

Sanguis Jovis  
I Quaderni

# **Il Sangiovese del futuro**

## ***Cambiamenti tra clima, vitigno, mercato***

a cura di  
**Roberto Miravalle**



**fondazione  
banfi**



Collana  
Sanguis Jovis  
I Quaderni

© 2019

**Sanguis Jovis**

**I Quaderni**

**Numero 2**

Il Sangiovese del futuro

*Cambiamenti tra clima, vitigno, mercato*

a cura di Roberto Miravalle

**©2019 Fondazione Banfi**

Castello di Poggio Alle Mura

53024 Montalcino – Siena Italy

Presidente Fondazione Banfi

Rodolfo Maralli

Direttore Editoriale

Alessandro Regoli

Project Manager Collana “Sanguis Jovis – I Quaderni”

Luca Devigili

Coordinatrice Sanguis Jovis

Chiara Naso

Registrazione Tribunale di Siena:

Autorizzazione n°1 del 3 Gennaio 2019.

Ean 9788894997019

[www.fondazionebanfi.it](http://www.fondazionebanfi.it)

Progetto esecutivo a cura di

Fausto Lupetti Editore

via del Pratello, 31 – 40122 Bologna – Italy

tel. 0039 051 5870786



**fondazione banfi**

**SANGUIS JOVIS**  
ALTA SCUOLA DEL SANGIOVESE

*Sanguis Jovis*  
I Quaderni

## **Il Sangiovese del futuro** *Cambiamenti tra clima, vitigno, mercato*

**a cura di Roberto Miravalle**



**fondazione  
banfi**



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



**fondazione  
bertarelli**



**Montalcino**  
**news**

Who.  
What.  
When.  
Where.  
Why.



**REMIT**



**AMORIM**  
CORR. COMPOSITES



**IM\*MEDIA**

**JOB DV/Studio**

**OFFICINAGRAFICA**



Management Improvement Accounting

# Indice

## Introduzione

### Il Sangiovese del futuro

**Cambiamenti tra clima, vitigno, mercato**  
di *Rodolfo Maralli*, Presidente Fondazione Banfi 9

**Climate change. La spinta per una nuova economia**  
di *Alberto Mattiacci*, Direttore Sanguis Jovis 12

**Perché una Summer School a Montalcino sul Sangiovese**  
di *Attilio Scienza*, Presidente Sanguis Jovis 20

## Prologo

**Il vino e il mito: Il Sangiovese e il mito di Dioniso**  
di *Attilio Scienza* 24

**I vitigni autoctoni: da testimonianza del passato  
a risorsa per il futuro**  
di *Attilio Scienza* 31

## PARTE PRIMA

**Sangiovese tra mito e storia**  
di *Giuseppina Mainardi* 48

**Il vitigno Sangiovese**  
di *Manna Crespan, Attilio Scienza, Riccardo Velasco* 60

**Clima e areale del Sangiovese**  
di *Luigi Mariani, Simone Orlandini, Edoardo Costantini* 66

<b>I terreni del Sangiovese: aspetti geo-pedologici</b> di <i>Edoardo Costantini</i>	98
<b>Geologia, pedologia e viticoltura toscana</b> di <i>Edoardo Costantini, Paolo Storchi</i>	103
<b>Terreni e qualità del vino</b> di <i>Edoardo Costantini</i>	108
<b>Le radici del Sangiovese: i portinnesti</b> di <i>Lucio Brancadoro, Osvaldo Failla</i>	112
<b>Il ruolo dell'apparato radicale</b> di <i>Diego Tomasi</i>	127
<b>Microbioma del suolo</b> di <i>Stefano Cesco, Raffaella Balestrini</i>	133
<b>Impatti sulla viticoltura dei cambiamenti climatici</b> di <i>Luigi Mariani, Alberto Palliotti</i>	137
<b>Influenza sui processi di maturazione del Sangiovese</b> di <i>Gian Battista Mattii</i>	143
<b>Le risposte del Sangiovese a stress abiotici</b> di <i>Stefano Poni</i>	159
<b>Stress idrico e bilancio idrico del vigneto</b> di <i>Stefano Poni</i>	165
<b>Cambiamento climatico e stress biotici: gli effetti su funghi parassiti e insetti e le strategie di lotta</b> di <i>Ilaria Pertot</i>	178
<b>Gli strumenti dell'innovazione digitale nel vigneto</b> di <i>Luca Toninato</i>	184
<b>La selezione clonale del Sangiovese</b> di <i>Lucio Brancadoro, Paolo Storchi, Claudio D'Onofrio</i>	190
<b>Il contributo del miglioramento genetico nella mitigazione degli effetti del cambiamento climatico</b> di <i>Enrico Peterlunger</i>	200

## **PARTE SECONDA**

<b>Il vino del futuro</b> di <i>Luigi Moio</i>	210
<b>Il cambiamento climatico e la fermentazione dei mosti: nuove strategie di intervento</b> di <i>Paola Vagnoli</i>	222
<b>Cambio climatico e profilo polifenolico</b> di <i>Fulvio Mattivi, Arapitsas Panagiotis</i>	229
<b>La misura delle proteine nei vini Sangiovese</b> di <i>Matteo Marangon</i>	246
<b>Il Sangiovese cambierà? Il tannino nei vini Sangiovese</b> di <i>Paola Piombino</i>	253
<b>Cambiamento climatico e il profilo aromatico delle uve e dei vini</b> di <i>Maurizio Petroziello</i>	262

## **PARTE TERZA**

<b>L'impatto del cambiamento climatico sui mercati: una visione macro</b> di <i>Fabio Del Bravo</i>	272
<b>Una visione economica della sostenibilità</b> di <i>Silvio Franco</i>	280
<b>Impatto economico del cambiamento climatico in vitivinicoltura</b> di <i>Eugenio Pomarici</i>	289
<b>Clima e acquisti di vino</b> di <i>Albino Russo</i>	296
<b>Autori e contributi</b>	304

# Introduzione

# Il Sangiovese del futuro

## Cambiamenti tra clima, vitigno, mercato

di Rodolfo Maralli, Presidente Fondazione Banfi

Questo secondo volume de “I Quaderni di *Sanguis Jovis*”, nel raccogliere le principali evidenze, i dibattiti e le conclusioni delle *Summer School* tenutesi a Montalcino nel 2017 e nel 2018, si pone come principale e ambizioso obiettivo l’approfondimento della conoscenza e dell’evoluzione del Sangiovese, in relazione alle dinamiche del mercato, al cambiamento climatico in atto e alle conseguenti e mutate tecniche colturali.

Il Sangiovese, come sappiamo, è il vitigno più diffuso d’Italia, oltre a rappresentare il motore e l’anima delle più importanti e affascinanti denominazioni della Toscana. Allo stesso tempo, tuttavia, è uno dei vitigni meno studiati e approfonditi e, quindi, in perenne ritardo culturale rispetto ai vitigni concorrenti e cosiddetti internazionali, nonostante le grandi potenzialità e reazioni all’ambiente circostante.

Ed è qui che entra in gioco la Fondazione Banfi, con la sua volontà, pionieristica e innovativa, di colmare questo imperdonabile e storico *gap* culturale, per ridare a questo emblematico e nobile vitigno Italico tutto il prestigio, l’attenzione e la ricerca che merita. La nascita di *Sanguis Jovis* – Alta Scuola del Sangiovese, progetto principe della Fondazione Banfi, che ho l’onore di presiedere, ha avuto, dunque, il merito specifico di creare a Montalcino un polo di ricerca permanente sul Sangiovese, dove attrarre ricercatori e studiosi da tutto il mondo, dove formare le classi dirigenti

del futuro, dove comunicare e fare ricerca scientifica. Un osservatorio sul Sangiovese che guarda al futuro della ricerca e che crede nella condivisione del sapere, come mezzo e fine per la crescita della conoscenza comune.

Questo libro, che ho il piacere di introdurre, è una sintesi delle lezioni effettuate durante la *Summer School* 2017, “I profili del Sangiovese in Toscana” e 2018, “Clima, Vitigno, Mercato – Come Sarà il Sangiovese del futuro”; due corsi di formazione e specializzazione altamente professionali e innovativi nel format, che hanno riunito a Montalcino, nella straordinaria location di OCRA – Officina Creativa dell’Abitare, il gotha del mondo accademico italiano, un gruppo selezionato di studenti e *wine lovers* provenienti da tutta Italia.

Prima di passare alla lettura, a nome mio personale e della Fondazione tutta, vorrei rivolgere un sincero ringraziamento ai professori Attilio Scienza e Alberto Mattiacci, rispettivamente Presidente e Direttore di *Sanguis Jovis*, per il loro costante e appassionato lavoro di coordinamento e indirizzo, oltre che per le loro seguitissime ed affascinanti lezioni. Altrettanto grande è il ringraziamento ed il plauso al corpo docente, oltre 50, provenienti dalle più importanti Università italiane e dai più rinomati istituti di ricerca, che nelle due edizioni del corso hanno reso imperdibili e irripetibili le lezioni, i dibattiti e l’accrescimento culturale.

*Last but not least*, un grande ringraziamento va ai partner del progetto *Sanguis Jovis*; un gruppo di aziende e istituzioni illuminate che hanno creduto, fin dalla primissima ora, nel potenziale di questo progetto culturale sul Sangiovese, rendendolo possibile e facendolo crescere e progredire, anno dopo anno.

Quando un titolo è così ambizioso, come nel caso in questione, altrettanto lo sono le aspettative di chi vi si ap-

proccerà per una lettura attenta, così come per una rapida consultazione. Il nostro augurio più sincero è quello di essere riusciti, almeno in parte, a soddisfare simili aspettative, pur consapevoli che la ricerca è per sua definizione mutevole, in divenire e in costante e rapida evoluzione.

Buona lettura, meglio se con una buona bottiglia di Sangiovese a portata di mano.

## Climate change La spinta per una nuova economia

*di Alberto Mattiacci, Direttore Sanguis Jovis*

### **Stay conscious, stay worried**

Sono tempi, questi, nei quali ci capita sovente di ragionare e disquisire intorno all'effetto che la tecnologia digitale – e segnatamente la famiglia dell'*artificial intelligence* e dei connessi *big data* – avrà sul nostro futuro.

Ovviamente, come Umberto Eco per primo notò, sul tema ogni platea si divide immediatamente fra gli *apocalittici* e gli *integrati*: i primi quelli che ritengono che la fine di una certa forma di umanità sia a un passo; i secondi che tale timore non abbia ragione di esistere – perlomeno in quelle proporzioni. Tutti gli esegeti della tecnologia, comunque, paiono concordi nel puntare l'indice contro la rivoluzione digitale – e il suo dirompente effetto sulle professioni – indicandola come principale problema per l'umanità prossima ventura. “Lasciamo ai nostri figli un mondo senza lavoro”, è una frase che non di rado riecheggia negli apocalittici talk-show e dibattiti cultural-scientifici, non solo italiani.

Personalmente, orgoglioso della mia tessera di iscritto al *partito degli integrati*, non credo proprio che i nostri discendenti avranno questo come problema – e meno che mai che questo sarà il tema principale della loro esistenza. Le ragioni sono tre.

Da un lato si iniziano a intravedere i primi segnali di un *hype* piuttosto marcato in merito alle tecnologie digitali in

questione: i *big data* esistono ma ancora nessuno ha capito come estrarne valore; l'intelligenza artificiale esiste dagli anni Sessanta e, finora, non sembra aver combinato un granché, anche perché i suoi difetti di funzionamento sono piuttosto marcati; la *blockchain* ha dei campi di applicazione piuttosto ristretti e, probabilmente, non così dirompenti come le *cripto valute* lasciavano intendere. Insomma, fin qui gli unici ad averci certamente guadagnato su questo terreno sono stati i venditori di tecnologia, quelli di consulenza sulla tecnologia e qualche investitore finanziario.

In secondo luogo, se la storia insegna qualcosa – e lo fa – ogni nuova tecnologia ha sempre portato un carico di ansia piuttosto consistente sul futuro: l'uomo è per natura conservatore e perciò di fronte all'innovazione, soprattutto se essa si presenta come dirompente, ha un atteggiamento emotivo affatto accogliente. Che si abbia paura, quindi, niente di strano: a ciò si aggiunga il fatto che, finora, le profezie catastrofiste sul rinnovamento tecnologico sono state puntualmente smentite dai fatti e dalla stupefacente capacità dell'*homo sapiens* di installare su ogni vera novità tecnica, uno spettro molto ampio di nuove attività, mestieri e professioni.

La terza ragione si chiama consapevolezza. Sono infatti sempre più consapevole e certo che i nostri discendenti ne avranno un altro di problema e forse (purtroppo) di ben altra magnitudine e ben minore capacità di intervento correttivo. Ovviamente mi riferisco al *climate change*.

Che il cambiamento climatico sia dovuto al lungo percorso di fine di un'era glaciale, come suppongono alcuni scienziati, o che sia tutta colpa dell'uomo, come sostengono altri, in fin dei conti, poco importa. Il fatto è che la teoria di osservazioni, misurazioni ed evidenze empiriche, di cui l'uomo contemporaneo dispone in abbondanza, sembra puntare con decisione verso un verdetto: la terra va

riscaldandosi. E l'uomo ha certamente, almeno *pro-quota*, le proprie responsabilità.

Quest'ultima, in fondo, sarebbe pure una buona notizia: se l'uomo ha contribuito a questo problema con i suoi comportamenti, cambiarli risolverà la questione: in toto – secondo chi dice che il *climate change* è dovuto all'uomo – almeno in parte – secondo chi sostiene che siamo alla fine di una lunga era glaciale e che l'uomo sia solo un di cui di un tema esogeno di ben altro momento. Ma qui si aprirebbe il palcoscenico della politica, che, oggi, dopo l'euforico ottimismo degli anni Novanta, presenta protagonisti che non sembrano tanto dell'opinione che occorra cambiare copione.

Se Steve Jobs fosse fra noi, e dovesse pronunciare, oggi, il proprio discorso all'università di Stanford, probabilmente non direbbe ciò che ha detto ma ci inviterebbe a drizzare le orecchie e a preoccuparci del *climate change*: “*stay conscious, stay worried*”.

## **Antropocene chi è costui?**

Quelli che ritengono che il *climate change* sia essenzialmente tutta colpa di quell'incosciente dell'essere umano, si sono dotati anche di un neologismo per fissare il concetto e non lasciare margini di interpretazione sulla loro opinione: *antropocene*. È l'era dominata, o perlomeno fortemente caratterizzata, dal Sapiens – che, forse, viene da pensare che tanto sapiens non sia se, sapendo quel che sta combinando, continui imperterrito a farlo. E, purtroppo, così pare che sia.

Come spesso accade, il termine ha la sua discreta storia all'ombra della indifferenza – pare risalga addirittura all'Ottocento – finché non arriva il solito studioso americano ad appropriarsene e cavalcarlo lungo le vie dell'attenzione e

del successo. Poco male, perché il neologismo ha i suoi meriti: ci ha resi edotti della rilevanza dell'impatto delle attività umane sulla terra, sulla biodiversità, sul clima, sulla struttura chimica delle cose, uomini inclusi.

E, come spesso accade, essere consapevoli di un problema può essere il primo passo per risolverlo.

### Tre momenti

Osserviamo l'*antropocene* da una delle prospettive possibili, fra le innumerevoli a disposizione: quella che parte dall'avvio dell'età industriale e giunge all'attuale post-industriale. È un periodo nel quale la manifattura passa da un regime a basso consumo di risorse a uno esattamente opposto, inquinamento incluso.

