

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

Facoltà di agraria



CORSO DI LAUREA IN VITICOLTURA ED ENOLOGIA

RELAZIONE FINALE

*“VALUTAZIONE DELL’EFFETTO DI DIVERSE CONDIZIONI DI  
APPASSIMENTO SULLA COMPOSIZIONE FENOLICA E SULLE  
PROPRIETA’ MECCANICHE DELLE UVE:  
ESPERIENZE SU CORVINA E CORVINONE”*

**RELATORE:** Prof.Luca Rolle

**CORRELATORE:** Prof.Vincenzo Gerbi

**CANDIDATO: DAVIDE BENAGLIA**

ANNO ACCADEMICO 2008/2009

1.0 – L’APPASSIMENTO.....	4
1.1 – Tecniche di appassimento.....	6
1.1.1 – Appassimento sulla pianta.....	7
1.1.2 – Appassimento dopo raccolta.....	9
1.2 – Cambiamenti e rischi della sovraturazione.....	12
1.3 – Prove di appassimento su uve da vino.....	14
2.0 – L’ANALISI DI STRUTTURA.....	16
2.1 – Il <i>Texture Analyzer</i> .....	18
2.2 – La <i>Texture Analysis</i> applicata alle uve da vino.....	20
3.0 – LE UVE UTILIZZATE NELLA SPERIMENTAZIONE.....	21
3.1 – Corvina.....	21
3.2 – Corvinone.....	23
4.0 – SCOPO DEL LAVORO.....	25
5.0 – MATERIALI E METODI.....	26
5.1 – Condizioni di appassimento.....	26
5.2 – Modalità di campionamento.....	26
5.3 – Analisi chimiche.....	27
5.3.1 – Solventi e reattivi.....	27
5.3.2 – Analisi dei composti fenolici.....	28
5.3.3 – Indice di antociani totali.....	29
5.3.4 – Indice di flavonoidi totali.....	30
5.3.5 – Indice di proantocianidine.....	32

5.3.6 – Indice di flavanoli reattivi alla vanillina.....	33
5.3.7 – Profilo antocianico.....	34
5.4 – Analisi meccaniche.....	36
5.4.1 – Durezza buccia.....	37
5.4.2 – Spessore buccia.....	39
5.4.3 – Distacco del pedicello.....	41
5.4.4 – TPA.....	43
<b>6.0 – RISULTATI E DISCUSSIONE.....</b>	<b>46</b>
6.1 – Monitoraggio dei parametri meccanici su Corvinone.....	46
6.2 – Monitoraggio dei parametri meccanici e della composizione fenolica dell’uva Corvina.....	51
<b>7.0 – CONCLUSIONI.....</b>	<b>62</b>
<b>8.0 – BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>64</b>

## 1.0 – L' APPASSIMENTO

L'appassimento dell'uva è un procedimento mediante il quale si ha la disidratazione da parte degli acini per evaporazione e consecutiva concentrazione dei soluti all'interno della bacca.

L'obbiettivo è ottenere una materia prima con maggiore concentrazione in zuccheri ed un prodotto finale più ricco in profumi, in sostanze estrattive ed in glicerolo (Ferrarini, 1982).

Questa tecnica è ampiamente utilizzata per la preparazione di vini con caratteristiche peculiari. Nel corso della fase di appassimento, che avviene solitamente dopo che l'uva è stata raccolta e posta in idonei ambienti ventilati, si osservano cambiamenti di natura fisica, chimica e metabolica che dipendono da vari fattori.

Il distacco dalla pianta madre, infatti, oltre a provocare la concentrazione dei succhi cellulari, determina una serie di modificazioni chimico-fisiche degli acini con risultati e prodotti che si trasferiscono direttamente o indirettamente nelle caratteristiche organolettiche del vino.

Durante il periodo di appassimento ed in relazione alla velocità di perdita di acqua dalla bacca possono verificarsi, infatti, reazioni e processi che interessano l'intero biochimismo cellulare ed in particolare i rapporti fra gli zuccheri, il contenuto in acidi organici (in particolare l'acido malico), il metabolismo dei polifenoli, la trasformazione del quadro delle sostanze volatili responsabili dell'aroma primario, la modifica nella composizione dei costituenti delle pareti cellulari, l'alterazione della permeabilità delle membrane e il conseguente miglioramento dell'estraibilità di alcuni componenti dei tessuti.

Questi processi possono condizionare alcune caratteristiche organolettiche (intensità del colore, profilo aromatico, corpo, astringenza, ecc.) del vino nonché le sue proprietà benefiche nei confronti della salute umana riconducibili alla carica di sostanze antiossidanti (Sovak, 2001).

Molti di questi aspetti sono ancora poco conosciuti.

Oltre a ciò, risulta di fondamentale importanza ai fini della gestione del processo, la comprensione dei fattori intrinseci (quantità di pruina, spessore della cuticola, dimensioni

dell'acino, attività dell'acqua, ecc.) ed estrinseci (condizioni termo igrometriche e di ventilazione) che influenzano direttamente la cinetica di disidratazione e, in definitiva, la durata dell'appassimento.

Infatti, i vini passiti sono prodotti utilizzando le stesse tecniche di vinificazione impiegate per i vini normali, con la sola differenza che le uve, prima di essere vinificate, vengono sottoposte per un periodo più o meno lungo di tempo ad un appassimento, cioè ad una riduzione o eliminazione dell'acqua presente nell'acino.

Lo scopo di tale procedimento è quello di sottoporre l'uva ad una sorta di sovra maturazione al fine di elevarne il tenore alcolico e zuccherino.

L'appassimento può essere effettuato in due maniere: la prima tecnica lascia appassire gli acini d'uva direttamente sulla pianta, mediante:

- vendemmia tardiva
- torsione del peduncolo
- attacco degli acini da parte della cosiddetta *muffa nobile* (*Botrytis cinerea*)

Tutti questi processi di sovraturazione sulla pianta hanno in comune la caratteristica di aumentare il rapporto zuccheri/acidità, cioè di arricchire l'uva in zuccheri, e di ottenere contemporaneamente la degradazione biochimica dell'acido malico e/o tartarico.

In tutti i casi, quest'appassimento naturale si accompagna ad una diminuzione delle rese a causa della perdita di acqua.

La seconda tecnica lascia appassire i grappoli o gli acini d'uva, dopo essere stati vendemmiati:

- in ambiente aperto su stuoie o graticci, oppure appesi
- in ambiente chiuso, in appositi locali con particolari condizioni di temperatura e umidità

Dopo l'appassimento le uve vengono pressate e vinificate (utilizzando di solito il metodo di vinificazione in bianco) ed il periodo di affinamento può durare anche alcuni anni.

## 1.1 – Tecniche di appassimento

Le metodologie di appassimento possono essere divise principalmente in due categorie: appassimento sulla pianta e appassimento dopo raccolta.

Queste si suddividono a loro volta in molteplici tecniche adottate negli anni in ambienti e condizioni differenti, a seconda delle necessità e delle esigenze.

Metodo di appassimento	Modalità
appassimento sulla pianta	<ul style="list-style-type: none"><li>● vendemmia tardiva</li><li>● torsione del peduncolo</li><li>● taglio del capo a frutto</li><li>● marciume nobile</li></ul>
appassimento dopo raccolta	<ul style="list-style-type: none"><li>● al sole su cemento, pietre, graticci, reti, cassette</li><li>● solai su reti, cassette , fili appesi</li><li>● luoghi ben arieggiati con ventilazione forzata</li><li>● celle termo ed igro condizionate</li></ul>

**Tabella 1. Diverse metodologie di appassimento**

### 1.1.1 - Appassimento sulla pianta

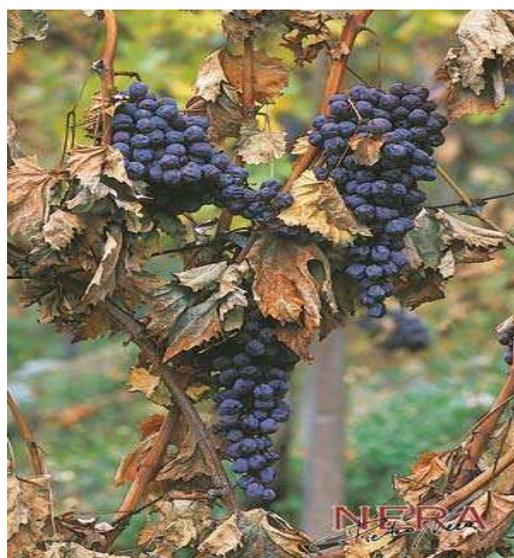
Questo tipo di appassimento naturale è praticato lasciando l'uva sulla pianta il più a lungo possibile, talvolta dopo torsione del picciolo o taglio del capo a frutto.

La sovra maturazione è soprattutto segnata da fenomeni fisici all'interno degli acini.

Essi appassiscono perdendo progressivamente l'acqua contenuta, dando origine ad un mosto concentrato in modo naturale, più ricco di zuccheri e di sostanze aromatiche.

L'acidità non aumenta in modo proporzionale anzi, può addirittura diminuire a causa dell'ossidazione dell'acido malico.

Si assiste, in particolare, ad una degenerazione delle pareti cellulari della buccia.



**Figura 1. Uva appassita sulla pianta**

Un'alternativa sempre all'appassimento su pianta è quella data dall'attacco della muffa nobile.

Tipicamente, la «muffa nobile» è lo sviluppo della *Botrytis cinerea* su uve già mature, non alterate e senza lesioni: caso difficile e raro.

La muffa necessita di rese moderate in vigna, di scarso vigore e di potatura corta.

La muffa nobile, che si sviluppa su acini intatti, presuppone condizioni di umidità del vigneto tali da non consentire rottura della pellicola.

Si può affermare che, lo sviluppo della *Botrytis cinerea* sotto orma di marciume nobile è favorito da un'alternanza di periodi secchi e umidi.

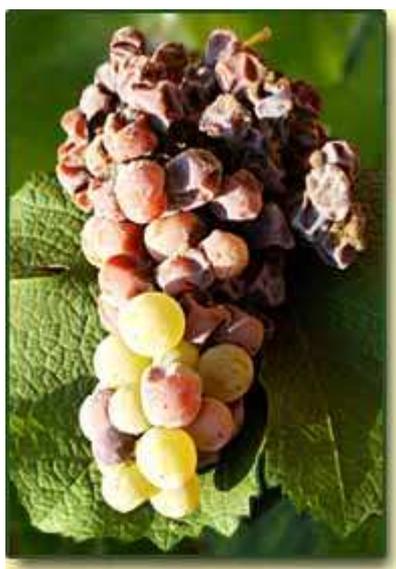
L'umidità della notte, la rugiada e le nebbie mattutine, stimolano lo sviluppo fungino, mentre i pomeriggi caldi, soleggiati e ventosi, facilitano l'evaporazione dell'acqua, limitando la crescita del fungo.

In Italia le uve attaccate da tale forma di marciume sono dette "infavate" in seguito al colore che l'acino assume, simile a quello delle fave fresche cotte.

I più rinomati vini ottenuti dalle uve colpite da marciume nobile sono il *Sauternes* francese, i vini del Reno e l'ungherese *Tokay*.

Oltre ai cali notevoli di peso e di volume (si ha un'evaporazione molto forte, che porta ad un'importante perdita di volume dal 25 al 75% con una forte concentrazione in zuccheri) dovuti a perdita di acqua, gli acini attaccati dalla muffa accusano attività respiratoria intensa per alterato metabolismo; in essi perciò si verificano profonde modificazioni quali:

- formazione di acido gluconico, ossidazione degli zuccheri con formazione di composti chetonici e di modeste quantità di acido citrico. Formazione di polialcoli, quali glicerina, mannitolo, arabitolo, eritrolo e mesoinositolo;
- degradazione dell'acido tartarico e malico;
- profonde modificazioni dei polisaccaridi dell'uva: scomparsa anche totale delle pectine e produzione di altri composti quali glucani ed etero polisaccaridi;
- l'aroma accusa modificazioni decisamente favorevoli a seguito della formazione di numerose sostanze aromatiche di cui l'aldeide benzoica, il furfurale, l'etillevulinato e il solotone;
- secrezione di enzimi ossidasici, quali la laccasi, le polifenolossidasi e, ancora, un'esterasi;
- attacco alle vitamine, in particolare la tiamina o B1 e la piridossina o B6 con ripercussioni negative sul processo fermentativo



**Figura 2. Uve attaccate da muffa nobile**

### 1.1.2 - Appassimento dopo raccolta

Tradizionalmente l'appassimento dell'uva avviene disponendo i grappoli sotto il sole sostenuti da appositi graticci in vari materiali, o mettendo le uve in cassette più o meno grandi per un certo periodo.



**Figura 3. Uva appassita in cassette**

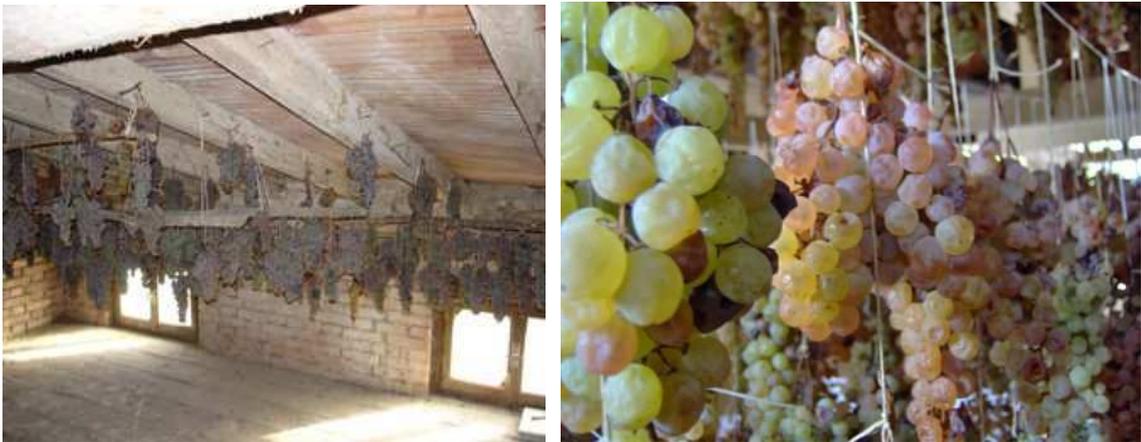


**Figura 4. Uva appassita su graticci in plastica**



**Figura 5. Uva appassita su graticci in canna**

In alcune realtà i grappoli sono proprio appesi singolarmente a dei fili tesi.



**Figura 6. Uva appesa a fili tesi**

Tra le altre tecniche di appassimento dell'uva dopo la raccolta abbiamo quello forzato cioè in locali ventilati e quello controllato tramite celle termo ed igro condizionate.

Il sistema più semplice consiste nel far circolare dell'aria calda e secca sull'uva raccolta, disposta in cassette, all'interno di una camera condizionata.

Questa ventilazione assicura una circolazione di aria secca ad una certa temperatura ed umidità. Studi fatti su queste tecniche hanno dimostrato che in questo modo si ha una disidratazione più rapida rispetto all'essiccamento tradizionale, associata ad un conseguente incremento zuccherino.

