

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGRO-ALIMENTARI

CAMPUS DI CESENA

CORSO DI LAUREA IN

VITICOLTURA ED ENOLOGIA

TITOLO DELLA TESI

VINI LIQUOROSI E DA DESSERT: ALCUNE TECNOLOGIE A CONFRONTO

Tesi in

ENOLOGIA – 31319 TECNICHE SPECIALI

Relatore:

Chiar.mo Prof. Chinnici Fabio

Correlatore:

Prof. Riponi Claudio,

Dott. Castro Marín Antonio

Candidato: Moretti Beatrice

Matricola N° 789568

Anno Accademico 2018/2019

Sessione unica

# VINI LIQUOROSI E DA DESSERT: ALCUNE TECNOLOGIE DI PRODUZIONE A CONFRONTO

## Sommario

VINI LIQUOROSI E DA DESSERT: ALCUNE TECNOLOGIE DI PRODUZIONE A CONFRONTO .....	2
1. INTRODUZIONE .....	3
2. SPAGNA .....	4
VINI SHERRY DI JEREZ .....	4
3. FRANCIA.....	23
VINS JUANES DEL JURA .....	23
4. PORTOGALLO .....	31
4.1. VINI PORTO.....	31
4.2. MADERA.....	45
5. ITALIA.....	54
5.1 VERNACCIA DI ORISTANO .....	54
5.2 MALVASIA DI BOSA .....	58
5.3 MARSALA.....	60
6. CONCLUSIONI.....	69

# 1. INTRODUZIONE

Nel presente elaborato verranno trattati alcuni vini liquorosi e da dessert, confrontandone le tecnologie di produzione. In particolare, saranno analizzati i vini spagnoli di Jerez, comunemente detti Sherry, i vini gialli francesi del Jura, i vini portoghesi Porto e Madera ed infine i vini italiani delle isole maggiori Marsala, Vernaccia di Oristano e Malvasia di Bosa.

La scelta di tale argomento di tesi è legata all'esperienza Erasmus+ svolta durante il percorso accademico (dal 4 Settembre 2017 al 21 Febbraio 2018), all'Universidad de Cadíz, zona limitrofa alla DO del Jerez. La curiosità verso i lieviti flor, responsabili dell'unicità di questi vini spagnoli, mi ha spinto a cercare altri vini europei simili sia in termini di processi di vinificazione sia come caratteristiche organolettiche.

## 2. SPAGNA

### VINI SHERRY DI JEREZ

*“Pocos vinos como el Jerez pueden presentar una historia cultural tan extensa, que se pierde en la noche de los tiempos, y a la vez determinar su primer origen fuera de leyendas e inexactitudes.”*

Maria del Carme Borrego Pla.

Professoressa dell’Università di Siviglia

I vini liquorosi con D.O. *Jerez-Xérès-Sherry* e *Manzanilla – Sanlúcar de Barrameda* nascono e si vinificano nel cosiddetto “*Marco de Jerez*” una storica regione vitivinicola situata al nord-est della provincia di Cádiz, a sud dell’Andalusia, la quale si affaccia sulla costa atlantica e con forma di diamante ruota attorno alle città di Jerez de la Frontera, circondata dai due fiumi Guadalquivir e Guadalete (Fig. 2.1). La loro origine risale a circa 3000 anni fa, quando i fenici si insediarono in questa regione per fondare le prime città d’Europa. Nel corso di tutti questi anni le diverse circostanze storiche hanno influenzato molto l’identità di questi vini, i quali a loro volta hanno avuto e continuano ad avere un ruolo determinante nella storia di questa regione e nell’identità dei suoi abitanti (Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen “*Jerez-Xérès-Sherry*”, “*Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda*” y “*Vinagre de Jerez*”).



Fig. 2.1 – Zona di produzione della DO “Jerez-Xérès-Sherry” e “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda”, detta Triangolo del Jerez (immagine tratta dal sito web ufficiale del Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry”, “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda” y “Vinagre de Jerez”, <https://www.sherry.wine/es/marco-de-jerez/el-marco-de-jerez>).

La caratteristica peculiare di questi vini è l’affinamento spontaneo con velo di flor, che permette di avere un complesso sistema di invecchiamento e un’interessante diversificazione dei prodotti finali, nonostante circa il 96% del vino prodotto provenga da un’unica cultivar. A contribuire alla singolarità dei vini di Jerez, soprattutto dal punto di vista della viticoltura, sono le condizioni pedoclimatiche del Marco di produzione, in particolare temperature che oscillano tra 4° e 40° C, 300 giorni di sole all’anno e una piovosità media intorno ai 600 L/m<sup>2</sup>, ma soprattutto la composizione del terreno, chiamato *albariza*. Questa è una roccia bianca ricca di carbonato di calcio, argilla e silice, formatasi per sedimentazione di un bacino idrico risalente al periodo Oligocenico. L’albariza ha un ruolo fondamentale nel mantenere i livelli di umidità durante tutto l’anno, perché in grado di accumulare pioggia durante l’inverno,

rilasciandola nei mesi più caldi e secchi, a disposizione delle viti poste a dimora. La mineralità di questo suolo contribuisce, anche se in minima parte, alla complessità aromatica e gustativa di questi vini.

La D.O. dei vini liquorosi (15-22% v/v) Jereziani contiene al suo interno alcuni sottogruppi classificati secondo la tecnica di vinificazione, in particolare incontriamo i vini *Generosos*, i *Generosos de Licor* e i *Vinos Dulces Naturales*. Il primo raggruppamento comprende vini bianchi secchi (con un massimo di 5g/L di zuccheri riduttori) nei quali, completata la fermentazione dei mosti, si genera spontaneamente il velo dei lieviti “flor” nel vino base; successivamente il tipo di fortificazione, a 15% vol o superiore al 17% vol di alcol, determina il tipo di invecchiamento che subirà il vino in oggetto e quindi il tipo di vino finito: Fino, Oloroso, Amontillado o Palo Cortado. Nel secondo caso, i vini sono ottenuti da tagli tra *Vinos Generosos* e Vini Dolci Naturali, con aggiunta di prodotti complementari (MCR o *vino de color*) per raggiungere i 160 g/L di zuccheri riduttori. Infine, i vini di Jerez classificati come Dolci Naturali si producono con uve delle varietà Pedro Ximénez o Moscatel in stato di sovraturazione o appassite al sole tramite la tecnica del *soleo*. Nello specifico verranno di seguito trattati solo i vini *Generosos*, perché dotati del processo produttivo tecnologicamente più interessante per lo studio comparativo di questo elaborato.

I Vini *Generosos* vengono tutti prodotti a partire dalle uve della varietà Palomino, da secoli identificata come la varietà tradizionale ed autoctona più utilizzata, anche se attualmente nella zona del Marco è più comune incontrare la sub-varietà Palomino Fino. Quest’ultima, generalmente matura agli inizi di settembre, ha un rendimento massimo di circa 11.428 kg/ha = 80 hL (70%) e un livello minimo di densità di 10,5° Bé (regolamento della DO) con debole

acidità e pH elevato. È una varietà che si integra alla perfezione con le peculiari caratteristiche pedoclimatiche della zona.

A maturità, acidità e stato sanitario adeguati dell'uva si effettua la vendemmia sia a mano, con maggiori costi tempi e selettività, sia a macchina, la quale permette di avere costi dieci volte inferiori e la si può realizzare nelle ore notturne più fresche ma necessita di forme di allevamento adatte.

Successivamente, in cantina si procede con l'eliminazione delle parti vegetali, causa di eccessivo tannino se incluse, si pigia delicatamente e si passa poi all'estrazione selettiva del mosto (Fig. 2.2). Le presse più comunemente impiegate sono le orizzontali pneumatiche discontinue, tali da permettere trattamenti a basse pressioni e con il minimo contatto con l'aria, così da ottenere dopo la prima pressatura il mosto *yema* ("gemma") con rendimenti massimi pari al 70% p/v (70 L/kg uva). Solo questa frazione di mosto costituisce la base per l'affinamento biologico dei vini di Jerez; da una seconda pressatura si ottengono mosti destinati esclusivamente all'invecchiamento ossidativo. Il mosto subisce tre correzioni prefermentative: la prima riguarda il pH abbassato da 3,6-4 a valori prossimi a 3,1-3,3 con acido tartarico o tradizionalmente solfato di calcio, in modo tale da evitare contaminazioni batteriche ed aumentare la capacità antisettica dell'anidride solforosa; la seconda aggiunta è una semplice solfitazione con valori di SO<sub>2</sub> compresi tra 60 e 120 mg/L; infine si eliminano le fecce sedimentate e generate durante le operazioni meccaniche, impiegando varie tecnologie enologiche, fino a raggiungere una torbidità finale minore di 350 NTU. A questo punto si travasa il mosto in grandi vasche di acciaio dove la fermentazione alcolica avviene ad una temperatura controllata tra 22° e 25° C per una durata variabile da 3 a 7 giorni, a seconda della temperatura stessa (Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen "Jerez-Xérès-Sherry", "Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda" y "Vinagre de Jerez"). Alla

svinatura, spesso accompagnata da un'ulteriore correzione del pH (3,2-3,3) e solfitazione (SO<sub>2</sub> 80-120 mg/L), il vino giovane si presenta con una gradazione alcolica di 11-12,5% v/v e viene chiarificato con bentonite accompagnata da gelatina o caseinato di potassio o albumina per poi essere travasato in botti da 6 hL, dette *botas de asiento* (botti di sosta), con scolmo di circa 1/6. Si lascia sviluppare il caratteristico lievito flor e quindi si suddividono questi vini giovani in varie categorie di merito qualitativo utilizzando denominazioni e segni particolari corrispondenti (De Rosa, 2011). La prima classificazione dei vini giovani avviene tramite l'alcolizzazione con alcoli buongusto raffinati, ottenendo due grandi gruppi: i vini detti *sobretablas* fortificati fino a 15% v/v di alcol e destinati all'invecchiamento con lieviti caratteristici, e vini che con una gradazione alcolica minima di 17% v/v, i quali si svilupperanno con invecchiamento ossidativo. All'interno del primo gruppo, dopo una fase di stasi in botte da 6 a 12 mesi, si realizza una seconda selezione su base organolettica dalla quale, secondo le capacità di analisi dell'enologo, si determina la vera vocazione del vino (Fig. 2.2). I vini con un velo di flor ben sviluppato e finezza aromatica manterranno la stessa gradazione alcolica e subiranno il vero e proprio invecchiamento biologico, essendo così destinati ad originare vini di tipo fino e manzanilla. I vini che invece hanno uno strato di lieviti ottimale ma non soddisfano i requisiti organolettici propri di un futuro vino fino sono fortificati fino a raggiungere 17% vol di alcol, per cui i lieviti cessano di esistere e inizia l'invecchiamento a contatto con l'ossigeno dal quale si otterrà il palo cortado. Altro possibile caso sono i vini che presentano un velo poco sviluppato, con strato sottile o addirittura non continuo, che quindi non hanno la vocazione necessaria a svolgere l'invecchiamento biologico, questi vengono ulteriormente alcolizzati fino a 17% vol di alcol e inseriti nel sistema di invecchiamento ossidativo di dell'oloroso. Infine, i vini difettati o di scarsissima qualità sono destinati alla produzione di distillati ed aceto. Caso a parte è quello dei vini



amontillado, i quali dopo una prima fase di invecchiamento biologico sotto velo di flor vengono poi posti ad invecchiare in modalità ossidativa (previa fortificazione) con periodi variabili secondo le “ricette” delle singole cantine (Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry”, “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda” y “Vinagre de Jerez”). A questo punto quindi tutte le categorie di vino iniziano percorsi di invecchiamento ben differenti, tutti con durata minima di due anni.

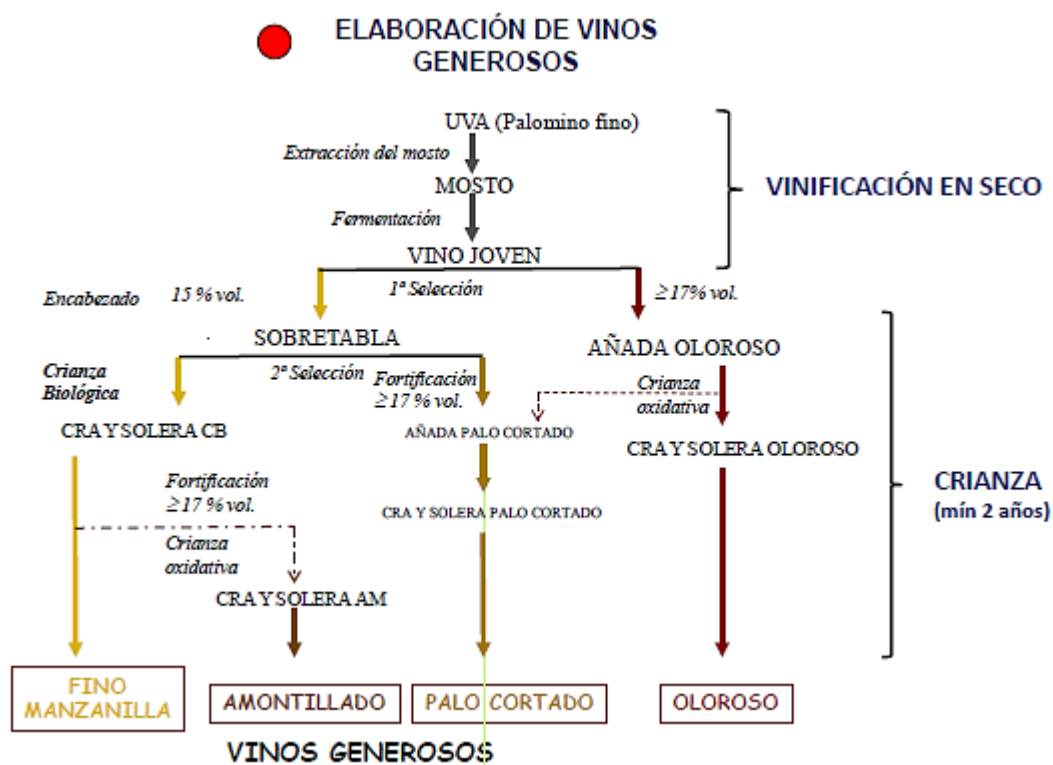


Fig. 2.2 – Schema rappresentativo la produzione ed evoluzione delle varie tipologie di Jerez (immagine tratta da materiale didattico Universidad de Cadiz).

L’invecchiamento caratteristico del Jerez è basato su un sistema dinamico, il quale in certi casi per effetto continuativo del flor realizza una maturazione del vino per via biologica (con alcol a 15% v/v) che può durare anche diversi anni. Infatti, tra i vini Generosos di maggior pregio troviamo le denominazioni in etichetta VOS (Vinum Optimum Signatum) e VORS (Vinum Optimum Rare Signatum) inerenti a vini invecchiati con sistema solera rispettivamente 20 e 30 anni.

La crianza in solera (Fig. 2.3), se effettuata con tutti i passaggi caratteristici, costituisce la tradizione del Jerez, l'essenza culturale di questo vino. Essa ha attualmente funzione di simbolo, dato che nella realtà alcuni suoi passaggi sono oggi semplificati, senza incidere sui risultati organolettici che la solera tradizionale ha consentito di ottenere. Dunque, con il termine complessivo di solera si definisce il sistema di disposizione di cataste in botticelle da 3-4 hL sovrapposte in più ordini (anche fino a 6-8) nelle quali è presente uno scolmo di 1/6. Va evidenziato per altro che la catasta di botticelle, nel suo insieme e nei suoi dettagli prende le seguenti denominazioni: *andana* è l'intera catasta che è costituita da vari ordini sovrapposti, i quali prendono il nome ciascuno di *escala*. La escala a contatto con il terreno prende il nome di *solera*, mentre quelle superiori, cominciando da quella a contatto con la solera, prendono il nome di *primera criadera*, *segunda criadera* ecc. (*criadera* = luogo dove si effettua la crianza).

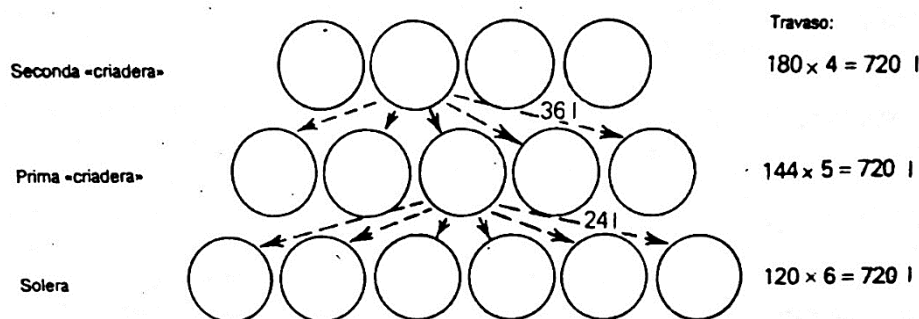


Fig. 2.3 – Esempio del sistema di invecchiamento “Criaderas y Solera” adottato per il Jerez. Schema illustrativo dei parziali travasi e della ripartizione dalle botti. L'operazione inizia togliendo 120 litri per l'imbottigliamento, da ciascuna delle botti della solera (immagine tratta da De Rosa, 2011).

Il concetto base di questo sistema (Fig. 2.3) consiste nel sostituire la frazione di vino pronto prelevato dalla fila della solera con una frazione corrispondente e prelevata dalla prima criadera, a sua volta reintegrata con vino prelevato dalla seconda criadera, come sopra illustrato. In quest'ultima criadera pertanto si reintegrerà la frazione mancante con altrettanto vino giovane, cioè con del sobretabla. Tale tecnica dei travasi multipli è detta *rocío*. In tal

modo, ogni escala sarà costituita da più frazioni di vino di varia età e pertanto non è facile definire l'esatta età conclusiva del vino della fila della solera. Con tale sistema si uniformano le masse che altrimenti sarebbero troppo disformi da fusto a fusto. Nell'esempio schematico sopra proposto si presume di prelevare 120 L da ciascuna delle 6 botti della solera, con un totale quindi di 720 L. Per reintegrare i litri estratti occorrerà prelevare 144 L da ciascuna delle 5 botti della primera criadera e corrispettivamente per lo stesso scopo 180 L da ciascuna delle 4 botti della segunda criadera; in quest'ultima, detto volume di vino verrà reintegrato da altrettanto sobretabla. Vi è pertanto un'ulteriore precisazione da fare. Nel caso ad esempio dei 144 litri qui prelevati da ciascuna delle 5 botti della primera criadera, la distribuzione di tale quantitativo nella sottostante solera si effettua per piccoli lotti da 24 litri (in questo caso ovviamente 6 lotti da ciascuna botte, e pertanto  $24 \times 6$  fa appunto 144). Ciascuno dei quali lotti da 24 litri viene immesso separatamente in una soltanto delle 6 botti della solera. Lo stesso si ripete ovviamente per i lotti della seconda criadera da immettere nella prima (5 lotti da 36 litri) e così via. Si ottiene così una perfetta unificazione qualitativa in ogni escala, riducendo al minimo le caratteristiche di individualità di ciascuna botte. Tradizionalmente tutti questi travasi venivano effettuati manualmente, ora si adottano tecniche più avanzate sfruttando le tecnologie del campo enologico.

Il sistema delle soleras è applicato sia per la produzione di finos e analoghi, sfruttando la crianza de flor operata dal lievito galleggiante, sia per gli olorosos e analoghi, in presenza di ossigeno ed assenza del flor. In entrambi i casi i fusti rimangono sempre scolmi per 1/6.