Di questo fenomeno è qui utile isolare e analizzare un sotto-aspetto dinamico: il cambiamento del rapporto fra la domanda e l'offerta di beni. È una lettura che aiuta a capirci qualche cosa. Il gioco domanda-offerta vive tre grandi cicli temporali, da leggere in stretta connessione con l'evoluzione delle società, da industriali a post-industriali:

a) *scarsità*: l'epoca in cui l'offerta di produzione non riesce a fare fronte alla domanda di beni, in maniera economicamente sostenibile. Pochi hanno molto, molti non hanno nulla, o hanno poco;

b) *abbondanza*: l'epoca in cui l'offerta di produzione è progressivamente superiore alla capacità della domanda di assorbirla. Pochi hanno moltissimo, tutti hanno un qualcosa che, nel tempo, cresce sempre più fino a divenire molto;

c) *proliferazione*: l'epoca – attuale – in cui c'è troppo di ogni cosa, la produzione ha ampiamente superato la capacità di assorbimento da parte della domanda. Qualcuno inizia a domandarsi se ne valga la pena.

Se leggiamo il fenomeno in chiave statica, e osserviamo non un solo paese ma il pianeta intero, oggi, riscontriamo la presenza contemporanea di tutte e tre le situazioni sopra elencate. Vediamo.

Semplificando – forse anche *iper-semplificando* – quelle società la cui popolazione vive una diffusa condizione di tipo a), è piuttosto difficile che saranno sensibili al tema del *climate change*, sia in generale che in quanto indotto dall'uomo. È scommessa facile da vincere immaginare che, di fronte alla scelta fra una maggiore disponibilità di merci con impatto ambientale forte e l'opposta condizione, questi scelgano la prima. In fondo, ma nemmeno tanto in fondo, i nostri nonni, appena usciti dalla Seconda Guerra Mondiale, che scelta fecero (più o meno consapevolmente)? Esattamente questa – e oggi ancora ne patiamo le conseguenze.

Secondo recenti stime delle Nazioni Unite, oggi si trovano in questa poco appetibile condizione circa 0,8 miliardi di esseri umani, distribuiti in 36 paesi a basso reddito.

Cosa accade alla seconda condizione, quella distinta dalla lettera b)?

Bene dirci che qui siamo di fronte al grosso della partita: 4,9 miliardi di persone, sparpagliate in 103 paesi a medio reddito. La sensibilità al tema è realistico immaginare inizi a farsi strada: probabilmente saranno le élite socio-culturali, le avanguardie della società civile, una certa fetta di borghesia globalizzata e connessa al pianeta, a farsene portatori.

È noto che, per fare solo un esempio, la Cina sia già il secondo mercato per la Tesla e che lì, questo prodotto, non sia solo uno status socioeconomico, ma anche un segno “totemico” di distinzione individuale, fondata sull'adesione a un valore alieno alla propria società e perciò molto ma molto, trendy.

A voler leggere criticamente la nostra storia, quando i paesi del gruppo successivo – quelli oggi ricchi – si trovavano in questa condizione, erano solo delle avanguardie a porre il problema della sostenibilità del modello di sviluppo: dalla *deep ecology* americana agli *hippy* californiani, fino al *Club di Roma*, i sensibili ai temi ambientali erano un ristretto circolo di amici. La sensibilità all'ambiente una roba per pochi (eletti e con la pancia piena), dunque.

Eccoci a noi, oggi.

A quel 1,3 miliardi di persone che, senza particolare merito se non la fortuna di essere capitati nel fagotto della cicogna giusta, si trovano nei 55 paesi ad alto reddito del pianeta (sì, ci siamo anche noi). Qui le istanze della società materiale e materialistica sono più fioche, oggettivamente. A pancia piena, si sa, è più probabile che si intraprenda qualche riflessione filosofica sull'equilibrio e la sostenibilità di un sistema che, oggi, produce e mette a disposizione, la più elevata quantità di beni e servizi mai generata dall'uomo.

Non è un caso, perciò, che proprio in questi paesi si vada diffondendo il dibattito sullo *sviluppo sostenibile*: ci si accorge che economia globale, modello tecnologico e sistema terrestre non vanno mica più tanto d'accordo e ci si pone il problema. S'inizia, nel 1992, a Rio De Janeiro, per finire, ben più mestamente, a Parigi nel 2017; in mezzo, l'ecologismo che si fa partito politico e che da qualche parte, in Germania, assume un discreto peso.

Posto quanto sopra, emerge un dato chiaro: oggi siamo in una fase del tutto particolare della vicenda umana, in cui il potere antropico di stress sull'ambiente terrestre è incisivo e pervasivo come non mai. Ma tutto ciò viene vissuto, dalle popolazioni del pianeta, con forti asimmetrie. E qui il tema assume una forma politica.

## **Una prospettiva: la sostenibilità**

Il problema è che i *terrapiattisti* hanno torto.

In fondo, se avessero ragione loro, una bella folata di vento potrebbe spazzare via l'inquinamento dell'aria, prodotto, oggi, soprattutto dai 103 paesi a medio reddito – moltissimi dei quali di recente industrializzazione. Se la terra fosse piatta, parte del problema terrestre sarebbe risolto dalla natura stessa.

Invece no. Siccome la terra è effettivamente tonda e pure avvolta da una medesima atmosfera e chimica condiziva, il CO<sub>2</sub> generata da uno di quei 103 paesi, affligge anche tutti gli altri. Non c'è verso. Gira così. Allora occorre inventare qualcosa.

Questo qualcosa si chiama *sostenibilità* e, contrariamente alla vulgata, ha a che fare più con la dimensione temporale dell'esistenza, che con quella fattuale. In altri termini, la sostenibilità ci pone di fronte alla necessità di pensare al futuro, in termini del domani e chiederci in che modo, domani, potremo essere ancora qui. È un bel modo di porre la questione.

Poi ci sono i fatti.

## **Conclusioni**

Compito dell'economia, nel XXI secolo, è innalzare la qualità civile della comunità umana, attraverso la soddisfazione delle sue necessità materiali e aspirazioni esistenziali, in modo sostenibile.

Troppo spesso, nei decenni che abbiamo alle spalle, questo alto compito è stato oscurato da altro: in particolare, perseguendo uno dei peggiori vizi dell'essere umano – l'avidità – e mascherandolo da virtù, si è sostituita la qualità civile dell'esistenza con il profitto.

È tempo di fermarsi: lo dice la storia, lo grida la terra. Non si tratta di andare contro il profitto, anzi. Il profitto, correttamente inteso è un premio eticamente giusto, socialmente efficiente ed efficace. Ma il profitto è una variabile dipendente, non un dato di partenza in base al quale far ruotare il resto.

Se il profitto è una variabile dipendente, l'impresa è spinta all'efficienza, alla considerazione dei fattori di costo, alla ricerca di consenso e reputazione sui mercati. In questa cornice, il rispetto dell'ambiente, la considerazione della sostenibilità di ogni scelta aziendale, saranno posizionate nella giusta cornice valoriale.

Andando a concludere, è probabile che il *climate change* non dipenda in toto dall'uomo ma è certo che l'uomo, operando diversamente dal passato, possa fare qualcosa per mitigarne gli effetti.

Questo "fare qualcosa" passa per la creazione di una rinnovata economia: *sostenibile*, perché pensata in prospettiva di lungo periodo, *sostenibile*, perché armonica e attenta ai valori umani, *sostenibile* perché senza rinunciare ai benefici effetti della ricerca del profitto, ad esso non tutto asservicece.

Lo disse a degli studenti universitari, un giorno, John Mariani, uno dei fondatori dell'impresa da cui la Fondazione promana: "ragazzi, se il vostro obiettivo nella vita è il denaro, vi do la soluzione: trafficate in droga". Meditiamo (sempre davanti a un buon calice di Sangiovese).

Buona lettura.

*Montalcino, giugno 2019*

## Perché una Summer School a Montalcino sul Sangiovese

*di Attilio Scienza, Presidente Sanguis Jovis*

Il tema della *Summer School* è la condivisione della conoscenza, il mutuo scambio di idee, informazioni, esperienze tra il mondo accademico e il mondo della produzione vitienologica, alla luce dei progressi dell'innovazione scientifica di eccellenza. La partecipazione alla conoscenza ed alle competenze professionali è un processo dinamico che si sviluppa nei due sensi, diverso da quello rappresentato dal solo percorso della cosiddetta disseminazione dell'innovazione. L'obiettivo primario è quello di unire le curiosità dei giovani laureati e dei giovani ricercatori in viticoltura ed enologia (dottorandi, assegnisti, frequentatori interni delle Università), enologi appena diplomati, alla professionalità dei responsabili di importanti aziende vitienologiche italiane. Significa stimolare lo scambio di informazioni, non solo di natura tecnica ma anche culturale, per capire come sta evolvendo il mondo della conoscenza e come questo si rapporta a quello della produzione.

Se si vuole cambiare una mentalità, come ha indicato il pensiero di Goethe nella sua "*Theorie und Praxis*" ed il Movimento Razionalista di Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto e soprattutto Walter Gropius, con i giovani architetti della Berlino degli anni '20, con il cosiddetto Corso propedeutico, è necessario unire in concreto tecnologia e cultura, coinvolgendo le maestranze, che avrebbero dovuto costruire nuovi palazzi basati sui principi architettonici

innovativi proposti dal Movimento. Dando vita ad un nuovo approccio di divulgazione e di apprendimento, per favorire lo scambio di idee, con benefici reciproci per ricercatori e tecnici, e la valorizzazione delle conoscenze teoriche dei ricercatori nel confronto con le esperienze pratiche dei tecnici, per sviluppare un sistema di comunicazione permanente (rete) tra i ricercatori ed i tecnici nei vari cicli delle *Summer School*.

La criticità delle tematiche ambientali è divenuta ormai talmente pervasiva da toccare ogni realtà produttiva ed ogni sistema territoriale. Appare particolarmente interessante il dibattito sulla possibilità di una valorizzazione congiunta dei due sistemi, quello economico e quello ambientale, che nei processi di sviluppo di realtà agricole si sono storicamente contrapposti. Il primo ha sistematicamente tentato di asservire il secondo, mentre il secondo con gli irrigidimenti ecologisti ha preteso un rispetto che comporta ben più di una difesa puramente estetica dell'ecosistema.

Il cammino che si è cominciato a percorrere assieme tenta invece di individuare spazi di intesa, aree di convergenza e di interazione positiva tra sistemi produttivi e sistemi territoriali, in un facile slogan "*la viticoltura come risorsa per l'ambiente e l'ambiente come risorsa per la viticoltura*". Nella *mission* della Fondazione *Sanguis Jovis*, "*partecipare l'eccellenza, Il valore dello scambio della conoscenza*", si riassume la ragione profonda di un progetto di grande respiro che nasce e si sviluppa nel tempo per il potenziamento, la difesa, la diffusione del valore prodotto dalla viticoltura di Montalcino e della Toscana in genere. La grande innovazione insita nella Scuola è il percorso che si intende seguire nell'alta formazione unendo rigore scientifico e cultura, con l'ambizione di contribuire con le Università ed i Centri di Ricerca, a ricreare il soggetto dell'*universitas*, fatto di una libera aggregazione di docenti e discenti.

Questa formazione deve essere interdisciplinare nei contenuti, innovativa nelle modalità didattiche, aperta agli stimoli ed ai contributi che possono venire anche da Università straniere, con una ricaduta efficace sulla ricerca e sul tessuto produttivo, attraverso alleanze con il mondo imprenditoriale.

Siamo un Paese che spesso confonde la ricerca scientifica con l'innovazione e sembra ignorare che è la ricerca che produce le scoperte che cambiano il nostro futuro e fanno fare un salto in avanti alla scienza, grazie a quelle "tribù curiose dell'ignoto" che noi chiamiamo scienziati.

# Prologo

## Il vino e il mito: Il Sangiovese e il mito di Dioniso

*di Attilio Scienza*

Nelle civiltà mediterranee, fino alla comparsa del cristianesimo, il mito di Dioniso, divinità chiamata dai romani con il nome di Bacco, ha rappresentato, oltre alla digressione legata al consumo smodato di vino nel corso delle sue celebrazioni, il segno della rinascita della natura dopo il riposo dell'inverno. È il dio che vive due volte: nell'uva che viene dilaniata nella pigiatura e che rinasce nel vino dopo la fermentazione, è peraltro riconoscibile la mistica della resurrezione cristiana.

In ogni epoca il simbolismo dionisiaco è stato oggetto di numerose rappresentazioni artistiche (mosaici, sculture, dipinti) ed ancora oggi in molte zone di produzione del vino italiano sono riconoscibili opere di grandi artisti, che celebrano il ruolo che ha avuto la cultura del vino nella nostra storia.

Ma l'attualità del mito di Dioniso è solo nelle sue immagini arcaiche o è riconoscibile nei tratti della viticoltura contemporanea ed in particolare nel suo germoplasma? La struttura genetica della piattaforma ampelografica italiana evidenziata dall'analisi dei marcatori molecolari riflette l'eterogeneità e l'unicità del suo patrimonio varietale. L'analisi delle parentele tra i vitigni ha posto l'accento su una forte connessione dell'assortimento varietale della Magna Grecia e della Sicilia con uno dei maggiori vitigni italiani, il Sangiovese. Questo vitigno da tutti identificato con la

Toscana è in verità il figlio, come appare dai più recenti riscontri dell'analisi molecolare, del Ciliegiole e di uno oscuro vitigno leccese, il Negrodolce o San Lorenzo.

Al Sangiovese, inoltre, vanno ricondotti come figli o fratelli alcuni vitigni della Calabria (Mantonicone e Gaglioppo), della Puglia (Susumaniello, Tuccanese di Turi), della Toscana (Foglia Tonda, Morellino del Casentino, Morellino del Valdarno, Vernaccia nera del Valdarno, il Brunellone ed infine della Sicilia (Carricante, Nerello mascalese, Frappato, Perricone, Arbanello, Reliquia bianca, Lucignola, Orisi).

Viene allora spontanea la domanda perché i vitigni derivati dal Sangiovese hanno avuto in passato tanto successo? La risposta potrebbe essere trovata nel fatto che il vino di queste varietà ha il colore del sangue, necessario per i sacrifici. Non avendo bisogno di essere diluito, come il vino dal colore nero di altri vitigni, si attagliava perfettamente al simbolismo del sacrificio e alla trasfigurazione che identifica Dioniso, il dio nato due volte, e ben espressa dalla citazione: *mortem moriendo destruxit, vita resurgendo reparavit*.

### **Vitigni antichi e territorio: metafora del legame tra natura e cultura**

In Italia le comunità viticole formano una cultura originale nel mondo agricolo. Anche se fortemente ancorate alla realtà, esse hanno la capacità di reinventare perpetuamente il loro passato attraverso un prodotto emblematico e secolare che è il vino. Di fronte alla standardizzazione della maggior parte dei settori della società contemporanea, occupano uno spazio culturale a metà strada tra il rurale e l'urbano, tra la tradizione e l'innovazione. Astraendoci per un istante dall'immagine della natura e del paesaggio nel suo evolversi secondo il gusto estetico occidentale, possiamo

identificare il paesaggio viticolo attorno ad un nucleo abitato, da un punto di vista eminentemente antropologico come un giardino eutopico (buon luogo), ricorrendo al mito, per fondare su questo, la memoria e l'identità dei suoi abitanti.

Nello scudo che Efesto orna con scene di vita campestre, per Achille, si ritrova la descrizione di un giardino-vigneto: “...vi pose anche una vigna, stracarica di grappoli, bella, d'oro; i grappoli neri pendevano; era impalata da cima a fondo di pali d'argento ed intorno condusse un fossato di smalto ed una siepe di stagno; un solo sentiero vi conduceva, per cui passavano i coglitori a vendemmiare la vigna”. (Iliade XVIII, 561-566).