L'appassimento in cella con temperatura ed umidità controllata, prevede la permanenza delle uve, disposte in cassette per periodi più o meno lunghi.

Con una durata di una decina di giorni si ottengono dei cali analoghi a quelli ottenibili in fruttajo dopo tre mesi.

Le condizioni migliori per un appassimento sono: veloce ricircolo dell'aria tra le uve, temperature intorno ai 25-30°C, umidità relativa 40-60% e una durata che varia dai 10 ai 15 giorni.

Quest'ultima tecnica ha consentito di effettuare l'appassimento delle uve anche in zone climatiche meno favorevoli. Al sole o in luoghi ben arieggiati, lo ha reso indipendente dalle variabili ambientali ed ha permesso di tenere sotto controllo gli attacchi microbici (in particolare *Botritis cinerea*), e gli insetti indesiderati come Drosofila e Tignole della vite, garantendo così una eccellente sanità delle uve e una elevata resa del processo.

Inoltre dalle uve disidratate in celle termo-igro condizionate possono essere prodotti vini con aroma varietale più netto e più intenso, non caratterizzato da note di ossidazione.

La diminuzione dell'acidità, per degradazione ossidativa dell'acido malico, varia a seconda della temperatura dell'aria.

I vini che si ottengono da uve trattate con queste tecniche sono, in effetti, più colorati, più tannici e sempre preferiti alla degustazione.

## 1.2 - Cambiamenti e rischi della sovraturazione

La sovraturazione è una tecnica praticata al fine di prolungare naturalmente il fenomeno della maturazione dal quale differisce a livello fisiologico.

L'uva, a causa dell'invecchiamento dei tessuti vascolari del raspo, viene a trovarsi sempre più isolata dal resto della pianta.

A seconda dei vari meccanismi fisici e/o biochimici, i risultati sono più o meno differenti e complessi.

Con la durata, la buccia lascia evaporare acqua, pertanto si opera una concentrazione generale soprattutto degli zuccheri, poco o per niente metabolizzati. Il fenomeno è nullo in atmosfera satura d'acqua con rischi di sviluppo di muffa. È molto accelerato dal vento che prosciuga se in presenza di bucce assottigliate.

Le variazioni del tenore in zuccheri possono essere molto rapide, di alcune decine di grammi/litro in alcune decine di ore.

L'evaporazione è accentuata se il grappolo è isolato dal ceppo per essiccazione naturale o patologica, per raccolto, per taglio del capo a frutto o per torsione del peduncolo.

L'acidità continua a diminuire con la metabolizzazione degli acidi malico e/o tartarico per respirazione dell'uva. Questo calo di acidità può essere mascherato dagli effetti della concentrazione e modificato da ulteriori precipitazioni di tartrati nei vini, che derivano dalla concentrazione di potassio e di calcio.

L'evoluzione delle uve è molto complessa secondo le condizioni e i vitigni. Si può temere una "combustione" degli aromi varietali, ma si può anche osservare una liberazione di aromi composti.

L'evoluzione dei composti fenolici in sovra maturazione è paragonabile a quella degli aromi con scomparsa dei caratteri erbacei, da rustici a astringenti si sviluppano tannini rotondi, morbidi seguita da una degradazione visiva (perdita di colore, imbrunimento....) e gustativa (insipidi, molli). Il fenomeno è accentuato dalle alte temperature.

Spesso benefica, la sovra maturazione può portare a vari inconvenienti.

Il rischio principale è meteorologico, in caso di grandine, di forti piogge, di venti troppo violenti o di gelate inaspettate. Questo rischio può essere fortemente aggravato dallo sviluppo della muffa volgare.

Il calo dell'acidità può essere dannoso per alcuni vini. I rischi sono allora maggiori nei suoli superficiali, filtranti, su sottosuoli impermeabili, molto sensibili alle piogge a fine maturazione.

L'aumento del grado potenziale è l'obiettivo più comune. L'eccesso può portare a fermentazioni più difficili, secondo i casi o superare la gradazione autorizzata per certe categorie di vino.

Più generalmente, l'eccesso del grado alcolico provoca uno squilibrio gustativo che si accentua con l'invecchiamento del vino. L'evoluzione dei composti fenolici nel tempo è generalmente molto positiva in situazioni fresche, tardive ma devono essere sorvegliate in zone calde, precoci.

L'evoluzione dei caratteri aromatici varietali deve essere limitata alla fase ottimale, senza raggiungere la degradazione o la deviazione della tipicità.

### 1.3 – Prove di appassimento su uve da vino

Prove di appassimento in celle termo igro condizionate sono state condotte in anni passati su uve Moscato presso la cantina di Ricaldone. L'uva è stata sistemata in cassette da 5,7 kg ciascuna e messa in appassimento per 24gg ad una temperatura iniziale di 20°C (primi due giorni) successivamente portata a 14°C ed un umidità costante del 40%.

I risultati ottenuti sono stati: una perdita d'acqua del 30% in peso delle uve, un aumento della concentrazione zuccherina da 256 g/L a 360 g/L. Per quanto riguarda l'aspetto aromatico, l'appassimento ha determinato una concentrazione dei terpeni nonostante si sia assistito ad una lieve degradazione in termini assoluti.

Altre esperienze in questo ambito sono state fatte sui vitigni Barbera e Malvasia di Casorzo appassite a temperatura ambiente in locali ad efficiente circolazione naturale d'aria per 75gg. I risultati mostrano che il processo di appassimento induce una diminuzione del contenuto polifenolico delle bucce dell'uva.

Gli antociani, come i flavani e i flavonoli sono interessati da tale diminuzione riducendosi nelle uve appassite a circa 50% del valore iniziale.

Considerando tuttavia che, sicuramente, la loro estraibilità risulta incrementata, tale perdita non risulta preoccupante per il colore del vino passito.

Prove in merito sono state condotte anche su uve Sangiovese in cella termoigrocondizionata particolare, in grado di variare le condizioni di temperatura (da 6 a 35°C) e di umidità (dal 40 al 100%), della durata di 10gg.

La diminuzione di peso è stata del 36,8%, i polifenoli totali hanno subito un calo iniziale seguito da un incremento nel periodo di massima attività metabolica per poi decrescere nuovamente nelle fasi finali dell'appassimento. La frazione reattiva alla vanillina mostra un andamento particolare rispetto alle altre frazioni; si verifica infatti un continuo incremento del contenuto in catachine nelle prime fasi della surmaturazione che poi rimane costante nel tempo.

Tecniche di appassimento in cella sono state sperimentate anche su Freisa e Doux d'Henry nelle annate 2005 e 2006 presso la cantina sperimentale dell'istituto Bonafous di

Chieri (TO). Nel 2005, per le uve Freisa è stata rilevata una diminuzione del peso iniziale di circa tre volte superiore rispetto a quello riscontrato per le uve testimone in fruttajo.

Questo ha permesso di raggiungere un tenore zuccherino maggiore, circa 255 g/L in cella contro i 220 g/L in condizioni naturali.

Nel 2006 nella prova condotta su Doux d'Henry, è stato raggiunto in quarantotto giorni un calo ponderale doppio rispetto a quello avvenuto in fruttajo, questo ha consentito di raggiungere un tenore zuccherino di circa 320 g/L contro 230 g/L.

L'appassimento dell'uva nelle celle condizionate e in fruttajo è praticato soprattutto nelle regioni settentrionali dove le temperature medie stagionali e le avversità atmosferiche rendono impraticabile l'esposizione al sole su graticci.

Nelle regioni meridionali caratterizzate da temperature medie stagionali più elevate i grappoli raccolti a piena maturazione vengono messi ad appassire al sole.

Alcuni esempi sono il Greco di Bianco e la Malvasia di Lipari.

## 2.0 – L’ANALISI DI STRUTTURA

L’analisi di struttura (*Texture Analysis*) è un ramo della “reologia”, che si occupa di studiare le proprietà fisiche di un prodotto, derivanti dai suoi costituenti strutturali e collegate alla deformazione, alla disgregazione e allo scorrimento del prodotto stesso quando sottoposto ad una forza.

Questa scienza si basa su due concetti molto importanti che sono: viscosità e struttura.

La struttura per un prodotto agroalimentare è, pertanto, con il colore, l’odore ed il sapore, uno dei principali parametri per la definizione della sua qualità.

Per viscosità si intende invece la resistenza che agisce tra le diverse molecole di un corpo a scapito del libero movimento tra esse.

Le proprietà meccaniche, caratteristiche fisiche misurate su un prodotto agroalimentare sottoposto a sforzo-deformazione, sono oggi sempre più frequentemente valutate in campo viticolo quali indici di maturazione delle uve attraverso l’utilizzo dell’analisi sensoriale con l’impiego di apposite schede quantitative-descrittive.

La *Texture analysis*, tecnica analitica oggi molto applicata nel settore agroalimentare ha fatto il suo esordio in campo viticolo sulle uve da tavola andando a valutare le proprietà meccaniche quali la consistenza della buccia, la croccantezza e la compattezza della polpa.

Ancora poche sono, ad oggi, le applicazioni dell’analisi strutturale alle uve da vino, anche se questa tecnica può essere impiegata in abbinamento all’analisi sensoriale.

Si effettua con una serie di *test* di tipo meccanico in grado integrare le capacità sensoriali umane. Questo con lo scopo di fornire delle valutazioni oggettivi e quindi confrontabili e riproducibili.

Gi strumenti di misura utilizzati sono chiamati “*UTM*” (*Universal Testing Machines*), sofisticati dinamometri gestiti da *software* che consentono di fornire risultati in termini di forza, energia, distanza, tempo e relazioni tra queste variabili.

Il grado di sensibilità di queste apparecchiature è molto elevato, essendo in grado di fornire misure di forza con una precisione di  $\pm 0,1$  g e di distanza di  $\pm 10$   $\mu$ .

Uno dei parametri importanti nella *texture* è lo sforzo, cioè la “concentrazione di forza” esercitata sulla superficie di un determinato materiale e la sua capacità di reagire a tale sollecitazione.

Viene espresso, come nel caso della pressione, dal rapporto tra forza applicata (in N) e l’area sottoposta all’applicazione della forza (in m<sup>2</sup>). Il risultato è espresso in Pascal (Pa).

$$\text{Sforzo} = \text{Forza}/\text{Area} [\text{N}/\text{m}^2] = [\text{Pa}]$$

Lo sforzo può essere:

- Normale quando si ha una pressione perpendicolare a una data superficie
- Di taglio se la forza agisce in modo tangenziale alla superficie del materiale
- Volumetrico dove la forza viene applicata in modo perpendicolare a tutte le superfici del materiale

Un altro parametro importante nell’analisi di struttura è la “deformazione” che misura il cambiamento della configurazione geometrica di un corpo in conseguenza all’applicazione su di esso di una forza.

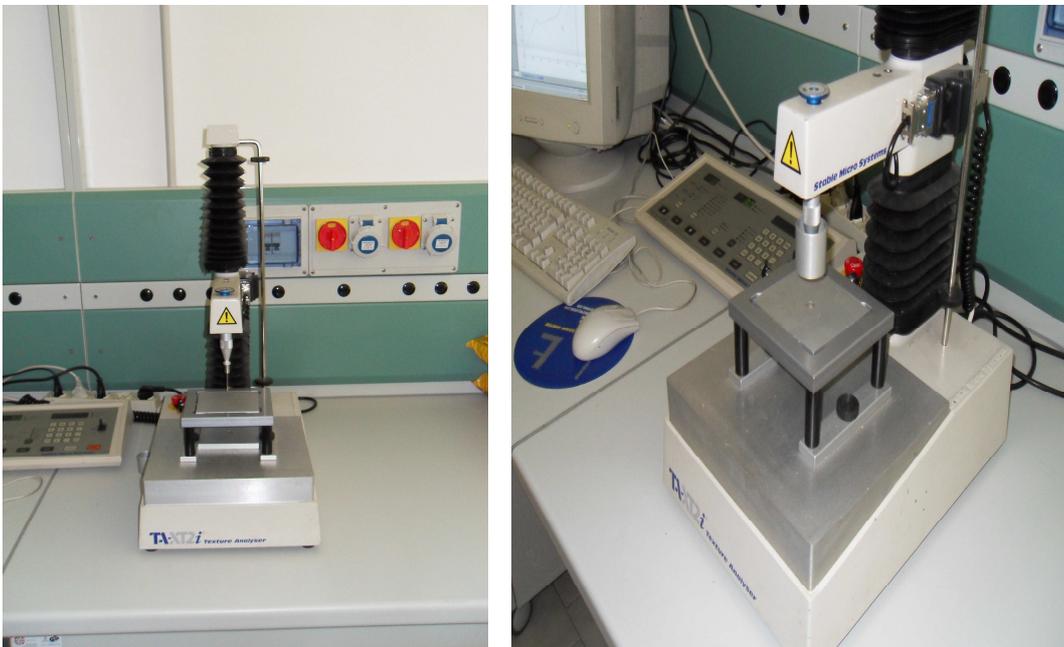
## 2.1 – Il Texture Analyzer

E lo strumento maggiormente usato oggi in campo alimentare, per le analisi di struttura; in grado di applicare ad un campione sollecitazioni di varia natura misurando la velocità, la deformazione e la forza.

Le parti fondamentali che lo costituiscono sono:

- la cella di carico che si trova nel braccio mobile in senso verticale
- un apparato di misura costituito da una sonda, diversa a seconda del test da effettuare
- un meccanismo per il movimento assiale
- un basamento di metallo su cui appoggiare il campione
- un motorino elettrico che permette i movimenti della sonda

Lo strumento è collegato ad un *personal computer*, il quale grazie ad un apposito software provvede all'acquisizione dei dati.



**Figura 7. Texture Analyzer**

Prima di iniziare un qualunque test, la macchina deve essere preparata in funzione di quello che si andrà a fare.

Si deve equipaggiare l'UTM con celle di carico opportune a seconda dello sforzo richiesto dal test, inserire sul braccio mobile del dinamometro le specifiche sonde e tarare opportunamente lo strumento in funzione del test da effettuare.

Il *software* di gestione va quindi a sistemare in modo preciso la sonda, alla distanza assegnata dal piano d'appoggio del campione dopo averlo toccato per discesa del braccio mobile.

A questo punto tutto è pronto per iniziare l'analisi desiderata.

Ogni prova si compone di ulteriori parametri operativi quali la velocità di esecuzione, la soglia di acquisizione, la frequenza di acquisizione, il senso di applicazione della forza e la distanza di applicazione della forza sul campione.

## 2.2 - La *Texture Analysis* applicata alle uve da vino

L'applicazione di questa tecnica innovativa sulle uve da vino è molto recente.

Nel 2003 si sono avute le prime prove in merito alla durezza della buccia grazie all'utilizzo di una sonda SMS P/2 ed una piattaforma HDP/90 (Rolle et al., 2007).

I principali test applicabili alle uve da vino sono: durezza buccia, spessore buccia, durezza vinaccioli, distacco del pedicello e TPA anche se ancora pochi sono stati gli studi in merito.

Nonostante ciò, già dai primi lavori svolti si è potuto subito constatare che i dati relativi alle proprietà fisiche degli acini sono delle importanti informazioni per valutare le caratteristiche qualitative dell'uva.

