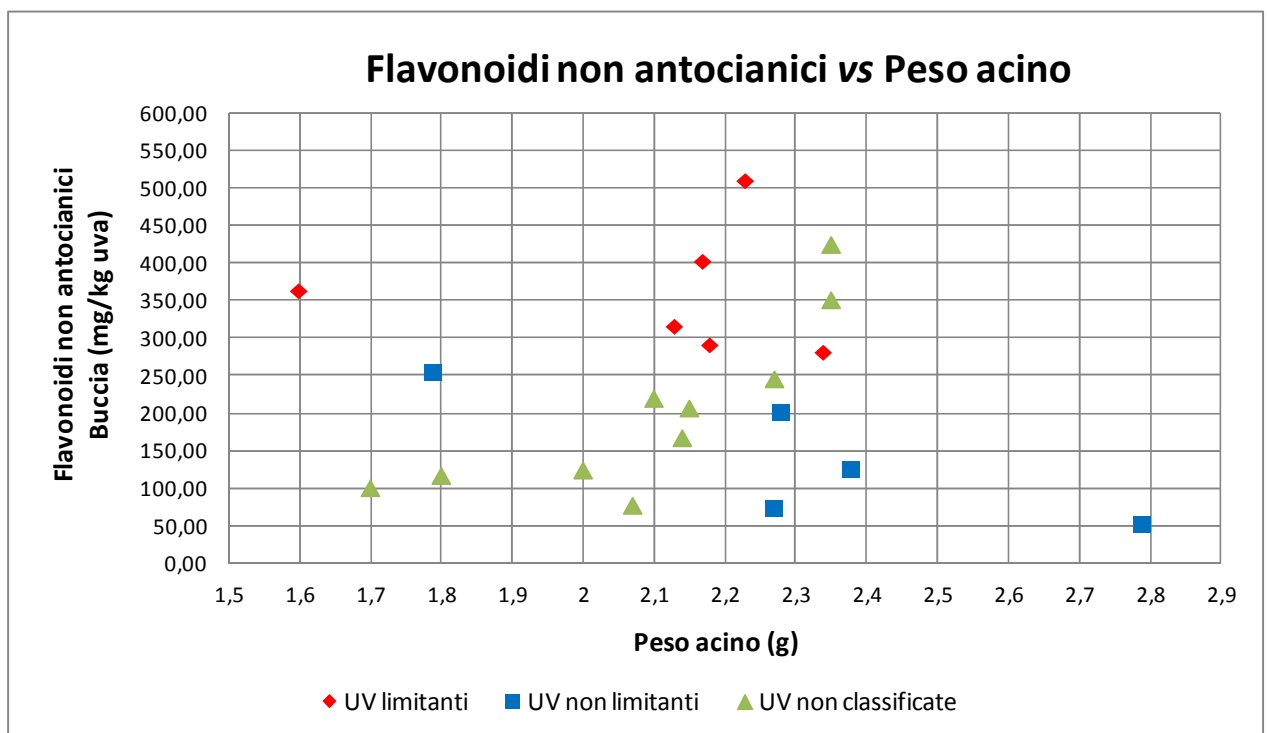


Grafico 12. Accumulo dei flavonoidi non antocianici nella buccia in funzione del peso dell'acino

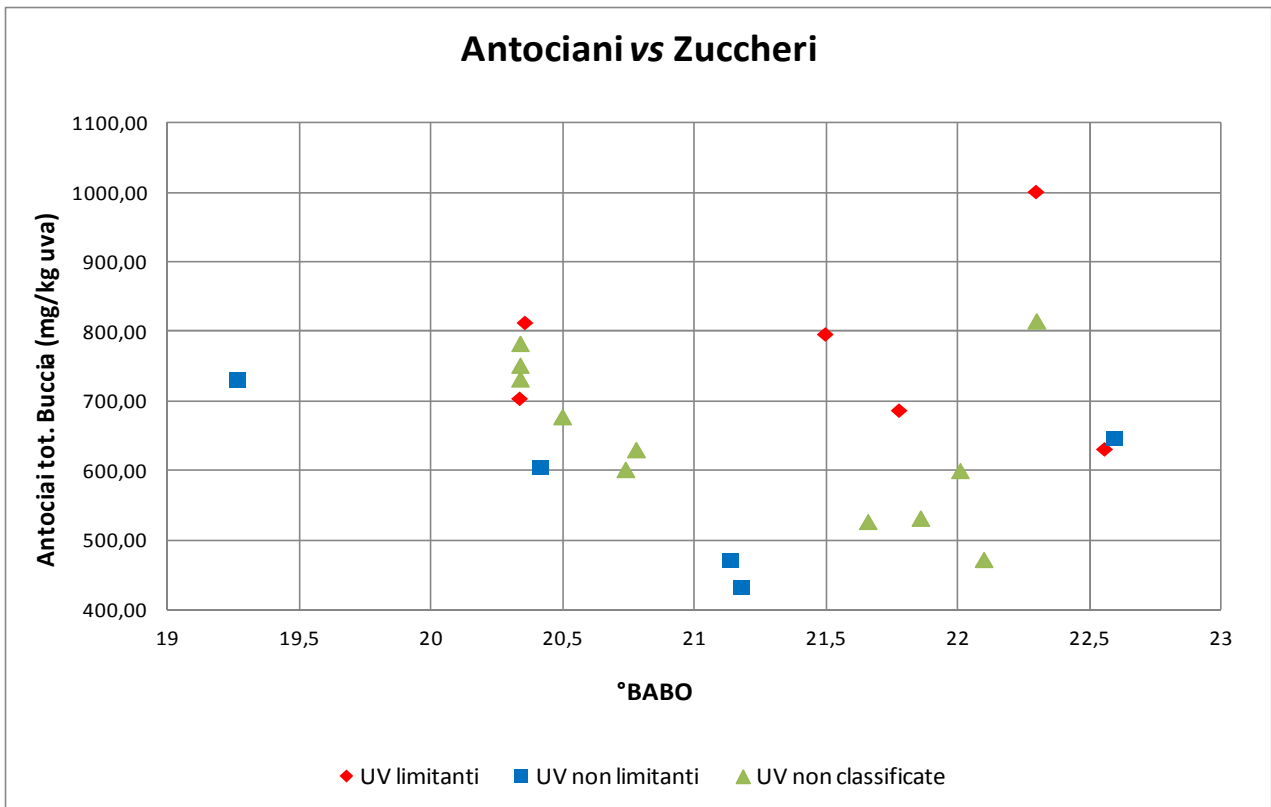


Grafico 13. Variazione della concentrazione degli antociani totali nella buccia in funzione dell'accumulo di zuccheri nell'acino

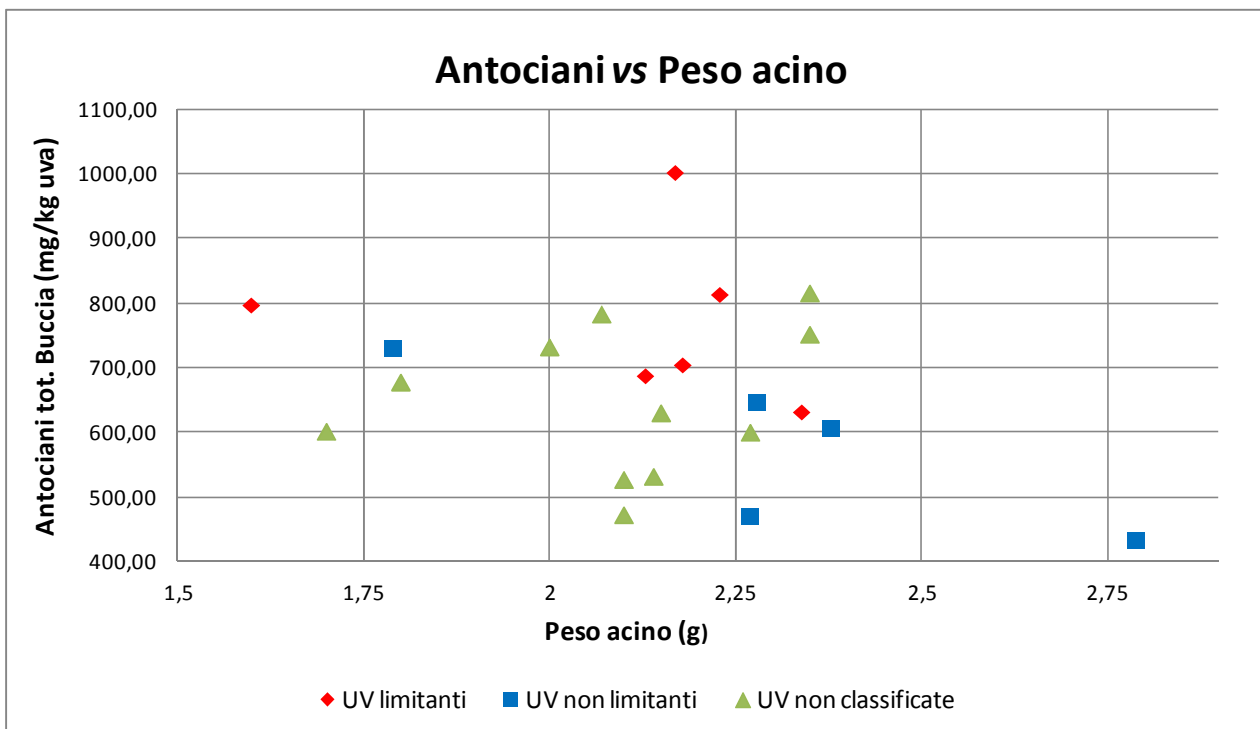


Grafico 14. Accumulo degli antociani totali nella buccia in funzione del peso dell'acino

