

ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "P. d'Aquileia"  
ISTITUTO TECNICO AGRARIO STATALE "PAOLINO D'AQUILEIA"  
Con ordinamento speciale per la viticoltura e l'enologia  
Cividale del Friuli (UD)

**ESAME**

**per il DIPLOMA DI SPECIALIZZAZIONE di "ENOTECNICO"**

a.s. 2015/2016

**Il Pinot Grigio:  
"dalla barbatella al prodotto finito"**

Studente: Pestrin Giulio

Classe: 6^E

Discipline coinvolte: Enologia, Viteicoltura, Microbiologia, Inglese, Chimica, Storia della Vitivinicoltura, Meccanica Enologica, Economia

## Sommario

1. Abstract .....	3
2. Premessa .....	4
3. Descrizione dell'azienda vitivinicola .....	4
3.1 L'azienda, il terreno ed il clima .....	4
3.2 Il Vigneto.....	4
4. Progettazione del vigneto .....	4
4.1 Analisi del terreno .....	4
4.2 Caratteristiche ambientali: .....	5
4.4 Caratteristiche strutturali del vigneto dell'azienda.....	6
4.5 Lavorazioni del terreno.....	6
4.6 Considerazioni per progettare il vigneto .....	7
4.7 Scelta del vitigno e del portinnesto .....	8
4.8 Posa dei pali e delle barbatelle.....	9
4.9 Potature eseguite nei primi tre anni .....	11
5. Interventi eseguiti negli anni successivi .....	11
5.1 Potatura invernale di produzione:.....	11
5.2 Potatura verde:.....	12
5.3 Trattamenti in vigneto.....	12
6. Vendemmia .....	13
6.1 La vinificazione del Pinot Grigio.....	13
7. I lieviti utilizzati in fermentazione .....	14
7.1 Prodotti secondari della fermentazione alcolica.....	17
7.2 Fermentazione spontanea o naturale .....	18
7.3 Interventi sulla fermentazione dei mosti .....	19
7.4 Caratteristiche enologiche dei lieviti .....	22
8. Bibliografia.....	24
9. Sitografia.....	24

## 1. Abstract

The aim of this research is to analyze and explain how the production process of the Pinot Grigio occurs, from the cutting to the wine.

"Az.Agricola Stella" in Pocenía grows a lot of grapevine varieties. During my working experience I followed the grafting of 5 hectares of Pinot Grigio.

In Pocenía there is warm, temperate climate with significant rainfall throughout the year.

July is the hottest month while January the coldest.

The terrain where this company cultivates is very fertile soil of medium texture.

As for the vinification process the must is transferred to a press where the grape skin maceration starts which lasts from 12 to 20 hours (at 6-8°C). Afterwards the grapes are pressed (at 0.8atm) and later the must goes into steel tanks where the fermentation starts.

At the beginning of the fermentation they use *Saccharomyces Cerevisiae* and then they add *Saccharomyces Bayanus* which completes the process. Yeasts are fundamental, if not used there may be spontaneous fermentation which gives a bad wine.

## 2. Premessa

Durante lo stage che ho effettuato presso l'azienda "Società Agricola Stella" di Giuseppe e Luigi Anselmi sono stato coinvolto nelle diverse fasi di lavorazione della varietà Pinot Grigio sia durante il periodo vendemmiale (dalla fine di agosto a fine ottobre) che in altri periodi dell'anno (durante le operazioni di stabilizzazione, filtrazione e imbottigliamento).

Ho seguito inoltre la realizzazione di un nuovo impianto di Pinot Grigio della superficie di 5 ettari.

## 3. Descrizione dell'azienda vitivinicola

### 3.1 L'azienda, il terreno ed il clima

L'azienda "Società Agricola Stella" di Giuseppe e Luigi Anselmi è situata in località Pocenia, a circa 30 km da Udine. Vengono prodotti vini bianchi quali il Pinot Grigio, il Friulano, la Ribolla Gialla e vini rossi quali il Cabernet Sauvignon, il Merlot, il Franconia, nonché vini dolci e vini spumanti. Il numero di bottiglie prodotte in un anno è di circa 2.000.000. Le bottiglie vengono commercializzate sia direttamente in azienda che nei diversi agriturismi di proprietà.

L'azienda è formata da circa 200 ettari (con anche qualche appezzamento in affitto), situati a circa 10 km dal centro aziendale. L'anno scorso, in autunno, sono stati impiantati circa 5 ettari di Pinot Grigio. I vitigni sono tutti situati in pianura con direzione dei filari nord-sud che permette una migliore esposizione della palizzata alla luce. I terreni sono molto fertili, di medio impasto. Il clima è caldo e temperato con una piovosità significativa durante tutto l'anno, anche nei mesi che di norma sono più secchi. La temperatura media annuale è 13.2°C e la piovosità media annuale è di 1241 mm. Il mese più secco risulta essere febbraio, mentre quello con maggiori precipitazioni è giugno. Le temperature medie più alte le riscontriamo a luglio con 22.4°C, mentre gennaio risulta essere il mese più freddo con una temperatura media di 3.9°C.

### 3.2 Il Vigneto

Per la progettazione del vigneto si è tenuto conto delle esigenze gestionali e del parco macchine dell'azienda a disposizione al momento dell'impianto. Essendo il Pinot grigio una varietà a "media" fertilità basale si è optato per una potatura corta: il cordone speronato. La potatura secca viene fatta comunque manualmente poiché risulta essere migliore anche se più costosa. Inoltre gli interventi a verde sono limitati grazie all'ottimo equilibrio che si è riusciti a creare tra ambiente e vite. Infine al momento della raccolta viene effettuata un'attenta cernita delle uve.

## 4. Progettazione del vigneto

### 4.1 Analisi del terreno

L'analisi del terreno ha evidenziato le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

Profondità (cm)	Scheletro (%) v/v	Tessitura			pH	Carbonati totali CaCO <sub>3</sub> eq %	Calcare attivo CaCO <sub>3</sub> eq %	Carbonio organico (%)	C.S.C meq/100g
		Sabbia 2-0.05 mm %	Limo 0.05- 0.002 mm %	Argilla < 0.002 mm %					
0-40	6	16	64	20	7.3	0	0	1.5	21.2
40-70	1	9	64	27	7.3	0	0	0.4	20.4
70-90	4	16	54	30	7.2	0	0	1.2	22.2
90-130	30	27	40	33	7.3	0	0	0.7	20

- *pH* → se abbiamo pH troppo elevati o troppo bassi abbiamo problemi di assimilazione degli elementi da parte della pianta; quindi possibilità di fitopatie (clorosi ferrica, scarsa assimilazione del ferro dovuta a pH elevati e carbonati) e riduzione della microfauna del terreno;
- *Calcare attivo* → Calcare totale e calcare attivo: il calcare può ridurre l'assimilazione dei microelementi, favorisce la formazione dei composti poco solubili e modifica la struttura del terreno;
- *Capacità di scambio cationico (CSC)* → sono la quantità di cationi (ioni positivi) legati alle sostanze colloidali del terreno (argille e humus). I principali cationi legati alle sostanze colloidali sono:  $Ca^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{++}$ . Il valore CSC si esprime in meq su 100g di terreno e avrà valori alti in terreni ricchi di argilla e di sostanza organica;
- *Sostanza organica* → sono i composti organici presenti nel terreno. La sostanza organica nel terreno svolge le seguenti funzioni: migliora la struttura, aumenta la ritenzione idrica, ha potere tampone sul pH, attraverso la sua degradazione produce sostanze nutritive, favorisce lo sviluppo dei microrganismi utili nella degradazione della sostanza organica. L'humus è ottenuto dalla degradazione della sostanza organica attraverso microrganismi (umificazione). L'humus è la parte attiva, essendo un colloide elettronegativo può assorbire cationi in quantità superiore rispetto alle argille, aumentando la CSC, quindi aumenta la fertilità del terreno. Valore medio di s.o. → tra 1.5-2.0 g su 100 g.

Il suolo in esame ha una granulometria fine, buon potere assorbente ed è sub alcalino non calcareo.

L'approfondimento radicale è in parte limitato dalla granulometria grossolana che si riscontra entro i primi 90-100 cm. La quantità di acqua disponibile per le colture è medio-elevata, condizionata in primo luogo dallo spessore del suolo. L'irrigazione è utile nelle annate più siccitose.

La permeabilità del suolo è moderatamente alta; i suoli si mostrano ben drenati e non necessitano di regimazione delle acque in eccesso. Per quanto concerne la gestione del suolo, il buon potenziale di fertilità richiede da parte del viticoltore opportune scelte per avere un vigneto con un buon equilibrio vegeto-produttivo e quindi atto a produrre uve di qualità. Si ritiene indispensabile in particolare la pratica dell'inerbimento dell'interfila, sia per creare competitività idrica e nutrizionale che per ridurre il compattamento legato al passaggio dei mezzi meccanici. In situazioni di fertilità elevata è opportuno l'utilizzo di graminacee competitive (festuca arundinacea, festuca rubra). La concimazione azotata, quindi dovrà essere gestita con molta cautela e riservata solo a particolari situazioni (vigneti giovani di Pinot Grigio che hanno prodotto molto, grandinate che hanno compromesso fortemente la funzionalità della parete fogliare).

L'elevato livello di fertilità e le caratteristiche climatiche (umidità relativa alta, ventosità ridotta) creano un ambiente dove è più frequente l'insorgenza di attacchi fungini. Per ridurre tali rischi il viticoltore dovrà da una parte adottare tutte quelle pratiche agronomiche che hanno come obiettivo primario un vigneto equilibrato (inerbimento, gestione razionale dell'irrigazioni, concimazioni contenute, sfogliature) con una fascia produttiva adeguatamente arieggiata e, dall'altra, utilizzare cloni con grappoli spargoli e acini piccoli. Le condizioni pedoclimatiche conferiscono nel complesso un potenziale vegetativo elevato con una produttività alta per fertilità, numero e peso dei grappoli. Per questi motivi le uve, in generale, si caratterizzano per una minore precocità di maturazione ed il profilo sensoriale del vino presenta valori molto alti per le variabilità floreali e modesti per fruttato secco, con una complessità medio-alta.