Come non vedere in questa descrizione omerica del giardino dei greci, tutti i caratteri (*aloè*, il campo piantato a vite, *kepos*, il giardino alberato ed ordinato, l'*hercos*, il vigneto rigoglioso, circondato da un muro o da una siepe) dei “giardini vitati” italiani? Nel rapporto tra le comunità degli innumerevoli paesi viticoli italiani ed il loro spazio, inteso secondo Braudel, “prima di ogni cosa come realtà sociale”, il vitigno antico o autoctono rappresenta “l'elemento strutturante”, una sorta di centro rituale, carico di implicazioni economiche, politiche e simboliche.

Per gli antropologi i centri rituali terreni hanno una consistenza materiale (un manufatto in legno, in pietra) e costituiscono una vera e propria “funzione di ancoraggio sul territorio”, rappresentando un centro di aggregazione sociale dai contenuti trascendentali. Il vitigno antico ed il vino che da questo si ricava, oltre al vigneto da dove provengono, hanno il significato di “mente locale”, nella sua espressione di “facoltà di abitare”, nella percezione e nell'uso di uno spazio che solo chi vi appartiene come abitante può possedere fino in fondo. Il destino di “mente locale”, come il destino di ogni cultura indigena è connesso

però alla condizione di riconoscimento della sua dignità ed il riconoscimento che ogni gestione del territorio è in primo luogo una questione di conoscenza locale. A rendere esplicita questa affermazione, un significato inusuale che possiamo dare al concetto di tradizione, parola che molto spesso si presta ad interpretazioni ambigue.

Tradizione, nella lingua greca, ha la stessa radice di *lagos*, di religione, di destino, di comunità, dove in tutte queste parole l'elemento cruciale è il legame (*legein*), il nesso tra le idee e le diverse realtà.

L'idea peculiare è che la tradizione non è solo quella di trasmissione ma di connessione, di una rete ed in definitiva di una partecipazione. La tradizione è quindi un fenomeno collettivo, inconscio, in un continuo divenire, che non guarda al passato se non per l'esperienza portata da ciascun partecipante della comunità ed essendo espressione dell'azione di molti, non può mai essere rivendicata da un singolo, né da questi "interpretata" per interesse personale, né soprattutto considerata un fatto statico. Alla luce di quanto esposto, la coltivazione delle varietà italiane, va interpretato nel segno della tradizione come "un tradimento fedele" della tradizione stessa, solo se la loro coltivazione e vinificazione non ricalca schemi del passato, ma utilizza correttamente l'innovazione tecnologica per offrire ai consumatori, dei vini moderni, adatti al gusto ed alle abitudini alimentari dei nostri giorni. Nell'azione di valorizzazione di questi vitigni si presuppone un'azione collettiva di una amministrazione comunale o di un gruppo di viticoltori, nell'interpretazione dei valori di ciò che si vuole trasmettere.

Un vitigno autoctono smette di essere una curiosità biologica e diventa cultura nello stesso momento in cui esce da una collezione ampelografica e ritorna ad avere un rapporto con lo spazio. Questo spazio non è solo un suolo,

un clima, una tecnica colturale ma soprattutto un insieme di tradizioni in divenire, un oggetto culturale. Infatti, la museificazione, che è il grande pericolo nei progetti di valorizzazione dei vitigni autoctoni ed è la controparte inversa all'omologazione, diviene a questa simile se manca il sentimento della perdita, che provoca una tensione tra i viticoltori protagonisti del recupero delle vecchie varietà e sancisce la necessità di un tradimento del passato che deve essere conosciuto, altrimenti rischia di essere inventato (le invenzioni della memoria) perdendo autenticità.

La metamorfosi della vite da pianta selvatica a pianta coltivata così come l'ambiente del vigneto da luogo selvaggio a luogo ordinato è il frutto esclusivo dell'azione demiurgica dell'uomo. Purtroppo, questo luogo che rappresentava nel passato un luogo tra natura e storia, tra il cielo e l'uomo, è stato profanato dal prevalere degli aspetti del commercio su quelli della produzione, degradando a semplice prezzo quello che in origine era valore estetico, metafisico ed in quanto tale, fuori commercio.

La stretta associazione tra le specificità fisico-biologiche di un *terroir* e le specificità culturali di una popolazione costringe a delle scelte coerenti con la storia ed il paesaggio in senso lato, per evitare quei rapidi cambiamenti culturali, via via sempre più frequenti che sanciscono la "fine del *terroir*".

Per recuperare l'originalità di questo valore dobbiamo sviluppare l'analisi del paesaggio viticolo come identificazione di natura e cultura: natura che assume in sé la cultura e costruisce sé stessa come forma estetica.

Quali sono allora i presupposti per stabilire su nuove basi il rapporto tra natura e cultura nella produzione e valorizzazione economica del vino? Nell'Etica Nicomachea di Aristotele, un passo appare a questo riguardo di grande

attualità: “... *l’attività creativa dovrebbe dirigersi non o ricopiare ciò che si vede in un’ottica illusionistica, ma a reperire rispettare, riprodurre attraverso le opere, le funzioni ed i sistemi operativi propri della natura e dunque propri anche dell’uomo che, dalla natura dovrebbe considerarsi un figlio e non un antagonista*”.

Interpreti della tradizione, che si esprime nella valorizzazione dei vitigni antichi, sono l’enologo ed il comunicatore, coloro i quali è demandato il compito rispettivamente di ridare originalità al gusto dei vini e di far conoscere al consumatore il senso della novità che è connessa alla coltivazione di questi vitigni. Il mercato del vino manifesta oggi due tendenze quasi contrapposte, da un lato la necessità di semplificare i linguaggi della comunicazione e dall’altro di soddisfare una irriducibile richiesta di novità. L’elemento pervasivo di ogni scelta nella produzione di vino è ormai rappresentato dagli effetti della globalizzazione. Ai consumatori è stato data in questi anni la possibilità di accedere ad un numero un tempo impensabile di etichette, ma a ciò non ha corrisposto la nascita di nuovi linguaggi del vino capaci di comunicare con efficacia ad un mondo che non conosce i valori della nostra civiltà mediterranea, i contenuti non solo organolettici di una bottiglia ma anche l’immaginario che da essa si sprigiona quando viene assaggiata.

Questa globalizzazione di consumi ha interessato soprattutto le poche zone viticole, che si possono definire “classiche” come il Bordolese, la Champagne, la Toscana, il Barolo o quelle del Nuovo Mondo come la California o l’Australia. I vini provenienti da territori poco noti o dalle caratteristiche sensoriali che si discostano da quelle normative dai modelli gustativi delle riviste americane, sono ignorati dal grande pubblico, rimangono nell’ombra, vivono la loro storia più confinata e pittoresca. Lontani dai grandi

centri del consumo cosmopolita, questi vini si possono definire i vini della nostalgia, dei mercati di prossimità, destinati ad accompagnare i cibi del territorio, amati da quei consumatori che ne condividono le asprezze dei luoghi dove sono prodotti.

Per diventare universali è necessario essere locali: il Sangiovese non ha bisogno di perdere lo stile originario, autentico, per poter essere riconosciuto immediatamente dal consumatore straniero e scelto per la sua irripetibilità. In un'epoca di luoghi comuni, nella quale l'abuso di termini come tipicità, origine, territorio, autenticità, ne ha svilito contenuti e significati, si rischia, quando si parla di vino, di cadere nella retorica di convenienza. Si tratta di un vocabolario che si limita spesso a descrivere in un rituale scontato le caratteristiche organolettiche di un vino.

Il Sangiovese che emerge dalle pagine di questo Quaderno, opera del sapere sistemico dell'uomo – sapere che oggi è in precario equilibrio tra un'emozione che cristallizza il vino in tecniche e formule ed una conoscenza enologica che si ammanta della scienza descrittiva delle percezioni – , ci riporta in una Toscana ancora abitata da simboli e valori che fanno trasparire un disegno che manipola la natura per renderla fruibile, un sapere che coincide con la cultura e che sottrae l'uomo alla natura stessa. Sottile linea di confine che separa appunto la cultura, dalla natura.

Il suo vino elevato a rango di codice culturale ha continuato ad agire come demarcatore all'interno della società toscana, non senza conflittualità, tra i vari territori di coltivazione, come una metafora della vita associata che sottrae l'uomo dall'isolamento, una faglia tra godere di uno status ed esserne esclusi.

## I vitigni autoctoni: da testimonianza del passato a risorsa per il futuro

*di Attilio Scienza*

Gli aggettivi attribuiti ai vitigni come minori o locali o antichi o autoctoni o vecchi o domestici o indigeni sono spesso usati impropriamente per definire solo apparentemente la stessa cosa. Infatti, un vitigno locale non sempre è autoctono così come un vitigno minore non necessariamente è antico. Di norma una varietà locale è anche antica in quanto coltivata in quel luogo da molto tempo, anche se appare problematico precisare la scala del tempo per l'incertezza nel definire il momento dell'introduzione. Una varietà può essere molto antica ma non locale. È il caso dei vitigni giunti dall'oriente, da molto tempo coltivati in località lontane dai luoghi d'origine come ad es. i Moscati e le Malvasie. Spesso le difficoltà che si incontrano nel risalire all'origine delle varietà sono anche dovute al cambiamento che il nome del vitigno subisce passando da Paese a Paese e subendo una sorta di vernacolizzazione che lo fa diventare locale attraverso l'uso di espressioni dialettali. Le varietà locali assumono spesso nomi che derivano da caratteri specifici della loro morfologia o produttività (nome vernacolare) quale il colore della bacca, il portamento della vegetazione, la forma del grappolo, l'epoca di maturazione o dal luogo d'origine. Questo perché la selezione di questi vitigni, siano essi di origine locale o introdotti, era fortemente integrata con il sistema agrario tradizionale e fatta oggetto di pratiche culturali particolari.

Inoltre, se l'ampia variabilità genetica intravarietale avesse consentito loro un migliore adattamento, ne avrebbe limitato l'interesse, poiché separati dal loro contesto ambientale ed antropologico, in quanto espressione di peculiarità culturali della società agricola (attitudini alimentari, bisogni locali) a cui appartenevano.

Se autoctono è un concetto legato più allo spazio (in quanto quel vitigno è originario di quel luogo), che al tempo (da quanto tempo quel vitigno è coltivato in quel luogo), ci si domanda quanto tempo è necessario affinché un vitigno possa essere considerato espressione di un luogo e quindi in tutto e per tutto autoctono. Probabilmente non è possibile dare una definizione univoca di autoctono per la viticoltura dell'Europa occidentale se non forse per quei vitigni derivati dalla domesticazione delle viti selvatiche locali o per le varietà da esse ottenute per introgressione genetica. Appare più corretto quindi parlare di vitigni antichi o minori che non di varietà autoctone. In questi anni sull'onda del rinnovato interesse per questi vitigni, si è discusso molto sulla definizione di autoctono. Al di là della origine greca del termine *khtobon*, che significa "terra" in greco e per estensione "originario di quella terra", il vero significato da attribuire a vitigno autoctono è quello riferito al luogo dove questi vitigni si esprimono al meglio.

Un esempio può chiarire questa affermazione. Il Sangiovese, vitigno originario dell'Italia meridionale, come ha dimostrato l'analisi del suo DNA, dà il meglio di sé in Toscana e nessuno mette in dubbio che questo vitigno, nell'accezione comune, non sia autoctono di questa regione. Così il Cabernet Sauvignon o il Merlot, vitigni bordolese, nel tempo saranno considerati autoctoni rispettivamente di Bolgheri e del Veneto, per l'importanza e le caratteristiche dei vini che danno origine.

Ci si chiede allora, quanto tempo è necessario per considerare autoctono un vitigno coltivato in un luogo, ed ancora, è necessario conoscere l'origine geografica di un vitigno per definirlo autoctono? A rigore di logica si dovrebbero definire autoctoni solo quei vitigni derivati dalla domesticazione delle viti selvatiche del luogo dove sono attualmente coltivati. In Italia forse cinque o sei vitigni potrebbero appartenere a questa categoria.

Molto meglio sarebbe sostituire la parola autoctono con quella di antico, locale e italico. L'esistenza di una importante variabilità genetica nella viticoltura attuale, sebbene economicamente trascurabile, trova le sue radici nel tradizionalismo contadino, una scelta obbligata delle comunità rurali del passato per poter affrontare con strumenti inadeguati, il rischio connesso alla imprevedibilità delle condizioni ambientali, proprio del mestiere dell'agricoltore.

Dove si vive al limite della sussistenza non c'è posto per la sperimentazione, soprattutto genetica: un rischio che non vada a buon fine può avere conseguenze catastrofiche.

### **Quale futuro dei vitigni autoctoni?**

In un'epoca dove la perdita di identità culturale è rappresentata da una vera e propria amnesia collettiva delle tradizioni agricole ed alimentari, evocare una viticoltura che è ormai scomparsa, significa far capire che produrre vino non è soltanto un "*affaire*" che coinvolge tecniche di produzione e strumenti di marketing, ma si identifica con il paesaggio, con gli edifici, con le strade, un progetto culturale in una società dominata dai modelli antropologici del "villaggio globale", per riprendere l'efficace espressione di McLuhan.

Molti territori di antica viticoltura cercano di sfuggire, purtroppo ormai per volontà di pochi, da un lato ai danni

del gusto omologato, che conduce alla perdita di identità di molti vini “senza anima” e dall’altro allo stile “pseudo regionalista”, sterile copia di un passato ormai compiuto.

L’elemento pervasivo di ogni scelta nella produzione di vino è ormai rappresentato dagli effetti della globalizzazione. Ai consumatori è stata data in questi anni la possibilità di accedere ad un numero, un tempo impensabile, di etichette ma a ciò non ha corrisposto la nascita di nuovi linguaggi del vino capaci di comunicare con efficacia i valori della nostra civiltà mediterranea, i contenuti non solo organolettici di una bottiglia ma anche l’immaginario che da essa si sprigiona quando viene assaggiata.

I vini dalle caratteristiche sensoriali che si discostano da quelle normate dai modelli gustativi delle riviste americane, anche se carichi di storia, sono ignorati dal grande pubblico, rimangono nell’ombra, vivono la loro storia più confinata e pittoresca. Scorrere le pagine di questi Quaderni è come viaggiare nei territori dove il Sangiovese è sovrano incontrastato, dove l’immaginario ha confinato il vino con un linguaggio di civiltà, con il suo universo di sapere e codici simbolici, con la sua folla di nomi spesso incomprensibili.

Uno spazio dove il “vino è specchio dell’uomo” (Alceo, fr,333) e la vite la sua “passione”.

Il termine *coltura*, inteso nel senso della coltivazione e *cultura*, come complesso di cognizioni, tradizioni, usi, tratti linguistici hanno la stessa etimologia e solo fenomeni apofonici li distinguono nella nostra lingua, a differenza di altre come l’inglese, fin dall’epoca romana. Per questo i contadini del passato erano stati definiti artisti-creatori. La loro opera infatti è paragonabile a quella dell’artista che manipola i suoi materiali per produrre un’opera d’arte.

Il Sangiovese rappresenta un esempio virtuoso di valorizzazione di un vitigno che sebbene presente in molte

zone dell'Italia, esprime nei diversi luoghi di coltivazione una chiara identità, che non si evidenzia solo nelle sue caratteristiche sensoriali, ma nella capacità di aggregare attorno a sé le comunità dei viticoltori, come un totem, con il risultato di riuscire a conciliare un'azione di protezione della biodiversità con una di profitto.