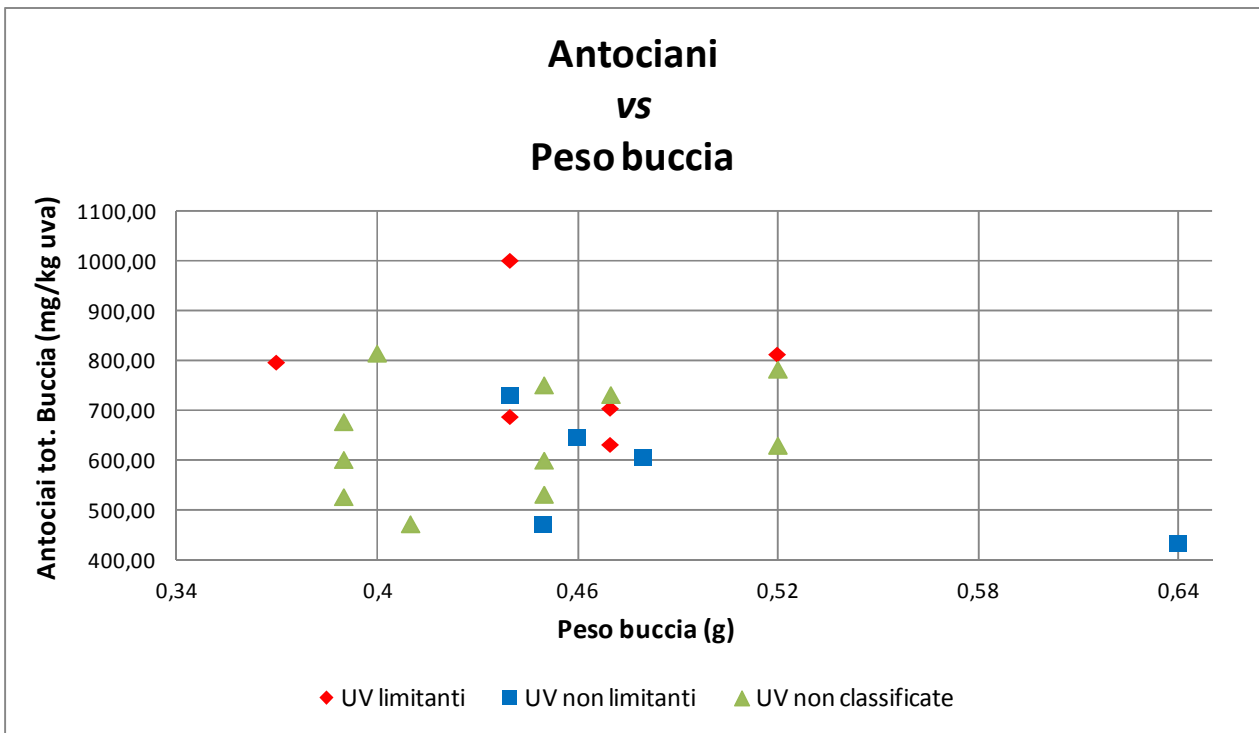


Grafico 15. Accumulo degli antociani totali in funzione del peso della buccia

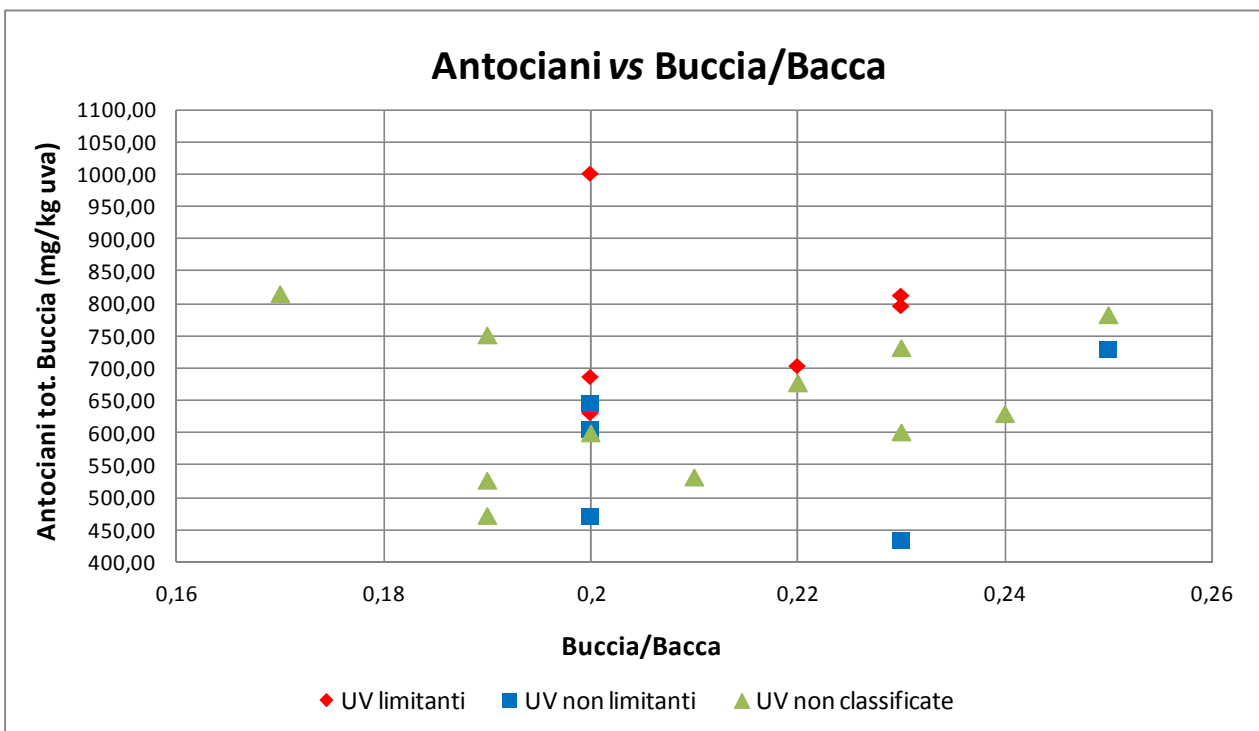


Grafico 16. Accumulo degli antociani totali nella buccia in funzione del rapporto buccia/bacca.

6.3.3 Rappresentazione dati attraverso grafici che ricavano il coefficiente di correlazione lineare (r)

Vengono di seguito riportati i dati, senza più distinzione tra i tre siti, rappresentati in grafici che definiscono se vi sono differenze significative tra il gruppo di valori inseriti in relazione con le due variabili prese in considerazione e riportate sugli assi cartesiani; il valore del coefficiente di correlazione lineare (r) è stato calcolato tramite la radice quadrata di R^2 , con 20 gradi di libertà il coefficiente di correlazione lineare (r) è significativo al 5% se supera il valore standard di 0,423.

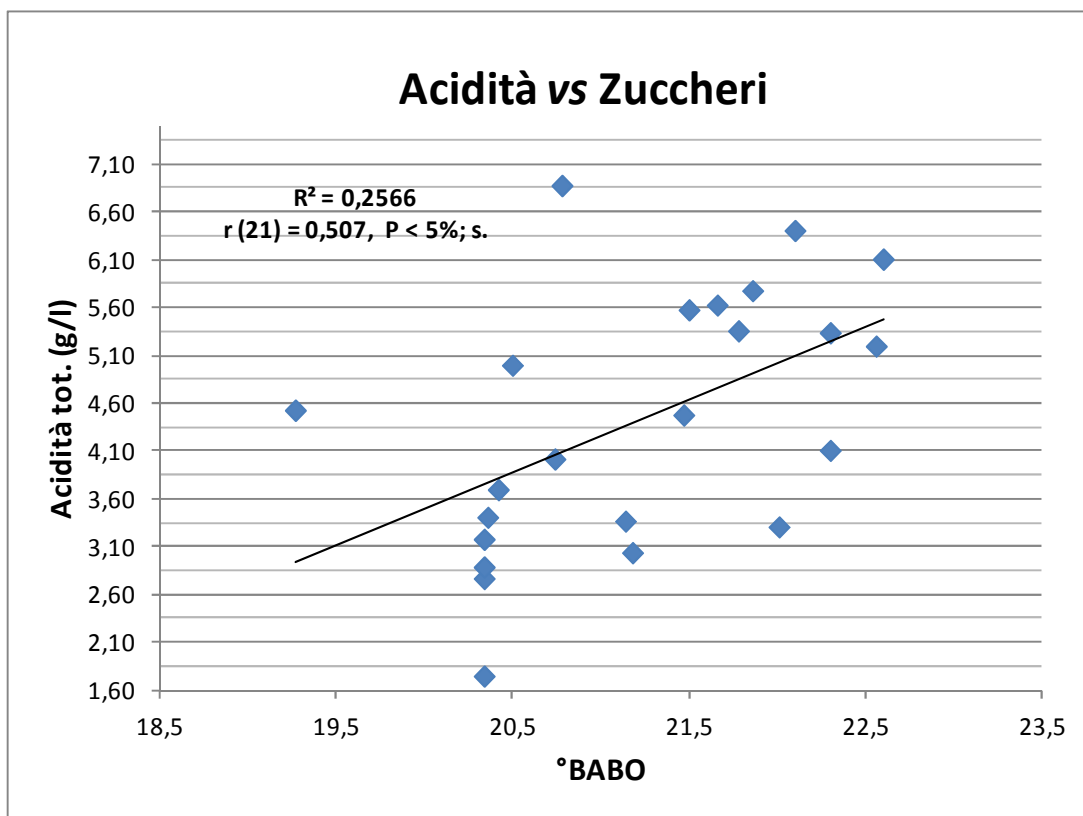


Grafico 17. Concentrazione dell'acidità totale in funzione dell'accumulo di zuccheri nell'acino sull'insieme dei dati

