

AD MAIORA

"L'identità del vino Etneo: il terroir vulcanico tra scienza e tradizione"

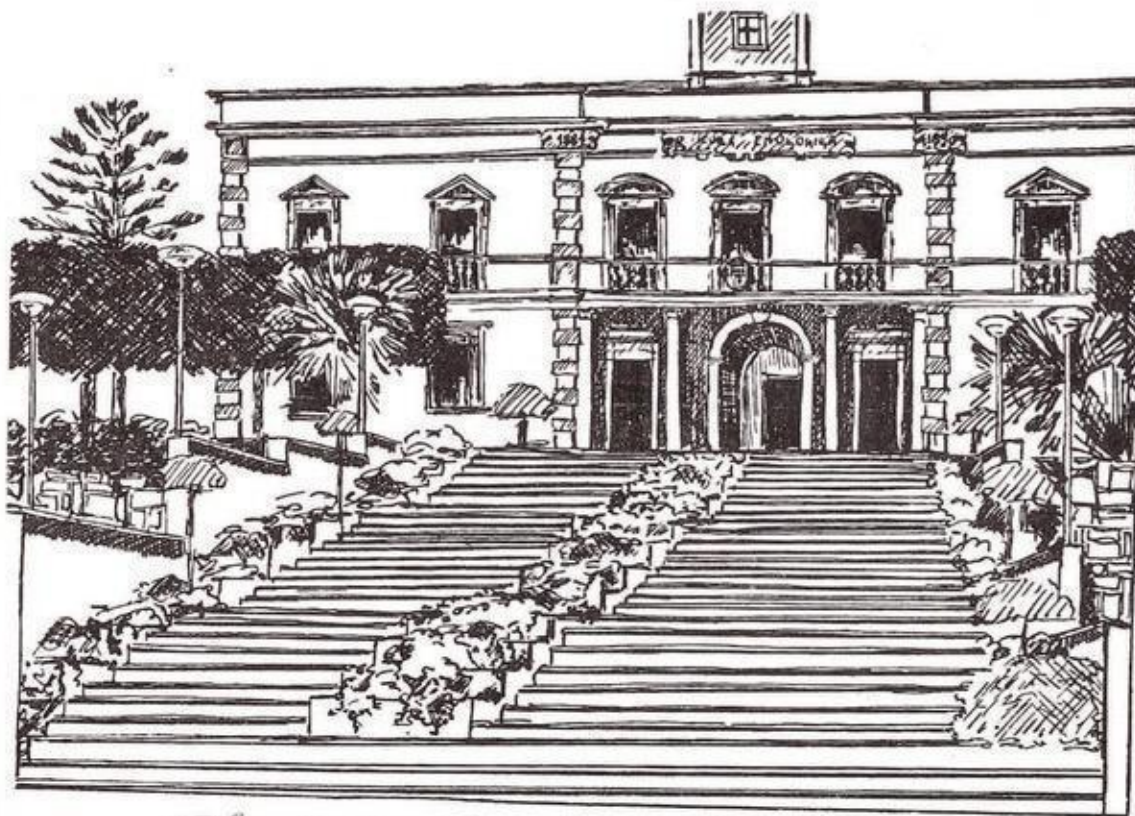


Catania 15/03/2025

Maggio Simone

Lia Giuseppe

Caruso Giovanni



Scuola per l'enologia dal 1884



INDICE

Premessa.....	4
---------------	---

PARTE PRIMA

<u>Cap. 1 Cambiamento climatico ed effetti sul ciclo della vite.....</u>	5
--	---

1.1 Effetti sul ciclo fenologico.....	6
---------------------------------------	---

1.2 Stress idrico.....	8
------------------------	---

1.3 Aumento della variabilità produttiva.....	9
---	---

1.4 Compromissione strutturale dell'acino.....	9
--	---

1.5 Cambiamenti nella distribuzione delle malattie.....	11
---	----

1.6 Cambiamenti nella zonazione vitivinicola.....	12
---	----

<u>Cap. 2 Possibili soluzioni.....</u>	13
--	----

2.1 Strategie agronomiche.....	13
--------------------------------	----

2.2 Strategie chimiche.....	15
-----------------------------	----

2.3 Strategie biologiche.....	17
-------------------------------	----

<u>Cap. 3 Scelta del portinnesto.....</u>	18
---	----

3.1 Adattabilità alle condizioni pedoclimatiche.....	21
--	----

3.1.1 Tolleranza al calcare.....	21
----------------------------------	----

3.1.2 Tolleranza alla carenza di potassio.....	22
--	----

3.1.3 Tolleranza al deficit / eccesso idrico.....	22
---	----

3.1.4 Tolleranza alla salinità.....	24
-------------------------------------	----

3.2 Influenza sul nesto.....	25
------------------------------	----

3.3 Resistenza ai nematodi.....	26
---------------------------------	----

<u>Cap. 4 Processi pre-vinificazione.....</u>	28
---	----

4.1 La maturazione.....	28
-------------------------	----

4.2 La vendemmia.....	31
-----------------------	----

4.3 Il trasporto.....	32
-----------------------	----

<u>Cap. 5 Vinificazione (generale)</u>	34
5.1 Vinificazione in rosso.....	36
5.2 Vinificazione in bianco.....	37
PARTE SECONDA	
<u>Cap. 6 Il clima siciliano</u>	39
<u>Cap. 7 Il nostro istituto</u>	41
7.1 Vinificazione: il metodo Istituzionale.....	46
7.1.1 Il rosso scolastico.....	46
7.1.2 Il bianco scolastico.....	49
<u>Cap. 8 Marketing ed aspetto psicologico</u>	50
<u>Cap. 9 Scuole e imprese: un punto per l'innovazione</u>	54
CONCLUSIONI	56
BIBLIO/SITOGRAFIA	57

PREMESSA

Questo elaborato è il frutto di un intenso lavoro di ricerca e analisi, realizzato per l'occasione della XXII Edizione del concorso "BACCO E MINERVA", presso l'I.T.A. "F. De Sanctis" di Avellino.

Non si rivolge solo agli esperti di enologia e viticoltura, ma vuole essere accessibile a chiunque desideri avvicinarsi a questo straordinario mondo, fatto di storia, tradizione, innovazione e passione: è da considerarsi un omaggio a tutti gli alunni del nostro Istituto E.Fermi-F.Eredia, gli studenti e gli appassionati della materia. Per la sua stesura, è stato necessario un approfondito studio su numerose fonti: testi scolastici, articoli scientifici, riviste di settore e testimonianze dirette. Oltre 50 studi internazionali – condotti in Italia, Stati Uniti, Russia, Paesi Bassi e in molti altri paesi – sono stati analizzati, interpretati e integrati con l'obiettivo di offrire una visione chiara, completa e possibilmente rigorosa di un settore tanto affascinante quanto complesso.

L'elaborato si articola in due parti principali.

La prima esplora i fattori che influenzano la produzione del vino, affrontando le problematiche attuali, le soluzioni adottate e le diversità che caratterizzano il panorama vitivinicolo odierno.

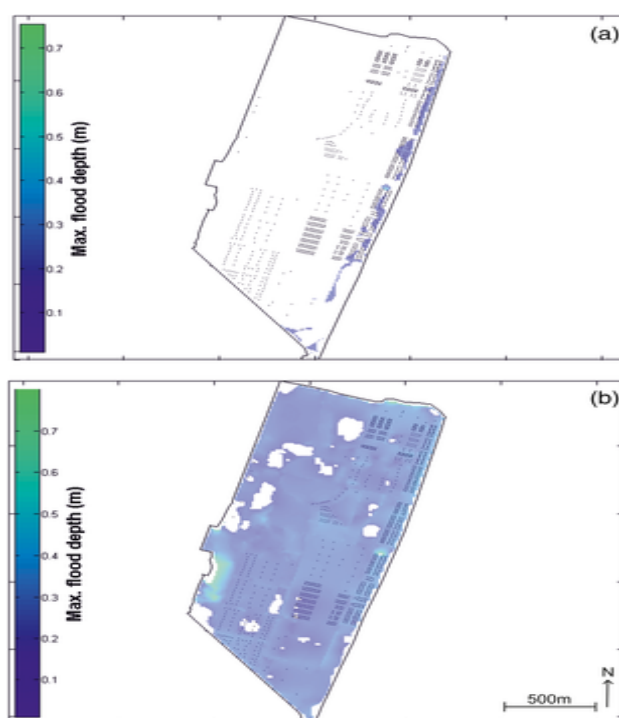
La seconda parte è interamente dedicata al nostro Istituto: verranno analizzati i processi di vinificazione che esaltano le irripetibili caratteristiche del territorio attuati all'interno della sede scolastica, il posizionamento della stessa nel mercato con la conseguente proiezione dei giovani nel mondo del lavoro ed il ruolo del consumatore nella scelta del prodotto. La prima parte quindi, è propedeutica per una completa comprensione di quanto detto nella successiva. La seconda parte è rivolta direttamente agli esperti del settore – senza bisogno del sussidio della prima – in quanto viene trattata una realtà nuova, che trova solamente in tempi recenti una certa considerazione. Questo lavoro non è solo un'analisi tecnica, ma anche un invito a scoprire e comprendere il valore del vino nella sua interezza: dal vigneto alla bottiglia, dalla tradizione all'innovazione, dal territorio all'identità culturale. Perché la conoscenza è la chiave per comprendere, elevarsi e valorizzare ciò che ci circonda. Solo attraverso lo studio, la curiosità e la consapevolezza, possiamo davvero cogliere l'essenza di ciò che amiamo e contribuire al progresso di un settore che è molto più di una semplice produzione: è cultura, storia e passione.

PARTE PRIMA

CAP. 1 - CAMBIAMENTO CLIMATICO ED EFFETTI SULLA VITE

Negli ultimi decenni, a partire dal 1980 circa, un fenomeno particolare, definito “cambiamento climatico” noto anche a livello internazionale come “global change”, sta cambiando gli ecosistemi di tutto il mondo, favorendo la scomparsa di molte specie animali, lo scioglimento dei ghiacciai, che corrisponde all’innalzamento del livello del mare. Una delle realtà che presenta il maggior rischio di inondazioni, è rappresentata dalle Maldive, situate nell’Oceano Indiano.¹

Figura 1: inondazione dell’Hulhumale (Maldive) nel 2006, causata dall’aumento del livello del mare



(Fonte: OnlineLibrary, *Land raising as a solution to sea-level rise: An analysis of coastal flooding on an artificial island in the Maldives*)

Nelle zone abitate che presentano le caratteristiche delle Maldive (vicinanza al mare, tendenza a non accumulare sedimenti), come soluzione a breve termine, vengono costruite e posizionate dei muri marini, finalizzati a bloccare le inondazioni, spesso disastrose.²

Da un punto di vista scientifico, i cambiamenti climatici sono dei fenomeni naturali, che nel corso di lunghi periodi di tempo, si ripresentano seguendo intervalli diversi. Da qualche decennio a questa parte però, le azioni dell’uomo volte al progresso in misura incontrollata e sproporzionata, abbinate ad una scarsa sensibilizzazione generale sul tema, hanno fatto sì che

¹ BROWN S, WADEY MP, NICHOLLS RJ, ET AL. *Land raising as a solution to sea-level rise: An analysis of coastal flooding on an artificial island in the Maldives*. J Flood Risk Management. 2020; 13 (Suppl. 1):e12567.

<https://doi.org/10.1111/jfr3.12567>

² BETZOLD, C., MOHAMED, I. *SEAWALLS As a response to coastal erosion and flooding: a case study from Grande Comore, Comoros (West Indian Ocean)*. Reg Environ Change 17, 1077–1087 (2017).

<https://doi.org/10.1007/s10113-016-1044-x>

questi fenomeni si verificano sempre più frequentemente, interessando zone sempre più ampie e con un'intensità crescente. Il progressivo aumento della concentrazione del noto gas serra CO₂, principale elemento scatenante di questo fenomeno, causato dallo sfruttamento massiccio di combustibili fossili, dovuto ad una massiccia industrializzazione, ha configurato l'innalzamento delle temperature medie mondiali, con conseguenti effetti a catena, quali: scioglimento dei ghiacciai, migrazione di numerose specie animali, maggior influenza di malattie causate da patogeni termofili, ondate di calore, perdite di habitat e molti altri. In ambito agricolo, questi fenomeni, ormai all'ordine del giorno, stanno causando svariati problemi, non solo ai fondi rustici coltivati, e quindi alle piante in sé, ma anche sulla possibilità di ottenere un prodotto di qualità. Nel contesto viticolo, questo fenomeno ha fatto sì che le normali operazioni di gestione, il normale ciclo vitale, nonché lo stesso ciclo produttivo della vite, vengano enormemente influenzati e subiscono delle variazioni, spesso negative. Relativamente alla vite, l'aumento medio delle temperature ha causato diverse problematiche, riportate ed analizzate in seguito.

1.1 - EFFETTI SUL CICLO FENOLOGICO

Il ciclo fenologico della vite è un processo annuale che descrive le varie fasi di sviluppo della pianta dall'inizio della primavera fino al raccolto. Questo ciclo è influenzato da fattori ambientali, come umidità e luce, in scala ancor più ampia dalla temperatura. L'anticipazione del suo ciclo fenologico si traduce in un'entrata in produzione anticipata, con conseguente vendemmia precoce. Questo fenomeno è più marcato nelle zone meridionali, dove le temperature sono sensibilmente più alte rispetto al settentrione. Dati alla mano, un rapporto dell'Unione Europea ha evidenziato che, in alcune regioni vinicole, la vendemmia è avvenuta fino a due settimane prima nel corso degli ultimi 50 anni, correlato, all'aumento delle temperature medie estive. Una revisione di studi globali ha mostrato che l'anticipazione del ciclo fenologico delle piante da vino avviene in media tra i 5 e i 15 giorni, mutando a seconda della regione e delle varietà coltivate. In California, le varietà di vite, come Cabernet Sauvignon e Chardonnay, hanno mostrato anticipazioni nel ciclo di maturazione fino a 30 giorni, in risposta a un aumento delle temperature medie, rispetto ai dati storici.

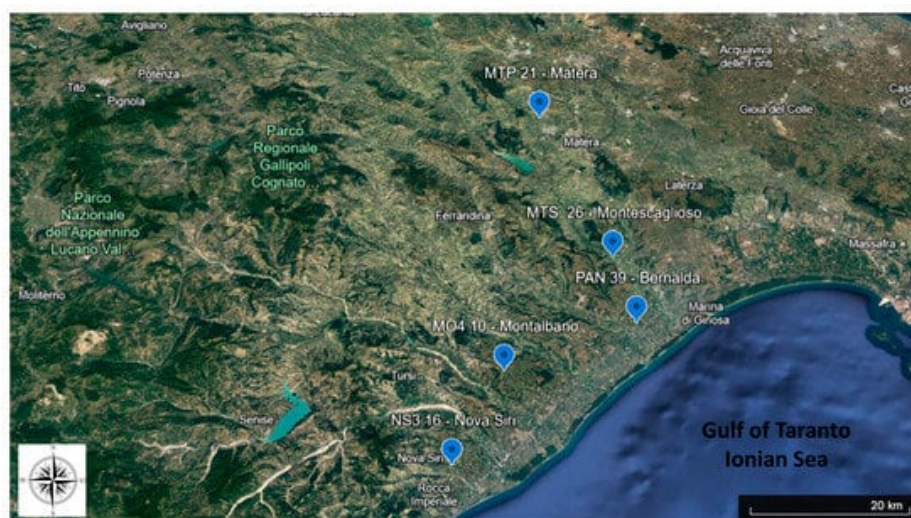
Secondo uno studio condotto nel 2019, il progressivo aumento delle temperature ha un'influenza notevole riguardo alla rapidità con la quale le diverse fasi fenologiche si susseguono, rapidità che è sensibilmente ridotta a quote maggiori, poiché si stima che un incremento dell'altitudine pari a circa 100 metri si traduca in una diminuzione della temperatura di circa 0,5°C.³

Volgendo l'attenzione nella fascia meridionale italiana, uno studio condotto recentemente a Matera evidenzia come la viticoltura in quelle zone sia fortemente condizionata dal clima, ma

³ AZRA ALIKADIC, ILARIA PERTOT, EMANUELE ECCEL, CLAUDIA DOLCI, CALOGERO ZARBO, AMELIA CAFFARRA, RICCARDO DE FILIPPI, CESARE FURLANELLO *The impact of climate change on grapevine phenology and the influence of altitude: A regional study*, *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 271, 2019, Pages 73-82, ISSN 0168-1923, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.030>.

sottolinea anche come la vicinanza al mare possa sortire un effetto “termoregolatore” sulla coltura in questione, andando a mitigare gli effetti del fenomeno trattato fino ad ora.⁴

Figura 2: Ubicazione delle stazioni meteorologiche atte allo svolgimento dello studio



(Fonte: mdpi.com, Mitigating Effect of the Sea on Temperatures Along Mediterranean Coastal Areas: The Case of the Vine Territory of the Matera DOP in Basilicata)

Conseguentemente alla Rivoluzione Industriale, al largo consumo dei combustibili fossili e ad altri fattori che contribuiscono all'aumento del cosiddetto effetto serra, nel periodo che va dal 1950-1999 e dal 1950-2004, la temperatura è aumentata rispettivamente di circa 1,3°C e 1,7°C, fattore che ha comportato la diminuzione del ciclo fenologico in molte zone europee, promuovendo la formazione di un frutto con una minore acidità totale e maggiore quantità di zuccheri, che si traduce in una gradazione alcolica maggiore. In un futuro prossimo è da considerare l'ipotesi che molte aree da sempre vocate alla coltivazione della vite perdano questo pregiato titolo, diventando inadatte, costringendo i viticoltori a cambiare luogo per esercitare la loro passione.⁵ Spostando lo sguardo nel territorio francese, sede di alcuni dei migliori vini a livello mondiale (Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Chardonnay etc.), è stato evidenziato come varietà autoctone, ad esempio il Merlot, siano particolarmente suscettibili agli aumenti di temperatura, perchè velocizzano alcune fasi del ciclo fenologico, principalmente la fioritura (formazione dei fiori) e l'invaiaitura (cambio del colore del frutto), associate anche a scarse precipitazioni. D'altro canto, si è anche potuto osservare come alcune varietà, tra cui il Cabernet Sauvignon, siano più resilienti nei confronti di questi sbalzi termici, al punto che l'industria vitivinicola francese dipende fortemente da queste varietà durante annate incerte per l'ottenimento di un prodotto di qualità e all'altezza delle aspettative dei consumatori.⁶ L'anticipazione del ciclo fenologico, oltre che a compattare la stagione di

⁴ CIRIGLIANO, P.; ESPOSITO, S.; DI GIUSEPPE, E.; CRESTI, A. *Mitigating Effect of the Sea on Temperatures Along Mediterranean Coastal Areas: The Case of the Vine Territory of the Matera DOP in Basilicata (Italy)*. Atmosphere **2024**, *15*, 1295. <https://doi.org/10.3390/atmos15111295>

⁵ FRAGA, H., MALHEIRO, A.C., MOUTINHO-PEREIRA, J. AND SANTOS, J.A. (2012), *An overview of climate change impacts on European viticulture*. Food Energy Security, *1*: 94-110. <https://doi.org/10.1002/fes3.14>

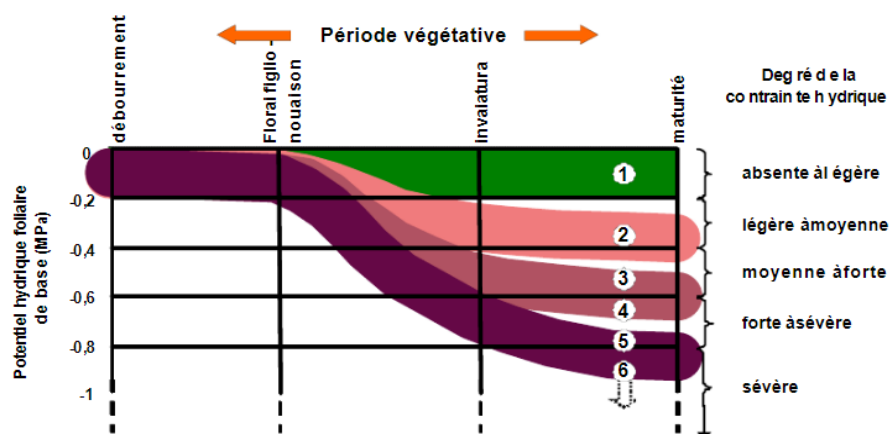
⁶ JONES, GREGORY V., AND ROBERT E. DAVIS. "Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France." American journal of enology and viticulture *51.3* (2000): 249-261.

lavoro, può alterare la normale composizione dell'acino, favorendo un maggior accumulo di zuccheri che si traduce in una gradazione alcolica maggiore, a discapito degli acidi, che saranno irreversibilmente in quantità molto minori. Temperature elevate favoriscono la degradazione dell'acido malico, il più presente nell'acino, riducendo l'acidità totale, nonché la freschezza del prodotto finale, che sarà compromessa.. Si può incorrere in uno squilibrio fenolico-aromatico, con maggior accumulo di uno rispetto ad un altro, con conseguente alterazione della struttura finale del vino. Una zona caratterizzata da temperature sopra la media, influenza inoltre la formazione di composti aromatici, tra cui i norisoprenoidi, le metossipirazine, i tioli, tutti composti che influenzano la tipicità di un vino. Più frequenti e probabili saranno, con l'aumento delle temperature, la scottatura degli acini, un fenomeno estremamente negativo, che può causare lesioni necrotiche sulla buccia, raggrinzimento dell'acino, concentrazione degli zuccheri causata da un'eccessiva disidratazione, nonché una maggiore suscettibilità ad alterazioni batteriche e fungine.

1.2 - STRESS IDRICO

Il lento ma costante aumento delle temperature causa una maggiore evapotraspirazione, fenomeno che indica la perdita di acqua attraverso vapore, sia da parte del terreno che da parte della pianta, che si traduce in un maggior consumo idrico da parte della stessa per contrastare questo stress. Questo problema è maggiormente avvertibile in quelle aree aride, dove di per sé la presenza di acqua è irrisoria. La pianta, in condizioni di stress idrico, per preservare la poca acqua rimasta a disposizione, potrebbe attuare la chiusura degli stomi, aperture che svolgono un ruolo cruciale nella regolazione dello scambio di gas tra la pianta e l'ambiente circostante. Così facendo la pianta ottimizzerà le riserve idriche per la sopravvivenza, ma non attuerà la fotosintesi, ne consegue che la produzione sarà scarsa o assente.

Figura 3: L'influenza della carenza idrica nel raggiungimento dello stadio di maturazione



(Fonte:

In quella poca produzione che avverrà, la mancanza di acqua causerà una concentrazione degli zuccheri all'interno dell'acino, con il rischio di ottenere un vino con un'alta gradazione alcolica. La carenza idrica è responsabile di squilibri fenolici ed aromatici, causando la mancata formazione dei composti volatili e non permettendo, ad esempio, la maturazione dei

tannini, conferendo una forte astringenza. Il fenomeno poc'anzi trattato ha una maggior incidenza se abbinato ad una scarsità di precipitazioni assieme ad un terreno con un basso potenziale di ritenzione idrica, che non potrà così stoccare quelle riserve idriche necessarie per il metabolismo della vite. Uno studio condotto nel 2016 da un professore presso l'Università di Verona, approfondisce i meccanismi di assorbimento, di trasporto dell'acqua e della gestione dei nutrienti in relazione a come lo stress idrico influenzi questi processi. La parte aerea della pianta invia alla struttura radicale dei segnali che indicano la condizione idrica della stessa. Se le richieste idriche non vengono soddisfatte, la produzione sarà caratterizzata da una polpa più densa, con un maggiore accumulo verso i metaboliti secondari, polifenoli e composti aromatici, come protezione derivante dai vari stress a cui la cellula è sottoposta.⁷ Uno studio effettuato nel 2006 nel territorio francese evidenzia l'influenza dello stress idrico sulla determinazione del rapporto buccia/polpa, nonché sulla composizione organolettica. I ricercatori hanno monitorato vigneti sottoposti a differenti regimi idrici, misurando parametri fisiologici come la capacità di fotosintetizzare e la crescita dei germogli. Come previsto, il metabolismo delle piante subirà un rallentamento in condizioni di stress, conseguenza che si accentua maggiormente se le cause sono molteplici. Parallelamente, sono state analizzate le caratteristiche delle bacche, come il contenuto di zuccheri, acidi e composti fenolici, e successivamente le proprietà organolettiche dei vini ottenuti.⁸

1.3 - AUMENTO DELLA VARIABILITÀ PRODUTTIVA

L'alternanza non omogenea di annate calde e siccitose con annate fredde con elevate precipitazioni rende quasi impossibile prevedere l'annata produttiva e stilare gli interventi necessari da effettuare. Questo comporta marcate differenze in termini di resa tra le varie annate, maggiori costi di gestione relativi ad un monitoraggio costante delle colture, precauzioni da eventi estremi e adattamenti al momento della vinificazione. I prodotti ottenuti da annate così diverse non potranno nemmeno essere messi a paragone, magari per cercare di determinare se c'è stato un miglioramento o no, poiché i parametri da analizzare presenteranno troppe incongruenze. Si viaggerà da annate contraddistinte da una povera vendemmia caratterizzata da uve concentrate ed estremamente zuccherine in periodi di stress idrico, ad annate con grandi produzioni promosse da climi freddi con frequenti ed abbondanti precipitazioni, ma con bacche risultate annacquate e largamente diluite, prive di un profilo gustativo di un certo spessore.⁹

1.4 - COMPROMISSIONE STRUTTURALE DELL'ACINO

L'esposizione diretta alla luce solare, in concomitanza con temperature superiori ai 35-38 °C, può compromettere significativamente la struttura dell'acino e la sua composizione, la cui compromissione si trasferisce, poi, nel prodotto finale. Il 2009, per molte aree dell'Australia,

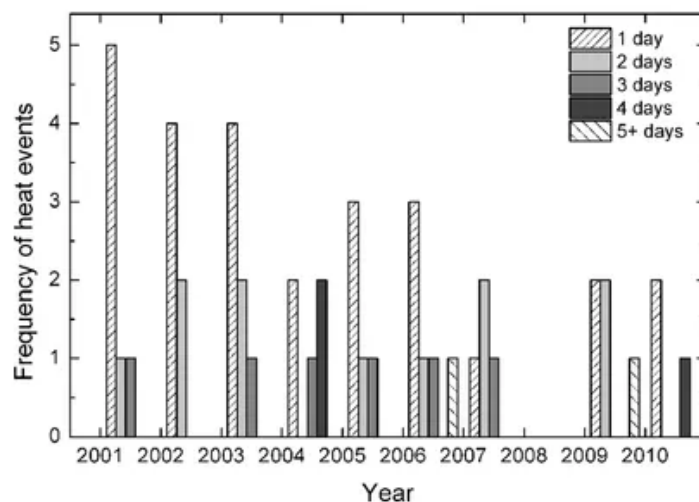
⁷ BOSELLI, MAURIZIO, ASSORBIMENTO, *trasporto e perdite di acqua nella vite*, *Progressi in viticoltura* (2016): 139-156.