La struttura e la persistenza del vino sono nella media.

In sintesi la zona si può ritenere adatta a produrre ottimi vini da base spumante o da consumo giovane in cui vengono esaltate le componenti organolettiche varietali.

## 4.2 Caratteristiche ambientali

L'ambiente in cui è inserita l'azienda in esame è adatto alla coltivazione della vite. Il clima è caldo e temperato, c'è una piovosità significativa durante tutto l'anno, anche nei mesi che di norma sono più secchi. La temperatura media annuale è 13.2°C e la piovosità media annuale è di 1241 mm. Il mese più secco risulta essere febbraio, mentre quello con maggiori precipitazioni è giugno. Le temperature medie più alte le riscontriamo a luglio con 22.4°C, mentre gennaio risulta essere il mese più freddo con una temperatura media di 3.9°C.

### 4.3 Parametri rilevati prima di effettuare l'impianto

- Controllo delle temperature stagionali: la vite resiste fino a  $-15^{\circ}\text{C}$  -  $-20^{\circ}\text{C}$ . Il fabbisogno in freddo, ovvero il freddo necessario al superamento della dormienza delle gemme, per garantire il loro germogliamento, deve aggirarsi intorno alle 1000 ore di temperature inferiori ai  $7.2^{\circ}\text{C}$ . Bisogna garantire temperature intorno ai  $23-27^{\circ}\text{C}$  per una buona fotosintesi per favorire l'accumulo degli zuccheri. Temperature troppo alte, ovvero superiori ai  $35^{\circ}\text{C}$  di giorno e notturne intorno ai  $30^{\circ}\text{C}$ , possono: ridurre la fotosintesi, inibire l'accumulo di sostanze coloranti e degradare gli acidi della polpa (ac. malico).
- Controllo dell'altitudine: oltre una certa altezza non è possibile la coltivazione della vite, in genere non oltre i 600-700 metri salvo zone particolari in cui si è sviluppato un particolare microclima;
- Controllo dell'orientamento dell'apezzamento: i vigneti orientati sud-ovest sono quelli più irraggiati e caldi;
- Valutazione dei rischi di gelate tardive: quindi in tal caso dovremmo avere varietà che germogliano tardivamente e effettuare una potatura secca ritardata;
- Controllo della frequenza di idrometeorie: infatti una grandinata potrebbe compromettere il raccolto dell'anno e rovinare inoltre tralci fruttiferi per l'anno seguente;
- Controllo della ventosità della zona: un vigneto ben arieggiato sarà meno soggetto ad attacchi fungini perché l'aria impedisce che tra i tralci si crei un microclima favorevole allo sviluppo dei patogeni. Molto importante è integrare alcune pratiche agronomiche come la potatura verde (sfogliatura, scacchiatura ed altre) che migliorano il microclima in cui si trovano i grappoli;
- Valutazione dei rischi da fitofagi (insetti): quelli più pericolosi sono lo *Scaphoideus Titanus* vettore della *Flavescenza Dorata*, la *Tignoletta* della vite, la *Lobesia Botrana*, acari ecc.;
- Valutazione della presenza in zona di casi di virosi o di citoplasmici (informazioni sulla presenza nei vigneti vicini di piante infette da *Flavescenza Dorata*, *Legno Nero*, *Accartocciamento* e *Arricciamento* fogliare);
- Controllo delle precipitazioni: valutare la media annua di mm di acqua caduti nella zona. La pioggia può portare allo sviluppo di malattie fungine, ristagni idrici (marciumi radicali), difficoltà di movimento delle macchine operatrici;
- Verifica dell'eventuale disponibilità idrica dell'apezzamento (pozzo, canalette).

### 4.4 Caratteristiche strutturali del vigneto dell'azienda

L'impianto è stato realizzato in autunno dello scorso anno. Il sesto d'impianto adottato è stato di 2.20 m tra fila e fila e 1 m sulla fila con un investimento di circa 4020 piante/ha. È stato scelto come portainnesto il clone SO4. I pali di testata sono pali in legno di acacia di diametro di 16/18 cm opportunamente trattati mentre quelli intermedi sono in acciaio zincato posti alla distanza di 3 m l'uno dall'altro. Tutti i fili sono in acciaio. L'impalcatura della vite è di un metro con un filo su cui si appoggia il cordone. Vi sono poi tutti gli accessori necessari come i tendifilo, gli ammortizzatori, i ganci per i tiranti, le piastre di ancoraggio, le aste per l'ancoraggio, i tutori per i filari, i ganci per i tutori, i giuntafilari ed i tubi in plastica per proteggere le barbatelle.

### 4.5 Lavorazioni del terreno

Prima della messa a dimora delle barbatelle è stata eseguita una preparazione del terreno. Prima di eseguire qualsiasi lavorazione è stata fatta una buona concimazione organica con letame, possibilmente ben maturo in modo tale da arricchire il terreno di sostanza organica. Il letame migliora il terreno in diversi modi: aumenta la ritenzione idrica, rilascia microelementi e rinforza la struttura del terreno. Successivamente si è intervenuti con un'aratura per interrare la sostanza organica, non eccessivamente profonda a circa 40-50cm. Infine si è eseguita un'epicatura per rompere le zolle. Il terreno, a questo punto, è pronto per l'impianto.

#### 4.6 Considerazioni per progettare il vigneto

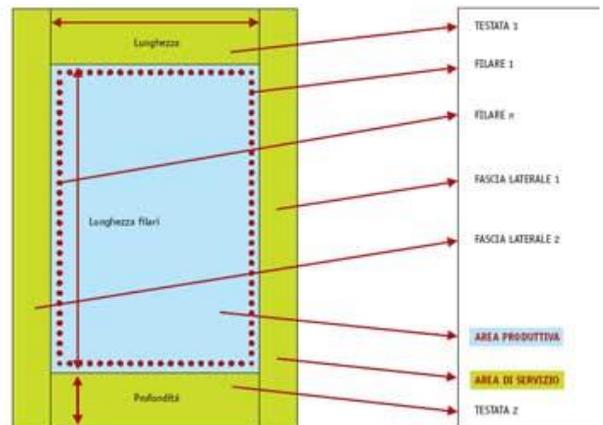
La progettazione del vigneto ha tenuto conto dei seguenti elementi:

- Conoscenza della superficie dell'appezzamento;
- Conoscenza del parco macchine dell'azienda;
- Conoscenza degli obiettivi aziendali;
- Conoscenza dell'andamento del mercato.

##### a) Superficie dell'appezzamento

L'appezzamento è di 50000 m<sup>2</sup> ed è composto da due zone: la zona produttiva e la zona di servizio. La zona di servizio è a sua volta composta dalla capezzagna e dalla distanza tra l'ultimo filare e il terreno confinante. La lunghezza della capezzagna dipende dalla lunghezza della trattrice, dal raggio di sterzata e dalla lunghezza dell'attrezzo utilizzato. Per quanto riguarda la distanza tra l'ultimo filare e il terreno confinante questa misura dipende dalla larghezza della trattrice, dalla vigoria della pianta e dalle attrezzature di cui dispone l'azienda.

Nella zona di produzione è compresa la zona di servizio che è caratterizzata da due parti: i filari e le distanze interfilari.



##### b) Il parco macchine dell'azienda

Una attenta valutazione del parco macchine è importante poiché da questa dipenderà la lunghezza delle capezzagne, la forma di allevamento, la distanza interfilare, ecc. In particolare si dovrà tener conto della lunghezza e larghezza delle trattrici, del raggio di sterzata, delle dimensioni degli attrezzi agricoli e del grado complessivo di meccanizzazione.

La Trattrice da frutteto dell'azienda



Motore	SDF 1000.3 WTI TIER III
Potenza a regime nominale	60/82 kW/CV
Regime nominale	2200 giri/minuto
Angolo di sterzata	55°
Passo	1990 mm
Carreggiata min-max	1165-1442 mm (anteriore)/ 1139-1637 mm (posteriore)
Larghezza min-max	1433-2012 mm
Lunghezza	3186 mm

L'Atomizzatore della ditta "EUROCOMPACT"

Cisterna da 15 hl  
Lunghezza circa 3.2 m  
Larghezza circa 1.25 m  
Timone snodato  
Cardano omocinetico



#### c) Obiettivi aziendali

Sono importanti per decidere se un'azienda vuole produrre quantità oppure qualità. In questo caso i titolari dell'azienda hanno deciso di ottenere un prodotto di qualità e di non puntare sulla quantità. Si dovrà diminuire le rese per ettaro per favorire una corretta e omogenea maturazione dell'uva. La produzione non dovrà quindi superare gli 80-130 quintali per ettaro.

#### d) Il mercato

Si dovrà analizzare sia la situazione attuale del mercato che le prospettive che potrà offrire lo stesso in futuro. Sulla base di dette analisi verranno effettuate le scelte relative alla varietà da impiantare. Si dovrà inoltre scegliere il livello produttivo qualitativo e quantitativo (target produttivo). L'ultima analisi sarà relativa alla scelta tra la vendita sul mercato estero (Cina, Giappone -mercati in forte crescita per il vino) o su quello nazionale dove però i consumi sono sempre in maggior calo.

### 4.7 Scelta del vitigno e del portinnesto

Il Pinot grigio è un diretto discendente del Pinot nero, ottenuto grazie ad una particolare mutazione gemmaria.

Esattamente come le altre varietà di pinot, anche quello grigio è una varietà molto complessa che richiede particolari condizioni ed attenzioni sia nella coltivazione che nella produzione. Necessita infatti di stabilità nell'habitat in cui viene collocato, prediligendo climi molto freddi e terreni compatibili. La coltivazione del Pinot grigio iniziò in Borgogna, che rappresenta la zona che ancora oggi possiede in assoluto le migliori condizioni climatiche per il suo sviluppo. Successivamente la sua produzione si è allargata a livello internazionale. Un'altra zona francese che si presta in maniera eccezionale alla coltivazione del Pinot grigio è l'Alsazia.