I dati ottenuti dalla *texture analysis*, una volta interpretati, potrebbero divenire validi strumenti per poter prendere decisioni in merito al momento della vendemmia, alle tecniche da utilizzare in macerazione e pigiatura.

Alcuni lavori in merito sono stati:

- esperienze condotte su uve nebbiolo, sulle quali si è riscontrata una estraibilità superiore del 10% circa (in soluzioni modello contenenti 12% di etanolo), in corrispondenza di quelle con buccia più dura
- analisi delle proprietà reologiche fatte su sei vitigni (Pino nero, Cabernet sauvignon, Nebbiolo, Barbera, Bracchetto e dolcetto), ha evidenziato un comportamento meccanico significativamente differente tra i vitigni studiati

La TPA si è dimostrata un efficace strumento per la caratterizzazione delle proprietà strutturali dell'uva da vino, con interessanti prospettive di applicazione in abbinamento all'analisi sensoriale.

### 3.0 – LE UVE UTILIZZATE NELLA SPERIMENTAZIONE

Le uve oggetto di studio in questo lavoro sono state la Corvina e il Corvinone per quanto riguarda la parte di *texture* mentre per la parte polifenolica mi sono occupato solo della Corvina.

#### 3.1 – *Corvina*



**Figura 8. Grappoli di uva Corvina**

#### **DENOMINAZIONE LATINA**

*Vitis vinifera sativa* var. Corvina o Cruinon o Corba o Corbina o Corniola o Corvina gentile o Corvina rizza

## **PIANTA DI ORIGINE**

Varietà a bacca rossa originaria della Valpolicella. E' diffusa in tutto il Veronese, ma è presente anche in Lombardia nella zona del Garda.

Vitigno vigoroso, caratterizzato da scarsa fertilità delle gemme basali ed una produttività da buona a elevata non sempre costante.

## **CARATTERI MORFOLOGICI**

**Grappolo:** di media grandezza, cilindrico piramidale, con ala spesso lunga, piuttosto compatto

**Foglia:** di media grandezza, pentagonale e penta lobata

**Acino:** medio, buccia di colore blu-violetto, pruinosa consistente

## **PRODOTTI OTTENUTI**

Fornisce un vino di colore rosso rubino più o meno intenso, con sapore acidulo, un po' tannico, mediamente corposo e abbastanza duraturo.

Si presta anche per l'appassimento, in particolare il biotipo "gentile", cioè la Corvina con acino mediamente più piccolo del normale.

E' presente tra l'altro nei vini monovitigno Garda DOC, Provincia di Verona IGT e Veneto IGT.

## **COLTIVAZIONE**

Vitigno mediamente rustico, adatto alle zone collinari con terreni più leggeri e in quelli meglio esposti, allevato in modo tradizionale

**Epoca di maturazione:** medio-tardiva

La raccolta viene effettuata manualmente tra la fine di settembre e l'inizio di ottobre

## NOTE

Frutto calorico perché contiene zuccheri semplici molto digeribili. Contiene anche vitamine (C, PP, gruppo B), acidi organici e sali minerali, e numerose altre sostanze come tannini, flavonoidi e antociani.

Ha effetti energetici, rimineralizzanti, disintossicanti, rinfrescanti, colagoghi, diuretici, lassativi.

Ha un potere saziante molto basso, fatto che bisogna tener presente dato il suo alto potere calorico.(Boni Paolo)

Ha molte sottovarietà fra cui la Corvina piccola (o Corvina gentile), la Corvina media, la Cruina e la Corvina grossa (che non va confusa con il Corvinone). I sinonimi più conosciuti sono Corba, Corbina, Corgnola, Corvina Nera, Corvina Reale, Corvina Doppia e Rizza.

### 3.2 - Corvinone



Figura 9. Grappoli di uva Corvinone

### DENOMINAZIONE LATINA

*Vitis vinifera sativa* var. Corvinone o Cruinon o Corvinon

## **PIANTA DI ORIGINE**

Vitigno per lungo tempo identificato come Corvina veronese grossa, solo recentemente ha goduto di una propria identità ampelografia.

Vitigno vigoroso, caratterizzato da produttività buona, presente nei vigneti Veneti, soprattutto in Valpolicella (VR)

## **CARATTERI MORFOLOGICI**

**Foglia:** grande, pentagonale allungata, pentalobata

**Grappolo:** grande, piramidale, compatto e con una o più ali

**Acino:** grande, ellissoidale con buccia pruinosa di colore blu-scuro

## **PRODOTTI OTTENUTI**

Fornisce un vino di colore rosso rubino, con profumi intensi, fruttati, a volte speziati e con buona corposità e tannicità.

Molto adatto anche all'appassimento, per la produzione di Amarone e di Recioto della Valpolicella

## **COLTIVAZIONE**

Vitigno rustico che predilige zone collinari con terreni magri e ben esposti, allevato in modo tradizionale

**Epoca di maturazione:** medio-tardiva

La raccolta viene effettuata manualmente.

## **NOTE**

Frutto calorico perché contiene zuccheri semplici molto digeribili. Contiene anche vitamine (C, PP, gruppo B), acidi organici e sali minerali, e numerose altre sostanze come tannini, flavonoidi e antociani.

Ha effetti energetici, rimineralizzanti, disintossicanti, rinfrescanti, colagoghi, diuretici, lassativi.

## 4.0 – SCOPO DEL LAVORO

Vista la scarsità di dati e di lavori bibliografici in merito alle proprietà meccaniche delle uve ed il loro confronto con lo stato di maturità delle stesse, lo scopo di questo lavoro è stato quello di contribuire ad aumentare le conoscenze su questi aspetti.

Si è proposto di monitorare diversi parametri meccanici (*Texture Analysis*) sulle uve di due vitigni veronesi; si tratta di: Corvia e Corvinone messe ad appassire in celle termo-igro condizionate. La durata della prova è stata di 45gg a partire dalla data di vendemmia.

I dati sono stati rilevati in tre momenti differenti, alla raccolta, dopo i primi 15gg e a fine appassimento.

Le condizioni di sovra maturazione sono state tre, diversificate per quanto riguarda temperatura ed umidità.

Si è inoltre provato ad accostare i risultati delle proprietà meccaniche con i dati chimici (quadro polifenolico) di una di queste due varietà: la Corvina in questo caso, per aver modo di verificare se possono esistere legami e correlazioni tra i dati fisici dell'acino e il suo contenuto in sostanze fenoliche.

Anche se il lavoro di ricerca è ancora agli inizi, la *Texture Analysis* si è dimostrata un efficace strumento per la conoscenza della qualità dell'uva.

Le informazioni che essa può dare possono integrare favorevolmente i dati chimici e sensoriali e fornire all'enologo un quadro più completo che servirà per poter prendere le giuste decisioni.

## 5.0 - MATERIALI E METODI

### 5.1 – Condizioni di appassimento

Le uve sono state sottoposte alla tecnica dell'appassimento, verificatosi a diverse condizioni di temperatura ed umidità.

Le prove sono state suddivise in:

- Microambienti, ovvero box contenenti all'incirca 10 kg di uva ed un sale atto a mantenere un determinato livello di umidità, infine posti in celle dove è possibile stabilire la temperatura voluta
- Micro-fruttai, ovvero l'uva, in cassette, è stata posta in celle dove si possono decidere i valori di umidità relativa e temperatura

Le celle utilizzate sono state tre, soprannominate con le lettere A, B e C.

Cella **A**: Temperatura 15°C

Umidità relativa 45%

Cella **B**: Temperatura 6°C

Umidità relativa 45%

Cella **C**: Temperatura 15°C

Umidità relativa 80%

La prova è durata 45gg a partire dalla data di raccolta, i campioni di uve sono stati analizzati: al momento della vendemmia, dopo i primi 15gg e a fine appassimento.

### 5.2 – Modalità di campionamento

In questo lavoro sperimentale, le uve analizzate sono state la Corvina e il Corvinone.

Il campionamento è stato fatto in modo randomizzato sia alla raccolta che durante il periodo di appassimento ed è avvenuto prelevando circa 200 acini in vigneto prima, altrettanti per ogni campione in cella termoigrocondizionata poi.

## 5.3 – Analisi chimiche

Lo studio della componente polifenolica dell'uva Corvina è stata eseguita utilizzando i metodi di analisi descritti da Di Stefano e Cravero (1991), derivati dai metodi per i vini messi a punto dagli stessi autori e da Wulf e Nagel (1978).

Le analisi spettrofotometriche sono state eseguite mediante uno spettrofotometro a doppio raggio Shimadzu UV-1800.

### 5.3.1 - Solventi e reattivi

Solventi: etanolo 95%, metanolo, acqua;

Reagenti: vanillina

Reattivi: HCL concentrato

Soluzioni:

- soluzione tampone a pH 3,20: 5g di acido tartarico, 22 mL di idrossido di sodio 1N, 2 g di sodio metabisolfito, 120 mL di alcol etilico 95% e porto a volume di 1L con acqua
- soluzione di HCl concentrato contenente  $300 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (si deve preparare giornalmente);
- etanolo cloridrico: etanolo 95%, acqua, acido cloridrico conc.in rapporto 70:30:1;
- soluzione di vanillina al 4% in metanolo (si deve preparare giornalmente).

### 5.3.2 – Analisi dei composti fenolici

Per lo studio dei composti fenolici presenti nelle uve si fa riferimento al protocollo messo a punto di Di Stefano e Cravero (1991) che prevede l'estrazione dei polifenoli della buccia e dei vinaccioli in soluzione idroalcolica e successive analisi sull'estratto.

#### Campionamento dell'uva

Il campionamento degli acini è stato eseguito per la prima volta al momento della raccolta e per i successivi punti direttamente in cella condizionata dove è stata posta ad appassire in precise condizioni di temperatura ed umidità. Si staccano dai grappoli circa 200-300 acini con pedicello, prelevandoli in tutte le sue parti in modo casuale.

Da questo insieme di acini si prelevano, in modo aleatorio, 30 acini suddivisi in 3 gruppi di 10 acini ciascuno, formando così 3 ripetizioni dello stesso insieme.

Questi 3 gruppi vengono trattati separatamente per tutte le operazioni successive.

Le ripetizioni vengono poi pesate per ottenere il peso dei 10 acini.

#### Estrazione

L'estrazione delle sostanze fenoliche avviene in modo separato e leggermente diverso per quanto riguarda le bucce rispetto ai vinaccioli.

**Estratto bucce.** I dieci acini di ogni ripetizione vengono accuratamente pelati uno ad uno separando il più possibile la buccia dalla polpa. L'epicarpo così ottenuto viene ancora asciugato su carta assorbente ed immerso in un barattolo (falcon) contenente 40 mL di soluzione tampone a pH 3,20: la pesatura del barattolo prima e dopo l'aggiunta delle bucce permette di ottenere il peso delle stesse ottenute dai 10 acini.

Dopo un periodo di infusione di almeno 24 ore si può procedere alla frullatura: effettuata con un Ultraturrax T25 alla velocità di 8000 giri  $\text{min}^{-1}$  e per un tempo di 1 minuto suddiviso in due tempi da trenta secondi ciascuno, andando a ripulire la lama nel tempo intermedio. Il frullato così ottenuto si centrifuga a 7000 giri  $\text{min}^{-1}$  per 5 minuti: si preleva il surnatante e si porta a 50mL con soluzione tampone a pH 3,20.

La conservazione dell'estratto deve avvenire alla temperatura di -20°C.

**Estratto vinaccioli.** Contemporaneamente alla pelatura delle bucce vengono anche separati i vinaccioli presenti nei 10 acini, separati dall'eventuale polpa attaccata, contati, asciugati per bene ed immersi in un recipiente contenente questa volta 25 ml di soluzione tampone a pH 3,20. Anche in questo caso con la pesatura dei barattoli effettuata prima e dopo si determina il peso dei semi.

A questo punto i contenitori sono posti in termostato per 6 giorni alla temperatura costante di 25°C.

Completata l'estrazione vengono eliminati i vinaccioli dalla soluzione e portata a 50 mL (con la soluzione tampone a pH 3,20). Si conserva l'estratto ottenuto alla temperatura di -20°C.

### Analisi eseguite sull'estratto di bucce e vinaccioli

Sono state eseguite sugli estratti le seguenti analisi:

- indice di antociani totali (solo sull'estratto di bucce);
- indice di flavonoidi totali;
- indice di proantocianidine;
- indice di flavanoli reattivi alla vanillina;
- profilo antocianico (solo sull'estratto di bucce).

### 5.3.3 - Indice di antociani totali

Questo indice permette di valutare il contenuto di sostanze coloranti presenti nel campione mediante la determinazione del massimo di assorbimento nello spettro visibile .

L'estratto di bucce è stato diluito del 5% cioè 20 volte e portato a volume con etanolo cloridrico. Si registra lo spettro di assorbimento nel visibile dopo aver tracciato una linea di base nello strumento con etanolo cloridrico. Lo spettro tracciato darà il massimo di

assorbimento a 536 nm per i campioni contenenti antociani trisostituiti e a 540 nm per quelli contenenti in prevalenza antociani disostituiti utilizzando cuvette in quarzo aventi un P.O di 1 cm.

Il valore così ottenuto permette di risalire all'indice di antociani totali , espresso in mg kg<sup>-1</sup> di uva come malvidin-3-O-glucoside, con la seguente relazione:

$$AT (mg\ kg^{-1}\ di\ uva) = A_{536/540} \cdot 16,17 \cdot d \cdot V/P$$

Dove *A* è l'assorbanza al massimo del visibile, **16,17** il coefficiente di assorbimento molare della malvidin-3-O-glucoside in etanolo cloridrico, *d* il numero di diluizioni effettuate sull'estratto, *V* il volume di estratto iniziale, *P* il peso dei 10 acini.

#### 5.3.4 - Indice di flavonoidi totali

L'indice di flavonoidi totali permette di valutare il contenuto di questi ultimi sia nell'estratto di bucce che di vinaccioli dal momento che entrambe le parti ne sono ricche.

Per quanto riguarda il contenuto nelle bucce l'analisi viene eseguita in contemporanea con quella per la determinazione dell'indice di antociani totali con il solo accorgimento di estendere lo spettro di assorbimento da 230 a 700nm.

Per i vinaccioli il procedimento è leggermente diverso infatti, l'estratto di semi viene diluito al 5% (20 diluizioni) in acqua, lo spettro viene registrato sempre su un P.O di 1cm ma con una linea di base registrata contro acqua.

Una volta ottenuto lo spettro si deve procedere alla correzione dello stesso tramite metodo grafico per eliminare il contributo delle sostanze interferenti.

L'indice di flavonoidi totali (FT) espresso in mg kg<sup>-1</sup> di uva come (+) catechina si ottiene applicando la seguente formula:

$$FT\ mg\ kg^{-1}\ di\ uva = A \cdot 82,4 \cdot d \cdot V/P$$

dove  $A$  è l'assorbanza misurata alla lunghezza d'onda di 280 nm corretta con il metodo grafico,  $82,4$  il rapporto tra la concentrazione di una soluzione standard di (+) catechina e la sua assorbanza corretta,  $d$  il numero di diluizioni fatte sull'estratto,  $V$  il volume di estratto iniziale,  $P$  il peso dei 10 acini.