Analizzando più nello specifico la maturazione biologica, questa è guidata dall'effetto del flor che si sviluppa galleggiando sul vino durante la crianza del fino nelle botticelle scolme. Il flor è costituito da un insieme di lieviti, per lo più appartenenti alla specie *Saccharomyces*

*cerevisiae*, accompagnati, in minima parte, anche da colonie di batteri lattici. Questi lieviti svolgono la loro funzione fondamentale quando galleggiano sul vino (quando cioè sono allo stadio di flor), ma in parte non trascurabile anche quando cadono al fondo dove sono sottoposti a fenomeni di lisi. Inizialmente il flor si presenta in forma di isolotti galleggianti, questi poi si unificano e ne risulta un velo continuo che poi nei casi più vocati si inspessisce notevolmente e in seguito anche si corruga. Zolle di flor cadono al fondo e vengono prontamente sostituite da nuovo flor in superficie. In zone a temperatura costante durante l'anno il flor rimane costante in superficie; in zone dove invece ci sono oscillazioni termiche stagionali sensibili, il flor cade completamente a fondo in inverno e in estate, ricostituendosi così in superficie in primavera e in autunno. Ciò ovviamente si verifica per gradazioni alcoliche compatibili con la vita del lievito stesso, quindi inferiori a 17% vol di alcol. Nel caso del Marco de Jerez, le condizioni climatiche durante tutto l'anno fanno sì che sfruttando determinate strategie costruttive delle cantine si possa garantire una certa omogeneità termica durante tutto l'anno. Resta di fatto che nelle stagioni più favorevoli (primavera ed autunno) lo strato di lievito galleggiante si mostra nettamente più spesso ed attivo. La principale azione del flor è di protezione nei confronti dell'ossigeno, per cui l'aria nello spazio di scollo delle botti è satura di CO<sub>2</sub> e complessivamente l'ambiente nel quale si viene a trovare il vino è riducente (comprovato da varie misure di valori redox sui 320-380 mV) (De Rosa, 2011) . Solitamente si preferiscono le stagioni meno riduttive per fare i travasi in maniera tale da fornire al flor i principi attivi contenuti nel nuovo vino necessari a fargli riprendere attività.

Da notare, durante la crianza, sia con che senza flor, si hanno notevoli cali annui a causa dell'evaporazione, da un complessivo 3-5% per le andanas presenti in cantina fino a 10% per quelle poste all'aperto. Ecco allora perché il pavimento delle cantine è preferibilmente in terra battuta, per poter così essere irrorato con acqua e mantenere a lungo un elevato tasso di

umidità nell'atmosfera. Nel caso degli olorosos questi cali di acqua portano ad un arricchimento del grado alcolico per concentrazione da disidratazione, anche dell'ordine di qualche grado, dato che manca il lievito flor capace di consumare l'etanolo.

In linea generale i finos migliorano durante la loro maturazione in botte fino a 7-10 anni, mentre dopo il passaggio in bottiglia il loro declino qualitativo comincia a manifestarsi già a partire dal primo anno. Durante l'invecchiamento in botte si solubilizzano nel vino importanti composti fenolici del legno e grazie all'ambiente ridotto si conservano gli acidi, i quali, anzi, per effetto disidratante dell'evaporazione, addirittura tendono ad aumentare in concentrazione, contrariamente alle aldeidi (notoriamente prodotti di ossidazione) che tendono invece addirittura a diminuire. Osservando più approfonditamente il percorso evolutivo dei composti chimici di maggior rilievo durante la crianza biologica è possibile evidenziare come l'etanolo e l'acido acetico tendano a diminuire a favore di un aumento dei derivati dell'acetaldeide.

Nello specifico l'alcol etilico viene utilizzato in parte dal lievito per fenomeni respirativi, passando così o ad acetaldeide per ossidazione o può giungere sino alla CO<sub>2</sub> finale. Il contenuto di acetaldeide si mantiene sempre notevole ed entro valori di 220-380 mg/L, essa è responsabile del carattere pungente tipico dei finos e apporta note a mela verde all'aroma. L'acetaldeide, essendo una sostanza altamente reattiva chimicamente e biologicamente, dà facilmente origine a dietilacetale (1,1-dietossietano, detto anche acetale), che raggiunge i 50-60 mg/L; dà poi origine anche ad altri importanti composti quali l'acetoino e il 2,3-butilenglicole, i quali a loro volta ossidandosi a 2,3-butandione conferiscono un'intensa e gradevole nota aromatica di burro. L'acetaldeide è anche in grado di provocare la polimerizzazione dei flavanoli, con conseguente precipitazione, per cui si ha una perdita di

colore del vino (il vino si presenta pallido), e parallelamente agisce coinvolgendo gli alcoli superiori nella formazione di alcuni acetali. L'acetale dietilico, per esempio, si forma dalla reazione tra acetaldeide ed alcol etilico; altri acetali, diossani e diossolani, sono dati dalla combinazione di acetaldeide, glicerina ed altri alcoli presenti in grande quantità (es. propanolo, butanolo, isoamilico etc.). Il contenuto in glicerina tende a diminuire passando dai 7-9 g/L iniziali fino 2-3 g/L dopo qualche anno di maturazione in solera e ancora meno dopo 8-10 anni. Emerge quindi che il ruolo dell'acetaldeide è centrale nel determinare il profilo aromatico finale di questi vini, tuttavia per monitorare il grado di avanzamento dell'invecchiamento biologico è preferibile seguire altri indicatori aromatici, quali sotolone (conferisce una fragranza di noce/curry), 1,1-dietossietano e Z-whisky lattone (quest'ultimo proveniente dal legno di rovere utilizzato per la crianza), perché questi hanno maggiore impatto olfattivo ed il loro contenuto nel tempo aumenta con andamento fortemente lineare durante la crianza (Moreno et al., 2005).

Il contenuto in glicerolo diminuisce durante l'invecchiamento biologico e questo composto può essere sfruttato in sistemi di produzione a scala industriale per determinare un modello cinetico di avanzamento dell'affinamento stesso e quindi monitorarne l'evoluzione. In particolare, è possibile ottenere un calcolo oggettivo del tempo necessario a un vino giovane per raggiungere le caratteristiche finali di un vino in solera e calcolare il contenuto in glicerolo in vini soggetti a un periodo di invecchiamento determinato. I risultati possono essere utilizzati per la classificazione di vini da crianza biologica di un sistema industriale, permettendo anche un controllo oggettivo della qualità nel mercato e nella catena di produzione al fine di evitare frodi (Moreno-García et al., 2013).

Per quanto riguarda i componenti volatili estratti dal legno che contribuiscono a determinare il profumo del Jerez, i più importanti sono alcuni lattoni ad alto punto di ebollizione, tra cui il  $\gamma$ -butirrolattone, il  $\gamma$ -carboetossibutirrolattone, il pantoil-lattone; gli esteri dell'acido 2-fenietilico e lo stesso alcol 2-fenietilico, ma anche altri esteri con profumo che ricorda il Cognac; il 4,5-dimetil, tetraidrofuran-2,3-dione comunica un profumo di caramello e curry ben evidente, caratteristico del fino e prodotto dall'aldolizzazione dell'acido  $\alpha$ -chetobutirrico con l'acetaldeide.

Passando all'invecchiamento ossidativo, questo avviene secondo il sistema di solera e criadera ma all'interno delle botti, senza la protezione del flor, si crea un ambiente fortemente ossidativo che determina un'evoluzione organolettica ben differente rispetto a quella analizzata precedentemente. In generale, i meccanismi chimici che si celano dietro ai processi ossidativi sono ancora poco conosciuti; comunque nella maturazione in fusti si ha notevole estrazione dal legno di vanillolo (forma alcolica dell'aldeide vanillica) molto ricco del caratteristico profumo. Questo come altri composti aldeidici, senza l'azione metabolizzante del lievito permangono, tanto più che l'ambiente è ossidante.

La combinazione dell'evaporazione di acqua e la mancanza dell'attività metabolica del lievito sono i due fattori che causano la notevole concentrazione di etanolo che si verifica con il tempo, come pure nel contenuto di vari acidi, tra cui acido acetico, acetato di etile, acido malico (l'elevata concentrazione alcolica impedisce il procedere della fermentazione malolattica), l'acido lattico e l'acido piruvico. Parallelamente vi è anche un effetto contrario all'accumulo di questi acidi dato dallo stesso ambiente ossidante, e cioè le reazioni di decarbossilazione ossidativa.

La maturazione dell'oloroso e analoghi in ambiente nettamente ossidante fa sì che essi non vengano affetti eccessivamente all'uscita dalle soleras rispetto al fino e alla manzanilla. Quindi un oloroso è in grado di permanere in bottiglia organoletticamente valido più a lungo rispetto ad un fino. Infatti, i finos e le manzanillas danno il meglio di sé in un ambito di tempo compreso tra 3-12 mesi successivi all'imbottigliamento perché nel loro processo di vinificazione si usa poca SO<sub>2</sub>, vi è un elevato contenuto in acetaldeide (fino a 700 mg/L) e le componenti metalliche possono contribuire all'imbrunimento del vino, soprattutto il ferro (in concentrazioni superiori ai 9 mg/L) e il manganese, quest'ultimo solo se presente in basse concentrazioni (inferiori a 0,8 mg/L) tali da interagire con gli ioni ferro (Benítez et al. , 2002). Invece nei vini del gruppo amontillado e oloroso la maggiore resistenza deriva da una notevole minore quantità di acetaldeide prodotta (manca l'attività del lievito) e quella presente in parte reagisce con alcuni composti polifenolici ceduti dal legno (il vino ha colore più scuro dei finos, tendente al mogano, effetto dovuto anche all'elevato livello ossidoriduttivo), lasciando così maggiormente libera l'anidride solforosa a protezione del vino stesso. Quanto detto spiega anche il colore più scuro di questi vini.

Di seguito (Fig. 2.4) una tabella riassuntiva con alcuni esempi di dati analitici principali dei vinos generosos di Jeréz:

primarios	Alcol svolto %	Zuccheri residui g/l	Acidità totale g/l	Acidità volatile g/l	Estratto ridotto g/l	SO <sub>2</sub> totale mg/l
Fino o palma	15,5	1,9	4,0	0,32	17,4	36
Fino amontillado	17,3	2,2	4,2	0,50	20,2	13
Manzanilla fina	15,2	2,3	4,0	0,20	16,4	35
Amontillado	17,2	2,8	5,1	0,60	22,7	14
Palo cortado	17,8	3,9	5,8	0,88	27,8	14
Oloroso	18,3	4,8	5,3	0,78	28,6	15

Fig. 2.4 – Confronto dei principali dati analitici di alcuni tipi di Jeréz (tabella tratta da De Rosa, 2011).



Il particolare processo produttivo dei vini di Jeréz non è in grado di raggiungere sempre un'ottimale stabilità tartarica. Siccome è stato valutato che vini di tipo Sherry trattati termicamente contro le precipitazioni tartariche conservano una maggiore quantità di potassio dei normali vini bianchi e rossi da tavola, il Minicontact test può essere una valida soluzione di monitoraggio rapido e sicuro della stabilità tartarica (J. Gómez Benítez et al., 2003). Tuttavia, per assicurarsi questa stabilità, i trattamenti a freddo rimangono tra i metodi più validi nei casi dei vini Generosos e possono essere ridotti alla durata di un giorno solo, modulando opportunamente l'intensità del trattamento stesso, senza avere ripercussioni negative sulla qualità del prodotto finale (Juan Gómez Benítez, et al. 2004).

Come già accennato, ha grande rilevanza la posizione e struttura architettonica della cantina stessa dato che questa deve essere in grado di fornire le migliori condizioni in termini di temperatura e umidità per il corretto sviluppo del flor, sfruttando gli aspetti positivi del clima locale. Dunque, tanto l'orientamento quanto le pareti ed il tetto della cantina hanno funzione di filtro: l'inerzia termica dei muri evita che ci siano forti sbalzi di temperatura mentre la permeabilità all'umidità consente di regolare i livelli igroscopici interni durante l'alternanza giorno/notte; l'orientazione della cantina deve essere tale da poter sfruttare le correnti d'aria più umide e fresche (vento Ponente) a sfavore di quelle più secche e calde (vento Levante). La notevole altezza di queste strutture fa sì che sia possibile sfruttare l'aria calda che si accumula in alto per l'invecchiamento biologico, ponendo sotto alla base le botti da affinamento ossidativo. Infine, ha rilevanza il pavimento ricoperto con un materiale poroso che, opportunamente irrigato, serve a regolare temperatura e umidità interna alla *bodega*.

Di seguito una tabella riassuntiva con le principali caratteristiche dei vini Generosos (zuccheri residui < 5g/L) di Jeréz posti in scala cromatica dal più chiaro al più scuro come illustrato nella seguente fig.2.5:

VINO	ALCOL	AC. TOTALE (ac. Tartarico)	AC. VOLATILE (ac. Acetico)	GLICERINA	CARATTERISTICHE ORGANOLETTICHE
Manzanilla	15-19% vol	3-5 g/L	< 0,25 g/L	< 2 g/L	Colore: giallo paglierino brillante Aroma: pungente e delicato con note floreali (camomilla), mandorlate e a panetteria Sapore: secco, fresco e delicato
Fino	15-19% vol	3-5 g/L	< 0,25 g/L	< 2 g/L	Colore: giallo paglierino brillante a dorato pallido Aroma: pungente e delicato, con note a mandorla, pane ed erba di campo Sapore: molto secco, delicato e leggero
Amontillado	16-22% vol	4-6 g/L	< 0,8 g/L	3-5 g/L	Colore: topazio a ambra Aroma: sottile e delicato, base etera attenuata da aromi a nocciola, erbe aromatiche e tabacco Sapore: amabile con acidità equilibrata
Oloroso	17-22% vol	4-6 g/L	< 0,8 g/L	8-10 g/L	Colore: ambra a mogano, tanto più scuro quanto più è invecchiato Aroma: caldo e rotondo, aroma pronunciato a noce con note tostate, vegetali e balsamiche, che ricordano legno e tabacco Sapore: saporito e molto elaborato
Palo Cortado	17-22% vol	4-6 g/L	< 0,8 g/L	8-10 g/L	Colore: castano a mogano Aroma: grande varietà Sapore: rotondo, profondo e voluminoso



Fig. 2.5 – in ordine da sinistra verso destra i vini Generosos di Jeréz sopracitati nella tabella (immagine tratta dal sito web ufficiale del Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry”, “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda” y “Vinagre de Jerez”, <https://www.sherry.wine/es/marco-de-jerez/el-marco-de-jerez>).

Per semplificare la classificazione dei vini di tipo Sherry, è possibile raggruppare i composti aromatici in serie basandosi sui loro descrittori. La valutazione generale per ogni serie è ottenuta dalla combinazione del valore dell'attività odorosa (*odour activity value* o OAV, una misura dell'importanza di uno specifico composto nell'odore di un campione; è data dal rapporto tra la concentrazione delle singole sostanze nel campione e la minima concentrazione delle stesse percepibile dall'olfatto umano) per ogni composto aromatico presente nelle serie. A seguire, la fig. 2.6 mostra il profilo odoroso di tre vini generosos ottenuto tramite lo schema di classificazione OAV; nell'esempio sono illustrate le differenze tra le tre tipologie presentate in termini di composti volatili, i quali sono stati classificati in sette serie aromatiche:

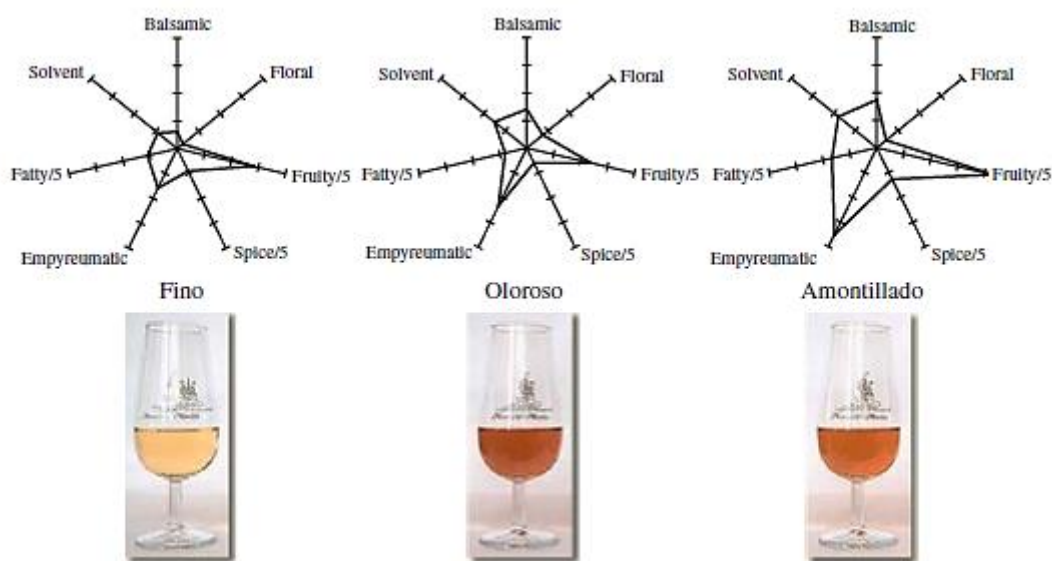


Fig. 2.6 – Profilo odoroso di un vino fino, un oloroso ed un amontillado, secondo lo schema di valutazione e classificazione OAV (Moreno-Arribas e Polo, 2009).

Di seguito è rappresentata la singolare scrittura apposta alle botas per distinguere i vari mosti e vini jereziani durante la loro evoluzione in vinificazione e nell'affinamento (Fig. 2.7):



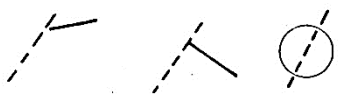
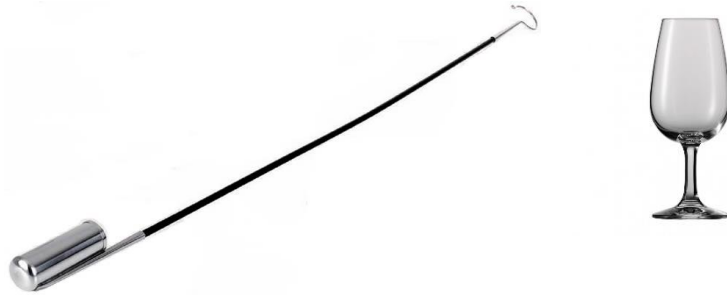
<i>Mostos appena fermentati</i>		
/.	qualità straordinaria	Col procedere della crianza i segni tendono a trasformarsi da quello più in basso (esclusa la quema) a quello più in alto.
/	buona qualità	
//	media qualità	
/// #	qualità inferiore	
#	quema (da scartare)	
<i>Fino in solera</i>		
ƚ	una palma	Buono
ƚƚ	dos palmas	Ottimo
ƚƚƚ	tres palmas	Eccezionale
<i>Palo cortado</i>		
+	giovane	
≠	vecchio	
≠≠	molto vecchio	
	<i>Amontillado</i>	
	<i>Oloroso</i>	
<p>Notare che i due segni dell'amontillado e dell'oloroso non sono che una modificazione del segno originario (raya o palo), qui sotto riportato tratteggiato.</p>		
		

Fig. 2.7 – Segnaletica caratteristica posta sulle botti del Jerez per distinguere i vari tipi durante la fase di invecchiamento (immagine tratta da De Rosa, 2011).

La *venencia* è un particolare tipo di assaggiavino costituito da un piccolo recipiente cilindrico tradizionalmente in argento e montato su una stecca di balena, ora realizzato con metalli e plastiche altrettanto efficienti (Fig. 2.7 sinistra). La *venencia* viene immersa nella botte in solera attraverso il cocchiere e, dopo averla estratta, è manovrata con destrezza ed eleganza dagli esperti, facendo scendere da essa, in un lungo ed aereo arco liquido, il vino nella *copita*. Quest'ultima è il caratteristico elegante bicchiere ovaloide a forma di calice su cui viene servito il Jerez (Fig. 2.7 destra).



*Fig. 2.7 – Venencia (sx) e copita (dx) (immagini tratte dal sito web ufficiale del Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen “Jerez-Xérès-Sherry”, “Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda” y “Vinagre de Jerez”, <https://www.sherry.wine/es/marco-de-jerez/el-marco-de-jerez>).*

## BIBLIOGRAFIA

Benitez Patricia, Castro Remedios, Sanchez Pazo Jose Antonio, Barroso Carmelo G.: *Influence of metallic content of fino sherry wine on its susceptibility to browning*. Food Research International 35 (2002) 785–791.

De Rosa Tullio: *Tecnologia dei vini liquorosi e da dessert*. Pinerolo: Chiriotti, 2011

Gomez Benitez J., Palacios Macias V.M., Veas Lopez R., Valcarcel Muñoz M., Pérez Rodriguez L.: *Characterization, control and improvement of the cold treatment of Sherry wines*. Food Control 15 (2004) 111–116.

Gomez Benitez J., Palacios Maciasa V.M., Veas Lopez R., Pérez Rodriguez L.: *Prediction of tartrate stability of sherry wines by a conductimetric system with rapid response*. Food Chemistry 81 (2003) 457–462, Analytical Nutritional and Clinical Methods.