La produzione italiana è cominciata nei vigneti situati nella provincia di Como, espandendosi poi in tutta la Nazione. Attualmente la coltivazione di questo vitigno avviene in particolari regioni quali Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige, Veneto e Lombardia, che possiedono tutte le caratteristiche sia ambientali che di terreno necessarie. Il Pinot Grigio ha avuto un grosso successo soprattutto nell'ultimo ventennio, imponendosi come vino maggiormente apprezzato e consumato nel territorio italiano, anche se attualmente si è verificata un'inversione di tendenza per cui si è avuto un forte calo nella sua richiesta nel mercato italiano.

Per questa ragione ben l'80% del Pinot Grigio prodotto nelle regioni italiane viene esclusivamente esportato a livello mondiale, in paesi quali Cina, Regno Unito, Giappone ed America, che ne fanno sempre maggiore richiesta.

#### Caratteristiche varietali:

**Descrizione:** la varietà è abbastanza omogenea ed i caratteri differenziali riguardano la grandezza del grappolo, gli aromi ed i profumi. Il germoglio è ad apice espanso, tomentoso, verde-biancastro, con foglioline apicali spiegate, tomentose, verdi-biancastre. La foglia è piccola, cordiforme, trilobata, lembo largamente piegato a coppa, bolloso, di colore verde cupo. Il grappolo è piccolo, cilindrico, spesso con un'ala, compatto. L'acino è piccolo ovoidale, spesso deformato per la troppa compattezza del grappolo, stacco abbastanza facile, buccia grigio-rosa, leggera, pruinosa, polpa succosa di sapore semplice.



Figura 2: Foglia di Pinot Grigio.



**Attitudini colturali:** il vitigno ha ridotta vigoria con portamento della vegetazione eretto; tralci ramificati ad internodi medio-corti. Si adatta ai diversi terreni purché non umidi ed eccessivamente clorosanti e preferisce climi temperati non eccessivamente caldi e buone esposizioni.

**Allevamento e potatura:** si adatta alle diverse forme di allevamento e potatura purché non troppo espanse e ricche. Sono consigliabili forme di allevamento a controspalliera, sestri d'impianto abbastanza fitti, potature corte o lunghe ma non ricche. Si adatta anche a forme libere totalmente meccanizzabili. La potatura verde richiede interventi in epoche ben precise per alleggerire la vegetazione e rendere meno sensibile il grappolo agli attacchi di botrite.

**Epoca di germogliamento:** medio-precoce.

**Epoca di maturazione:** precoce.

**Produzione:** con impianti fitti si possono ottenere buone produzioni, essendo il vitigno abbastanza fertile. È opportuno non esagerare per non indebolire eccessivamente la pianta.

**Sensibilità alle malattie e alle avversità:** è molto sensibile alla botrite e al marciume acido; richiede pertanto accurate operazioni di potatura verde nei climi tendenzialmente umidi. È abbastanza sensibile alla clorosi.

**Potenziale enologico:** se vinificato in bianco dà un vino di colore giallo paglierino, profumato, di sapore asciutto, alcolico, morbido, giustamente acido, che con leggero invecchiamento assume un finissimo bouquet. Se vinificato "in ramato" dà un vino dal sapore leggermente amarognolo, fruttato, di corpo, caldo.

Il portainnesto scelto per l'impianto è stato l' SO4.

Le sue caratteristiche sono:

- Vigoria media;
- Poco resistente al calcare;
- Predilige terreni di medio impasto o sciolti, freschi o fertili e anche i terreni pesanti;
- Non predilige terreni asfittici;
- Sensibilità alla siccità;
- Tende ad anticipare leggermente l'epoca di maturazione dell'uva;
- Favorisce una buona lignificazione dei tralci;
- Sconsigliato in terreni poveri di magnesio.

#### 4.8 Posa dei pali e delle barbatelle

La posa delle barbatelle è stata effettuata a fine autunno-inizio inverno perché la pianta si affranca meglio: il terreno si assesta alle radici e l'apparato radicale si adatta più facilmente al nuovo terreno tendendo a svilupparsi con un certo anticipo. Le barbatelle sono state piantate con la trapiantatrice meccanica (con guida laser).

**Impianto cordone speronato relativo ad un ettaro di superficie.**

Lunghezza terreno → 154 m

Larghezza terreno → 65 m

Totale superficie → 10010 m<sup>2</sup>

Capezzagne: 2 da 4.5 m

Distanza ultimo filare: 2 da 2 m

Lunghezza zona produttiva:  $154 - (2 * 4.5) = 145$  m

Larghezza zona produttiva:  $65 - (2 * 2) = 61$  m

Totale superficie produttiva:  $145 * 61 = 8845$  m<sup>2</sup>

Numero filari:  $61 / 2.20 = 27$

Distanza sulle file (tra vite e vite): 1

Sesto d'impianto: 1\*2.20  
Numero barbatelle:  $8845\text{m}^2/(1*2.20)\text{ m}^2= 4020$   
Numero barbatelle per filare:  $4020/27= 149$   
Distanza sulle file (pali di mezzeria): 3 m  
Sesto di palificazione: 2.20\*3

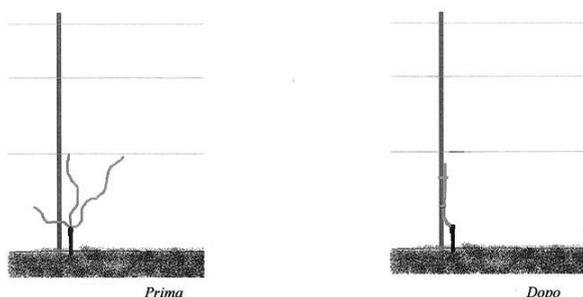
- Preparazione barbatelle  
Numero barbatelle: 4020  
Taglio delle radici a 3.5 cm
- Messa a dimora barbatelle  
Numero barbatelle: 4020  
Uso trapiantatrice meccanica con guida satellitare
- Distribuzione pali  
Distribuzione pali di testata e pali interfila  
Numero pali:  $2*27= 54$  pali di testata;  $48*27=1296$ .
- Posa pali interfila  
Numero pali:  $48*27=1296$   
Profondità 50cm. Altezza reale del palo dal suolo: 2.00m. Uso trivella.
- Posa pali testate  
Numero pali: 54  
Profondità 70cm. Inclinazione di circa 8°. Altezza reale palo dal suolo: 2.00m. Uso trivella.
- Posa piastre ancoraggio  
Numero di ancore:  $2*27=54$   
Profondità a 1.00m distante dal palo di testata di 1.10m. Uso scavatore.
- Aggancio aste di ancoraggio  
Numero aste:  $2*27=54$   
Aggancio aste alle ancore, interrimento e compattamento terra.
- Aggancio tiranti tendifilo e ammortizzatori  
Numero tiranti:  $4*27=108$ ; ammortizzatori:  $2*27=54$   
Aggancio tiranti tendifilo e ammortizzatori ai pali di testata
- Legatura e stesura filo di tensione (diametro 2.5; diametro 1.4)  
Sono di due tipi:  
2 per filare, diametro 2.5 → metri per filare:  $147*2=294$  m  
Totale metri:  $294*27=7938$  m  
2 per filare, diametro 1.4 → metri per filare:  $2*146= 292$  m  
Totale metri:  $292*27=7884$  m  
Legatura filo ai tiranti e agli ammortizzatori, stesura lungo i filari e uso dei giuntafili.
- Posa dei tutori  
Tutori per filari:  $149-(48+1)=100$   
Totale tutori:  $100*27= 2700$   
Posa dei tutori in prossimità delle barbatelle
- Aggancio tutori con gancetti  
Ganci per tutori: 100  
Totale ganci:  $100*27=2700$   
Aggancio dei tutori con gancetti verticali al cordone
- Copertura barbatelle  
Numero tubi: 4020  
Copertura delle barbatelle con tubo copri barbatelle.

Negli interfilari si è scelta una tecnica che prevede la semina di leguminose e graminacee (dal 3° anno dall'impianto in poi) e al momento opportuno si esegue una leggera erpicatura dell'interfilare in modo tale da interrare i residui dello sfalcio nei primi 20 cm. Le colture leguminose cedendo azoto al terreno aumentano anche il tenore in azoto nelle uve durante la vinificazione. Sulla fila invece si è scelto effettuare una lavorazione di fresatura in modo da combattere le malerbe che crescono e nel contempo arieggiando l'apparato radicale delle piante.

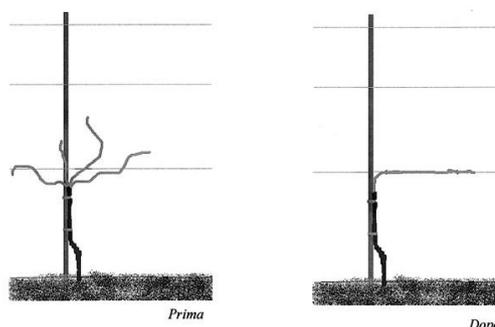
#### 4.9 Potature eseguite nei primi tre anni

Le potature eseguite nei primi tre anni sono importantissime per dare alla pianta l'impalcatura e consentire alla stessa di sviluppare un ottimo apparato radicale.