### Metodo di correzione grafica

Prevede di tracciare una linea tangente allo spettro sottesa al punto massimo a partire dal punto minimo a sinistra..

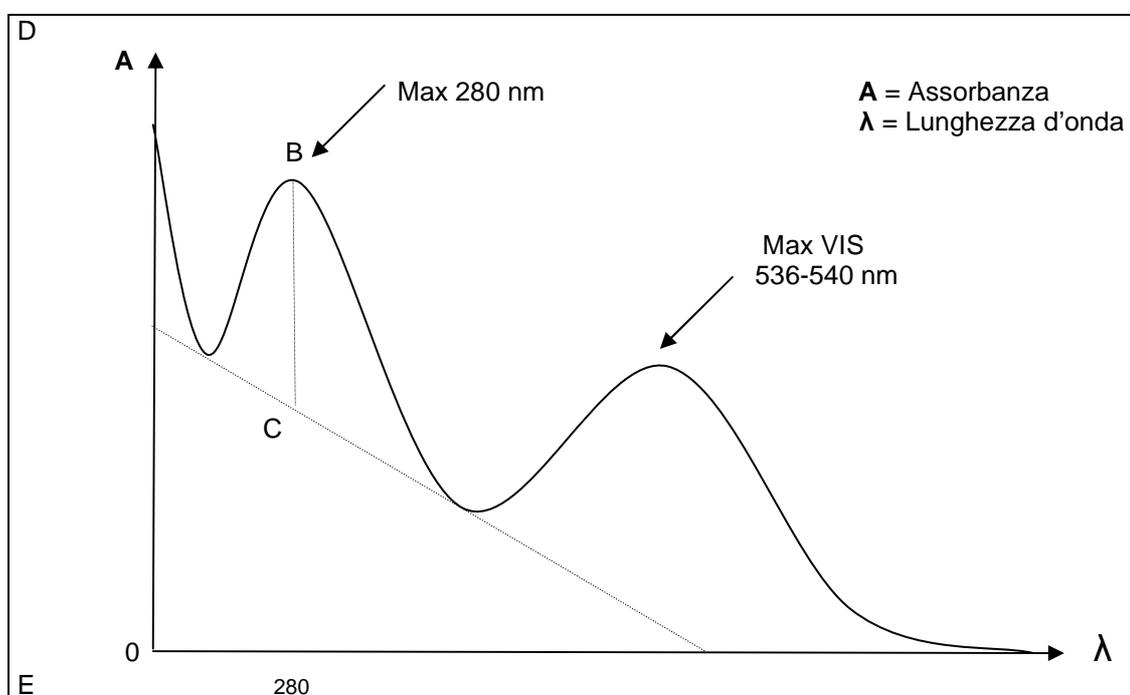


Figura 10. Metodo grafico per determinare i flavonoidi totali

Si considera l'assorbanza corrispondente al segmento BC perpendicolare all'asse delle  $\lambda$  condotto dal punto di max a 280 nm (B) fino alla tangente (C).

Il metodo grafico permette di correggere il valore di  $A_{280}$  dalle interferenze di altri componenti. Si risale all'assorbanza corretta dei flavonoidi con la relazione che segue in riferimento alla figura 13:

$$A_{280} = (BC/DE) \cdot \Delta A$$

In cui  $A_{280}$  è l'assorbanza dei flavonoidi a 280 nm, e  $\Delta A$  il valore di assorbanza della scala del grafico riferibile al segmento *DE*.

### 5.3.5 - Indice di proantocianidine

L'indice di proantocianidine serve per valutare il contenuto di tannini condensati presenti nell'estratto di bucce e di vinaccioli.

Per determinare la quantità di proantocianidine si procede a colorarle in ambiente acido e a caldo, correggendo poi i risultati con il metodo grafico per sottrarre i contributi dei polimeri bruni che si formano dalle catechine (Di Stefano et al., 1989).

In un tubo da saggio con collo smerigliato e avvolto nella carta stagnola vado quindi a mettere 12,3 mL di etanolo 95%, 0,2 mL di estratto e procedo a raffreddare il tutto in una bacinella contenente acqua e ghiaccio per evitare l'avvio della reazione.

Aggiungo ora 12,5 ml di soluzione di HCl concentrato contenente  $300 \text{ mg L}^{-1}$  di  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$  (per catalizzare la reazione) e vado ad effettuare la lettura spettrofotometrica con range di 360-700 nm, su linea di base registrata con acqua e servendosi di cuvette monouso in plastica aventi P.O di 1 cm.

Ottingo così uno spettro denominato bianco, utile alla correzione dell'interferenza dovuta agli antociani presenti (questa lettura non viene fatta nel caso dell'analisi dell'estratto di vinaccioli). L'aliquota di campione utilizzato per la lettura viene reintrodotta nel tubo da saggio al quale viene applicata una colonna in vetro per evitare la caduta dei vapori di HCl e messo a scaldare in un bagno di acqua bollente per 50 minuti.

Ciò deve avvenire al riparo della luce diretta ed è per questo che il tubo viene completamente avvolto nella carta stagnola.

Trascorsi i 50 minuti, si toglie il tubo dal bagno e si mette nuovamente a raffreddare in acqua e ghiaccio per qualche minuto; si procede alla registrazione del nuovo spettro di assorbimento (denominato rosso) nelle stesse condizioni del precedente bianco.

I due spettri devono essere corretti con il metodo grafico visto in precedenza per i flavonoidi per ottenere due valori corretti di assorbanza a 532 nm:  $A_{\text{bianco}}$  e  $A_{\text{rosso}}$ .

L'indice di proantocianidine (PC), espressa come cianidina cloruro si calcola con la seguente formula:

$$PC \text{ mg kg}^{-1} \text{ di uva} = (A_{\text{rosso}} - A_{\text{bianco}}) \cdot 1162,5 \cdot 1/0,2 \text{ ml} \cdot V/P$$

dove  $A_{\text{bianco}}$  e  $A_{\text{rosso}}$  sono i valori di assorbanza a 532 nm relativi ai due spettri corretti con il metodo di correzione grafica, **1162,5** deriva dall'analisi di soluzioni standard di cianidina, **0,2 mL** è il volume di estratto utilizzato per l'analisi, **V** il volume di estratto di bucce o vinaccioli, **P** il peso dei 10 acini.

### 5.3.6 - Indice di flavanoli reattivi alla vanillina

Questo indice è importante perché la vanillina va a reagire con le posizioni 6 e 8 dei flavanoli; si può quindi determinare la presenza di flavanoli liberi nell'estratto di bucce o vinaccioli. Si diluisce l'estratto al 10% (10 diluizioni) con metanolo.

Occorrono due tubi da saggio per ogni campione:

- in uno si mettono 0,5 mL di estratto diluito + 3 mL di metanolo (bianco)
- nell'altro sempre 0,5 mL di estratto diluito + 3 mL di vanillina (campione)

Si pongono a questo punto i tubi in acqua fredda e ghiaccio e si aggiungono entrambi di 1,5 mL di HCl concentrato: si agitano con un agitatore a vibrazione per tubi da saggio e si lasciano a riposo, al buio, per 15 minuti.

Si va quindi a leggere l'assorbanza a 500 nm su P.O di 1 cm contro acqua ottenendo i valori corrispettivi:  $A_{\text{bianco}}$  e  $A_{\text{campione}}$ .

La differenza tra questi due valori mi dà il  $\Delta A$  cioè il numero che mi permette di utilizzare una relazione piuttosto che un'altra nella determinazione dell'indice di flavanoli reattivi alla vanillina, espresso come (+) catechina:

$$\Delta A \text{ tra } 0,02 \text{ e } 0,05 \rightarrow FRV \text{ mg kg}^{-1} \text{ di uva} = [(277,26 \cdot \Delta A) - 3,58] \cdot 10 \cdot V/P$$

$$\Delta A \text{ tra } 0,05 \text{ e } 0,18 \rightarrow FRV \text{ mg kg}^{-1} \text{ di uva} = [(250 \cdot \Delta A) - 3,25] \cdot 10 \cdot V/P$$

$$\Delta A \text{ tra } 0,19 \text{ e } 0,83 \rightarrow FRV \text{ mg kg}^{-1} \text{ di uva} = [(314,23 \cdot \Delta A) - 12,91] \cdot 10 \cdot V/P$$

Dove  $\Delta A$  è la differenza tra l'assorbanza del campione e quella del bianco,  $10$  sono le diluizioni fatte in metanolo dell'estratto,  $V$  il volume iniziale di estratto e  $P$  il peso dei 10 acini.

### 5.3.7 - Profilo antocianico

Avere il profilo antocianico di un uva vuol dire conoscere in modo dettagliato la quantità delle diverse antocianidine presenti nelle bucce che potranno passare al vino.

Per ottenere ciò occorre inizialmente far passare un'aliquota del mio estratto attraverso una cartuccia Sep-Pak C<sub>18</sub> dopo averla attivata facendo scorrere: 3 mL di metanolo e 2 mL di H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> 0,01 N per il lavaggio. Una volta vuota introduco 2 mL di estratto + 2 mL di 2 mL di H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> 0,1 N. In questo modo gli antociani vengono trattenuti dalla cartuccia che viene ancora lavata con altri 2 mL di H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> 0,01 N per eliminare tracce della matrice.

Si raccolgono ora gli antociani mettendo nella cartuccia 2 mL di metanolo e facendo finire il liquido rosso in uscita in un pallone da 50 mL con collo smerigliato da mettere all'evaporatore rotativo (Rotavapor R210). Mediante quest'ultimo si procede all'evaporazione del metanolo contenuto nel pallone fino a che non rimane un piccolo strato rosso aderente alle pareti del pallone. Gli antociani sono ora raccolti in 1 mL di una soluzione di metanolo e H<sub>3</sub> PO<sub>4</sub> 10<sup>-3</sup> in rapporto 60:40.

Questa piccola quantità di liquido viene filtrata su membrana 0,25 μm e raccolto in un vial per l'analisi HPLC. Il sistema HPLC è dotato di autocampionatore.

Il cromatogramma che si ottiene viene elaborato dal software che ci fornisce le aree dei picchi cromatografici relativi alle antocianidine presenti.

Il rapporto tra le aree dei singoli picchi e la loro somma permette di calcolare la quantità in percentuale di ogni singola antocianidina.

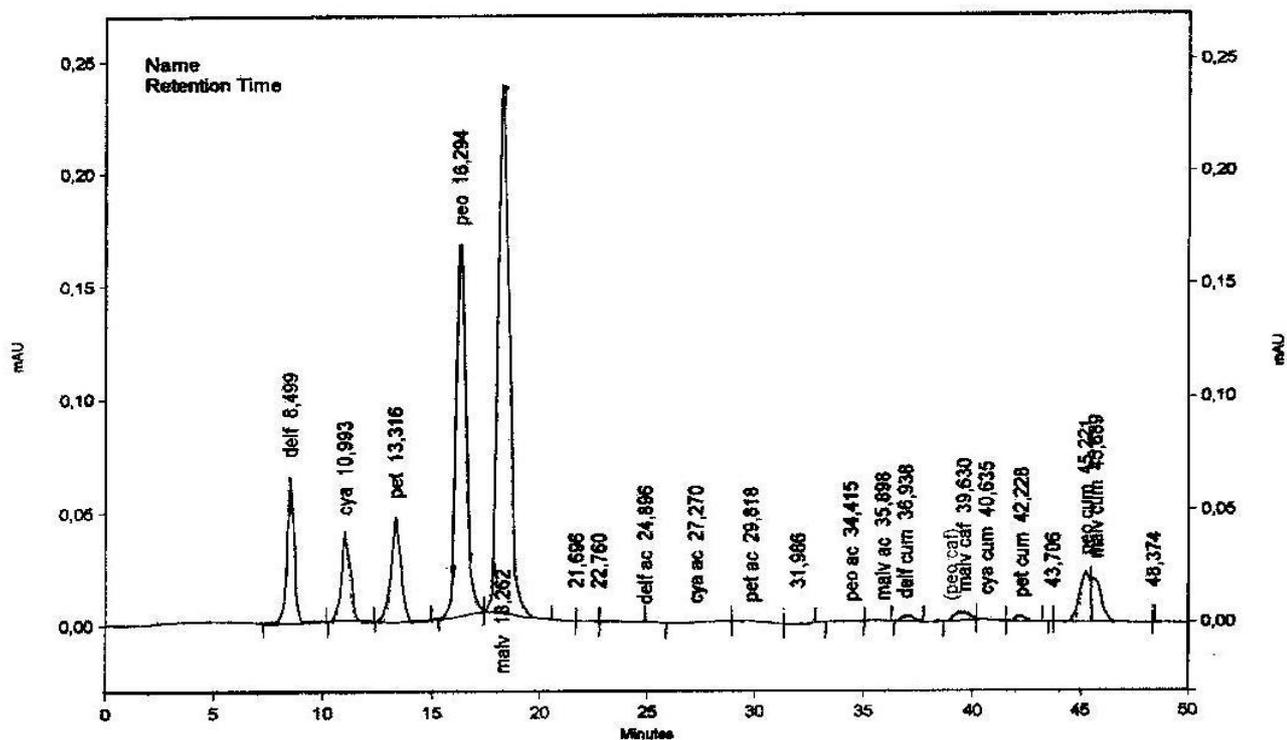


Figura 11. Cromatogramma, ogni picco corrisponde ad una antocianidina

Name	Retention Time	Area	Area Percent	Height
delf	8,437	318289	4,485	13331
cya	10,919	398160	5,610	15144
pet	13,242	334085	4,707	10874
peo	16,237	2351208	33,128	74914
malv	18,217	2726499	38,416	77818
delf ac	22,801	4131	0,058	22
cya ac	27,403	7394	0,104	114
pet ac	29,594	14725	0,207	306
peo ac	33,977	32092	0,452	461
malv ac	35,576	22150	0,312	489
delf cum	36,328	18428	0,260	70
peo caf				
malv caf	39,240	144004	2,029	2819
cya cum	40,463	31288	0,441	1190
pet cum	42,142	30989	0,437	937
peo cum	45,212	358348	5,049	11826
malv cum	45,684	296884	4,183	9543
Totals		7088674	99,877	219858

Figura 12. Tempo di ritenzione, area, area percentuale ed altezza dei picchi relativi alle diverse antocianidine.

## 5.4 – Analisi meccaniche

Fondamentalmente i test applicati alle uve si possono classificare in tre categorie:

- Test di penetrazione;
- Test di compressione;
- Test di trazione.

Dall'elaborazione delle curve di deformazione ottenute con i diversi test, si possono valutare diverse proprietà meccaniche, quali lo spessore e la durezza della buccia, la facilità di distacco del pedicello, il TPA, la consistenza degli acini, il grado di lignificazione dei vinaccioli.