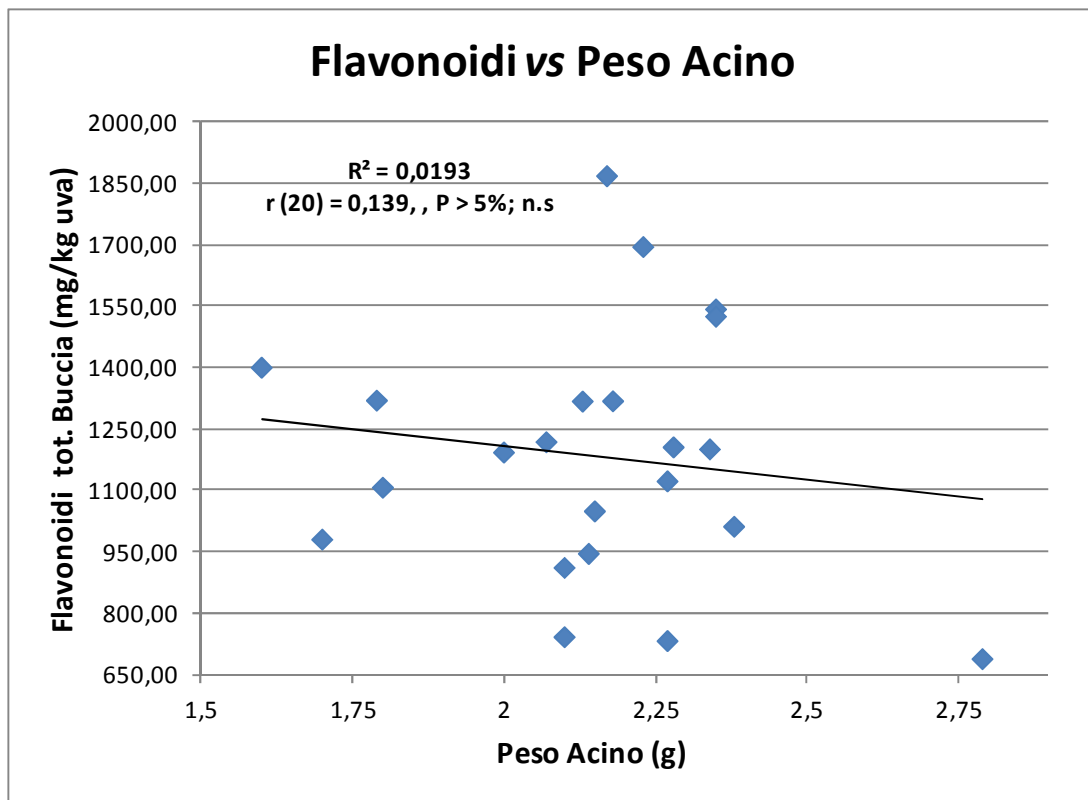


Grafico 18. Accumulo dei flavonoidi totali nella buccia in funzione del peso dell'acino sull'insieme dei dati

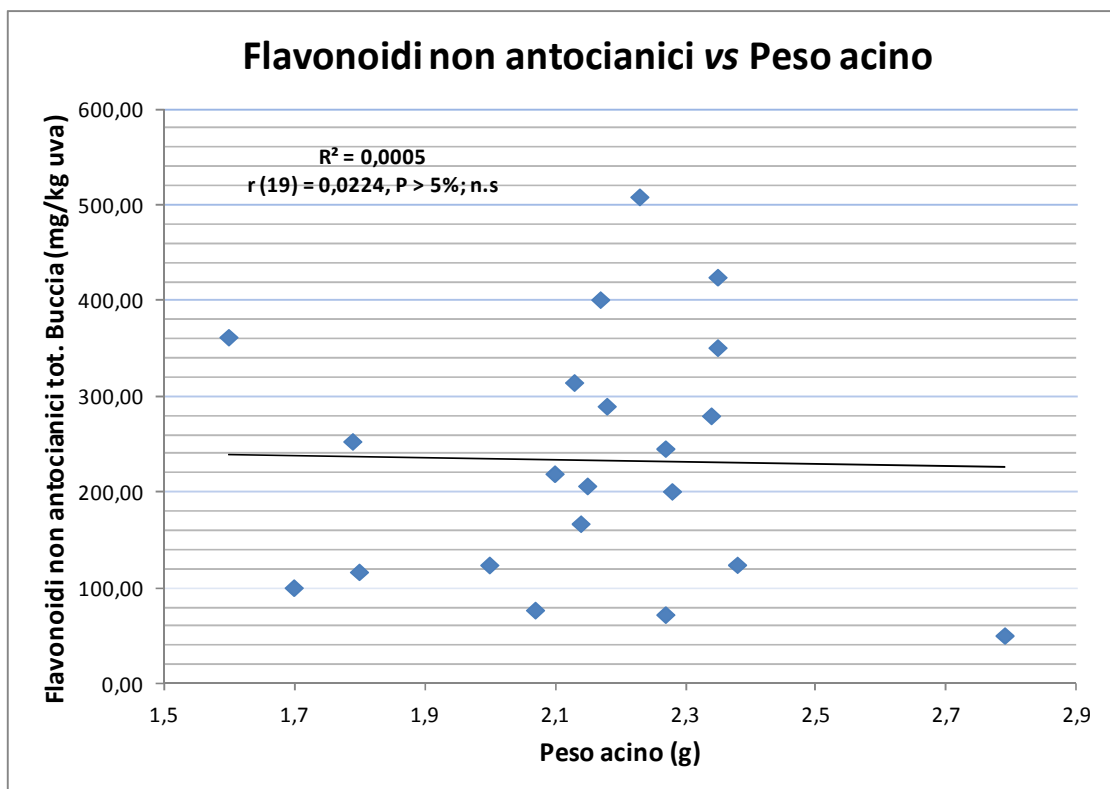


Grafico 19. Accumulo dei flavonoidi non ant. tot. nella buccia in funzione del peso dell'acino sull'insieme dei dati

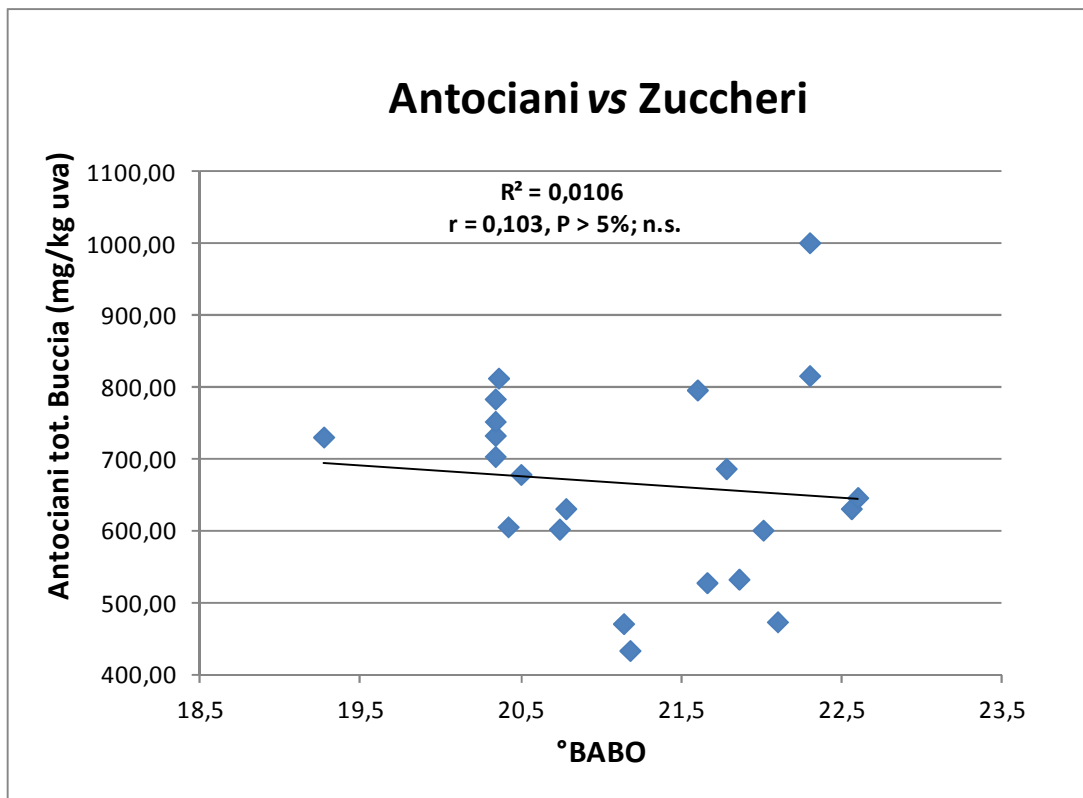


Grafico 20. Accumulo degli antociani totali nella buccia in funzione dell'accumulo di zuccheri dell'acino sull'insieme dei dati