Jaime Moreno-García, Rafaela M. Raposo, Juan Moreno: *Biological aging status characterization of Sherry type wines using statistical and oenological criteria*. Food Research International 54 (2013) 285–292.

Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca.; Viceconsejería. Servicio de publicaciones y divulgación [Sevilla, 2005]: *El gran libro de los vinos de Jerez edita: Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca, Consejo Regulador de las Denominaciones de Origen Jerez-Xérès-Sherry-Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda y Vinagre de Jerez*

Moreno Jose A., Zea Luis, Moyano Lourdes, Medina Manuel: *Aroma compounds as markers of the changes in sherry wines subjected to biological ageing*. Food Control 16 (2005) 333–338.

Moreno-Arribas M.Victoria, Polo M. Carmen: *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer Science+Business Media, LLC 2009

### 3. FRANCIA

#### VINS JUANES DEL JURA

I *vins jaunes* (dal francese “vini gialli”) sono vini bianchi prodotti nella regione del Jura, situata nella parte est della Francia (Fig. 3.1). Devono il loro nome al fatto che in passato il loro colore era di un giallo molto carico; attualmente invece non si va oltre ad un dorato.



Fig. 3.1 – Zone francesi di produzione vitivinicola con DO. All'estrema destra e in posizione centrale lungo il confine, segnata in azzurro, la regione del Jura (immagine tratta dal sito <https://www.enjoyfoodwine.it/vini-dolci-francesi/>).

In particolare, all'interno di questa regione sono presenti ben sette denominazioni (AOC), delle quali la Chateau-Chalon si identifica come la principale, ma è possibile produrre questi vini anche nelle AOC L'Etoile, Arbois e Côte Du Jura (Fig. 3.2).



Fig. 3.2 – Denominazioni d’Origine (AOC) di produzione vitivinicola della regione del Jura (immagine tratta dal sito <https://www.1001degustations.com/es/appellation-222-cotes-du-jura.html>).

Sono vini prodotti esclusivamente a partire dalle uve della varietà bianca Savagnin, vitigno autoctono del Jura imparentato con il Traminer Aromatico italiano. Le uve sono raccolte a maturazione e avendo cura dell’aspetto sanitario, una volta giunte in cantina vengono subito ammostate con pigiadiraspatrici e pressate, come previsto dalla tecnica classica di vinificazione in bianco. Il mosto ricavato presenta una concentrazione zuccherina del 22-25% e un’acidità totale del 8-10 g/L. Se le uve sono in buono stato sanitario non si utilizza SO<sub>2</sub>, altrimenti si aggiunge una dose massima di 50 mg/L. Se necessario si può intervenire sulla gradazione zuccherina aggiungendo del saccarosio (additivo concesso dalla legislazione europea solo per le zone più a nord del continente, tra cui la regione francese del Jura), pratica chiamata *chaptalisation*, fino ad un aumento di 1° alcolico.

La fermentazione alcolica si svolge in vasche d’acciaio, ha una durata di alcune settimane dovuta alle basse temperature (16°-22°C). A fine fermentazione il vino raggiunge i 12,8-13,8% vol di alcol e viene lasciato sulle proprie fecce fino al mese di gennaio circa, dopodiché



viene svinato all'aria senza ulteriori aggiunte di SO<sub>2</sub> in modo tale da favorire lo sviluppo della fermentazione malolattica, qui ricercata.

L'invecchiamento si sviluppa il primo anno in comuni contenitori d'acciaio, con un travaso all'aria, nei due anni successivi il vino resta in botti di rovere dell'ordine di 100-200 hL di capacità, sempre con un travaso all'anno, infine passa alle barrique di rovere da 225-228 litri per un periodo di sosta dai 3 ai 5 anni. In quest'ultima fase di affinamento si hanno intensi fenomeni di evaporazione dell'acqua, dovuti alle variazioni di temperatura (7-17°C) e all'elevata umidità relativa (60-80%) (Suzzi e Tofalo, 2016), che provocano un aumento successivo dello scolorimento fino a raggiungere valori di 1/4 o di 1/3 del volume complessivo. A fine conservazione in barrique si ha un leggero aumento della gradazione alcolica (si parla di qualche decimo di grado) per concentrazione ed evaporazione di acqua, e spesso anche diminuzione del contenuto iniziale in acidità volatile per fenomeni legati alla caratteristica attività biologica.

Un campione rappresentativo di un vin juane presenta le seguenti caratteristiche analitiche: 12,9% v/v alcol svolto, 0,15% zuccheri residui, 5,5 g/L di acidità totale e 0,6 g/L di acidità volatile, infine 20,5 g/L di estratto dedotto degli zuccheri.

La particolarità di questi vini, che li rende interessanti dal punto di vista produttivo, è la grande somiglianza con i vini spagnoli di Jeréz, in quanto, come in quei vini, si sviluppa un *voile de leuvres* in superficie tale da garantire un affinamento biologico in assenza di ossigeno. I fenomeni chimico-biologici provocati da questo velo sono per la maggior parte analoghi in ambo i casi. Nei vin juanes la specie *Saccharomyces beticus* è quella presente in maggior quantità, rappresenta quasi il 70% delle specie facenti parte del velo. Inoltre, durante gli studi effettuati sulle specie presenti di lieviti flor nel Jura, è emerso che la popolazione fungina,

eterogenea al principio dell'invecchiamento, si evolve in modo tale che alla fine dei 5 anni di conservazione in barrique è presente un'unica specie.

L'invecchiamento con velo di lieviti si traduce in una produzione importante anche se variabile di etanale, fino a 700-800 mg/L, così come una diminuzione di acidità volatile e glicerolo. Anche gli acidi organici diminuiscono durante l'affinamento, soprattutto l'acido piruvico e l'acido lattico, a causa del metabolismo dei lieviti. L'evoluzione del contenuto di alcol è il risultato di due fenomeni: da un lato viene trasformato in etanale dai lieviti, dall'altro è soggetto evaporazione. Tuttavia, in questi vini si riscontra molto più frequentemente un aumento della gradazione alcolica dovuto alla bassa umidità relativa della cantina. Questa implica un'evaporazione maggiore dell'acqua sia per differenza nel suo gradiente di concentrazione tra ambiente interno ed esterno alla botte, sia perché le molecole di acqua riescono a passare meglio attraverso la matrice legnosa piuttosto che quelle di etanolo (Flanzy, 2003). Infine, gli amminoacidi presenti hanno un'evoluzione che dipende molto dallo sviluppo dei lieviti, in particolare questi composti azotati tendono ad aumentare a seguito dei rinnovi del velo, imputabili a variazioni di temperatura, le quali causano un'importante autolisi dei lieviti.

Tra le componenti aromatiche che concorrono alla formazione del bouquet finale ha sicuramente un ruolo importante la presenza di acetaldeide e dei suoi derivati. Inizialmente si credeva che i prodotti di reazione dell'acetaldeide fossero solo due: il dietossii-1,1-etano dall'etanolo ed il trimetil-2,4,5-dioxolano-1,3 dal butandiolo-2,3. In tempi recenti si sono scoperti altri quattro derivati importanti dell'acetaldeide con il glicerolo, degli acetali, che hanno un ruolo importante nel determinare l'aroma di questi vini (Flanzy, 2003). Ciò nonostante, comparando le soglie di percezione olfattiva con le concentrazioni di suddette

molecole in questi vini, solo il dietossi-1,1-etano sembra avere un ruolo effettivo nell'aroma dei vins jaunes, apportando una nota rinfrescante, fruttata e a volte verde.

Oltre ad acetaldeide e derivati, anche il sotolone ha un ruolo importante a livello aromatico, nonché un'evoluzione strettamente legata ai lieviti del velo. Il sotolone (idrossi-3-dimetil-4,5-(5H)-furanone-2) è un lattone identificato per la prima volta nei vini del Jura e successivamente anche nei vini di tipo fino di Jeréz e in alcuni bianchi bottrizzati. Successivamente, questo composto è stato associato alle modificazioni sensoriali nei vini secchi, conseguenti a generici fenomeni di ossidazione. Questo composto è responsabile della tipica nota di noce o curry. Da uno studio effettuato su questi vini, si è dimostrato come nei casi ritenuti di buona qualità è presente un contenuto in sotolone superiore a 350 mg/L; in caso contrario, per vini di scarsa qualità e con un'evoluzione in bottiglia mal riuscita, i contenuti in sotolone sono generalmente inferiori ai 150 mg/L. Dalla stessa analisi è emerso che sono ben 3 i principali fattori determinati l'evoluzione del sotolone: l'età del vino, l'invecchiamento con velo e le variazioni di temperatura, i ceppi di lieviti. Infatti, in base all'età del vino si possono avere quantità di sotolone che variano da 84 µg/L fino a 1 mg/L per un vino che è stato più di 120 anni in bottiglia. Nel secondo caso le osservazioni effettuate combaciano con la realtà pratica della cantina: l'apparizione del "gusto a juane" nelle barrique si forma dopo quattro anni di velo e nei casi con elevate variazioni di temperatura durante l'anno, le quantità di sotolone aumentano significativamente già a partire del secondo anno di invecchiamento. Ecco dunque come nasce l'attuale tendenza di collocare le barrique in zone soggette a forti variazioni di temperatura, soprattutto in estate, per favorire la formazione dell'aroma "jaune". Infine, dallo studio è emerso che i veli con crescita debole o stentata non producono sotolone, a prescindere dalle condizioni ambientali più o meno favorevoli, mentre

i lieviti che hanno avuto un buon sviluppo danno origine a quantità variabili di questo lattone (Flanzy, 2003).

In linea con lo studio precedente, si è cercato di determinare l'origine del sotolone nei vins jaunes, attraverso misurazioni sul velo, a metà e a fondo barrique. Le quantità maggiori del lattone si sono riscontrate a metà e nel fondo della barrique. Dai risultati ottenuti è stato possibile supporre che la formazione di questo lattone possa essere legata all'autolisi dei lieviti, favorita da un elevato grado alcolico (14% vol). Infatti, la distruzione enzimatica dei costituenti protoplasmatici dei lieviti arricchisce il mezzo liquido di materia azotata. Si suppone che gli amminoacidi liberati possano essere poi trasformati in acidi chetonici che, per condensazione con acetaldeide, darebbero origine al sotolone. Recentemente è stato proposto un altro meccanismo di formazione che parte dalla treonina. In questo caso, i lieviti metabolizzerebbero la treonina in acido  $\alpha$ -chetobutirrico, il quale sarebbe poi aldolizzato dall'acetaldeide presente in grandi quantità nel vino; il prodotto della reazione andrebbe incontro a reazione spontanea di ciclizzazione originando sotolone (Fig. 3.3). Questa teoria sembra essere supportata da studi ancora in corso, i quali hanno evidenziato che la tappa limitante è la biosintesi del chetoacido per transaminazione della treonina. Risulta quindi strettamente legata alla natura ed alla fisiologia dei lieviti presenti nel mezzo (Flanzy, 2003).

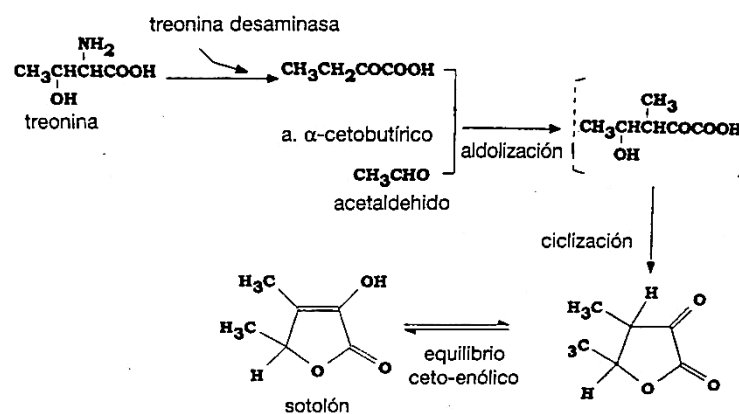


Fig. 3.3 – Meccanismo di formazione del sotolone nei vini gialli del Jura (immagine tratta da Flanzy, 2003).

Altro composto che contribuisce al bouquet aromatico di questi vini è l'abexone, considerato come il probabile prodotto della reazione tra l'acido  $\alpha$ -chetobutirrico ed il propanale, responsabile della nota aromatica di dolce-caramello (Suzzi e Tofalo, 2016).

Degustativamente il vino si accosta al Jeréz secco: colore dorato, leggermente ambrato; odore di maderizzato ed etereo; sapore asciutto, con acidità contenuta, alcolico, aldeidico, amarognolo. La bottiglia è la tradizionale clavelin da 62,5 cL (Fig. 3.4), la cui forma è importante per mantenere il gusto del vino, con una capacità che equivale alla quantità che rimane da ogni litro dopo l'evaporazione in botte, detta la *part des anges*.



Fig. 3.4 – Esempio di bottiglia tipica utilizzata per i vini gialli del Jura (immagine tratta dal sito <http://www.labivin.net/article-les-formes-de-bouteilles-de-vin-43873405.html>).

## BIBLIOGRAFIA

Claude Flanzy: *Enologia: fundamentos científicos y tecnológicos*. Madrid: AMV Ediciones; Mundi-Prensa, 2003, 2° edizione

De Rosa Tullio: *Tecnologia dei vini liquorosi e da dessert*. Pinerolo: Chiriotti, 2011

Suzzi Giovanna e Tofalo Rosanna: *Microbiologia enologica*. Edagricole – Edizioni Agricole di New Business Media srl, 2018, 2° edizione

## 4. PORTOGALLO

I vini ossidativi portoghesi da dessert tra i più conosciuti sono alcuni tipi di vini Porto e il Madera. Di seguito verranno approfonditi entrambi i casi.

### 4.1. VINI PORTO

Con il termine Porto in realtà viene denominata una serie di vini portoghesi le cui operazioni di maturazione ed imbottigliamento vengono fatte presso la città di Porto. Dunque, non si intende una tipologia di vino, ma un luogo geografico di provenienza (Fig. 4.1.1).

Le uve vengono vinificate nelle cantine dell'Alto Douro e, dopo 1 o 2 anni, il vino giovane, previa alcolizzazione, viene trasferito a Vila Nova de Gaia, di fronte a Porto sull'altra sponda del fiume Douro sia per un ritocco all'alcolizzazione sia per le pratiche di invecchiamento ed imbottigliamento (solo un 20% di tutta la produzione completa anche l'affinamento nell'Alto Douro). L'area di coltivazione delle uve e produzione dei mosti si trova nel Nord del Portogallo ed è il più antico areale vitivinicolo designato da legislazione in tutto il mondo, marcato e definito per la prima volta nel 1761. Questa regione si estende per circa 250.000 ettari, segue il corso del fiume Douro ed è suddivisa al suo interno in tre sottozone. Il clima estivo è caldo-arido mentre l'inverno è freddo, ma essendo un'area molto ampia è soggetta a variazioni climatiche evidenti. Solamente 30.000 ettari sono vitati e la maggior parte si trovano generalmente concentrati in nelle sottozone con altitudini minori, dove, anche se i vigneti sono meno produttivi, le uve sono considerate più vocate per le produzioni migliori dei vini Porto.

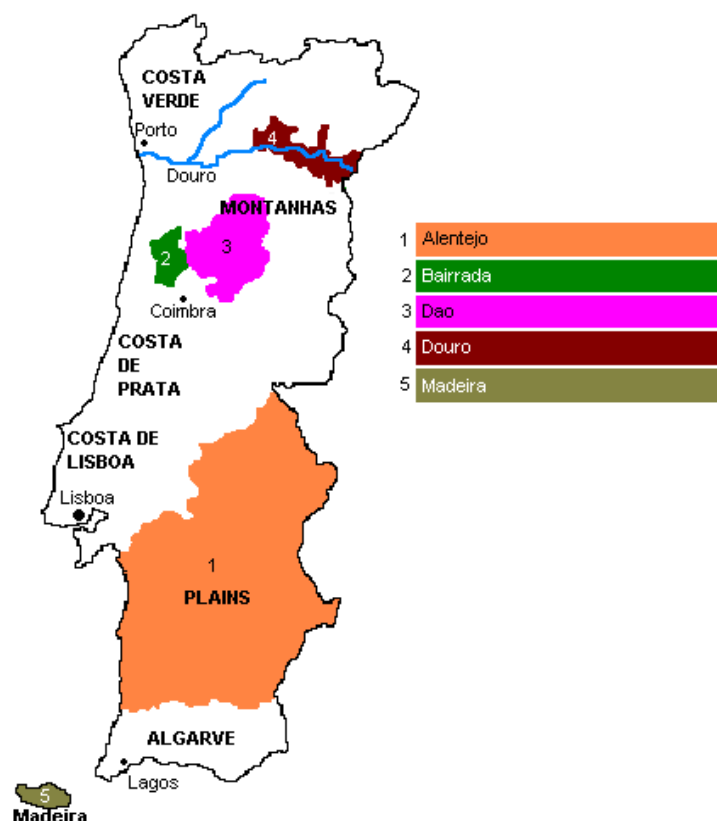


Fig. 4.1.1 – Zone di produzione vitivinicola portoghesi. Il numero 4 in alto a destra, lungo il fiume, rappresenta la valle del Duoro, zona di produzione delle uve dei vini Porto, mentre dal lato opposto, nei pressi della Città di Porto, dove sfocia il fiume Duoro nell’Atlantico, si ha la zona dove vengono trasferiti i vini giovani per l’affinamento (immagine tratta dal sito <https://www.lavinium.it/le-zone-vinicole-del-portogallo/>).

Il Porto è prodotto nei tipi rossi e nei tipi bianchi. I rossi sono nettamente più importanti dei bianchi, corrispondono a circa l’80% della produzione e sono sempre preparati più o meno dolci. I bianchi sono quindi il 20% della produzione totale e 1/3 sono prodotti nel tipo secco mentre il resto sono di tipo dolce.

Le uve rosse e bianche dell’Alto Douro sono circa una quindicina di varietà ciascuna ma le più importanti sono le seguenti:

VARIETA’ ROSSE	VARIETA’ BIANCHE
Bastardo	Esgana Cão
Mourisco Tinto	Folgosão
Tinta Amarela	Gouveio (Verdelho)
Tinta Barroca	Malvasía Fina
Tinta Francisca	Rabigato
Tinta Roriz	Viosinho
Tinto Cão	
Touriga Francesca	
Touriga Nacional	



La vendemmia si effettua tra fine settembre inizio ottobre, generalmente a mano, data anche l'allocazione in posizioni più o meno impervie dei vigneti. In cantina, per le operazioni di pigiatura, prima si usavano i *lagar*, vasche rettangolari di pietra o di cemento, con bordo alto 80 cm e riempito 50 cm, con dimensioni varie, di solito 8 x 3,5 m. La pigiatura si effettuava calpestando a piedi nudi per lungo tempo, circa 2-3 giorni, in modo tale da avere ottimi risultati qualitativi. Oggi grazie alle moderne pigiatrici è possibile ottenere gli stessi risultati: un morbido spappolamento delle bucce, una buona estrazione dei profumi primari e fornire i presupposti per lo sviluppo di ulteriori profumi in fermentazione ed invecchiamento. Per ricavare una poltiglia fine da questa operazione si preferiscono pigiatrici ad alto numero di giri (circa 500 giri/min). Attualmente vi è anche una crescente tendenza a diraspere rispetto al passato, pur sapendo che non diraspando si ottiene maggior colore, si hanno più sostanze favorevoli la maderizzazione, catalizzatori di ossidazione e sostanze ossidabili, senza ripercussioni negative sul futuro vino.

Il mosto ottenuto va incontro a macerazione e fermentazione (anche nel caso dei bianchi secchi), preferibilmente a temperatura compresa tra 25°-28°C, in vasche aperte con durata pari a 8 giorni per i vini base bianchi secchi e 2 giorni per i vini base dolci sia rossi che bianchi. Le quantità di SO<sub>2</sub> aggiunte sono moderate, sui 100 mg/L per uve sane e 150-200 mg/L per uve bottrizzate. A volte è necessario anche fare aggiunte di acido tartarico per portare il pH a valori intorno a 3,6. I vini secchi raggiungono così una gradazione alcolica sui 12% vol mentre per i vini dolci la fermentazione viene arrestata, mediante svinatura, quando il liquido raggiunge una densità zuccherina di 6-7° Baumé (cioè 9-10% di zuccheri, spesso però portati a 13-14%) e si è sviluppata una gradazione di circa 4-5% v/v. I rimontaggi in questa fase fermentativa sono frequenti ed eseguiti all'aria per mantenere un elevato potenziale di ossidoriduzione e garantire poi una più evidente maderizzazione. Tali travasi disperdono

ovviamente anche sensibili quantità di solforosa, effetto favorevole a far avviare la fermentazione malolattica.