⁸ ALAIN DELOIRE, HERNAN OJEDA, O. ZEBIC, N. BERNARD, J.J. HUNTER, et al., *Influence de l'état hydrique de la vigne sur le style de vin*. Infowine, 2006, 19, n.p. (hal-02662726)

⁹ JONES, G.V., WHITE, M.A., COOPER, O.R. ET AL. *Climate Change and Global Wine Quality*. *Climatic Change* 73, 319-343 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10584-005-4704-2>

è stato l'anno peggiore mai registrato nell'ultimo decennio, con temperature dell'aria superiori a 40°C per 14 giorni. A tal proposito, vennero condotte delle ricerche con alcune piante cavia proprio per determinare e definire le tipologie di danni che le alte temperature possono causare all'intera pianta.¹⁰

Figura 4: Frequenza dei fenomeni di temperature estreme, per 1-5 o più giorni consecutivi, presso l'aeroporto di Griffith, Australia



(Fonte: ReserchGate, *Influence de l'etat hydrique de la vigne sur le style de vin*)

Le tipologie di danni causate dall'aumento termico sono differenti: variano da piccole scottature, con conseguente cambio di colore, ad eccessiva disidratazione con fenomeni di avvizzimento. Non è trascurabile l'alterazione organolettica, caratterizzata da una maturazione fenolica incompleta, dove tannini ed antociani, che non sono abbastanza sviluppati, influenzano struttura e colore del prodotto finale. Inoltre, i danni da alte temperature, tendono a provocare delle lesioni fisico-meccaniche, punti di ingressi perfetti per l'insediamento di organismi alternativi, ad esempio la "Botrytis Cinerea" e l'acescenza batterica, rispettivamente un fungo che causa una disgregazione della buccia e una severa disidratazione, ed un batterio acetico, responsabile dell'aumento dell'acidità volatile, della formazione di sentori di aceto da subito avvertibili. Viene, inoltre, alterato il profilo aromatico, con perdita di sentori fruttati e comparsa di aromi di sovraturazione e di cottura. Tuttavia, un'eccessiva esposizione può portare a danni come scottature e disidratazione degli acini, influenzando negativamente la qualità del vino. È stato dimostrato come le elevate temperature degli acini, specialmente quelli esposti direttamente alla luce solare, influenzano la qualità del vino. I risultati hanno mostrato che gli acini esposti presentavano un peso medio inferiore rispetto a quelli ombreggiati, iniziando il processo di disidratazione precocemente. Inoltre, l'accumulo di zuccheri negli acini esposti procedeva più rapidamente, influenzando la composizione fenolica e, di conseguenza, le caratteristiche organolettiche del vino prodotto. Componenti come il potassio e gli zuccheri, a causa di temperature elevate subiscono

¹⁰ GREER DH AND WEEDON MM (2013) *The impact of high temperatures on Vitis vinifera cv. Semillon grapevine performance and berry ripening*. Front. Plant Sci. 4:491. doi: 10.3389/fpls.2013.00491

un'eccessiva concentrazione, a discapito degli acidi, andando così a modificare la struttura finale del vino.¹¹

1.5 - CAMBIAMENTI NELLA DISTRIBUZIONE DELLE MALATTIE

Il costante cambiamento climatico, associato alle alterazioni delle stagioni assieme alle variazioni del regime delle precipitazioni, influenzano largamente la diffusione delle malattie della vite. Tutti i fattori biotici che possono compromettere la salubrità della pianta sono fortemente influenzati dalla temperatura, poiché ogni organismo possiede un proprio "range ottimale" di temperatura, fuori dal quale, la sua attività verrebbe rallentata o addirittura inibita. Uno studio preliminare, condotto a livello globale tramite una serie di sondaggi rivolti agli esperti del settore, è riuscito ad evidenziare le maggiori preoccupazioni di origine biotica dei viticoltori stessi.¹² Alcuni dei patogeni, protagonisti delle malattie più diffuse e temute della vite, come quelli appartenenti alla famiglia delle Peronosporaceae e Pythiaceae, che causano la peronospora, oppure come i fitoplasmi del gruppo 16Sr V, autori della flavescenza dorata, a causa dell'aumento medio delle temperature riescono ad oggi ad operare a latitudini e ad altitudini più elevate, colonizzando aree fino a quel momento meno soggette a fitopatie.

Figura 5: l'attacco fungino della Peronospora, con danni rilevanti



(Fonte: Vigneticuro.it, La peronospora della vite: cause, effetti e la soluzione definitiva)

Il fenomeno climatico tuttora trattato influenza anche il ciclo vitale dei singoli patogeni, catalizzando lo stesso e rendendo la moltiplicazione di questi ultimi più semplice su larga scala. In maniera indiretta, alcune malattie si diffondono maggiormente, poiché con l'aumentare delle temperature i loro antagonisti naturali sono più suscettibili e vulnerabili al caldo. È il caso dell'acariosi della vite (*Calepitrimerus vitis*) e della cocciniglia della vite (*Planococcus ficus*, *Pulvinaria vitis*), i quali si stanno espandendo con grande rapidità a causa di una diminuzione del loro predatore naturale, l'acaro fitoseide (*Typhlodromus pyri*), particolarmente suscettibile ai cambiamenti climatici e ai periodi di siccità. L'aumento delle

¹¹ RAMÓN MIRA DE ORDUÑA, *Climate change associated effects on grape and wine quality and production*, Food Research International, Volume 43, Issue 7, 2010, Pages 1844-1855, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>.

¹² BOIS, B., ZITO, S., & CALONNEC, A. (2017). *Clima vs parassiti e malattie della vite nel mondo: i primi risultati di un'indagine globale*. OENO Uno, 51(2), 133–139. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1780>

temperature, dei livelli di CO₂ uniti alle scarse precipitazioni, hanno un impatto significativo sul metabolismo della pianta: valori maggiori di anidride carbonica inducono la pianta ad una maggiore produzione di biomassa, che si traduce nella riduzione di elementi fondamentali come l'azoto. In particolare, quest'ultimo è la principale fonte di nutrimento di molti insetti e predatori naturali, quindi una sua diminuzione, conseguente ad una precedente diluizione, incide sulle varie comunità entomologiche.¹³ Ma non solo, poiché certe prede particolarmente sensibili agli stress termici, verrebbero meno, influenzando la morte dei loro predatori naturali, la cui finestra di prede disponibili si ridurrà sensibilmente, traducendosi in una riduzione della popolazione. L'incremento delle temperature gioca un ruolo fondamentale nella vulnerabilità dei patogeni, i quali diventeranno sempre più resistenti ai trattamenti fitosanitari. Da un punto di vista biologico, i fattori che caratterizzano la resistenza ai trattamenti in campo sono differenti. Temperature maggiori catalizzano la replicazione dei microrganismi, aumentando la possibilità di sviluppare mutazioni. Può avvenire una modifica nella membrana cellulare, che impedirà al fitofarmaco di penetrare correttamente, evitando così la morte dell'organismo. Indirettamente, l'aumento delle temperature causa una maggiore movimentazione di insetti vettori, con una discreta probabilità di diffondere su vasta scala ceppi resistenti ai trattamenti fitosanitari.

1.6 - CAMBIAMENTI NELLA ZONAZIONE VITIVINICOLA

Le repentine variazioni di temperatura influenzano enormemente le esigenze della vite, trasformando zone da sempre vocate alla sua coltivazione, in estensioni dove coltivare è al giorno d'oggi difficoltoso. Questo comporta altresì la necessità di selezionare dei fondi rustici a quote maggiori, in modo tale da mitigare gli effetti del cambiamento climatico. Secondo uno studio guidato dall'Università di Bordeaux, insieme all'Università degli Studi di Palermo e all'Université de Bourgogne di Digione, il 90% delle regioni vinicole tradizionali situate nelle pianure e nelle regioni costiere della Spagna, dell'Italia e della Grecia rischiano di scomparire entro la fine del secolo. Solo una piccola parte di questa perdita (meno del 20%) può essere potenzialmente compensata spostando i vigneti verso aree montuose, considerando altitudini fino a 1.000 metri. Questo implica la necessità di operare non solo dal punto di vista geografico, cercando di prediligere quote maggiori per il proprio vigneto, ma comporta anche l'analisi relativa alla selezione di materiali e componenti resistenti e particolarmente adattabili ai cambiamenti climatici, in modo tale da restringere, per quanto possibile, la finestra di influenza dei cambiamenti climatici stessi sulla produttività, salute e longevità della pianta.¹⁴

¹³ Y.G. PRASAD AND O.M. BAMBAWALE, *Effects of Climate Change on Natural Control of Insect Pests*, Central Research Institute for Dryland Agriculture, Hyderabad - 500059 National Centre for Integrated Pest Management, New Delhi- 110 012, Indian J.Dryland Agric. Res. & Dev. 2010 25(2) : 1-12

indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijdar&volume=25&issue=2&article=001

¹⁴ VAN LEEUWEN, C., SGUBIN, G., BOIS, B. ET AL. *Climate change impacts and adaptations of wine production*. Nat Rev Earth Environ 5, 258–275 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00521-5>

CAP. 2 - POSSIBILI SOLUZIONI

Analizzati i principali cambiamenti che la coltura in questione subisce a causa del riscaldamento globale, è altresì fondamentale trattare le metodologie con la quale è possibile ovviare al problema. Si può operare in ambito **agronomico, chimico e biologico**, predisponendo differenti misure atte ad assottigliare la problematica poc'anzi descritta.

2.1 - STRATEGIE AGRONOMICHE

Per quanto riguarda le strategie agronomiche, si può operare su diversi aspetti. La prima di queste strategie riguarda l'applicazione di tecniche colturali volte a diminuire l'evaporazione del terreno, evitando la perdita di acqua e lasciandola disponibile alla pianta e a mantenere costante l'umidità del suolo costante. In questo ambito, non si può non citare la pacciamatura, una tecnica che prevede la copertura del suolo con materiale organico o inorganico, che garantisce la formazione di uno strato isolante, il quale permette di mantenere elevata la temperatura durante le stagioni fredde e di evitare l'evaporazione durante le stagioni calde. Permette inoltre di mitigare il fenomeno dell'erosione del suolo, tramite il rallentamento delle acque di flusso, evitando così l'asportazione di sostanza organica necessaria alla vite.

Figura 6: La tecnica agronomica della pacciamatura



(Fonte: agrimpresaonline.it, Pacciamatura ortive: i vantaggi dei film plastici biodegradabili)

Necessari sono gli interventi rivolti alla gestione della chioma, ovvero tutte quelle operazioni effettuate sia durante il riposo vegetativo che durante il periodo di attività della pianta, volte a definire la struttura e la futura produzione. Questi interventi influiscono largamente sulla vita e sulla quantità di sostanze utilizzate dalla pianta, poichè forme di allevamento che prevedono chiome espanse e rigogliose richiedono decisamente più nutrienti rispetto a forme di allevamento più contenute, dove la chioma è ridotta all'essenziale. Nello specifico, tecniche come la potatura e la sfogliatura permettono rispettivamente una maggiore efficienza nella distribuzione della linfa, che si dirigerà in modo massiccio nelle poche gemme presenti, favorendo una produzione ricca e di alta qualità, ma evitano fenomeni biologici, in questo caso non voluti, come un'eccessiva evaporazione proveniente dalle foglie e dai viticci. Altrettanto efficace, quanto dispendiose, è la scelta di modificare i sistemi di allevamento

attuali con sistemi più rustici, efficienti ed adattabili ai cambiamenti sopracitati. La scelta di modificare tali sistemi può essere giustificata dalla ricerca di una maggiore ventilazione, fattore che evita un eccessivo riscaldamento delle strutture fruttifere, oppure che garantisce un'adeguata ma non eccessiva radiazione solare, al fine di evitare fenomeni come scottature e lesioni superficiali, descritti precedentemente. La modifica del sistema di allevamento permette inoltre di trovare e gestire un nuovo equilibrio vegeto-produttivo che si adatti ai cambiamenti climatici, al fine di evitare una produzione elevata in termini numerici, ma caratterizzata da frutti piccoli e scarichi, e di optare invece per una produzione di modeste quantità che presenta però frutti con caratteristiche apprezzabili e di qualità sicuramente maggiore. La corretta gestione delle risorse idriche, associata alle tecniche descritte finora, permette di salvaguardare l'acqua, bene primario ormai scarso, e di razionalizzare la stessa in modo mirato per la coltura in questione. Impianti di microirrigazione, a spruzzo, di subirrigazione rappresentano le metodologie dirette, che permettono la distribuzione idrica in modo efficiente, soprattutto se abbinati a sensori di profondità e a recenti capannine meteorologiche che, collegate ad una centralina, permettono l'irrigazione solo quando necessario, evitando così sprechi. Tra le attività indirette rientrano sicuramente la realizzazione di strutture che promuovono l'accumulo di acqua in prossimità della pianta. E il caso dell'Alberello Pantesco, tipico dell'isola di Pantelleria, che prevede la realizzazione di buche nel terreno dove viene immessa la vite. In questo modo, verrà favorito, oltre la protezione dai venti di velocità elevati tipici della zona, anche l'accumulo dell'acqua di pioggia, che per gravità stanzierà nella buca stessa, e che, considerando anche il clima arido dell'isola, assicura alla pianta l'acqua necessaria al suo sviluppo, senza il rischio di creare stress idrici e scompensi vari.

Figura 7: Tipico sistema di allevamento interrato dell'Alberello Pantesco

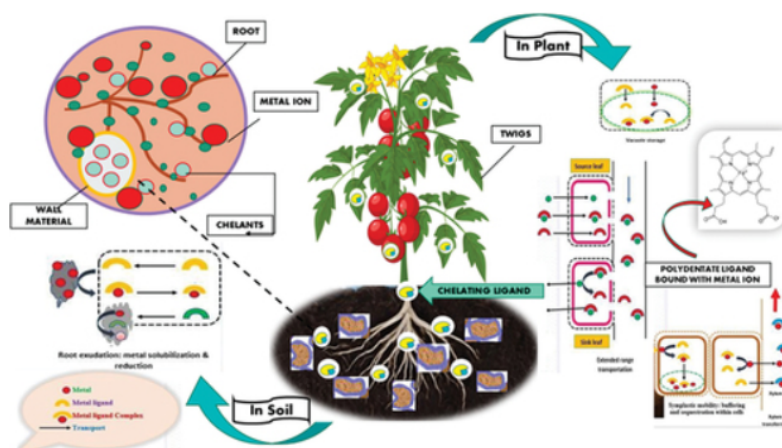


(Fonte: Donnafugata, Pantelleria: l'isola del sole e del vento)

2.2 - STRATEGIE CHIMICHE

Le strategie chimiche prevedono l'applicazione di componenti chimiche che mirano a mitigare gli effetti dello stress termico, idrico e biotico, attraverso un incremento della resistenza della pianta e quindi della futura produzione. I prodotti in questione fanno parte di categorie di identificazione diverse, ognuna con delle peculiarità uniche. Non è rara l'applicazione di acidi, principalmente acidi fulvici e umici, componenti derivate dalla decomposizione della sostanza organica, che trovano un'ampia applicazione in agricoltura grazie alle loro proprietà volte a migliorare la ritenzione idrica del suolo, favorendo la formazione di aggregati, e a migliorare l'assorbimento dei nutrienti da parte dell'apparato radicale, grazie ad un processo chimico noto come chelazione.¹⁵ Esso prevede la sintesi di molecole differenti, una delle quali definita chelante, ossia una molecola organica derivata dalla degradazione della sostanza organica, che si lega ad un nutriente (tipicamente un metallo) che prevede la formazione di un complesso solubile facilmente assimilabile dalle radici che migliora la nutrizione generale della pianta.¹⁶ Questo processo riveste un ruolo di rilievo, poiché molti micronutrienti metallici tendono a precipitare e a diventare insolubili, e quindi non disponibili. Questa tecnica si presta bene in terreni che presentano un pH elevato o sono scarsamente fertili, massimizzando quindi la sua azione.

Figura 8: l'azione degli agenti chelanti nel terreno



(Fonte: *Efficacy of Chelated Micronutrients in Plant Nutrition. Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 55(22), 3609–3637)

Ampliamente utilizzati sono, inoltre, le piretrine naturali e gli oli essenziali, che svolgono un'azione repellente nei confronti degli insetti dannosi della pianta in questione, in questo caso la vite, senza alterare l'equilibrio biologico del terreno. Non si può non citare l'acido abscissico (ABA), che favorisce una maturazione più uniforme in ambienti caratterizzati da sbalzi termici. In particolare, è stato condotto nel 2016 uno studio su piante refrigerate trattate con diverse concentrazioni di ABA, con l'obiettivo di definire l'efficacia dello stesso. Le piante soggette all'esperimento si trovavano in condizioni di stress termico da freddo. Lo

¹⁵ SHI, C.; LV, X.; PENG, J.; ZHU, J.; TANG, F.; HU, L. *Methylated Biochemical Fulvic Acid-Derived Hydrogels with Improved Swelling Behavior and Water Retention Capacity*. Materials 2024, 17, 1448. <https://doi.org/10.3390/ma17061448>

¹⁶ MADHUPRIYAA, D., BASKAR, M., SHERENE JENITA RAJAMMAL, T., KUPPUSAMY, S., RATHIKA, S., UMAMAHESWARI, T., MOHANAPRAGASH, A. G. (2024). *Efficacy of Chelated Micronutrients in Plant Nutrition. Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 55(22), 3609–3637. <https://doi.org/10.1080/00103624.2024.2397019>

stress da freddo ha diminuito notevolmente i tassi di fotosintesi fogliare ed evaporazione, la conduttanza stomatica e le concentrazioni di clorofilla nelle foglie, con conseguente rallentamento del metabolismo. Le piante caviere sono state trattate con diversi quantitativi di ABA, e hanno mostrato reazioni via via sempre più evidenti all'aumentare della dose somministrata. Il risultato del test è stato definito proficuo, poiché ha dimostrato una maggiore attività fotosintetica delle foglie sotto stress termico ed una più rapida ripresa vegetativa nelle piante dove è stato somministrato più prodotto.¹⁷ Molto comuni sono fenomeni di eterogeneità riguardo ad una maturazione delle uve non coincidente, che presentano caratteristiche visive ed organolettiche differenti e che, una volta raccolte e lavorate, interferiranno con il progetto designato a monte. Oltretutto, è possibile effettuare dei trattamenti di composti chimici sintetizzati a partire da molecole prodotte localmente dalla pianta, per esempio citochine ed auxine, che permettono a quest'ultima di regolare la crescita della chioma, e di scegliere il giusto rapporto vegetazione-gemme, in modo tale da ottenere un equilibrio vegeto-produttivo conforme alle condizioni climatiche dove il vigneto è locato. In questa grande categoria rientra una pratica che ricopre un grande spessore operativo, ovvero la fertilizzazione, che in questo caso viene definita mirata, poiché volta a risolvere un problema specifico. Concimazioni a base di potassio e calcio permettono di rafforzare la parete cellulare degli acini e ridurre fenomeni di scottature, lacerazioni ed imbrunimenti. Si può preferire il silicio come componente per limitare un'eccessiva traspirazione da parte delle foglie e per aumentare la resistenza ai patogeni, oppure si può valutare la scelta di una fertilizzazione a base di boro e magnesio per migliorare l'efficienza della fotosintesi in presenza di stress termici, che come ormai ampiamente trattato, tende a ridursi per via della chiusura degli stomi, piccole aperture poste nella pagina inferiore delle foglie, che cercano di trattenere la poca acqua disponibile in relazione, appunto, alle condizioni climatiche. Insomma, la scelta dei fertilizzanti e dei trattamenti chimici in generale va effettuata sulla base di più considerazioni: tempo di decadimento delle sostanze, eventuale Disciplina di Produzione con precise normative, contesto climatico e pedologico e per ultimo, ma non per importanza, tipologia di prodotto che si vuole ottenere. Si evince chiaramente che la scelta di questi componenti deve essere associata alle tecniche agronomiche sopra citate, oltre che a quelle biologiche trattate di seguito. L'obiettivo dell'agricoltore, quindi, dovrebbe essere quello di preferire soluzioni sostenibili, nel rispetto della pianta, garantendo:

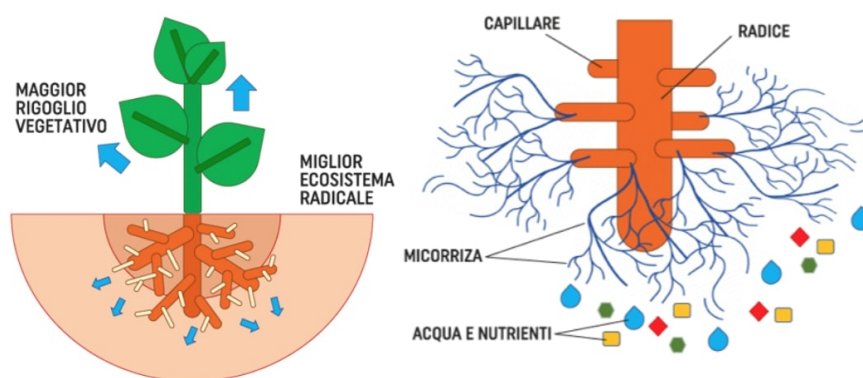
- una produzione di qualità ed una discreta longevità alla pianta stessa e all'ambiente, evitando l'inquinamento di quest'ultimo e l'impovertimento del suolo, associati anche ad una compromissione del microbiota;
- la salute del consumatore, evitando l'utilizzo di sostanze che si potrebbero ritrovare nel prodotto finale, con conseguente danno, appunto, per la salute.

¹⁷ KARIMI, R., ERSADI, A., REZAEI NEJAD, A., & KHANIZADEH, S. (2016). *L'acido abscissico allevia gli effetti deleteri dello stress da freddo sulle piante di vite 'Sultana' (Vitis vinifera L.) migliorando l'attività antiossidante e la capacità fotosintetica delle foglie*. Il giornale di scienze orticole e biotecnologie, 91(4), 386–395.
<https://doi.org/10.1080/14620316.2016.1162027>

2.3 - STRATEGIE BIOLOGICHE

Le strategie biologiche sono finalizzate a migliorare la resilienza della vite e dell'ecosistema viticolo attraverso soluzioni naturali e basate esclusivamente su interazioni biologiche. Riveste un ruolo fondamentale l'impiego di insetti utili¹⁸, avendo cura di mantenere aree boschive per favorire il sostentamento dei predatori naturali, così come l'impiego di piante antagoniste o repellenti nei confronti dei principali parassiti. Un'altra strategia che riveste una certa importanza può essere definita dall'impiego di micorrize (complessi simbiotici tra funghi e piante superiori, che si manifesta attraverso un supporto reciproco). Questi microbi possono promuovere lo sviluppo delle piante regolando l'equilibrio nutrizionale e ormonale, producendo ormoni regolatori che si occupano della crescita, solubilizzando i nutrienti e inducendo resistenza contro i patogeni delle stesse.¹⁹ Di questa categoria, fanno parte batteri benefici come *Rhizophagus irregularis* e *Bacillus Subtilis*, organismi necessari per incrementare l'assorbimento dei vari nutrienti, oltre che all'utilizzo di compost e fertilizzanti al fine di aumentare non solo la disponibilità di sostanze nutritive, ma anche la ritenzione di umidità.