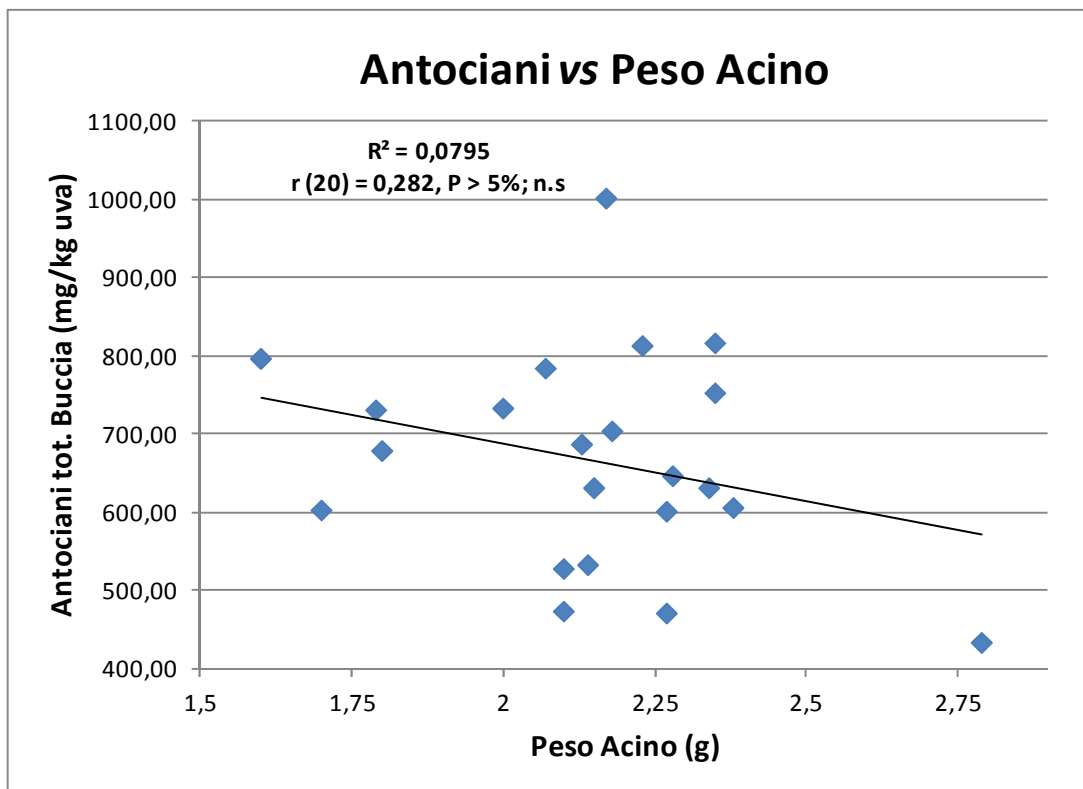


Grafico 21. Accumulo degli antociani totali nella buccia in funzione del peso dell'acino sull'insieme dei dati

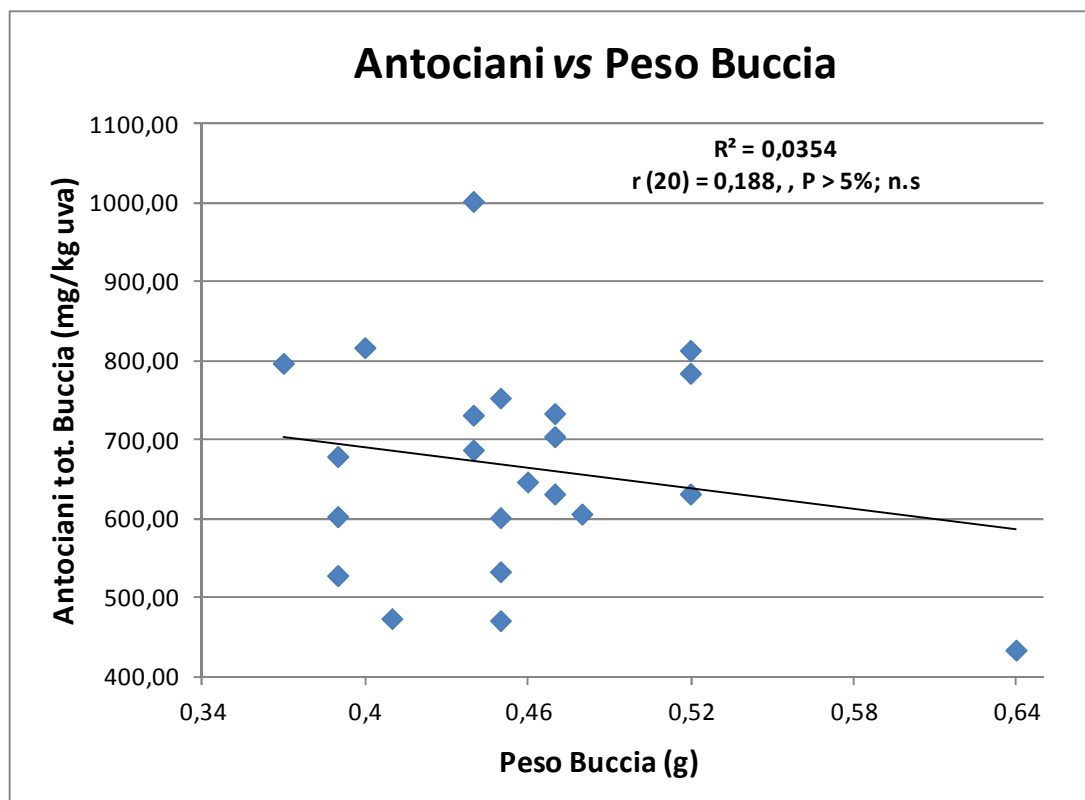


Grafico 22. Accumulo degli antociani totali in funzione del peso della buccia sull'insieme dei dati

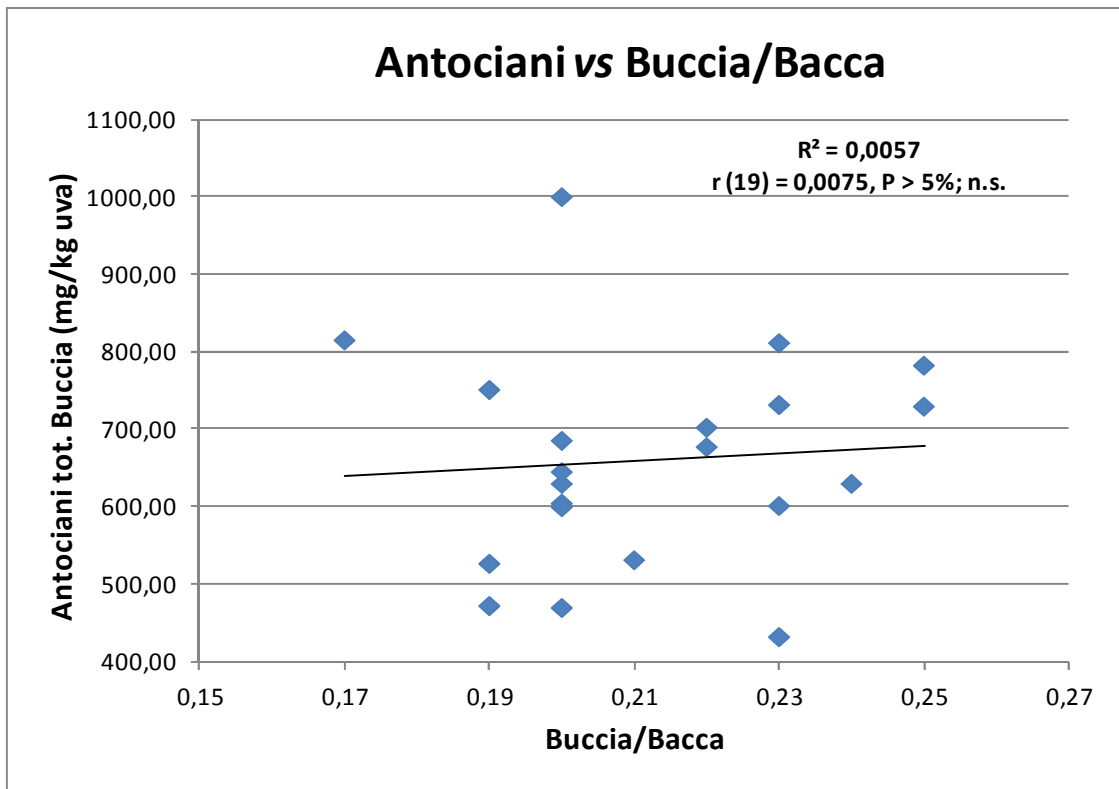


Grafico 23. Accumulo degli antociani totali nella buccia in funzione del rapporto buccia/bacca sull'insieme dei dati

CAPITOLO 7

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

7.1 Analisi ed osservazioni dei dati relativi ai grafici di dispersione

Vengono di seguito commentati i grafici di dispersione (dal grafico numero 10 al numero 16).