Subito dopo la svinatura, nel momento del riempimento dei vasi vinari (De Rosa, 2011) oppure, con tecnica meno frequente, la fortificazione può essere fatta aggiungendo simultaneamente la quantità di acquavite prestabilita e il vino nel tank di ricezione della pressa e successivamente sottoporre tutta la massa al processo di pressatura (Lea e Piggott, 1995). Quindi, il vino viene mutizzato con acquavite a 77-78% v/v di alcol, ne consegue che le fecce più pesanti precipitano per insolubilità mentre le fecce leggere rimangono per un paio di mesi e facilitano la formazione del corpo dei vini. L'acquavite a 77% vol è un obbligo legale in quanto la sua elevata carica in impurità è garanzia di maggiore presenza di profumi. Indicativamente l'acquavite costituisce così circa 1/5 del volume complessivo del vino (all'incirca 100 L di acquavite ogni 450 L di vino) ed il grado alcolico svolto complessivamente raggiunge così circa i 19-20% vol di alcol.

La porzione di acquavite necessaria è calcolata sottraendo la percentuale alcolica del mosto da trattare (ad es. 8%) dalla percentuale alcolica desiderata (es. 18% vol). La corrispondente porzione di mosto viene calcolata sottraendo la percentuale alcolica desiderata (es. 18% vol) da quella dell'acquavite da utilizzare (es. 78% vol). In questo esempio, 10 parti di acquavite ( $18 - 8 = 10$ ) sono necessarie per fortificare 60 parti ( $78 - 18 = 60$ ) del mosto in fermentazione per ottenere 18% vol di alcol finale (Jackson, 2000). Quindi è possibile affermare che questo calcolo si basa anche sulla quantità di zuccheri iniziali presenti nel mosto i quali andranno a determinare il potenziale grado alcolico del futuro vino (Fig. 4.1.2).

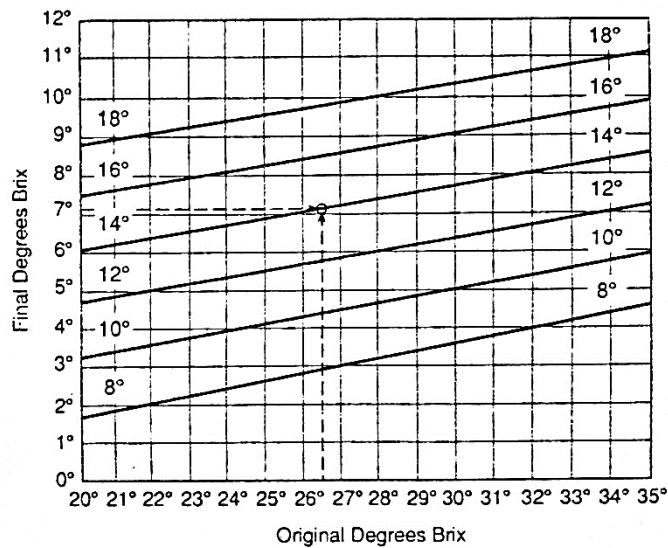


Fig. 4.1.2 – Relazione tra i °Brix iniziali e finali di mosti fortificati fino a 20,5% v/v etanolo. Per esempio, se all'inizio ci fossero 26,5°Brix e il valore degli zuccheri residui finali desiderato fosse 7,2°Brix, allora la fortificazione dovrebbe avvenire ai 14°Brix (Jackson, 2000).

Successivamente il vino alcolizzato subisce circa un travaso all'anno all'aria prima di essere trasportato a Vila Nova de Gaia, dopo aver trascorso 1 o 2 anni nell'Alto Douro. I vini giungono a destinazione con acidità totale sui 3-3,5 g/L per il bianco e 4-4,5 g/L per il rosso e pH con valori intorno a 3,7-3,8. A Vila Nova de Gaia talvolta si esegue una seconda fortificazione che fa raggiungere al vino una gradazione del 22% v/v.

Per i vini bianchi si tende ora a preferire stili di vinificazione più leggeri. Spesso si riduce il tempo di macerazione, per ridurre quindi l'estrazione dei composti polifenolici, responsabili dei caratteri più duri dei vini, ed il potenziale di imbrunimento. dopo una pronta svinatura si lascia fermentare il mosto fino al punto ottimale per la fortificazione. Generalmente le temperature di fermentazione sono più basse.

La maggior parte dei vini, sia rossi che bianchi, hanno un contenuto in zuccheri residui compreso tra 80 e 120 g/L, essendo stati mutizzati dopo il consumo di circa la metà dell'originale contenuto zuccherino dei mosti. Quando richiesto, è possibile fortificare i mosti ai primi inizi di fermentazione per produrre *geropigas*, con 150 g/L di zuccheri, ovvero vini

dolci utilizzati per effettuare i blends. Le geropigas rosse, a causa del contatto limitato con le bucce durante la loro vinificazione, sono più leggere e meno pigmentate dei Porto dolci standard. Sempre per questioni di taglio, alcuni mosti rossi possono essere lasciati fermentare più a lungo dopo l'aggiunta dell'acquavite fino a raggiungere i 15-20 g/L di zuccheri residui, per produrre vini di tipo dry. Anche le geropigas bianche sono prodotte, seppur in minore quantità o destinate a vini di minore importanza.

A questo punto i Porto seguono due diverse vie di affinamento in base alla loro natura qualitativa. I vini ottenuti da vari tagli di partite ed annate, detti blends, vengono invecchiati nei tipici fusti, le *pipas*, da 5-6 hL, scolme, anche per molti anni ed il loro taglio di regola si effettua poco prima dell'imbottigliamento. I vini che invece sono costituiti da prodotto di un'unica annata sono invecchiati in fusti colmi e imbottigliati molto prima dei blends. In modo semplicistico i blends sono detti Porto normali e i Porto speciali invece sono quelli provenienti da un'unica vendemmia.

Le operazioni di blending sono affidate all'esperienza di tecnici di vaglia i quali operano "educando" il vino e, in tal senso, rinfrescando il vino vecchio con del nuovo. In linea generale oggi la tendenza si avvicina sempre più all'ambiente riducente della botte colma, con un miglioramento qualitativo evidente, che rende più appetibile e più attraente il Porto stesso, meno appesantito dai componenti della maderizzazione.

Le modalità di invecchiamento dei vari Porto sono estremamente variabili ma in ogni caso nessuna tipologia è posta in commercio prima di un affinamento triennale, e prima che siano passati sei mesi dall'ultimo taglio nel caso dei Porto normali. Il destino di un vino di questo genere dipende, oltre all'origine e qualità del mosto, anche dalle richieste del mercato e dallo stile della cantina produttrice. Tendenzialmente i Porto normali sostano più a lungo nel legno

e sono soggetti ad un normale invecchiamento a contatto con l'ossigeno, viceversa i Porto vintage sono imbottigliati molto prima degli altri e seguono un affinamento in ambiente riduttivo acquisendo caratteristiche diverse dagli altri.

I vini rossi giovani destinati ai tagli si presentano con colore rosso-viola intenso, astringenza e durezza elevate derivanti dai tannini delle uve. La più comune antocianidina monoglucosidica maggiormente presente nelle uve di questi vini e responsabile del loro colore è la malvidina nella forma di malvidina 3-glucoside, seguita da malvidina 3-*p*-cumaroilglucoside e malvidina 3-acetilglucoside, composizione questa variabile secondo la cultivar (Lea e Piggott, 1995). Durante l'invecchiamento in legno questi pigmenti, assieme ai loro addotti antocianidin-piruvici (piranoantocianine), seguono le dinamiche di reazione della cinetica di primo ordine. A causa della componente zuccherina presente, fortemente soggetta a deperimento, i tassi costanti di degradazione delle antocianidine monoglucosidiche sono molto maggiori di quelli delle piranoantocianine e la formazione di queste ultime è contemporanea alla degradazione della malvidina. Inoltre, i livelli dei composti derivati delle forme di malvidina sopracitate, soprattutto la malvidina 3-*p*-cumaroilglucoside, tendono ad aumentare subito dopo la fortificazione con acquavite di vino per poi diminuire dopo circa 3 mesi. Va precisato che le piranoantocianine sono più abbondanti nei vini Porto rispetto ai vini rossi da tavola; le caratteristiche chimiche (ad esempio livelli di pH leggermente più elevati e la composizione chimica dell'acquavite di vino utilizzata nella mutizzazione) e le proprietà fisiche di questi vini portoghesi si pensa siano all'origine dei loro livelli elevati di pigmenti neoformati (Mateus e de Freitas, 2001). Infine, la malvidina 3-*p*-cumaroilglucoside ed i suoi derivati sono le forme presenti nei quantitativi maggiori e per questa ragione sono gli unici che possono essere effettivamente quantificati in vini Porto rossi invecchiati (Mateus et al., 2002). Tuttavia, rimane di fondamentale importanza lo studio sulla presenza e

caratterizzazione strutturale di questi pigmenti per determinare le trasformazioni chimiche coinvolte nella complessa evoluzione del colore dei vini rossi. La reazione tra gli addotti flavanol-vinil e antocianidine genuine sembra essere alla base dei neopigmenti, i quali presentano caratteristiche spettroscopiche che potrebbero contribuire ai cambiamenti di colore che avvengono durante l'affinamento dei vini rossi (Mateus et al., 2003).

Tra i composti chimici derivati delle antocianidine e responsabili della colorazione troviamo le cosiddette portisine, ovvero un gruppo di carbossi-piranoantocianidine in grado di reagire, durante l'invecchiamento con altri composti, e generare altre piranoantocianidine con strutture ancora più complesse. Recentemente le portisine sono state differenziate in due tipologie, A e B, strutturalmente differenti ma di base, in entrambi i casi, si hanno una porzione piranoantocianidinica connessa tramite ponte vinile ad un'unità flavanolica o fenolica. Le portisine di tipo A si considerano derivate della condensazione di piranoantocianine di tipo A (Vitisina A) e composti vinilfenolici (Fig. 4.1.3). Nei pigmenti di tipo B la porzione flavanolica è sostituita da una frazione fenolica con differenti caratteristiche di idrossilazione e metossilazione, anche se il meccanismo di formazione è simile a quello delle portisine A, ad eccezione di un'ulteriore decarbossilazione (Fig. 4.1.3) (He et al., 2012).

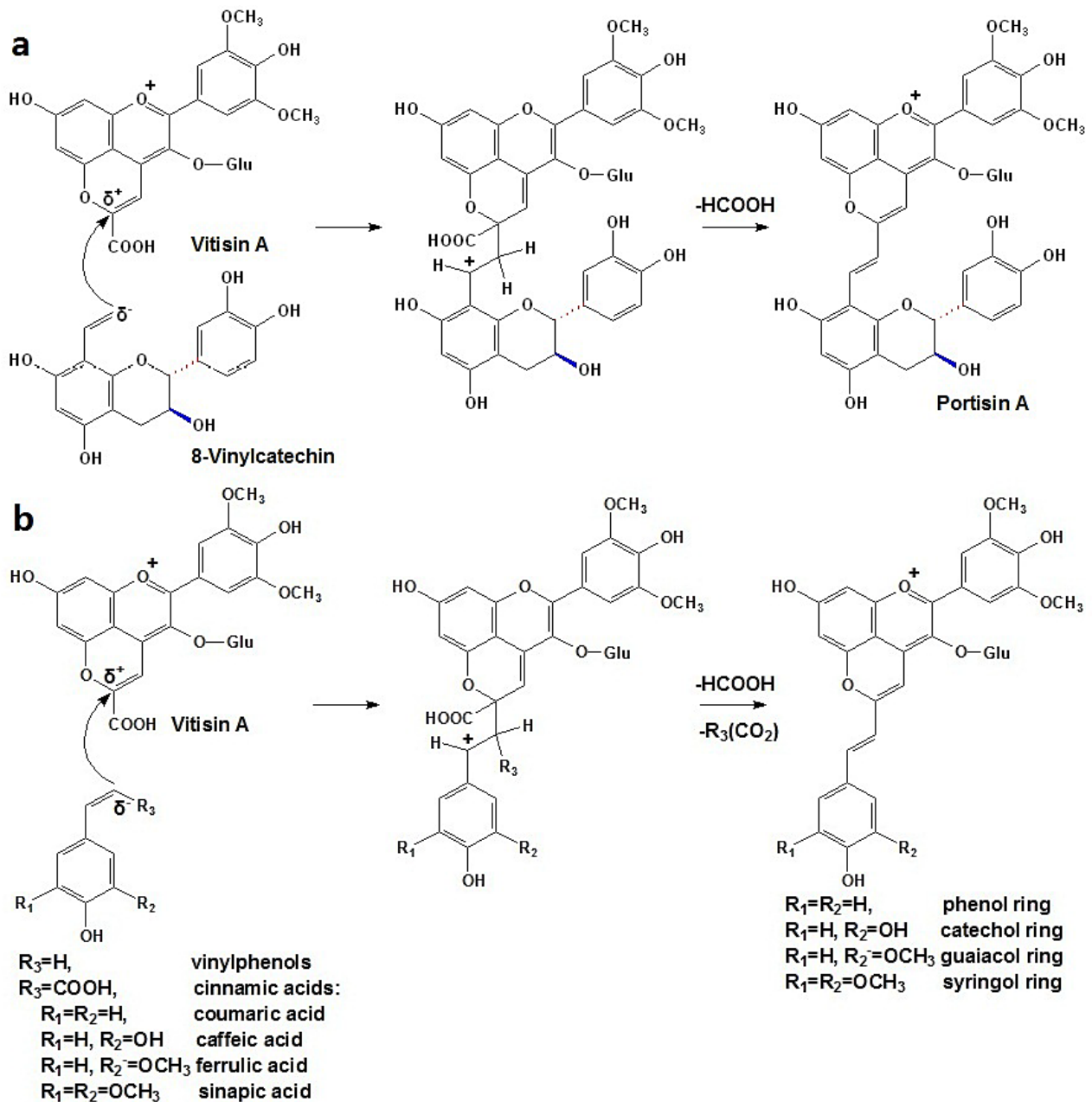


Fig. 4.1.3 – Meccanismo di formazione di derivati flavanil/fenil-vinilpiranoantocianidine, originati da carbossi-piranoantocianidine: (a) portisine di tipo A (flavanil-vinilpiranoantocianidine); (b) portisine di tipo B (fenil-vinilpiranoantocianidine) (He et al., 2012).

I vini giovani di solito vengono lasciati intatti per 2-3 mesi dopo la vendemmia per farli stabilizzare e raggiungere la massima colorazione. Questo effetto si pensa essere il risultato dalla formazione di polimeri di aldeidi (per lo più acetaldeide) e antocianine ed altri fenoli, fenomeno che probabilmente predomina sulla diretta condensazione di antociani e tannini a causa degli alti livelli di acetaldeide libera (50-100 mg/L). Queste aldeidi derivano sia dal liquido di fortificazione sia dai prodotti di fermentazione dei lieviti. L'acetaldeide nei Porto

invecchiati quasi unicamente in fusto è qui un fattore di qualità ed è presente in dosi effettivamente notevoli (ad esempio un Porto contenente 162 mg/L di acetaldeide è classificato “molto buono” mentre uno con meno di 40 mg/L di “qualità inferiore”).

L’acetaldeide, favorendo la polimerizzazione dei polifenoli, ne diminuisce la solubilità, dando luogo a precipitati. Da ciò il conseguente cambio di colore complessivo del vino rosso da toni rubini a bruno ambrato. Nei vini bianchi invece l’intensità del colore aumenta e passa da un paglierino scarico iniziale ad un paglierino carico, quindi al dorato, per poi passare ad un ambrato con riflessi più o meno rossastri. Dopo lunghi anni di invecchiamento, i rossi e i bianchi raggiungono una colorazione simile da non rendere facile comprendere se originariamente il vino sia stato bianco o rosso.

L’acetaldeide insolubilizza anche i leucoantociani, in particolare quelli maggiormente condensati, reazione questa nettamente facilitata da un ambiente ossidante e sensibilmente rallentata invece in ambiente riducente, quindi più marcata nei Porto blends e meno nei vintage, data la lunga permanenza in legno dei primi rispetto ai secondi. La seguente immagine (Fig. 4.1.4) illustra nei due grafici come il contenuto in leucoantociani e l’intensità colorante nei Porto rossi vari fortemente nel tempo in funzione del livello redox al quale è mantenuto il vino; ambiente ossidante nel grafico A e riducente nel grafico B.



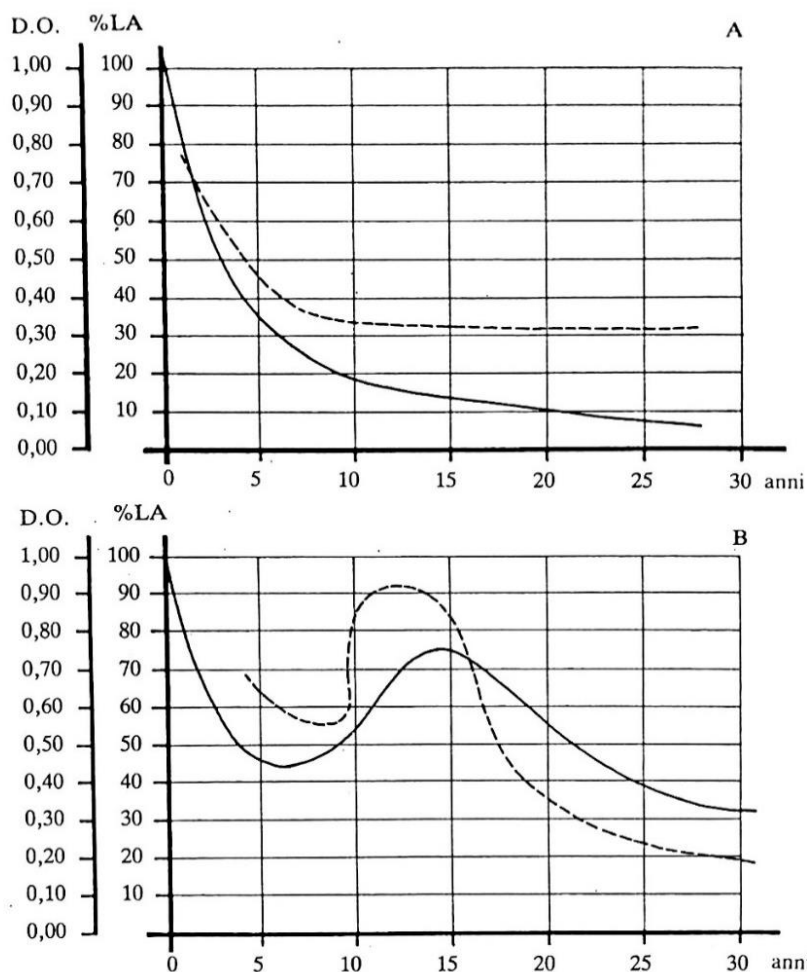


Fig. 4.1.4 – Curve orientative riguardanti l'andamento nel tempo del contenuto in leucoantociani (LA, curva a tratto continua) espresso come percentuale residua nel tempo rispetto al valore iniziale fatto uguale a 100, e l'andamento dell'intensità colorante (curva tratteggiata) espressa come Densità Ottica (DO) a 420 + 520 nm. Tali dati sono relativi a Porto ross invecchiati in fusto (Grafico A) e a Porto ross vintage, cioè invecchiati soprattutto in bottiglia (ovviamente dopo circa un triennio di preliminare invecchiamento in fusto) (Grafico B). Va sottolineato peraltro che in entrambi i grafici i dati non sono ricavati rispettivamente da due campioni, o gruppi di campioni, seguiti nel tempo, ma da analisi contemporanea su campioni di varie annate e pertanto di varia età (De Rosa, 2011).

Lo stesso andamento è proprio anche dell'intensità colorante.