Figura 9: La funzione delle micorrize



(Fonte: Fritegotto -Pomodoro, tutti i benefici della micorrizazione)

Inoltre, si può optare per l'utilizzo di biostimolanti naturali, sostanze che agiscono sul metabolismo primario e secondario, migliorandone le funzionalità, tra cui il chitosano, un polisaccaride estratto dall'esoscheletro dei crostacei, il quale esprime un'attività protettiva anche nei confronti dei semi. Il suddetto carboidrato complesso è stato al centro di vari studi, secondo i quali, oltre ad eseguire un'azione stabilizzante nei confronti dei vini bianchi, uccidendo i batteri responsabili della fermentazione malolattica, avrebbe una certa efficacia anche nei confronti del temuto *Brettanomyces* (lievito alterativo), interferendo con la sua attività volta ad alterare il prodotto.²⁰ Nella categoria degli biostimolanti rientra il caolino (naturalmente presente in natura sotto forma di roccia, che svolge un'azione coibentante, ove

¹⁸ SHIVAM, et al. "Effective pest control through natural predators: A dynamical plant-pest-predator model." International Journal of Bifurcation and Chaos 34.14 (2024): 2450174. <https://doi.org/10.1142/S0218127424501748>

¹⁹ SAJID MAHMOOD NADEEM, MAQSHOOF AHMAD, ZAHIR AHMAD ZAHIR, ARSHAD JAVAID, MUHAMMAD ASHRAF, *The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments*, Biotechnology Advances, Volume 32, Issue 2, 2014, Pages 429-448, ISSN 0734-9750, <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.12.005>.

²⁰ ASSOENOLOGI, 2019, "Tema del Mese: Chitina, Chitosano e Chitin-glucano", l'Enologo N°10 (Ottobre 2019), 67-71.

applicata, aumentando la resistenza agli stress termici ed idrici, diminuendo la traspirazione) assieme agli aminoacidi, non solo per una migliore efficienza dei vari apparati, ma anche perchè ottimo substrato per la proliferazione delle colonie microbiche positive. In aggiunta a quanto detto, un'ulteriore, tecnica affermata da tempo, e ancora oggi ampiamente utilizzata, riguarda la rotazione e la diversificazione colturale, comunemente chiamata avvicendamento colturale. La tecnica in questione, diversificata per il tipo di coltura d'interesse in funzione di parametri quali clima, terreno e bisogni dell'agricoltore, permette di limitare diverse problematiche, quali il rischio allelopatico, lo sviluppo di patogeni specifici per la vite, la trasmissione di malattie e l'eventuale depauperamento del suolo, fenomeno da sempre attuale, che causa una perdita di nutrienti essenziali, che influenza l'attività del suolo, volgendo lo stesso in uno stato di infertilità.

La recente e continua innovazione tecnologica nell'ambito biologico e microbiologico apre nuove strade relativamente all'ottenimento di piante sempre più resistenti alle problematiche odierne. Pratiche come il miglioramento genetico (ibridazione²¹, CRISPR²², MAS²³) hanno un ruolo primario in questo settore, in quanto cercano di mitigare le sfide attuali, sia biotiche che abiotiche. Il riscaldamento favorisce la crescita vegetativa e ostacola l'equilibrio del carbonio delle piante, disturbando l'allegagione e lo sviluppo delle giovani bacche. Le alte temperature modificano i metabolismi primari e secondari dei frutti, desincronizzando i metabolismi degli zuccheri e degli acidi organici e ritardando l'accumulo di zuccheri e polifenoli durante la maturazione. Appreso quanto detto, è stato proposto un nuovo programma per la selezione di cultivar che limitano l'accumulo di zuccheri nella bacca mantenendo in percentuali significative altri composti secondari.²⁴

CAP. 3 - SCELTA DEL PORTINNESTO

La scelta del portinnesto è di fondamentale importanza, poiché esso rappresenta non solo il collegamento pianta-terreno, ma influenza anche su larga scala aspetti come la produzione, l'adattabilità e l'aspetto quali-quantitativo della pianta stessa. Il portinnesto è un vero e proprio mezzo agronomico volto a migliorare l'interazione tra vitigno ed ambiente, capace di imprimere il corretto equilibrio vegeto-produttivo, fattore fondamentale per un prodotto di qualità. A livello storico, la scelta dei portinnesti deriva dalla necessità di difendere la pianta da un noto insetto parassita originario dell'America, la fillossera (*Daktulosphaira vitifoliae*) che a causa dell'importazione delle viti americane, si è diffuso nel territorio europeo, devastando le viti autoctone. Attualmente, quasi tutte le superfici vitate destinate ad una

²¹ ZAMANIDIS P.K., PASCHALIDIS C.H., EVANGELOGIANNIS D.I. *Genetic improvement of vine varieties with interspecific hybridization* // Евразийский Союз Ученых. 2017. №4-1 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genetic-improvement-of-vine-varieties-with-interspecific-hybridization> (data обращения: 22.02.2025).

²² DONG-YAN WAN, YE GUO, YUAN CHENG, YANG HU, SHUNYUAN XIAO, YUEJIN WANG, YING-QIANG WEN, *CRISPR/Cas9-mediated mutagenesis of VvMLO3 results in enhanced resistance to powdery mildew in grapevine (Vitis vinifera)*, *Horticulture Research*, Volume 7, 2020, 116, <https://doi.org/10.1038/s41438-020-0339-8>

²³ POSSAMAI, T.; SCOTA, L.; VELASCO, R.; MIGLIARO, D. *A Sustainable Strategy for Marker-Assisted Selection (MAS) Applied in Grapevine (Vitis spp.) Breeding for Resistance to Downy (Plasmopara Viticola) and Powdery (Erysiphe Necator) Mildews*. *Plants* 2024, 13, 2001. <https://doi.org/10.3390/plants13142001>

²⁴ LAURENT TORREGROSA, ANTOINE BIGARD, AGNÈS DOLIGEZ, DAVID LECOURIEUX, MARKUS RIENH, ET AL.. *Studi di sviluppo, molecolari e genetici sulla risposta della vite alla temperatura aprono strategie di miglioramento genetico per l'adattamento al riscaldamento*. *OENO Uno*, 2017, 51 (2), pp.155-165. <10.20870/oeno-one.2016.0.0.1587>. <hal-01607969>

produzione indirizzata al mercato vitivinicolo, presentano dei portinnesti resistenti alla fillossera. La scelta del portinnesto, quindi, è forse il fattore più determinante per la produttività, qualità e longevità della pianta, oltre che il più adatto a mettere in relazione la stessa con l'ambiente pedologico nel quale è locata. Il portinnesto ideale aumenterà la crescita riproduttiva o la resa, senza portare a un aumento eccessivo della crescita vegetativa. Tuttavia, gli effetti dei portinnesti sulla composizione degli acini sono generalmente considerati un risultato indiretto dell'impatto del portinnesto sulla crescita vegetativa e riproduttiva, ad esempio poiché alterano l'assorbimento di acqua o sostanze nutritive. Pertanto, i portinnesti modulano in modo diverso l'approvvigionamento idrico e l'assorbimento dei nutrienti e hanno un impatto sulle prestazioni delle viti innestate.²⁵ La scelta va effettuata previa analisi fisico-chimico-biologica, ponendo l'attenzione sulla presenza e sulla quantità dei macroelementi, dei microelementi, delle risorse idriche, del microbioma del suolo di interesse viticolo, poiché è quello che entrerà in diretto contatto con l'apparato radicale stesso, oltre che valutando gli aspetti agronomici ed economici che influenzano la scelta di un portinnesto rispetto ad un altro. La cura del viticoltore è quella di valutare i vari parametri pedo-climatici e di porre l'attenzione sul portinnesto più indicato e che presenta il miglior adattamento all'ambiente in cui è sottoposto. Ogni portinnesto, definito da una propria nomenclatura, presenta caratteristiche diverse, con i rispettivi pregi e difetti. Alcuni portinnesti presentano un'elevata espressione riproduttiva²⁶, altri permettono un maggior accumulo di sostanze secondarie e volatili, se associate alla giusta varietà. Si può prendere in esame lo Chardonnay, una famosa ed affermata varietà di *Vitis Vinifera* originaria della Francia, che è stata protagonista di uno studio che vedeva la stessa innestata a cinque diversi portinnesti (101-14, 1103P, Beta, 5BB and SO4), ognuno dei quali ha permesso una maggiore espressione di una caratteristica della varietà in particolare. Più specificamente, il portinnesto 1103P ha determinato un maggior accumulo di sostanze aromatiche, rendendolo perfetto per la produzione di vini portatori di questa caratteristica.²⁷ Non esiste il portinnesto perfetto, ma esiste il miglior compromesso relativamente alle caratteristiche pedologiche e climatiche.

Spostandosi in territorio nazionale, è giunto al termine un lungo studio, dalla durata complessiva di circa vent'anni, che si estende dai territori lombardi fino a quelli siciliani, condotto dall'Università di Milano, coordinato dai professori Attilio Scienza e Lucio Brancadoro, in associazione con le varie aziende vitivinicole riunite sotto il nome WineGraft, ha evidenziato l'incredibile influenza che il portinnesto esercita sulla pianta. "Oggettivamente, è più difficile in viticoltura svolgere approfondite indagini sull'effetto del portinnesto sulla qualità delle uve, a causa delle complesse interazioni che si creano tra questo, l'ambiente di coltivazione e i diversi vitigni." dichiara Scienza. Questi portinnesti, definiti 'M', presentano un'estrema adattabilità ai diversi ambienti, una maggior resistenza

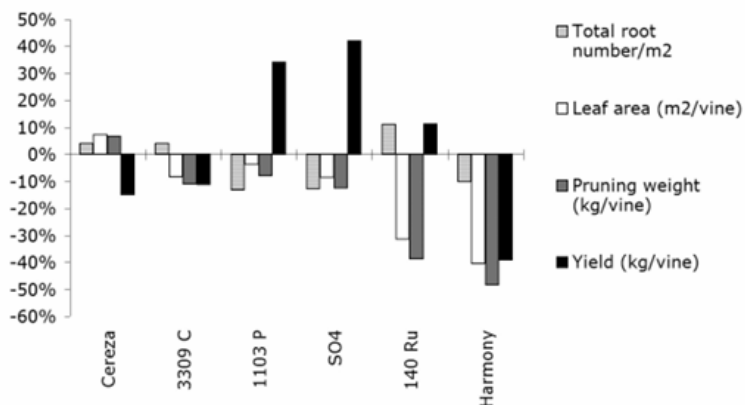
²⁵ POU, ALICIA, ET AL. "How rootstocks impact the scion vigour and vine performance of *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo." *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2022.1 (2022): 9871347. <https://doi.org/10.1155/2022/9871347>

²⁶ DI FILIPPO, M., & VILA, H. (2011). Influence of different rootstocks on the vegetative and reproductive performance of *Vitis vinifera* L. Malbec under irrigated conditions. *OENO One*, 45(2), 75–84. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2011.45.2.1487>

²⁷ JING CHENG, HUIQING LI, WENRAN WANG, CHANGQING DUAN, JUN WANG, FEI HE, *The influence of rootstocks on the scions' aromatic profiles of Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay, *Scientia Horticulturae*, Volume 272, 2020, 109517, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109517>

agli stress abiotici, oltre che ad un più favorevole decorso maturativo, che rappresenta una garanzia di maggior qualità nei prodotti ottenuti.

Figura 10: L'influenza dei differenti portinnesti nelle funzioni vegetative e riproduttive



(Fonte: Influence of different rootstocks on the vegetative and reproductive performance of *Vitis vinifera* L. Malbec under irrigated conditions. *OENO One*, 45(2), 75–84.)

Nei vitigni a bacca rossa (Cabernet Sauvignon, Nero d'Avola, Nerello Mascalese), l'applicazione di questi portinnesti di nuova generazione permette un maggior accumulo di polifenoli, un colore più intenso stabile, specialmente successivamente al periodo di affinamento, che risulta essere il momento più critico per la stabilità del colore e la determinazione di quello finale, da presentare poi, al mercato. Relativamente ad un'altra tipologia di prodotto, l'applicazione dei portinnesti "M" è stata sperimentata sulle varietà tipiche per la produzione di spumanti. I risultati sono stati eccezionali, poiché hanno evidenziato una maggiore acidità totale ed una complessità aromatica pronunciata, in grado di esaltare le svariate note tropicali tipiche di un bouquet articolato. Come dichiara Marcello Lunelli, presidente di Winegraft: "La necessità di considerare in maniera accurata la scelta della combinazione d'innesto, che tenga conto delle caratteristiche della varietà ed ambientali, ma anche in relazione all'obiettivo enologico da perseguire, al giorno d'oggi è più importante che mai."²⁸ Questo studio conferma quanto esposto finora, sottolineando la necessità di selezionare il giusto portinnesto in relazione all'obiettivo che si vuole perseguire. La scelta del portinnesto non è di facile deduzione, poiché vanno presi in considerazioni diversi parametri di seguito esposti.

²⁸ Ecco i portinnesti che migliorano la qualità dei vini. La sorprendente scoperta che ridisegna il futuro della viticoltura 10 Gen 2025, 17:50 | a cura di Gianluca Atzeni
<https://www.gamberorosso.it/notizie/notizie-vino/portainnesti-m-winegraft-scoperta/>

3.1 - ADATTABILITÀ ALLE CONDIZIONI PEDOCLIMATICHE

In relazione alla corrente situazione globale, determinata da un incremento medio delle temperature, un buon portinnesto deve presentare una certa tolleranza alle varie sfide esercitate dall'ambiente e dal terreno. Ad oggi, non esiste un portinnesto adatto a tutte le possibili situazioni presenti in campo. Basandosi su quanto appena detto, il portinnesto scelto in relazione al tipo di terreno dove sarà locato deve presentare un numero maggiore di aspetti positivi, a fronte di quelli negativi. L'obiettivo è quello di minimizzare i fattori di rischio, agendo successivamente per controllarli. Generalmente, prima della scelta del portinnesto vengono valutati diversi parametri di cui lo stesso, in base alla varietà, sarà più o meno suscettibile.

3.1.1 - TOLLERANZA AL CALCARE

Un primo parametro che viene valutato è la resistenza al calcare, un fattore estremamente impattante nel territorio europeo, dove la maggior parte della superficie vitata presenta percentuali di calcare medio-alte. Il problema delle alte concentrazioni di calcare, noto anche come clorosi ferrica, è protagonista di un fenomeno che impedisce la solubilizzazione di alcuni minerali fondamentali per lo sviluppo della pianta, tra cui, come si evince dal nome, il ferro. Concentrazioni di calcare attivo inferiori al 6% sono trascurabili, poiché il sistema di adattamento che la vite presenta è abbastanza forte da sopportare queste concentrazioni. Se invece la percentuale di calcare attivo presente nel suolo si trova in un intervallo di valori compreso tra 6-40%, è scelta saggia selezionare un portinnesto che presenti una certa tolleranza, anche in relazione alle altre caratteristiche che presenta e al tipo di prodotto che si vuole ottenere. In presenza di terreni aventi una percentuale di calcare attivo superiore al 40%, la viticoltura è fortemente sconsigliata. A supporto di quanto detto, uno studio condotto nel 2014 ha sottoposto varie piante di *Vitis Vinifera* ssp. *Sylvestris* a diverse concentrazioni di calcare (0-60% di CaCO_3), per valutare l'incidenza dello stesso nell'alterare il normale metabolismo della pianta. Fino al 40% di CaCO_3 la specie in studio è stata in grado di mantenere l'assorbimento di Fe da parte delle radici e la sua traslocazione nelle foglie, controllando al contempo lo stato nutrizionale di azoto e fosforo. L'esito dello studio ha evidenziato come concentrazioni superiori al 60% hanno indotto squilibri nutrizionali e inibito significativamente la funzione fotosintetica, causando una riduzione complessiva dell'aumento di carbonio e, di conseguenza, un'elevata mortalità e una drastica riduzione della crescita delle piante sopravvissute.²⁹

²⁹ CAMBROLLÉ, JESÚS, ET AL. "Physiological responses to soil lime in wild grapevine (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*)."
Environmental and experimental botany 105 (2014): 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.04.004>

3.1.2 - TOLLERANZA ALLA CARENZA DI POTASSIO

Un ulteriore fattore da considerare relativamente alla selezione del giusto portinnesto è la sensibilità dello stesso alla carenza di potassio. Alla vite, per questo motivo, viene attribuito il nominativo di “pianta potassofila”, che indica appunto, l’importanza di questo nutriente. Il potassio è un costituente fondamentale delle piante, che contribuisce allo sviluppo del giusto turgore, all’allungamento delle cellule nelle fasi di crescita vegetativa e allo svolgimento di movimenti fondamentali come l’apertura degli stomi o i movimenti delle foglie. La concentrazione di potassio presenta un intervallo ottimale da rispettare, poiché lo stesso elemento coordina diversi processi fisiologici come il controllo del potenziale elettrico di membrana, il mantenimento dell’omeostasi del pH nelle cellule, l’attivazione di enzimi specifici e la stabilizzazione della sintesi proteica. Questo intervallo si aggira intorno agli 80-100 mM.³⁰ Il potassio influenza direttamente la qualità del mosto, poiché svolge un’azione salificante nei confronti dell’acido tartarico, con formazione di sale (bitartrato di potassio) che diminuisce l’acidità del prodotto finale. L’acidità finale degli acidi dipende dal rapporto tra acidi liberi e acidi salificati (neutralizzati dal potassio). Si è notato che la concentrazione dell’elemento trattato nei climi caldi tende ad essere superiore rispetto a zone dove il clima è più mite. Ne consegue che il prodotto ottenuto da quella particolare zona viticola, presenterà un’acidità totale minore, a causa appunto di una maggiore salificazione da parte del potassio nei confronti degli acidi.³¹ Dalla corrente letteratura scientifica e dei vari test eseguiti in campo, emerge che lo stress indotto da carenze di potassio è direttamente collegato alla sofferenza della pianta, che comporta una diminuzione dell’efficienza circa il trasporto dei nutrienti, nonché svariate problematiche legate al corretto svolgimento delle funzioni metaboliche, che possono sfociare in fenomeni come ingiallimento fogliare ed allettamento del fusto. Relativamente ai frutti ottenuti da piante che presentano stress da carenza di potassio, essi saranno più molli, a causa della mancata formazione del giusto turgore, e presenteranno una maggiore acidità.

3.1.3 - TOLLERANZA AL DEFICIT/ECESSO IDRICO

Altro parametro fondamentale da tenere in considerazione durante la scelta di un portinnesto, è la sua resistenza riguardo alla siccità e carenza idrica: un portinnesto resistente a fenomeni di stress derivanti da carenze idriche deve essere in grado di scendere in profondità, per esplorare orizzonti più umidi e che presentino più acqua. Il problema dello stress idrico si presenta quando si verifica tale condizione: se l’acqua assorbita dalle radici e quella persa per evaporazione vira maggiormente verso la perdita di acqua la pianta quindi, si ritrova a consumare più acqua di quella che riesce ad assimilare, entrando in uno stato di stress. Queste condizioni si verificano più facilmente nelle zone meridionali, dove il clima tende ad essere generalmente più caldo.

³⁰ INGO DREYER, ARIELA VERGARA-JAQUE, JANIN RIEDELSBERGER, WENDY GONZÁLEZ, *Exploring the fundamental role of potassium channels in novel model plants*, *Journal of Experimental Botany*, Volume 70, Issue 21, 1 November 2019, Pages 5985–5989, <https://doi.org/10.1093/jxb/erz413>

³¹ NIEVES-CORDONES, M., ET AL. "Characterization of the grapevine Shaker K⁺ channel VvK3. 1 supports its function in massive potassium fluxes necessary for berry potassium loading and pulvinus-actuated leaf movements.", 2019, 222." DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.15604>: 286-300.

Figura 11: Gli effetti estremi della carenza idrica nelle regioni fogliare su diverse varietà



(Fonte: Elman Bahar and Alain Carbonneau and Ilknur Korkutal, *The effect of extreme water stress on leaf drying limits and possibilities of recovering in three grapevine (Vitis vinifera L.) cultivars*, 2011)

La buona resistenza del portinnesto, in condizioni di arido-viticultura, deve essere associata a pratiche agronomiche volte ad assottigliare, per quanto possibile, questo tipo di stress in cui la pianta incorre. Pratiche come la defogliazione, la pacciamatura, l'ombreggiamento e barriere antivento possono mitigare questi effetti negativi. I frutti derivanti da marcate condizioni di stress idrico generalmente risultano essere più piccoli, con una maggiore concentrazione delle sostanze organolettiche, con un maggiore spessore della buccia esterna; potrebbero presentare anche una consistenza più molle, a causa di una minore tensione interna degli acini.³² Questi portinnesti presentano quindi un angolo geotropico inferiore rispetto ad apparati radicali superficiali, che vanno bene in presenza del fenomeno opposto: un'eccessiva umidità del suolo. I terreni più soggetti a fenomeni di ristagno idrico sono quelli locati in zone dove sono frequenti precipitazioni abbondanti caratterizzati da un'elevata percentuale di argilla (20-35%) e da una minima, se non nulla, pendenza. Un eccesso d'acqua nel terreno può provocare fenomeni come l'asfissia radicale, che si manifesta quando il rapporto tra micro pori occupati dall'acqua e micro pori occupati dall'aria tende verso il primo, mettendo le radici in condizioni di anaerobiosi, provocando un generale indebolimento della pianta e, nei casi più gravi, la morte della stessa. Elevate concentrazioni di umidità portano alla formazione di patogeni fungini, come *Pythium* e il *Phytophthora*, che possono provocare marciume radicale. Le radici infette non possono assorbire acqua e nutrienti in modo efficace. Un ulteriore fenomeno che incorre assieme a quelli appena trattati è il liscivamento, ovvero la dilavazione dei nutrienti causata da eccessive quantità di acqua, per cui diminuisce la

³² ARU V, NITTNAUS AP, SØRENSEN KM, ENGELSEN SB, TOLDAM-ANDERSEN TB. *Effects of Water Stress, Defoliation and Crop Thinning on Vitis vinifera L. cv. Solaris: Part I: Plant Responses, Fruit Development and Fruit Quality. Metabolites*. 2022 Apr 18;12(4):363. doi: 10.3390/metabo12040363. PMID: 35448551; PMCID: PMC9029630.

disponibilità degli stessi nei confronti della pianta. Come se non bastasse, è comune il compattamento degli strati del suolo a causa dell'elevata presenza di acqua; questo problema non solo causa una diminuzione dell'ossigeno disponibile nel terreno, ma comporta anche una minore espansione radicale, poiché il terreno risulterà più duro e compatto e quindi difficilmente esplorabile dalle radici.

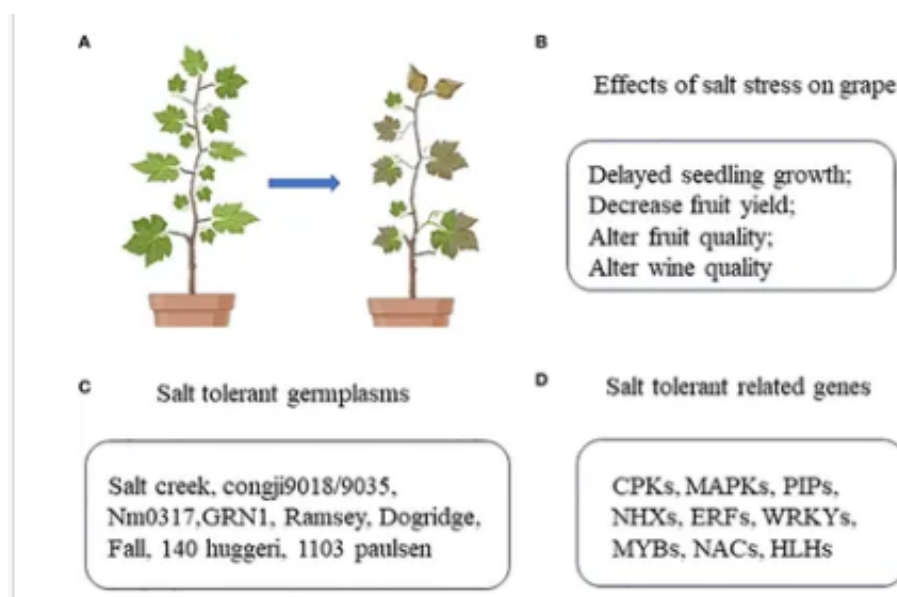
3.1.4 - TOLLERANZA ALLA SALINITÀ

L'eccessiva presenza di composti salini nel terreno è un fattore determinante per quanto riguarda la longevità della pianta e la futura resa, sia in termini quantitativi che qualitativi della stessa. Questa problematica è maggiormente diffusa nei territori litoranei, data la vicinanza con il mare. La pianta ha la capacità di assorbire i composti salini tramite diverse modalità, ma la maggior parte dell'assunzione avviene a livello radicale. Le radici sono la prima barriera contro l'assorbimento del sale dal terreno; pertanto, le modifiche dell'architettura dell'apparato radicale dei portinnesti sono essenziali per migliorare il tasso di sopravvivenza delle piante e alleviare gli effetti negativi causati dalla salinità. I portinnesti con elevata tolleranza alla salinità devono anche essere particolarmente efficienti, ovvero il costo metabolico derivante dall'azione di assorbimento deve essere minore rispetto ad altri portinnesti. Uno studio condotto nel 2022 ha evidenziato come lo stress salino colpisca in generale tutta la pianta, ma causi danni maggiori alle radici, piuttosto che ai germogli, per esempio.³³ Alcuni composti salini come il cloruro di sodio (NaCl) possono essere tossici se presenti in elevate concentrazioni. Gli ioni sodio (Na⁺) e cloruro (Cl⁻) possono interagire negativamente con i processi fisiologici della vite, danneggiando le cellule radicali, compromettendo quindi l'assorbimento delle numerose sostanze nutritive presenti nel sottosuolo. La concentrazione ottimale di sale per la vite si stima attraverso la determinazione della conduttività elettrica (EC). Il valore ottimale di EC per la maggior parte delle piante si aggira intorno a 0,5 e 2.0 dS/m, un'unità di misura volta a misurare la capacità di una soluzione di condurre l'elettricità. Valori superiori a 4.0 dS/m indicano una salinità elevata, che comporta danni alle diverse colture. Questo fenomeno è di facile riscontro nelle zone in cui vengono utilizzate acque salmastre per l'irrigazione, a causa di una mancata disponibilità di acqua dolce, risorsa sempre più assente a causa di un'errata gestione della stessa.³⁴

³³ LUPO, YANIV, ET AL. "Root system response to salt stress in grapevines (*Vitis spp.*): A link between root structure and salt exclusion." *Plant Science* 325 (2022): 111460. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111460>

³⁴ WANG, QINGMING, ET AL. "Impact of saline water irrigation on water use efficiency and soil salt accumulation for spring maize in arid regions of China." *Agricultural Water Management* 163 (2016): 125-138. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.09.012>

Figura 12: Gli effetti dei composti salini sulla vitalità della pianta.