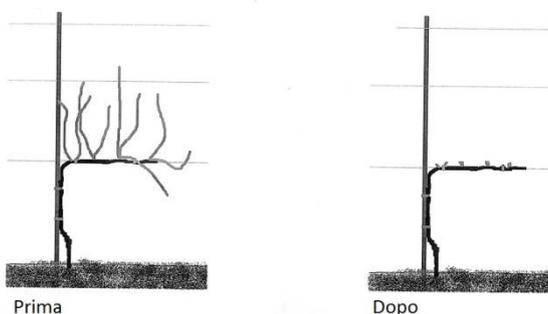
Potatura e legatura I anno



Potatura al II anno



Potatura III anno



### 5. Interventi eseguiti negli anni successivi

#### 5.1 Potatura invernale di produzione:

La potatura invernale di produzione serve per evitare di avere una chioma troppo espansa e per avere un giusto rapporto tra parte vegetativa e produttiva. Viene eseguita nell'intervallo di tempo che va dalla caduta delle foglie alla tarda primavera prima della ripresa vegetativa. In questo caso si è scelto una potatura corta che consiste nel lasciare degli speroni non più lunghi di due-tre gemme, ricavandoli da zone che siano il più possibile vicino al cordone permanente. La potatura corta richiede una maggiore preparazione degli addetti, è accettata con maggiori riserve, negli ambienti che conferiscono notevole vigoria può aggravare le esigenze di interventi in verde, inoltre può essere anche meccanizzata. Bisogna stare attenti a non aumentare troppo il numero di gemme perché comporta un eccessivo aumento di produzione; però, con il tempo il carico eccessivo di gemme comporta un ritardo del germogliamento ed una riduzione della fertilità. Con la potatura corta l'operatore può modificare agevolmente il carico di

gemme per vite: con viti sulla fila distanti un metro il numero di gemme può variare di molto perché l'operatore può modificare sia il numero sia la lunghezza degli speroni; in un vitigno di media fertilità delle gemme basali, una potatura corta può essere adottata lasciando più speroni e di maggior lunghezza. Il carico di gemme deve essere adattato anche all'ambiente: in un'ambiente con terreni fertili e clima favorevole, il numero di gemme dovrà essere superiore rispetto ad un'ambiente povero.

Ci sono tre aspetti da considerare, per capire se la potatura adottata è quella ideale:

- valutare visivamente come germoglia la vite → se il numero di germogli per gemma è spesso superiore a 1 vuol dire che la potatura non è adatta, se abbiamo un germoglio per ogni gemma, la vite è in equilibrio; infine se su tre gemme lasciate una sola è schiusa vuol dire che la potatura è troppo ricca (elevato numero di gemme);
- analizzare la produttività dell'impianto e la qualità dell'uva → se sono su buoni livelli il tipo di potatura adottato sarà quello corretto;
- controllare l'indice fisiologico → ovvero il rapporto tra il peso dell'uva e il peso del legno asportato con la potatura invernale.

## 5.2 Potatura verde:

Spollonatura dei germogli → rimozione dei germogli (polloni), che all'inizio della stagione vegetativa, si sono formati lungo il ceppo della vite. Viene eseguita quando i polloni sono lunghi 10-12cm.

Scacchiatura → eseguita quando c'è un eccessivo addensamento vegetativo, presenza di troppi germogli in un determinato volume di chioma ovvero quando c'è più di un germoglio per ogni gemma lasciata. Se vengono rimossi i germogli fertili ha funzione di diradamento preventivo dei grappoli. Se attuiamo una scacchiatura troppo drastica abbiamo una stimolazione della crescita dei germogli mantenuti e inoltre possiamo avere anche una carenza di punti di rinnovo degli speroni. Inoltre avendo adottato una potatura corta questa pratica è più ricorrente.

Legatura dei germogli → viene eseguita in pre-fioritura e consiste nell'aggancio dei germogli alla parete del filare in modo tale da non provocarne la rottura durante il passaggio con i mezzi meccanici.

Cimatura dei germogli → consiste nel taglio della parte terminale della punta dei tralci, eseguita a macchina, per aumentare l'età media delle foglie. Viene eseguita tra post-fioritura e pre-chiusura grappolo. Non bisogna intervenire in modo drastico ma eseguire una cimatura di sicurezza, cioè cimare i germogli in modo tale da mantenere sul germoglio stesso un numero di foglie minimo (almeno 12/14).

Sfogliatura → viene eseguita dal post-allegazione all'invaiaitura. Consiste nel togliere in modo parziale o totale le foglie basali del tralcio. Nel caso delle uve bianche è preferibile non eseguire una sfogliatura drastica rischiando di provocare una scottatura dei grappoli. Questa tecnica in particolare serve per: arieggiare la fascia produttiva, migliorare l'insolazione e consentire una miglior efficacia dei trattamenti antiparassitari.

Diradamento dei grappoli → è la rimozione di una quota dal 30 al 60% dei grappoli presenti sulla vite. Viene realizzata a mano dall'allegazione all'invaiaitura. Si rende necessario quando c'è un eccesso di produzione rispetto allo sviluppo vegetativo. Se il diradamento viene effettuato ogni anno vuol dire che la potatura secca è stata effettuata in modo errato.

Con il diradamento si eliminano i grappoli più distali; questa operazione risulta conveniente quando il valore aggiunto conseguito dall'operazione, compensa in modo più che proporzionale:

- I costi derivanti dall'esecuzione dell'operazione;
- Il diminuito reddito dovuto al calo di uva prodotta.

**5.3 Trattamenti in vigneto** → i trattamenti vengono effettuati di norma con l'utilizzo di rame e zolfo. Unico trattamento insetticida obbligatorio è quello contro lo *Scaphoideus Titanus*.

## 6. Vendemmia

Per quanto riguarda un' uva a bacca bianca come il Pinot Grigio, per calcolare il momento più opportuno per la raccolta si dovrà tener conto della:

- maturazione tecnologica: si considera il livello di zuccheri e acidi nell'uva (questo equilibrio varia in base al tipo di vino che si vuole produrre);
- maturazione aromatica: si considera l'accumulo delle sostanze aromatiche e i loro precursori.

### 6.1 La vinificazione del Pinot Grigio

La vinificazione inizia con la raccolta, in quanto dalla sua buona esecuzione dipende direttamente il risultato della trasformazione. L'azienda effettua la raccolta meccanica, che oltre a ridurre i costi rispetto a una raccolta manuale permette una raccolta molto più veloce e il prodotto arriva in tempi più brevi in cantina.

Le uve, dopo essere state raccolte, vengono portate velocemente in cantina con carri vendemmia sui quali viene distribuito azoto in polvere. Le uve vengono poi scaricate in una tramoggia e tramite un nastro elevatore vengono immesse nella diraspa-pigiatrice. La diraspa-pigiatura comporta in un primo momento il distacco degli acini dal raspo attraverso una serie di battitori all'interno di un buratto a fori imbutiti e nel successivo allontanamento dei raspi. Gli acini passano attraverso i fori del buratto e vanno nella parte inferiore dove sono presenti due rulli in gomma (con possibilità di regolare la distanza tra essi) che attuano una leggera pressatura. Viste le alte temperature durante la vendemmia è necessario, prima di andare in pressa, abbassare la temperatura del liquido attraverso uno scambiatore tubo in tubo. Il mosto che esce ad una temperatura di circa 8°C andrà direttamente in pressa per eseguire una macerazione pellicolare a freddo. Questa macerazione, eseguita in pressa stagna, dura dalle 12 alle 20 ore ad una temperatura di 6-8 °C (a questa temperatura non vi è attività ossidativa). Il mosto alla fine presenterà una diminuzione dell'acidità e quindi un leggero aumento del pH a causa della liberazione del potassio dalle bucce e di una parziale salificazione dell'acido tartarico nonché un aumento di amminoacidi e di polisaccaridi. Infine, se condotta in maniera adeguata, questa macerazione permette un migliore sfruttamento del potenziale aromatico del pigiato e conduce generalmente ad un aumento significativo dell'aroma varietale dei vini senza che si accresca la percezione erbacea. Terminata la macerazione la parte solida viene pressata a circa 0.8-1 bar. Al mosto fiore già stoccato nel serbatoio verrà aggiunto il primo pressato. Si eseguirà in seguito una chiarifica prima di inoculare i lieviti. La chiarifica consiste nel pulire il mosto dalla feccia grossolana e dai residui della pressatura. Può essere condotta per mezzo di molteplici vie:

- decantazione statica con l'uso di enzimi pectolitici e bentonite: si lascia decantare il mosto dalle 16 alle 20 ore e poi si travasa lasciando sul fondo le fecce grossolane;
- flottazione: viene insufflato dal fondo vasca del gas inerte (micro bolle di azoto) che solleva le particelle grossolane di feccia e le mantiene in superficie, con il travaso poi si separa la feccia grossolana. Si può utilizzare durante la flottazione anche gelatina e sol di silice.

Il mosto a fine chiarifica presenterà 80-120 NTU. A fine trattamento verrà effettuato un travaso facendo attenzione a non rimescolare la feccia con il mosto. Poi si procederà con l'inoculo nella massa dei lieviti della specie *Saccaromyces Cerevisiae*, i quali trasformeranno lo zucchero, contenuto nel mosto, in alcool. Viene fatto il piede di fermentazione ovvero, una piccola parte del mosto viene travasato in una vasca di qualche ettolitro e vengono inoculati i lieviti (generalmente vengono utilizzati lieviti della specie *Saccaromyces Cerevisiae*). Dopo alcune ore si innesta il mosto con l'inoculo dei lieviti nella vasca principale per far fermentare tutta la massa. La fermentazione verrà condotta ad una temperatura di 18° C. In un secondo momento, dall'aggiunta dei lieviti, si aggiungerà ammonio fosfato bibasico, ammonio solfato, vitamina B1 e scorze di lievito. Questi saranno gli alimenti per il lievito.

Si dovrà, con opportune analisi, tenere sempre sotto controllo l'andamento fermentativo al fine di evitare rallentamenti o blocchi fermentativi. A metà fermentazione, se si osserva un leggero rallentamento fermentativo oppure ci si accorge che la fermentazione è poco vigorosa, si può nuovamente inoculare del lievito ed in questo caso si può utilizzare la specie *Saccaromyces Bayanus* più aggiungere delle scorze di lievito (10g/hl). Inoltre, se necessario, si potrà effettuare un arricchimento con M.C.R. ed una correzione dell'acidità con acido tartarico. Terminata la fermentazione il prodotto verrà travasato per separare i

residui di lievito ed addizionato di anidride solforosa per evitare la fermentazione malo lattica. Seguirà poi la fase di stabilizzazione (tartarica, proteica, microbiologica).