Relativamente al livello di potenziale redox si sono notate ovviamente grandi disparità tra Porto invecchiati in bottiglia (come i vintage) o invece invecchiati in fusto. Ad esempio, uno stesso vino se invecchiato 29 anni, una partita in bottiglia e l'altra in botte, presenta valori di potenziale ossidoriduttivo ben diversi; nel primo caso il valore redox era di 230 mV il che, dato il pH di 3,70, ne comporta un valore di rH pari a 15,3 a 20°C (vino cioè sensibilmente

ridotto), invece, nel caso dell'affinamento in legno il potenziale redox era di 386 mV, il pH di 3,74 e quindi il rH a 21,0 a 20°C (vino notevolmente ossidato) (De Rosa, 2011).

Il contenuto in glicerina presenta di regola tenori moderati, cioè dai 2 ai 5 g/L. il contenuto in acetato d'etile è maggiore rispetto a quanto è consueto negli altri vini, ma non rappresenta un fattore negativo (sensazione di spunto) sul livello complessivo dei Porto speciali. Dosi piuttosto elevate sono riscontrate anche per il lattato di etile ed il succinato di etile. Quest'ultimo estere aumenta fortemente negli anni di conservazione dei vini Porto e ciò contribuisce al miglioramento organolettico. Infine, particolarmente elevato è il contenuto di alcol fenil-2-etilico ed alcuni alcoli superiori, ritenuti anch'essi fattori positivi a livello organolettico, quali: n-propanolo, iso-butanolo, iso-pentanololo, 2 metil-butanolo, 3 metil-butanolo.

La classificazione dei Porto, come già accennato, divide questi vini in due grandi gruppi (Fig. 4.1.5): i Porto blends ed i vintage. All'interno di ciascun gruppo sono presenti ulteriori suddivisioni, ma in linea generale va ricordato che i Porto rossi sono nettamente più importanti dei bianchi, che i rossi sono sempre più o meno dolci e che i bianchi sono solo in minoranza nella versione secco (Fig. 4.1.6).

### Principali tipi di Porto

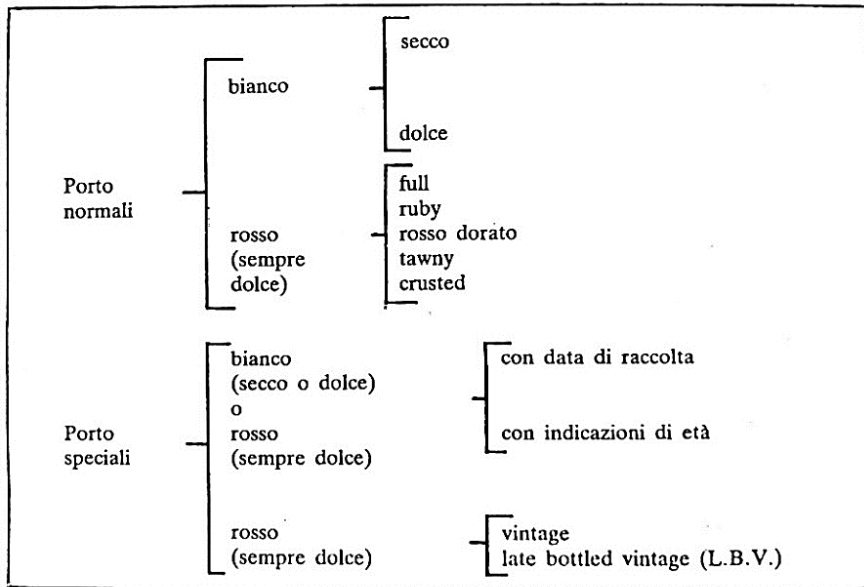


Fig. 4.1.5 – Schema rappresentativo delle principali tipologie di vini Porto (De Rosa, 2011).

### Classificazione dei Porto in base al loro contenuto zuccherino (si noti la doppia denominazione in portoghese e in inglese)

	Baumé	Zucch. g% ml
Extra Seco (Extra Dry o Very Dry)	sotto gli 0°	fino a 4,0
Seco (Dry)	da 0° a 1,5°	da 4,5 a 6,5
Meio Seco (Dry Finish o Medium Dry)	da 1,6° a 3°	da 7,0 a 10,0
Doce (Rich o Sweet)	da 3,1° a 5°	da 10,5 a 13,0
Muito Doce o Lagrima (Very sweet)	da 5,1° a 7°	da 13,5 a 15,0

Fig. 4.1.6 – Tabella di classificazione dei vini Porto secondo il loro contenuto zuccherino, con doppia denominazione in portoghese e in inglese (De Rosa, 2011).

Partendo dai Porto normali bianchi, sia secchi che dolci, sono reduci da lunghi invecchiamenti in botte ma non sopportano lungamente poi la bottiglia, per cui dopo 1-2 anni iniziano a dare segni di deperimento. Il profumo dei bianchi risente molto della maderizzazione e, soprattutto i secchi, assumono caratteristiche molto simili al Jeréz corrispondente. Il sapore è alcolico e l'acidità moderata, con sottofondo amaro ed una sensibile ricchezza di sapori dalla quale comunque emerge la maderizzazione.

Per i Porto rossi le principali tipologie sono tre: *ruby*, *tawny* e *crusted*. Il Porto ruby ha una buona colorazione, è invecchiato appena un paio di anni in grandi botti e per questo si considera un Porto giovane, fresco, anche un po' aggressivo; non migliora ulteriormente in bottiglia. Il Porto tawny ha un caratteristico colore bronzato più o meno carico e con evidente granato, subisce un lungo invecchiamento in piccoli fusti di rovere (da 6 hL circa) anche oltre 10 anni. Le dimensioni ridotte della botte e il lungo periodo di invecchiamento comportano forti cali per evaporazione (pressappoco 2% annuo) e un ambiente fortemente ossidante, da cui sia il costo elevato sia le caratteristiche di maderizzato. Questo tipo di vino non trae beneficio da un ulteriore invecchiamento in bottiglia e pertanto viene posto in vendita già al suo apice qualitativo. Infine, il Porto crusted deve il proprio nome al fatto che in bottiglia presenta delle incrostazioni, depositi derivanti dal fatto di essere stato imbottigliato precocemente, ossia prima di aver completato le precipitazioni in botte. Esso infatti, sosta preventivamente 3-4 anni in botte per poi passare alla bottiglia altri 6-8 anni prima di essere messo in commercio. È il più profumato e corposo dei Porto normali.

Passando ai Porto speciali, i vintage (da vendemmia in inglese) sono la categoria più conosciuta. Sono prodotti di altissima classe, da annate eccezionali, conservati in grosse botti di rovere per solo 2-3 anni e poi imbottigliati. La particolarità è dunque la diversa base organolettica data dall'affinamento riduttivo in ambiente chiuso e non a contatto con l'ossigeno come la maggior parte di tutti i vini Porto. Ne consegue pertanto l'uso di botti di grande capacità, accurate e tempestive colmature, travasi fuori dal contatto con l'aria, imbottigliamento precoce e lunga conservazione nell'ambiente riducente della bottiglia ove si affina e perfeziona. Il tipo vintage conserva più colore rispetto agli altri tipi di Porto, ha anche una minore quantità di aldeidi e quindi è maggiore la percentuale di forme poco condensate dei polifenoli. È un vino fruttato, corposo, generoso, di elevata finezza. La sua

impostazione sul ridotto fa sì che, una volta stappata la bottiglia, esso soffra molto e deperisca in fretta.

## 4.2. MADERA

Il Madera è un vino fortificato realizzato nell'omonima isola atlantica posta a circa 600 km dalla costa marocchina, che si identifica come regione ad amministrazione autonoma sotto la sovranità portoghese (Fig. 4.2.1).



Fig. 4.2.1 – Isola portoghese Madera (immagine tratta dal sito <https://cocktailandc.wordpress.com/2016/11/11/madeira/>).

I vigneti sono collocati per lo più sulla costa sud-est, nord ed a ovest della capitale Funchal. Come è possibile notare dall'immagine posta sopra in fig. 4.2.1, i vigneti sono posti su pendenze ripide di suolo vulcanico, con altitudini variabili fino a 700 m sopra il livello del mare. Ciò comporta ovvie differenze climatiche, anche se in linea generale nell'isola le oscillazioni stagionali sono limitatissime e la temperatura media annua si mantiene tra i 20° e i 25°C.

I vigneti sono di dimensioni ridotte ma di elevata densità (7000-8000 viti/ha) e data la pendenza con cui spesso si presentano, la meccanizzazione di questa viticoltura è pressoché inesistente. Le principali cultivar che concorrono alla produzione sono le locali Malvasia, Verdelho, Boal e Sercial tra le bianche e la varietà rossa Negra mole. Il vino può essere ottenuto da una sola delle suddette varietà, nel qual caso ne riporta il nome in etichetta, o da una loro mescolanza, in questo caso non citata in etichetta.

La vendemmia si effettua di norma alla fine di agosto, quando le uve hanno raggiunto almeno il 9% vol di alcol potenziale naturale. Essendo sulle alture la gradazione zuccherina delle uve rimane comunque modesta (16-17%), mentre l'acidità totale è molto elevata (da 6-8 g/L in acido tartarico fino 12 g/L ed anche più per la varietà Sercial), virtù che rende questo vino facilmente conservabile e rinfrescante in climi caldi. Il pH pertanto oscilla su valori fra il 2,9 e il 3,3 mentre nel vino finito tali valori aumentano notevolmente, fino a 3,4-3,6.

Anticamente si raccoglievano le uve, si pigiavano e si trasportavano in fermentazione all'interno di sacche di pelle di capra oppure venivano trasportate in cantina per essere poi appassite in dei forni da pane. Ad oggi queste tecniche sono state completamente abbandonate e una volta effettuata la raccolta le uve sono prontamente trasportate in cantina per essere lavorate con tecniche standard di vinificazione.

La pigiatura sia per uve bianche sia rosse è senza diraspatura e con sgrondo immediato. Le aggiunte di SO<sub>2</sub> in questa fase sono limitate a 50-60 mg/L, dose che poi ovviamente diminuisce con il tempo sino a raggiungere un residuo sui 10-20 mg/L nel vino in bottiglia. Se i contenuti zuccheri iniziali sono insufficienti, è abitudine fare una chaptalisation con mosto concentrato prima della fermentazione.

La fermentazione alcolica per le uve rosse avviene insieme alla fase di macerazione. In generale si cerca di mantenere una temperatura ottimale di fermentazione a 26°C sia per mosti bianchi che rossi. A fermentazione conclusa, con i vini giunti a secco oppure con il residuo zuccherino voluto, si effettua un'alcolizzazione con alcol a 95-96% vol sino ad un contenuto alcolico globale non inferiore a 17% vol, tecnica tipica dello stile di produzione del Porto. La fermentazione malolattica, prima comune nella produzione del Madera, ora non si pratica più e dunque non si hanno più problemi relativi ad aumenti in acidità volatile. Un'ulteriore alcolizzazione verrà effettuata solo al momento della vendita del prodotto, cioè sino a 18% vol. Le gradazioni superiori a questa (20 o addirittura 21% v/v) sono dovute a perdite di acqua per evaporazione durante l'affinamento.

La decolorazione di tracce di rosso viene fatta con dosi massicce di carbone (100-200 g/hL) oppure gelatina coadiuvata da tannino o ancora bentonite. I conseguenti travasi sono tutti all'aria.

A questo punto il vino è pronto per essere sottoposto alle operazioni di spinta maderizzazione, suddivise in due tipologie a seconda della qualità del vino stesso: la prima è una maderizzazione artificiale per Madera di qualità base e la seconda, naturale, per i vini pregiati. Nel primo caso si utilizzano dei contenitori speciali, detti *estufas*, chiusi e dotati di camicia termica dove scorre acqua calda. In questo modo i vini permangono per 2-3 mesi a 45°-50°C e la perdita di alcol è molto limitata (0,2% vol) oppure è possibile accelerare il processo innalzando la temperatura fino a 70°C per circa un mese. I cambiamenti a livello organolettici sono notevoli, il vino acquisisce una colorazione marrone tipica di un lungo affinamento in legno, aroma caramellizzato e un gusto più morbido grazie agli effetti sulla materia polifenolica. In questi vini si verifica anche un aumento dei livelli di etil carbammato e

presumibilmente anche un aumento della concentrazione di HMF (5-idrossimetilfurfurale), insieme ad altri cambiamenti (Lea e Piggott, 1995). Per i vini fini invece si ricorre alla maderizzazione naturale, a mezzo di un particolare tipo di invecchiamento in fusti di legno, per la maggior parte in rovere e tipicamente di 6 hL (variabile sino ai 20 hL). I fusti vengono conservati con un scolmo molto variabile e che può raggiungere anche il 50% della capienza del fusto stesso. Il sistema con cui si collocano i fusti è detto *canteiro*, nella sua forma più semplice implica il posizionamento dei fusti nelle zone più calde della cantina, ossia in alto vicino al soffitto, dove si accumula l'aria calda.

Va precisato che i fusti non vengono mai colmati, non solo, l'entità dello scolmo non è neppure nota. Inoltre, i travasi (generalmente un paio all'anno) prevedono una prima raccolta di tutto il liquido in grandi vasche per omogeneizzarlo e pulizia dei fusti svuotati. Al momento del riempimento dei fusti si versa il liquido fino a quando la schiuma non deborda dal cocchiere, poi si tappa non ermeticamente. In tal modo, pur essendo diversissima la schiumabilità da vino a vino, sia anche per l'altezza del getto del liquido, o per l'azione di scuotimento della pompa, non si tiene nessun conto di ciò, da cui forti differenze.

L'ambiente ossidante nel quale si affinano questi vini produce notevoli quantità di acido acetico, con tenori che comunque di solito non superano l'1,5 g/L. Anche l'acidità totale subisce una concentrazione per disidratazione, per cui dai valori iniziali sul 6-7 g/L si arriva agli 8-10 g/L. Infine, anche i contenuti in acetaldeide si possono prevedere elevati. Il colore è funzione dello stato di invecchiamento e quindi di maderizzazione del vino, e pertanto passa da un giallo citrino tipico dello stadio giovanile, via via fino all'ambrato, fino ad un rossastro nei vini molto vecchi.



Il minimo legale di invecchiamento in fusto è di tre anni, di solito portati a 4-5. Per i tipi pregiati si effettua un'ulteriore sosta in bottiglia di due anni prima di essere messi in commercio.

Dopo il passaggio dell'*estufagem* i vini sono sottoposti ad operazioni di taglio o nello stile dei Porto o in quello di Jeréz. Nel primo caso, dopo aver aggiustato il contenuto zuccherino, la maggior quantità viene imbottigliata mentre una porzione è tenuta da parte come base per il prossimo taglio, in modo tale da mantenere una certa omogeneità nella produzione annuale. Nel secondo caso invece, i vini *solera* (così chiamati come i vini spagnoli) sono invecchiati proprio tramite l'omonimo sistema, tipico dei vini jereziani.

Molto importante nell'aspetto qualitativo di questi vini è la quantità di etil-carbammato presente. Questo derivato dell'urea è ritenuto un potenziale agente cancerogeno e nel Madera sono stati riscontrati i suoi precursori. Il meccanismo principale di formazione è quello dell'etanolisi dell'urea, derivante dal metabolismo dell'arginina. I pericoli principali dell'etil-carbammato nei vini fortificati sono il momento scelto per la mutizzazione del mosto (quando si esauriscono gli zuccheri), il quale si trova con la massima concentrazione di urea, ed il calore implicato nel processo di *estufagem* che tende ad aumentare il tasso di produzione di questo composto. Quindi queste tecniche in teoria massimizzerebbero il potenziale di presenza dell'etil-carbammato, se non il composto stesso. Tuttavia, i livelli riscontrati nei Madera finiti rientrano nei limiti legislativi, anche se il potenziale cancerogeno possa essere maggiore nei tipi di Madera lasciati fermentare fino ad esaurimento zuccheri. Una potenziale soluzione potrebbe essere l'utilizzo di ceppi di lieviti capaci di secretare meno urea durante il loro metabolismo oppure prestare maggiore attenzione al contenuto di etil-carbammato negli alcol utilizzati per fortificare (Lea e Piggott, 1995).

Il Madera nei suoi vari tipi è orientativamente prodotto per il 50% come secco o demi-sec e per il 50% come dolce. Il Madera etichettato con il nome della varietà Sercial è il più secco (dallo 0 al 2,5% in zuccheri), quello con la cultivar Verdehlo è di tipo demi-sec (dal 2,5 al 4,5%), il Boal è del tipo semi-dolce ed ha pertanto una gradazione zuccherina superiore (dal 4,5 al 6,5%), infine il Porto con Malvasia o Malmsey è del tipo dolce (dal 6,5 fino ad un massimo dell'8-9%) (De Rosa, 2011). Il Madera è confezionato in bottiglie tipo Porto da 750 mL.

La composizione aromatica del Madera di queste quattro varietà principali è soggetta a vari cambiamenti durante l'invecchiamento. Dalle analisi svolte nello studio di J.S. Câmara, M.A. Alves, J.C. Marques, 2005 emerge un calo nella concentrazione di esteri etilici degli acidi grassi (C<sub>6</sub>–C<sub>16</sub>) con l'aumentare del tempo in affinamento, mentre aumentano gli esteri etilici degli acidi diprotici, quali etil lattato e dietil succinato. Queste variazioni non avvengono in modo graduale e lineare nel tempo ma, generalmente, sembrano essere più veloci all'inizio dell'invecchiamento. I risultati dello studio evidenziano anche una forte correlazione tra sotolone, derivati zuccherini (2-furfurale, 5-metil-2-furfurale, 5-idrossimetil-2-furfurale e 5-etossimetil-2-furfurale) ed il periodo di invecchiamento, tanto che si pensa possano essere utilizzati come marcatori dell'affinamento questi vini. I derivati furanici presenti nei vini invecchiati non sono solo estratti dal legno di quercia delle ma possono formarsi anche a partire dai carboidrati presenti nei vini stessi. In particolare, il sotolone è presente in concentrazioni superiori alla sua percezione e la sua concentrazione aumenta con il tempo; il 5-idrossimetil-2-furfurale o più semplicemente HMF, responsabile di note aromatiche speziate e al curry, essendo un derivato zuccherino ci si aspettava di incontrarlo in questi vini dotati di elevati zuccheri residui, ma è emerso che la sua concentrazione è tanto maggiore quanto più è alta la gradazione alcolica. Ovviamente, sottolineano gli autori dello studio, la

complessità aromatica del Madera è determinata anche dalle “classiche” reazioni dovute ad un invecchiamento ossidativo, ovvero: idrolisi delle pectine e quindi aumento del contenuto in metanolo; decarbossilazione enzimatica dell’acido piruvico dovuta all’azione dell’alcol deidrogenasi sull’etanolo che provoca un aumento finale in acetaldeide; dal legno si estraggono lattoni (*cis*- e *trans*- $\beta$ -metil- $\gamma$ -octalattone) responsabili di note aromatiche a cocco, latte, fruttato e floreali dolci mentre i fenoli volatili apportano carattere ad affumicato.

Gli stessi autori (Câmara et al., 2005) in un altro studio hanno determinato i componenti caratteristici per la classificazione e la differenziazione dei vini Madera secondo la principale varietà di uve. Come precedentemente detto, le quattro varietà principali sono le bianche Sercial, Verdelho, Boal e Malvasia. I loro componenti caratteristici e che le differenziano sono: alcol benzoico e (E)-3-esen-1-olo per Boal; 2-metilpropan-1-olo per Sercial; octadecanoato di etile, (Z)-3-esen-1-olo ed acido benzoico per la Malvasia; infine, la cultivar Verdelho si distingue per 5-(etossimetil)-furfurale, nonanone, *cis*-9-etildecanoato.

Il bouquet finale del Madera si costruisce quasi esclusivamente durante il processo di invecchiamento, il quale contribuisce sia in fatto di estrazione sia per le particolari condizioni dell’estufagem. Quest’ultimo in particolare, con le sue elevate temperature innesca una serie di reazioni chimiche tipiche di un trattamento termico, ad esempio caramellizzazione degli zuccheri o reazioni di Millard tra zuccheri ed amino acidi. Durante il riscaldamento aumenta il contenuto in furani ed esteri mentre diminuisce quello in alcoli, acetati ed acidi grassi; scompaiono del tutto gli aromi varietali. È stato dimostrato che nel processo di estufagem accelerato (70°C per un mese solo) si sviluppano comunque composti volatili tipici dei Madera di buona qualità (fenilacetaldeide, 5-etossimetilfurfurale,  $\beta$ -damascenone) ed altri

composti che potenzialmente determinerebbero l'aroma finale di vini "cotti" (Pereira et al., 2014).