Per fare questo la Fondazione Sanguis Jovis ha riaccessato la macchina del tempo ed ha portato i tecnici a ripercorrere le tappe della storia vitivinicola della Toscana nella quale il nome Sangiovese è un destino, utilizzando registri diversi con un tono divulgativo ma analitico e preciso.

## **Origine delle piattaforme ampelografiche**

Queste semplici considerazioni dimostrano come l'evoluzione delle piattaforme ampelografiche, frutto dell'intracciarsi di comportamenti di tipo economico con quelli colturali, è storia recente, mentre le grandi modificazioni genetiche sono avvenute soprattutto per cause indipendenti dalla volontà dei viticoltori e legate, per contro, ai grandi cambiamenti climatici:

- la piccola glaciazione a cavallo del XIV e XVIII secolo ha fatto scomparire la viticoltura nel Nord Europa e nelle vallate alpine in quota,
- il grande freddo del 1709 che ha favorito con la ricostruzione della viticoltura la coltivazione di vitigni molto produttivi e di qualità scadente,
- l'arrivo di patogeni e parassiti a metà del 1800 (fillossera, oidio, peronospora) che ha condannato all'abbandono i vitigni più sensibili.

## **La piccola glaciazione medioevale: una lezione per il futuro della viticoltura europea**

I secoli attorno all'anno Mille offrono all'Europa un clima caldo, che spinge la viticoltura a latitudini molto elevate, fino in Scozia e ad altitudini nelle Alpi altrettanto inconsuete, attorno ai 1200 slm.

In questa fase chiamata *optimum climatico*, la viticoltura si espande anche all'interno delle vallate alpine, accompagnata dall'allevamento dell'olivo, ed occupa intere regioni dell'Europa continentale, grazie all'azione delle istituzioni monastiche. Vale la pena soffermarsi sulla viticoltura e l'olivicoltura alpina perché testimoniano la ciclicità del clima anche nei secoli successivi.

Oltre alle testimonianze di coltivazione della vite in alta Valle d'Aosta ed in Val Camonica sopra i 1.000 m, significativa è l'indicazione di Michelangelo Mariani, cronista del Concilio di Trento, relativa alle epoche delle vendemmie in Trentino nel XIV secolo, anomala per un ambiente alpino, verso la fine di luglio.

Ma improvvisamente tutto cambia. L'iconografia medioevale, soprattutto dell'Europa settentrionale, ricorre frequentemente a temi che richiamano le condizioni di vita delle popolazioni rurali di quei tempi. Basta osservare i quadri dai colori lividi di Brugel il vecchio (*Ritorno dei cacciatori*, 1565), o le numerose scene di scheletri riportate sui cimiteri o sui luoghi sacri che ritraggono le cosiddette danze macabre o le *imago mortis*, per comprendere quale era il clima, non solo spirituale di quei tempi.

Dell'inclemenza del tempo ci dà testimonianza una figura dipinta dal Lorenzetti nel 1338 a Siena, che ritrae un uomo intabarrato, su uno sfondo grigio per la neve fittissima che cade tutta attorno e che si deposita sulle pieghe del

suo mantello. Questo modo di rappresentare i fenomeni della natura era nel Trecento una vera novità e solo l'eccezionalità degli eventi meteorici di quegli anni ha indotto il pittore del famoso Buon governo, a darne efficace testimonianza.

Cosa era accaduto in Europa verso la fine del 1300? Gelate, grandinate, piogge violente che durano settimane, anni di siccità provocano gravi carestie alimentari e la comparsa di pandemie come la peste nera, arrivata da Costantinopoli con le navi dei mercanti genovesi e descritta dal Boccaccio nel Decamerone.

L'età di Shakespeare, il '600, fu un periodo di guerre (le guerre di religione, quella dei Trentanni, la guerra di successione spagnola), in gran parte provocate dallo stato di disagio delle popolazioni europee per la carestia e la fame. Un fenomeno anomalo chiamato dagli storici "piccola era glaciale", culminata nel 1709 con una gelata che distrusse in una notte di gennaio tutta la viticoltura europea, e che ufficialmente si concluderà con la "*famine irish potato*" del 1850.

È l'inizio della fine del feudalesimo e la localizzazione dei vigneti in Europa subisce un drastico cambiamento: la viticoltura scompare dall'Inghilterra e da tutte le valli interne delle Alpi. Il momento divenne particolarmente critico per gli effetti della cosiddetta "guerra dei noli", che coincide con il cambio climatico, che aveva reso poco conveniente la produzione dei vini a basso grado, in quanto le nuove tariffe che venivano applicate per il trasporto del vino erano calcolate sul valore del vino e non più sul numero delle botti trasportate. Questo provocò lo spopolamento di molte zone alpine ed appenniniche e la perdita di molti vitigni che erano il risultato di processi di selezione risalenti a centinaia di anni prima.

## **Dal passato alla contemporaneità**

La storia della viticoltura europea è una storia di adattamento ai cambiamenti climatici che si sono susseguiti fin dagli albori della nascita dell'agricoltura. La lotta del viticoltore contro la "dittatura del clima" in ogni tempo si è sviluppata nelle fasi iniziali con la delocalizzazione della coltivazione delle viti e con la ricerca di varietà con maggior adattamento alle stagioni più fredde. Quali sono oggi le cause del cambiamento climatico? Senza entrare nella complessa materia che ha in questi anni appassionato e diviso scienziati ed opinione pubblica, sembra che i motori del cambiamento siano da ricercare nelle variazioni dell'asse terrestre, nell'incremento delle macchie solari e nell'aumento della anidride carbonica.

Certamente l'avvento della rivoluzione industriale in Europa ha coinciso con l'inizio di questa fase calda che stiamo vivendo con sentimenti di grande incertezza. Se in passato le crisi climatiche erano soprattutto caratterizzate dalle basse temperature nel periodo invernale e da ridotte disponibilità energetiche durante il periodo vegetativo, quelle attuali si manifestano con eccessi termici, alte radiazioni UV-B e disponibilità idriche irregolari ed imprevedibili. Il cambiamento climatico negli ultimi 30 anni ha provocato effetti generalmente positivi, soprattutto sulla qualità del vino, per l'anticipazione ed intensificazione dei fenomeni di maturazione, ma i modelli statistici sviluppati per i prossimi 30 anni, anche se le previsioni climatiche sono un esercizio molto difficile, appaiono meno favorevoli, in quanto stimano un incremento di 1,5-2,5 °C nella temperatura media annuale che può indurre un anticipo nelle fasi fenologiche di circa 6-22 giorni, come peraltro sta già accadendo.

Al di là degli interventi contingenti su alcuni aspetti della tecnica colturale, che spesso sono di difficile applicazione e di effetto modesto, appare determinante, ai fini della mitigazione, migliorare le conoscenze di base sugli effetti del cambio climatico, attraverso lo sviluppo di modelli previsionali che ci consentano di valutare in anticipo gli effetti delle variazioni su scala ambientale ridotta (mesoclima-microclima). Tempestività è la parola d'ordine per dare efficacia agli interventi di mitigazione nei confronti degli effetti del cambiamento climatico. Viene infatti confermata l'importanza "della cosa giusta al momento giusto" (*just in time*).

La soluzione a questa esigenza di tempestività nelle informazioni, per anticipare gli effetti negativi del clima, è offerta dalla rete CEE denominata *Copernicus* che sia avvalle di un nuovo satellite, il Sentinel 2B, lanciato dal vettore italiano Vega (e che affianca il Sentinel 2 A) e che fornisce non solo informazioni sui comportamenti della vite in funzione delle temperature e delle precipitazioni a grande dettaglio ma anche i modelli numerici per la loro interpretazione.

Dopo l'età del ferro e del petrolio, la cosiddetta *space economy* consente di sviluppare modelli previsionali da applicare a molte scelte colturali, dalla lotta ai parassiti alla vendemmia, interventi ove, è bene ripeterlo, la tempestività dell'azione è la variabile più importante. Il manifestarsi di fenomeni climatici a scala locale rendono poco efficaci le diagnosi standard ed esigono delle simulazioni di scenari ad alta risoluzione.

Se da un lato è fondamentale disporre di un ampio network di misure agroclimatiche (si ricorda a questo proposito il Progetto europeo Life-Adviclim, che si occupa della raccolta dei dati climatici a scala locale e della loro

implementazione su piattaforme web), dall'altro è necessaria una piattaforma web che consenta di visualizzare le simulazioni del cambiamento in tempo reale. Un esempio concreto di queste piattaforme è rappresentato dalle applicazioni PICA-Cavit e ENOGIS-Ager, che rendono non solo più efficaci e rapide le risposte che può fornire il modello predittivo ma soprattutto possono geo referenziare i dati sui vigneti, anche su scale molto piccole. L'accesso ed il costo di queste informazioni contrariamente a quanto può sembrare è alla portata di molti viticoltori.

La viticoltura attuale è il risultato di un cammino di generazioni di viticoltori dove il susseguirsi degli eventi ha dato vita a realtà molto complesse per cui non è più possibile riconoscerne le fasi evolutive.

Il susseguirsi di processi di espansione e di contrazione quali risultato di crisi sociali ed economiche, di editti talvolta favorevoli ed in altri casi sfavorevoli alla coltivazione della vite, di cambiamenti climatici e di grandi malattie, hanno condotto alla semplificazione dei modelli viticoli (vitigni, forme di allevamento, tecniche colturali), dove l'esigenza di una efficace meccanizzazione discrimina la viticoltura compatibile con la concorrenza mondiale, da quella destinata a scomparire per emarginazione economica.

Le forme d'allevamento, veri iconemi di un paesaggio che ha perso i connotati della campagna per assumere quelli di un sistema industriale, dopo 2000 anni di sopravvivenza e di testimonianza della diversità delle culture che le hanno elaborate come opere d'arte, sono in pochi anni scomparse. Così i vigneti nel tempo sono scesi dalle montagne e dalle colline, hanno conquistato le fertili pianure. Alla perdita di paesaggio si accompagna un cambiamento delle caratteristiche dei vini, sempre più espressione di complesse tecniche enologiche e di interpretazioni originali.

Sono rimasti i vitigni, anche se ridotti nel numero e nella variabilità delle popolazioni varietali, con la grande e sempre meno misteriosa complessità del loro DNA, a fare da fossili guida della nostra storia. A loro affidiamo le nostre speranze per ricostruire una storia che ha ancora molti lati oscuri, unitamente all'apporto dell'antropologia per poter legare in un unico abbraccio l'uomo e la vite in un destino comune. Ma la storia deve servire anche alle generazioni future per evitare che, come dice il detto, "chi non conosce la storia è costretto a ripercorrerla".

Per alcuni questo significa mantenere salda la tradizione al motto: "si è sempre fatto così", ignorando quanto di buono ha portato il progresso, per altri invece la tradizione deve essere "tradita". Devono essere conservati i valori fondamentali, ricorrendo però agli strumenti perfezionati dall'innovazione tecnologica e genetica.

La viticoltura e l'enologia non sono solo delle attività economiche ma rivestono un importante ruolo etico. Il loro obiettivo non si esaurisce nella produzione di un vino buono e genuino, bevanda ideale per l'uomo moderno, ma deve tener conto della salvaguardia di ambienti di particolare valore storico e culturale, di vitigni forse fuori moda, ma testimoni di altri periodi della storia viticola, di tipologie di vino poco gradite ai consumatori frettolosi dei nostri tempi ma che consentono la sopravvivenza di piccole comunità di viticoltori, di tradizioni fatte di musica, poesia, cibi e folklore associate al consumo del vino, che se abbandonate fanno perdere a questa bevanda quell'aura che ne ha garantito l'esistenza fino ai giorni nostri.

## **Il Sangiovese che verrà: i possibili scenari in un mondo del vino che sta cambiando**

Finita l'epoca dei vitigni apolidi detti anche internazionali, coltivati ormai ovunque, i cui vini sono sempre più destinati alla fascia più bassa del mercato, e della confusione generata da una pletora di denominazioni d'origine senza tradizioni, né meriti qualitativi, ci si interroga quale futuro dovrà attendersi la viticoltura italiana.

La *querelle* ancora irrisolta sulla primazia del vitigno sull'ambiente e viceversa, nel determinismo della qualità di un vino appartiene ormai alla storia della viticoltura ed ha visto fino all'"epoca dei lumi", il prevalere del luogo di produzione su quello dei vitigni. Molte sono le analogie con l'ostracismo attuale dell'opinione pubblica nei confronti della genetica, dove prevalgono le opinioni etiche su quelle di sostanza.

Il ritorno sullo scenario mondiale dei vitigni antichi o autoctoni ha riportato in auge il ruolo cruciale del vitigno nella comunicazione del vino, in un'epoca nella quale non si ha tempo per gli approfondimenti geografici e per l'aura che ne accompagna l'origine e la storia, verso un consumo fatto più con il cervello che non con il palato. Di questi vitigni ci si ricorda spesso solo il loro nome perché, curioso, vernacolare: abbiamo ormai dimenticato, a distanza di pochi anni, le sensazioni gustative del loro vino spesso prodotto con tecniche enologiche non coerenti con le caratteristiche del vitigno e la località sperduta dove sono coltivati.

Cosa fare allora? Quale cammino intraprendere in un periodo di grandi cambiamenti nei confronti dei consumi, degli stili di vita e non ultimo del clima?

L'elemento pervasivo in ogni scelta sia essa produttiva o di consumo è la globalizzazione: da molti accettata per

l'apporto positivo sulla complessità culturale e sui riscontri mercantili, da altri considerata inquietante e pericolosa e per questo rifiutata.

E "opinione diffusa tra i produttori e consumatori che la globalizzazione sia la maggiore responsabile della crescente banalizzazione delle caratteristiche sensoriali dei vini prodotti in tutte le parti del mondo. Non trascurabile in questo senso anche il ruolo della comunicazione e delle guide, fortemente condizionate da tipologie di vini 'perfetti', ma senza anima, e che non sanno operare quell'elogio dell'imperfezione", imperfezione che non è difetto e che spesso è alla base di un vino controcorrente, di un vino innovativo.

Ma la globalizzazione ha operato anche in direzione opposta creando nuove occasioni per forme di produzione alternative, facendo ricorso a forme di viticoltura alternativa come la biodinamica, nel tentativo di mantenere forme di viticoltura che le pressioni del progresso scientifico tendono a sconvolgere. Ma rivolgersi alle filosofie "new age" per produrre vino non ha molto senso, così come rifugiarsi in una tradizione che è vista come l'antidoto ai mali prodotti dalla ricerca.

Nulla di più falso, perché come dicevano Hobsbawm e Ranger in *L'invenzione della tradizione*, le tradizioni sono sempre state inventate e reinventate per soddisfare gli scopi di persone che volevano attraverso queste, legittimare il loro potere. A chi invoca il ritorno della tradizione nella produzione di vino si può invece rispondere che il modo più efficace per attuarla è quello di un suo "tradimento fedele".

Il paradigma interpretativo che ha mosso nei secoli il progresso viticolo è stata l'innovazione genetica, rappresentata dalla circolazione varietale e dalla selezione degli

incroci intenzionali e spontanei. Nulla di più attuale se vogliamo dare seguito alla provocazione che una grande catena di distribuzione inglese utilizza per stimolare l'interesse dei suoi consumatori nei confronti del consumo del vino, ("prova qualcosa di nuovo oggi").