La solfitazione viene fatta prima del travaso per evitare ossidazioni (il diossido di zolfo viene utilizzato sia durante la diraspa-pigiatura che ad ogni travaso). La quantità di SO<sub>2</sub> libera al momento della stabilizzazione varia dai 25 ai 30 mg/l.

La casse tartarica riguarda la precipitazione dell'acido tartarico sotto forma di sale, il bitartrato di potassio. (precipitato cristallino). La stabilizzazione tartarica si realizza sia attraverso uno shock termico che con l'aggiunta di acido metatartarico o di colloidali protettori come le mannoproteine.

La casse proteica, invece, è causata dalla precipitazione delle proteine presenti nella massa (precipitato gelatinoso).

Per stabilizzare il vino dalla casse proteica si utilizza generalmente la bentonite che per le sue proprietà colloidali fissa le proteine instabili e successivamente precipita. Il prodotto, dopo la chiarifica viene travasato per separare il precipitato.

Infine prima dell'imbottigliamento il vino dovrà essere filtrato per ottenere la limpidezza. La filtrazione consiste nell'eliminare le particelle solide presenti nel vino grezzo che possiedono caratteristiche, dimensioni e proprietà fisiche diverse.

Il vino filtrato, sarà stoccato in vasca fino all'imbottigliamento.

In pre-imbottigliamento sarà eseguita un'altra filtrazione con una candela microporica a 0.45 micron al fine di effettuare anche una stabilizzazione microbiologica.

## 7. I lieviti utilizzati in fermentazione

I lieviti che vengono usati in enologia per le fermentazioni e le rifermentazioni, appartengono alla :

- Classe: *Hemiascomycetes*
- Ordine: *Saccharomycetales*
- Famiglia: *Saccharomycetaceae*
- Genere *Saccharomyces*

Le cellule possono essere globose, ellittiche o cilindriche e si moltiplicano per gemmazione multilaterale. Gli aschi si formano senza preventiva coniugazione e contengono da 1 a 4 spore globose o ellittiche a parete liscia. Hanno un alto vigore fermentativo e una notevole importanza enologica.

- Specie *Saccharomyces Cerevisiae*: le cellule possono presentarsi singole appaiate o concatenate al termine dello sviluppo nei mezzi liquidi, in tali condizioni esse sedimentano mentre in altre occasioni formano una pellicola superficiale. È il lievito più importante in enologia e può essere impiegato in tutte le fasi della vinificazione grazie a:
  - Elevato vigore fermentativo
  - Elevato potere alcoligeno
  - Elevata resistenza agli antisettici
  - Elevata adattabilità alle diverse condizioni
- Specie *Saccharomyces Bayanus*: questo lievito non si sviluppa in presenza di una temperatura di 37° C, ha un basso potere alcoligeno e può essere aggiunto a metà fermentazione per portare a termine la fermentazione alcolica senza avere problemi o può essere utilizzato per la rifermentazione in autoclave degli spumanti.

I lieviti di solito nel mosto seguono la via fermentativa. Essi compiono la fermentazione alcolica che consiste nella conversione del glucosio (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) in CO<sub>2</sub> ed etanolo (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH), secondo la reazione:



con un rendimento in etanolo di circa il 50% in peso rispetto al glucosio fermentato. L'etanolo viene misurato in volume e precisamente in gradi: per determinare il grado alcolico ottenibile al termine di una

fermentazione, si moltiplica il contenuto iniziale di zuccheri fermentescibili (espresso in grammi per 100) per 0,6. Ad esempio, se un mosto d'uva ha il 20% di zuccheri, produrrà un vino di 12 ° (20 · 0,6 = 12).

**Giustificazione del fattore 0.6** → consideriamo la reazione rappresentante schematicamente la fermentazione alcolica:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + CO_2$  e consideriamo la MM dell'esoso (180) e dell'etanolo (46).

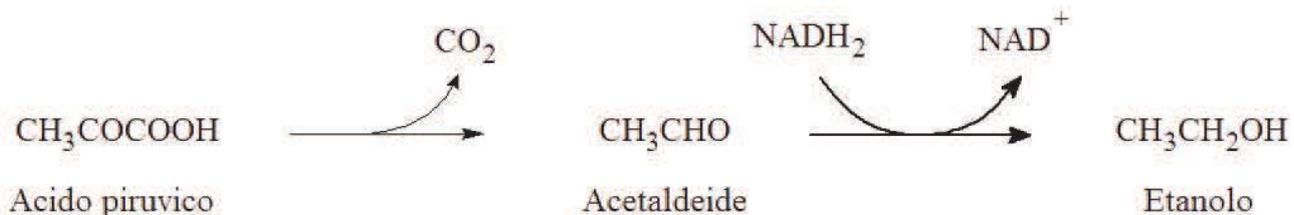
Possiamo ora scrivere la seguente proporzione:

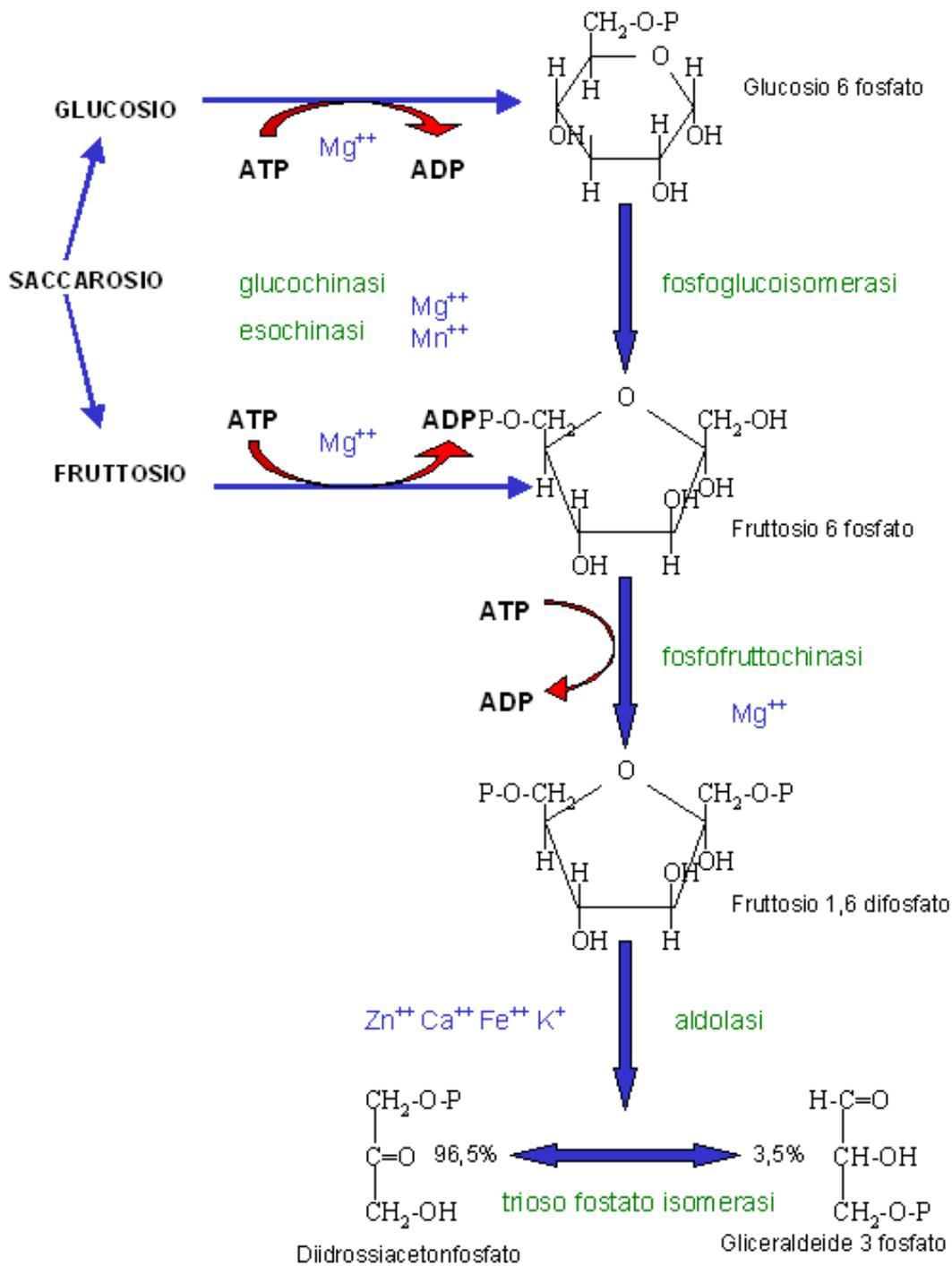
$180 : 92 = 1 : X$  da cui otteniamo  $X = 0.511$  g, quindi da un grammo di esoso si formano 0.511 g di etanolo.