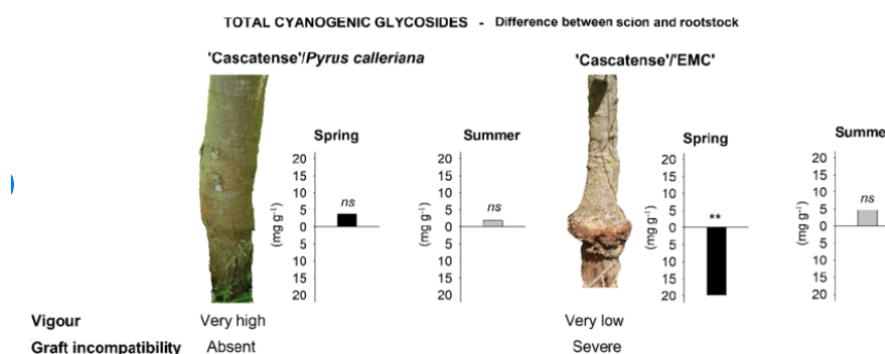


(Fonte: *Front. Plant Sci.*, 08 February 2024 Sec. Functional and Applied Plant Genomics Volume 15 - 2024)

3.2 - INFLUENZA SUL NESTO

Per poter permettere un corretto trasferimento dei nutrienti, assicurare una lunga vita alla pianta ed ottenere una produzione quali-quantitativamente soddisfacente, bisogna porre l'attenzione sull'affinità d'innesto. Questa variabile viene normalmente testata, sulle barbatelle innestate in vivaio, prima della commercializzazione per scongiurare la possibilità di una disaffinità posticipata o una disaffinità parziale. Successivamente all'innesto, un'eventuale incompatibilità può essere rilevata poche settimane dopo l'intervento da una scarsa connessione vascolare e dalla degenerazione floematica all'unione dell'innesto stesso³⁵, nonché dalla produzione di composti nocivi prodotti dalla pianta come difesa.

Figura 13: Gradi di incompatibilità di innesto con produzione di glicosidi cianogenici



(Fonte: *Cyanogenic glycosides content as graft compatibility indicator in pear/quince combinations* - Scientific Figure on ResearchGate.)

³⁵ STANKO VRŠIČ, BORUT PULKO, LASZLO KOCSIS, *Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks*, *Scientia Horticulturae*, Volume 181, 2015, Pages 168-173, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.10.058>.

Il continuo progresso della scienza in questo settore, ha permesso ai vivaisti di selezionare una serie di combinazioni portinnesto-nesto altamente compatibili, riducendo al minimo il rischio di problemi legati ad una scarsa affinità. Strettamente collegato al fattore compatibilità è la vigoria che la pianta svilupperà, termine che indica la dimensione che la pianta raggiungerà. Normalmente, un innesto che presenta un portinnesto vigoroso induce la pianta ad una crescita maggiore, rispetto a portinnesti meno vigorosi.³⁶ Spesso però, una crescita maggiore non è sinonimo di una qualità maggiore: la pianta che presenta una folta vegetazione con parecchie gemme tenderà a porzionare la quantità di linfa in modo equo, da suddividere alle singole infiorescenze. Ne consegue che i frutti derivanti da piante con molte gemme saranno più piccoli con caratteristiche organolettiche poco marcate. Contrariamente, una pianta che possiede un portinnesto poco vigoroso, tenderà a formare poche gemme, che, essendo in numero inferiore, avranno a disposizione una maggior quantità di linfa. Questo determinerà la formazione di frutti più grandi e ricchi a livello organolettico. Un'ulteriore considerazione va fatta in prospettiva della densità d'impianto, ovvero in numero di piante per ettaro: colture che presentano una grande espansione occuperanno più spazio, riducendo il numero totale di piante per ettaro e viceversa. In questo caso optare per piante di ridotta dimensione, quindi con una vigoria meno accentuata, permette di avere un'elevata densità d'impianto, senza però sacrificare la qualità. Ovviamente la scelta del portinnesto in base alla vigoria va fatta anche in funzione del terreno in cui la pianta si troverà una volta impiantata: in presenza di terreni fertili, di medio impasto e con un microbioma positivo e sviluppato, è auspicabile la scelta di un portinnesto vigoroso, capace di poter esprimere a fondo le piene potenzialità dello stesso, avendo accesso a molti nutrienti. Se invece il terreno in questione è poco fertile ed arido, sarebbe meglio optare per un portinnesto capace di penetrare in profondità e che non sia troppo forte, poiché se la pianta dovesse risultare grande, non avrebbe dove procurarsi i nutrienti necessari al sostentamento dell'imponente struttura che si ritrova. Insomma, si può dire che l'eventuale maggiore o minore vigoria può essere vista come un vantaggio oppure come un limite. È necessario valutare attentamente le condizioni del suolo, le varietà coinvolte nell'innesto e l'obiettivo da perseguire prima di selezionare varietà più o meno vigorose.³⁷

3.3 - RESISTENZA AI NEMATODI

I nematodi della vite, appartenenti alla categoria dei fitoparassiti, sono dei piccoli parassiti vermiformi che parassitizzano le radici della pianta. La presenza di nematodi nel terreno può avere un impatto significativo sulla salute delle varietà. I danni causati da questi organismi colpiscono, oltre che le radici, anche la parte aerea della pianta: fenomeni come clorosi fogliare ed una crescita insufficiente possono essere indotti dalla loro presenza. La vasta gamma di problemi che possono causare li rende difficilmente riconoscibili e vengono spesso

³⁶ SABBATINI, P., & HOWELL, G. S. (2013). *Interazione con la marza del portainnesto ed effetti sul vigore della vite, sulla fenologia e sulla resistenza al freddo delle cultivar di uva ibride interspecifiche (Vitis spp.)*. Giornale internazionale di scienza della frutta, 13(4), 466–477. <https://doi.org/10.1080/15538362.2013.789277>

³⁷ FERRARI M., MENTA A., DI PACE T., *Viticultura e difesa della vite*, Zanichelli, 2022, pp.61-63

confusi con altre problematiche, ad esempio lo stress idrico.³⁸ Generalmente, la diagnosi dei nematodi e la quantificazione dei livelli di gravità in vaste aree di territorio sono costose e non sempre realizzabili in modo pratico. Per questo motivo, un recente studio condotto nel 2022 ha posto l'attenzione sulle modalità di identificazione dei nematodi attraverso tecnologie innovative, principalmente incentrate sullo studio delle bande spettrali, che ogni pianta emette. I ricercatori sono stati in grado di determinare, grazie all'uso della riflettanza spettrale e dell'indice di vegetazione (VI), le differenze che questi organismi comportano, tra piante non infette e infette con nematodi, di istituire una concreta finestra d'azione e di intervenire in modo mirato sulle piante che presentano valori rifrattometrici diversi rispetto alle colture sane.³⁹ Questi piccoli organismi possono causare danni diretti attaccando le radici manifestando una patologia nota sotto il nome di ipertrofia radicale, che comporta la formazione di galle, ovvero delle strutture formate dalla pianta in risposta all'attività microbica. Le radici, svilupperanno un aspetto ipertrofico, riducendo sensibilmente la loro capacità di assimilare i nutrienti. Le stesse potrebbero inoltre presentare danni nella zona corticale, necrosi delle radichette, ingrossamento delle parti terminali delle stesse, con problemi al corretto metabolismo della pianta.

Figura 14: Comune ipertrofia radicale (formazione di galle) a carico dei nematodi.



(Fonte: Abd-Elgawad, Mahfouz. (2020). Optimizing biological control agents for controlling nematodes of tomato in Egypt. Egyptian Journal of Biological Pest Control.)

I suddetti nematodi, possono anche causare danni indiretti, poiché possibili vettori di agenti virali. La scelta del portinnesto in questo caso è di fondamentale importanza, in quanto è l'unica difesa applicabile alla pianta per difenderla da queste fitopatie.

³⁸ BLEVINS, D.G.; DROPKIN, V.H.; LUEDDERS, V.D. Assorbimento dei macronutrienti, traslocazione e concentrazione tissutale dei semi di soia infestati dal nematode a cisti della soia e composizione elementare delle cisti isolate dalle radici 1. J. Pianta Nutr. **1995**, 18, 579-591.

³⁹ SANTOS, L.B.; BASTOS, L.M.; DE OLIVEIRA, M.F.; SOARES, PLM; CIAMPITTI, I.A.; DA SILVA, R.P. Identificazione dei danni da nematodi sulla soia attraverso tecniche di telerilevamento e apprendimento automatico. Agronomia 2022, 12, 2404. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102404>

CAP. 4 - PROCESSI PRE-VINIFICAZIONE

La qualità di un vino non dipende solo dalla vinificazione, ma è il risultato di un lungo processo che inizia molto prima dell'ingresso dell'uva in cantina.

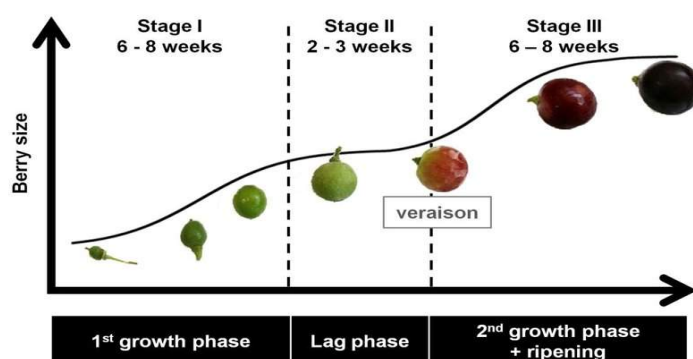
Le seguenti fasi, che verranno adesso trattate, sono determinanti per la composizione finale del mosto e, di conseguenza, per le caratteristiche organolettiche del vino. Durante queste fasi, ogni scelta agronomica ed enologica può fare la differenza: il momento della raccolta, le condizioni di trasporto e la gestione dell'uva prima della fermentazione influenzano profondamente la struttura, gli aromi e la longevità del vino.

4.1 - LA MATURAZIONE

La qualità del vino è il risultato di molteplici fattori, che partono dalla vigna e si riflettono fino al prodotto finale in bottiglia. Tra questi, la scelta del portinnesto gioca un ruolo fondamentale, poiché influenza lo sviluppo della pianta, l'assorbimento dei nutrienti e, di conseguenza, la maturazione dell'uva. Un portinnesto adeguato permette di ottenere una maturazione equilibrata, garantendo un buon accumulo di zuccheri, una corretta acidità e un profilo fenolico ottimale, elementi essenziali per determinare lo stile e la qualità del vino. La maturazione è un processo fisiologico che avviene in tutti i frutti. Per ottenere un buon vino, questo fenomeno è ancor più determinante, poiché influenza le caratteristiche degli acini, che verranno poi trasformati in vino. Generalmente, le bacche d'uva raggiungono il grado di maturazione ottimale verso fine settembre-inizio ottobre, periodo in cui sopraggiunge l'epoca di vendemmia. In alcuni casi per avere delle uve non ancora mature si effettua una vendemmia precoce, mentre per avere delle uve con un grado di maturazione maggiore si fa una vendemmia tardiva. Tuttavia, poiché la maturazione incide sul prodotto finale, è importante individuare il momento giusto per effettuare la raccolta dei frutti. Un buon vino necessita di condizioni climatiche ottimali (le zone migliori sono quelle caratterizzate da inverni miti e non particolarmente rigidi), suoli vocati alla produzione di uva, e tecniche colturali adatte alla gestione del vigneto. Tutti questi parametri costituiscono il pilastro fondamentale di "un'uva di qualità". Uva di qualità significa innanzitutto un frutto integro ed esente da difetti e muffe. Una volta che l'uva è matura, si passa alla sua raccolta, ossia alla vendemmia, che ha dei tempi e dei periodi ben precisi, a seconda della sua maturazione. L'uva in particolare, non presenta una sola tipologia di maturazione, bensì ne presenta diverse in funzione dell'accumulo di diversi composti al suo interno. In base all'obiettivo che si vuole perseguire si può ripiegare su di esse tipologie capaci di conferire determinate caratteristiche al prodotto finale. La prima maturazione descritta di seguito è quella su cui si basano tutte le altre: ovvero la maturazione *fisiologica*. Essa rappresenta la classica maturazione nella quale incorrono le uve con il passare del tempo. Essa racchiude tutte le altre tipologie di maturazione, le quali sono relative ai particolari periodi della maturazione fisiologica. Per rendere meglio l'idea, il viticoltore parte sempre dalla maturazione fisiologica, ma determina il periodo di vendemmia in base al prodotto che vuole ottenere: infatti, le altre maturazioni corrispondono alla presenza abbondante di determinate sostanze nelle uve durante la loro maturazione. Durante questa fase, avvengono fenomeni come: l'innalzamento del pH, diminuzione degli acidi organici, l'aumento della concentrazione degli zuccheri, delle

sostanze fenoliche ed aromatiche, oltre che una maggiore morbidezza dei frutti e un accumulo degli aminoacidi. Approfondendo la maturazione fisiologica, essa si compone di diverse fasi: nella prima, definita *erbacea*, avviene la moltiplicazione cellulare, dettata da particolari ormoni, i quali inducono l'ingrossamento dell'intero frutto. Procede con la fase di *stasi*, anche definita invaiatura, dove la bacca assume il colore caratteristico della sua varietà. Successivamente avviene la *chiusura del grappolo*, passaggio in cui l'intera struttura assume la forma definitiva.

Figura 15: Fasi della maturazione dell'acino



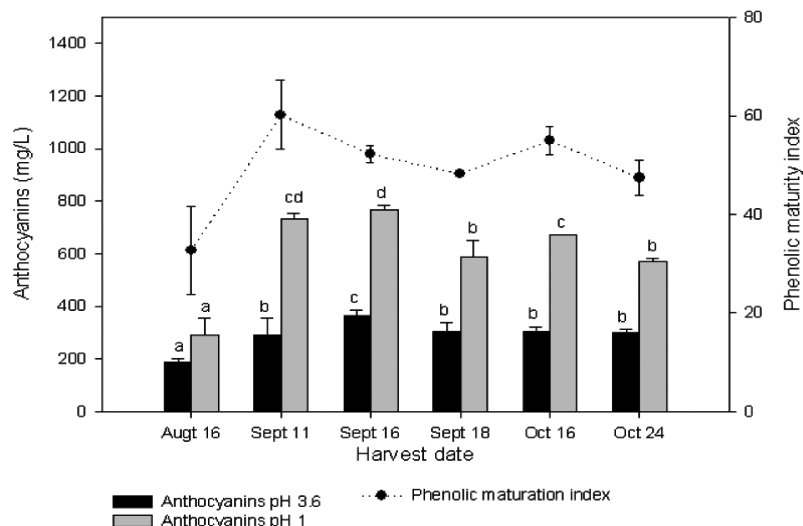
(Fonte: Imbibe Solutions, *Maturazione delle bacche: dal bocciolo al grappolo in 3 semplici passaggi*)

Infine, sussegue la *maturazione vera e propria*, dove vengono definite le caratteristiche organolettiche degli acini. Il secondo tipo di maturazione è definito *fenolica*, che indica il momento di massimo accumulo delle sostanze fenoliche, ovvero di tutte quelle sostanze che conferiscono il colore, la struttura e compongono il bouquet di un vino. In maniera più specifica, i composti fenolici includono antociani (responsabili del colore) e i tannini (che influiscono sulla struttura e il sapore, formando una certa astringenza). La loro maturazione avviene in diversi stadi durante il ciclo di vita dell'uva, con il massimo sviluppo che si verifica nella fase finale della maturazione. Questa maturazione è influenzata da fattori abiotici, come la tipologia di clima presente dove sussiste il sito di interesse, la composizione del terreno, gli interventi di potatura. Relativamente al periodo di raccolta, se essa viene effettuata in corrispondenza della maturazione fenolica, il prodotto che ne risulterà fuori tenderà ad essere complesso ed equilibrato. Inoltre, per garantire la massima espressione di questa maturazione, è importante, durante la macerazione, che tutti i composti fenolici presenti nelle bucce vengano estratti. A tal proposito, possono essere utili diverse sostanze e tecniche differenti: possono essere impiegati gli enzimi pectolitici, in grado di sciogliere le pareti cellulari che contengono le sostanze desiderate, inoltre, può essere utile effettuare la macerazione durante la fermentazione, poiché il progressivo aumentare della gradazione alcolica permette una maggiore solubilizzazione dei composti fenolici. La maturazione fenolica contribuisce anche all'evoluzione aromatica del vino; i tannini e gli antociani si combinano con altri composti durante la fermentazione e l'invecchiamento, influenzando così il successivo profilo aromatico. Sulla base di quanto appena detto, una buona gestione della maturazione fenolica si traduce in uve di alta qualità, che possono poi dar vita a vini più complessi e piacevoli al palato, dove la quantità e il tipo di polifenoli presenti nelle uve è di importanza fondamentale.

I polifenoli sono delle sostanze presenti nella buccia degli acini e nei vinaccioli. A questa classe appartengono i tannini (sostanze antiossidanti che conferiscono un sapore astringente al vino), i flavoni e gli antociani (responsabili della colorazione dei vini). Se le uve sono lasciate maturare un po' più a lungo, aumenta la componente fenolica che contribuisce a rendere il vino più strutturato e ricco di tannini. La maturazione fenolica rappresenta il momento in cui la concentrazione di tali sostanze nell'uva è al suo massimo. La terza tipologia di maturazione è definita *aromatica*; essa indica il momento in cui le uve presentano la massima concentrazione di composti aromatici (come terpeni, esteri, aldeidi, metossipirazine, norisoprenoidi), i quali conferiscono differenti sfumature: queste ultime dipendono largamente dal tipo di varietà che è presente in campo: i sentori possono richiamare note fruttate, aspetti floreali, diverse spezie, certi vegetali, persino pietre minerali, note di sostanze tostate o addirittura fumose. La loro concentrazione varia in base a diversi fattori, che dipendono dal clima e dal terreno: un'adeguata esposizione solare permette di sintetizzare meglio i relativi composti, mentre eccessive piogge compromettono gli stessi a causa di un'eccessiva diluizione. Svolge un ruolo altrettanto incisivo la tipologia di vigneto scelto, infatti, i vigneti si possono dividere in tre grandi categorie: vigneti *aromatici*, con *potenziale aromatico*, e non *aromatici*. I primi, manifestano gli inebrianti aromi anche in campo, permettendo, a grandi linee, di delineare il profilo del prodotto che si otterrà, anche se subirà svariate modifiche per via delle innumerevoli azioni che avvengono durante le fasi di vinificazione. Il secondo è caratteristico dei vitigni che inizialmente non presentano alcun aroma. La loro presenza viene avvertita nel momento in cui, una volta conclusa la vendemmia e trasportate le uve in cantina per avviare i processi di vinificazione, entrano in gioco i lieviti che tendono a scindere le molecole di glucosio per ricavare energia. Questo avviene perché i suddetti composti si trovano in forma *glucosidata* con altre molecole, vale a dire che sono legati a molecole glucidiche, le quali non permettono alle prime di esprimersi. L'azione dei lieviti permette la scissione di questi composti, consentendo alle molecole aromatiche di essere libere e avendo un peso molecolare più basso, anche di essere volatili, quindi facilmente percepibili. In base a quanto detto, però, si evidenzia una problematica, le alte temperature: per la loro estrema volatilità, temperature medio-alte causano la loro ascesa verso l'atmosfera, rischiando così di disperdersi e di non ritrovarsi nel prodotto finale. L'ultima tipologia di vitigno, riguarda quelli che, per via di caratteristiche genetiche, chimiche ed operazionali, non posseggono sentori aromatici. Le uve di questi vitigni presentano un leggero decorso per quanto riguarda il periodo di maturazione, rispetto alle altre varietà: esse tendono a focalizzarsi più su caratteristiche come l'acidità e la freschezza, a discapito dei sentori trattati poc'anzi. Questi vitigni di solito offrono vini più freschi e leggeri, con un profilo organolettico più semplice, spesso caratterizzati da note di frutta, acidità e minerali piuttosto che da bouquet elaborati. Essi risultano più versatili, facili da abbinare ad una vasta gamma di piatti e situazioni gastronomiche, a differenza di vitigni con spiccati e complessi sentori aromatici. L'accumulo di sostanze aromatiche nelle bucce tende ad aumentare durante la maturazione, per poi diminuire se questa viene prolungata. Un'ultima variante di maturazione è rappresentata dalla *maturazione tecnologica*; è il momento ottimale per la raccolta e la vinificazione, individuato misurando la concentrazione delle sostanze determinanti per la vinificazione. Essa non è una vera e propria fase di maturazione, bensì è necessaria al viticoltore e propedeutica per il tipo di prodotto che si vuole ottenere; Se si vuole ottenere un vino bianco, caratterizzato da una spiccata acidità, la maturazione tecnologica si

presenterà anticipatamente rispetto alla maturazione fisiologica, perché il momento ottimale per vendemmiare è anticipato, quando le uve presentano una percentuale di acidi maggiore.

Figura 16: Accumulo dei fenoli e antociani in relazione al periodo di raccolta



(Fonte: Bautista-Ortín, Ana & Fernandez-Fernandez, I & López-Roca, José & Gomez-Plaza, Encarna, 2006, *The effect of grape ripening stage on red wine color*. *Journal International des sciences de la vigne et du vin*. 40. 15-249)

Viceversa, se l'obiettivo enologico prevede la produzione di un vino rosso con un'alta gradazione alcolica, la maturazione tecnologica non sarà più in corrispondenza delle prime fasi, bensì tenderà dopo la maturazione fisiologica, ovvero quando le uve presentano il massimo grado zuccherino. Cruciale è il miglior rapporto tra la concentrazione di zuccheri e degli acidi contenuti all'interno nell'uva. All'avvicinarsi della maturazione gli zuccheri aumentano e gli acidi diminuiscono, soprattutto l'acido malico (che conferisce un sapore particolarmente aspro). Qualora si volesse ottenere un vino spumante bianco, si adotta una vendemmia anticipata così da ottenere un mosto con un tasso di acidi fissi maggiore. Se invece si vuole ottenere un mosto più ricco di zuccheri, da cui ottenere vini a maggiore gradazione alcolica, occorre lasciare maturare per più tempo le uve prima di vendemmiare.

4.2 - LA VENDEMMIA

La vendemmia è uno dei momenti cruciali nella produzione del vino, in cui l'uva, coltivata in vigna durante tutto l'anno, viene raccolta e portata in cantina per iniziare il processo di vinificazione, che, con la fermentazione alcolica degli zuccheri contenuti negli acini maturi, trasformerà il mosto in vino. Questa pratica è una delle tradizioni agricole più antiche e significative, ha radici che si perdono nella notte dei tempi. Le prime testimonianze della vendemmia risalgono a oltre 10.000 anni fa, nella regione della Mezzaluna Fertile, l'attuale Medio Oriente. In queste zone, la raccolta dell'uva era parte integrante di cerimonie religiose, un ringraziamento alle divinità per i doni della terra. Nell'antica Grecia, la vendemmia era celebrata con riti religiosi dedicati a Dioniso, il dio del vino e dell'ebbrezza. Infine, nell'antica

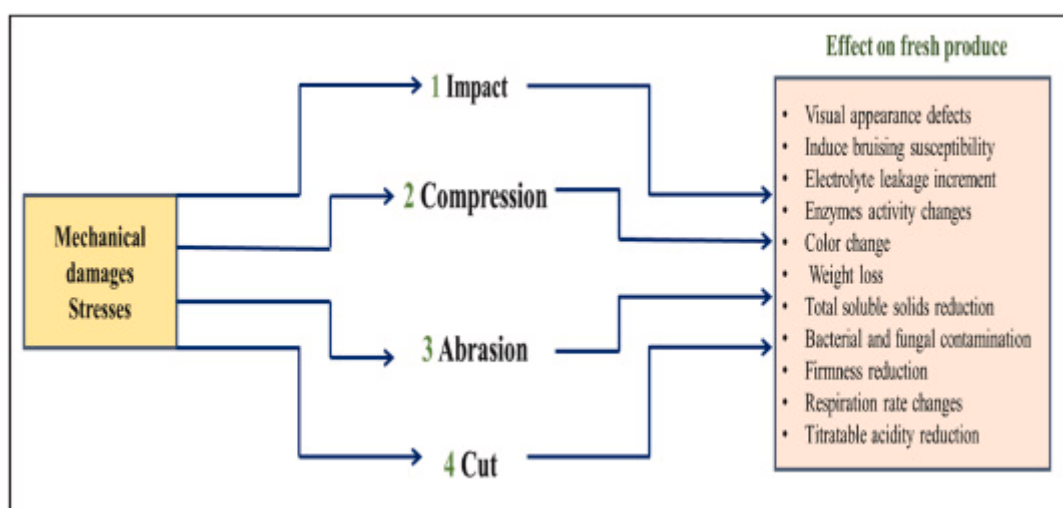
Roma il 19 agosto si celebrava la festa delle "Vinalia Rustica", in onore di Giove. Questo evento segna l'inizio della vendemmia, un momento sacro e conviviale che riuniva le comunità. La raccolta avveniva a mano e l'uva veniva pigiata in apposite vasche. La vendemmia, quindi, è un rito che si è evoluto nel tempo, ma che ha sempre mantenuto il suo significato fondamentale: celebrare il legame tra l'uomo, la terra e il dono del vino.