Le scoperte fatte in questi anni sul genoma della vite, anche per ottenere piante meno vulnerabili nei confronti delle malattie e più adattabili ai cambiamenti climatici, che nei prossimi anni decideranno sulla localizzazione di vigneti in Europa e sullo stile dei vini che saranno in questi prodotti, esorcizzeranno le nostre paure pensando che lo Chardonnay, il Cabernet Sauvignon, il Pinot nero, lo Syrah, il Grillo, il Sangiovese e moltissimi altri vitigni sono il risultato di incroci ben riusciti che hanno determinato il successo di molte zone viticole. Perché rinunciare oggi a questa possibilità?

Si deve purtroppo constatare che, in termini di valorizzazione dei vitigni e dei territori interessati, questi non appaiono particolarmente esaltanti, anche se si devono fare delle doverose distinzioni, che vedono alcuni vitigni (pochi) raggiungere buoni risultati ma purtroppo molti altri rimanere nell'oblio.

È quindi necessario disaggregare le considerazioni anche per meglio indirizzare gli sforzi in futuro. In sintesi, dei mille e più vitigni "autoctoni" italiani, quelli di qualità (almeno per la produzione di un vino destinato ad un consumatore moderno) sono molto pochi, forse non più di un centinaio. Questo non toglie che tutti abbiano un grande valore per la conservazione della biodiversità e per un impiego nei programmi di miglioramento genetico.

Solo alcuni vitigni, sostenuti da Doc o Docg di successo, come il Nebbiolo per il Barolo, Barbaresco, Valtellina o il Sangiovese per il Brunello, Chianti, Nobile, per fare qualche esempio, sono in espansione. Alcuni vitigni antichi

sono stati valorizzati non per merito delle istituzioni ma per la passione di pochi viticoltori (come il Timorasso da Walter Massa, il Teroldego da Elisabetta Foradori, il Sagrantino da Marco Caprai).

Pochi sono stati i vitigni emersi dall'oblio in questi ultimi anni e iscritti al Registro Nazionale dei vitigni autorizzati alla coltivazione, condizione "*sine qua non*" per essere moltiplicati e piantati. Alla base di questa complessa fenomenologia vi è la polarizzazione della viticoltura italiana, che è passata in questi ultimi anni, per effetto della globalizzazione dei mercati internazionali da una realtà diffusa, rappresentata da una molteplicità di piccole Denominazioni (dove sono i vitigni autoctoni l'elemento qualificante del vino), ad una viticoltura polarizzata ad imitazione di quella francese, dove 5-6 denominazioni note soprattutto all'estero, rappresentano gran parte del vino italiano di qualità.

Questa opacità nelle scelte del consumatore ha provocato la disaffezione soprattutto dei viticoltori più anziani, il cui reddito si è progressivamente eroso e che ha fatto trasferire le autorizzazioni d'impianto dalle regioni meridionali alle ricche viticolture del nord-est, dove vicino a vitigni autoctoni affermati come la Glera o la Corvina, sono in continua espansione il Pinot grigio ed i vitigni atti a produrre vini spumanti.

In questo scenario economico-sociale sono inoltre mancate alcune iniziative importanti da parte dell'Università, volte a valorizzare il patrimonio viticolo autoctono attraverso la ricerca viticola, con la proposta di modelli di coltivazione adattati ai vitigni antichi, ed una enologia varietale adeguata.

Tra i compiti della Fondazione *Sanguis Jovis* e delle sue *Summer School* e *Winter School*, si possono annoverare alcuni obiettivi, riferiti naturalmente al Sangiovese, quali la

valorizzazione delle numerose ricerche condotte in questi anni sulla selezione clonale, sull'utilizzo dei portinnesti, sulla gestione della chioma, sulla mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, sulle tecniche enologiche atte a esaltare il profilo aromatico e la stabilità cromatica dei suoi vini ed il racconto della sua storia straordinaria, di un passato glorioso, dei protagonisti della sua fama, dei territori che li hanno generati.

# PARTE PRIMA

## Sangiovese tra mito e storia

*di Giuseppina Mainardi*

Lo studioso Lucio Donati di Solarolo ha portato alla luce un atto notarile del 1672 conservato all'Archivio di Stato di Faenza che cita "tre filari di Sangiovese" nel podere Fontanella di Pagnano; un podere in comune di Casola Valsenio, nell'Appennino faentino, ma allora in comune di Brisighella. Normalmente in tale periodo nei documenti si citavano vigne e terre vitate, mai il nome del vitigno, ma in questo caso la proprietaria, concedendo in affitto la vigna, si riservava "tre filari di Sangiovese" posti verso la casa.

La scoperta è di notevole importanza per la storia della viticoltura romagnola e nazionale in quanto si tratta del primo documento conosciuto che riporta il termine "Sangiovese" che oggi identifica il vino rappresentativo della produzione enologica romagnola e nazionale. In precedenza, si trova solo una citazione attorno al 1600 in Toscana ma come Sangiogheto.

La citazione nell'atto notarile è importante anche perché viene riportato il nome del vitigno e non del vino, per cui si può desumere con certezza il luogo della coltivazione ed ipotizzare con fondamento una sua presenza antecedente, almeno nella zona, in quanto non impiantato da uno sperimentatore ma da un semplice proprietario agricolo a conferma che nella collina faentina il Sangiovese era coltivato per lo meno attorno alla metà del XVII secolo.

Questo apre nuovi scenari sulla storia della viticoltura in Romagna oggetto di una ricerca condotta da Beppe Sangiorgi, storico del mondo rurale romagnolo, partendo dall'atto notarile citato. La ricerca, pubblicata da parte del Consorzio Vini di Romagna, ha evidenziato come le prime e più diffuse citazioni del Sangiovese in Romagna riguardino l'area faentina-imolese. Nel 1680 a Modigliana e poi Imola (1716), Solarolo (1744) e poi via via, Faenza, Tossignano, Riolò, Casola Valsenio per tutto il '700. Periodo in cui è noto, anche in Germania, soprattutto il Sangiovese di Imola.

Nell'area forlivese-cesenate-riminese le citazioni relative al Sangiovese iniziano verso la metà del '700 e un secolo dopo tale area registrerà uno straordinario sviluppo della coltivazione di tale vitigno e un grande miglioramento qualitativo nella vinificazione ad opera soprattutto degli agronomi Leopoldi Tosi di San Mauro e Giuseppe Campi di Dovadola.

Molti autorevoli studiosi ritengono l'Appennino toscano-romagnolo la culla del Sangiovese, figlio di due vitigni toscani, di cui uno "immigrato" dalla Calabria". Tenendo conto della sua originaria larga diffusione nel Faentino e nell'Imolese, Sangiorgi ne ha ipotizzato la culla tra il XII e il XV secolo nel versante romagnolo di quella parte della Romagna Toscana dalla quale originano le vallate del Lamone, Senio e Santerno e precisamente nelle vigne dei monasteri vallombrosani di S. Reparata, Crespino, Susinana e Moscheta.

I monaci vallombrosani erano abili viticoltori e dovevano disporre di vino rosso per le celebrazioni religiose. (fu il Sinodo di Milano del 1565 che permise l'uso del vino bianco). La Regola di San Benedetto disponeva che in caso di malattia i monaci potevano bere un'Emina (tre coppe) di vino al giorno.

Secondo alcuni linguisti il Sangiovese ha assunto nell'Appennino toscano-romagnolo il nome di "Sangue dei gioghi" cioè dei monti per poi scendere in Romagna e in Toscana diversificandosi nel nome e nelle caratteristiche in quanto il vitigno Sangiovese è molto sensibile al *terroir*. Nel dialetto romagnolo la definizione originale è stata tradotta in *sangue di zov* e quindi *sangue zoves* che attraverso una contrazione e unificazione è diventato *sanzves*, poi italianizzato in Sangiovese e così si è sempre e solo chiamato in Romagna sia il vitigno che il vino. In Toscana invece è stato chiamato prima Sangiogheto poi Sangioeto, San Zoveto, e soprattutto Sangioveto fino a cavallo del 1900 quando, anche in tale regione, si è affermato il termine Sangiovese. Ciò in corrispondenza della diffusione in altre regioni dei due vitigni – Sangiovese e Sangioveto – nella seconda metà dell'800, con il primo che era "nell'orecchio" in quanto le sue uve erano vinificate in purezza mentre il Sangioveto era pressoché sconosciuto al di fuori della Toscana in quanto entrava negli uvaggi del Chianti, Pomino e Carmignano e quando è stato vinificato in purezza è stato chiamato Brunello.

Il Sangiovese romagnolo non si è affermato solo dal punto di vista linguistico ma anche dal punto di vista materiale nella ricostituzione dei vigneti dopo l'attacco della fillossera. Un vitigno rustico e produttivo che è stato utilizzato tra il 1960 e il 1980 anche nei reimpianti del Chianti colpito nel dopoguerra dall'abbandono della terra da parte dei mezzadri.

Un aspetto imprescindibile per la conoscenza di un vitigno e di un vino è la sua storia. Il vino ha condiviso nei millenni l'evoluzione sociale degli uomini con una straordinaria presenza nel pensiero mitico, simbolico e scientifico. Il pensiero mitico è una forma atavica di pensare, è

una forma di spiegazione di grandi assoluti, ma anche di cose quotidiane. Intorno al vino questo pensiero ha lavorato moltissimo.

Il mito delle origini è molto radicato nel pensiero, si vuole risalire alle origini dei fenomeni e delle cose socialmente rilevanti. Il Sangiovese ha una forte risonanza e un forte peso nel mondo della vite e del vino, le sue origini geografiche sono importanti, perciò si ricercano e si contendono.

### L'origine del nome Sangiovese

Le origini di un vitigno sono tanto più lontane nel tempo e misteriose per i luoghi, quanto più numerosi sono i suoi sinonimi. Pochi vitigni hanno tanti sinonimi, corretti ed errati, quanti il Sangiovese.

Malgrado ciò sono ancora ignote le genti che lo hanno selezionato per prime ed i luoghi dove l'evento è avvenuto. La prima citazione è del Soderini e risale al 1590. Solo dopo la metà dell'800 con la nascita dell'ampelografia e con la ricostruzione post-fillosserica si moltiplicano le citazioni e le descrizioni, ma compaiono anche molti sinonimi che saranno causa di non poca confusione nella identificazione e caratterizzazione successiva del vitigno.

Per comprendere le origini del Sangiovese dobbiamo far uso della metonimia, figura retorica che ci consente di identificare il vitigno con la divinità.

L'indeterminatezza delle sue origini, contese tra romagnoli e toscani, conferisce al vitigno un'aura mitica e ci riporta attraverso il suo nome al sangue ed ai suoi simboli, quali il sacrificio alla divinità: Sangiovese ossia sangue di Giove (*Sanguis Jovis*).

Da sempre ha un rapporto simbolico con il sangue, uno dei simboli più antichi e strettamente legati al vino che ha portato all'interpretazione: "*sanguis jovis, sangue dei gioghi collinari, giovevole al sangue*" (figura 1).

L'origine del nome Sangiovese può essere ricercata anche in rapporto con la località geografica, la fenologia e i luoghi di coltivazione, un'ipotesi è che il nome derivi da Monte Giove vicine a Sant'Arcangelo di Romagna.

Altri autori suggeriscono che il nome derivi dalla contrazione di San Giovanni, perché è un'uva che matura presto ed è anche chiamata "*Sangiovinina*" in qualche luogo della Toscana.

Altri suggeriscono la radice dal latino "*Jugalis*" (dal francese antico "*Jouelle*") per indicare il sostegno somigliante a un giogo che collega due viti.

**Figura 1**

**Il vino e il simbolo del sangue di Cristo**



## Il nome Sangiovese in rapporto con la civiltà degli Etruschi

Il Sangiovese è legato a un'area del centro Italia fortemente influenzata dalla cultura etrusca, amante del vino. La lingua etrusca ha trasmesso fino a oggi delle eredità onomastiche e lessicali, alcune parole hanno assonanze con "Sangiovese". Queste ricerche etimologiche ispirate al mito delle origini rafforzano l'idea di un'antica diffusione del Sangiovese in area etrusca (figura 2). Forse per trasmissione orale, alcune parole etrusche potrebbero essersi evolute nel termine Sangiovese, fra queste:

- *"s'antist' celi" si trova in un testo cerimoniale accanto alla parola che indica il vino in Etrusco. Non è decifrata, ma potrebbe essere la qualificazione per un tipo di vino.*
- *Thana-chvil: "offerta votiva"*
- *Thans-zusleva: "offerta di chi compie un rito"*
- *Thezin-eis: offerta al dio*
- *Sanisva (vicinissimo al termine dialettale romagnolo "sanzvés") che ha il valore di padre o di antenato defunto e si potrebbe collegare al vino dei padri o al vino per una offerta funeraria ai famigliari.*

**Figura 2**  
**Stele etrusca**



## **Il legame col territorio**

Oltre all'approccio mitico, oltre alla considerazione del patrimonio simbolico collegato al vino, nello studio della storia del vino c'è un altro aspetto da considerare attentamente: il suo legame col territorio.

In Toscana la prima citazione è di **Gioanvettorio Soderini** (1526-1596) celebre agronomo fiorentino, per primo ne cita il nome nel suo "Trattato della Coltivazione delle Viti", composto alla fine del 1500. "Il Sangiogheto è "sugoso e pienissimo di vino" "è un vitigno "che non fallisce mai".

**Cosimo Trinci**, famoso agronomo pistoiese fa gli elogi del San Zoveto nell'opera "L'Agricoltore sperimentato" (1726). "Il San Zoveto è un'uva di qualità bellissima e ne fa ogni anno infinitamente moltissima".

**Giovanni Cosimo Villifranchi**, medico e botanico fiorentino lo segnala nella "Oenologia Toscana", memoria "sopra i vini ed in specie toscani" (1773): "S. Giovetto. Uva rossa quasi nera, tonda, di mediocre grossezza buccia dura... Suole essere abbondante e non fallisce quasi nessun anno... Fa il vino molto colorito e spiritoso... Comunemente si mescola con altre uve e mirabilmente rende corpo e forza ai vini deboli".

**Bartolomeo Bimbi** (1648-1729) Specialista nella raffigurazione di natura morta, al servizio dei Medici raffigura "Il "Sangioeto". come una delle principali varietà di uva prodotte nel Granducato di Toscana.

## **Il Sangiovetto nel 1800**

Per quanto riguarda le sinonimie con le quali il vitigno è conosciuto, l'identità del Sangiovese del Chianti con quello romagnolo, con il Brunello, il Prugnolo ed il Morellino è stata dimostrata fin dal XVIII secolo.



**Figura 3**  
**Il conte Galesio: un pioniere degli studi comparativi sul Sangiovese**

In particolare, i primi ad intuire l'identità tra Sangiovese e Prugnolo furono il Villafranchi nel 1713 e l'Acerbi nel 1825.

La Commissione Ampelografica di Siena nel 1877, 1878 e 1883 accertò, che Sangiovese, Brunello e Prugnolo sono in realtà lo stesso vitigno, proponendo di chiamarli Sangiovese. Più recenti sono, infine, i lavori di Marzotto (1925), Cosmo (1948), Breviglieri e Casini (1965).

**Giorgio Galesio**, pomologo ligure parla del San Giovese nella "Pomona Italiana", nel suo viaggio in Toscana del 1833 osserva il Sangiovese fra le uve dominanti nel territorio senese (figura 3).

- In particolare, segnala a Montalcino l'uva nera Prunello, e dichiarò "*io lo credo il Prugno di Montepulciano*".
- In questo modo dava un segnale di quanto sarebbe stato affermato, più di 40 anni dopo, dagli studi dei Georgofili.
- L'affinità di caratteri osservata nei diari è ribadita da Galesio nella Pomona italiana.
- Segnala anche la presenza del Sangiovese in Romagna. Dice che se ne ricava un vino generoso che porta lo stesso nome del vitigno.