Analizzando il grafico di dispersione numero 10 che mette in relazione le variabili acidità totale vs zuccheri, si osserva che per tutti e tre i gruppi nei quali sono state classificate le parcelle di vigneto prese in considerazione (limitanti, non limitanti, non classificati) ad un aumento dell'acidità totale (asse Y) corrisponde un aumento generale dell'accumulo degli zuccheri (gradi Babo asse X), questa situazione va di per sé contro la relazione teorica e generale che ci si aspettava in quanto, durante la maturazione dell'acino, le concentrazioni di acidità totale e zuccheri sono tra loro inversamente proporzionali infatti nel procedere della maturazione e nella fattispecie dopo l'invasatura gli zuccheri (glucosio e fruttosio), attraverso complesse modificazioni metaboliche, non vengono più metabolizzati per permettere la crescita della bacca e la maturazione del vinacciolo, ma vengono accumulati nel vacuolo cellulare, viceversa l'acidità dopo l'invasatura diminuisce, in particolare l'acido malico cala di concentrazione perché viene metabolizzato dalle cellule dell'acino per la produzione di zuccheri, mentre la concentrazione di acido tartarico diminuisce apparentemente in quanto la bacca accumulando zuccheri aumenta di volume e richiama acqua per bilanciare la pressione osmotica al suo interno e di conseguenza il tartarico viene diluito.

Prendendo in considerazione la concentrazione dei composti fenolici delle bucce e nella fattispecie i flavonoidi totali ed i flavonoidi non antocianici (asse Y) messi in relazione con il peso della bacca (asse X) (grafico 11 e 12), possiamo notare un comportamento simile in entrambi i casi dove all'aumentare della concentrazione il peso della bacca tende anch'esso ad aumentare senza mai superare, per entrambi i composti, i 2,4 g; dopo questo valore non troviamo accumulo di concentrazioni significative. Picchi più alti si trovano nei vigneti limitati da condizioni di stress precisamente il picco più alto è di 1866,44 mg/kg uva per i flavonoidi totali e di 508,62 mg/kg uva per i flavonoidi non antocianici. Prendendo in esame tutti e tre i gruppi di parcelle (limitanti, non limitanti, non classificate) la maggior densità di dati raccolti si va a ritrovare in bacche che vanno dai 2 g ai 2,4 g, per dimensioni maggiori o minori troviamo molta poca presenza delle misurazioni effettuate.

Il comportamento dei dati appena descritto può far pensare che i valori più alti di concentrazioni

riscontrati in parcelle limitanti possa essere riconducibile ad una differenziazione della bacca di dimensioni relativamente minori alle dimensioni delle bacche differenziate dalle parcelle non limitanti e quindi ad un rapporto buccia/bacca a favore della prima, contribuendo quindi ad un maggior immagazzinamento di flavonoidi totali e flavonoidi non antocianici all'interno della buccia. Per entrambi i composti studiati inoltre si osserva che i maggiori valori di concentrazioni si ritrovano esattamente nel range di dimensioni delle bacche dove sono presenti più dati, e per vigneti come già detto limitanti oltre che non classificati dove troviamo massimi picchi di 1540,92 mg/kg uva per i flavonoidi totali e di 424,77 mg/kg uva per i flavonoidi non antocianici ma di cui non riusciamo ad avere informazioni che ci permettano di descrivere le condizioni pedologiche in cui stazionano tali vigneti quindi non sappiamo la loro reattività nei confronti del pedoclima di appartenenza e di conseguenza non possiamo trarre conclusioni sulle cause che hanno portato le piante alla differenziazione di bacche di determinate dimensioni.

La disposizione assunta dai valori misurati può far pensare che per dimensioni delle bacche troppo piccole, in genere minori di 2 g., vi può essere una ridotta differenziazione della buccia da parte della pianta, che si traduce in pesi di quest'ultima relativamente bassi, quindi in poco materiale cellulare dove poter immagazzinare i composti fenolici in questione, invece per acini di dimensioni generalmente maggiori di 2,5 g. possiamo ipotizzare un rapporto buccia/polpa a favore di quest'ultima che quindi limita lo stoccaggio dei composti.

I valori minori vengono riscontrati infine nei vigneti non limitanti dove per essi gli accumuli maggiori si registrano a 1318,24 mg/kg uva per i flavonoidi totali e 253,17 mg/kg uva per i flavonoidi non antocianici, curiosamente in entrambi i casi le misurazioni maggiori si trovano isolate, fuori dal range di maggior densità di dati, perché le bacche pesano meno di 2 g, questo aspetto si può facilmente ricondurre alla dimensione esigua degli acini dove il rapporto buccia/polpa, essendo a favore della buccia, ha permesso un accumulo maggiore dei composti rispetto alle bacche più grandi appartenenti alla stessa categoria di parcelle dove in entrambi i grafici si registrano le concentrazioni minori per la stessa bacca di peso 2,79 g, fenomeno che può essere, come già scritto, riconducibile alla minor presenza di buccia in bacche di grandi dimensioni. Osservando l'andamento delle misurazioni relative alle parcelle non limitanti nei due grafici, è facilmente intuibile come la concentrazione dei composti fenolici diminuisca all'aumentare del peso dell'acino, a riconferma della teoria precedentemente riportata.

Osserviamo ora con particolare attenzione il comportamento degli antociani (asse Y) messi in relazione con diverse variabili (asse X) all'interno dei grafici di dispersione.

Come primo punto, prendendo in considerazione il grafico Antociani vs Zuccheri (grafico 13), notiamo come i picchi più alti si siano ritrovati per le unità vocazionali limitanti dove il valore più alto è di 1000,50 mg/kg uva, I valori minori si ritrovano nelle unità vocazionali non limitanti, con

punta massima di 729,78 mg/kg uva, le unità vocazionali non classificate tendono ad avere valori intermedi posizionandosi tra le due classificazioni. Valori più alti in antociani si sono trovati in bacche con valori zuccherini più alti, e si può notare una tendenza nel grafico: all'aumentare della concentrazione di antociani aumenta anche il grado zuccherino, fenomeno in concordo con la teoria da dove possiamo apprendere che gli zuccheri oltre ad essere precursori degli acidi organici lo sono anche degli antociani.

Mettendo in relazione invece gli antociani con le dimensioni delle bacche si può evincere dai grafici come il comportamento dei pigmenti all'aumentare del peso dell'acino (grafico 14) sia simile agli altri composti fenolici analizzati precedentemente, dove abbiamo picchi di concentrazione più alti nelle unità vocazionali limitanti con il valore più alto di 1000,50 mg/kg uva per una bacca di 2,17 g. ed una maggior densità di dati per un range di peso bacca che va da 2 g. a 2,4 g., valori minori si sono riscontrati nelle parcelle classificate come non limitanti dove il valore più alto raggiunge i 729,78 mg/kg. per una bacca da 1,79 g. Per quanto riguarda il peso buccia (grafico 15), invece, i livelli più alti in antociani si ritrovano nelle parcelle limitanti dove il valore più alto raggiunge i 1000,50 mg/kg uva per buccia di 0,44 g., valori minori riscontrati sempre nelle condizioni pedoclimatiche che non inducono stress ed il picco più alto di 729,78 mg/kg uva si riscontra sempre in un peso buccia di 0,44 g. In questo grafico la maggior densità di misurazioni si va a collocare tra pesi buccia che vanno dai 0,44 g. a 0,52 g. dove stazionano anche i picchi più alti delle unità vocazionali non limitanti e limitanti.

Infine, mettendo gli antociani in relazione con il rapporto buccia/bacca (grafico 16) notiamo come i valori si distribuiscano maggiormente tra rapporti che vanno da 0,2 a 0,25 dove ricadono anche le concentrazioni di antociani maggiori.

Le informazioni che possiamo raccogliere dalla distribuzione dei dati nei diversi grafici è che per avere concentrazioni polifenoliche importanti a livello delle bacche, servono misure intermedie, in quanto i valori di concentrazioni più alti si sono concentrati per pesi di bucce, acini, e rapporti buccia/bacca medi all'interno della scala di misurazione ottenuta con i dati del lavoro.

Acini troppo piccoli probabilmente comportano un buon rapporto rapporto buccia/bacca ma di contro hanno pesi di bucce troppo leggeri, il che si traduce in poco materiale cellulare in cui poter immagazzinare i composti sintetizzati, bacche troppo pesanti, invece, hanno rapporti buccia/bacca a favore della polpa, togliendo spazio alla buccia, e quindi togliendo materiale cellulare per la traslocazione dei polifenoli. Pare quindi che avere, nel nostro caso, bacche di peso medio sia un buon compromesso in quanto viene differenziata la giusta quantità di buccia, ed il rapporto buccia/bacca, messo in correlazione solo con la concentrazione di antociani, risulta presente a livelli che vanno da medi (0,2) al massimo (0,25), livelli in cui ricadono le concentrazioni maggiori. La bacca quindi con dimensioni medie riesce ad avere un buon rapporto buccia/bacca dove ricordiamo

che generalmente il rapporto va da 0,15 ad un massimo di 0,25 dove quindi la massima porzione della buccia sulla totalità della bacca raggiunge il 25%.