<b>Test</b>	<b>Proprietà meccaniche</b>
Durezza della buccia	Forza rottura buccia (N) Energia rottura buccia (mJ)
Spessore della buccia	Spessore buccia ( $\mu\text{m}$ )
Durezza dei vinaccioli	Forza rottura vinacciolo (N) Energia rottura vinacciolo (mJ) Indice di deformazione (%)
Distacco del pedicello	Forza distacco pedicello (N) Energia distacco pedicello (mJ)
TPA	Durezza (N) Elasticità (mm) Masticabilità (mJ) Resilienza (-) Coesività (-) Gommosità (N)

**Tabella 2. Principali parametri valutati nelle uve da vino**

Studi e prove effettuati su diverse varietà di uve da vino hanno permesso di affermare, anche se in modo non ancora molto approfondito, che il monitoraggio delle caratteristiche strutturali della bacca possono rappresentare un utile informazione per la valutazione delle caratteristiche qualitative dell'uva e in seconda battuta per scoprirne i composti chimici e l'eventuale data di raccolta.

Solo attraverso la conoscenza completa delle caratteristiche fisiche e chimiche infatti si può impostare una corretta tecnica di vinificazione utile a valorizzare al massimo le potenzialità enologiche delle uve.

Tutte le analisi strutturali effettuate in questo lavoro sono state svolte con uno strumento “*Universal Testing Machine TAxT2i Texture Analyzer (Stable Micro System, UK)*” equipaggiato con una cella di carico da 5 Kg ed una piattaforma HDP/90.

Tutte le acquisizioni sono avvenute grazie ad un *software* dedicato, il *Texture Expert Exceed* versione 2.54, fornito insieme allo strumento, operante in ambiente *Windows*.

#### 5.4.1 – Durezza Buccia

La durezza della buccia è valutata come resistenza opposta alla perforazione di una sonda ad ago e misurata come forza massima di rottura ( $F_{sk}$ ) o come energia richiesta per vincere tale resistenza ( $W_{sk}$ ) rappresentata dall'area sottesa alla curva compresa tra il punto 0 di *tigger*, cioè il punto di contatto della sonda con il campione ed il punto in cui la sonda riesce a ledere completamente la buccia (yield point).

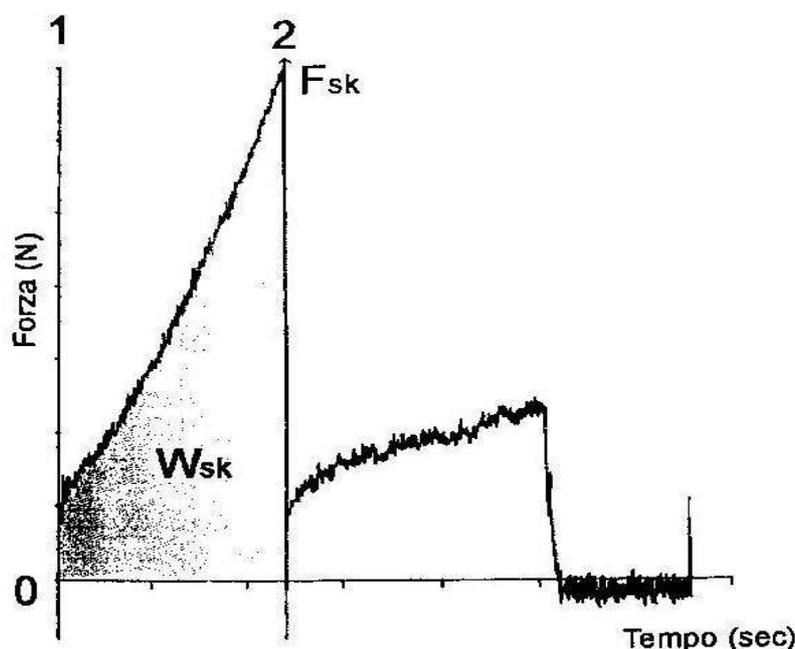


Figura 13. Curva esemplificativa forza-tempo relativa alla forza di penetrazione ed energia di rottura

Il parametro della durezza non mostra differenze significative tra gli acini prelevati tra le diverse parti del grappolo (zona prossimale, zona mediana, zona basale), mentre risulta

fortemente influenzato dalla posizione sull'acino (zona apicale, zona equatoriale, zona distale) come rivelato su precedenti lavori effettuati su altri vitigni (Letaief et al., 2006).

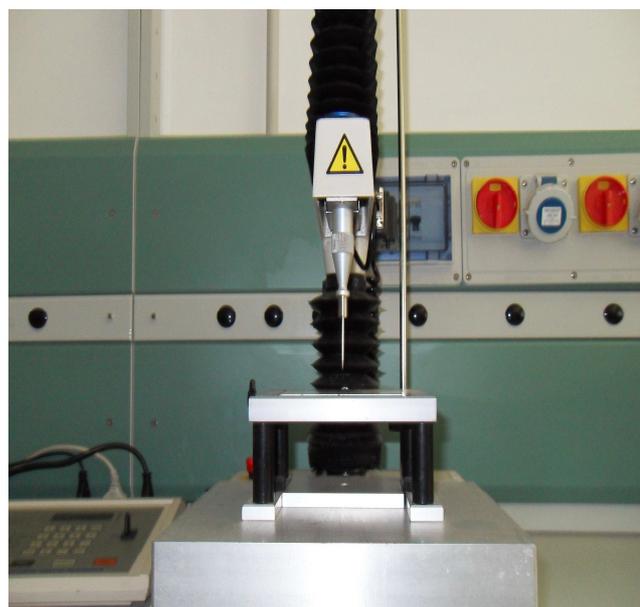
La zona equatoriale è quella che presenta una resistenza alla rottura maggiore ma nello stesso tempo una variabilità dei dati minore .

E comunque una misura molto interessante, in quanto legato all'estraibilità dei pigmenti antocianici (Rolle et al., 2008).

Per questa analisi sono stati prelevati in modo casuale 25 acini dal campione intero e sottoposti al test.

Dopo aver tarato la macchina sono esaminati gli acini ponendoli sulla piattaforma in modo che la sonda li possa bucare nella zona equatoriale cioè disposti con il pedicello su di un lato.

La sonda usata è una “SMS P/N Needle”, fatta ad ago, appuntita in modo da poter perforare la buccia.



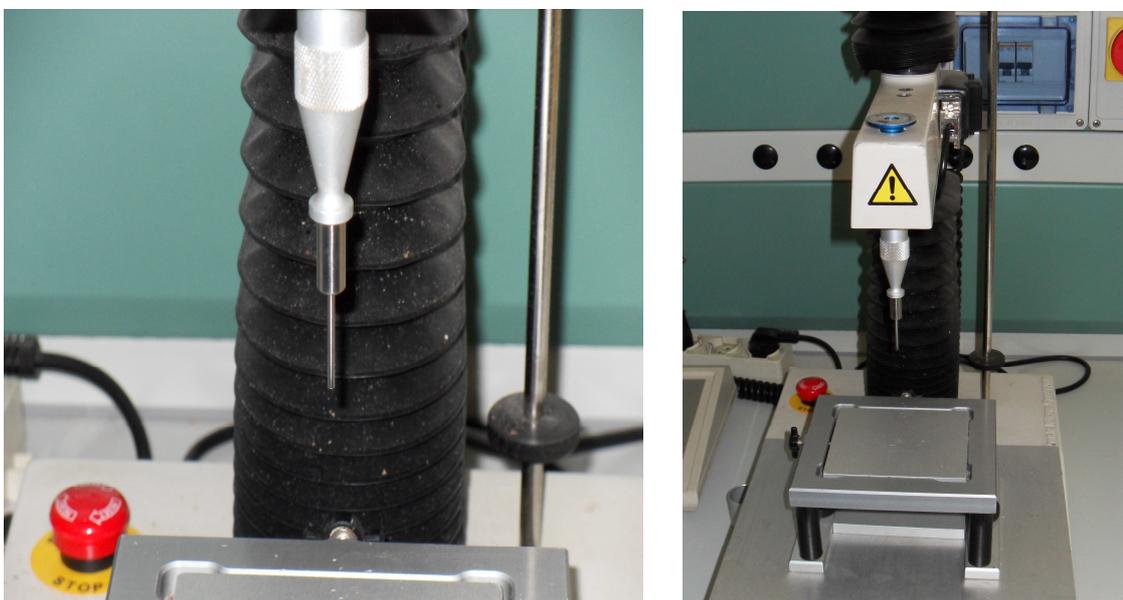
**Figura 14. Sonda utilizzata per il test di durezza della buccia**

### 5.4.2 - Spessore della buccia

Per questo test sono stati utilizzati sempre 25 acini ai quali è stata separata la buccia dalla polpa per mezzo di una spatolina di acciaio ricavando così un piccolo quadratino di buccia perfettamente privo di polpa ed asciutto.

È stato successivamente posto sulla base metallica e sottoposto al test.

La sonda usata in questo caso è una SMS P/2 a punta piatta, la quale comprimendo la buccia, ne misura lo spessore.



**Figura 15. Sonda utilizzata per il test dello spessore della buccia**

La preparazione del campione in quest'analisi risulta indispensabile per la determinazione del risultato.

La figura 8 rappresenta una tipica curva ottenuta dal test per la determinazione dello spessore della buccia ( $SP_{sk}$ ). Questo è dato dalla distanza, tra il punto 1 di contatto della sonda con la buccia (trigger) e la base della piattaforma su cui viene posto il campione (punto 2).

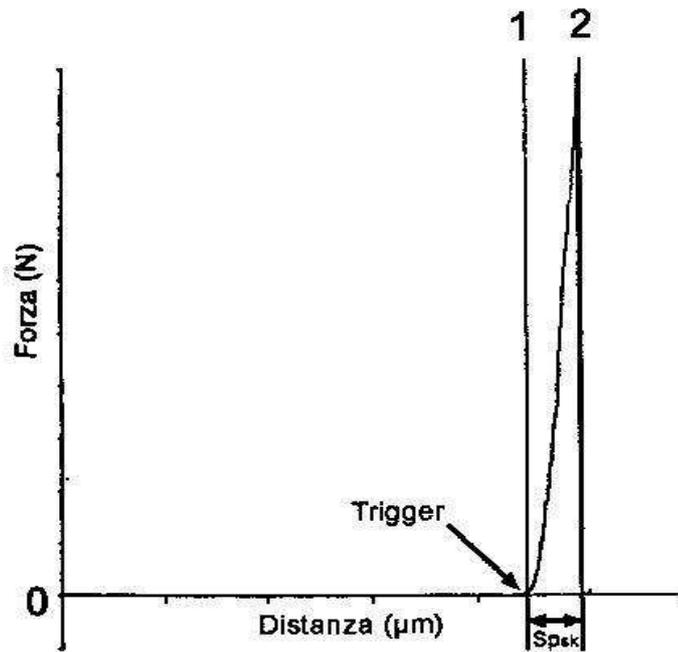
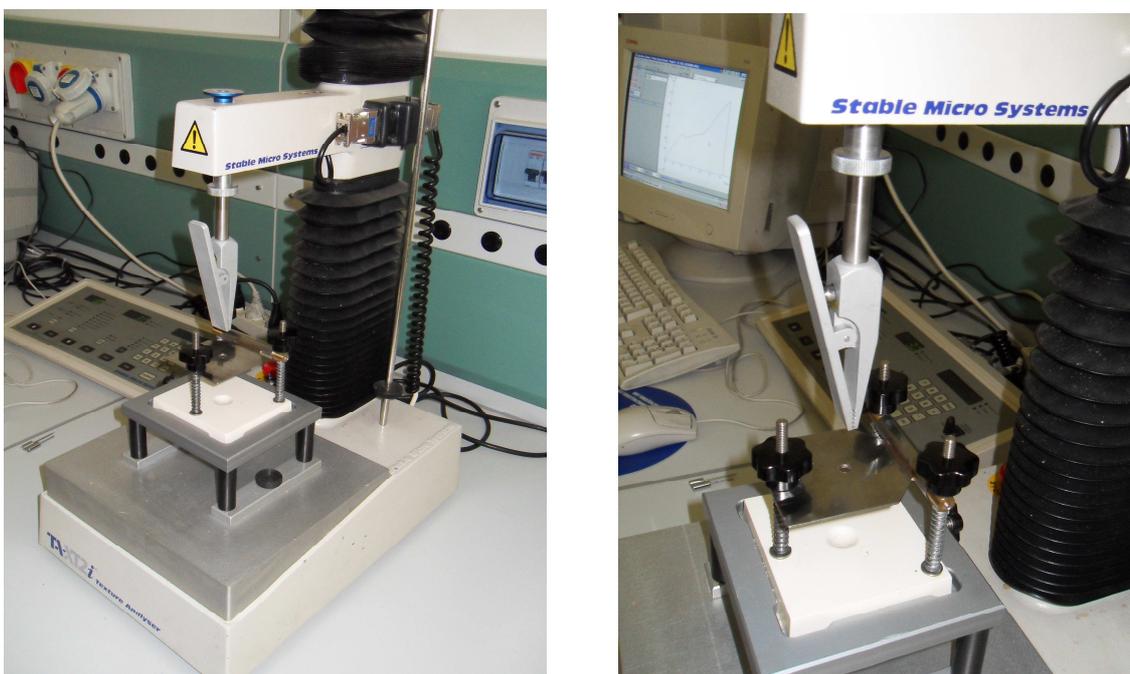


Figura 16. Curva esemplificativa forza-tempo relativa al test per la determinazione dello spessore della buccia

Per una corretta determinazione occorre accertarsi che la buccia sia disposta perfettamente in piano, senza pieghe che potrebbero alterare il risultato conseguito (Rolle et al., 2007).

### 5.4.3 – Distacco del pedicello

Per effettuare questo test è necessario sostituire la normale base con una piattaforma forata in grado di consentire l'aggancio del pedicello alla pinza che è attaccata al braccio mobile del *Texture Analyzer* e trattenere l'acino durante la risalita.



**Figura 17. Sonda utilizzata nel test di distacco del pedicello**

La figura 18 rappresenta una curva forza-tempo ottenuta con questo tipo di prova di trazione.

L'energia ( $W_p$ ) richiesta per vincere la resistenza allo strappo è rappresentata, come per gli altri test, dall'area sottesa alla curva tra il punto 0 di *tigger* e lo *yield point* ( $F_p$ ).