- Ritiene che il Sangiovese sia “un’uva tutta toscana e forse la più preziosa delle uve di questo paese tanto caro a Bacco”

Studi precisi sul confronto fra Sangiovese, Prugnolo e Brunello vennero compiuti a partire dal 1876 dalla Commissione ampelografica della Provincia di Siena.

Apelle Dei affermò che questi tre nomi rappresentavano un solo vitigno chiamato Brunello a Montalcino, Prugnolo a Montepulciano e Sangiovese nel resto della regione.

Nel 1879, oltre al confronto dei vitigni si procedette anche al confronto fra i vini che se ne ottenevano. Il risultato confermò quello dei primi studi. Non si trovarono differenze così forti da infirmare l’uguaglianza constatata fra i vitigni.

Nel 1879 il Comitato Centrale Ampelografico, nell’Ampelografia italiana distingueva tra San Giovese piccolo (forte) e San Giovese grosso (dolce). San Giovese grosso segnalato come base principale dei migliori vini della provincia di Firenze e di Siena.

Anche per la Romagna si segnala nella seconda metà del 1800 che i migliori vini rossi sono prodotti da Sangiovese nelle zone tipiche dell’Imolese, intorno a Forlì, Cesena, Rimini, Faenza.

Dalla Toscana e dalla Romagna, a fine 1800, la coltivazione del Sangiovese si estende ad altre regioni italiane come Marche, Umbria, Abruzzo, Lazio. In queste regioni varie testimonianze parlano sempre di un’originaria provenienza toscana o romagnola.

Nell’ambiente dell’Accademia dei Georgofili si studiarono molte mescolanze fra le varietà per ottenere un vino di corpo, ricco di colore, in grado di sopportare l’invecchiamento e i lunghi viaggi.

Le varietà costantemente indicate come le migliori sono Sangioveto, Canaiolo, Colore, Trebbiano, Malvasia. Se queste varietà sono costanti, le loro proporzioni cambiano nella vinificazione.

## Il governo alla Toscana

Il *governo* è una pratica che ricorda già Villifranchi nel 1700 ed è un soggetto dibattuto in molti studi. A proposito del vino di Chianti egli diceva che questa pratica rende il vino di un bel colore, di sapore molto grato e durevole.

Insieme a Colorino e Canaiolo, il Sangioveto era la varietà più comunemente adoperata per il classico “governo alla toscana”. Tuttavia, fin dagli inizi del 1800 si legge negli scritti di enologia la diatriba tra i fautori del *governo* e i suoi oppositori.

Il 1800 fu un secolo importante per l’affermazione dei vini da Sangiovese collegata a importanti aspetti quali: opportuna selezione varietale e vendemmia a perfetta maturazione. Studi, osservazioni e prove per una vinificazione accurata in cantine ben tenute e ben attrezzate. Questo portò a ottenere vini di maggiore qualità (figura 4).

A partire dal 1860 il servizio commerciale che distribuiva il Chianti del Barone Ricasoli copriva tutta l’Italia e si estendeva anche all’Inghilterra e agli Stati Uniti.

Sempre a metà 1800, il marchese Ridolfi osservava che per avere “*credito fisso e generale*”, “*tutto in Toscana avrebbe dovuto diventare Chianti, Pomino, Carmignano, Montalcino*”. Tutti vini in cui il Sangiovese era protagonista.

Nel volume intorno ai vini e alle uve d’Italia pubblicato nel 1896 dal Ministero dell’Agricoltura, si afferma come la Toscana “sia stata la prima fra le regioni d’Italia a produrre il vero tipo di vino rosso da pasto, come appunto oggi lo

**Figura 4**  
**La formula del barone Ricasoli**

Una formulazione ideale della proporzione tra queste varietà è quella che fu raggiunta dal barone **Bettino Ricasoli**.

Questa formulazione entrò di diritto nella storia dell'enologia toscana.

**Per la vinificazione di un Chianti perfetto prevedeva:**  
**7 parti di Sangiovese**  
**2 parti di Canaiolo**  
**1 parte di Malvasia**



richiedono il gusto dei consumatori e le esigenze del commercio vinario”.

All'impiego del Sangiovese si attribuisce un grande ruolo in questo successo.

Nel dopoguerra il Sangiovese condivide con la storia sociale momenti difficili, come l'abbandono delle campagne, la mancanza di manodopera, la perdita di fiducia nella redditività della terra, il mercato inflazionato ed i prezzi bassi del vino.

La rinascita avviene sulla scorta di una grande tradizione, con il lavoro di persone che per la vite e per il vino hanno avuto e hanno un vero e proprio culto.

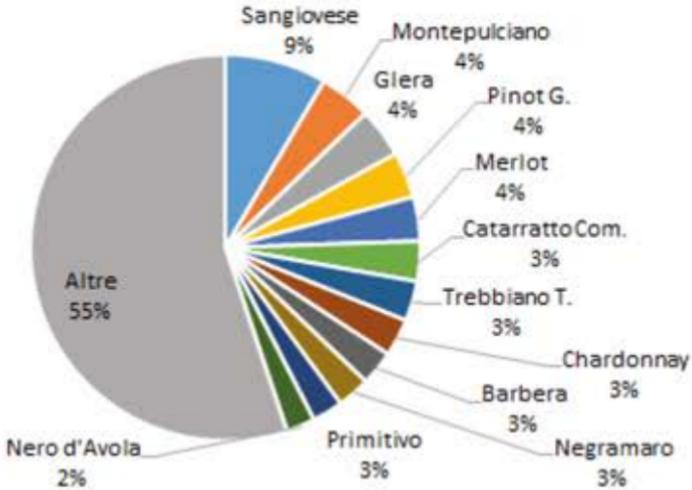
Il Sangiovese entra nei vini delle prime DOC italiane e poi diventa protagonista di grandi vini tra i più celebri e più ricercati del mondo.

E conquista in solitaria la prima posizione tra i vitigni coltivati in Italia (figura 5).

Il Sangiovese è il simbolo della grande vitivinicoltura italiana e compare in 12 DOCG, 102 DOC e 99 IGT sparse in tutta la Penisola. Sono 123 i cloni iscritti finora nel

Figura 5  
I maggiori vitigni coltivati in Italia

**12 vitigni, il 45% del totale**



Registro nazionale, frutto di un intenso lavoro di selezione che continua ancora adesso, visto che quelli di iscrizione più recente datano 2018.

## Il vitigno Sangiovese

*di Manna Crespan, Attilio Scienza, Riccardo Velasco*

L'analisi delle parentele genetiche del Sangiovese ha evidenziato che gran parte dei vitigni che hanno contribuito al suo *pedigree* sono di origine meridionale, testimoni della viticoltura più antica della Magna Grecia, padri nobili della nostra storia enologica, originari di uno spazio culturale che per la sua forma è chiamato “triangolo di acclimatazione”, che comprende parte della Sicilia orientale e della Calabria tirrenica e jonica.

La grande variabilità intra-varietale del Sangiovese, si può semplificare in due tipologie fondamentali del vitigno: un Sangiovese cosiddetto “grosso”, al quale corrisponde gran parte dei biotipi coltivati in Toscana e in Romagna, e ad un Sangiovese “piccolo”, riferibile al vitigno Sanvicerro, diffuso nel Casentino.

All'interno di questi due biotipi fondamentali sono, inoltre presenti ulteriori varianti genetiche, descrivibili come “a grappolo medio con acini grossi” e “a grappolo piccolo con acini grossi”. Le forme a grappolo piccolo presentano minor vigore, foglie più piccole e pentalobate, mosti più acidi e meno zuccherini, fertilità basale elevata e buona stabilità della produzione.

Con l'impiego di diversi marcatori molecolari, i sottogruppi hanno mostrato un legame con la loro provenienza geografica: per il Sangiovese grosso si sono evidenziati quattro raggruppamenti principali, uno riguardante le ac-

cessioni provenienti dalla Toscana (il più numeroso), uno per quelle di Lazio ed Emilia-Romagna, uno per quelle del Nord Italia e uno per quelle del Meridione.

In particolare, considerando solo le accessioni toscane e inserendo il Nielluccio corso come *out-group*, si è notato come i materiali di Montalcino (Brunello) si sono raggruppati separatamente rispetto a quelli del Chianti classico e fiorentino, alle accessioni di Scansano (Morellino) ed a quelle di Montepulciano (Prugnolo), staccandosi dalle tre accessioni di Sangiovese romagnolo che hanno costituito quasi un secondo *out-grup*. Questa elevata variabilità morfologica ha portato alla selezione di molti biotipi locali con più di un centinaio di cloni omologati.

### L'origine genetica

L'origine genetica del Sangiovese è complessa e attraversa diverse ipotesi, nate essenzialmente dal diverso livello di sviluppo delle metodologie analitiche e dall'ampiezza dei database disponibili.

I numerosi sinonimi (Brunello di Montalcino, Nielluccio, Prugnolo gentile, per citarne solo alcuni fra i più di 50) suggeriscono che il Sangiovese sia un vitigno molto antico.

Cosa si può dire sulle relazioni del Sangiovese con le altre varietà di vite?

È possibile stabilire l'origine di questa cultivar?

L'analisi del DNA e in particolare dei marcatori microsatelliti può fornire alcuni indizi. Fin dal loro sviluppo, una decina di anni fa, i microsatelliti sono stati i marcatori di elezione per l'identificazione delle varietà di vite. In quanto ereditabili in modo co-dominante, essi permettono di provare la discendenza da incrocio e con l'analisi di almeno 30 loci, la ricostruzione del pedigree di una cultivar.

Tuttavia, a volte solo un genitore è noto, essendo l'altro scomparso o non ancora descritto. In questi casi, sono necessari più di 50 microsatelliti per verificare le parentele e spesso non è possibile stabilire la direzione delle relazioni genetiche. Frequentemente, capita che manchino entrambi i genitori di un vitigno e allora i legami genetici possono essere delineati solo in base alla distanza genetica fra le cultivar.

L'origine del Sangiovese, oggi identificato con la viticoltura toscana, viene sancita nel 2002, quando si accerta il suo legame di parentela di primo grado con il Ciliegiole.

Le indagini seguenti danno la caccia all'anello mancante, indispensabile per chiudere la terna genitori-figlio.

Nel 2007 Vouillamoz e colleghi propongono una prima ipotesi: il Sangiovese sarebbe figlio del Ciliegiole e del Calabrese di Montenuovo, una varietà individuata a Montenuovo, in provincia di Napoli, e ivi importata dalla famiglia Strigari, originaria della enclave albanese della Calabria e arrivata nei Campi Flegrei nella prima metà del 1800.

Nello stesso anno, Di Vecchi-Staraz e colleghi, operando sulla collezione di germoplasma di Vassal, in Francia, la più grande e prestigiosa collezione di varietà di vite del mondo, individuano i genitori del Ciliegiole: Sangiovese e Muscat rouge de Madere (o Moscato violetto).

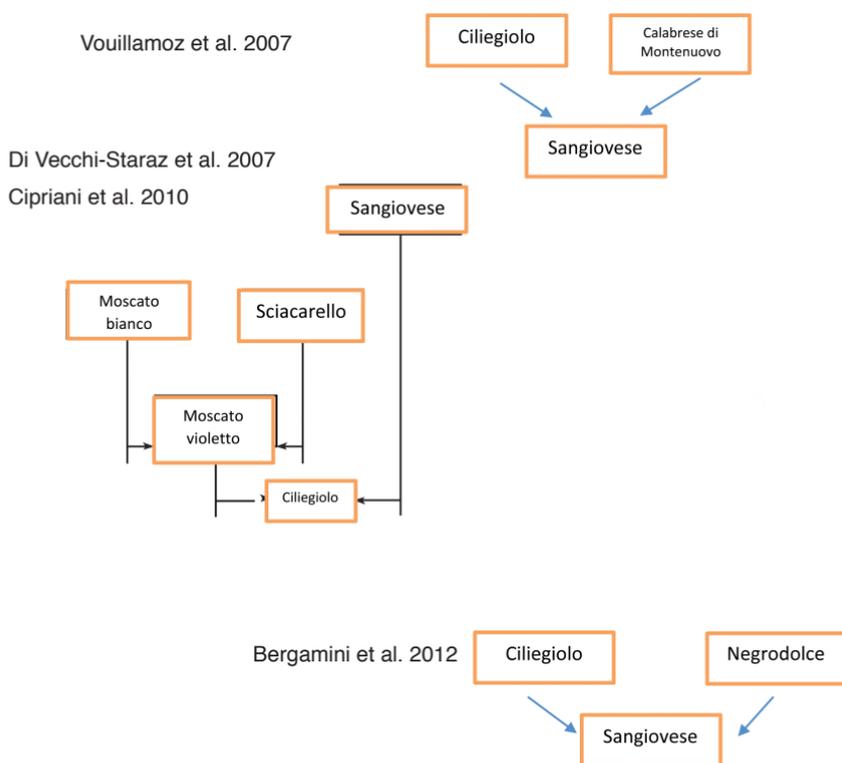
I ruoli di Ciliegiole e Sangiovese vengono ribaltati e la proposta di Vouillamoz viene rigettata, considerando che sono stati individuati i genitori del Muscat rouge de Madere e che il Ciliegiole compare nella letteratura molto dopo il Sangiovese (1932 vs 1590).

L'ipotesi di Di Vecchi-Staraz viene supportata da ulteriori dati aggiunti con uno studio successivo, compiuto da Cipriani e colleghi nel 2010, sulla collezione di germoplasma di Conegliano (figura 6).

Ma la storia non è ancora finita: nel 2012 Bergamini e colleghi, pur non escludendo in via definitiva le ipotesi precedenti, individuano un'altra terna possibile: secondo le loro analisi, il Sangiovese potrebbe essere figlio di Cilieggiolo (ancora lui!) e Negrodolce, una vecchia varietà locale della provincia di Foggia. Il caso rimane quindi aperto.

Al Sangiovese inoltre vanno ricondotti come figli o fratelli alcuni vitigni della Calabria (Mantonicone e Gaglioppo), della Puglia (Susumaniello, Tuccanese di Turi), della

**Figura 6**  
**Origini del Sangiovese: le tre ipotesi**

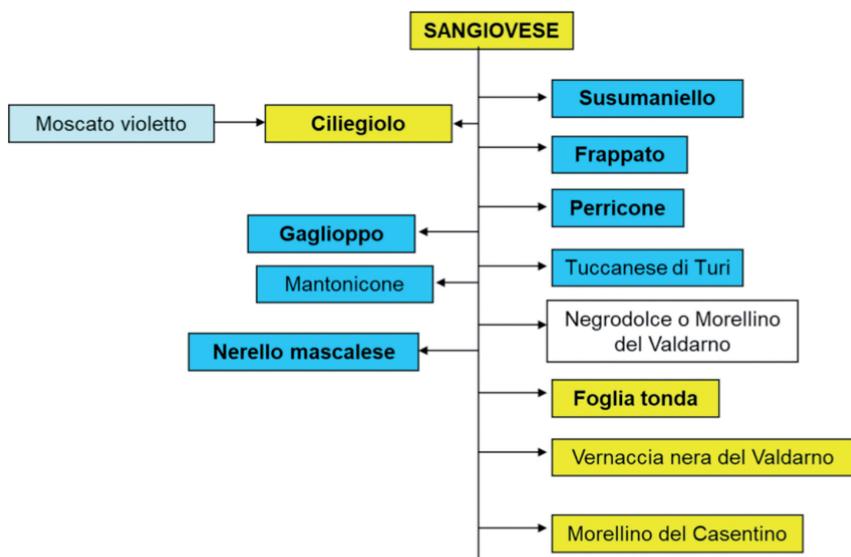


Toscana (Foglia Tonda, Morellino del Casentino, Morellino del Valdarno, Vernaccia nera del Valdarno ed infine della Sicilia (Carricante, Nerello mascalese, Frappato, Perricone, Arbanello, Reliquia bianca, Lucignola, Orisi).