Per valori medi si intendono i valori che vanno a posizionarsi a circa metà della nostra scala ottenuta con tutte le misurazioni sulle diverse bacche.

Osservando sempre gli antociani in relazione con i valori zuccherini i risultati sono in correlazione con ciò che ci si aspettava, in quanto i picchi più alti delle concentrazioni antocianiche si sono riscontrate in bacche con più alti accumuli zuccherini ed osservando il grafico in questione si può notare come all'aumentare della concentrazione dei pigmenti tendono ad aumentare anche le concentrazioni zuccherine, fenomeno in correlazione con la linea teorica, e che quindi può far pensare che avere un giusto accumulo di zuccheri durante la maturazione della bacca sia un fattore di estrema importanza, in quanto dagli zuccheri poi prescinde la biosintesi degli antociani.

Ciò invece che non è in correlazione con i risultati aspettati è l'aumento dell'acidità totale di pari passo con l'aumentare degli zuccheri; fenomeno che, come riportato in teoria, dovrebbe essere esattamente il contrario dove all'aumentare degli zuccheri, gli acidi calano per degradazione e diluizione come precedentemente spiegato.

Valori maggiori in composti fenolici sono stati sempre riscontrati in unità vocazionali limitanti, in parcelle appartenenti a vigneti che stazionano su terreni aventi tessitura argillosa, profondità ridotta, abbondanti concentrazioni in scheletro e bassa disponibilità idrica, qui le bacche sono risultate anche con maggior acidità e leggermente meno zuccherine, si può quindi pensare che bacche di dimensioni contenute possano garantire un maggior accumulo di sostanze polifenoliche nel materiale cellulare della buccia, purché abbiano un adeguato contenuto zuccherino.

Valori minori sono riscontrati nelle unità vocazionali non limitanti, in parcelle appartenenti a vigneti che vengono allevati su terreni di medio impasto, con maggiore profondità, ridotto contenuto in scheletro e buon rifornimento idrico, in queste condizioni si generano bacche di dimensioni maggiori con minori contenuti polifenolici, a causa probabilmente del basso rapporto buccia/bacca, caso anomalo è il contenuto zuccherino che, contro le aspettative, risulta leggermente maggiore in queste parcelle (fenomeno spiegato nel commento alla tabella dei dati medi relativa alle parcelle limitanti e non limitanti di PAG.), vi sono anche acidità minori rispetto alle condizioni stressate.

Sembra quindi che la dimensione della bacca incida sul contenuto polifenolico, in particolare è bene avere un rapporto buccia/bacca a favore della buccia che abbia un numero di cellule che riescano a garantire la sintesi e l'accumulo di queste molecole che poi andranno estratte in fermentazione e che contribuiscono in maniera netta alla qualità del futuro vino, questa situazione è stata constatata nelle unità vocazionali limitanti, che differenziano bacche di misure contenute, e che garantiscono determinati standard quali-quantitativi superiori rispetto a bacche dai pesi troppo bassi o troppo alti.

Tabella 6. Differenze medie nelle caratteristiche della bacca, nel profilo di maturità tecnologica e fenolica tra le parcelle dei siti classificati come limitanti o non limitanti.

UV	Peso acino (g)	Peso buccia (g)	Buccia/bacca	°Babo	pH	Acidità totale (g/l)
Limitanti	2,15 a	0,45 a	0,21 a	21,3 a	3,71 a	4,46 a
Non limitanti	2,22 a	0,49 a	0,22 a	21,4 a	3,79 a	4,14 a

Per ogni variabile le medie seguite dalla medesima lettera non sono diverse statisticamente (P=5%).

UV	Flavonoidi bucce	Antociani bucce	Tannini bucce
	(mg/kg uva)		
Limitanti	1464,99 a	771,08 a	359,45 a
Non limitanti	936,62 b	576,36 b	140,26 b

Per ogni variabile le medie seguite dalla medesima lettera non sono diverse statisticamente (P=5%).

Dalla presente tabella si può notare come le differenze siano significative e marcate tra i siti limitanti e non limitanti in relazione alla maturità fenolica.

7.2 Osservazioni dei dati medi di tutti i fattori analizzati appartenenti ai siti classificati come limitanti e non limitanti

Nella Tabella 7 vengono riportati i dati medi corrispondenti a tutti i nove fattori presi in esame e misurati durante la sperimentazione, di seguito viene fatta un'analisi commentata sull'andamento di tali misurazioni.

Tabella 7

Parcella	UV	Peso acino (g)	Peso buccia (g)	Buccia/bacca	°Babo	pH	Acidità totale (g/l)	Flavonoidi bucce (mg/kg uva)	Antociani bucce (mg/kg uva)	Tannini bucce (mg/kg uva)
02.05	L	2,24	0,42	0,19	20,24					
03.03	L	2,17	0,44	0,20	22,30	3,82	4,101	1.866,44	1.000,50	401,31
04.09	L	2,13	0,44	0,20	21,78	3,74	5,348	1.316,03	685,82	314,76
08.14	L	2,27			21,47	3,65	4,474			
16.07	L	2,23	0,52	0,23	20,36	3,76	3,398	1.693,16	811,90	508,62
17.07	L	1,60	0,37	0,23	21,50	3,51	5,567	1.398,47	795,43	362,06
17.10	L	2,34	0,47	0,20	22,56	3,60	5,190	1.199,08	630,05	279,90
18.07	L	2,18	0,47	0,22	20,34	3,88	3,168	1.316,78	702,77	290,06
04.05	NL	2,28	0,46	0,20	22,60	3,48	6,095	1.203 ,97	645,35	200,99
15.02	NL	1,79	0,44	0,25	19,27	3,77	4,521	1.318,24	729,78	253,17
15.05	NL	1,75	0,43	0,25	24,51					
15.09	NL	2,79	0,64	0,23	21,18	3,73	3,030	687,00	432,29	50,49
16.06	NL	2,38	0,48	0,20	20,42	4,07	3,686	1.010,24	604,71	124,36
19.03	NL	2,27	0,45	0,20	21,14	3,89	3,358	730,98	469,65	72,30
21.07	NL	2,32	0,50	0,21	20,28					
23.07	NL	2,21	0,48	0,22	21,80					

UV = Unità Vocazionale

L = limitante

NL = non limitante

In riferimento alle analisi effettuate in laboratorio durante la vendemmia, in Tabella 7 sono riportati i dati medi relativi a tutti i parametri analizzati in questo lavoro di tesi. Sono presenti le sedici parcelle per le quali si è riusciti a risalire alle rispettive Unità Vocazionali e quindi alla loro classificazione in limitanti/non limitanti per lo sviluppo e il rifornimento idrico della pianta.

E' quindi possibile commentare i seguenti risultati: per quanto riguarda la bacca, il peso medio degli acini va da un minimo di 1,75 g ad un massimo di 2,79 g per le parcelle non limitanti e da un

minimo di 1,60 g ad un massimo di 2,34 g per quelle limitanti. Come atteso, il peso della bacca risulta maggiore in condizioni non stressate, in terreni di medio impasto, con maggiore profondità, ridotto contenuto in scheletro e buon rifornimento idrico; per contro il peso è minore in presenza di condizioni di stress, ovvero in suoli con tessitura argillosa, profondità ridotta, abbondanti concentrazioni in scheletro, soprattutto superficiali, e bassa disponibilità idrica.

Anche l'andamento del peso medio delle bucce delle sedici parcelle appare dipendere dal peso medio degli acini, infatti all'aumentare del peso di questi ultimi aumenta anche quello della buccia, che va da un minimo di 0,37 g ad un massimo di 0,47 g nei vigneti in cui ci sono condizioni limitanti, mentre raggiunge un picco massimo di 0,64 g nelle parcelle in cui non ci sono condizioni che inducono stress alla pianta. Il rapporto buccia/bacca generalmente varia da 0,15 a 0,25 (cioè la buccia compone fino ad un massimo del 25% della bacca): come si evince dalla tabella, il rapporto è maggiore in condizioni non limitanti e raggiunge il valore massimo di 0,25.

I dati appaiono quindi in correlazione tra loro: ad un aumento delle dimensioni delle bacche aumenta lo spessore della buccia e, di conseguenza, aumenta anche il rapporto tra di essi; questa correlazione permane anche per le due divisioni pedologiche limitanti, per le quali le dimensioni degli acini e il peso delle relative bucce risultano leggermente inferiori rispetto ai valori misurati nelle parcelle non limitanti dove, si presuppone, che le condizioni pedoclimatiche più favorevoli permettano uno sviluppo maggiore delle bacche.

Analizzando i dati relativi alla maturità tecnologica, i dati raccolti relativi al grado zuccherino risultano più omogenei tra condizioni limitanti e non limitanti; tuttavia si registra un picco isolato di 24,51 (condizioni NL), che porta a favorire le parcelle prive di stress. Questo risultato è assolutamente anomalo, poichè generalmente sono le condizioni limitanti a favorire l'accumulo degli zuccheri: lo stress idrico a cui sono sottoposte le piante, riduce la dimensione delle bacche per disidratazione, causando la concentrazione dei solidi solubili al loro interno. Per quanto riguarda l'acidità totale e quindi la concentrazione di acido tartarico, l'acidità risulta maggiore nelle parcelle sottoposte a stress, questo risultato rispetta l'andamento teorico che ci si aspettava da queste misurazioni, in quanto nelle parcelle non limitanti gli acini sono globalmente di maggiori dimensioni e di conseguenza l'acido al loro interno è più diluito dando quindi acidità apparentemente minori, quindi pH maggiori.