## BIBLIOGRAFIA

A.G.H. Lea and J.R. Piggot: *Fermented beverage production*. London etc: Blackie academic and professional, 1995

Câmara J.S., Alves M.A., Marques J.C.: *Changes in volatile composition of Madeira wines during their oxidative ageing*. *Analytica Chimica Acta* 563 (2006) 188–197.

Câmara J.S., Alves M.A., Marques J.C.: *Multivariate analysis for the classification and differentiation of Madeira wines according to main grape varieties*. *Talanta* 68 (2006) 1512–1521.

De Rosa Tullio: *Tecnologia dei vini liquorosi e da dessert*. Pinerolo: Chiriotti, 2011

He F., Liang N.N., Mu L., Pan Q.H., Wang J., Reeves M.J., Duan C.Q.: *Anthocyanins and Their Variation in Red Wines II. Anthocyanin Derived Pigments and Their Color Evolution*. *Molecules* 2012, 17, 1483-1519; doi:10.3390/molecules17021483

Jackson Ron S.: *Wine Science. Principles, practice, perception*. 2° edizione, San Diego [etc]: Academic Press, 2000

Mateus N., Carvalho E., Carvalho A.R.F., Melo A., Gonzalez-Paramas A.M., Santos-Buelga C., Silva A.M.S., de Freitas V.: *Isolation and Structural Characterization of New Acylated Anthocyanin-Vinyl-Flavanol Pigments Occurring in Aging Red Wines*. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 277-282 277

Mateus N., de Freitas V.: *Evolution and Stability of Anthocyanin-Derived Pigments during Port Wine Aging*. J. Agric. Food Chem. 2001, 49, 5217-5222

Mateus N., de Pascual-Teresa S., Rivas-Gonzalo J.C., Santos-Buelga C., de Freitas V.: *Structural diversity of anthocyanin-derived pigments in port wines*, Food Chemistry 76 (2002) 335–342

Pereira Vanda, Cacho Juan, Marques José C.: *Volatile profile of Madeira wines submitted to traditional accelerated ageing*. Food Chemistry 162 (2014) 122–134; 2014 Elsevier Ltd.

Trapani Nicola: *Arte, cultura e tecnica della degustazione. Vini e vivande*. Marsala: Enovitis, 1998

## 5. ITALIA

Per quanto riguarda la realtà italiana di vini liquorosi e/o affinati con velo di flor, sono pochi i casi presenti e geograficamente collocati nelle due isole maggiori Sicilia e Sardegna. Nella prima troviamo il Marsala in tutte le sue varie forme, mentre nella seconda risultano interessanti i vini Vernaccia di Oristano e Malvasia di Bosa, vini di minore importanza nel quadro enologico italiano e di produzione talmente ristretta che presentano carente materiale scientifico a riguardo. Di seguito, partendo proprio dai vini sardi, verranno spiegati meglio i processi di vinificazione utilizzati per produrre questi vini e interessanti ai fini del presente elaborato.

### 5.1 VERNACCIA DI ORISTANO

Vino bianco secco della Sardegna, derivato da mosto naturale non aromatico ed ottenuto dall'intervento del lievito flor.

Le uve vengono allevate ad alberello tradizionale, raccolte di solito manualmente e in sovraturazione (tra fine settembre e inizio ottobre), presentano un contenuto zuccherino dell'ordine di 230-260 g/L e acidità fissa del mosto su 6,5 g/L. Le uve sono vinificate in bianco ed il mosto ricavato non si chiarifica ma viene eventualmente solfitato con un'aggiunta di 100-150 mg/L di SO<sub>2</sub> in funzione dello stato sanitario delle uve. Successivamente si dà avvio alla fermentazione alcolica mantenuta a temperature tra 36-38°C e si lascia decorrere fino ad esaurimento quasi totale degli zuccheri. La svinatura avviene all'aria, senza ulteriori aggiunte di solforosa e alla fine il vino nuovo si presenta con gradazione alcolica svolta sui

15% vol, acidità totale di circa 6 g/L, un'acidità volatile pari a 0,4-0,5 g/L, con zuccheri presenti in dosi minime.

Entro la fine dell'inverno si susseguono tre travasi prima del passaggio in botte e allo stesso tempo si effettuano i trattamenti chiarificanti con bentonite e gelatina, caseinato potassico ed alcune filtrazioni su farine fossili. Segue il passaggio a piccole botti (da 7 a 18 hL di capienza) in castagno selvatico, ove si mantiene uno scolmo del 7-10%, quindi 1/3 o 1/5 del volume totale. Le botti vengono poste in zone della cantina il meno possibile soggette a variazioni di temperatura (ad esempio in alto, sotto il tetto). Il tempo ottimale di permanenza in legno è di 2-3 anni, nei quali il vino subisce forti cali per evaporazione dell'ordine di un 2-3%. Durante l'invecchiamento il vino genera in superficie uno strato di lieviti, il cosiddetto velo di flor, già a partire dai primi 3-4 mesi, motivo per il quale raramente si effettua un inoculo di lieviti che potrebbe ostacolare lo sviluppo del biofilm. Dopo l'affinamento ossidativo si fa un trattamento stabilizzante di demetallizzazione, una filtrazione stretta ed infine l'imbottigliamento. È preferibile fare anche un trattamento di stabilizzazione tartarica prima di imbottigliare.

Il tempo di contatto con i lieviti flor e le diverse tipologie di Vernaccia di Oristano sono regolamentate dal disciplinare di produzione (DPR 11.08.1971 G.U. 247 – 30.09.1971) modificato da ultimo dal D.M. 07.03.2014.

Le bottiglie che di solito si utilizzano sono assimilabili a quelle usate per Porto e Marsala, con capacità di 750 mL.

Entrando maggiormente nello specifico, le specie di lievito maggiormente presenti nel velo della Vernaccia sono, in ordine di valore decrescente, il *Saccharomyces prostoserdovii*, il *Saccharomyces cerevisiae* e lo *Zygosaccharomyces bailii*.

L'acetaldeide è uno dei componenti che qualitativamente caratterizzano questo vino e la sua formazione ed evoluzione sono in netta dipendenza con i livelli termici cui sottostà il vino, il cui valore termico ottimale si aggira sui 20-25°C.

In questa fase di invecchiamento sotto velo il vino subisce dei cambi nella concentrazione di acidi organici, in particolare acido lattico, acido malico, acido  $\alpha$ -chetoglutarico, acido fumarico ed acido succinico. L'acido lattico viene consumato dai lieviti in tre differenti fasi; allo stesso tempo e progressivamente aumenta l'acido malico (il più abbondante), acidi  $\alpha$ -chetoglutarico e fumarico (rappresentano circa il 40% dei prodotti derivanti dalla degradazione dell'acido lattico). Inoltre, dal momento che l'acido malico continua ad aumentare anche dopo che è stato consumato tutto l'acido lattico, è possibile supporre che la formazione del primo sia dovuta a uno o più step intermedi e che dipenda anche dal lievito maggiormente presente nel velo (Farris et al., 1991).

Va aggiunto che durante l'invecchiamento sotto velo, in botte scolma, non si ha in pratica calo di gradazione alcolica dato che le perdite per evaporazione sono reintegrate da piccole formazioni di alcol da zuccheri residui e compensate da evaporazione di acqua; si ha invece un aumento dell'acidità volatile e dell'acidità totale. Inoltre, la botte scolma, i cambi termici stagionali e l'influenza del lievito flor fanno sì che il potenziale redox del vino abbia sempre valori elevati, cioè situato in campo ossidante, da cui lo sviluppo dell'odore e sapore di maderizzante, particolarmente per presenza di aldeidi.

Da un punto di vista analitico il vino finito si presenta con le seguenti caratteristiche: alcol svolto tra 15-16,5% v/v, zuccheri 0,15-0,20%, acidità totale 5 g/L, aldeide acetica 70-100 mg/L, glicerina 9-11 g/L e intensità colorante media a 420 nm pari a 575. La Vernaccia di Oristano ha un gran quantitativo di composti fenolici, soprattutto derivati di acidi



idrossibenzoici e idrossicinnamici, i quali rientrano nei range tipici di vini tipo Sherry. Il livello totale di composti nitrogenati (amino acidi e bioamine) varia tra 535,6 a 1569 mg/L con prevalenza di amino acidi (536 a 1540 mg/L), mentre il contenuto di bioamine si mantiene sempre al di sotto dei 10 mg/L, seppur aumenta con il procedere dell'invecchiamento. Le principali bioamine presenti sono la putrescina (tra 8,8 e 13,3 mg/L), in livelli simili a quelli riscontrati in altri vini tipo Sherry, e l'istamina, tra 4,9 e 12,2 mg/L. Il contenuto medio di amino acidi, (considerando treonina, metionina, valina, fenilalanina, leucina, istidina e lisina) spazia in un intervallo compreso tra 27,4 e 68,4 mg/L, con un quantitativo massimo di leucina pari a 21,2 mg/L. (Tuberoso et al., 2018).

Dal punto di vista organolettico la Vernaccia invecchiata è abbastanza assimilabile al Jeréz: colore dorato carico, a volta ambrato; profumo di fiori di mandorlo e un poco maderizzato; sapore secco, alcolico, sapido, salato, piacevolmente amarognolo con forte richiamo a mandorla.

La Vernaccia di Oristano è un vino normalmente secco, anche nel tipo liquoroso la forma dry è l'unica interessante. La Vernaccia di tipo liquoroso subisce un'alcolizzazione fino a 18% vol di alcol previo invecchiamento in botte, con un contenuto zuccherino modesto o preferibilmente basso.

## 5.2 MALVASIA DI BOSA

La Malvasia di Bosa è un vino bianco secco sardo proveniente da mosto aromatico delle omonime uve.

Le uve vengono raccolte stramature, con contenuto zuccherino ottimale di 23-27% e acidità totale del mosto di 5,5-5,8 g/L.

Questo vino si realizza secondo i processi tipici di una vinificazione in bianco, quindi a seguito della raccolta le uve sono sottoposte a diraspatura e pigiatura, seguita da sgrondo e solfitazione con 120-150 mg/L di SO<sub>2</sub>. I trattamenti chiarificanti sono svolti con caseinato potassico e bentonite. Segue la fermentazione alcolica, dopo la quale si fanno dei travasi normali (3-4), di cui il primo all'aria.

Alla svinatura il vino si presenta analiticamente con 14-15% v/v di alcol, acidità totale di 4,8-5,3 g/L, acidità volatile 0,4 g/L e SO<sub>2</sub> residua totale di 100-130 mg/L.

Dopo sufficiente illimpidimento per decantazione, seguono filtrazioni e alcuni trattamenti chiarificanti, a volte anche di demetallizzazione. Il vino è posto poi in piccole botti da 2,3 a 15 hL in rovere, per 1-2 anni, avendo cura di controllare le colmature e con un calo annuo sul 4%. Anche l'acidità volatile può aumentare.

Nei tipi di Malvasia in cui non si tende a riempire lo scolmo si va incontro alla formazione di un velo di lieviti del tutto analogo a quello della Vernaccia di Oristano, con conseguente notevole arricchimento in acetaldeide. I lieviti che maggiormente sono presenti in questo velo sono *Saccharomyces cerevisiae* e *Zygosaccharomyces bailii*. Ne consegue che l'equilibrio organolettico finale è impostato sulla maderizzazione con l'apporto caratteristico dell'amarognolo delle aldeidi.

In generale, tutti i tipi di Malvasia di Bosa tendono ad ossidarsi, anche se conservato in botti colme ed il colore passa da paglierino normale a decisamente carico fino a dorato.

Poco prima dell'imbottigliamento si fa una filtrazione brillantante, una volta in bottiglia il vino vi sosta per non più di un anno con temperature stagionali oscillanti tra 0-36°C.

La Malvasia di Bosa caratteristica è un vino secco, con gradazione alcolica 15% vol, acidità totale 5 g/L, acidità volatile 0,6 g/L, SO<sub>2</sub> totale residua sui 100 mg/L e glicerina pari a 12-16 g/L. Nella tendenza attuale la Malvasia moderna si presenta organoletticamente con colore giallo dorato; aroma caratteristico intenso, che ricorda mandorla e nocciola tostata; sapore asciutto, retrogusto amarognolo, caldo per alcolicità, con acidità equilibrata. Nelle varianti minori troviamo un liquoroso, secco o dry, a cui è stata fatta una fortificazione e quindi presenta una gradazione alcolica svolta sui 16,5% vol ed un massimo dell'1,5% di zuccheri; un dolce con una gradazione alcolica svolta del 13% v/v ed un minimo di zuccheri sul 3,5%; un liquoroso (e quindi alcolizzato) dolce con una gradazione alcolica svolta del 15% v/v ed un minimo di zuccheri sui 4-4,5%.

## 5.3 MARSALA

Il Marsala è un vino liquoroso siciliano, secco o dolce, proveniente da uve bianche o rosse e prodotto nella provincia di Trapani, escluse le isole, e in parte nelle provincie di Palermo e di Agrigento, secondo quanto previsto dal Disciplinare di produzione della Denominazione di Origine Controllata del vino “Marsala” D.M. 07.03.2014 (Fig. 5.3.1).



Fig. 5.3.1 – Sicilia, a sinistra in arancio è evidenziata la zona di produzione dei vini Marsala (immagine tratta dal sito <https://www.spazioprever.it/salabar/vinisper/marsala.php>).

Le uve fondamentali impiegate sono le varietà bianche Grillo, Catarratto e Insozia (di quest’ultima sono concesse proporzioni non superiori al 15%), mentre per le rosse Nero D’Avola è la cultivar principale. Le uve sono raccolte a normale maturazione, quando generalmente presentano un contenuto zuccherino pari a 19-22% in grammi/100 mL di mosto ed acidità 6 g/L.

Le uve bianche, una volta raccolte, vengono pigiate, pressate, solfitate con un’aggiunta di 200 mg/L di SO<sub>2</sub> e poi lasciate fermentare in bianco ad una temperatura compresa tra 25-30°C. La svinatura e tutte le attività post fermentative si cerca di mantenere un ambiente riducente e quindi lavorare evitando il contatto con l’aria.

Nel caso delle varietà rosse si esegue anche una macerazione. Alla svinatura il vino presenta un'alcolicità non inferiore al 12% vol ed acidità totale pari a circa il 4-4,5 g/L. Seguono travasi fuori dal contatto con l'aria, interventi di chiarifica con bentonite e gelatina, infine filtrazioni.

A questo punto il vino base, per diventare un vino Marsala deve possedere determinate caratteristiche, quali acidità volatile inferiore a 0,7 g/L, contenuto modesto di sostanze tanniche e ricchezza in sostanze estrattive (la varietà Grillo è la più ricca in questi componenti). Il colore del vino base bianco deve essere giallo paglierino più o meno intenso, rubino di media intensità per i tipi rossi. Infine, deve possedere gradazione alcolica minima svolta di 12% v/v ed un estratto netto minimo di 20 g/L.

Il vino base della maggior parte delle tipologie di Marsala viene fortificato, aggiunto di mosto concentrato (a 39-40° Baumé) o sifone e di mosto cotto. Dopo circa una settimana si effettua un trattamento di chiarifica con 120-150 g/hL di bentonite seguita da 20-30 g/hL di gelatina; si lascia decantare la fase limpida mentre il deposito viene scartato tramite filtrazioni. L'invecchiamento avviene in tempi vari, a seconda del tipo, in botti di rovere e a fine periodo si esegue un'ulteriore chiarifica. Si effettua anche un trattamento termico a freddo (da -9° a -10°C per 7 giorni) per favorire le precipitazioni, in questi vini abbondanti, dovute alle aggiunte di mosto cotto e concentrato. Quindi si filtra e si imbottiglia (Fig. 5.3.2).



Fig. 5.3.2 – Esempio di bottiglia utilizzata per i vini Marsala. Florio è anche il nome della storica prima cantina di produzione di tali vini, nonché principale fautrice del disciplinare di produzione e della DO (immagine tratta dal sito <https://www.opinioni.it/marsala-cantine-florio/>).

La classificazione dei vini Marsala è piuttosto complessa e può essere fatta secondo il colore, il residuo zuccherino oppure in base alle caratteristiche produttive (Fig. 5.3.3).



Fig. 5.3.3 – Piramide di classificazione dei principali tipi di Marsala secondo colore, periodo di invecchiamento e contenuto zuccherino (immagine tratta dal materiale didattico fornito dal Professor Riponi Claudio, 2019, Università di Bologna).

Per colore i Marsala si distinguono in: *oro*, prodotto da uve a bacca bianca ed a cui è vietata l'aggiunta di mosto cotto; *ambra*, prodotto sempre da uve bianche ma con aggiunta di mosto cotto superiore all'1%; *rubino*, da uve rosse con eventuale aggiunta massima del 30% di uve bianche, in cui però è vietata l'aggiunta di mosto cotto.

La classificazione secondo il grado zuccherino prevede tre categorie principali di Marsala: il Marsala *secco* con quantità di zuccheri residui inferiore a 40 g/L; il *semisecco* con zuccheri residui compresi tra 40 e 100 g/L; il *dolce* con quantitativo di zuccheri residui superiore a 100 g/L.

In base alle caratteristiche produttive si intende un sistema di classificazione del Marsala secondo l'invecchiamento ed il volume alcolico, e precisamente: *Marsala Fine*, invecchiato almeno un anno in botte, volume alcolico minimo del 17%, estratto secco netto minimo 22 g/L, acidità fissa minima di 3,5 g/L ed acidità volatile massima di 0,9 g/L; formato da un vino base Marsala di 12% vol di alcol minimo, cui si aggiunge u 7-8% di alcol a 95% vol ed una dose variabile di mosto concentrato per i tipi oro e rubino, mentre nei tipi ambra si aggiunge anche del mosto cotto. *Marsala Superiore*, invecchiato minimo due anni, volume alcolico minimo del 18%, estratto secco minimo di 22 g/L, acidità fissa minima di 3,5 g/L ed acidità volatile massima di 1 g/L. *Marsala Superiore Riserva*, ha le stesse caratteristiche del precedente ma subisce un affinamento in legno di minimo quattro anni. *Marsala Vergine o Soleras*, invecchiato minimo cinque anni con metodo spagnolo delle soleras (si utilizzano fusti di rovere da 3 hL sovrapposti in 5 file dove il vino si conserva senza il tipico velo di flor dei vini di Jeréz, i prelievi annui sono un 20-30% del volume totale poi ricostituiti con i vari passaggi caratteristici), con volume alcolico minimo di 18%, zuccheri naturali massimi 40 g/l, estratto secco minimo 22 g/L, acidità fissa minima di 3,5 g/L ed acidità massima di 1,3 g/L; non vi sono aggiunte mosto cotto o concentrato né di sifone, e di regola è molto secco; ottenuto da vini base con 14-15% vol di alcol naturali, si aggiunge alcol a 95% v/v per raggiungere 18-19% vol finali di etanolo. Infine, il *Marsala Vergine Stravecchio o Riserva* ha le stesse caratteristiche del precedente ma subisce un invecchiamento mino di dieci anni.

In generale per il vino Marsala in tutte le sue tipologie si utilizza un vino base qualitativamente conforme alle direttive della DOC, ad esempio almeno 12% vol di alcol svolto. Per il Marsala Vergine il vino base deve essere già invecchiato di almeno quattro anni e ad esso viene aggiunto del vino stravecchio di 20 anni in percentuale oscillante tra 10 e 20%.

Di seguito, uno schema riassuntivo (Fig. 5.3.4) esplica tutte le possibili varianti del processo di vinificazione di un vino Marsala, le quali inevitabilmente portano ad una vasta gamma di prodotti finali, ormai ridotti ai pochi sopracitati a causa sia del gusto del consumatore finale non affine a questa tipologia di vini sia della scarsa pubblicità effettuata.