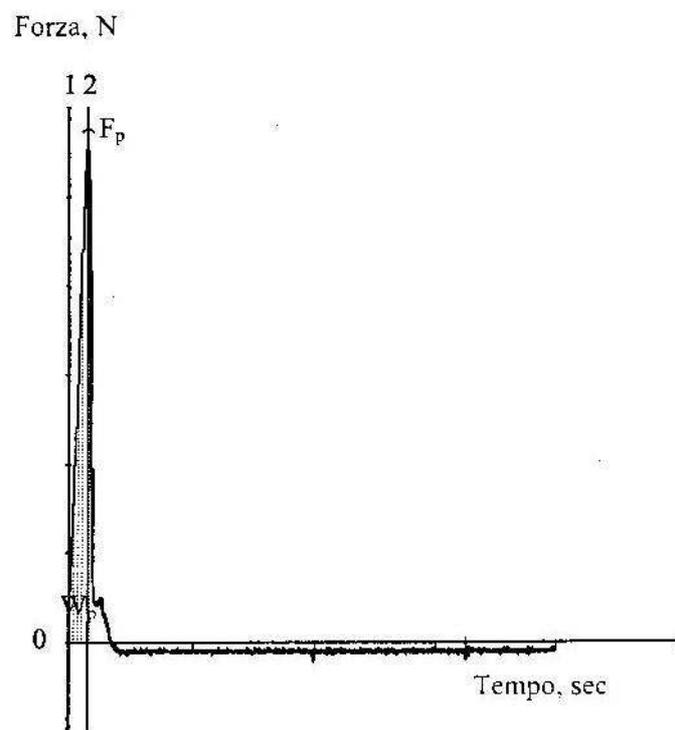


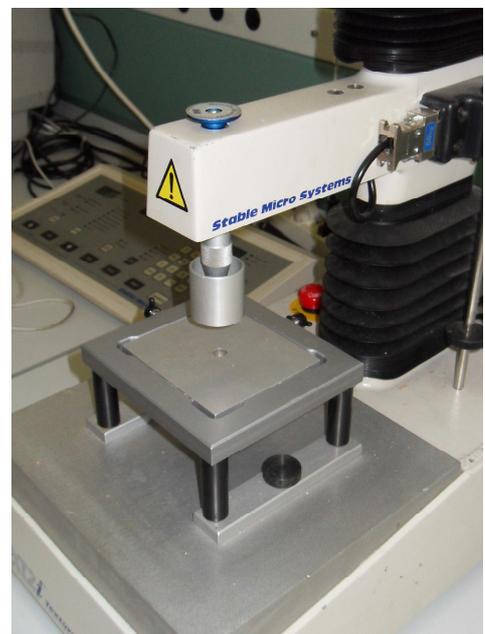
Figura 18. Curva esemplificativa forza-tempo relativa al test per la determinazione del distacco del pedicello

#### 5.4.4 – TPA, *Texture Profile Analysis*

Il TPA è anche noto come “*two bite test*”. Si tratta di un metodo di analisi di struttura oggettivo messo a punto da un ricercatore di nome Szczesniak nel 1963, che per primo definì i parametri utilizzati in questo metodo di analisi.

In un secondo momento, nel 1968, Bourne utilizzò il TPA effettuando la compressione due volte per meglio simulare la masticazione.

Viene utilizzata per questo test una sonda SMS P/35.



**Figura 19.** Sonda utilizzata per il test del TPA

Osservando la seguente curva forza-tempo si possono identificare una serie di parametri strutturali.

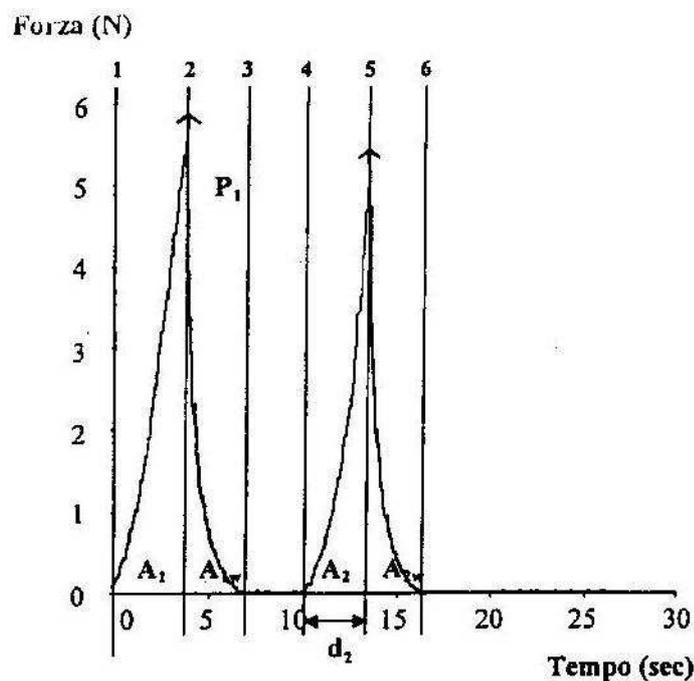


Figura 20. Curva esemplificativa forza-tempo relativa al test per la determinazione del TPA

I principali, ottenuti dal test TPA sono:

► Durezza definita come il picco massimo della forza, raggiunto dalla curva durante il primo ciclo di compressione, (P1)

► Elasticità è la funzione dell'altezza che il prodotto riacquista tra la fine della prima compressione e l'inizio della seconda. Si tratta quindi della capacità che ha un corpo deformato di ritornare nella sua forma originale.

► Coesività è il rapporto tra l'area della forza durante la seconda compressione e quella durante la prima  $(A_2 + A_{w2}) / (A_1 + A_{w1})$ . Rappresenta la funzione dei legami interni all'alimento stesso e viene valutata come la % di materiale disintegrato dopo l'azione meccanica.

▶ Gommosità cioè l'energia necessaria per sminuzzare e frantumare un alimento fino a quando non è pronto per la deglutizione. È considerata come il prodotto della coesività per la durezza.

▶ Masticabilità prodotto della gommosità per l'elasticità, espressa come energia necessaria a masticare un prodotto solido fino a renderne possibile la deglutizione.

▶ Resilienza misura di quanto riesce a recuperare un prodotto dopo la deformazione.

È il rapporto tra l'area positiva compresa tra il primo punto d'inversione (picco massimo e l'asse delle x e l'area positiva del primo ciclo.

## 6.0 – RISULTATI E DISCUSSIONI

### 6.1 – MONITORAGGIO DEI PARAMETRI MECCANICI SU CORVINONE

**Tabella 3. Dati relativi alla durezza buccia su uve Corvinone durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	DUREZZA BUCCIA						
		Forza rottura (N)			Area-FD (N/m)		Grad-FD (N/m)	
		X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	X	$\sigma$
"0" 29/10/2008	uve fresche	0,884	0,118	0	1,035	0,162	0,311	0,056
"1" 15gg 14/11/2008	A	0,616	0,210	-43,51	0,775	0,244	0,188	0,07
"2" 45gg 15/01/2009		0,352	0,164	-151,14	0,532	0,202	0,100	0,055
"1" 15gg 14/11/2008	B	0,804	0,145	-9,95	0,989	0,187	0,260	0,05
"2" 45gg 15/01/2009		0,383	0,150	-130,81	0,551	0,171	0,111	0,05
"1" 15gg 14/11/2008	C	0,799	0,170	-10,64	0,968	0,233	0,267	0,063
"2" 45gg 15/01/2009		0,433	0,132	-104,16	0,586	0,146	0,127	0,044

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

La forza necessaria a perforare la buccia ha avuto un calo maggiore sia dopo 15gg che dopo 45gg nella cella A, passando da 0,884 N per le uve fresche a 0,616 N in data 14/11/08 sino a 0,352 N il 15/01/09.

Nella cella B il calo c'è stato fino ad un valore di 0,383 N a fine prova.

Nelle condizioni di appassimento della C il decremento di forza dopo 15gg è stato maggiore che nella B ma dopo un ulteriore mese il dato era più alto che quello di quest'ultima. Questo spiega come le condizioni di temperatura ed umidità della C abbiano portato ad un ammorbidimento della buccia maggiore nei primi 15gg per poi rallentare rispetto alla B sino a 45gg.

**Tabella 4. Dati relativi allo spessore della buccia su uve Corvinone durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	SPESSORE BUCCIA		
		Spsk ( $\mu\text{m}$ )		
		X	$\sigma$	Var. %
"0" 29/10/2008	uva fresca	332	41	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	356	44	6,74
"2" 45gg 15/01/2009		279	34	-19,00
"1" 15gg 14/11/2008	B	378	40	12,17
"2" 45gg 15/01/2009		349	38	4,87
"1" 15gg 14/11/2008	C	371	46	10,51
"2" 45gg 15/01/2009		359	47	7,52

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

Nelle celle B e C, rispetto al dato di partenza riferito alle uve fresche, lo spessore è aumentato dopo i primi 15gg per poi scendere, pur rimanendo superiore a 332  $\mu\text{m}$ .

La percentuale di aumento di spessore a fine prova è stata del 5 % nella cella B e dell' 8 % nella C.

La diminuzione più consistente si è avuta nella cella A in cui ad un primo incremento è seguito un decremento al di sotto del valore iniziale sino a 279  $\mu\text{m}$  corrispondente ad un - 18 %. L'aumento maggiore dopo i primi 15gg invece si è registrato nella cella B con il raggiungimento di 378  $\mu\text{m}$  di spessore.

**Tabella 5. Dati relativi al distacco del pedicello su uve Corvinone durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	DISTACCO PEDICELLO				
		Forza distacco (N)			Area N.mm	
		X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$
"0" 29/10/2008	uve fresche	3,375	0,981	0	3,091	1,159
"1" 15gg 14/11/2008	A	3,185	1,022	-5,97	3,211	1,792
"2" 45gg 15/01/2009		2,145	0,639	-57,34	2,398	0,911
"1" 15gg 14/11/2008	B	3,870	1,155	12,79	3,670	1,701
"2" 45gg 15/01/2009		2,384	0,827	-41,57	2,138	0,756
"1" 15gg 14/11/2008	C	3,503	1,018	3,65	3,132	1,267
"2" 45gg 15/01/2009		2,540	0,787	-32,87	2,247	1,021

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

In tutte e tre le condizioni di temperatura ed umidità controllate i valori di forza necessaria al distacco del pedicello sono diminuite dopo 45gg rispetto al dato misurato sulle uve fresche.

Diverso è stato il comportamento che si avuto dopo soli 15gg di appassimento, con due delle tre celle che necessitavano di una forza superiore a quella di partenza e una sola, la A che già decresceva di intensità.

L'incremento maggiore c'è stato nella cella B con un valore di 3,870 N divenuti poi 2,384 N a fine prova contro i 2,540 N misurati nella cella C che aveva un valore di 3,503 N dopo i primi 15gg . Questo dimostra che le condizioni della cella B hanno permesso un calo di forza necessaria al distacco del pedicello, maggiore nel mese successivo al 14/11/08 rispetto a quanto abbiano fatto quelle della cella C.

Nel caso della cella A i cali sono stati in assoluto i più vistosi e già presenti dopo 15gg.

**Tabella 6. Dati relativi al TPA su uve Corvinone durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	TPA								
		Durezza (N)			Coesività (-)			Gommosità (N)		
		X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%
"0" 29/10/2008	uve fresche	3,429	0,681	0	0,739	0,020	0	2,535	0,512	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	1,859	0,567	-84	0,641	0,043	-15	1,207	0,419	-110
"2" 45gg 15/01/2009		0,458	0,277	-649	0,641	0,094	-15	0,305	0,196	-731
"1" 15gg 14/11/2008	B	2,832	0,928	-21	0,681	0,048	-9	1,953	0,726	-30
"2" 45gg 15/01/2009		0,745	0,351	-360	0,613	0,066	-21	0,463	0,233	-448
"1" 15gg 14/11/2008	C	3,214	0,851	-7	0,693	0,034	-7	2,242	0,645	-13
"2" 45gg 15/01/2009		0,850	0,528	-303	0,623	0,067	-19	0,537	0,344	-372

PUNTO	CELLA	TPA								
		Elasticità (mm)			Masticabilità (mJ)			Resilienza (-)		
		X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%
"0" 29/10/2008	uve fresche	2,213	0,198	0	5,685	1,516	0	0,370	0,020	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	1,662	0,194	-33	2,046	0,847	-178	0,291	0,031	-27
"2" 45gg 15/01/2009		1,650	0,352	-34	0,527	0,365	-979	0,254	0,064	-46
"1" 15gg 14/11/2008	B	2,100	0,304	-5	4,281	2,250	-33	0,323	0,040	-15
"2" 45gg 15/01/2009		1,711	0,344	-29	0,813	0,492	-599	0,228	0,036	-62
"1" 15gg 14/11/2008	C	2,167	0,202	-2	4,951	1,842	-15	0,339	0,028	-9
"2" 45gg 15/01/2009		1,723	0,322	-28	0,977	0,754	-482	0,259	0,037	-43

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

Tutti gli indici sono diminuiti nel corso dei 45gg di appassimento trascorsi in cella.

Già a 15gg dalla vendemmia i cali erano riscontrabili per tutte le proprietà, incrementati poi nel mese successivo.

La durezza ha ottenuto un calo più consistente nella cella A così come la gommosità, la masticabilità e l'elasticità.

La coesività e la resilienza invece sono decresciute con maggiore intensità nella cella B.

È da notare che la stessa nella cella A ha subito un calo sino a 0,641 dopo 15gg che si è mantenuto tale sino a fine prova, differendo dalle altre due celle in cui il decremento è proseguito anche nel mese successivo.

**Tabella 7. Dati relativi al TPA (valori normalizzati) su uve Corvinone durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	TPA											
		Durezza			Gommosità			Elasticità			Masticabilità		
		X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %
"0" 29/10/2008	uve fresche	0,249	0,045	0	0,184	0,035	0	0,161	0,008	0	0,030	0,007	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	0,139	0,040	-79	0,090	0,030	-104	0,125	0,011	-29	0,011	0,004	-173
"2" 45gg 15/01/2009		0,042	0,030	-493	0,028	0,021	-557	0,143	0,029	-1026	0,004	0,004	-650
"1" 15gg 14/11/2008	B	0,192	0,053	-30	0,132	0,043	-39	0,143	0,012	-13	0,019	0,008	-58
"2" 45gg 15/01/2009		0,056	0,024	-345	0,035	0,017	-426	0,128	0,020	-26	0,004	0,002	-650
"1" 15gg 14/11/2008	C	0,223	0,054	-12	0,155	0,042	-19	0,150	0,010	-7	0,024	0,008	-25
"2" 45gg 15/01/2009		0,065	0,033	-283	0,041	0,022	-349	0,135	0,021	-19	0,006	0,003	-400

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

Nelle tre celle tutti i valori, tranne l'elasticità nella cella A che è passata da 0,125 a 0,143 sono diminuiti, partendo dal dato riferito alle uve fresche sino a quello di fine prova.

Si può far notare che la cella A con le sue condizioni di temperatura e pressione è quella che ha portato ad un riduzione maggiore della durezza, gommosità e anche della masticabilità a pari merito con la cella B.

Le caratteristiche della cella B invece hanno permesso all'elasticità di raggiungere il risultato inferiore.

## 6.2 – Monitoraggio dei parametri meccanici e della composizione fenolica dell'uva Corvina

**Tabella 8. Dati relativi alla durezza della buccia su uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	DUREZZA BUCCIA								
		Forza rottura (N)			Fsk		Area-FD (N/m)		Grad-FD (N/m)	
		X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	X	$\sigma$		
"0" 29/10/2008	uve fresche	0,645	0,140	0	0,606	0,165	0,293	0,060		
"1" 15gg 14/11/2008	A	0,619	0,176	-4,20	0,681	0,181	0,219	0,068		
"2" 45gg 15/01/2009		0,387	0,161	-66,67	0,555	0,195	0,112	0,054		
"1" 15gg 14/11/2008	B	0,724	0,131	10,91	0,747	0,177	0,283	0,047		
"2" 45gg 15/01/2009		0,426	0,14	-51,41	0,554	0,138	0,128	0,052		
"1" 15gg 14/11/2008	C	0,594	0,143	-8,59	0,605	0,199	0,238	0,046		
"2" 45gg 15/01/2009		0,401	0,117	-60,85	0,508	0,142	0,137	0,054		

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

Nella cella A si è verificato una diminuzione di forza progressivo a partire dalle uve appena raccolte (0,645 N) sino a quelle appassite per 45gg di 0,258 N.