4.3 - TRASPORTO

Il trasporto delle uve in cantina successivo alla vendemmia è una delle fasi più delicate della vinificazione, in grado di condizionare in larga misura il prodotto finale. Una catena di trasporto non attenzionata è uno dei fattori principali responsabili di una diminuzione della qualità. Indistintamente dalla filiera che il prodotto dovrà percorrere, una produzione, che presenta danni meccanici causati da un trasporto non conforme, provoca delle perdite in termini economici, incrementa la possibilità di sviluppare difetti visivi e compromette la qualità finale del prodotto designato. Bisogna porre l'attenzione su diversi aspetti, al fine di evitare spiacevoli inconvenienti; Un primo fattore da considerare è la durata del trasporto: essa deve essere il più breve possibile, al fine di evitare fenomeni come fermentazioni spontanee a carico di organismi selvaggi. Nello specifico, la fermentazione spontanea riguarda l'avvio delle attività fermentative da parte dei microrganismi presenti naturalmente sulle uve. Nella quasi totalità dei casi, non si conoscono i consorzi microbici che sono presenti sulle uve al momento della vendemmia, e che rendono imprevedibili i fenomeni a cui le uve possono incorrere. Sarebbe opportuno che il vigneto e la struttura adibita alla trasformazione delle uve fossero poco distanti tra loro, al fine di evitare fenomeni spiacevoli come quelli citati precedentemente. Recentemente, degli studi condotti in Medio Oriente hanno verificato l'impatto delle vibrazioni dei veicoli adibiti al trasporto delle uve sulle stesse. Gli stress che vengono esercitati sui prodotti possono provenire da fonti diverse, ad esempio un'inadeguata ammortizzazione del veicolo, eventuali cadute da ripiani sopraelevati e, come già accennato, dalle vibrazioni. I problemi più riscontrati nelle uve trasportate sono lacerazioni superficiali, abrasioni, e fuoriuscita di polpa. Durante il trasporto, non agisce una tipologia unica di forza, ma ne sono presenti diverse, che si possono riassumere in tre diverse categorie: forze da *compressione*, *abrasione* e *taglio*, riunite sotto un'unica categoria definita forze da *impatto*. Le forze d'impatto possono alterare svariate caratteristiche del prodotto appena raccolto, come peso, compattezza, perdita di elettroliti dalla buccia, colore e attività enzimatiche. La *compressione* del prodotto è l'inconveniente che avviene più spesso e che provoca più danni. La compressione ha vari effetti sulla struttura dei tessuti e sugli attributi fisico-chimici dei frutti. Il distacco e l'ammaccatura dell'uva sotto la forza di compressione tendono a provocare la deformazione e la morte delle cellule. Una maggiore compressione dei frutti comporta un maggiore attrito tra gli stessi, causando un'azione *abrasiva* capace di lacerare. Questa azione è maggiore durante i trasporti effettuati a grande velocità e determina la disgregazione delle cellule epidermiche, aumentando la perdita di umidità, colore e sostanze fenoliche. Ne consegue che la shelf-life del prodotto, sarà drasticamente ridotta. Nel caso in cui le uve siano destinate alla vinificazione, un altro problema è determinato dall'eccessiva ossidazione, che rappresenta una concreta sfida se l'obiettivo che l'enologo si è posto prevede la produzione di un vino bianco. Le forze di taglio possono verificarsi quando i prodotti

freschi vengono ruotati o spinti contro il bordo tagliente delle unità di supporto. Questi tagli, oltre a ridurre il peso medio dei frutti, aumentano esponenzialmente il rischio di contaminazione batterica dei medesimi. Nelle uve, questo rischio è maggiormente associato alle proliferazioni fungine. In media, i frutti che riportano danni meccanici presentano un rischio 400 volte maggiore di sviluppare problematiche, rispetto ai frutti integri (Fadini, 2016). Relativamente ai danni da vibrazione, la gravità degli stessi è direttamente proporzionale alla durata e all'intensità della sollecitazione.⁴⁰ Un'accortezza in grado di minimizzare questi danni appena trattati è il corretto posizionamento delle casse e la loro capienza: è opportuno disporre le casse di raccolta in modo uniforme, al fine di non lasciare spazi vuoti che potrebbero permettere il movimento delle stesse, riducendo la possibilità di lesioni meccaniche. Oltretutto, se la massa d'uva presente nelle casse è eccessiva, il peso degli acini posti in superficie eserciterebbe una non trascurabile pressione agli acini posti nella parte basale: ciò potrebbe causare problemi legati alle forze di compressione trattate poc'anzi.

Figura 17: Tipologie di danni fisici con le relative conseguenze



(Fonte: *Mechanical damage of fresh produce in postharvest transportation: Current status and future prospects*, Trends in Food Science & Technology, Volume 124, 2022, Pages 195-207)

In base a quanto trattato, si evince che il corretto trasporto delle uve post operazioni di vendemmia sia di fondamentale importanza per evitare di incorrere in problematiche difficilmente gestibili, le quali andranno ad alterare la qualità finale del prodotto desiderato, e a creare un certo impatto dal punto di vista economico nel tentativo dell'operatore di ovviare agli spiacevoli inconvenienti tramite trattamenti mirati. Inoltre, un trasporto rapido, sicuro ed efficiente del prodotto permette di preservare i naturali aromi e le caratteristiche organolettiche delle uve stesse.

⁴⁰ MAI AL-DAIRI, PANKAJ B. PATHARE, RASHID AL-YAHYAI, UMEZURUIKE LINUS OPARA, *Mechanical damage of fresh produce in postharvest transportation: Current status and future prospects*, Trends in Food Science & Technology, Volume 124, 2022, Pages 195-207, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.018>.

CAP. 5 - VINIFICAZIONE (GENERALE)

La vinificazione è un grande mondo di pratiche enologiche, aggiornate alle correnti tecnologie, con l'obiettivo di ottenere il vino: una bevanda derivante dalle uve che presenta una certa gradazione alcolica, sentori aromatici, una certa acidità ed un complesso bouquet. L'attuazione dei vari processi di vinificazione richiede una vasta gamma di conoscenze, abbinate al coraggio di sperimentare nuove tecniche. La scienza che si occupa di queste trasformazioni è l'enologia, per mezzo dell'enologo, figura professionale che si occupa di determinare l'obiettivo desiderato, coordinare le varie operazioni e decidere l'ordine delle stesse. I prodotti ottenibili dall'insieme di questi processi sono innumerevoli, ma sono tutti caratterizzati da una serie di fasi successive alla vendemmia. A seguire, verranno trattate le tecniche principali imprescindibili per ogni produzione enologica, con un occhio di riguardo alle loro applicazioni.

La prima fase successiva alla vendemmia è la pigiatura. Essa consiste nella pressatura meccanica delle uve al fine di ottenere il mosto, ovvero un miscuglio di polpa e succo d'uva. Un tempo, la pigiatura veniva effettuata con l'ausilio dei piedi, ma al giorno d'oggi, con l'avanzare delle tecnologie, si preferiscono altri metodi di estrazione. I macchinari disponibili in commercio sono diversi: possono essere a rulli, a cilindri dentati, manuali o pneumatici. Secondo gli ultimi studi in merito, il miglior tipo di pressatura è a carico della pressatrice pneumatica, che, tramite l'ausilio di una membrana gonfiabile, spinge gli acini verso le pareti esterne, comprimendoli; in questo modo, si avrà un prodotto delicato, non eccessivamente ricco di sostanze e, sicuramente, di tannini, un componente che ha un certo rilievo, che verrà trattata in seguito. Realisticamente, la miglior tecnica per la pigiatura rimane l'utilizzo dei piedi da parte degli operatori, ma questo comporta elevate spese di manodopera. Spesso, la fase di pigiatura viene associata ad un'altra importante operazione: la diraspatura; essa consiste nella rimozione dei raspi, più comunemente conosciuti come i "rami" del grappolo d'uva. I raspi tendono ad avere un elevato contenuto in tannini, una sostanza protettiva, ma che conferisce una particolare astringenza al vino, a causa della sua tendenza a creare legami con le proteine salivari del consumatore. Quindi, nella ricerca di un vino non eccessivamente astringente, la diraspatura è una tecnica altamente consigliata. Da qui in poi ci si imbatte in opportunità diverse: in base al prodotto che si vuole ottenere, le fasi delle vinificazioni sono diverse: se l'obiettivo mira ad un vino rosso, verranno intraprese delle tecniche diverse rispetto all'ottenimento di un vino bianco. La scelta di differenti tecniche enologiche non varia solo in base al tipo di prodotto che si vuole ottenere, ma anche in base alla situazione iniziale dei frutti: una loro compromissione comporta l'applicazione di pratiche diverse, che altrimenti non verrebbero effettuate in assenza di problematiche. Dopo questa prima fase, avviene solitamente la fase che caratterizza l'intero processo, ovvero la fermentazione. In questa fase, l'operato dei lieviti, microrganismi presenti naturalmente sulle uve, prende forma: essi trasformano gli zuccheri contenuti all'interno dei frutti in alcool etilico. La quantità di alcool prodotto è direttamente proporzionale alla quantità di zuccheri presenti nelle uve e quindi nel mosto. È possibile stimare il grado alcolico finale, attraverso un coefficiente di conversione pari a $\times 0.6$, il quale va moltiplicato alla quantità di zuccheri che presentano gli acini al momento della vendemmia. Il calcolo del coefficiente in questione, deriva dai prodotti del metabolismo fermentativo dei lieviti: teoricamente, dalla trasformazione di 1 grammo di esoso (glucosio o fruttosio), il 60% (0,60 gr.) diventano alcool etilico e la restante parte, il

40% (0,40 gr.) si trasforma in CO₂. Non tutti i lieviti fermentativi sono uguali: più specie di lieviti collaborano allo svolgimento di questo processo. Generalmente, la fermentazione può essere condotta da lieviti definiti “selvaggi”, ovvero naturalmente presenti sulle uve, oppure da lieviti “starter”, ognuno dei quali presenta i suoi pro e contro. Sommariamente, i lieviti starter permettono di ottenere un prodotto sicuro, poiché i lieviti inoculati dall’operatore sono stati selezionati, sono conosciuti e sono altrettanto note le loro esigenze, il che si traduce in un basso rischio di errore. Contrariamente, l’utilizzo di lieviti selvaggi è molto più rischioso, poiché non si conoscono i ceppi che svolgeranno la fermentazione. Tuttavia, un prodotto ottenuto da lieviti starter risulterà standardizzato, mentre un vino ottenuto da lieviti indigeni è irriproducibile ed esprime al massimo le caratteristiche di quella zona.⁴¹ La fermentazione può essere fatta in presenza delle vinacce, ovvero il residuo solido della pigiatura, per ottenere un vino ricco di colore, strutturato e con un complesso aromatico molto marcato. D’altro canto, la stessa fermentazione può essere effettuata in assenza delle vinacce; questa pratica è caratteristica dei vini bianchi, i quali, come trattato poc’anzi, non devono presentare il colore delle uve, ma piuttosto devono tendere verso il giallo paglierino. Dopo che la fermentazione alcolica si è conclusa, è arrivato il momento di separare le parti solide del mosto dalla parte liquida, ormai diventata vino fiore. Questo processo prende il nome di svinatura, effettuato tramite travaso del liquido in un altro recipiente adatto. Solitamente, al vino fiore, ovvero il vino ottenuto dalla fermentazione alcolica, viene aggiunto il vino di pressa, ovvero il vino ottenuto dopo aver pressato le vinacce, ancora cariche di liquido, in appositi macchinari. Il vino di pressa presenta delle caratteristiche uniche: tende ad essere più concentrato in polifenoli, è più scuro e la sua struttura è più rigida. In seguito, viene effettuato l’affinamento del vino, una fase estremamente importante, la quale consente al vino di sviluppare le sue caratteristiche e tratti unici. Contemporaneamente all’affinamento, non è raro che vengano effettuate delle operazioni di stabilizzazione, volte a rendere il prodotto stabile e sicuro una volta commercializzato. A tal proposito, sono frequenti situazioni in cui i vini si presentano stabili durante le operazioni in cantina, mentre una volta commercializzati sviluppano dei difetti, visivi o organolettici. Terminato l’affinamento e l’eventuale stabilizzazione, avviene un’ultima fase, prima di immettere il prodotto nel mercato enologico: l’imbottigliamento. Questa fase gioca un ruolo fondamentale: la scelta della bottiglia, del tappo, dell’etichetta e di altri parametri influenzeranno il risultato finale. Questa fase ha un forte impatto dal punto di vista psicologico del consumatore, il quale, inconsciamente, assocerà una certa qualità al tipo di *packaging* che il prodotto presenta. Di norma, il recipiente deve presentare un colore scuro, al fine di evitare alterazioni causate dalla luce solare. Relativamente ai tappi che vengono utilizzati, essi non sono tutti uguali, ma variano per caratteristiche, qualità e fascia di prezzo. Possono essere di sughero, plastica, vetro, perfino di alluminio e a corona. I tappi migliori sono quelli di sughero definiti *monopezzo*, ovvero derivanti da un pezzo unico di quercia da sughero. Essi ricoprono il primo posto in termini di qualità grazie alla loro naturale presenza di micropori, che permettono delle micro-ossigenazioni del vino con l’ambiente esterno, favorendo una maggiore complessità aromatica. La selezione del giusto tappo è un aspetto

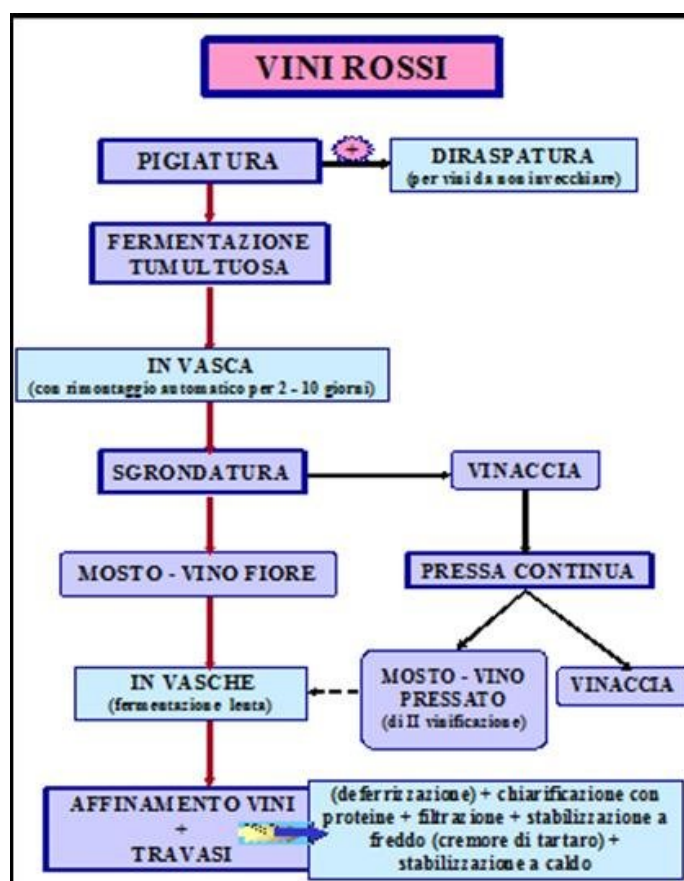
⁴¹ LEGODI, L.M.; LEKGANYANE, M.A.; MOGANEDI, K.L.M. MORULA TREE: From Fruit to Wine through Spontaneous Fermentation and the Potential of Deriving Other Value-Added Products. Processes 2022, 10, 1706. <https://doi.org/10.3390/pr10091706>

estremamente importante, in quanto potrebbe indurre, come sopra detto, un miglioramento delle caratteristiche del vino.

5.1 - VINIFICAZIONE IN ROSSO

La vinificazione in rosso è una particolare tipologia di vinificazione, che prevede l'ottenimento di un vino generalmente con un colore tendente al rosso scuro. A differenza della vinificazione in bianco, questa viene effettuata in presenza delle vinacce, ovvero l'insieme di tutti i sottoprodotti derivati dal processo di pigiatura. Tendenzialmente, i vini rossi hanno una maggiore popolarità rispetto ai vini bianchi, soprattutto perché il consumo di questa tipologia di vino è radicata nelle colture di molte popolazioni.

Figura 18: Diagramma di flusso della vinificazione in rosso



(Fonte: Diagramma-a-blocchi-della-tecnologia-di-vinificazione-per-la-produzione-di-vini-rossi, ReserchGate)

Una principale differenza, rispetto alla sua controparte in bianco, è rappresentata dalla possibilità di ottenere un vino rosso solamente da varietà di uve a bacca rossa, appunto; questo è determinato dal fatto che la caratteristica colorazione del vino deriva esclusivamente dai pigmenti, particolari cellule caratteristiche del colore di molte sostanze, presenti nelle bucce. Ne consegue che è possibile ottenere un vino bianco sia da uve aventi una epicarpo di colore bianco o di colore rosso, semplicemente escludendo gli stessi dai processi di vinificazione, mentre è possibile ottenere un vino rosso solamente da varietà aventi la

membrana esterna ricca di pigmenti rossi, poiché sono quelle che conferiscono il colore. Questo tipo di vino ha origini antichissime: possono essere fatte risalire all'epoca dei Greci e dei Romani, per la celebrazione di attività ed eventi speciali. Tornando indietro e analizzando la sua diffusione, le prime tracce dell'utilizzo di questa bevanda risalgono al 6000 a.c., successivamente acquista notorietà nella cultura egizia (4000-2000 a.c.), per poi arrivare nelle terre dell'Impero Fenicio, che diffusero la pratica della viticoltura in tutto il Mediterraneo, giungendo poi ai nostri antenati più vicini, Greci e Romani. Questi Ultimi svilupparono nuove tecniche di vinificazione, così ottenendo un prodotto ben definito e specifico. In relazione ad un periodo di grande impatto nella storia, il consumo di vino durante l'epoca del Rinascimento subì ulteriori variazioni: i monaci cristiani erano i principali detentori del patrimonio viticolo; si occupavano non solo della coltivazione della vite, ma anche dei vari processi di vinificazione, facendo notevoli progressi in questi ambiti e applicando in modo consoni la tecnica dell'invecchiamento, una sfumatura della vinificazione che assume un'importanza significativa nell'ottenimento di un prodotto di qualità. Successivamente all'epoca rinascimentale, passando per l'età moderna e contemporanea, la scienza dietro alla produzione di vino ha fatto enormi passi avanti: basti pensare al XVII secolo, dove la scoperta del tappo di sughero e delle bottiglie di vetro migliorò la conservazione del vino rosso, oppure al XIX secolo, periodo in cui la viticoltura scientifica ha permesso di selezionare varietà di uve e affinare le tecniche di fermentazione.⁴²

Il vino si espanse in tutto il mondo: al giorno d'oggi, il vino rosso è prodotto in tutto il mondo, con eccellenze in Francia, Italia, Spagna, Argentina, Cile e Stati Uniti. Sicuramente un aspetto del vino rimane inalterato in tutte le epoche in cui esso è protagonista: il quotidiano consumo. Sia che si parli di antichi imperi o di moderne colture, il consumo di questa bevanda internazionale non è diminuito, anzi, tende ad aumentare. I consumatori odierni preferiscono un prodotto di elevata qualità pur sacrificando alcuni parametri, come il contenuto alcolico.

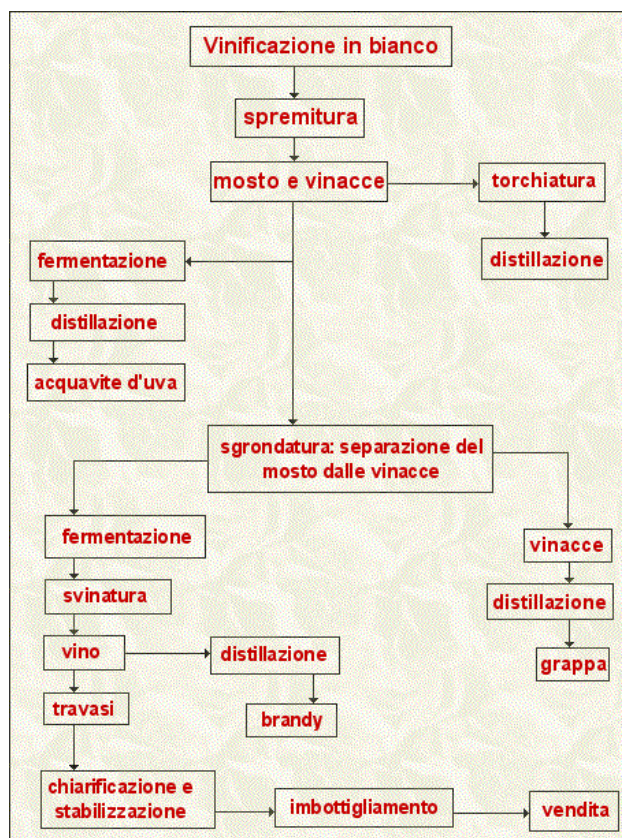
5.2 - VINIFICAZIONE IN BIANCO

Questo tipo di vinificazione ha una storia più recente rispetto alla precedente. Anticamente le tecnologie vitivinicole erano rudimentali e la fermentazione avveniva generalmente con le bucce, dando vita a dei vini ricchi di colore. Solamente grazie al miglioramento delle tecniche in campo e in cantina si è potuta sviluppare una vinificazione più mirata, permettendo la realizzazione di prodotti alternativi. Dati alla mano, l'aumento della produzione di vini bianchi risale al Medioevo, grazie all'invenzione di torchi più efficienti per la pressatura delle uve e ad una separazione rapida del mosto dalle bucce. Per di più, già nel XIX e XX secolo, tecniche come il controllo della temperatura durante la fermentazione e miglioramento delle stesse, hanno reso possibile, oltre all'ottenimento di un prodotto più specifico, un'ulteriore espansione mondiale. Una delle principali differenze della vinificazione in bianco rispetto a quella in rosso riguarda il grado di maturazione delle uve; per questo tipo di vinificazione si

⁴² SOLEAS, GEORGE J., ELEFThERIOS P. DIAMANDIS E DAVID M. GOLDBERG. *"Il vino come fluido biologico: storia, produzione e ruolo nella prevenzione delle malattie"*. Journal of clinical laboratory analysis 11.5 (1997): 287-313. <https://doi.org/10.2478/s11536-007-0048-9>

preferiscono unità che presentino un grado di acidità maggiore. Per questo motivo, la vendemmia viene anticipata di qualche settimana proprio per garantire quanto appena detto. Il mosto ottenuto per produrre un vino bianco è più soggetto a fenomeni di ossidazione; l'ossigeno infatti, è generalmente considerato come il nemico principale del vino, anche se in certe quantità è fondamentale.

Figura 19: Diagramma di flusso della vinificazione in bianco



(Fonte: SpazioPrever: dalla vite al vino)

I mosti bianchi, e quindi i vini, sono molto sensibili all'ossidazione, il che li renderebbe più scuri a causa dell'imbrunimento, ovvero dell'ossidazione di particolari molecole che diventeranno *melanine*, le stesse molecole che rendono più scura la pelle umana. Questa maggiore sensibilità è data dall'assenza dei composti fenolici presenti nelle bucce degli acini, i quali svolgono un'azione protettiva nei confronti del mosto. Per ovviare a questo problema, viene somministrato un composto oramai indispensabile in enologia, anche se negli ultimi anni si cerca di ridurne l'utilizzo, in quanto danno per la salute umana: l'anidride solforosa (SO₂), che verrà trattata meglio in seguito.

PARTE SECONDA

CAP. 6 - IL CLIMA SICILIANO

In questa piccola, ma estremamente variegata isola, il clima rappresenta una caratteristica introvabile nelle altre parti del mondo: la coniugazione tra correnti marine, latitudine, fauna e flora, permette la formazione di una terra pressoché priva di difetti, luogo ideale sotto svariati aspetti. Il clima siculo è caratterizzato da estati calde e secche, da inverni miti e piovosi. Le temperature possono facilmente superare, nel periodo estivo, i 35°C nelle zone più interne, mentre nelle zone costiere, le alte temperature sono in parte mitigate dalle innumerevoli brezze marine. Durante gli inverni miti, nelle zone limitrofe del mare si scende raramente sotto i 10°C, sempre grazie all'azione mitigatrice del bacino mediterraneo; nelle zone più interne, non è raro imbattersi in ampie nevicate, soprattutto nelle Madonie, sui Nebrodi e sull'Etna, regina di questa terra. Le precipitazioni si concentrano nei periodi invernali, principalmente focalizzate nel settentrione. Nel meridione sono più frequenti episodi di siccità ed aridità. Il vento gioca un ruolo fondamentale nel costituire il clima siciliano: il maestrale trasporta correnti d'aria fresche dalle zone europee, mentre lo scirocco, originario del Sahara, può innalzare le temperature riducendo l'umidità generale.⁴³ Il sottile equilibrio del clima della nostra isola, negli ultimi anni sta venendo meno a causa del cambiamento climatico: repentini cambi di temperatura, alluvioni, periodi di estrema e prolungata siccità sono all'ordine del giorno. In particolare, un fenomeno specifico attanaglia non solo quest'isola, ma molte estensioni terriere sparse nel globo: la *desertificazione*. Esso rappresenta un processo ambientale, caratterizzato da un costante impoverimento del suolo, perdita di biodiversità sia animale che vegetale e lenta ma imperterrita trasformazione dell'ambiente e delle terre, ormai sterili, in deserto. Ogni anno, circa 4,18 milioni di chilometri quadrati, principalmente concentrati in Asia ed Africa, ma anche in Italia, Spagna, Stati Uniti e in molti altri Stati, sono soggetti a fenomeni di estrema desertificazione. Questa può essere considerata sia la causa che la conseguenza del cambiamento climatico: temperature maggiori e diminuzioni delle piogge comportano la morte di molte piante; un terreno privo di vegetazione tende a rilasciare elevate quantità di anidride carbonica, contribuendo al riscaldamento globale. Essa rappresenta un problema ambientale significativo che influisce sulle risorse naturali, sulla biodiversità e sull'economia dell'isola. I cambiamenti climatici globali hanno un impatto diretto sul clima locale, e sono causa di temperature più elevate e di una diminuzione delle precipitazioni.