### LA PRODUZIONE DEL MARSALA

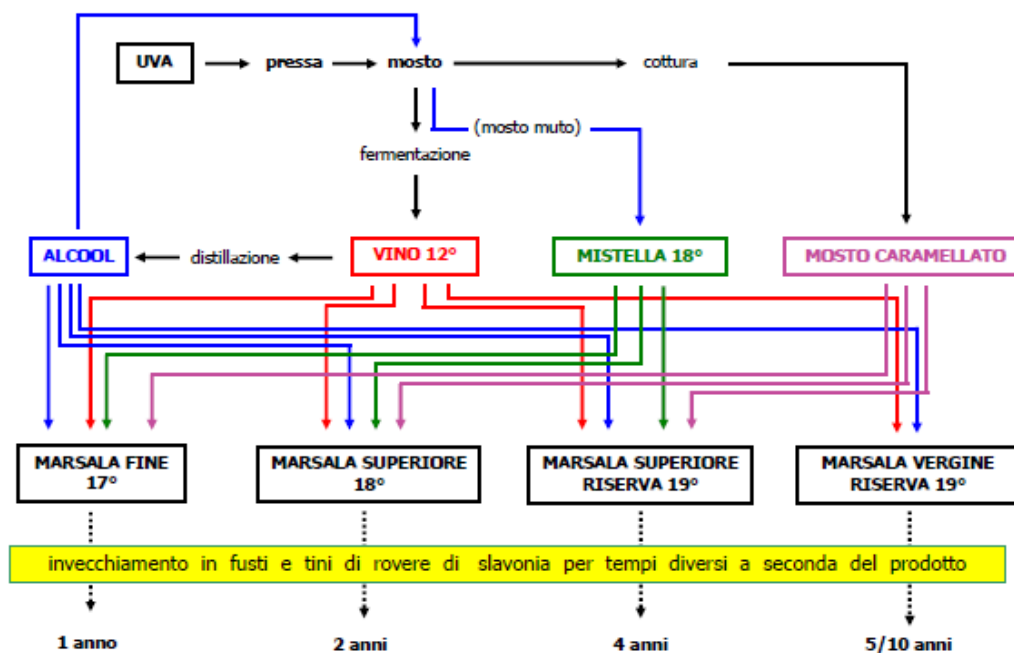


Fig. 5.3.4 – Schema di produzione dei vari tipi di Marsala e relativi additivi (immagine tratta dal materiale didattico del Professor Riponi Claudio, 2019, Università di Bologna).

Dal punto di vista analitico, tra i polifenoli semplici maggiorente presenti nei vini Marsala, l'acido gallico ed il tirosolo sono i più rappresentativi. Viceversa, poco rappresentativi e spesso sotto il limite di rilevabilità ci sono i flavonoidi (Dugo et al., 2004). Per quanto riguarda le concentrazioni degli elementi inorganici, queste rientrano tutte nei limiti di legge prestabiliti: tra gli anioni i solfati si presentano in concentrazioni maggiori (535,5-1880,3 mg/L in  $K_2SO_4$ ), seguiti dai cloruri (45,1-116,0 mg/L in NaCl) e nitrati (0-8,3 mg/L); tra i metalli rame e zinco sono i più rappresentativi (rispettivamente 0,6-0,9 mg/L e 0,4-3,1 mg/L) seguiti dal piombo (22,5-198,0  $\mu g/L$ ), mentre il cadmio è presente solo in minime tracce



(<20,0 µg/L). Va sottolineato che le concentrazioni di zinco, rame e piombo variano tra le tipologie di vini Marsala (La Torre et al., 2007). Questi metalli, inoltre, sono interessanti poiché, secondo quanto dimostrato dall'equazione della regressione lineare, le variabili concentrazione di piombo e concentrazione di zinco rappresentano la migliore correlazione con il periodo di invecchiamento (Dugo et al., 2004).

Dallo studio *Classificazione dei vini Marsala secondo il loro contenuto in polifenoli, carboidrati e metalli pesanti tramite l'analisi discriminante canonica*, condotto dalla Dott.ssa La Torre (2007), emerge che in tutti i campioni analizzati inerenti ai vari tipi di Marsala, esistono sei composti fenolici che non variano in modo significativo nelle differenti tipologie, tra cui l'acido vanillico ed il *cis*-resveratolo. Ciò non vale per gli zuccheri, i quali, tutti tranne xilosio e maltosio, se considerati ad un livello minimo di 0,05 g/L, presentano un contenuto complessivo che varia in modo significativo a seconda del tipo di Marsala. Di fatto, fruttosio e glucosio rimangono gli zuccheri più rappresentativi in tutti i vini, quindi quelli presenti in maggior quantità, di media hanno concentrazioni tra 27-8 g/L il glucosio e 30-9 g/L il fruttosio (Ortu e Carboni, 2017). A conclusione dello studio si dichiara che per costruire un modello di classificazione dei vini Marsala secondo polifenoli, carboidrati e metalli pesanti vanno prese in considerazione solo le variabili che contribuiscono di più all'elaborazione statistica totale, ovvero tirosolo, acido caffeico, procianidina B1, catechina, quercetina, kaempferolo, lattosio, ramnosio, zinco, rame e piombo.

Per quanto riguarda le sostanze aromatiche del Marsala, molte sono in comune con i vini portoghesi Madera, seppur presenti in concentrazioni differenti. Nel gruppo degli esteri il più abbondantemente presente nei vini siciliani in questione si risulta essere l'etil octonato, il quale decresce nel corso dell'invecchiamento e conferisce una nota aromatica a fruttato.

Viceversa, l'estere dietil succinato aumenta di concentrazione durante il periodo di invecchiamento ma non ha un ruolo rilevante nella composizione finale del bouquet aromatico del vino. Altri esteri che invece contribuiscono sono etil butirato e isoamil acetato, presenti in grandi quantità soprattutto nei Marsala Vergine e responsabili rispettivamente di note a fruttato e banana. Entrambi sono presenti anche nel Madera, come pure il etil hesanoato che però nei Marsala Vergine ha basse concentrazioni.

In generale, i livelli di 5-idrossimetilfurfurale (HMF) nei Marsala variano tra 150-175 mg/L ed i più alti sono nelle tipologie più dolci, dato che questa deriva dall'idrolisi acida dei carboidrati e reazioni di Maillard e di caramellizzazione. Il furfurale e l'acido furoico hanno invece concentrazioni variabili rispettivamente tra 3,7 -1,7 mg/L e 27-18 mg/L (Ortu e Carboni, 2017).

Nel gruppo degli alcoli, a parte l'etanolo, i più abbondanti in questi vini sono isopentil alcol, fenetil alcol (in concentrazione maggiore nei Marsala Vergine) e furfurale con le sue note a frutta verde, acerba, presente anche nei Madera. È presente anche il sotolone, come nel Madera e nei vini Porto, responsabile di note aromatiche a noce e speziato; il  $\beta$ -demascenone con aroma dolce a marmellata di pesca (anche nel Madera); infine ha rilevanza citare il whisky lattone, il quale aumenta in concentrazione con l'aumentare del periodo di affinamento in legno, apporta note di cocco ed è presente anche nel Madera.

Ovviamente la composizione aromatica dei vini Marsala non si limita alle sostanze sopracitate ma è un insieme complesso variabile a seconda della tipologia di Marsala stesso ma al contempo caratteristico di questo gruppo di vini.

Precedentemente si è parlato di sifone e mosto cotto. Il primo è un mosto fiore addizionato di alcol fino a 20% v/v e invecchiato in botte di rovere massimo de anni, cioè una mistella; si

può definire come il corrispondente del geropiga portoghese. Ormai il sifone è quasi del tutto in disuso, sostituito dai più recenti e qualitativamente migliori mosto concentrato e mosto concentrato rettificato. Il mosto cotto invece è un mosto concentrato, tramite vapore prodotto a 2-3 atmosfere, fino a ridurre il proprio volume a 1/3-1/4 di quello iniziale; ha colorazione bruno intenso e conferisce sapidità al Marsala, sapore di cotto (ma non di bruciato) e, per i propri prodotti di caramellizzazione, anche il caratteristico gradevole amarognolo. L'ideale sarebbe operare su un mosto privo di solforosa e sottoposto a forte disacidificazione onde innalzare il pH e quindi una facilitazione dei fenomeni di ossidazioni. Il colore bruno di questo tipo di prodotti deriva dalle reazioni di Maillard fra i prodotti di disidratazione del glucosio (idrossimetilfurfurolo, acido levulinico) e amminoacidi (asparagina, acido aspartico), che danno origine a sostanze brune (melanoidine). Ovviamente i solfiti ostacolano l'imbrunimento mentre l'ossigeno lo favorisce. Inoltre, gli zuccheri per il processo di caramellizzazione danno anche i prodotti caratteristici caramellino, caramellano e caramellene.

## BIBLIOGRAFIA

De Rosa Tullio: *Tecnologia dei vini liquorosi e da dessert*. Pinerolo: Chiriotti, 2011

Dugo Giacomo, La Pera Lara, Pellicano Teresa Maria, Di Bella Giuseppa, D'Imperio Marco: *Determination of some inorganic anions and heavy metals in D.O.C. Golden and Amber Marsala wines: statistical study of the influence of ageing period, colour and sugar content*. Food Chemistry 91 (2005) 355–363.

Farris Giovanni Antonio, Deiena Pietrino, Budroni Marilena, Cabras Paolo, Spanedda Lorenzo, Tuberoso Carlo: *The Transformation of Organic Acids in Vernaccia Wine during Flor Formation*. JOURNAL OF FERMENTATION AND BIOENGINEERING Vol. 72, NO. 2, 138-140. 1991

La Pera Lara, Dugo Giacomo: *Caratterizzazione, qualità e sicurezza dei vini*. Pinerolo: Chiriotti, 2011

La Torre Giovanna Loredana, La Pera Lara, Rando Rossana, Lo Turco Vincenzo, Di Bella Giuseppa, Saitta Marcello, Dugo Giacomo: *Classification of Marsala wines according to their polyphenol, carbohydrate and heavy metal levels using canonical discriminant analysis*. Food Chemistry 110 (2008) 729–734.

Ortu Elisa & Caboni Pierluigi: *Levels of 5-hydroxymethylfurfural, furfural, 2-furoic acid in sapa syrup, Marsala wine and bakery products*. International Journal of Food Properties 2017, VOL. 20, NO. S3, S2543–S2551.

Tuberoso Carlo Ignazio Giovanni, Serreli Gabriele, Montoro Paola, D'Urso Gilda, Congiu Francesca, Kowalczyk Adam: *Biogenic amines and other polar compounds in long aged oxidized Vernaccia di Oristano white wines*. Food Research International 111 (2018) 97–103

## 6. CONCLUSIONI

A conclusione è riportato uno schema riassuntivo con la classificazione delle varie tipologie di vino trattate nel presente elaborato (Fig. 6.1):

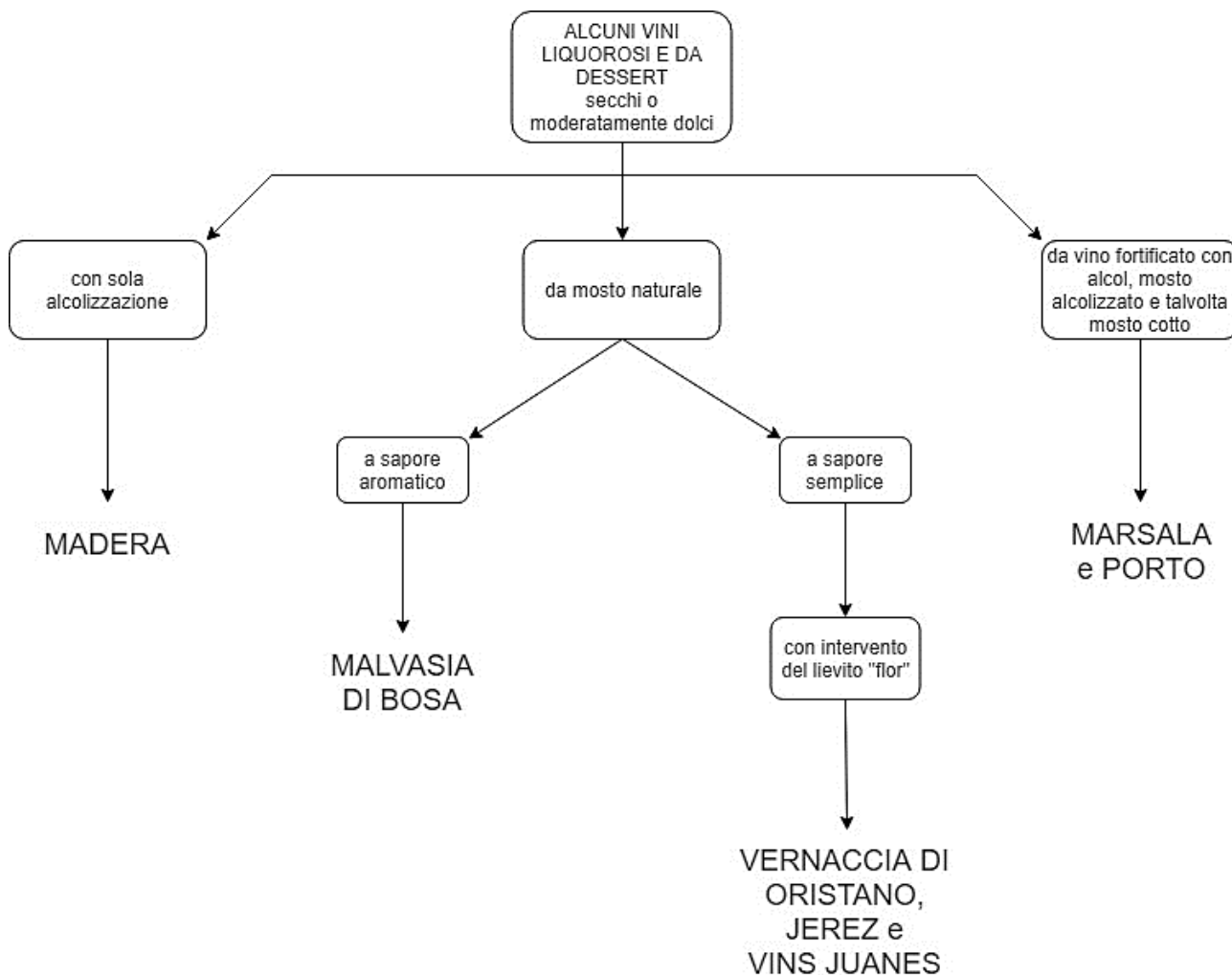


Fig. 6.1 – Schema di classificazione dei vini liquorosi e da dessert trattati (immagine tratta da De Rosa, 2011, modificata).

Dalle definizioni ufficiali OIV, relative ai vini speciali, distinguiamo (OIV, schede definizioni prodotti vitivinicoli):

vini liquorosi (ECO 2/2007): “vini che possiedono un titolo alcolometrico effettivo superiore o uguale a 15% vol. e inferiore o uguale a 22% vol. Tuttavia, uno Stato può, per il proprio mercato interno, applicare un titolo alcolometrico effettivo massimo superiore a 22% ma

*comunque inferiore a 24%. Il vino liquoroso è ottenuto a partire dal mosto d'uva (compresi dai mosti d'uva parzialmente fermentati) e/o di vino, al quale/ai quali vengono aggiunti, singolarmente o in miscela, distillati, acquaviti o alcol di origine vitivinicola. Si possono aggiungere uno o più dei seguenti prodotti: mosto concentrato o caramellato di uve, uve fresche stramature o resinate, mistelle, caramello”;*

*vini sotto velo di lieviti (indicata come “fioretta”) (6/76): “vini la cui principale caratteristica è quella di essere sottoposti a un periodo di invecchiamento biologico, a contatto con l'aria, con sviluppo di una pellicola di lieviti tipici sulla superficie libera del vino, dopo fermentazione alcolica totale del mosto. Il vino può essere addizionato con acquavite di vino o con alcol alimentare rettificato o con alcol di origine viticola, in questo caso il titolo alcolometrico effettivo del prodotto finito deve essere uguale o superiore a 15% vol”.*

*vini alcolizzati (18/73): “vini secchi addizionati esclusivamente con acquavite di vino, con un titolo alcometrico di almeno 18% vol. e un massimo di 24% vol. che non rientrano nelle categorie precedenti e che sono destinati esclusivamente alla distillazione”;*

La categoria di vini sotto velo di lieviti può essere ricondotta all'interno della più ampia classe dei vini da dessert, la cui esatta definizione, peraltro, non rientra fra quelle ufficialmente adottate da OIV. Possono essere inseriti in questa tipologia i vini, dolci o secchi, aventi caratteristiche idonee ad essere serviti al termine del pranzo, ad accompagnare il dolce o la frutta, oppure lontano dai pasti, in occasione del consumo di pasticceria. Sono normalmente vini provenienti da un più o meno lungo invecchiamento, da uve anche aromatiche, con gradazione spesso elevata (anche maggiore del 20% vol) ed ottenuti con

differenti tecnologie: appassimento delle uve, *Botrytis cinerea* in forma infavata (muffa nobile), lieviti flor, alcolizzazione e/o aggiunta di mosto cotto.

Dalle definizioni OIV è possibile semplificare ulteriormente la suddivisione dei vini trattati in questo elaborato in due grandi gruppi: vini liquorosi fortificati e vini da dessert affinati biologicamente, con i vini spagnoli della DO di Jeréz collocati a metà tra i due, come illustrato nel grafico sottostante (Fig. 6.2):

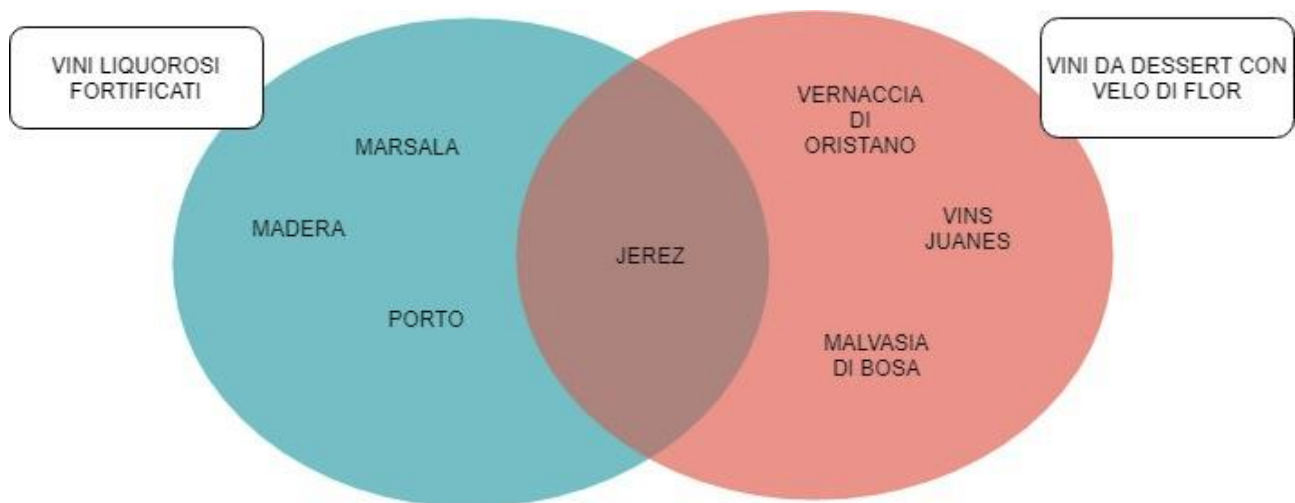


Fig. 6.2 – Grafico comparativo tra i vini precedentemente trattati. Da notare che esistono, seppur di minore importanza, versioni liquorose di Vernaccia di Oristano e Malvasia di Bosa, vinificate quindi in assenza del velo di flor.

I vini caratterizzati dallo sviluppo del velo vanno incontro ad un affinamento biologico regolato proprio dallo strato di lieviti galleggianti che si forma in superficie all'interno della botte. Il vino si affina in ambiente fortemente ridotto, fuori dal contatto con l'ossigeno, il che comporta un'evoluzione chimica importante.