Nella B, la situazione è stata diversa perché dopo 15gg in cella, la forza è aumentata di 0,079 N rispetto alle uve di partenza per poi diminuire sino a 0,426 N.

La C a rispecchiato lo stesso andamento della A con un calo della forza di 0,244 N quindi inferiore rispetto alla prima in cui è stato di 0,258 N.

All'interno della celle invece, passando da 15gg a 45gg di appassimento si è registrato un calo in tutte e tre le condizioni.

Il decremento di forza maggiore dopo 15gg dalla vendemmia si è avuto nelle condizioni di appassimento dettate dalla cella C mentre dopo 45gg la buccia con minor resistenza alla perforazione era quella dell'uva conservata nella A.

Si è avuto un calo di durezza della buccia del 40% circa in tutte e tre le condizioni, più precisamente: - 40 % nella cella A, - 34 % nella cella B e - 38 % nella cella C.

**Tabella 9. Dati relativi allo spessore della buccia su uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	SPESSORE BUCCIA		
		Spsk ( $\mu\text{m}$ )		
		X	$\sigma$	Var. %
"0" 29/10/2008	uva fresca	236	36	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	275	42	14,18
"2" 45gg 15/01/2009		194	35	-21,65
"1" 15gg 14/11/2008	B	281	37	16,01
"2" 45gg 15/01/2009		223	34	-5,83
"1" 15gg 14/11/2008	C	297	38	20,54
"2" 45gg 15/01/2009		240	26	1,67

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

Questa tabella evidenzia il fatto che partendo da un dato di spessore delle uve fresche di 236  $\mu\text{m}$ , lo stesso, una volta messa l'uva in cella di appassimento, è da prima aumentato (15gg) per poi diminuire assumendo valori inferiori a quelli di partenza tranne che nella cella C. Qui lo spessore è salito fino a 297  $\mu\text{m}$  dopo 15gg per passare poi dopo un ulteriore mese a 240  $\mu\text{m}$  rimanendo così 4  $\mu\text{m}$  più elevato che all'inizio.

Negli altri due casi si è scesi rispettivamente fino a 194  $\mu\text{m}$  nella cella A e 223  $\mu\text{m}$  nella B.

Dopo 15gg di appassimento in cella termo ed igro condizionata, l'aumento dello spessore è stato nelle tre celle del 16 %, 19% e 25% mentre a fine prova si è registrata una diminuzione del 18 % nella cella A, 5 % nella cella B e nessun calo ma addirittura un aumento di spessore dell'1,7 % nella cella C.

**Tabella 10. Dati relativi al distacco del pedicello su uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	DISTACCO PEDICELLO				
		Forza distacco (N)			Area N.mm	
		X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$
"0" 29/10/2008	uve fresche	2,952	0,836	0	2,357	0,930
"1" 15gg 14/11/2008	A	1,849	0,758	-59,65	1,551	0,923
"2" 45gg 15/01/2009		1,809	0,718	-63,18	1,908	0,846
"1" 15gg 14/11/2008	B	2,972	0,854	0,67	2,713	1,407
"2" 45gg 15/01/2009		1,721	0,485	-71,53	1,658	0,764
"1" 15gg 14/11/2008	C	2,261	0,811	-30,56	1,674	0,769
"2" 45gg 15/01/2009		1,646	0,629	-79,34	1,319	0,624

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

I dati riportati in tabella evidenziano che il valore della forza necessaria al distacco del pedicello dall'acino è in linea di massima sempre diminuito man mano che l'appassimento procedeva nel tempo. Si è partiti con un valore di 2,952 N sulle uve appena vendemmate.

Nella cella A la forza è scesa a 1,849 N dopo 15gg trascorsi ad appassire, fino a raggiungere il valore di 1,809 N a fine prova, nella cella B il 14/11/09 era salita leggermente fino a 2,972 N per poi scendere a 1,721 N.

Nella C si è passati a 2,261 N e dopo 45gg a 1,646 N.

Si può dire con certezza che la forza di distacco diminuisce sino a 45gg, nelle condizioni di appassimento sopra descritte

Il calo della forza necessaria a compiere il distacco in tutte e tre le celle è di circa il 40 % in meno rispetto a quella necessaria sulle uve fresche.

**Tabella 11. Dati relativi al TPA su uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	TPA								
		Durezza (N)			Coesività (-)			Gommosità (N)		
		X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%
"0" 29/10/2008	uve fresche	3,214	0,825	0	0,738	0,022	0	2,367	0,594	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	1,792	0,551	-79	0,689	0,046	-7	1,248	0,417	-90
"2" 45gg 15/01/2009		0,473	0,148	-579	0,675	0,044	-9	0,321	0,106	-637
"1" 15gg 14/11/2008	B	2,466	0,626	-30	0,735	0,029	0	1,823	0,492	-30
"2" 45gg 15/01/2009		0,605	0,290	-431	0,632	0,043	-17	0,388	0,208	-510
"1" 15gg 14/11/2008	C	2,272	0,526	-41	0,719	0,027	-3	1,638	0,403	-45
"2" 45gg 15/01/2009		0,914	0,488	-252	0,651	0,037	-13	0,599	0,331	-295

PUNTO	CELLA	TPA								
		Elasticità (mm)			Masticabilità (mJ)			Resilienza (-)		
		X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%
"0" 29/10/2008	uve fresche	2,042	0,219	0	4,939	1,655	0	0,379	0,026	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	1,650	0,204	-24	2,109	0,822	-134	0,309	0,039	-23
"2" 45gg 15/01/2009		1,573	0,201	-30	0,516	0,207	-857	0,277	0,039	-37
"1" 15gg 14/11/2008	B	1,770	0,252	-15	3,341	1,287	-48	0,362	0,033	-5
"2" 45gg 15/01/2009		1,469	0,218	-39	0,587	0,358	-741	0,241	0,031	-57
"1" 15gg 14/11/2008	C	1,791	0,221	-14	3,014	1,117	-176	0,354	0,031	-7
"2" 45gg 15/01/2009		1,554	0,208	-31	0,964	0,617	-218	0,272	0,036	-39

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

Dalla tabella si vede che tutti e sei i parametri presi in esame sono diminuiti con l'avanzare dell'appassimento.

I maggiori decrementi per quanto riguarda la durezza, gommosità e masticabilità si sono registrati nella cella A, mentre la coesività, elasticità e resilienza hanno subito cali di maggiore intensità nelle condizioni identificate come cella B. La cella C ha riscontrato valori intermedi. In tutte e tre le celle, le proprietà hanno subito un calo dopo i primi 15 gg ed ulteriore abbassamento dopo altri 30 gg.

Le differenze maggiori misurabili con l'appassimento si sono verificate per quanto riguarda la masticabilità passando da un dato di 4,939 mJ per le uve fresche a valori di 0,516 - 0,587 - 0,964 nelle tre celle dopo 45gg di permanenza e la durezza passando da 3,214 N alla raccolta sino a 0,437 N in cella A a fine prova.

**Tabella 12. Dati relativi al TPA (valori normalizzati) su uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	TPA											
		Durezza			Gommosità			Elasticità			Masticabilità		
		X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %
"0" 29/10/2008	uve fresche	0,260	0,053	0	0,191	0,037	0	0,166	0,007	0	0,032	0,007	0
"1" 15gg 14/11/2008	A	0,156	0,047	-67	0,108	0,035	-77	0,144	0,014	-15	0,016	0,006	-100
"2" 45gg 15/01/2009		0,047	0,015	-453	0,032	0,011	-497	0,156	0,016	-6	0,005	0,002	-540
"1" 15gg 14/11/2008	B	0,216	0,041	-20	0,160	0,033	-19	0,156	0,012	-6	0,025	0,006	-28
"2" 45gg 15/01/2009		0,059	0,027	-341	0,038	0,020	-403	0,145	0,016	-14	0,006	0,003	-433
"1" 15gg 14/11/2008	C	0,191	0,036	-36	0,138	0,028	-38	0,151	0,012	-10	0,021	0,006	-52
"2" 45gg 15/01/2009		0,084	0,040	-210	0,055	0,028	-247	0,147	0,018	-13	0,008	0,004	-300

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 80%**

Per quanto riguarda la durezza, tutte e tre le celle hanno provocato un abbassamento dei valori, maggiori nella cella A e minori nella C.

La gommosità ha riscontrato un calo progressivo in tutte e tre le condizioni a partire dalla raccolta sino a 45gg.

Nel caso dell'elasticità l'andamento è andato come per le precedenti proprietà tranne che nella cella A nella quale il calo è stato maggiore dopo i 15gg che i 45gg.

La masticabilità è scesa in tutte le celle dopo 15gg per poi ridiscendere ancora ed essere minore nella cella A dopo 45gg.

I dati relativi alla diminuzione di peso delle uve sono stati monitorati direttamente presso la cantina dell'università di Verona dove si è svolta la prova di appassimento in cella.

	temperatura °C	U.R. %	durata prevista	giorni	peso kg	calo kg	calo %
<b>CELLA A</b>	15°C	45%	45	0	34,75	0	0,00
				14	32,95	1,8	5,18
				24	29,95	4,8	13,81
				45	17,65	12,3	35,4

	temperatura °C	U.R. %	durata prevista	giorni	peso kg	calo kg	calo %
<b>CELLA B</b>	6°C	45%	45	0	36,2	0	0,00
				14	34,95	1,25	3,45
				24	32,85	3,35	9,25
				45	25,6	7,25	19,59

	temperatura °C	U.R. %	durata prevista	giorni	peso kg	calo kg	calo %
<b>CELLA C</b>	15°C	80%	45	0	37,00	0	0,00
				14	35,9	1,1	2,97
				24	34,1	2,9	7,84
				45	27,1	7,00	18,92

**Tabella 13. Dati relativi al calo peso dell'uva Corvina nelle diverse celle di appassimento**

**Tabella 14. Composti fenolici presenti nelle bucce di uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	BUCCE											
		Ant.tot mg/kg di uva			Flav.Tot mg/kg di uva			Proant. mg/kg di uva			Reatt.alla vanillina mg/kg di uva		
		X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %	X	$\sigma$	Var. %
"0"	uve fersche	584	11	0	3277	264	0	1878	170	0	557	100	0
"1" 15gg	A	571	88	-2	3608	355	9	1534	239	-22	302	47	-84
"2" 45gg		704	83	17	4760	305	31	1836	236	-2	353	122	-58
"1" 15gg	B	456	51	-28	3276	285	0	1375	79	-37	254	126	-119
"2" 45gg		534	35	-9	4005	83	18	1691	133	-11	266	43	-109
"1" 15gg	C	596	65	2	3645	223	10	1750	177	-7	349	27	-60
"2" 45gg		485	152	-20	4391	842	25	1981	306	5	366	123	-52

**X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard**

**cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 76%**

La quantità di antociani espressa come mg su kg di uva ha subito delle variazioni a seconda della cella in cui le uve sono state conservate.

Nella A per esempio sono diminuiti dopo 15gg ma poi aumentati a fine prova sino a 704 mg kg<sup>-1</sup> contro i 584mg kg<sup>-1</sup> iniziali delle uve fresche.

Nelle celle B le cose sono andate diversamente perché il calo dei primi 15gg è stato più brusco rispetto alla altre due ma la risalita a 45gg si è arrestata a 534 mg kg<sup>-1</sup> quindi ad una soglia inferiore a quella di partenza.

Le condizioni di appassimento della C invece hanno portato ad un aumento da subito, valutato dopo 15gg con un dato di 596 mg kg<sup>-1</sup> e una successiva discesa fino ad arrivare a fine prova con 485 mg kg<sup>-1</sup>.

I flavonoidi si sono comportati in modo più omogeneo con un aumento progressivo a partire dalla raccolta e durante tutto il periodo di appassimento.

I valori, espressi sempre come mg su kg di uva sono aumentati dopo 15gg rispetto al dato di partenza di 3277 mg kg<sup>-1</sup> ed ulteriormente incrementati dopo un ulteriore mese.

La quantità maggiore a fine prova si è riscontrata nella cella A mentre la minore nella B la quale il 14/11/08 presentava un dato pressochè identico a quello iniziale.

Le proantocianidine sono partite da un valore iniziale di 1878 mg kg<sup>-1</sup> al momento della vendemmia, scese in tutte le celle di appassimento dopo 15gg e salite nuovamente al 45° giorno. Solo nella cella C il valore finale è risultato superiore a quello di partenza con 1981 mg kg<sup>-1</sup> di proantocianidine.

Il contenuto minore si è ottenuto nella cella B con 1691 mg<sup>-1</sup> kg.

Per i flavanoli reattivi alla vanillina l'andamento è stato anche per loro di iniziale decremento seguito da un nuovo aumento raggiungendo valori comunque inferiori a quelli iniziali. La cella che ne ha permesso uno sviluppo maggiore a fine prova è stata la C mentre la più scarsa quella B.

**Tabella 15. Composti fenolici presenti nei vinaccioli di uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

PUNTO	CELLA	VINACCIOLI								
		Flav.Tot mg/kg di uva			Proant mg/kg di uva			Reatt.alla vanillina mg/kg di uva		
		X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%	X	$\sigma$	Var.%
"0"	uve fresche	395	93	0	429	149	0	214	56	0
"1" 15gg	A	593	190	33	705	356	39	355	180	40
"2" 45gg		1128	183	65	1451	264	70	683	149	69
"1" 15gg	B	505	61	22	597	33	28	269	38	20
"2" 45gg		712	231	45	791	324	46	351	168	39
"1" 15gg	C	440	29	10	488	45	12	219	11	2
"2" 45gg		467	39	15	520	93	18	167	53	-28

X= valore medio;  $\sigma$  = deviazione standard

cella A= T 15°C, U.R 45%; cella B= T 6°C, U.R 45%; cella C= T 15°C, U.R 76%

Per i vinaccioli la situazione si presenta differente:

i flavonoidi aumentano man mano che il tempo di appassimento procede, si parte da un valore sulle uve fresche di 395 mg kg<sup>-1</sup> di uva per aumentare dopo 15gg in tutte e tre le

celle ed crescere ulteriormente dopo 45gg. L'incremento maggiore si è avuto nella cella A con  $1128 \text{ mg kg}^{-1}$ , solo  $440 \text{ mg kg}^{-1}$  nella C.