Nella caratterizzazione molecolare di alcuni vitigni antichi della Sicilia si sono scoperti inoltre i rapporti genetici tra alcune varietà, come il Grillo, figlio di Zibibbo e di Catarratto o le parentele del Grecanico, nel cui DNA sono presenti oltre al Catarratto anche il Pignoletto (o Grechetto di Todi) e l'Empibotte romagnolo. Infatti, alcuni vitigni calabresi quali la Puttanella, la Vigna del Conte e la Corinto nera sono in realtà dei Sangiovesi ed altri siciliani come il Frappato, il Nerello mascalese, il Perricone, il Catarratto sono con lui strettamente imparentati, anche se alla sua diversificazione genetica hanno contribuito alcuni vitigni di

**Figura 7**

**Relazione genetica del Sangiovese con altri vitigni italiani**



area tirrenica come il Mammolo e la Garganega (figura 7). Inoltre, le parentele di primo grado con la Foglia Tonda, i Morellini del Casentino e del Valdarno ed il Brunellone confermano l'ipotesi che il vitigno abbia avuto un areale di coltivazione molto importante in Toscana ed in Corsica, ma solo successivamente a quello calabro-siciliano.

Attualmente le origini del Sangiovese non poggiano sulla certezza assoluta, ma è certo il contributo di vitigni meridionali, ai quali, a sua volta, ha dato un ampio contributo come genitore.

## Clima e areale del Sangiovese

*di Luigi Mariani, Simone Orlandini, Edoardo Costantini*

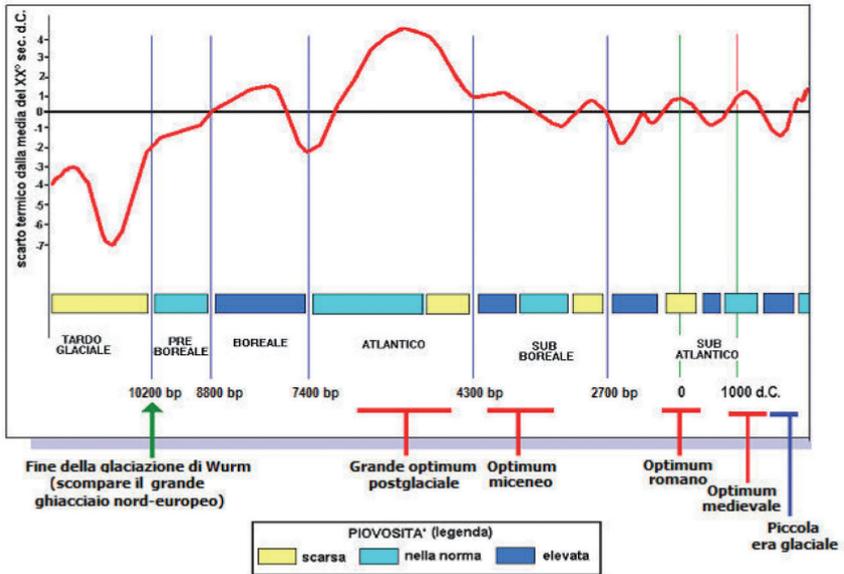
Le piante superiori hanno fatto la loro comparsa sulla terra nel lontano Fanerozoico, circa cinquecento milioni di anni fa quando la temperatura media della terra era di 14 ° C più alta di oggi. Il genere *Vitis* compare circa 65 milioni di anni fa, (Eocene) e nella speciazione, a causa anche della deriva dei continenti, vede prendere il sopravvento in Eurasia la specie *vinifera*, mentre in America le specie *rupestris* e *riparia*. Successivamente nel Miocene e nel Pliocene le temperature scendono sotto la media delle temperature attuali e con la glaciazione del Cenozoico si entra nel Pleistocene.

Da questo punto c'è un avvicendamento tra fasi glaciali e fasi interglaciali. Con grandi variazioni termiche tra le diverse fasi. Con la fine della glaciazione di Wuerm (quarta glaciazione del Pleistocene, la prima epoca del Quaternario: – 110.000 anni fa – terminò circa 12.000 anni fa). Su tutto il pianeta Terra si verificò un abbassamento generale della temperatura e un'ulteriore espansione dei ghiacciai nell'attuale zona temperata. Durante questa glaciazione i livelli dei mari si abbassarono di oltre 120 m.

Alla fine di questa glaciazione, seguì un periodo tardi-glaciale, in cui la temperatura e le precipitazioni raggiunsero gradualmente i valori attuali (figura 8).

Circa 11.000 anni fa si entra nella fase interglaciale chiamata Olocene (dove viviamo adesso) il clima si riscalda,

**Figura 8**  
**Le grandi variazioni climatiche degli ultimi diecimila anni**



nasce l'agricoltura (circa 10mila anni fa con il Neolitico). Le prime domesticazioni sono legate ai cereali, con la nascita di una delle prime quattro civiltà nel territorio della Mezzaluna fertile. Insieme ai cereali viene domesticata anche la vite, che bisogna immaginare come utilizzata dall'uomo anche prima della glaciazione.

Durante le ere glaciali la vite, in Europa, sopravvisse in areali rifugio Sud delle Alpi, dei Pirenei, e del Caucaso, aree costiere mediterranee.

E qui l'uomo di Cro-Magnon entrò in contatto con la vite selvatica. Nei depositi paleolitici si ritrovano spesso vinaccioli che attestano il consumo di bacche di questa vite. Si produceva già vino? Probabilmente sì, perché l'enzima

ADH4, che detossifica l'alcool etilico trasformandolo in acetaldeide, era già presente nei nostri antenati di oltre 10 milioni di anni fa. Questi uomini assumevano l'alcool etilico attraverso i frutti iper-maturi.

La produzione di vino è deducibile dai residui di acido tartarico, composto non presente in altra frutta fermentescibile. Le prime giare contenenti acido tartarico, ritrovate sui monti Zagros risalgono a 7000-7400 anni fa; successivamente se ne sono state ritrovate altre a sud del Caucaso che possono essere datate intorno ai 7800-8000 anni fa. Tuttavia, non è possibile stabilire se questi vini fossero ottenuti da uve di vite selvatica o domestica.

La domesticazione della vite avvenne tra 6000 e 8000 anni fa. Successivamente la coltivazione della vite si mosse verso ovest sulle rotte del frumento, raggiungendo l'Europa. Recentemente in Sicilia, nelle grotte del monte Kronio a Sciacca, è stato ritrovato un vaso con cremor tartaro, testimone di antica vinificazione, risalente a 6000 anni fa. Tutti questi ritrovamenti sono in definitiva riferibili ad un periodo abbastanza ristretto, attorno a 6.000 anni fa, che coincise secondo gli archeologi al cosiddetto "diluvio storico". L'imponente afflusso di acque di risulta dallo scioglimento dei ghiacciai, provocò il rapido innalzamento delle acque del Mar Nero e la migrazione delle popolazioni delle sue coste verso occidente, che portarono con sé vitigni e tecniche enologiche nei luoghi dei nuovi insediamenti.

Quando è stato prodotto il primo vino, 8000 anni fa, il clima non era troppo diverso di quello di oggi. Successive variazioni climatiche negative dell'areale caucasico hanno spostato il centro della viticoltura verso il sud Europa.

Durante il periodo interglaciale il clima europeo oscillava tra fasi caldi e fasi fredde. Durante l'optimum climatico medievale si sono ritrovate importanti tracce di allevamento

della vite nel sud dell'Inghilterra, portata dai romani. Nel periodo compreso tra il 1050 ed il 1250 la vite era coltivata sulle Alpi fino a 1350 m in Val d'Aosta, in Prussia ed in Pomerania (Polonia nord ovest) e persino nel sud di Scozia e Norvegia.

Nella seconda metà del milleduecento inizia una fase di raffreddamento nota come piccola era glaciale (PEG). Nella PEG si alternarono periodi di grande siccità a periodi molto piovosi, o molto freddi che quasi cancellarono la viticoltura a nord delle Alpi.

Alcune conseguenze sono ancora visibili ora: la sistemazione a gradoni in ambito alpino e appenninico, e la nascita della tecnica dell'interramento invernale della vite. I gradoni sono importanti perché permettono di esporre la vite verso sud e di sgrondare l'eccesso idrico, mentre l'interramento della vite è fondamentale per proteggerla dalle gelate. In Oltrepò pavese nella pianura padana e nel fondovalle del Trentino si è seppellito la vite fino al 1900 per evitare di esporla alle gelate del freddo invernale.

### **Dalla Piccola Età glaciale alla fase di riscaldamento attuale: la serie storica strumentale più lunga del mondo**

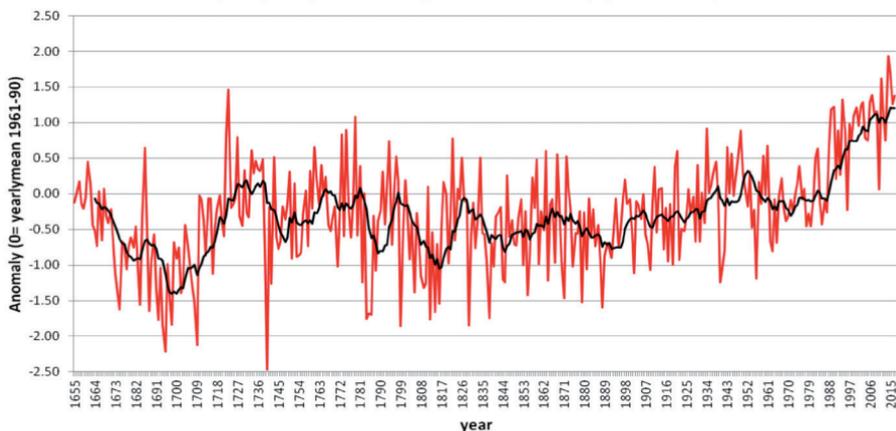
Il primo rilevamento meteorologico a livello mondiale fu effettuato da Galileo e la sua scuola nel 1654, con l'invenzione del termometro, del pluviometro, dell'evaporimetro, ecc.

Tracciando una serie storica delle medie delle temperature a partire dal 1655 ad oggi (figura 9), si nota come esisteva già da allora un'intensa instabilità del clima. L'instabilità oggi presente non deve essere quindi imputata solo all'impatto dell'uomo.

Un'altra seriazione storica si basa su un aspetto fenologico, quello rappresentato dalla maturazione dell'uva e

**Figura 9**  
**Anomalie termiche registrate a partire dal 1655**

Europe - yearly mean temperature anomaly (1655-2017)



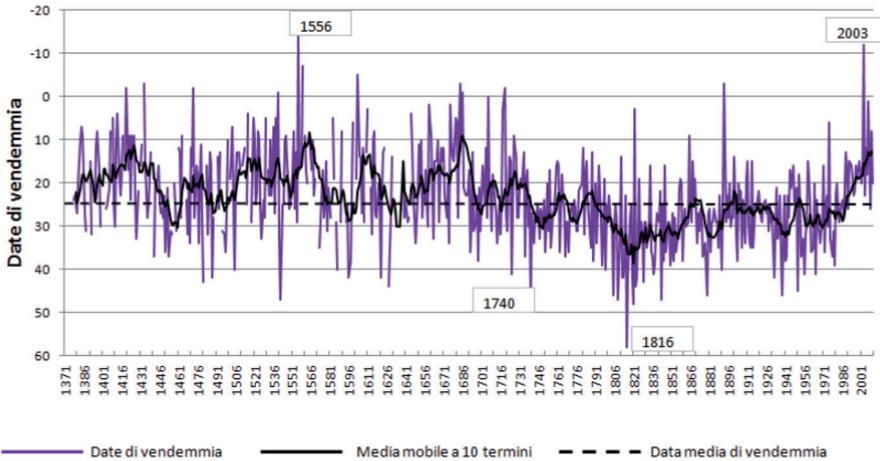
Mariani L. Zavatti F. Multi-scale approach to Euro-Atlantic climates cycles based on phenological time series air temperatures and circulation indexes, *Science of the Total Environment* 593-594 (2017) 253-262

quindi dall'epoca delle vendemmia in Borgogna (figura 10). La città di Beaune ha diligentemente registrato le date di vendemmia dal 1371 ad oggi.

Analizzando il lavoro citato, si nota come questa sia influenzata dalle temperature di aprile, maggio e giugno. Se in questi mesi le temperature sono alte si anticipa la fioritura e quindi anche la data di vendemmia verrà proporzionalmente anticipata. Infatti, la vendemmia più precoce è quella del 1556, e non quella del 2003.

La grande differenza tra le date di vendemmia mostra un'instabilità del clima europeo. Esso è instabile perché ogni anno cambiano le frequenze e le persistenze del tipo di circolazione, e non esiste mai un anno uguale all'altro.

**Figura 10**  
**Seicento anni di vendemmie a Beaune**



Labbé T., Gaveau F., 2013. Les dates de vendange à Beaune (1371-2010). Analyse et données d'une nouvelle série vendémiologique, *Revue historique* n. 666, 2013/2, p. 333-367.

## Le variabili del clima

Il motore del clima è il bilancio energetico che vede la radiazione solare come elemento determinante. Esiste un gradiente latitudinale dall'equatore fino a poco oltre i tropici in cui il bilancio fra la radiazione incidente solare e la radiazione emessa dalla Terra è positiva, mentre andando verso i poli il bilancio diventa negativo con perdite di energia.

Se non ci fossero altri meccanismi, avremo a livello globale un trend climatico solo basato sulla latitudine, con zone estremamente calde all'equatore e via via temperature decrescenti andando verso i poli. In realtà non è solo questo l'elemento che regola il clima perché i surplus energetici vengono distribuiti a livello globale attraverso il movimento dei fluidi. I fluidi terrestri muovendosi

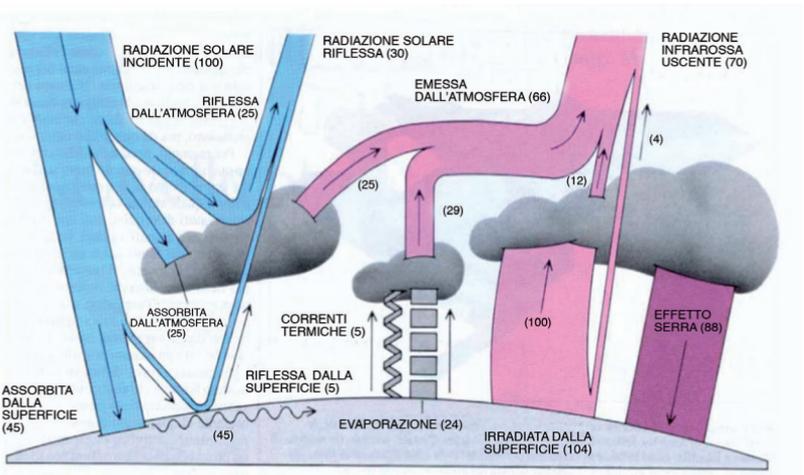


nismo che si basa sul diverso comportamento che i gas atmosferici hanno nei confronti dei flussi di radiazioni che arrivano ed escono dalla superficie terrestre. Noi abbiamo due tipi di radiazione, quella visibile emessa dal sole (400/700nm) che determina il riscaldamento della Terra e quella che a sua volta viene emessa dalla Terra. Tutti i corpi emettono radiazioni, ma la lunghezza d'onda della radiazione emessa dipende dalla temperatura del corpo; tanto più sono caldi e tanto minore è la lunghezza d'onda emessa.