Prendendo in esame, infine, i dati relativi ai composti fenolici, tutti e tre i composti analizzati risultano maggiormente presenti nelle uve dei vigneti coltivati nelle parcelle limitanti, questo può essere spiegato dal fatto che in questi vigneti la situazione di stress genera bacche più piccole, dove il rapporto buccia/bacca è più favorevole alla buccia permettendo quindi l'accumulo di questi composti.

Quindi da suoli aventi tessitura argillosa, profondità ridotta, abbondanti concentrazioni in scheletro

e bassa disponibilità idrica (suoli limitanti), si ottengono uve con acini a dimensione ridotta, acidità totale maggiore, minor contenuto zuccherino (anche se per valori minimali), ed un rapporto buccia/polpa a favore della buccia che garantisce, probabilmente, un maggior accumulo di flavonoidi totali, antociani totali e flavonoidi non antocianici.

Su suoli di medio impasto, con maggiore profondità, ridotto contenuto in scheletro e buon rifornimento idrico (suoli non limitanti), si allevano viti con bacche di maggiori dimensioni, acidità totale più bassa rispetto alle condizioni limitanti, contenuto zuccherino maggiore e un rapporto buccia/polpa a favore di quest'ultima che, probabilmente, causa un minor accumulo dei composti fenolici in condizioni non stressanti per le piante.

CAPITOLO 8

CONCLUSIONI

La sperimentazione si è svolta in Toscana nella Denominazione di Origine “Brunello di Montalcino” presso l’Azienda Banfi; l’azienda si estende per una superficie totale di 2.830 ha di cui 850 ha a vigneto, una buona parte destinati alla coltivazione del Sangiovese, vitigno utilizzato per la realizzazione di vini pregiati come il Rosso ed il Brunello di Montalcino.

L’azienda, di notevoli dimensioni, risulta essere composta da suoli caratterizzati da diverse condizioni pedologiche; sono infatti stati individuati, attraverso un accurato lavoro di zonazione realizzato dall’azienda negli scorsi anni, 29 diversi profili geo-pedologici con quote altrettanto differenti; questo fa intuire che lo sviluppo dei vigneti in termini sia vegetativi che produttivi non è omogeneo ma variabile in relazione appunto ai diversi siti su cui sono allevati.

Sono stati scelti per la sperimentazione quarantuno vigneti situati all’interno dell’intero territorio aziendale in modo da poter verificare l’influenza delle diverse condizioni pedologiche nello sviluppo e nel profilo di maturazione delle bacche, essendo il Sangiovese riconosciuto da tempo come varietà estremamente reattiva alle condizioni pedo-climatiche su cui viene impiantato.

I terreni su cui si trovano i vigneti sono stati identificati all’interno della carta pedologica realizzata dall’azienda. Essi sono classificati, in riferimento con quanto riportato nella descrizione dei profili su cui sono situati e del controllo visivo in campo, come suoli limitanti e non limitanti per lo sviluppo e per il rifornimento idrico delle piante, mentre per i suoli di cui non si è riusciti a reperire materiale sufficiente per descriverne una condizione pedo-climatica specifica in non classificati.

I suoli aventi tessitura argillosa, profondità ridotta, abbondanti concentrazioni in scheletro soprattutto in superficie e bassa disponibilità idrica sono stati classificati come limitanti. Al contrario, i suoli di medio impasto, con maggiore profondità, ridotto contenuto in scheletro e buon rifornimento idrico sono stati classificati come non limitanti.

Le analisi effettuate in laboratorio sulle uve campionate nelle diverse parcelle in epoca di vendemmia hanno preso in esame le dimensioni delle bacche, facendo riferimento al peso dell’acino, il peso delle bucce ed il rapporto buccia/bacca, il profilo della maturità tecnologica dei mosti con misure del pH, acidità totale e concentrazione zuccherina ed il profilo della maturità fenolica andando a misurare le concentrazioni nelle bucce per mg/kg uva rispettivamente di antociani totali, flavonoidi totali e flavonoidi non antocianici (tannini).

Sulle base di queste analisi si sono riscontrate delle differenze tra i vigneti appartenenti alla

precedente classificazione.

Per quanto riguarda la dimensione della bacca le differenze non sono risultate statisticamente significative, anche se nelle parcelle limitanti sono risultate leggermente minori le dimensioni, le differenze dei pesi di acini e bucce non sono risultate significative; anche per quanto riguarda la maturità tecnologica i valori non si discostano così tanto tra i siti limitanti e non limitanti da far risultare la differenza statisticamente significativa, ma comunque le differenze dei dati riguardano la concentrazione zuccherina che risulta maggiore nei siti non limitanti, caso contrario per l'acidità totale che è risultata maggiore per i suoli che impongono condizioni di stress alle viti, di conseguenza i pH in queste condizioni sono risultati minori.

Fenomeno anomalo riscontrato in questa sperimentazione è l'andamento delle curve di acidità e contenuto zuccherino durante la maturazione dove, per tutte e tre le classificazioni delle parcelle, ad un aumento dell'acidità totale corrisponde un aumento della concentrazione zuccherina, quando invece, come confermato dalla teoria, solitamente all'aumento del grado zuccherino dopo l'invasatura l'acidità diminuisce di concentrazione all'interno degli acini.

Per ciò che concerne il profilo della maturità fenolica, le misurazioni delle tre variabili prese in esame hanno dato differenze statisticamente significative tra le due tipologie di siti, dove è stata riscontrata una concentrazione nettamente maggiore di antociani totali, flavonoidi totali e flavonoidi non antocianici a livello delle bucce nelle bacche provenienti dalle parcelle che stazionano in condizioni pedoclimatiche limitanti, causa che può essere ricondotta ad una dimensione degli acini d'uva minore e che quindi favoriscono la buccia nel rapporto buccia/bacca garantendo una maggior quantità di materiale cellulare dove poter immagazzinare i composti fenolici.

Analizzando con particolare attenzione gli antociani si nota come il loro accumulo cresce di pari passo con l'aumento di concentrazione zuccherina.

La maggior concentrazione di polifenoli accumulata nelle bucce delle bacche dei vigneti allevati in condizioni limitanti è un aspetto molto importante da prendere in considerazione in quanto queste molecole in vinificazione possono incrementare la formazione di polimeri stabili, utili a stabilizzare il colore del vino in affinamento e migliorarne complessivamente l'aspetto sensoriale.

Molti dei risultati ottenuti tramite le analisi effettuate durante questa sperimentazione risultano in accordo con ciò che è riportato nella bibliografia presentata nell'introduzione, altri invece si sono dimostrati inattesi.

Da sottolineare il vantaggio che si può ottenere grazie ai vigneti allevati su suoli limitanti: avere degli acini di minore dimensione porta ad avere grappoli più spargoli e più difficilmente passibili da attacchi di malattie fungine che possono compromettere la produzione in termini di qualità e quantità. Avere un suolo che induce una condizione di stress regola la produzione vegetativa portando le singole piante ad avere un giusto equilibrio tra parte vegetale e carico produttivo, in

quanto l'affastellamento vegetale porterebbe troppo ombreggiamento e livelli di umidità eccessivi contribuendo alla formazione di muffe e sviluppi patogeno fungini, limitando inoltre il carico produttivo e la qualità; questa autoregolazione induce anche a diminuire interventi agronomici quali la sfogliatura e il diradamento dei grappoli prima della vendemmia, riducendo i costi aziendali.

Infine le bacche differenziate in queste condizioni pedoclimatiche risultano essere di dimensioni più contenute, con una concentrazione polifenolica a livello di buccia nettamente superiore alle bacche differenziate in condizioni non limitanti, questo è un fattore qualitativo di estrema importanza per la futura vinificazione, dove questi composti verranno estratti in fermentazione e macerazione ed andranno a caratterizzare colore ed aspetto sensoriale del futuro vino.

Partire con una materia prima di buona qualità è un fattore imprescindibile per la realizzazione di un vino ad altissimi standard qualitativi come il Brunello di Montalcino, per andare a creare quindi bottiglie che si avvicinano sempre di più all'eccellenza che un mercato vitivinicolo sempre più esigente, come quello odierno, richiede.

In futuro sarà quindi consigliato effettuare correttamente la scelta e la sistemazione del sito su cui impiantare il vigneto; intervenire nel modo più adatto nella gestione dell'acqua durante la stagione soprattutto in climi caldi e siccitosi dove l'irrigazione è necessaria, gestire correttamente il vigneto attraverso interventi indirizzati ad ottenere uno sviluppo delle piante che permetta di ottenere un equilibrio vegeto produttivo ottimale ed uve di qualità sempre maggiore destinate a loro volta alla realizzazione di vini tipici, unici, che rappresentino in maniera univoca il territorio di origine all'interno del quale vengono prodotti, in modo da presentare bottiglie con standard qualitativi che si avvicinino sempre di più all'eccellenza.