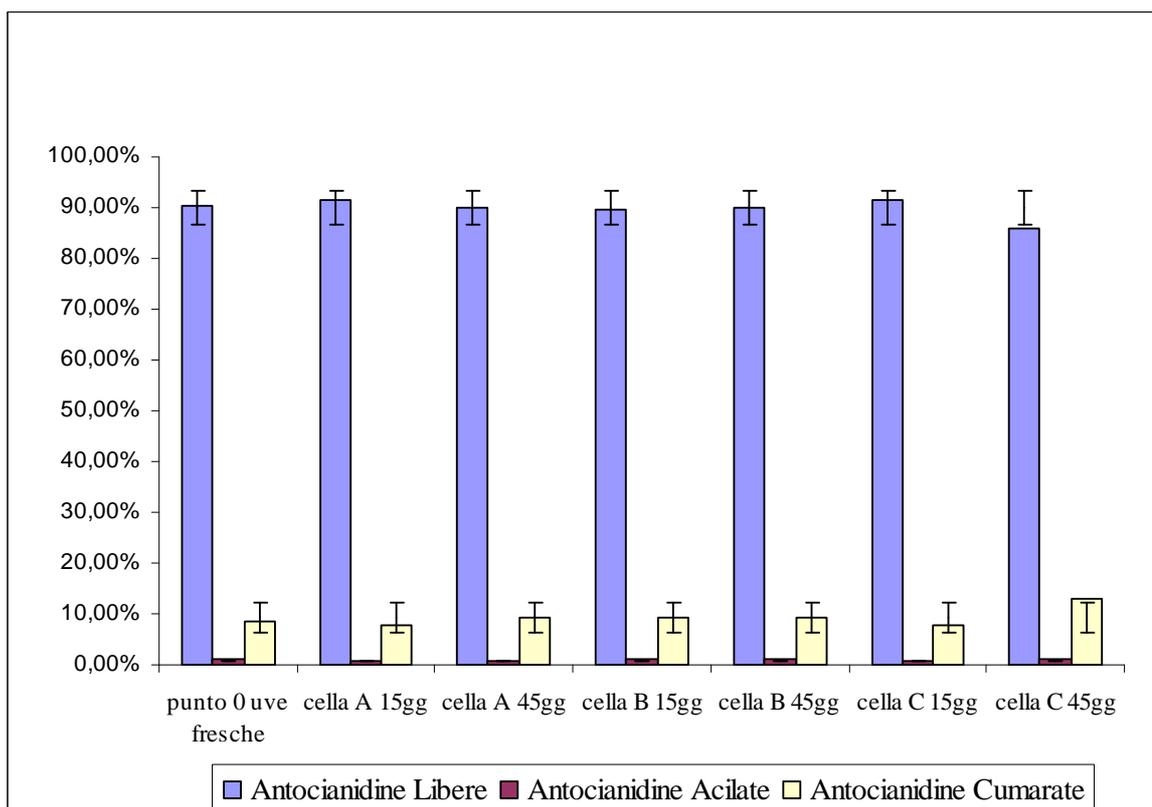
Le proantocianidine hanno seguito lo stesso andamento e anche qui la cella che ha riscontrato maggiori risultati è stata la A con  $1451 \text{ mg kg}^{-1}$  contro la C sempre più scarsa  $520 \text{ mg kg}^{-1}$ . Si partiva da  $429 \text{ mg kg}^{-1}$  sulle uve fresche.

Infine i flavanoli reattivi alla vanillina si sono rivelati solidali con gli altri componenti ricercati nei vinaccioli aumentando sempre più dalla data di vendemmia sino a fine prova.

Eccezion fatta per la cella C nella quale, l'aumento modesto avvenuto dopo i primi 15gg ( $219 \text{ mg kg}^{-1}$ ) si è evoluto in un calo al di sotto del dato di partenza ( $214 \text{ mg kg}^{-1}$ ).

Il contenuto maggiore ancora una volta va alla cella A con i suoi  $683 \text{ mg kg}^{-1}$ .

### Profilo antocianico



**Figura 21. Profilo antocianico delle uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**

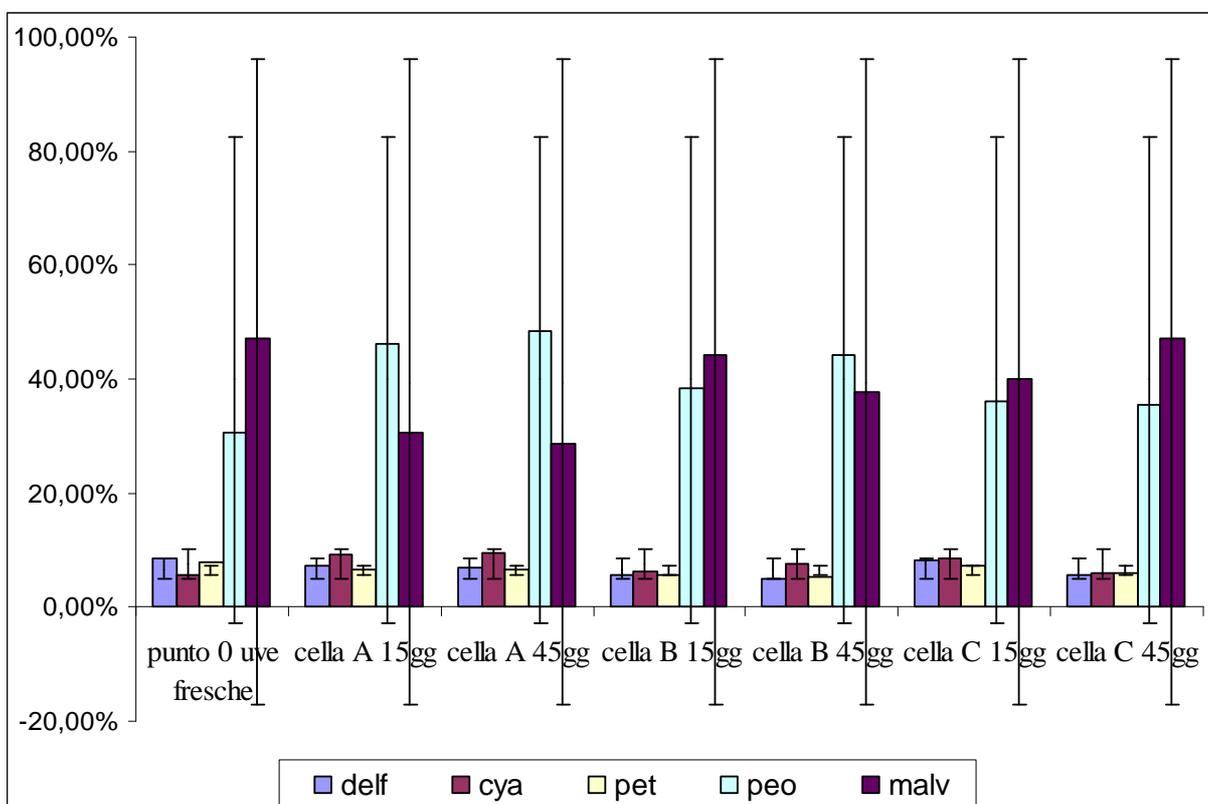
⊥ = deviazione standard

Come si può vedere dal grafico, le antocianidine libere sono senza dubbio in quantità maggiore rispetto alle acilate e cumarate. Rappresentano in tutti i campioni circa il 90%.

Nella cella A e C il loro andamento è stato da prima crescente (15gg) rispetto al dato di partenza per poi scenderne al di sotto a fine prova.

Le acilate (circa il 10%) invece sono calate nei primi 15gg per poi risalire, in alcuni casi oltre al dato iniziale, in altri rimanendone al di sotto.

Anche per le cumarate (circa l'1%) il risultato è stato di diminuzione seguita da aumento, tranne che nella cella B in cui l'esito è stato inverso.



**Figura 22. Profilo antocianico delle uve Corvina durante l'appassimento in diverse condizioni di temperatura ed umidità**  
 $\text{T}^{\perp}$  = deviazione standard

Per quanto riguarda la sommatoria delle diverse antocianidine (es:  $\sum \text{delf} = \text{delf} + \text{delf.ac} + \text{delf cum}$ ) la malvidina e la peonina si contendono il posto di antocianidina più presente. Nel caso delle uve fresche, del campione in cella B dopo 15gg e quelli in cella C è la malvidina ad essere in maggior quantità; negli altri punti invece è la peonidina ad

essere superiore. La delfinidina ha subito un calo in tutte e tre le condizioni di appassimento, di maggiore intensità nella cella B e minore nella A.

Per la cyanidina le cose sono andate all'opposto crescendo in due delle tre celle sia dopo 15gg che dopo 45gg. Solamente nella cella C in seguito ad un incremento nei primi 15gg (8,43 %) si è avuto un calo a 45gg sino al 5,83 % pur rimanendo sopra il dato iniziale riferito alle uve fresche che era del 5,78 %.

Stessa sorte della delfinidina è toccata alla petunidina che è scesa in modo continuo dalla vendemmia fino alla fine della prova in tutte e tre le condizioni.

Il calo maggiore si è riscontrato nella cella B, il minore nella A. La particolarità è che nella cella C, a differenza delle altre due in calo è stato meno graduale cioè minimo dopo 15gg per poi scendere bruscamente a 45gg. Nelle altre due situazioni invece la riduzione maggiore si è avuta nei primi 15gg per poi rallentare nel successivo mese di appassimento.

## 7.0 – CONCLUSIONI

L'uva Corvinone ha rispecchiato come migliori, le condizioni di appassimento dettate dalla cella C. Durante i 45gg di permanenza i dati relativi a durezza buccia, spessore buccia, distacco pedicello e TPA sono diminuiti con minore intensità rispetto alle celle A e B. Questo permetterà una estrazione maggiore delle diverse componenti fenoliche che andranno ad arricchire il prodotto finito vino.

Il tempo necessario per l'estrazione sarà, però, più lungo.

La corvina è stata monitorata sia a livello di proprietà meccaniche che di composti fenolici in tutte e tre le condizioni di appassimento.

Per quanto riguarda la cella A (15°C, 45% U.R), le considerazioni che si possono fare sono:

nei 45gg di sperimentazione, i valori di forza relativi al test di durezza e di distacco del pedicello e i  $\mu\text{m}$  di spessore della buccia sono diminuiti.

Al contrario sono invece aumentati meno del calo peso i contenuti di antociani totali, di flavonoidi della buccia e di flavonoidi, proantocianidine e flavanoli reattivi alla vanillina dei vinaccioli.

Le proantocianidine e i flavanoli reattivi alla vanillina delle bucce hanno subito un decremento.

Anche tutte le componenti del TPA hanno subito una diminuzione nei 45gg di permanenza in cella.

La cella B (6°, 45% U.R) ha portato anch'essa ad una diminuzione di tutti i parametri meccanici analizzati; i contenuti in sostanze fenoliche sono aumentate nei vinaccioli e diminuite nelle bucce fatta eccezione per i flavonoidi totali che hanno subito un incremento.

Nella cella C (15°C, 80% U.R) la situazione è stata diversa dalle precedenti. Per quanto riguarda la componente polifenolica nei vinaccioli l'incremento dei diversi composti c'è stato tranne che per i flavonoli reattivi alla vanillina. Nella buccia invece l'aumento è avvenuto solo a carico dei flavonoidi totali e delle proantocianidine.

I test fisici hanno subito un calo generale.

Il decremento più vistoso sui dati di *Texture* si è notato nelle condizioni di appassimento dettate dalla cella A e in particolare sui parametri: durezza buccia, spessore buccia e per quanto riguarda il TPA: durezza, gommosità e masticabilità.

Questa cella per contro ha fatto anche riscontrare i contenuti maggiori di sostanze fenoliche nelle uve tranne in due casi (sulle bucce).

I risultati migliori dal punto di vista meccanico si sono avuti nella cella B nella quale le uve permetteranno una maggiore estraibilità dalle bucce durante la macerazione anche se sarà necessario un tempo più lungo. È risultata però la meno ricca in sostanze fenoliche.

Nella cella C la situazione risulta intermedia alle precedenti con una accentuata presenza di proantocianidine delle bucce e scarsa nei vinaccioli.

Per quanto riguarda il profilo antocianico, l'antocianidina maggiormente presente è stata in due casi la peonidina e, solo nella cella C, la malvidina.

Le altre tre hanno raggiunto valori massimi dopo l'appassimento nella cella A.

Concludendo si può quindi affermare che le condizioni di appassimento con una temperatura ed un'umidità relativa costanti a 6°C e 45% U.R (cella B) per una durata di 45gg, sono state per l'uva Corvina le migliori tra quelle sperimentate.

## 8.0 – BIBLIOGRAFIA

- Amati A., Ferrarini R., Riponi C., Zironi R. 1982. Una nuova tecnologia per l'appassimento delle uve., Riv. Vitic. Enol, 27-35
- Blouin J., Guimberteau G., 2004. Maturazione e Maturità dell'uva. Eno-One., Reggio Emilia.
- Borsa D., Di Stefano R. 2000. Evoluzione dei polifenoli durante l'appassimento di uve a frutto colorato. Riv. Vitic. Enol., 4, 25-34
- Di Stefano R. e Cravero M.C., 1991. Metodi per lo studio dei polifenoli dell'uva. Riv. Vitic. Enol., 37-45
- Eberle D. 2007., Appassimento del moscato in cella condizionata. MilleVigne., 1, 9, 8
- Giacosa S. 2008. Valutazione delle attitudini produttive ed enologiche di vitigni minori piemontesi coltivati nell'Albese e Tortonese. Relazione finale del Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia. Università degli studi di Torino, a.a. 2007-2008
- Longo R. 2008. Esperienze di appassimento controllato di uve da vino. Tesi di laurea specialistica del corso di Laurea in Viticoltura ed enologia. Università degli studi di Torino, a.a. 2007 2008
- Nada E. 2008. Evoluzione delle proprietà meccaniche di uve Nebbiolo durante la maturazione e la sovra maturazione sulla pianta. Relazione finale del Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia. Università degli studi di Torino, a.a. 2007-2008
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. 1998. Trattato di enologia I. Microbiologia del vino Vinificazioni. Edagricole., Bologna.
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. 1998. Trattato di enologia II. Chimica del vino Stabilizzazione Trattamenti. Edagricole., Bologna.
- Rìo Segade S., Rolle L., Gerbi V., Orriols I. 2008. Phenolic ripeness assessment of grape skin by texture analysis. J. Food Compos. Analysis., 21, 644-649
- Rolle L., Ghirardello D., Zeppa G., Gerbi V. 2006. Applicazione della Texture analysis alla valutazione della qualità dell'uva. Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino, 28

- Rolle L., Zeppa G., Letaief H., Ghirardello D., Gerbi V. 2007. Metodi per lo studio delle proprietà meccaniche delle uve da vino. Riv. Vitic. Enol., 2, 59-69
- Rolle L. 2008. "Texture analysis" dell'uva. MilleVigne., 2, 6, 8-9
- Rolle L., Torchio F., Giacosa S. and Gerbi V. 2009. Modifications of mechanical characteristics and phenolic composition in berry skins and seeds of Mondeuse winegrapes throughout the on-vine drying process. J Sci Food Agric.,89, 1-3
- Rolle L., Torchio F., Zeppa G. and Gerbi V. 2009. Relations between break skin force and anthocyanin extractability at different stages of ripening. Am. J. Enol. Vitic. 60, 93-97
- Vitagliano M. 2001. Tecnologie e trasformazioni dei prodotti agrari. Edagricole., Bologna.

**Siti internet visitati:**

- [www.distemev.univir.it](http://www.distemev.univir.it)
- [www.ars-alimentaria.it](http://www.ars-alimentaria.it)