⁴³ INCARBONA, ALESSANDRO, ZARCONI, GIUSEPPE, AGATE, MAURO, BONOMO, SERGIO, STEFANO, ENRICO, MASINI, FEDERICO, RUSSO, FABIO AND SINEO, LUCA. "A multidisciplinary approach to reveal the Sicily Climate and Environment over the last 20 000 years" Open Geosciences, vol. 2, no. 2, 2010, pp. 71-82.
<https://doi.org/10.2478/v10085-010-0005-8>

Figura 20: Carta delle aree più soggette a desertificazione

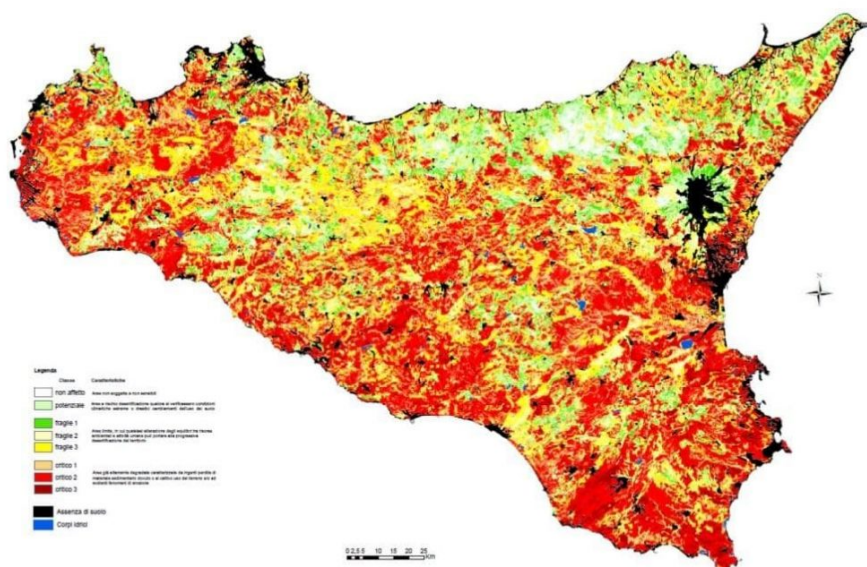


Figura 3-34 Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione.

(Fonte: *MeteoWeb, Allarme desertificazione in Sicilia: il 70% dell'Isola è a rischio*)

Eventi meteorologici estremi, contribuiscono ulteriormente alla degradazione dei terreni. L'essere umano, in tutto ciò, ricopre anche un certo ruolo, determinante nell'accentuare questo fenomeno: pratiche agricole non sostenibili, come l'uso eccessivo di pesticidi e fertilizzanti, la sovrapproduzione e la monocultura, hanno impoverito il suolo. L'abbandono delle terre agricole, a causa dell'urbanizzazione e della migrazione, ha portato alla perdita di copertura vegetale, riducendo ulteriormente la capacità del suolo di trattenere l'acqua. La spontanea vegetazione presente sul territorio, ha sempre sortito un effetto benefico, tra cui la riduzione dell'erosione superficiale; con un'eccessiva pratica di disboscamento per creare terreni edificabili, il fenomeno dell'erosione contribuisce attivamente alla perdita di nutrienti e alla degradazione generale delle terre. La coltivazione di qualsiasi specie è diventata estremamente complessa a causa dei fattori sopra citati; molti coltivatori, cercando di ovviare al problema, hanno spostato le loro attività in prossimità del simbolo di questa terra: l'*Etna*. I suoi terreni, situati a maggiore altitudine, garantiscono una temperatura più bassa e moderata, rispetto alle zone costiere e dell'entroterra. Nel corso degli anni, le innumerevoli eruzioni vulcaniche hanno contribuito a formare un terreno estremamente ricco, variegato e fertile. La cenere vulcanica, ricca di nutrienti, arricchisce il terreno e offre condizioni favorevoli per la crescita di diverse specie vegetali. Al maestoso vulcano, si deve anche il titolo di eccellente regolatore delle risorse idriche. Le foreste montane e le aree verdi presenti sul vulcano funzionano come paratie naturali, trattenendo l'acqua piovana e rallentando il deflusso. Questo processo aumenta l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, contribuendo alla ricarica delle falde acquifere e creando microclimi favorevoli per la vegetazione. L'*Etna* si innalza non solo come un baluardo della terra, ma anche come un faro di speranza nel contrasto alla desertificazione. È un amico che ci insegna a rispettare il suolo, ad apprezzare le risorse che ci offre e a riunirci intorno a una causa comune: la custodia della vita e la rigenerazione della terra, un tempo estremamente ricca e caratteristica, ormai succube di cambiamenti distruttivi. Relativamente al commercio e alle attività svolte nelle zone limitrofe del noto cratere attivo,

esse traggono vantaggio dalla qualità del suolo vulcanico. L'attività vitivinicola nei pressi di questo incredibile vulcano è in larga espansione: il numero di attività vitivinicole è in grande aumento, molte delle quali, principalmente caratterizzate dalla produzione di vini che richiamano l'incredibile espressività del territorio, ma anche da un'importante produzione di uva da tavola, destinata al pronto consumo. Nel 2024, il numero di cantine è salito a 209, solo 35 di esse producono oltre 50.000 bottiglie l'anno.⁴⁴ Questi dati evidenziano una crescita costante del settore vitivinicolo etneo, caratterizzato da una prevalenza di piccole aziende.

CAP. 7 - IL NOSTRO ISTITUTO

L'Etna, con la sua straordinaria biodiversità e il suolo vulcanico ricco di nutrienti, rappresenta non solo un'importante risorsa naturale in Sicilia, ma anche un ambiente ideale per l'educazione e lo sviluppo della viticoltura.

La nostra scuola rappresenta l'unica istituzione storica che forma professionisti tecnici del settore con competenze, conoscenze e capacità: è l'Istituto di Istruzione Superiore "Filippo Eredia". L'Istituto vanta una storia più che centenaria. Realizzato vent'anni dopo l'Unità d'Italia, nasce con Regio decreto nel 1881, e nel 1884 diviene una delle quattro scuole in tutto il territorio nazionale a fregiarsi del titolo di Regia Scuola per l'enologia e la viticoltura. Cominciata la sua attività come "Scuola di Viticoltura ed Enologia", la quarta dopo quelle di Conegliano, Avellino e Alba, la "Scuola enologica" è divenuta poi "Scuola agraria media" e successivamente "Istituto Tecnico Agrario con specializzazione per la viticoltura e l'enologia". Essa, grazie ai vari possedimenti terrieri, offre gli strumenti per applicare "praticamente" quanto imparato tra i banchi.

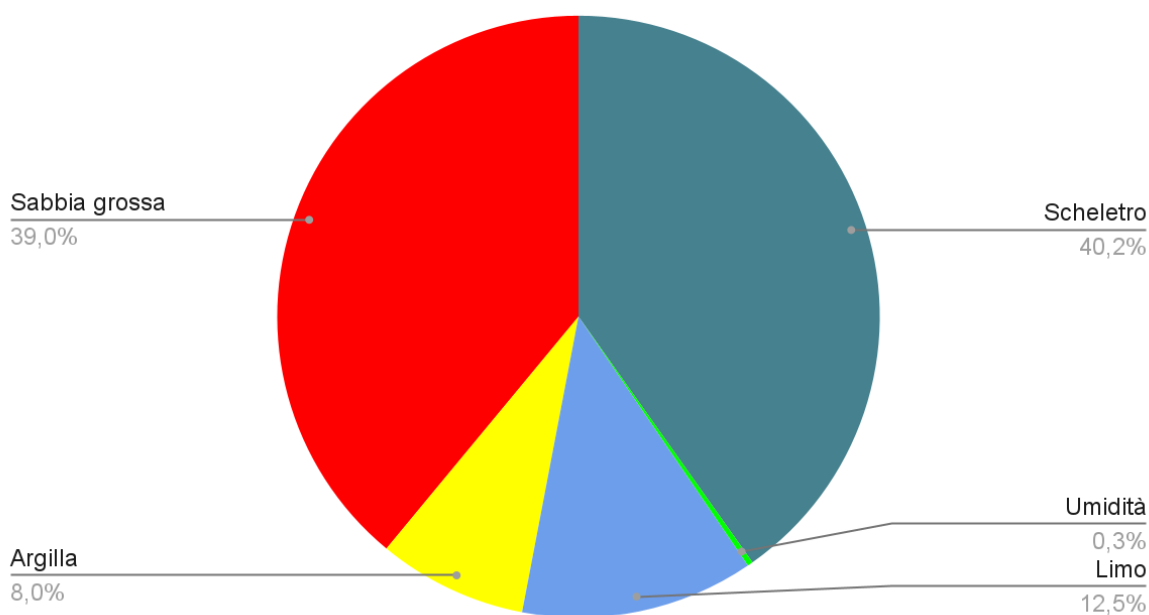
Si inserisce perfettamente in questo contesto favorevole, poiché mira a formare professionisti in grado di valorizzare e sfruttare le potenzialità uniche delle terre etnee. Di recente, l'Istituto in questione ha stipulato un contratto con un'azienda viticola che ha sede proprio sui territori etnei, precisamente nella zona di Nicolosi. Il suolo di quest'area è di origine vulcanica e si è formato attraverso secoli di attività eruttiva dell'Etna. Questa origine conferisce al terreno una struttura sciolta e altamente drenante, essenziale per evitare ristagni idrici e garantire una crescita equilibrata della vite. Uno degli aspetti più interessanti del suolo etneo è la sua incredibile variabilità, con strati di ceneri, lapilli e basalti che si alternano tra loro, creando microambienti con caratteristiche uniche. Questa eterogeneità si riflette nel vino, il quale possiede una marcata mineralità e una firma territoriale ben riconoscibile, che diventa concreta e ritrovabile nella formazione di vari sentori aromatici, che richiamano la pietra focaia, la grafite e svariate note sapide. Un altro elemento chiave è la forte escursione termica tra il giorno e la notte, tipica delle zone vulcaniche. Nelle ore diurne, le temperature possono essere elevate, favorendo l'accumulo di zuccheri, mentre di notte scendono drasticamente, causando il rallentamento del metabolismo della pianta e preservando la freschezza degli acini. Questo fenomeno si traduce in vini con profumi intensi di frutta e fiori, un buon equilibrio tra zuccheri e acidità, e un'ottima predisposizione all'invecchiamento. Le vigne situate nelle zone più elevate nel territorio di Nicolosi beneficiano di un'altitudine superiore ai

⁴⁴ GAMBERO ROSSO, *Vittorio Ferla. Etna, troppi piccoli produttori: Cantina co-working?*, 5 settembre 2024, <https://www.gamberorosso.it/notizie/notizie-vino/etna-troppi-piccoli-produttori-cantina-co-working/>

700 metri, un fattore che incide sulla maturazione delle uve. Le temperature più fresche rispetto alle zone di pianura rallentano il processo di maturazione, permettendo una maggiore sintesi di composti aromatici e preservando l'acidità naturale del frutto. Particolarmente indicata è quindi la produzione di vini bianchi, prodotti che devono presentare un'acidità marcata e ben riconoscibile. L'incredibile coincidenza di fattori permette, quindi, la creazione di un prodotto unico nel suo genere che coniuga in modo serrato un'acidità viva e vibrante, una mineralità spiccata, un profilo aromatico estremamente complesso ed articolato, nonché un'eleganza senza eguali. Sono state effettuate delle analisi aggiornate al mese corrente, che evidenziano che il vasto fondo terriero è caratterizzato da un terreno con un'elevata percentuale di scheletro (40,2%) con una ridotta umidità (0,3%). Il terreno tende ad essere prevalentemente sabbioso (39%), con una presenza media di limo (12,5%) ed una minima della componente argillosa (8%). Ciò indica la predisposizione del suolo ad evitare fenomeni di ristagno idrico prevenendo possibili attacchi fungini e problematiche relative all'asfissia radicale. Allo stesso tempo però, sono più probabili fenomeni di stress idrico causati dalla scarsa ritenzione della componente acquosa.

Figura 21: Ripartizione delle componenti fisiche del terreno d'interesse

Analisi del terreno



Il fondo è adibito esclusivamente alla coltivazione della vite, dove è presente un reliquario composto da più di quaranta varietà speciali, le quali non sono però oggetto di produzione e successiva vinificazione, ma rimangono solo oggetto di studio. Per la gestione delle operazioni colturali, esse sono state affidate agli alunni dell'indirizzo agrario dell'Istituto citato in precedenza e a svariati ragazzi del carcere minorile di Acireale, una zona non molto distante dall'ubicazione del fondo rustico, al fine di garantire, da un lato, la conservazione delle innumerevoli varietà speciali, dall'altro, di dare a questi ragazzi la possibilità di

reinserirsi in società, comprendere il valore del lavoro e visualizzare, per poi intraprendere, il giusto percorso da seguire per una vita onesta ed appagante nel rispetto della società.

Figura 22: Svolgimento di alcune operazioni agronomiche nel terreno d'interesse



Questa ampia *banca di varietà* non è casuale: l'obiettivo è quello di utilizzare le stesse come mezzo puro di propagazione nel territorio, salvaguardando la biodiversità e stimolando la produzione di prodotti differenti. Invece, le varietà maggiormente presenti nel fondo rustico, indirizzate alla produzione di vino rosso sono *Nerello Mascalese* e *Nerello Cappuccio*, mentre per la produzione di vino bianco le varietà maggiormente coltivate sono *Inzolia* e *Minella Bianca*. Anche qui, la loro scelta non è per nulla casuale: esse, sono varietà autoctone e fanno parte del ricco patrimonio ampelografico che l'isola ospita, contribuendo alla tipicità e unicità dei vini dell'isola. Il sistema di allevamento utilizzato per tutte le varietà è il *cordone speronato*, che si è dimostrato particolarmente vantaggioso per la coltivazione delle varietà autoctone, come quelle elencate poc'anzi. Per rendere meglio il concetto, il *Nerello Mascalese*, come le altre varietà, è piuttosto vigoroso, di conseguenza necessita di un sistema di allevamento in grado di equilibrare la crescita vegetativa e la produzione di frutti. Il cordone speronato, caratteristico per la sua potatura corta, limita l'eccessivo sviluppo della chioma, permettendo di concentrare le energie della pianta sulla maturazione dei grappoli. Questo porta alla formazione di frutti più equilibrati, con una migliore concentrazione di zuccheri, acidità e composti aromatici, fondamentali per la qualità dei vini dell'Etna DOC. I vigneti etnei sono spesso coltivati su terrazzamenti a diverse altitudini, caratterizzati da terreni sciolti, drenanti e ricchi di sostanze minerali; il cordone speronato presenta una spiccata adattabilità in queste condizioni grazie al portamento contenuto della vite, che facilita la gestione del suolo e l'accesso alle risorse idriche, evitando sprechi e migliorando la resilienza delle piante nei periodi più siccitosi. Rispetto ad altri sistemi di allevamento, il suddetto sistema rende più semplici e rapide molte operazioni agronomiche, come la potatura, la sfogliatura e la vendemmia. Questo è un vantaggio soprattutto nei vigneti etnei, dove predomina, indisturbato, il lavoro manuale. La regolarità della struttura permette anche una

migliore esposizione ai raggi solari e una aerazione ottimale dei grappoli, riducendo il rischio di malattie fungine come la botrite.

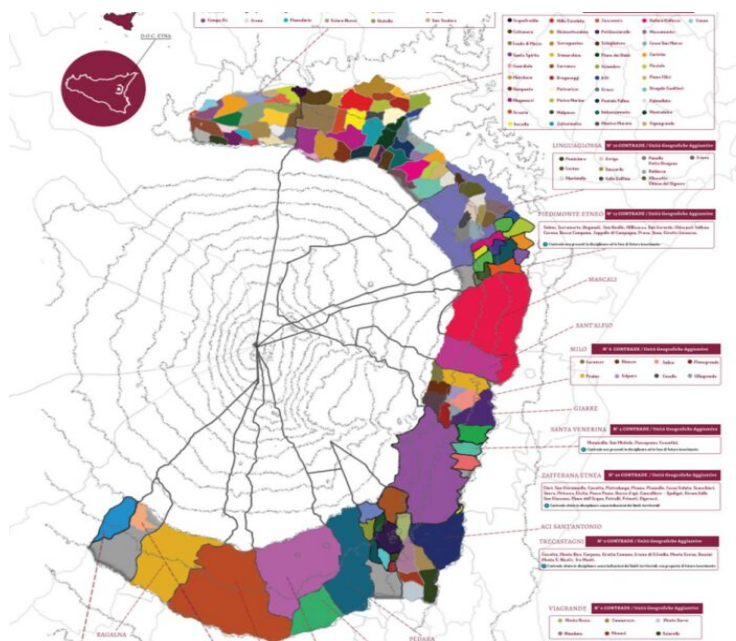
Figura 23: Fenomeno dell'invaiaitura nel sistema Guyot nel fondo rustico trattato



Inoltre, nell'eventualità di fenomeni ventosi, la sua particolare struttura, gli permette di resistere agevolmente a questo tipo di fenomeno. Si conferma quindi, un sistema di allevamento strategico, in quanto si sposa perfettamente con i concetti di qualità, adattabilità e sostenibilità: la sua capacità di equilibrare la produzione, ottimizzare la maturazione dell'uva e resistere alle condizioni ambientali difficili lo rende un elemento chiave per la valorizzazione delle varietà autoctone dapprima descritte. Relativamente alle diverse varietà, esse sono state innestate su un unico tipo di portinnesto, che, dopo una lunga serie di considerazioni e prove in campo, è risultato essere il migliore: il portinnesto PAULSEN 1103. Come trattato in uno dei primi capitoli, la scelta del portinnesto non è mai casuale: esso, come già esplicito, rappresenta non solo il collegamento pianta-terreno, ma è anche un elemento di fondamentale importanza, poiché influenza sensibilmente aspetti come la produzione, l'adattabilità e l'aspetto quali-quantitativo della pianta stessa, trasferendo le sfumature, tipicità ed odori di un territorio direttamente nel prodotto finale. A supporto di queste affermazioni, nel 2023 è stato condotto uno studio che vedeva il suddetto portinnesto messo a paragone con un'altro molto famoso poichè largamente utilizzato: il portinnesto denominato S04. Lo studio sottolinea come le viti fossero influenzate in larga parte dall'utilizzo di un portinnesto piuttosto che di un altro. Ovviamente, per rendere il paragone veritiero, le viti risultano essere tutte coetanee ed immerse nello stesso terreno, quindi esposte agli stessi rischi e benefici. La ricerca ha provato che il portinnesto PAULSEN 1103, ha influenzato l'intera pianta: i germogli presentavano una maggiore rapidità nella crescita, i frutti erano più grandi e la resa

media complessiva era maggiore.⁴⁵ Esso rappresenta la scelta migliore, perché permette la massima espressione della mineralità presente nel territorio etneo. In particolare, il suddetto portinnesto è largamente utilizzato poichè presenta un'eccellente compatibilità con diverse varietà, permettendo così una certa flessibilità nella scelta delle cultivar da innestare. Ulteriore valore aggiunto è la grande capacità di adattarsi a climi aridi, definiti da zone con scarso e/o assenti risorse idriche, fattori che sembrano essere mitigati dall'Etna, ma che lentamente, continuano la loro espansione. Di certo non trascurabile è la resistenza alla salinità, fattore che influenza enormemente l'attività radicale; questo portinnesto esprime una certa adattabilità in presenza di terreni con concentrazioni di composti salini più o meno elevate. Citando un ulteriore pregio, il seguente portinnesto presenta una certa resistenza a svariati fattori biotici ed abiotici. In riferimento ai fattori biotici, esso è particolarmente resistente a svariate malattie, tra cui: *Botrite*, *Fillossera*, *Marciume radicale*, *Flavescenza Dorata*. In relazione ai fattori abiotici, invece, si adatta molto bene alle condizioni pedo-climatiche, citate precedentemente, che il territorio presenta. I numerosi portinnesti quindi, gestiscono in maniera vera e propria l'interfaccia suolo-atmosfera, assicurando alla coltura il giusto apporto nutritivo e idrico, fattori che influenzano la longevità della coltura, nonché la qualità e la quantità della produzione. Il prodotto ottenuto dalla minuziosa analisi dei precedenti fattori, richiama l'eleganza del territorio, nonché la sua unicità rispetto alle produzioni concorrenti. Il vino marchiato Etna DOC/DOCG presenta caratteristiche non riproducibili in altre zone, definite da una mineralità, una freschezza e una struttura irripetibile. Tuttavia, le tipologie di vini prodotte dal nostro Istituto non godono delle varie denominazioni di qualità, poiché esse impongono che tutti i processi della vinificazione delle uve vengano svolte nella zona circoscritta dal Disciplinare di Produzione.

Figura 24: Aree annesse al Disciplinare di Produzione Etna Doc



(Fonte: massimolentsch, *Le Contrade dell'Etna: un microcosmo sensoriale*)

⁴⁵ PRŽIĆ, ZORAN, NEBOJŠA MARKOVIĆ, AND I. L. I. Č. ISIDORA. "influence of the rootstock p1103 and so4 on the biological characteristics of the cabernet sauvignon variety." "Annals of the University of Craiova-Agriculture Montanology Cadastre Series" 53.1 (2023): 248-256. <https://doi.org/10.52846/aamc.v53i1.1469>

Le varie operazioni di produzione vengono svolte nell'Istituto stesso, data la presenza di una cantina adibita alla vinificazione. Sfortunatamente, l'ubicazione della scuola non ricade nella zonazione circoscritta del Disciplinare di Produzione. Ciò però non squalifica i vini prodotti dall'Istituto, i quali presentano i profumi, gli aromi, le sensazioni e la cultura di un territorio che presenta una storia più che millenaria.

7.1 - VINIFICAZIONE: IL METODO ISTITUZIONALE

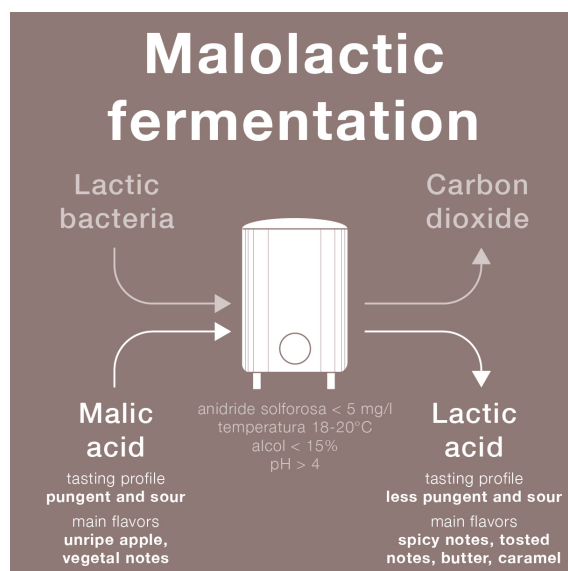
Superato il quadro generale della vinificazione, è ora opportuno esaminare più da vicino i processi specifici adottati nella nostra scuola. Prima di addentrarsi in cantina, è bene attenzionare come la vendemmia viene effettuata dal nostro Istituto. Sia per la produzione di vini rossi che bianchi, la vendemmia, viene eseguita manualmente per garantire che la pianta non subisca stress, problematica tipica dei vigneti dove la vendemmia è a carico di macchinari automatizzati, i quali una volta programmati, eseguiranno in breve tempo il compito assegnatogli, a prescindere dalla pianta che incroceranno sul loro percorso. Intraprendere la vendemmia manuale, invece, richiede sicuramente più tempo, ma permette all'operatore di rapportarsi con la pianta, di analizzare e capire quale sia il taglio più corretto da effettuare per ognuna di esse. Operando in tal maniera, ci preoccupiamo di preservare la qualità dell'uva. Questa metodologia consente di selezionare con attenzione i grappoli, evitando di danneggiare gli acini. Inoltre, si preferisce svolgere la raccolta durante le ore più fresche della giornata (all'alba o al tramontare del sole), perché il calore potrebbe compromettere la salute degli acini e le loro caratteristiche organolettiche. Dopo la raccolta, il trasporto dell'uva verso la cantina avviene in tempi molto rapidi. Questo aspetto è fondamentale per prevenire problematiche già discusse in un precedente capitolo, come l'ossidazione, abrasioni o lo sviluppo di muffe, che potrebbero influenzare negativamente il processo di vinificazione. Così, una gestione attenta e tempestiva di ogni fase assicura la massima qualità del vino fin dal suo inizio. Come già accennato, la nostra scuola si occupa della produzione di vino bianco e di vino rosso. Entrambi, seguono uno sviluppo differente, proprio a causa delle spiccate differenze tra loro; partiremo col narrare innanzitutto la vinificazione in rosso, procedendo in seguito a esaminare il processo di vinificazione in bianco.