BIBLIOGRAFIA

Testi:

- TAIZ.L., ZEIGER.E.; 2002. *Fisiologia vegetale*. Ed. Piccin nuova libraria.
- VAUDOUR.E.; 2005. *I terroir. Definizione, caratterizzazione e protezione*. Ed. Edagricole.
- LIZIO BRUNO.F.; 2007. I suoli ed i paesaggi del territorio dell'azienda. *La ricerca dell'eccellenza*. Ed. GrafiConsuL.
- MIELE.S., MARMUGLI.M., PAMPANA.S., BARGIACCHIE.; 2007. Il clima. *La ricerca dell'eccellenza*. Ed. GrafiConsuL.
- FAILLA.O. ; 2007. Morfologia e fisiologia; *La vite e il vino*. Ed. Bayer cropscienze.
- DI LORENZO.R, BARBAGALLO.M.G; 2007. Gestione idrica; *La vite e il vino*. Ed. Bayer cropscienze.
- SCIENZA.A. ; 2007. Vitigni coltivati; *La vite e il vino*. Ed. Bayer cropscienze.
- RIBÉREAU-GAYON P., DUBOURDIEU D., DONÈCHE B., LONVAUD A. ; Aprile 2007. *Trattato di enologia 1, Microbiologia del vino, vinificazioni*, terza edizione aggiornata. Ed. Edagricole.
- RIBÉREAU-GAYON P., DUBOURDIEU D., DONÈCHE B., LONVAUD A. ; Aprile 2007. *Trattato di enologia 2, Chimica del vino, stabilizzazione, trattamenti*, terza edizione aggiornata. Ed. Edagricole.
- CALO'.A., SCIENZA.A., COSTACURTA.A.; 2001. *Vitigni d'Italia*. Ed. Calderini Edagricole.
- FREGONI.M., 2006. *Viticoltura di qualità*. Ed. Tecniche nuove.

Notazioni scientifiche:

- AMRANI – JOUTEI K. (1993) – Tesi di Dottorato in Enologia - -Ampelologia, Université de Bordeaux II.
- BRANCADORO L., 1995. *La pressione selettiva debole, una nuova metodologia di selezione clonale: l'esempio del sangiovese*. Il Consenso, 3: 20-27.
- BRANCADORO L., 1998. *La variabilità intravarietale come risorsa*. In “Il vitigno del terzo millennio.”, suppl. a il Corriere Vinicolo, 71(37) pp. 33-38.
- BREVIGLIERI N., CASINI, 1965. *Il Sangiovese*. In: “I principali vitigni da vino coltivati in Italia.” MAF, Roma.

- CAMPOSTRINI F., BRANCADORO L., DE MICHELI L., FALCETTI M., 1993. *Adattamento del Prugnolo gentile alle caratteristiche pedoclimatiche mediante mescolanze policlonali*. Vignevini, 12 54-58.
- COSMO I., 1948. *Montepulciano, Canaiolo, Cigliegiolo. Indagine ampelografica comparativa*. Riv. Vit. Enologia, 4, Conegliano.
- DE MARIA P.P., LEADRI C., 1875. *Ampelografia della provincia di Alessandria con introduzione sugli studi ampelografici nella viticoltura e nell'enologia stessa*. Tipografia Negro. Torino.
- FAILLA O., PANONT C.A., 1998. *La zonazione viticola*. In “La zonazione viticola della Val D’Illasi-Manuale d’uso per il viticoltore” a cura di Failla O. e Fiorini P., Edit. Cantina Sociale Illasi, Gruppo Italiano Vini, Università degli Studi di Milano Ist. Di Coltivazione Arboree; pag. 55-56.
- HOHNERLEIN – BUCHINGER T., 1996. *Per un sublessico vitivinicolo*. Max Niemeyer Verlag, Tubingen.
- JACKSON R.S. 1994. *Wine Science – Principles and applications*, Academic Press, San Diego.
- MARZOTTO N., 1925. *Uve da vino, I e II*. Tipografia commerciale, Vicenza.
- MOLON G., 1906. *Ampelografia*. I, II, V. Hoepli, Milano.
- PALESE C., 2013. *Irrigazione della vite: strumento per fare qualità*. L'Informatore Agrario 18/2013, 37-48.
- PONI S., LIBELLI N., 2008. *Dimensione dell'acino e qualità dell'uva: una relazione non scontata*. L'Informatore Agrario 17/2008, 31-36.
- RIBÉREAU-GAYON J., PEYNAUD E., SUDRAUD R., RIBÉREAU-GAYON P. (1982). *Sciences et techniques du vin, Vol.1, Analyse et contrôle des vins, 2^a ed.*, Dunod.
- RIVES M., 1961. *Bases genetiques de la sélection clonale chez la vigne*. Ann. Ammel. Plantes, 11, 337-348.
- SCIENZA A., 1993. *Vigneti policlonali e valorizzazione della diversità dei vini*. Vignevini, 12: pp. 23-24.
- SCIENZA A., TONINATO L., BERNAVA M., - 2003. *Introduzione In «Arezzo: terra di vini. Dalla Zonazione al manuale d’uso del territorio»* a cura di Scienza A. e Toninato L., Edit. Provincia di Arezzo e CCIA Arezzo; pag 1-9.
- SCIENZA A., 2011. *La vite deve soffrire la sete per produrre uve di qualità?* L'Informatore Agrario 20/2011, 34-36.

- VALENTI L., DONNA P.L., BRANCADORO L., PASSERA L., SCIENZA A., 1990. *Analisi della variabilità di una popolazione di Pinot Nero: rapporti tra la morfologia del grappolo e le caratteristiche chimiche del mosto*. Atti Acc It. Vite e Vino 153-170.
- VIALA P., VERMOEL., 1901 - 1910. *Traité general de Viticulture. Ampélographie*. Vol. 5, Ed. Masson Paris.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ricordare tutti coloro che mi hanno aiutato nella stesura della tesi con suggerimenti, critiche ed osservazioni: a loro va la mia gratitudine, anche se a me spetta la responsabilità per ogni errore contenuto in questa tesi.

Ringrazio anzitutto il Professor Failla relatore di questa tesi per la disponibilità, la fiducia, la collaborazione ed il sostegno dimostratemi senza la cui sapiente guida questo lavoro non esisterebbe, ed il Professor Brancadoro, correlatore, per la disponibilità, i consigli e l'aiuto datomi nel fornirmi tempestivamente tutto il materiale di cui avevo bisogno per la stesura di questa tesi.

Il Professor Attilio Scienza per i suoi sapienti consigli, datomi il giorno in cui passò in azienda e ci incontrammo.

Tutti i Professori che, con i loro insegnamenti, mi hanno trasmesso passione per questo mondo. Proseguo con il ringraziare l'Azienda Banfi per avermi permesso di svolgere la ricerca, tutto lo staff, il laboratorio, in particolar modo desidero ringraziare il Direttore Rudy Buratti, Paolo Benassi e Gabriele Pazzaglia, per tutto ciò che mi hanno passato sia professionalmente che umanamente durante tutta la mia permanenza a Montalcino per lo svolgimento di questo progetto e non solo.

Il mio amico e collega Francesco Cadeddu per la collaborazione e passione con cui ha lavorato al mio fianco durante tutto il lavoro svolto in Toscana, e senza il quale non sarei mai riuscito a realizzare e stilare oggi questa tesi, Dario e Alessio, amici e colleghi conosciuti grazie a questo affascinante tirocinio e che fin dal primo giorno mi hanno fatto sentire a casa.

Un ringraziamento particolare a Francesca, per la pazienza e la disponibilità che mi ha sempre dimostrato, per il supporto professionale e morale che non mi ha mai fatto mancare durante questi anni, per tutto il sapere e la passione che mi ha passato, spronandomi a crederci sempre, senza la quale non saprei quello che so oggi e non avrei mai raggiunto questo risultato, grazie anche a Gigi per il suo prezioso aiuto.

Grazie anche a tutti i compagni di studio che ho incontrato in questi anni, che mi sono stati vicini e hanno cercato di aiutarmi nei momenti di difficoltà, un grazie particolare ad Alberto, Lidia, Valerio, Fabiana e Francesco.

Grazie ai miei amici di sempre a chi c'è sempre stato, c'è e ci sarà, (non ho bisogno di citarvi, quando leggerete queste righe ognuno di voi saprà che sto parlando di lui) perché mi avete supportato e sopportato lungo questo viaggio, cito Lucci, un grande rapper romano, per ricordarvi che: "per ognuno che ha creduto in me, io ci credo il doppio."

Grazie a chi durante questi anni ha sopportato a volte i miei sbalzi di umore, ha saputo incoraggiarmi e regalarmi un sorriso sempre e comunque, mi ha aiutato a superare le paure ed i

momenti più complicati, facendomi trovare serenità.

Il mio primo pensiero v'è però ai miei genitori Carlo e Loredana, per gli sforzi che hanno fatto per far sì che realizzassi questo importante obiettivo, perché mi hanno insegnato a non mollare mai, a crederci sempre, ad osare ed è anche grazie a voi che ho intrapreso questo percorso. Un grazie affettuoso a Nonna Cilia, ci sono posti in cui riparto e la tua casa è uno di questi. A mia Zia Santina che, a suo modo, mi supporta.

Grazie a Nonno Marino e Zio Aldo, a cui questo lavoro è dedicato, vi porto nel cuore, sempre.

Infine, grazie a chi riesce a farmi vedere il mare, attraverso i propri occhi.

“Il cielo non è così alto è qui sopra di me, toccherò i raggi del sole prima che sto giorno muore:”

Cit. Noyz Narcos. "Via con me".

Federico