Il lievito *Saccharomyces cerevisiae*, in carenza di fonti azotate e carboniose può dare origine ad aggregati flottanti, più o meno stabili nel tempo, che consentono alla popolazione cellulare di superare lo stato di stress che si verifica al termine della fermentazione alcolica, di raggiungere la superficie del vino e di formare un biofilm detto anche velo o flor. Ha inizio così la fase ossidativa del loro metabolismo, in cui si sfruttano i sottoprodotti carboniosi della

fermentazione, come: etanolo, glicerolo, acetato d'etile e alcuni acidi organici (acido acetico, acido lattico, acido citrico e acido succinico). Inoltre, questi lieviti, grazie alla capacità di effettuare lo *shift diauxico* possono flottare, produrre il biofilm ed affinarlo in presenza di ossigeno (fase del biofilm) con la formazione dei tipici aromi ossidativi. La duplice attitudine fermentativa ed ossidativa con la formazione del velo è la differenza chiave tra lieviti vinari flor e lieviti non flor. Tuttavia, il modo e i tempi di formazione del biofilm dipendono dalla tecnologia di affinamento (tipo Vernaccia o tipo Sherry) e sono ceppo/specifici: alcuni ceppi di lievito possono formare il biofilm nel corso della fermentazione, altri dopo la fine della stessa, quando la concentrazione delle fonti fermentescibili è molto bassa o irrilevante (Suzzi e Tofalo, 2018).

La fase aerobica dei lieviti flor porta a cambiamenti significativi nella composizione generale del vino e nelle sue caratteristiche sensoriali. Questa ha inizio a seguito della drastica riduzione dei nutrienti (zuccheri e fonti azotate), l'elevato grado alcolico (dal 14% al 16% vol), il basso pH, la bassa concentrazione di ossigeno e la presenza di solfiti (circa 30 mg/L di SO<sub>2</sub> totale). La buona formazione del velo dipende anzitutto dalla temperatura: ottimale fra 20-25°C, è causa di ritardi nella formazione a 15°C e ritardi maggiori a 30°C, mentre ne inibisce la formazione a 10 o a 35-40°C (De Rosa, 2011).

L'etanolo, il principale composto del vino che subisce una variazione di concentrazione durante l'affinamento, in funzione della quantità che sarà ossidata ad acetaldeide e della quantità che evaporerà. I fattori che influiscono sul contenuto di etanolo sono la specie di lievito, la temperatura di cantina, il rapporto tra la superficie del flor ed il volume del vino, il rapporto tra la superficie del velo ed il volume dell'aria nella botte. Nello specifico, nei vini di Jeréz con affinamento biologico si registra un calo del contenuto di etanolo da 0,2 a 0,3%



v/v per anno, con velocità di riduzione maggiore nella fase iniziale di sviluppo del velo. In contrasto nei vini jaunes e nella Vernaccia di Oristano la concentrazione di etanolo aumenta con l'età: fenomeno dovuto all'igrometria della cantina ed all'affinità maggiore delle molecole d'acqua con la matrice legnosa della botte, che favoriscono maggiormente l'evaporazione dell'acqua anziché dell'etanolo.

Le peculiari condizioni climatiche della zona di Jeréz, l'architettura delle loro *bodegas*, e l'ubicazione delle botticelle all'interno della cantina, sono tutti fattori che permettono di garantire una certa stabilità termica a questi vini spagnoli, cosa che non si verifica negli omologhi francesi ed italiani. Soprattutto nei vini gialli del Jura le forti variazioni annue di temperatura (nei mesi freddi si hanno 5-10°C mentre in quelli caldi si arriva a 25-30°C) sono viste in ottica positiva come fattore di qualità. Gli sbalzi termici provocano una successione di lieviti vitali nei veli che si sviluppano e cadono nel corso del tempo. Si verifica, in tal modo, la coesistenza di lieviti vitali nei lieviti morti in autolisi nei sedimenti (Ribéreau-Gayon et al., 2018). L'autolisi del lievito durante l'invecchiamento è un fenomeno che arricchisce il vino di composti quali mannosio, alcuni polisaccaridi (73-78%) e diverse proteine (6-7%). Inoltre, grazie all'azione delle  $\beta$ -glucanasi, che idrolizzando la parete cellulare dei lieviti morti rilasciano nel vino le mannoproteine, fattori importanti per l'evoluzione aromatica del vino (Suzzi e Tofalo, 2018).

Tra i vari prodotti che si originano dal metabolismo ossidativo del velo certamente il più importante è l'acetaldeide, composto fondamentale da cui derivano i fenomeni di maderizzazione, e formantesi della ossidazione dell'alcol etilico. Anche lo sviluppo dell'acetaldeide è strettamente legato alla temperatura, la quale ne favorisce o meno la produzione in maniera del tutto analoga a quanto influisce sulla formazione del velo, quindi,

come illustrato dal grafico sottostante, alla temperatura ottimale 20-25°C di formazione del velo si ha anche la massima produzione di acetaldeide (320-360 mg/L).

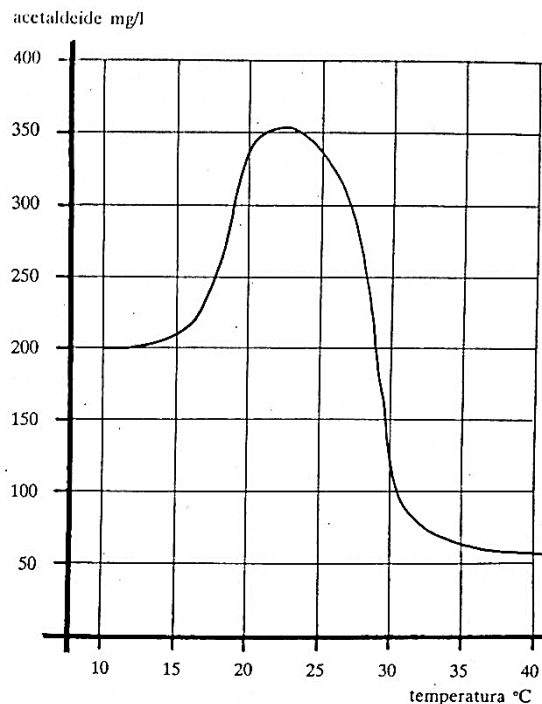


Fig. 6.3 – Grafico illustrante l'andamento della produzione di acetaldeide da parte dei lieviti flor in funzione della variazione di temperatura (De Rosa, 2011).

Dunque, ecco spiegato perché nei vini Vernaccia di Oristano, vini Sherry di Jeréz e vins juanes sono presenti elevati tenori di acetaldeide. Questo composto, assieme ad etanolo, acidità volatile e glicerolo, è considerato un marcatore dell'affinamento biologico; è prodotto in seguito all'ossidazione dell'etanolo via alcol deidrogenasi e può raggiungere concentrazioni fino a 800 mg/L nei vini Sherry, 100-200 mg/L nella Vernaccia di Oristano e 400-500 mg/L nei vini juanes. L'acetaldeide è un composto chimicamente molto reattivo e può essere il precursore di lattoni come il solerone e il sotolone. Infine, la produzione di acetaldeide è influenzata dalla presenza di ossigeno, dalla composizione del mezzo di coltura, dal tipo di chiarificante utilizzato, dalla concentrazione di anidride solforosa ma soprattutto dal ceppo di lievito maggiormente presente.

Altro parametro che evolve durante questo tipo di invecchiamento è l'acidità volatile (principalmente acido acetico), la quale può decrescere molto, 0,1 g/L durante il primo mese, in seguito alla metabolizzazione da parte dei lieviti, ma la sua concentrazione rimane comunque soggetta ad oscillazioni, soprattutto a causa di contaminazioni da batteri acetici sul velo che ne possono aumentare i livelli.

I livelli di glicerolo invece, diminuiscono nel corso dell'affinamento, in quanto può essere utilizzato come fonte carboniosa dai lieviti flor. Il contenuto di glicerolo nello Sherry è di 6-7 g/L all'inizio e intorno a 0,3 g/L alla fine del processo di invecchiamento biologico.

Infine, si verifica la produzione di esteri neutri, di acetali, di acetoino.

Simile ai casi sopracitati è il vino Malvasia di Bosa. Come si evince dallo schema iniziale (fig. 6.1) anche il vino sardo può invecchiare sotto velo, ma a differenza degli altri tre vini proviene da uve aromatiche, le quali incidono molto sul profilo aromatico finale.

Di seguito una tabella riassuntiva (tab. 6.1) di confronto tra i principali vini e con affinamento biologico analizzati in precedenza:

SHERRY TIPO FINO	VINS JAUNES	VERNACCIA DI ORISTANO	MALVASIA DI BOSA
Unico vitigno bianco (Palomino fino)	Unico vitigno bianco (Savagnin)	Unico vitigno bianco (omonimo)	Unico vitigno bianco (omonimo)
FA 20-25°C	FA 16-22°C	FA 36-38°C	-
Velo di flor (piuttosto regolare) e fortificazione	Velo di flor (irregolare secondo temperatura cantina)	Velo di flor	Velo di flor
Affinamento in botte: 3-4 hL Minimo 2 anni Scolmo 1/6	Affinamento in botte: 100-200 hL Poi barrique: 225-228 L Scolmo 1/4 a 1/3 Totale di 3 a 5 anni minimo	Affinamento in botte: 7 a 18 hL Minimo 2-3 anni Scolmo 1/5 a 1/3	Affinamento in botte: 2,3 a 1,5 hL 1-2 anni Con scolmo
Fino a due solfitazioni in vinificazione: 60 a 120 mg/L di SO <sub>2</sub> 80-120 mg/L di SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> in vinificazione fino a massimo 50 mg/L	SO <sub>2</sub> in vinificazione fino a massimo 100-150 mg/L	SO <sub>2</sub> in vinificazione fino a massimo 120-150 mg/L

Tabella 6.1: Comparazione fra caratteristiche compositive e tecnologiche di vini da dessert ottenuti dopo affinamento biologico sotto velo di lievito.

Va precisato che le principali specie del genere *Saccharomyces* maggiormente presenti nei veli dei vini spagnoli sono le seguenti: *S. beticus* e *S. montuliensis*, le due principali, e *S. cheresiensis* e *S. rouxii*, le due minoritarie, poi sono presenti anche altre specie ma in quantità molto minori a quelle precedentemente citate (*S. aceti*, *S. oxydans*, *S. hispanica*, *S. cordubensis*). La specie *S. beticus* è la più veloce nel formare il film di flor ed è la più abbondante nei vini giovani; dall'altro lato la specie *montuliensis* è maggiormente presente nei vini più vecchi grazie alla sua elevata alcool tolleranza e produzione di acetaldeide (Moreno-Arribas e Polo, 2009). Nei vini francesi, invece, le tre specie più frequentemente presenti sono *Saccharomyces beticus* (in circa il 67% dei campioni indagati), *S. motuliensis* e *S. cheresiensis* (rispettivamente circa il 26% ed il 7%) ((Flanzy, 2003). Infine, le specie di lieviti flor con le migliori caratteristiche per la Vernaccia di Oristano, sono, in ordine di valore decrescente *Saccharomyces cerevisiae* e *Zygosaccharomyces bailii* (De Rosa, 2011).

I lieviti flor utilizzano composti nitrogenati per il loro metabolismo base, quindi sono anche coinvolti nell'alterazione del contenuto di amino acidi e bioamine durante il processo di invecchiamento. Per limitarne le concentrazioni è importante monitorare le condizioni di vinificazione, dato che certe bioamine, in concentrazioni rilevanti, sono state riscontrate in casi di intossicazione alimentare. In generale, il contenuto di bioamine nei vini è strettamente legato al tempo in cui il succo d'uva vero e proprio rimane a contatto con vinacce e lieviti ed il contenuto iniziale di amino acidi nelle uve. Le bioamine sono composti nitrogenati formati dalla decarbossilazione dei corrispettivi amino acidi da parte di microrganismi, quali batteri lattici, tramite enzimi decarbossilasi substrato-specifici. Tuttavia, siccome è risaputo che alcuni lieviti, come quelli del velo di flor, durante l'invecchiamento del vino sono scarsi produttori di bioamine, quali fenilamina, metilamina e putrescina, si può dedurre che la presenza di tali bioamine nei vini sotto velo sia strettamente legata, non solo al metabolismo

microbico, ma soprattutto anche ai processi di vinificazione, qualità delle uve e condizioni di stoccaggio e conservazione. Nonostante non siano presenti dei limiti legali sui livelli massimi ammessi di bioamine stabiliti dall'EFSA (European Food Safety Agency) né dall'OIV (Organizzazione Internazionale del Vino e della Vite). Ciononostante, per l'istamina., alcuni paesi europei hanno stabilito valori variabili da 2 a 10 mg/L come quantitativo massimo in grado di garantire sicurezza al consumatore finale (Tuberoso et al., 2018).

Purtroppo, la presenza di pochi studi scientifici su questa tipologia di vini, eccetto quelli spagnoli, non permette di avere un chiaro quadro completo dei vari processi chimici che avvengono durante la vinificazione e dunque realizzare un'analisi comparativa più approfondita. Soprattutto nei casi italiani della Vernaccia di Oristano e della Malvasia di Bosa i dati analitici sono molto scarsi, probabilmente a causa della scarsa diffusione di questi vini. Situazione completamente opposta, seppur non del tutto completa, si presenta nel caso dei vini di tipo fino di Jeréz e in minor misura per i vini gialli del Jura. Tuttavia, la forte tradizionalità nella vinificazione di questa tipologia di vini e l'unicità dei lieviti flor, difficili da impiantare in luoghi non autoctoni, hanno imposto una scarsa, se non nulla, innovazione tecnologica che quindi spiega in parte la carenza di studi innovativi a riguardo.

Le altre tipologie di vini da dessert qui trattati non subiscono affinamento biologico tramite velo di flor, ma sono solo fortificati ed eventualmente arricchiti in zuccheri per poi essere invecchiati in legno ossidativamente. Di seguito una semplice tabella comparativa (tab. 6.2):

PORTO	MADERA	MARSALA
Uvaggio vario Bianchi sia rossi Dolci e secchi	Uvaggio vario Bianchi sia rossi Dolci e secchi	Uvaggio vario Bianchi sia rossi Dolci e secchi
SO <sub>2</sub> in vinificazione fino a massimo 100 mg/L	SO <sub>2</sub> in vinificazione fino a massimo 50-60 mg/L	SO <sub>2</sub> in vinificazione fino a massimo 200 mg/L
Fermentazione alcolica a 25-28°C	Fermentazione alcolica a 26°C	Fermentazione alcolica a 25-30°C
Aggiunte con acquavite (1/5) a 77-78% vol alcol	Aggiunte con alcol a 95-96% vol: 1. minimo 17% vol alcol	Aggiunte: alcol a 95% vol

	2. prima della messa in vendita, minimo 18% vol alcol	mosto cotto solo o con sifone/mosto concentrato/mcr
Invecchiamento minimo 3 anni: - in pipas da 5-6 hL scolme per Porto da blending - in fusti colmi per Porto d'annata	Invecchiamento: - in estufas a 45-50°C per 2-3 mesi o 70°C per un mese, per Madera base - in fusti di legno da 6 a 20 hL, con scolmo variabile (fino al 50%), posizionati a canteiro, per Madera pregiati	Invecchiamento: in botte minimo un anno, dipende molto dal tipo di Marsala

Tabella 6.2: Comparazione fra caratteristiche compositive e tecnologiche di vini da dessert ottenuti per fortificazione ed invecchiamento in legno.

In ottica generale tutti questi vini sono accomunati da una gradazione alcolica piuttosto elevata, che varia da 13-14% vol per i vini gialli del Jura e per la Malvasia di Bosa fino a 22% vol di alcuni Sherry, Porto e Madera. L'aroma finale in tutti i casi trattati deriva quasi interamente dall'invecchiamento, biologico per i vini sotto velo, in legno "classico" per tutti gli altri, con particolare attenzione alle tecniche solera per il Jeréz e per alcune tipologie di Porto (ormai quasi del tutto abbandonata ma si sfrutta anche per il Marsala soleras), ed estufagem del Madera; incidono anche la grandezza ed eventuale presenza di scolmo nei fusti e soprattutto la durata dell'affinamento stesso inteso come tempo di contatto tra il vino ed il legno per la cessione da parte di quest'ultimo di composti aromatici tipici. Fa eccezione il vino Malvasia di Bosa, proveniente da mosto d'uve aromatiche, il suo bouquet aromatico finale risente molto anche degli aromi primari delle omonime uve.

Tra i componenti che maggiormente incidono sull'evoluzione organolettica, l'acetaldeide, il glicerolo ed i loro derivati di reazione, sono quelli presenti nelle concentraazioni più significative. Entrando più nello specifico, nei fino e manzanilla di Jeréz si hanno circa 700 mg/L di acetaldeide ma quantità di glicerolo inferiori a 2 g/L a causa del suo consumo da parte dei lieviti flor; per amontillado e oloroso la situazione è completamente l'opposto, l'aldeide acetica è presente in concentrazioni minori di fino e manzanilla ma il glicerolo, soggetto solo per un breve periodo o affatto all'azione del velo, rimane sui 3-5 g/L per amontillado e 8-10 g/L per oloroso e palo cortado. Nei vini del Jura la glicerina diminuisce

nel tempo e reagisce con l'acetaldeide, cui il derivato con maggiore impatto aromatico è il dietossi-1,1-etano. Nella Vernaccia di Oristano, invece, troviamo tra 70-100 mg/L di acetaldeide e, contrariamente a quanto accade ai vini spagnoli e francesi sotto velo di flor, in questo caso si riscontrano livelli più alti di glicerolo, dell'ordine di 9-11 g/L. Infine, nel vino tipo Porto si hanno circa 2-5 g/L di glicerina e livelli di aldeide acetica variabili ma determinanti la qualità del vino stesso, maggiore è l'acetaldeide e migliore è il vino in questione.

Presenza costante in tutti i casi proposti è il lattone 3-idrossi-4,5-dimetil--(5H)-furan-2-one o più semplicemente sotolone, responsabile di note aromatiche di noce e curry, dotato di bassa soglia olfattiva (10µg/L), la cui concentrazione tende ad aumentare con il passare del tempo. Questo lattone è originato dall'aldolizzazione dell'acetaldeide e dell'acido  $\alpha$ -chetobutirrico, il quale risulta dalla deamminazione di L-treonina da parte dei lieviti flor (Moreno-Arribas e Polo, 2009). Il sotolone è stato riscontrato nei vini spagnoli in quantità tali da poter essere considerato un marcatore dell'invecchiamento, assieme a 1,1-dietossietano e Z-whisky lattone, composti aromatici con maggior impatto e concentrazioni crescenti di pari passo al periodo passato in legno. Similmente, anche per il Madera il sotolone ed i derivati zuccherini possono essere utilizzati per monitorare l'andamento dell'affinamento, dato che le loro concentrazioni aumentano con il tempo. Nei vini francesi, invece, seppur soggetta all'età del vino, la quantità di sotolone è influenzata anche dagli sbalzi termici dal velo di flor, in particolare dal ceppo di lieviti presente; tuttavia, in concentrazioni superiori a 350 mg/L è considerato indice di qualità. A livello generale, si stima che nei vini il contenuto del sotolone dipenda dal tempo dedicato all'invecchiamento, anche se di solito le sue concentrazioni si livellano intorno ai 200µg/L (Moreno-Arribas e Polo, 2009).

Il composto HMF o idrossimetilfurfurale è anch'esso un composto aromatico con note speziate, a curry e presente in concentrazioni variabili in tutti i vini analizzati fin'ora. In particolare, nel Madera la sua concentrazione è maggiore quanto più è elevata la gradazione alcolica, mentre nel Marsala è presente in quantità che vanno da 150-175 mg/L a valori ancora più alti per le versioni più dolci di questo tipo di vino.



## BIBLIOGRAFIA

De Rosa Tullio: *Tecnologia dei vini liquorosi e da dessert*. Pinerolo: Chiriotti, 2011

Moreno-Arribas M. Victoria, Polo M. Carmen: *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer Science+Business Media, LLC 2009

Ribéreau-Gayon Pascal, Dubourdie Denis, Donèche Bernard, Lonvaud Aline: *Trattato di Enologia I*. Edagricole – Edizioni Agricole di New Business Media, 2018, 4° edizione.

Suzzi Giovanna, Tofalo Rosanna: *Microbiologia enologica*. Edagricole – Edizioni Agricole di New Business Media, 2018, 2° edizione.

Tuberoso Carlo Ignazio Giovanni, Serreli Gabriele, Montoro Paola, D'Urso Gilda, Congiu Francesca, Kowalczyk Adam: *Biogenic amines and other polar compounds in long aged oxidized Vernaccia di Oristano white wines*. Food Research International 111 (2018) 97–103.

OIV: schede definizioni prodotti vitivinicoli. <http://www.oiv.int/it/norme-e-documenti-tecnici/definizione-dei-prodotti-e-etichettatura/definizione-dei-prodotti-della-vite-per-scheda#i43>