7.1.1 - IL ROSSO SCOLASTICO

Una volta raccolte le uve rosse, fase avvenuta tardivamente, proprio per accentuare l'accumulo di zuccheri, polifenoli e composti aromatici, esse giungono in cantina. Il primo processo che viene attuato, descritto anche precedentemente, è la pigia-diraspatura; i rulli del macchinario presentavano uno spazio inferiore ad 1 centimetro, consentendo una pressatura decisa ma soffice, mirata all'estrazione delle sostanze desiderate. Successivamente, il prodotto ottenuto è stato travasato in vasca per effettuare una macerazione. La durata della macerazione è stata di circa due settimane, per consentire la completa estrazione delle sostanze presenti nelle bucce, mentre la temperatura è stata costantemente monitorata e mantenuta a circa 18°C. Preventivamente, è stata somministrata una bassa dose di metabisolfito di potassio (SO₂ sotto forma di sale), circa 2 g/hL, che, grazie ai suoi principi

attivi, evita fenomeni di ossidazione.⁴⁶ In questo caso, la bassa dose di prodotto è giustificata dalla presenza delle sostanze polifenoliche, che svolgono naturalmente l'azione antiossidante altamente ricercata. Contemporaneamente all'aggiunta di SO₂, è stato impiegato un tannino a base di proantocianidine, fondamentale per aumentare la stabilità cromatica e per preservarla. Una volta terminata la fermentazione, è occorsa la svinatura, per rimuovere il vino fiore dai residui solidi in esso sospesi, anche in questa fase, è stata somministrata una leggera dose dei tannini poc'anzi citati, circa 7 g/hL. Una volta svinato il prodotto, il progetto enologico non prevedeva un'ulteriore somministrazione di SO₂, al fine di far avvenire la fermentazione malo-lattica, fondamentale per decarbossilare l'acido malico in acido lattico, riducendo così l'acidità totale del vino e fornendogli la giusta morbidezza e rotondità. Una volta iniziata questa particolare fermentazione, dopo circa 2-3 giorni, è stato effettuato il primo travaso, finalizzato all'eliminazione delle fecce grosse di lieviti (che avendo concluso le loro operazioni, vanno incontro a morte), aggregazioni tanno-proteiche, residui di bucce e vinaccioli, di coadiuvanti enologici trattati inizialmente e dei sali formati dalle interazioni acido-base, principalmente a carico dell'acido tartarico e degli elementi minerali come il potassio. Tuttavia, questi ultimi continuano a formarsi anche dopo il primo travaso, quindi occorre prestare attenzione alla loro manifestazione, in quanto possono causare imperfezioni non solo gustative, ma anche visive. Per assicurarsi di mantenere stabili le componenti cromatiche del vino, si è proceduto con un'ulteriore aggiunta del particolare tannino descritto precedentemente, nelle medesime quantità. In questa fase, si è atteso che la fermentazione malo-lattica, che è durata circa due settimane, giungesse al termine. Ci si può rendere conto del termine della fermentazione malolattica quando non si intravedono più le bolle di CO₂ sulla superficie, causate dalla volatilizzazione del gruppo carbossilico sopra citato.

Figura 25: Schema esplicativo della FML



(Fonte: juicegrape.com, *A Guide to Malolactic Fermentation*)

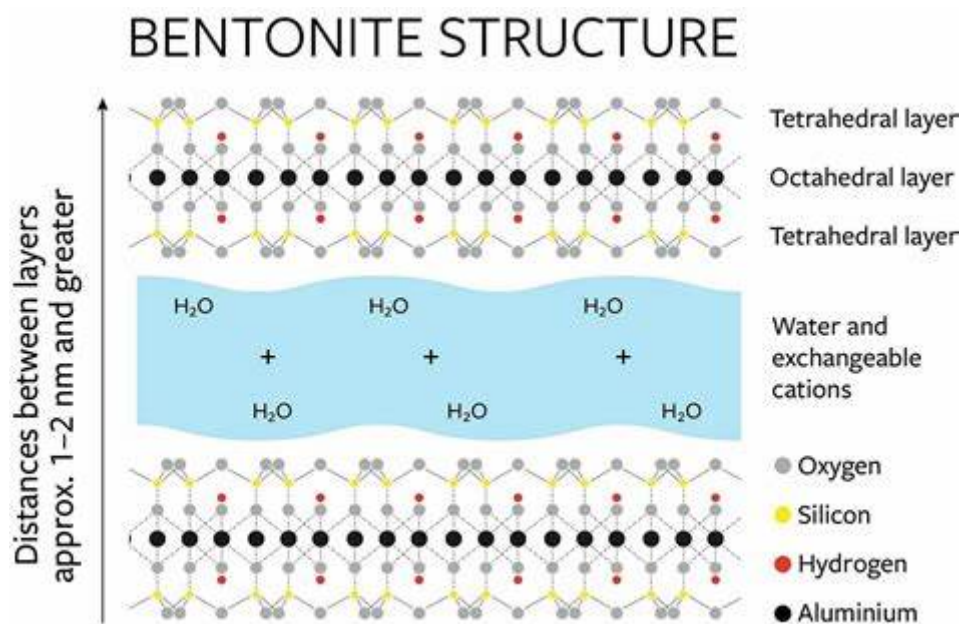
⁴⁶ L'SO₂, anche conosciuta come anidride solforosa in ambito chimico, e come E 220 nell'industria alimentare, è ampiamente utilizzata grazie alle sue capacità di preservare il prodotto in cui viene immessa; svolge un'azione antiossidante, proteggendo le sostanze sensibili del prodotto, ossidandosi al posto loro; un'azione antisettica, rendendo inabitabile l'ambiente circostante ai microrganismi; un'azione antiossidativa, andando a inibire gli enzimi che causano i fenomeni ossidativi. Nel vino, gli enzimi inibiti dall'SO₂ sono: la polifenolossidasi, la laccasi e la tirosinasi, tutti responsabili dell'ossidazione dei polifenoli, imbrunimento del colore e di fattori di instabilità.

Successivamente, è stato necessario effettuare un ulteriore travaso, mirato non solo all'eliminazione delle ultime fecce grossolane, ma anche alla rimozione di quelle più fini; esse sono composte dai corpi, ormai in decomposizione, dei batteri e lieviti, i quali sono fautori di odori sgradevoli come note solo forate o fecciose. Oltre a questi aspetti, il travaso permette di omogeneizzare il vino: dopo la fermentazione malolattica, infatti, la distribuzione dell'acido lattico e di altri composti può non essere uniforme. Separando il vino dalle fecce e mescolandolo delicatamente, si ottiene un prodotto più equilibrato. Al fine di massimizzare l'efficacia del travaso, è stato ritenuto opportuno impiegare dei prodotti enologici come la gelatina, che mira ad aumentare la flocculazione dei solidi sospesi, e la bentonite, che grazie alla sua carica elettrica negativa, è in grado di assorbire e precipitare proteine instabili, contribuendo alla stabilità proteica del vino, fungendo da chiarificante e rendendo più chiaro il profilo cromatico del prodotto. Questo è anche il momento ideale per una leggera solfitazione, procedura che è stata prontamente attuata somministrando circa 1 g/hL, di metabisolfito di potassio, che corrisponde a 5 mg/L di SO₂ libera, utile per prevenire ossidazioni e contaminazioni microbiologiche. Adesso, le strade che si potrebbero percorrere sono svariate, a partire dall'affidamento, per elevare ancor di più le caratteristiche organolettiche del prodotto. L'interesse della produzione Istituzionale, però, ha previsto un percorso diverso per il vino appena ottenuto: l'interesse mirava alla produzione di un vino giovane, pronto da degustare. Proprio per questo, dopo quest'ultimo travaso seguito da una leggera solfitazione, si è proceduto con l'imbottigliamento. Questa fase è di fondamentale importanza, in quanto costituisce l'alloggio finale del vino; ne consegue che è di estrema importanza fare in modo che non avvenga nessun fenomeno (come rifermentazione, sviluppo di odori sgradevoli) in grado di pregiudicare la qualità del prodotto finale. Previo imbottigliamento, al fine di garantire la massima stabilità del prodotto, sono state effettuate diverse analisi dei componenti presenti, finalizzate a scongiurare possibili problemi futuri. In particolare, sono stati verificati la stabilità tartarica, per prevenire precipitazioni indesiderate in bottiglia, a causa delle reazioni trattate precedentemente, e la stabilità proteica, fondamentale per prevenire composti sospesi che causano torbidità. Inoltre, è stata effettuata l'analisi dei livelli di solforosa libera e totale, così da rientrare nei limiti legali, preservare la salute del consumatore ed assicurare un'adeguata protezione del prodotto, senza eccedere nei dosaggi. Infine, è stata eseguita una filtrazione per rimuovere eventuali microrganismi indesiderati e garantire una maggiore purezza del vino. Per la conservazione ottimale del prodotto, si è scelto di utilizzare bottiglie di vetro spesse e di colore scuro, utili a proteggere il vino dalla luce, preservando le caratteristiche organolettiche. Data l'importanza di questa fase, è stato fondamentale eseguire l'imbottigliamento in condizioni ottimali, riducendo al minimo il contatto con l'ossigeno per evitare fenomeni di ossidazione o rifermentazione che potrebbero compromettere la qualità del prodotto finale. Come sistema di chiusura, si è optato per un tappo di sughero monopezzo, caratterizzato da un'ottima qualità, che garantisce una buona tenuta ed evita ossidazioni indesiderate, oltre a permettere delle micro-ossigenazioni tra il vino e l'ambiente, consentendo quindi uno sviluppo maggiore delle complessità dei singoli componenti.

7.1.2 - IL BIANCO SCOLASTICO

Una volta trattati i processi di vinificazione del vino rosso, è tempo di trattare quelli per ottenere un vino bianco con una forte struttura e che richiami il contesto in cui le uve, protagoniste indiscusse, si sono formate. La produzione del nostro vino bianco inizia con una vendemmia effettuata precocemente dell'uva, una scelta mirata a preservare freschezza e acidità, elementi fondamentali per ottenere un prodotto equilibrato e vivace. Dopo la vendemmia, le uve, trasportate in istituto, vengono sottoposte ad una pigiadiraspatura soffice, effettuata con rulli con una distanza di circa 1 cm, per garantire un'estrazione delicata, ma efficace, del mosto senza compromettere la qualità delle bucce. Il mosto ottenuto viene trasferito nella vasca di raccolta inferiore della pressa, la quale è a camera aperta, quindi molto esposta e vulnerabile a fenomeni ossidativi. A tal proposito, per prevenire queste complicazioni, è stato aggiunto un leggero quantitativo di metabisolfito di potassio, nella dose di 4 g/hL.⁴⁷ Una volta trasformate tutte le uve in mosto ed adeguatamente solfitate, avviene il loro trasferimento in vasca, dove si procede con la chiarifica statica pre-fermentativa⁴⁸, che prevede l'aggiunta di gel bentonitico, un additivo ampiamente utilizzato, che cattura i solidi sospesi facendoli precipitare, nella quantità di circa 10 g/hL.

Figura 26: Struttura della bentonite, che grazie alla sua carica negativa, si lega ai cationi.



(Fonte: ScottLab, Clarification and Heat/Protein Stabilization)

Inoltre, è stata effettuata l'aggiunta del PolyMust Nature, un polisaccaride prodotto da una nota industria enologica, che si lega alle catechine, data la sua spiccata capacità di creare

⁴⁷ Il dosaggio dell'SO₂, sotto forma di sale o in forma molecolare, varia in base a diversi fattori: qualità delle uve, se danneggiate, è ottimale optare per un dosaggio maggiore al fine di evitare proliferazioni microbiche ed ossidazioni e viceversa. La quantità da somministrare varia anche in base al pH delle uve al momento della vendemmia, infatti, il pH del mosto tenderà ad essere quello presente nelle uve. PH più bassi, caratteristici di uve raccolte precocemente, hanno una maggiore azione inibitoria nei confronti dei microbi, rispetto a delle uve molto mature. Data la naturale acidità che esse presentano, non è necessario, dunque, somministrare grandi quantità di SO₂.

⁴⁸ La chiarifica prefermentativa ha come obiettivo di rimuovere i solidi sospesi, i residui delle operazioni precedenti e soprattutto mira all'eliminazione di tutti quei composti negativi presenti, che con l'avvenire della fermentazione alcolica, a causa della produzione di alcool, diventeranno più solubili, complicando non poco la loro futura rimozione.

legami con vari composti fenolici facilitandone la precipitazione, stabilizzare le proteine e compattare in maniera decisa le fecce presenti nell'ambiente in cui opera. Dopo una notte di riposo, per assicurarsi che i prodotti precedentemente somministrati facciano effetto, il vino viene travasato per eliminare i sedimenti accumulati. A questo punto, si arriva al nucleo di tutta la vinificazione, ovvero alla fermentazione alcolica. Per essere sicuri di ottenere un prodotto regolare, stabile e garantito, tale processo viene condotto attraverso l'impiego di lieviti selezionati. Il processo si è protratto per circa 10 giorni, ad una temperatura costante di 14-15°C, così da preservare al meglio gli aromi primari dell'uva. Conclusa la fermentazione, si procede con un'ulteriore chiarifica mediante bentonite, lasciata agire, anche in questo caso, per una notte, seguita da una nuova separazione dei depositi. Da questo momento in poi, il vino segue un lungo periodo di riposo invernale all'interno di vasche ermetiche, protette dall'ambiente esterno, durante il quale matura lentamente, stabilizzandosi fino alla fine di gennaio. Trascorso questo lasso di tempo, è il momento di effettuare un'ulteriore chiarifica e separazione, per affinare ulteriormente la limpidezza e la stabilità del vino. Per finire, il prodotto viene imbottigliato, pronto per essere degustato con tutta la sua freschezza e finezza aromatica. Previo imbottigliamento, era possibile accertare la complessità aromatica ed aumentare la qualità del vino attraverso un periodo di invecchiamento, ma le esigenze dell'Istituto richiedevano anche qui, un prodotto giovane, pronto da degustare. Queste sono le metodologie con le quali il nostro Istituto cerca, nel rispetto del consumatore, dell'ambiente e del prodotto stesso, di elevare le intrinseche caratteristiche che un semplice, ma quanto incredibile frutto, presenta in relazione con l'ambiente, capace di dare vita ad una delle bevande più consumate al mondo. Nonostante le varie sfide e la corrente crisi climatica che la zona, l'obiettivo rimane quello di valorizzare i prodotti della nostra terra ed esaltarne le caratteristiche, coniugando professionalità, innovazione ed inventiva, per dare vita ad un prodotto che racconta non solo la sua storia, ma quella di un'intera isola.

CAP. 8 - MARKETING ED ASPETTO PSICOLOGICO

L'acquisto di una bottiglia di vino non è mai un gesto puramente razionale, ma inconsciamente, dal consumatore, vengono fatte delle considerazioni che lo portano a scegliere un prodotto rispetto ad un altro. Il cliente è influenzato da molteplici fattori psicologici, culturali ed emozionali. Nel momento della scelta, viene guidato non solo dalla qualità intrinseca del prodotto, ma anche dai significati simbolici e dal valore percepito del vino stesso. Svariati studi sottolineano una sottile ma sostanziale connessione tra i fattori culturali, sociali ed economici nella scelta di una bevanda in particolare. I profili di consumo del consumatore è spesso descritto in termini di sesso, età, livello di istruzione e reddito mensile, e, in base alla sua situazione economico-sociale, egli è portato a scegliere un prodotto rispetto ad un altro. Questa considerazione emerge solo nei casi in cui il reddito mensile non sia sufficiente per l'acquisto di un prodotto più ricercato, causa che costringe il consumatore a ripiegare su qualcosa di più economico. Diversi studi evidenziano come la fascia di clienti maggiormente interessata all'acquisto di vino inizi a partire dai 30 anni o più, raggiungendo la percentuale più alta nella fascia di età tra i 50 e i 54 anni. Questo accade perché la maggior parte dei linguaggi di marketing finalizzati alla commercializzazione del vino sono mirati proprio a quella fascia di età, scoraggiandone velatamente l'acquisto alle

fasce di età più basse.⁴⁹ Al fine di supportare tale affermazione, si può citare la birra, un'altra bevanda che ha rilevanza mondiale. L'età media dei consumatori di birra a livello mondiale è decisamente più bassa, il consumo di questa bevanda è incentivato anche da un linguaggio di marketing più semplice e scorrevole, adatto soprattutto ai giovani.⁵⁰ Inoltre, il consumo di vino è prettamente associato a situazioni formali, eleganti e ad eventi speciali, oltre che essere un mezzo utilizzato per facilitare l'interazione sociale tra le persone. Molte persone sono disposte a spendere una somma di denaro più o meno cospicua, sempre in relazione al tipo di evento che occorre. Statisticamente è più probabile che un ipotetico consumatore acquisti una bottiglia di vino per una serata tra amici il sabato sera, piuttosto che per berla durante la settimana in famiglia.⁵¹ Il consumo di bevande come il vino, non è omogeneo in tutti i Paesi, perché le abitudini dei cittadini variano in base al contesto sociale in cui essi si trovano. Analizzando proprio queste abitudini, è interessante porre l'attenzione sulle differenze significative di consumo tra i giorni feriali ed i fine settimana, nonché sulle abitudini alimentari. Secondo vari studi condotti in Olanda, i cittadini considerano il pranzo un pasto leggero e veloce: ne consegue che il consumo di alcool durante lo stesso è poco comune. Provando a fare lo stesso studio in Portogallo, si è notato, dalle abitudini alimentari portoghesi, che il pranzo e la cena sono considerati di uguale importanza e, per questo motivo, hanno la stessa rilevanza in relazione al consumo di vino.⁵² Inoltre è emerso che il consumo di bevande varia anche in base al luogo: in Portogallo si è visto una maggiore tendenza di vino nei ristoranti a discapito delle abitazioni, mentre nei Paesi Bassi si verifica l'esatto contrario.⁵³ Nel complesso sembra che le bevande vengono scelte e consumate in base alla natura dell'occasione: il vino per i momenti speciali, rilassanti ed occasionali, mentre la birra per le occasioni informali e più energiche. Da un punto di vista sensoriale, birra e vino hanno gusti diversi e di conseguenza l'associazione da parte dei consumatori è differente in base al contesto. Ciononostante, il vino è di gran lunga la bevanda preferita per le occasioni di pasto e i bevitori di vino sono più informati sulle combinazioni di cibo e alcol rispetto ai bevitori di birra. Le svariate caratteristiche dei vini, caratterizzati da complessi aromatici, bouquet e note uniche, sono le motivazioni principali che portano il consumatore a scegliere il vino come bevanda per accompagnare i propri pasti.⁵⁴

Analizzando invece i comportamenti di acquisto, il consumatore, è portato a giustificare un elevato prezzo di un vino di alta qualità, sempre in relazione al contesto del luogo e al

⁴⁹ MINUS, S. (2003), "Contesti di consumo del vino", *International Journal of Wine Marketing*, Vol. 15 n. 2, pp. 37-46.
<https://doi.org/10.1108/eb008755>

⁵⁰ THACH, E.C. AND OLSEN, J.E. (2006), *Market segment analysis to target young adult wine drinkers*. Agribusiness, 22: 307-322. <https://doi.org/10.1002/agr.20088>

⁵¹ QUESTER, P.G. AND SMART, J. (1998), "The influence of consumption situation and product involvement over consumers' use of product attribute", *Journal of Consumer Marketing*, Vol. 15 No. 3, pp. 220-238.
<https://doi.org/10.1108/07363769810219107>

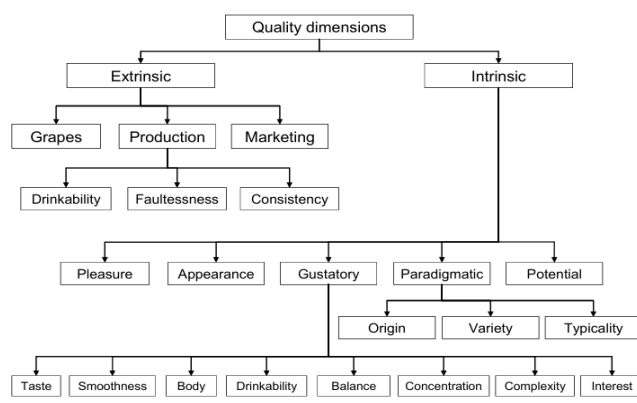
⁵² SILVA, A. P., JAGER, G., VAN ZYL, H., VOSS, H. P., PINTADO, M., HOGG, T., & DE GRAAF, C. (2017). *Cheers, proost, saúde: Cultural, contextual and psychological factors of wine and beer consumption in Portugal and in the Netherlands*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(7), 1340-1349.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2014.969396>

⁵³ SILVA, A. P., JAGER, G., VAN ZYL, H., VOSS, H. P., PINTADO, M., HOGG, T., & DE GRAAF, C. (2017). *Cheers, proost, saúde: Cultural, contextual and psychological factors of wine and beer consumption in Portugal and in the Netherlands*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(7), 1340-1349.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2014.969396>

⁵⁴ BRUWER, J., LI, E., LANG, S., & CHAUMONT, S. (2012). *Perspectives on Consumers' Attitudes to Wine's Region of Origin in a Restaurant Setting*. Journal of Foodservice Business Research, 15(3), 300-318.
<https://doi.org/10.1080/15378020.2012.706485>

coinvolgimento del prodotto stesso.⁵⁵ Ulteriore fattore che rende il vino la principale bevanda che accompagna i pasti, sono le numerose ricerche a supporto delle sue proprietà benefiche ed antiossidanti (ad esempio riguardo alla diminuzione della probabilità di contrarre malattie cardiovascolari) relative al consumo di piccole dosi, comunemente definite come “un bicchiere di vino”.⁵⁶ Ovviamente, il fattore principale che determina la scelta di un vino da parte del consumatore va attribuito alle caratteristiche organolettiche del prodotto stesso. Qualità come colore, aroma, morbidezza, acidità, corposità devono essere in simbiosi ed equilibrio tra loro, senza eccedere o risultare poco percepibili. La tendenza attuale del consumatore, sembra quella di preferire vini con una gradazione alcolica minore, ma che presentano una qualità maggiore. Il consumatore prende, inoltre, in considerazione l'identità di un vino. A livello statistico, un consumatore abituale di vino tende a preferire le specialità locali, poiché associa il vino al contesto dove ha sempre vissuto, riportando a galla svariate esperienze e ricordi, che rendono il vino una bevanda nostalgica, volta a ricordare le esperienze passate. Ha particolare rilievo la narrativa dietro un vino, spesso legata al suo luogo di produzione, che può influenzare la decisione d'acquisto. Storie sui produttori, sulla cultura locale, usanze, costumi e sulle tradizioni vinicole possono attrarre i consumatori, rendendo il prodotto più desiderabile. Le tendenze del consumo di vino sono spesso influenzate non solo dalle preferenze personali, ma anche dal contesto sociale e culturale. Gli eventi e le fiere del vino, che mettono in risalto vini di specifiche regioni, permettono di incrementare l'interesse verso quelle produzioni. Vini che raccontano la storia di un territorio, trasmettono al consumatore un senso di sicurezza ed autenticità. Da un punto di vista psicologico, una prima scelta del vino viene fatta esclusivamente su fattori estrinseci, come quelli trattati poc'anzi. I fattori intrinseci, come il gusto del vino, vengono presi in considerazione solo quando il vino viene degustato. Oltretutto, i fattori estrinseci esercitano una grande influenza psicologica, andando a modificare, per effetto placebo, il gusto di un vino.⁵⁷

Figura 27: Individuazione dei fattori nella psicologia del consumatore



(Fonte: ReserchGate, Wine quality dimensions)

⁵⁵ CHARTERS, S., & PETTIGREW, S. (2008). *Why Do People Drink Wine? A Consumer-Focused Exploration*. Journal of Food Products Marketing, 14(3), 13–32. <https://doi.org/10.1080/10454440801985894>

⁵⁶ GERMAN, J. BRUCE, AND ROSEMARY L. WALZEM. "The health benefits of wine." *Annual review of nutrition* 20.1 (2000): 561-593. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.20.1.561>

⁵⁷ ISABEL SCHÄUFELE, ULRICH HAMM, *Organic wine purchase behaviour in Germany: Exploring the attitude-behaviour-gap with data from a household panel*, *Food Quality and Preference*, Volume 63, 2018, Pages 1-11 ISSN 0950-3293, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.07.010>.