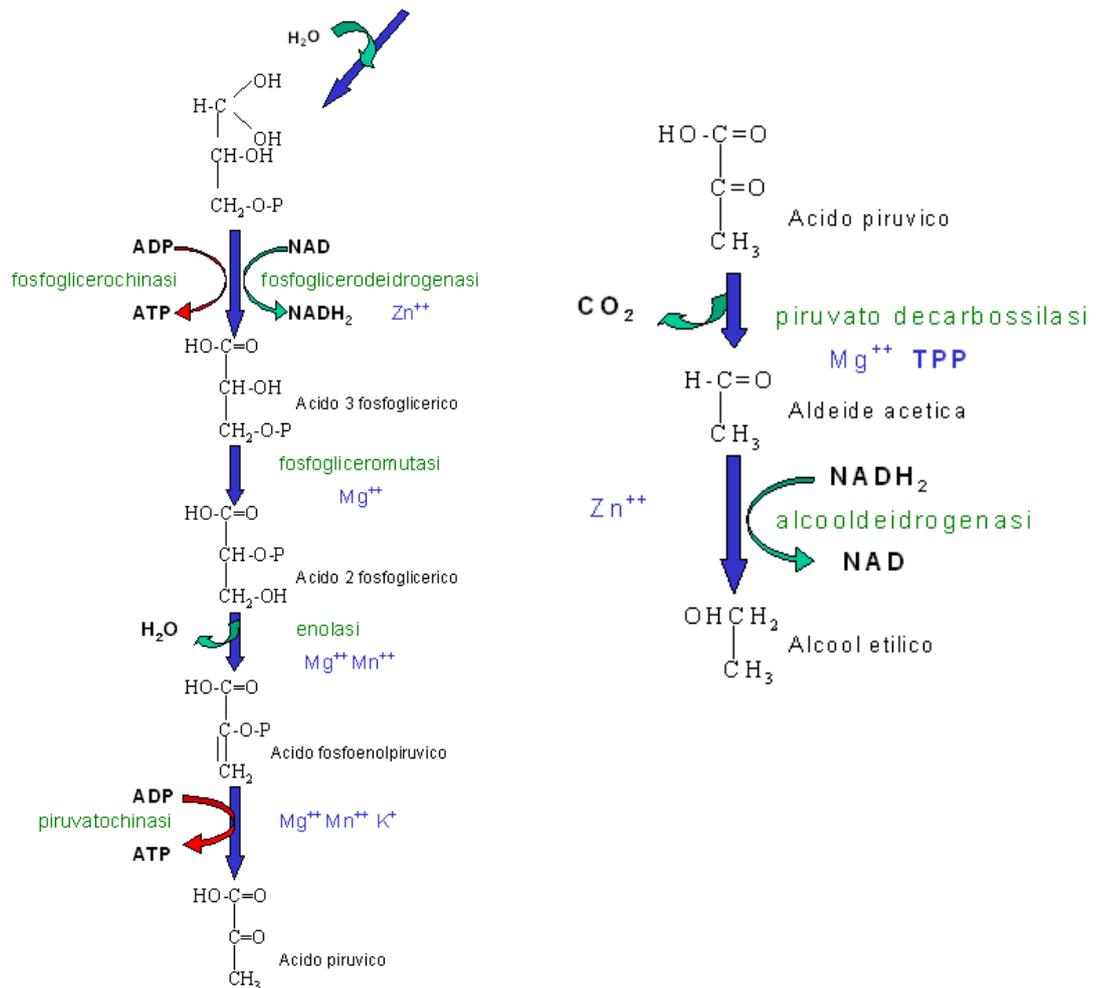
Dobbiamo ricordare che nel titolo alcolometrico volumico l'etanolo è espresso come volume, per cui  $m/d = V_{20}$  ed otteniamo un valore teorico di trasformazione pari a  $0.51/0.78945 = 0.642$ . In teoria, se i lieviti trasformassero totalmente gli zuccheri in alcool ad ogni grammo di zucchero corrisponderebbe la formazione di 0.642 ml di etanolo. Una parte però degli zuccheri viene utilizzata nella fermentazione glicero-piruvica per cui il risultato, nella pratica, pari a circa 0.6 (densità a 20°C).

Il processo che porta alla demolizione del glucosio è detto glicolisi, ed è organizzato in diversi passaggi catalizzati da diversi enzimi:

1. Il primo passaggio si conclude con la produzione di gliceraldeide-3-fosfato, ed è la fase di energizzazione della molecola di zucchero (glucosio, fruttosio), con il consumo di 2 molecole di ATP;
2. il secondo passaggio si conclude con la produzione di acido piruvico e porta alla produzione di 4 molecole di ATP. L'acido piruvico subisce decarbossilazione ad acetaldeide e questa viene ridotta ad alcol etilico:







## 7.1 Prodotti secondari della fermentazione alcolica

L'alcol etilico non è l'unico prodotto che si viene a formare dalla fermentazione alcolica. Gli altri sottoprodotti sono rappresentati da:

- acetoino
- acido acetico
- acido piruvico
- acido succinico
- aldeide acetica
- butilenglicole
- glicerina

Tra tutti questi il più importante è la glicerina, che si viene a formare nel caso in cui si abbiano dei problemi nella fermentazione principale e la sua utilità è dovuta principalmente all'ossidazione del  $\text{NADH}_2$  per la ricostituzione del NAD. I meccanismi che portano alla produzione di glicerina sono 4:

1. ogni volta che si verifica un blocco a livello di acido piruvico o di aldeide acetica, la ricostituzione del NAD avviene attraverso la via alternativa rappresentata dalla riduzione del diidrossiacetone-fosfato a glicerol-fosfato;
2. l'aldeide acetica non è disponibile in quantità sufficiente a consentire la ricostituzione del NAD; tale indisponibilità può essere dovuta a cause sia endogene che esogene, come ad esempio l'aggiunta ai

mosti di SO<sub>2</sub>, che si combina in parte con l'aldeide acetica, impedendone la riduzione, provocandone l'accumulo e deviando la fermentazione a favore della glicerina;

3. la presenza di un'aldeide-deidrogenasi devia l'aldeide acetica dal suo normale destino, portando alla formazione di etanolo e di acido acetico. Questa reazione di ossidoriduzione è influenzata dal pH del mezzo, e normalmente avviene a pH alcalini ottimali per l'azione dell'aldeide-deidrogenasi, ma può verificarsi anche a pH acidi;
  4. si ottengono come prodotti finali glicerina e acido piruvico: ciò si verifica quando nel mezzo vengono a mancare le fonti di N, oppure quando si verifica una repressione della piruvato-decarbossilasi.
- La produzione di acetoino e butilenglicole avviene a partire da acido piruvico e aldeide acetica, in seguito alla condensazione di due molecole di aldeide acetica;
  - L'acido succinico proviene dall'acido glutammico per via ossidativa, avendo come intermedio l'acido α-chetoglutarico. Quest'ultimo si può formare per condensazione di due molecole di acido acetico oppure per riduzione dell'acido piruvico con intermedi l'acido ossalacetico, malico e fumarico.

## 7.2 Fermentazione spontanea o naturale

In caso di condizioni favorevoli, alcuni lieviti presenti all'interno del mosto potrebbero iniziare una fermentazione spontanea o naturale. Infatti, in assenza di protezione (mosto senza SO<sub>2</sub>) e con temperature elevate i lieviti dei generi *Hanseniasporae*, *Kloeckera*, segue poi il *Metschnikowiae* altri lieviti con metabolismo ossidativo, inizierebbero a fermentare il mosto. Infine, il *Saccharomyces*, che inizialmente presente in quantità ridotta, prende il sopravvento durante le fasi finali.

- *Kloeckera apiculata*: è dominante nelle prime fasi della fermentazione, è ampiamente presente in natura e prende facilmente il sopravvento per il suo buon vigore fermentativo. Come tutti i lieviti apiculati ha una bassa alcol-tolleranza, di conseguenza la sua attività si arresta in presenza di una gradazione alcolica di 4°.
- *Saccharomyces cerevisiae*: questo lievito subentra al *Kloeckera apiculata* quando questo blocca la sua attività. Il genere *Saccharomyces* inizia a moltiplicarsi a metà del processo fermentativo e non assume importanza finché la sua concentrazione non è di 10<sup>4</sup> cellule/ml, valore che viene raggiunto quando si ha la regressione degli apiculati. La concentrazione massima dei Saccaromiceti è di 9\*10<sup>8</sup> cellule/ml e, consumando tutto lo zucchero, concludono la fermentazione.

A parte il *Saccharomyces cerevisiae*, vi sono altre specie che intervengono nelle ultime fasi della fermentazione, essendo dotate di un discreto potere alcoligeno, queste sono:

- *Torulasporea rosei*;
- *Zigosaccharomyces bailii*: occasionalmente può sostituire il *Saccharomyces cerevisiae*;
- *Schizosaccharomyces pombe japonicus*.

Al termine della fermentazione, se non viene impedito il contatto con l'aria atmosferica, è inevitabile che si sviluppino i lieviti responsabili della fioretta, quali *Pichia membranae faciens*, *Candida vinie*, *Hansenula anomala*, che portandosi in superficie formano veli superficiali spessi e fragili, si moltiplicano respirando l'alcol etilico e provocano un forte abbassamento del grado alcolico.

Il motivo per cui il processo fermentativo viene avviato dai lieviti e non dai batteri è da ricercare nell'ambiente in cui si opera, rappresentato dal mosto, il quale si presenta ricco di zuccheri, usati dai lieviti, povero di O<sub>2</sub>, e con un pH compreso tra 3 e 4, condizioni ideali per lo sviluppo dei lieviti e non dei batteri e neanche per le muffe, essendo queste aerobiche.

I fattori che impediscono la conclusione della fermentazione sono:

- escursioni termiche oltre il valore ottimale che è di 25~30 °C
- concentrazione zuccherina iniziale molto elevata, poiché i lieviti non resistono alla quantità di alcool prodotto.

I fattori che non permettono il verificarsi della fermentazione spontanea sono:

1. elevata concentrazione di SO<sub>2</sub>;
2. pulizia della cantina eccessiva;
3. fitofarmaci provenienti dalle uve.

### 7.3 Interventi sulla fermentazione dei mosti

Si tratta di interventi che mirano a guidare la fermentazione in favore del *S. cerevisiae*, cercando di controllare alcuni lieviti sfavorevoli (*Kloeckera*, *Hanseniaspora*) che possono agire nelle fasi iniziali della fermentazione. Questi interventi sono:

- impiego di lieviti selezionati: il lievito selezionato è definibile come una coltura pura di specie enologicamente idonee, dotate di caratteristiche che consentano di ottenere risultati predefiniti, quindi abbiamo lieviti che producono diverse gradazioni alcoliche e altri che presentano una diversa resistenza alla SO<sub>2</sub>. *S. cerevisiae* è il lievito che viene aggiunto ai mosti subito dopo la pigiatura dell'uva, prendendo il sopravvento sui lieviti apiculati e portando a secco il vino con risultati costanti. Inoltre, con l'impiego di ceppi di lieviti selezionati si garantisce il buon andamento della fermentazione. Il ceppo di lievito scelto deve possedere due importanti caratteristiche:
  - elevato vigore fermentativo;
  - elevato potere alcoligeno.