Si deve il merito anche al marketing esperienziale (degustazioni, visite in cantina, eventi), dove il consumatore si può rapportare direttamente con chi ha prodotto quel particolare vino, percependo ancor di più la sua filosofia e passione verso di esso. Il commercio mondiale del vino, con l'avvento di Internet, tende ad aumentare, soprattutto grazie all *e-commerce*, ovvero alla compravendita online di qualsiasi prodotto. Il mercato digitale e l'e-commerce hanno un'enorme influenza sulle scelte del consumatore: oggi si acquista anche basandosi su recensioni e storytelling. Non è raro infatti, imbattersi in realtà vitivinicole che grazie ai progressi di Internet e all'ascesa dei Social Media, riescono a raggiungere un pubblico sempre più ampio, ad instaurare collaborazioni con altre aziende, ad incrementare le vendite e ad esprimere meglio ciò che vogliono comunicare al consumatore, allegando a quanto scrivono nei propri blog, dei video, delle dimostrazioni oppure semplici ricostruzioni in cantina ed in campo riguardo a ciò che avviene e curiosità in merito ai prodotti commercializzati.⁵⁸ A tal proposito, l'Italia è leader nel commercio dei vini legati al territorio. Grazie a una combinazione unica di fattori che la rendono un punto di riferimento nel panorama vitivinicolo mondiale, vanta una straordinaria diversità territoriale e climatica, con suoli e microclimi estremamente variegati che permettono di produrre vini unici, capaci di esprimere al meglio le caratteristiche delle varietà e del territorio da cui provengono. Ulteriore fattore, che ha contribuito all'ascesa dell'Italia nel mercato mondiale, è il complesso e certificato sistema delle denominazioni di origine protetta come DOC, DOCG e IGT, che garantisce l'origine e la qualità dei vini, rafforzando la fiducia dei consumatori e valorizzando il legame tra prodotto e territorio. Tracciabilità e garanzia delle certificazioni, packaging e storytelling coinvolgente sono tutti criteri di selezione importanti per il pubblico. L'impegno di molte realtà italiane sparse sul territorio riguarda la sostenibilità e la produzione etica, dove il rispetto per l'ambiente ricopre una posizione predominante; è quindi, un criterio ampiamente considerato durante la selezione di un prodotto, con crescente interesse per vini biologici, biodinamici e a basso impatto ambientale. A supporto sempre del nostro Paese, è la vasta collezione di vitigni autoctoni, che comprende oltre 500 vitigni riconosciuti, i quali permettono la produzione di vini con caratteristiche uniche, che nonostante la diffusione mondiale, non sono riproducibili in altre parti, poiché il clima della nostra penisola è unico nel suo genere. Ma la qualità da sola non basta: l'Italia ha saputo raccontare e promuovere il proprio vino attraverso strategie di marketing efficaci facendo leva sulle sue tradizioni e sulla passione dei produttori. Questo modo di raccontare la produzione in una data zona, associata alla grande passione di chi esercita questo mestiere, ha catturato l'attenzione mondiale, garantendo all'Italia il primato sui vini. Le cantine moderne non vendono solo un prodotto, ma un'esperienza che racchiude storia, paesaggio e cultura locale. Analizzando la situazione nel contesto siculo, uno studio ha posto l'attenzione sulle decisioni dei consumatori in relazione alla denominazione del vino: circa la metà di essi ha espresso la propria preferenza verso il DOC, la restante metà tra DOCG e IGP, con una maggiore tendenza verso il primo. Da un questionario effettuato agli stessi consumatori, è emerso che, come descritto poc'anzi, la tendenza vira verso la scelta di un prodotto che presenti meno alcol, ma caratterizzato da una qualità superiore e da una spiccata complessità aromatica.⁵⁹ Il consumatore moderno non

⁵⁸ ICHA, OMOYZA. "Efficacia dei social network come strumento strategico per la gestione del marketing organizzativo." J Internet Bank Commer (2015): S2. <http://dx.doi.org/10.4172/1204-5357.S2-006>

⁵⁹ CANIGLIA, ELENA, MARIO D'AMICO, AND IURI PERI. "An analysis of consumers' perception of the quality of the Etna DOC wine." New Medit 7.3 (2008): 32-40 [D'Amico: Marques \(PDF\)](#)

acquista solo un vino, ma compera anche la sua storia, la sua origine, i valori che rappresenta e la passione che i produttori hanno profuso nella creazione di questo incredibile prodotto. Comunicare efficacemente la tipicità del territorio e il valore del Made in Italy è fondamentale, per rendere il vino non solo un prodotto di consumo, ma un'esperienza autentica e ricca di significato.

CAP. 9 - SCUOLA E IMPRESA: UN PUNTO PER L'INNOVAZIONE

Negli ultimi anni, grazie all'innovazione tecnologica, alle esigenze di sostenibilità ambientale e alle richieste di un mercato sempre più esigente, il settore vitivinicolo ha subito profonde trasformazioni. Spesso, però, la ricerca scientifica sviluppata negli Istituti scolastici e nei Centri accademici fatica a trovare una reale applicazione nelle aziende, creando un divario tra conoscenza teorica e pratiche produttive. I numerosi Istituti agrari sparsi nella penisola, grazie al loro ruolo formativo e alla loro connessione con il territorio, possono diventare il punto di incontro tra la ricerca e il mercato, fungendo da mediatori tra le innovazioni scientifiche e le necessità concrete del mondo imprenditoriale. Attraverso collaborazioni con aziende, progetti sperimentali e percorsi di formazione applicata, le scuole possono contribuire a creare un clima dove l'adozione di nuove tecniche agronomiche e di vinificazione predominano, migliorando la competitività del settore. Questo lavoro si propone di analizzare come gli Istituti scolastici possano farsi carico di questa sfida, promuovendo un modello di formazione integrata e sperimentazione applicata che favorisce il trasferimento di conoscenze tra scuole, ricerca e imprese. I suddetti Istituti, grazie alla loro didattica applicata, possono fungere da laboratori di sperimentazione per innovazioni tecniche e scientifiche. A conferma di ciò, l'Istituto E.Fermi-F.Eredia, non si limita alla sola produzione di vino per la commercializzazione, ma utilizza parte del prodotto per le attività didattiche sperimentali. Questo permette agli studenti di acquisire competenze pratiche e di applicare tecniche innovative. Lo stesso Istituto si impegna inoltre, a prendere contatti con attività vitivinicole sparse nelle zone limitrofe, per fornire ai suoi studenti la possibilità di conoscere le varie realtà lavorative tramite contratti di stage, tirocini o apprendistato. Questo include la possibilità di opportunità lavorative proposte direttamente dai tutor aziendali nei confronti degli studenti. Non è raro, infatti, che una volta conseguito il titolo di Perito Agrario successivo al diploma, gli appena diplomati studenti possano iniziare fin da subito a lavorare

presso l'azienda in cui hanno svolto l'attività di stage. Una delle ultime iniziative proposte dall'Istituto, si è realizzata nel novembre del 2024, tramite una Conferenza, che prevedeva l'intervento del sindaco di Catania, in compresenza del titolare di una rinomata azienda vitivinicola del catanese. La Conferenza stessa, terminò con la preziosa proposta da parte del titolare aziendale, di poter intraprendere vari percorsi di apprendistato per gli studenti del settore d'interesse. Un ulteriore fattore che stimola gli studenti degli Istituti Tecnici a stipulare dei contratti scuola-lavoro, è la necessità di effettuare un minimo di 150 ore di PCTO, ovvero dei percorsi formativi di alternanza, utili a orientare gli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori al mondo del lavoro. Il conseguimento del diploma è quindi subordinato alla certificazione di queste ore. Vi sono, inoltre, in programma delle attività in collaborazione con l'Università locale (che ha sede a Catania), finalizzate all'utilizzo di attrezzature specifiche non presenti in Istituto e a favorire la nascita di rapporti interpersonali tra studenti e laureandi. Oltre a ciò, l'Istituto E.Fermi-F.Eredia permette ai suoi alunni di poter effettuare un ulteriore anno scolastico post conseguimento del diploma: un percorso altamente tecnico e formativo, che permette di apprendere — ed applicare — tutte le operazioni che vengono svolte in cantina. È previsto un esame finale al termine del percorso di studio, il quale conferisce allo studente l'ulteriore titolo di *Enotecnico*, nuove ulteriori porte nel mondo del lavoro enologico. Proprio nel mese di marzo dell'anno corrente, si è tenuta un'ulteriore Conferenza nell'Istituto, condotta da *ConfArtigianato Catania*, un'associazione regionale, che ha esposto la concreta possibilità di poter partecipare ad un'attività Erasmus successivamente al conseguimento del diploma. Specificamente, le località menzionate sono Malta, Irlanda e Spagna, per un periodo minimo di due mesi fino ad un massimo di tre. L'iniziativa viene incontro a tutti gli studenti, in quanto l'esperienza è totalmente gratuita per loro e quindi, a carico dell'Associazione. La possibilità di effettuare l'Erasmus all'estero è un'opportunità unica nel suo genere, in quanto consente di incontrare nuove persone aventi usi e costumi differenti, di acquisire le tanto richieste *soft skills*, di affinare le proprie abilità linguistiche (con la possibilità di conseguire una certificazione) e di entrare in contatto con aziende internazionali, dove non si esclude la possibilità di trovare un'occupazione. Codesto Istituto quindi, cerca di formare nel modo migliore possibile i propri alunni, non solo con lezioni teoriche, ma anche attraverso lezioni pratiche presso le vaste estensioni di terre che gli appartengono, con l'obiettivo di inserirli nel migliore dei modi nel mondo del lavoro, permettendo l'espansione di un settore tanto grande quanto complesso, attraverso figure altamente qualificate.

CONCLUSIONI

Oggettivamente, il settore vitivinicolo si trova oggi di fronte a sfide importanti, tra cui il cambiamento climatico, la necessità di adottare strategie agronomiche sostenibili e l'evoluzione delle tecniche di vinificazione. L'analisi delle soluzioni disponibili, dalla scelta del portinnesto fino alle strategie di marketing, ha dimostrato che solo un approccio integrato e consapevole può assicurare la valorizzazione e la competitività dei vini prodotti non solo nel panorama mondiale, ma anche in territori unici come l'Etna. Il seguente elaborato, oltre a ciò, ha altresì analizzato in profondità l'identità del vino etneo, evidenziando come il terroir vulcanico influenzi le caratteristiche organolettiche del prodotto e come scienza e tradizione possano convivere per garantire qualità e innovazione. Cedendo uno sguardo alle prospettive future, è di primaria importanza continuare a investire nella sostenibilità, nell'adozione di tecnologie avanzate e nella valorizzazione delle peculiarità territoriali. Solo attraverso un costante dialogo tra tradizione e modernità sarà possibile affrontare le sfide climatiche che si riversano nel mercato globale, mantenendo intatta l'essenza e l'unicità del vino, bevanda immortale. Questo elaborato non vuole essere solo un'analisi tecnica, ma anche uno strumento per la formazione di studenti e giovani tecnici. La conoscenza condivisa è il primo passo per costruire una viticoltura più consapevole, sostenibile e innovativa.

BIBLIO/SITOGRAFIA

- ARU, V., NITTNAUS, A.P., SØRENSEN, K.M., ENGELSEN, S.B., TOLDAM-ANDERSEN, T.B. *Effects of water stress, defoliation and crop thinning on Vitis vinifera L. cv. Solaris: Part I: Plant responses, fruit development and fruit quality*. Metabolites, 2022 Apr 18;12(4):363. <https://doi.org/10.3390/metabo12040363>. PMID: 35448551; PMCID: PMC9029630
- AL-DAIRI, MAI, PATHARE, PANKAJ B., AL-YAHYAI, RASHID, OPARA, UMEZURUIKE LINUS. *Mechanical damage of fresh produce in postharvest transportation: Current status and future prospects*. Trends in Food Science & Technology, Volume 124, 2022, Pages 195-207. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.018>
- ASSOENOLOGI, 2019, “Tema del Mese: Chitina, Chitosano e Chitin-glucano”, l’Enologo N°10 (Ottobre 2019), 67-71.
- AZRA ALIKADIC, ILARIA PERTOT, EMANUELE ECCEL, CLAUDIA DOLCI, CALOGERO ZARBO, AMELIA CAFFARRA, RICCARDO DE FILIPPI, CESARE FURLANELLO. *The impact of climate change on grapevine phenology and the influence of altitude: A regional study*, Agricultural and Forest Meteorology, Volume 271, 2019, Pages 73-82. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.02.030>.
- BETZOLD, C., MOHAMED, I. *Seawalls as a response to coastal erosion and flooding: a case study from Grande Comore, Comoros (West Indian Ocean)*. Reg Environ Change 17, 1077–1087 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1044-x>.
- BRUWER, J., LI, E., LANG, S., CHAUMONT, S. *Perspectives on consumers’ attitudes to wine’s region of origin in a restaurant setting*. Journal of Foodservice Business Research, 15(3), 2012: 300–318. <https://doi.org/10.1080/15378020.2012.706485>
- BOIS, B., ZITO, S., & CALONNEC, A. (2017). *Clima vs parassiti e malattie della vite nel mondo: i primi risultati di un’indagine globale*. OENO Uno, 51(2), 133–139. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1780>.
- BOSELLI, MAURIZIO. *Assorbimento, trasporto e perdite di acqua nella vite*. Progressi in viticoltura (2016): 139-156.
- BROWN S, WADEY MP, NICHOLLS RJ, ET AL. *Land raising as a solution to sea-level rise: An analysis of coastal flooding on an artificial island in the Maldives*. J Flood Risk Management. 2020; 13 (Suppl. 1):e12567. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12567>.
- BLEVINS, D.G., DROPKIN, V.H., LUEDDERS, V.D. *Assorbimento dei macronutrienti, traslocazione e concentrazione tissutale dei semi di soia infestati dal nematode a cisti della soia e composizione elementare delle cisti isolate dalle radici*. Journal of Plant Nutrition, 1995, 18: 579-591.
- CANIGLIA, ELENA, D’AMICO, MARIO, PERI, IURI. *An analysis of consumers’ perception of the quality of the Etna DOC wine*. New Medit, 7(3), 2008: 32-40.

- CHARTERS, S., PETTIGREW, S. *Why do people drink wine? A consumer-focused exploration. Journal of Food Products Marketing*, 14(3), 2008: 13–32. <https://doi.org/10.1080/10454440801985894>
- CIRIGLIANO, P.; ESPOSITO, S.; DI GIUSEPPE, E.; CRESTI, A. *Mitigating Effect of the Sea on Temperatures Along Mediterranean Coastal Areas: The Case of the Vine Territory of the Matera DOP in Basilicata (Italy)*. *Atmosphere* 2024, 15, 1295. <https://doi.org/10.3390/atmos15111295>.
- CHARTERS, S., PETTIGREW, S. *Why do people drink wine? A consumer-focused exploration. Journal of Food Products Marketing*, 14(3), 2008: 13–32. <https://doi.org/10.1080/1045444080198589>
- DREYER, INGO, ARIELA VERGARA-JAQUE, JANIN RIEDELSBERGER, WENDY GONZÁLEZ. *Exploring the fundamental role of potassium channels in novel model plants. Journal of Experimental Botany*, Volume 70, Issue 21, 1 November 2019, Pages 5985–5989. <https://doi.org/10.1093/jxb/erz413>
- DELOIRE, ALAIN, HERNAN OJEDA, O. ZEBIC, N. BERNARD, J.J. HUNTER, ET AL.. *Influence de l'état hydrique de la vigne sur le style de vin*. Infowine, 2006, 19, n.p. (hal-02662726).
- DI FILIPPO, M., & VILA, H. (2011). *Influence of different rootstocks on the vegetative and reproductive performance of Vitis vinifera L. Malbec under irrigated conditions*. *OENO One*, 45(2), 75–84. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2011.45.2.1487>.
- DONG-YAN WAN, YE GUO, YUAN CHENG, YANG HU, SHUNYUAN XIAO, YUEJIN WANG, YING-QIANG WEN. *crispr/Cas9-mediated mutagenesis of VvMLO3 results in enhanced resistance to powdery mildew in grapevine (Vitis vinifera)*. *Horticulture Research*, Volume 7, 2020, 116. <https://doi.org/10.1038/s41438-020-0339-8>.
- FERRARI, M., MENTA, A., DI PACE, T. *Viticultura e difesa della vite*. Zanichelli, 2022, pp. 61-63.
- FRAGA, H., MALHEIRO, A.C., MOUTINHO-PEREIRA, J. AND SANTOS, J.A. (2012). *An overview of climate change impacts on European viticulture*. *Food Energy Security*, 1: 94-110. <https://doi.org/10.1002/fes3.14>.
- GREER, D.H. AND WEEDON, M.M. (2013). *The impact of high temperatures on Vitis vinifera cv. Semillon grapevine performance and berry ripening*. *Front. Plant Sci.* 4:491. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00491>.
- GERMAN, J. BRUCE, WALZEM, ROSEMARY L. *The health benefits of wine*. *Annual Review of Nutrition*, 20(1), 2000: 561-593. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.20.1.561>
- GAMBERO ROSSO, VITTORIO FERLA. *Etna, troppi piccoli produttori: Cantina co-working?* 5 settembre, 2024,

<https://www.gamberorosso.it/notizie/notizie-vino/etna-troppi-piccoli-produttori-cantina-co-working/>

GIANLUCA ATZENI, *Ecco i portinnesti che migliorano la qualità dei vini. La sorprendente scoperta che ridisegna il futuro della viticoltura*. 10 Gennaio 2025, 17:50 |. <https://www.gamberorosso.it/notizie/notizie-vino/portainnesti-m-winegraft-scoperta/>

INCARBONA, ALESSANDRO, ZARCONI, GIUSEPPE, AGATE, MAURO, BONOMO, SERGIO, STEFANO, ENRICO, MASINI, FEDERICO, RUSSO, FABIO, SINEO, LUCA. *A multidisciplinary approach to reveal the Sicily climate and environment over the last 20,000 years*. Open Geosciences, 2(2), 2010: 71-82. <https://doi.org/10.2478/v10085-010-0005-8>

ICHA, OMOYZA. *Efficacia dei social network come strumento strategico per la gestione del marketing organizzativo*. Journal of Internet Banking and Commerce, 2015: S2. <http://dx.doi.org/10.4172/1204-5357.S2-006>

JONES, G.V., WHITE, M.A., COOPER, O.R. ET AL. *Climate Change and Global Wine Quality*. Climatic Change 73, 319–343 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10584-005-4704-2>.

JONES, GREGORY V., AND ROBERT E. DAVIS. *Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France*. American Journal of Enology and Viticulture 51.3 (2000): 249-261.

KARIMI, R., ERSADI, A., REZAEI NEJAD, A., & KHANIZADEH, S. (2016). *L'acido ascorbico allevia gli effetti deleteri dello stress da freddo sulle piante di vite 'Sultana' (Vitis vinifera L.) migliorando l'attività antiossidante e la capacità fotosintetica delle foglie*. Il giornale di scienze orticole e biotecnologie, 91(4), 386–395. <https://doi.org/10.1080/14620316.2016.1162027>.

LUPO, YANIV, ET AL. *"Root system response to salt stress in grapevines (Vitis spp.): A link between root structure and salt exclusion."* Plant Science, 325 (2022): 111460. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111460>

LEGODI, L.M., LEKGANYANE, M.A., MOGANEDI, K.L.M. *Morula tree: From fruit to wine through spontaneous fermentation and the potential of deriving other value-added products*. Processes, 2022, 10: 1706. <https://doi.org/10.3390/pr10091706>

MADHUPRIYAA, D., BASKAR, M., SHERENE JENITA RAJAMMAL, T., KUPPUSAMY, S., RATHIKA, S., UMAMAHESWARI, T., ... MOHANAPRAGASH, A. G. (2024). *Efficacy of Chelated Micronutrients in Plant Nutrition*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 55(22), 3609–3637. <https://doi.org/10.1080/00103624.2024.2397019>.

MINUS, S. *Contesti di consumo del vino*. International Journal of Wine Marketing, 15(2), 2003: 37-46. <https://doi.org/10.1108/eb008755>

NADEEM, SAJID MAHMOOD, MAQSHOOF AHMAD, ZAHIR AHMAD ZAHIR, ARSHAD JAVAID, MUHAMMAD ASHRAF. *The role of mycorrhizae and plant growth*

- promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments.* Biotechnology Advances, Volume 32, Issue 2, 2014, Pages 429-448. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.12.005>.
- NIEVES-CORDONES, M., ET AL. *"Characterization of the grapevine Shaker K⁺ channel VvK3.1 supports its function in massive potassium fluxes necessary for berry potassium loading and pulvinus-actuated leaf movements."* New Phytologist, 2019, 222: 286-300. <https://doi.org/10.1111/nph.15604>
- POSSAMAI, T.; SCOTA, L.; VELASCO, R.; MIGLIARO, D. *A Sustainable Strategy for Marker-Assisted Selection (MAS) Applied in Grapevine (Vitis spp.) Breeding for Resistance to Downy (Plasmopara Viticola) and Powdery (Erysiphe Necator) Mildews.* Plants 2024, 13, 2001. <https://doi.org/10.3390/plants13142001>.
- POU, ALICIA, ET AL. *How rootstocks impact the scion vigour and vine performance of Vitis vinifera L. cv. Tempranillo.* Australian Journal of Grape and Wine Research 2022.1 (2022): 9871347. <https://doi.org/10.1155/2022/9871347>.
- PRŽIĆ, ZORAN, MARKOVIĆ, NEBOJŠA, ISIDORA, I.L.I. *Influence of the rootstock P1103 and SO4 on the biological characteristics of the Cabernet Sauvignon variety.* Annals of the University of Craiova-Agriculture Montanology Cadastre Series, 53(1), 2023: 248-256. <https://doi.org/10.52846/aamc.v53i1.1469>
- PRASAD, Y.G. AND BAMBAWALE, O.M. *Effects of Climate Change on Natural Control of Insect Pests.* Indian Journal of Dryland Agriculture Research and Development, 2010, 25(2): 1-12. <http://indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijdar&volume=25&issue=2&article=001>.
- QUESTER, P.G., SMART, J. *The influence of consumption situation and product involvement over consumers' use of product attribute.* Journal of Consumer Marketing, 15(3), 1998: 220-238. <https://doi.org/10.1108/07363769810219107>
- RAMÓN MIRA DE ORDUÑA. *Climate change associated effects on grape and wine quality and production.* Food Research International, Volume 43, Issue 7, 2010, Pages 1844-1855. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>.
- SILVA, A.P., JAGER, G., VAN ZYL, H., VOSS, H.P., PINTADO, M., HOGG, T., DE GRAAF, C. CHEERS, PROOST, SAÚDE: *Cultural, contextual and psychological factors of wine and beer consumption in Portugal and in the Netherlands.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(7), 2017: 1340-1349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.969396>
- SHI, C.; LV, X.; PENG, J.; ZHU, J.; TANG, F.; HU, L. *Methylated Biochemical Fulvic Acid-Derived Hydrogels with Improved Swelling Behavior and Water Retention Capacity.* Materials 2024, 17, 1448. <https://doi.org/10.3390/ma17061448>.
- SABBATINI, P., HOWELL, G.S. *Interazione con la marza del portainnesto ed effetti sul vigore della vite, sulla fenologia e sulla resistenza al freddo delle cultivar di uva ibride*

- interspecifiche (Vitis spp.)*. Giornale Internazionale di Scienza della Frutta, 13(4), 2013: 466–477. <https://doi.org/10.1080/15538362.2013.789277>
- SHIVAM, ET AL. *Effective pest control through natural predators: A dynamical plant–pest–predator model*. International Journal of Bifurcation and Chaos, 34.14 (2024): 2450174. <https://doi.org/10.1142/S0218127424501748>.
- SCHÄUFELE, ISABEL, HAMM, ULRICH. *Organic wine purchase behaviour in Germany: Exploring the attitude-behaviour gap with data from a household panel*. Food Quality and Preference, 63, 2018: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.07.010>
- SOLEAS, GEORGE J., DIAMANDIS, ELEFTHERIOS P., GOLDBERG, DAVID M. *Il vino come fluido biologico: storia, produzione e ruolo nella prevenzione delle malattie*. Journal of Clinical Laboratory Analysis, 11(5), 1997: 287-313. <https://doi.org/10.2478/s11536-007-0048-9>
- SANTOS, L.B., BASTOS, L.M., DE OLIVEIRA, M.F., SOARES, P.L.M., CIAMPITTI, I.A., DA SILVA, R.P. *Identificazione dei danni da nematodi sulla soia attraverso tecniche di telerilevamento e apprendimento automatico*. Agronomy, 2022, 12: 2404. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102404>
- TORREGROSA, LAURENT, ANTOINE BIGARD, AGNÈS DOLIGEZ, DAVID LECOURIEUX, MARKUS RIENTH, ET AL. *Studi di sviluppo, molecolari e genetici sulla risposta della vite alla temperatura aprono strategie di miglioramento genetico per l'adattamento al riscaldamento*. OENO Uno, 2017, 51 (2), pp.155–165. {10.20870/oeno-one.2016.0.0.1587}. {hal-01607969}.
- THACH, E.C., OLSEN, J.E. *Market segment analysis to target young adult wine drinkers*. Agribusiness, 22(3), 2006: 307-322. <https://doi.org/10.1002/agr.20088>
- VRŠIČ, STANKO, PULKO, BORUT, KOCSIS, LASZLO. *Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks*. Scientia Horticulturae, Volume 181, 2015, Pages 168-173. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.10.058>
- VAN LEEUWEN, C., SGUBIN, G., BOIS, B. ET AL. *Climate change impacts and adaptations of wine production*. Nat Rev Earth Environ 5, 258–275 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00521-5>.
- WANG, QINGMING, ET AL. *"Impact of saline water irrigation on water use efficiency and soil salt accumulation for spring maize in arid regions of China."* Agricultural Water Management, 163 (2016): 125-138. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.09.012>
- ZAMANIDIS, P.K., PASCHALIDIS, C.H., EVANGELOGIANNIS, D.I. *Genetic improvement of vine varieties with interspecific hybridization*. Евразийский Союз Ученых, 2017. №4-1 (37).
URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/genetic-improvement-of-vine-varieties-with-interspecific-hybridization> (дата обращения: 22.02.2025).