La maggiore diffusione, dei lieviti selezionati, si è avuta dopo il 1960, al fine di ottenere un prodotto più uniforme da un anno all'altro, poiché il mercato non gradisce brusche variazioni. Un ruolo molto importante in questo settore ha avuto la microbiologia che, utilizzando i lieviti selezionati ed eliminando quelli spontanei, ha permesso di sostituire la fermentazione spontanea con una fermentazione guidata. Inizialmente questo era possibile usando il lievito per il pane, per passare poi a ceppi enologicamente importanti. In Italia, Castelli ha creato il mosto-lievito, in seguito denominato dai francesi piè de cuvè. Le fasi di realizzazione sono:

1. prelievo di 100 ml~1 litro di mosto, che viene sottoposto a trattamento termico di sterilizzazione per 10~20 minuti;
2. il mosto sterilizzato è inoculato con cellule di lievito selezionato, che si moltiplica rapidamente. Dopo 24 ore sono già in attiva fermentazione;
3. la precoltura viene aggiunta ad altro mosto non sterilizzato ottenuto da uve sane, e posto in una damigiana. I lieviti, essendo in piena attività, prendono il sopravvento.
4. travaso del mosto dalla damigiana in un grande tino, in modo che i lieviti possono moltiplicarsi ulteriormente;
5. prelievo di una quantità dal 3~5% di mosto dal tino, e suo utilizzo per vinificare tutta la massa.

È una tecnica molto complicata e solo alcune cantine di piccole dimensioni la usano. Più recenti sono i lieviti secchi attivi, ottenuti con tecniche particolari che portano all'ottenimento di polveri, ovvero dei preparati commerciali disidratati, il cui utilizzo richiede una preventiva idratazione per 10~20 minuti a 40 °C e addizionati poco prima della vinificazione. Attualmente è la tecnica più utilizzata. Si possono quindi attuare diverse fermentazioni:

- fermentazioni scalari: sono dei processi provocati da diversi lieviti che agiscono in associazione e in successione. Generalmente la prima fase della fermentazione vede predominare il *Kloeckera apiculata*, mentre nella seconda fase predomina il *Saccharomyces cerevisiae*. Si può ottenere una fermentazione scalare inoculando, in tempi diversi, specie di lieviti che influiscono positivamente sulla qualità dei vini.
- metodo super-quattro: consiste nel mantenere il grado alcolico del materiale in fermentazione ad un livello superiore a 4°, così da ottenere l'inibizione dell'attività di tutti quei lieviti sensibili all'alcol e di basso potere alcoligeno, ma anche di favorire l'attività del *S. cerevisiae*. Il metodo può esser applicato nel caso di fermentazione in continuo, dove la massa fermentativa viene continuamente alimentata con

mosto fresco, stabilizzando così il grado alcolico ad un livello superiore a 4°. Più problematica è la sua applicazione nella fermentazione discontinua, nella quale la stabilizzazione del grado alcolico è possibile riempiendo le vasche di fermentazione, anziché in una sola volta, per tappe successive nel corso di una decina di giorni.

- utilizzo dell'anidride solforosa SO<sub>2</sub>: il diossido di zolfo è l'unico antisettico che può essere usato in enologia. Esso permette di controllare e di garantire un buon andamento del processo fermentativo. Pur essendo enologicamente molto importante, risulta essere altrettanto pericolosa per l'uomo, che può assimilarne, quotidianamente, una quantità massima di 0,7 mg/Kg di peso corporeo. La SO<sub>2</sub> può essere somministrata:
  - come sale (metabisolfito di K): presenta un rendimento del 50% circa;
  - in forma liquida: contenuta in bombole, viene usata in cantine di grandi dimensioni;
  - come soluzione solfitante.

Nel vino la SO<sub>2</sub> si presenta in due forme:

- combinata: si lega ai diversi composti presenti nel vino, con legami più o meno stabili. Non è attiva dal punto di vista antisettico, fa parte della SO<sub>2</sub> totale.
- libera: non si lega a nessun composto e si può trovare come:
  - forma dissociata: ione bisolfito HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - forma indissociata: SO<sub>2</sub> libera, che è la forma più attiva

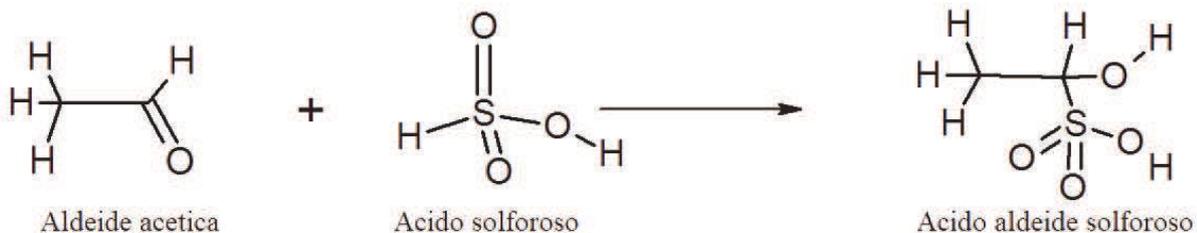
L'azione antisettica della SO<sub>2</sub> è fortemente influenzata da diversi fattori quali:

1. pH: più basso è il pH, maggiore sarà la frazione attiva presente, e quindi maggiore sarà l'attività antisettica;
2. temperatura: all'aumentare della temperatura aumenta anche la forma indissociata SO<sub>2</sub>.

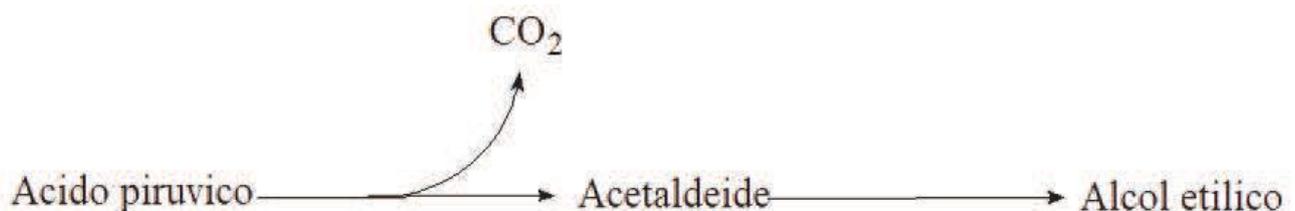
Quindi, maggiore sarà la frazione indissociata, minore sarà la quantità di SO<sub>2</sub> totale che si dovrà utilizzare.

Le sostanze che legano alla SO<sub>2</sub> sono:

- acetaldeide: legandosi con la SO<sub>2</sub> forma l'acido aldeide-solforoso:



L'acetaldeide si forma dalla decarbossilazione dell'acido piruvico, da cui poi si ottiene alcol etilico:



L'accumulo di acetaldeide si può verificare in casi particolari:

1. elevate concentrazioni di O<sub>2</sub>: la reazione che porta alla formazione di alcol etilico a partire dall'aldeide acetica è una riduzione e di conseguenza la presenza di O<sub>2</sub> sposta l'equilibrio verso la produzione di acetaldeide. Quindi, per evitare ciò, è bene evitare il contatto del vino con O<sub>2</sub>, soprattutto se il vino è bianco.
2. fermentazione che parte da uve guaste: riguarda la fermentazione che interessa i grappoli in presenza di O<sub>2</sub>. Nella fermentazione di uve sane, l'acetaldeide può arrivare a 10~20 mg/l, nei vini giovani a circa 10 mg/l.
  - acido piruvico: è un prodotto della fermentazione
  - acido α-chetoglutarico: si forma per deaminazione dell'acido glutammico
  - acido uronico e acido galatturonico.

La SO<sub>2</sub> reagisce con tutti questi acidi, formando composti poco stabili. È necessario quindi attuare dei comportamenti volti a limitare la presenza di tutti questi composti: nel caso dell'aldeide acetica, si devono utilizzare uve sane, nel caso dell'acido piruvico, si deve assicurare la presenza nel vino di tiamina (vit. B1), fondamentale per l'attivazione del coenzima cocarbossilasi della piruvato-decarbossilasi, enzima che catalizza la reazione che porta alla conversione dell'acido piruvico in alcol etilico, con intermedio l'aldeide acetica. La quantità di tiamina da utilizzare legalmente consentita è di 0,6 mg/l.

La SO<sub>2</sub> non dev'essere somministrata subito nel processo di fermentazione, poiché inizialmente nella massa sono presenti grandi quantità di acido piruvico e aldeide acetica. Verrà somministrata a fine fermentazione, considerando le quantità di acido piruvico, acido α-chetoglutarico e aldeide acetica presenti, nonché della durata dell'invecchiamento: si userà poca SO<sub>2</sub> nei vini la cui durata d'invecchiamento è breve, mentre si aumenterà la dose in quelli con un lungo invecchiamento, in modo che il vino venga protetto dai m.o. e dai processi di alterazione e ossidazione. È bene precisare che la quantità di SO<sub>2</sub> da apportare varia anche in funzione della qualità dell'uva e della temperatura; normalmente con uve sane e bassa temperatura si può ridurre l'uso dell'antisettico.

Vantaggi dell'utilizzo della SO<sub>2</sub>:

1. regola la fermentazione, eliminando i lieviti apiculati sia sporigeni che asporigeni, a favore degli ellittici;
2. protegge i vini dai processi di ossidazione accelerando la chiarificazione;
3. rende più rapida la fermentazione;
4. l'acidità malica dei vini è maggiore poiché blocca l'attività dei batteri lattici;
5. conferisce stabilità al colore poiché reagisce con l'O<sub>2</sub> evitando che si leghi alle sostanze coloranti (polifenoli): l'O<sub>2</sub> entrando in contatto con i polifenoli origina la cosiddetta casse, cioè rottura del colore.

Svantaggi nell'utilizzo della SO<sub>2</sub>:

1. il vino invecchia con difficoltà perché manca l'O<sub>2</sub> che si combina con la SO<sub>2</sub>;
2. può provocare danni all'uomo;
3. può rilasciare nel vino odore e sapore sgradevoli. Infatti alcuni lieviti hanno la capacità di produrre H<sub>2</sub>S durante il meccanismo che porta alla formazione di amminoacidi solforati, che può essere eliminato con il travaso. Nel caso l'H<sub>2</sub>S permanga, si arriva ad ottenere composti come i mercaptani, portando a buttare il vino.

La quantità massima di SO<sub>2</sub> ammessa dalla legge è:

vini rossi:

- secchi (assenza di zucchero): 150 mg/l
- dolci (più del 5% di zucchero): 250 mg/l

#### vini bianchi:

- secchi: 200 mg/l
- dolci: 300 mg/l

La differenza tra vini bianchi e rossi sta nel fatto che in questi ultimi la presenza di tannini e di polifenoli svolge già un'azione antisettica. Gli apiculati vengono inattivati con 20~30 mg/l di SO<sub>2</sub>. Gli ellittici (*Saccharomyces*) sono inattivati con 30~40 mg/l. Inoltre la quantità di SO<sub>2</sub> sarà maggiore quanto più alta è la concentrazione zuccherina, la quale può esaltare enormemente l'attività microbica.

### **7.4 Caratteristiche enologiche dei lieviti**

La scelta e la selezione dei lieviti viene fatta sulla base di:

- caratteri tecnologici: influiscono sull'andamento dei processi fermentativi
- caratteri di qualità: influiscono sulle caratteristiche chimiche dei vini

#### Caratteri tecnologici

1. Vigore fermentativo: è la capacità che ha un lievito di prevalere sugli altri il più rapidamente possibile; i lieviti migliori sono quelli che hanno il maggiore vigore fermentativo;
2. Resistenza alla SO<sub>2</sub>: è una caratteristica di ceppo; i migliori sono quelli più resistenti;
3. Potere fermentativo: è la capacità che ha un lievito di produrre alcol (massima quantità di alcol ottenuta in un mezzo contenente una quantità ottimale di zucchero, ~28% di glucosio);
4. Modalità di sviluppo nei mezzi liquidi:
  - a) Sviluppo polverulento: ultimato il processo di gemmazione, le cellule si separano le une dalle altre disperdendosi. Al termine dello sviluppo le cellule si raccolgono sul fondo dei recipienti e in seguito ad agitazione si disperdono nuovamente determinando torbidità uniforme e polverulenta del liquido;
  - b) Sviluppo in aggregati: dopo la gemmazione le cellule rimangono attaccate alla cellula-madre formando degli aggregati di notevoli dimensioni che frantumandosi producono aggregati più piccoli, liberando poche cellule;
  - c) Sviluppo flocculento: dopo la gemmazione le cellule si separano le une dalle altre, dando inizialmente uno sviluppo polverulento; in seguito le cellule si uniscono fra di loro formando grumi compatti che si depositano sul fondo; questi, dopo agitazione si frantumano e si disperdono nel liquido per ricadere infine sul fondo.
5. Potere schiumogeno: la formazione di schiuma durante i processi fermentativi è una prassi, però a volte accade che anziché occupare un piccolo volume, sia persistente e in quantità tale da provocare la fuoriuscita del vino dal contenitore. La schiuma contiene CO<sub>2</sub> e da questa dipende la quantità di bollicine presenti e che a sua volta è condizionata dalla produzione di alcol. Di conseguenza, quando due vini presentano la stessa gradazione alcolica, presenteranno anche la stessa produzione di schiuma; ciò che può cambiare è la persistenza della schiuma che dipende dall'elasticità della membrana delle bolle. L'elasticità delle bolle è determinata dalle sostanze proteiche prodotte dal lievito. La schiuma si forma maggiormente nel mosto-fiore, ossia il mosto di prima spremitura, mentre è minore nel mosto torchiato, essendo questo ricco di tannini, che comportandosi da antisettici, bloccano la fermentazione e quindi la produzione di schiuma;
6. Potere filmogeno o florizzazione: è dato dai lieviti capaci di cambiare il loro metabolismo durante lo sviluppo. I lieviti in questione sono chiamati filmogeni, come *Saccharomyces cerevisiae* e *S. bayanus*, *Zigosaccharomyces bailii*: questi lieviti risalgono in superficie dove formano un velo, passando ad un metabolismo ossidativo. Le cellule di lievito che si portano in superficie galleggiano grazie ad un aumento, a livello della parete cellulare, di lipidi ed in particolare di acidi grassi insaturi, che fanno in modo che le cellule possano allontanarsi dall'ambiente acquoso (essendo idrofobi). Giunti in superficie i lieviti utilizzano i prodotti della fermentazione: alcol, acidi organici, glicerina, e dal loro metabolismo, il prodotto principale che si ottiene è l'acetaldeide, che unendosi ad altri composti

- forma acetali e sostanze aromatiche; quindi un vino invecchiato in questo modo presenterà un aroma molto forte;
7. Resistenza ai fitofarmaci: alcuni fitofarmaci potrebbero arrivare al mosto ed inibire l'attività dei lieviti, quindi è bene che i ceppi utilizzati presentino un'elevata resistenza nei confronti di queste sostanze.
  8. Fattore Killer: si basa sul fatto che alcuni ceppi di *S. cerevisiae*, chiamati killer, hanno la capacità di produrre una sostanza tossica, alla quale essi stessi sono resistenti ma è letale per altri ceppi appartenenti alla stessa specie. Il fenotipo dei ceppi che presentano questo carattere è rappresentato dal simbolo K+, mentre i ceppi non killer sono rappresentati col simbolo K-, analogamente i ceppi resistenti sono rappresentati con R+, quelli non resistenti R-.
  9. Temperatura di fermentazione: corrisponde all'intervallo termico ottimale al quale la fermentazione si svolge in maniera equilibrata. Questo intervallo è compreso fra 18 e 24 °C. È bene notare che vi sono dei lieviti saccaromiceti, che danno origine a buone fermentazioni anche a 6 °C, mentre altri lieviti si sviluppano bene in presenza di alte temperature;
  10. Attività fermentativa: la scelta del lievito dovrà essere fatta non soltanto in funzione della quantità di alcol prodotto, ma anche in funzione della produzione di schiuma e di energia, infatti il processo fermentativo è esoergonico che porta alla formazione di alcol e CO<sub>2</sub> a partire dal glucosio. La CO<sub>2</sub> formata è responsabile della produzione di schiuma, la cui presenza determina una maggiore produzione di energia comportando un incremento della temperatura di fermentazione.

#### Caratteri qualitativi

1. Azione sull'acido malico: l'acido malico è causa di instabilità essendo facilmente aggredibile dai batteri lattici; esso è presente in grandi quantità nelle uve vendemmiate anticipatamente (agosto – settembre) poiché permane per motivi biochimici e tende a scomparire in ottobre. L'acido malico deve mancare nei vini rossi (per motivi soprattutto organolettici), e ciò è possibile utilizzando lieviti che lo degradano;
2. Produzione di composti solforati: i lieviti hanno la capacità di produrre amminoacidi solforati partendo dai solfati, durante questo processo vengono prodotti anche alcuni intermedi di reazione come i solfiti e idrogeno solforato H<sub>2</sub>S, attitudine comune nei lieviti e che risulta essere un carattere genetico. I ceppi naturalmente differiscono per la quantità di H<sub>2</sub>S che viene prodotto, il quale dipende dalle caratteristiche nutrizionali del mezzo. Un'elevata produzione di H<sub>2</sub>S si può avere per la presenza nel mosto di zolfo elementare derivante da trattamenti antioidici. La produzione di idrogeno solforato può essere anche negativa, poiché conferisce al vino odore e sapore sgradevoli. Inoltre i lieviti hanno la capacità di produrre SO<sub>2</sub> dalla riduzione dei solfati: anche in questo caso, la quantità di SO<sub>2</sub> prodotta varia in base al ceppo considerato. La SO<sub>2</sub> prodotta, che si ritrova in forma combinata, è uguale a quella che viene apportata artificialmente, con la quale si combina per formare la SO<sub>2</sub> totale;
3. Produzione di accettori di SO<sub>2</sub>: possono formarsi prodotti indesiderati come acetaldeide, acido α-chetoglutarico, acido piruvico;
4. Purezza fermentativa: fa riferimento alla produzione di acido acetico per fermentazione del glucosio.

## 8. Bibliografia

- “Microbiologia e biotecnologie dei vini, i processi biologici e le tecnologie della vinificazione” di Carlo Zambonelli - di Edagricole.
- “Trattato di enologia 1: microbiologia del vino, Vinificazioni ” di P. Ribereau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Doneche, A. Lonvaud - di Edagricole.
- “Trattato di enologia 2: chimica del vino, Stabilizzazione, Trattamenti ” di P. Ribereau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Doneche, A. Lonvaud - di Edagricole.
- “La vite: fisiologia, terroir, coltivazione” di Alain Carbonneau, Alain Deloire, BenoitJaillard – di Eno-one
- “Impiantistica enologica: ciclo tecnologico di vinificazione e progettazione degli impianti” di G. Nardin, G. Gaudio, G. Antonel, P. Simeoni – di Edagricole.

## 9. Sitografia

- <http://www.pinot.it/pinot-grigio/>
- <http://www.claudiofabbro.it/vigneto/vigneto07.htm>
- <http://www.ismea.it/flex/AppData/Redational/Normative/pubnaz/20040604000100252.pdf>
- <http://www.barbatella.it/impianto-del-vigneto.php>