La Terra essendo più fredda del sole emette una radiazione più corta, a circa 10.000 nm, rappresentata dalla radiazione infrarossa. Questa radiazione quando incontra determinati gas atmosferici viene riflessa verso la Terra andando a creare l'effetto serra (figura 12).

L'effetto serra è stato identificato per la prima volta da Arrhenius alla fine del 1800, identificando nella CO<sub>2</sub> il gas

**Figura 12**  
**L'effetto serra**



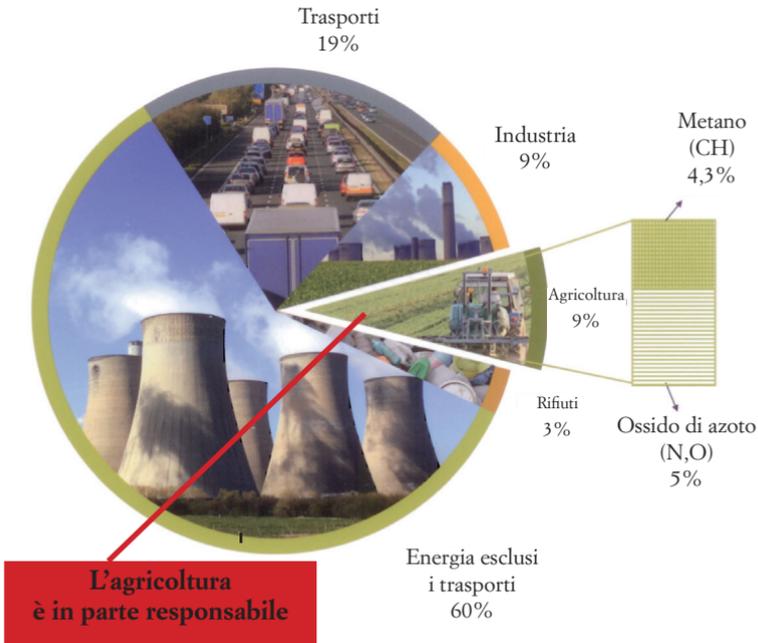
responsabile di questo fenomeno. C'è comunque da chiarire che senza l'effetto serra la vita sulla Terra non avrebbe potuto svilupparsi perché la temperatura sarebbe di diversi gradi sotto lo zero.

Oggi il cambiamento di questi gas avviene molto repentinamente, e l'accentuazione di questo fenomeno è legato all'aumentare di determinati gas nell'atmosfera che impediscono il raffreddamento della Terra. Poco alla volta l'energia del sistema Terra aumenta e va a modificare il clima. Il principale gas serra è la  $\text{CO}_2$ , la cui origine prevalentemente è legata all'uso dei combustibili fossili. Anche la deforestazione ha dato un grande contributo dell'aumento di questo gas serra. Un altro gas serra molto importante è il metano, che deriva principalmente dall'attività zootecnica, ma anche da tutti gli ambienti riducenti come possono essere le risaie. Anche l'ossido di azoto è un gas serra. Oggi i livelli di  $\text{CO}_2$  mondiali sono intorno alle 400 ppm (figura 13).

La determinazione degli scenari futuri riguardante il clima e l'ambiente si basano su una serie di fattori. Il primo è più di tipo politico mondiale perché prende in considerazione determinati processi di sviluppo mondiali come l'aumento della popolazione, l'economia, la tecnologia, la deforestazione, ecc. Vengono quindi individuati determinati scenari, alcuni più ottimistici e altri più pessimistici. Su questi scenari si determinano i possibili consumi energetici e i possibili scenari di emissione dei gas serra. Questi dati, derivanti dagli scenari globali, vengono poi inseriti nei modelli climatici. Essi ci dicono le conseguenze di questi scenari.

Quando vogliamo ottenere informazioni climatologiche lo strumento che utilizziamo sono le serie storiche. Queste serie devono essere lunghe almeno 30 anni. Periodi più corti di 30 anni sono soggetti a delle fluttuazioni, che rientrano nella normale variabilità climatica, quindi bisogna analizzare

**Figura 13**  
**UE-27 Percentuali di emissioni di gas serra**



periodi più lunghi che, mediati, ci danno le condizioni climatiche di una località. Poiché il clima sta cambiando non si usa più una media ma un'analisi di trend per calcolare la tendenza di un determinato parametro. Il trend delle temperature è generalmente crescente, mentre quello delle piogge dà risultati diversi poiché le piogge sono molto legate alle caratteristiche locali.

Gli effetti delle alterazioni del sistema climatico sono vari, perché aumentando l'energia del sistema terrestre cambiano tutti i modelli di circolazione dell'aria e dell'acqua, che sono alla base delle condizioni climatiche globali. C'è quindi la variazione di certi parametri statistici utilizzati per definire il clima in una certa località.

## **Vite, variabili atmosferiche e clima**

La vite è un essere vivente autotrofo che usa la luce solare per convertire  $\text{CO}_2$  e acqua in zucchero e ossigeno. I fattori climatici influenzano questo tipo di lavoro, influenzando la fotosintesi. I principali fattori limitanti sono quelli legati alla limitazione termica e alla limitazione idrica; sotto i  $5^\circ\text{C}$  la fotosintesi è ridotta, così come senza acqua la vite non produce e non traspira.

Si può schematizzare il lavoro della vite in risultati produttivi. Per ogni MJ di radiazione fotosinteticamente attiva che arriva su un  $\text{m}^2$  di terreno si producono 2,4 g di zucchero. Risulta palese come le diverse variabili atmosferiche influenzino l'attività della vite, influenzandone la produzione.

La vite è la coltura plastica per eccellenza, riuscendo a adattarsi ottimamente a climi diversi, da quello atlantico a quello mediterraneo. Il clima mediterraneo si caratterizza per una siccità estiva e temperature più alte, mentre quello atlantico per temperature inferiori e una piovosità distribuita lungo tutto l'anno.

I climi sono generati dalla circolazione atmosferica.

Schematizzando la circolazione del nostro pianeta si notano tre grandi fasce. Una a  $30^\circ$  di latitudine, di alta pressione chiamata degli anticicloni - come quello delle Azzorre - del Pacifico o dell'Oceano Indiano. Poi è presente una fascia a  $60^\circ$  di bassa pressione chiamata dei cicloni. Attorno alle alte pressioni l'aria ruota in senso orario, mentre attorno ai cicloni in senso antiorario; in mezzo vengono ingranate delle correnti chiamate correnti occidentali. Queste fanno sì che le perturbazioni arrivino da ovest e vadano verso est. Il clima mediterraneo nasce dall'espandersi degli anticicloni sub-tropicali che raggiungono grossomodo i  $40^\circ$

nord di latitudine. Sopra questa fascia di clima mediterraneo si ritrova quella del clima oceanico, con perturbazioni molto frequenti e una continuità pluviometrica accentuata in cui dominano le grandi correnti oceaniche.

Ecco allora le due fasce di clima favorevoli alla viticoltura, che secondo la classificazione dei macroclimi di Köppen vengono definite rispettivamente Csa (*Hot-summer Mediterranean climate*) e Cfb (*Temperate oceanic climate*) (figura 14).

In che direzione sta andando il clima? In uno studio basato sui dati della East Anglia University, si sono paragonate le temperature del periodo 1961-1990 con quelle dal 1991 al 2016. Da qui sono emersi incrementi delle temperature abbastanza generalizzati, meno sull'emisfero sud che sull'emisfero nord. Questo perché l'oceano funge da volano e tende a smorzare gli incrementi. In questo caso il cambiamento climatico è termico.

Confrontando invece i dati riferiti alle piogge di questi due periodi emerge che la situazione è stazionaria. Il regime pluviometrico si nota quindi che è abbastanza costante, con addirittura delle crescite al Sud Italia.

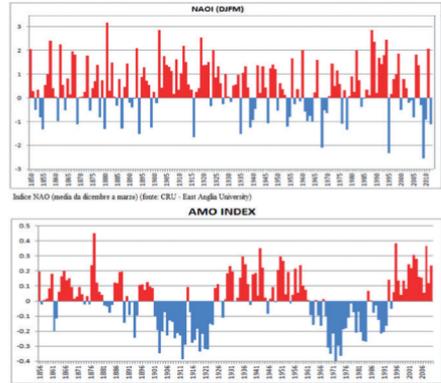
## **Indici circolatori e temperature europee**

Esistono due indici determinanti per i meteorologi (figura 15):

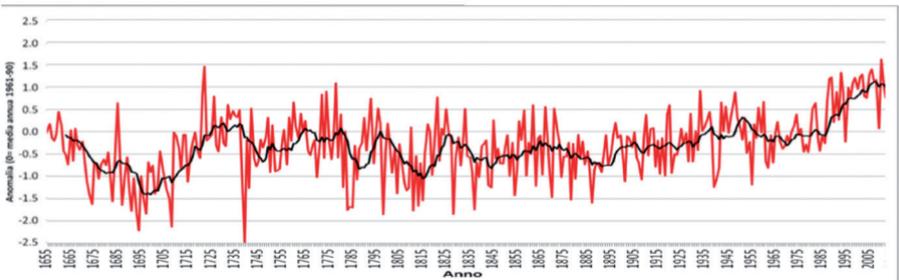
1. il flusso di robustezza delle correnti atlantiche, cioè quanto è intenso il flusso delle correnti da ovest verso est. C'è da distinguere l'aria che arriva dall'oceano, solitamente più mite, e quella che arriva dal continente, più fredda. Questo indice si chiama NAO (*North Atlantic Oscillation*) e spiega la tendenza del clima a lavorare da ovest o da est.



**Figura 15**  
**Indici circolatori e temperature europee**



Mariani L. Zavatti F. 2017. Multi-scale approach to Euro-Atlantic climatic cycles based on phenological time series air temperatures and circulation indexes, *Science of the Total Environment* 593-594 (2017) 253-262



2. La temperatura dell'oceano Atlantico. Indica l'oscillazione della temperatura dell'oceano Atlantico e questo indice prende il nome di AMO (*atlantic multidecadal oscillation*). Questo indice ha mostrato come le temperature oscillino in maniera molto interessante, passando 30 anni sotto la norma
3. e 30 anni sopra. Dal 1994 ad oggi siamo nel trentennio con temperature superiori alla norma.

Esiste una tendenza complessiva dell'aumento delle temperature globali, ma l'AMO *index* è in fase negativa quindi l'oceano si raffredderà nei prossimi anni. È possibile

attendarsi un calo delle temperature europee. Questa ciclicità dell'oceano Atlantico è riscontrabile anche sulle temperature globali, ed importante perché impone un "ritmo" a queste temperature. In generale è stata riscontrata una sovrastima dei modelli previsionali per quanto riguarda le temperature attese in futuro.

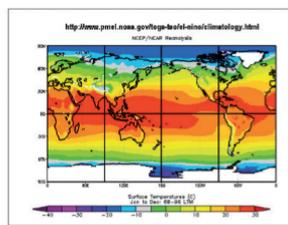
## Comprendere i fenomeni

Dal punto di vista previsionale è importante sapere la differenza tra meteorologia e climatologia. La climatologia è una scienza statistico-descrittiva che si basa sull'elaborazione di lunghe serie di dati (20 o 30 anni), per individuare i comportamenti e le deviazioni dei valori medi che rappresentano la variabilità climatica. Definisce quindi l'effetto delle condizioni del tempo atmosferico su una specifica area per un lungo periodo di tempo (figura 16).

**Figura 16**  
**Definizione climatologia e meteorologia**

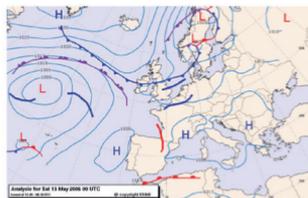
### Climatologia

È una scienza statistico-descrittiva che si basa sull'elaborazione di lunghe serie di dati (20 o 30 anni), per individuare i comportamenti e le deviazioni dei valori medi che rappresentano la variabilità climatica. Definisce quindi l'effetto delle condizioni del tempo atmosferico su una specifica area per un lungo periodo di tempo.



### Meteorologia

È una disciplina fisico-meccanicistica che studia gli effetti del tempo atmosferico allo scopo di definire i meccanismi ed effettuare previsioni sullo stato dell'atmosfera.



La meteorologia invece è una disciplina fisico-meccanicistica che studia i fenomeni del tempo atmosferico allo scopo di definirne i meccanismi ed effettuare previsioni sullo stato dell'atmosfera. Le scelte di lungo periodo si effettuano sulla base del clima. La meteorologia ci permette di fare le scelte di breve periodo. I dati ci derivano a livello locale dalle stazioni meteorologiche, ma nulla vieta di usare altri strumenti come i droni; possono darci indicazioni sull'umidità del terreno e sulla temperatura della vegetazione.

Riguardo gli strumenti per capire al meglio le previsioni meteorologiche, per il monitoraggio si usano le stazioni agro-meteorologiche che sono le più distribuite sul territorio. Solitamente chi vende queste stazioni offre anche il servizio di elaborazione dei dati, con anche indicatori come lo sviluppo delle malattie e della evapotraspirazione. L'insieme di questi dati permettono di seguire l'andamento della nostra coltura.

Oggi si usano molto gli strumenti di telerilevamento come radar e satelliti. Molto importanti sono i modelli meteorologici; oggi il grosso delle informazioni previsionali deriva dai modelli meteorologici.

La meteorologia lavora su delle scale temporali che possono avere una durata diversa. Esistono le previsioni "nowcasting" che sono effettuate su scale di brevissimo periodo tra le 0 e le 6 ore. Ci sono poi le previsioni di breve periodo che sono intorno ai 3 giorni, quelle a medio termine che arrivano fino alle 2 settimane e quelle mensili o stagionali.

La precisione e il dettaglio vanno ovviamente a diminuire con l'aumentare della scala temporale. Le previsioni stagionali o climatiche ci segnalano se nei prossimi tre mesi indici come temperatura e giorni piovosi saranno sopra la media, sotto la media o in media; non conosciamo

nel dettaglio le caratteristiche dei giorni che verranno ma prevediamo come sarà il trend stagionale.

Le previsioni breve-medio periodo vanno da 1-2 giorni fino a 15; la precisione è molto accentuata nelle prime 72 ore e poi va via via a diminuire perché il margine di incertezza aumenta. La previsione viene fatta con modelli meteorologici globali che hanno la caratteristica di essere lavorati da pochi centri mondiali. Sono modelli che richiedono sistemi informatici estremamente complessi che non possono essere gestiti a livello dei singoli paesi. In Europa c'è un centro unico vicino a Londra. Danno previsioni mondiali con risoluzione dei *pixel* molto alta (centinaia di km), con proiezioni verticali. L'atmosfera terrestre viene divisa in tanti cubi, per tutto il globo terrestre, per tutti i parametri meteorologici e per intervalli tri-orari. I dati poi vengono distribuiti ai singoli paesi che li ridistribuiscono agli enti di servizio meteorologico delle singole regioni.

In Italia si sta lavorando ad un servizio meteorologico nazionale gestito dalla regione Emilia-Romagna. Ogni regione prende i cubi di interesse e li sottopone ad un'operazione di aumento della risoluzione in dettaglio, passando dal dettaglio di centinaia di km ad anche pochi km. A livello locale le dimensioni dei pixel sono di 4-5 km. Questo è come vengono effettuate le previsioni del tempo che, a parte qualche parametro come la pioggia, sono molto accurate.

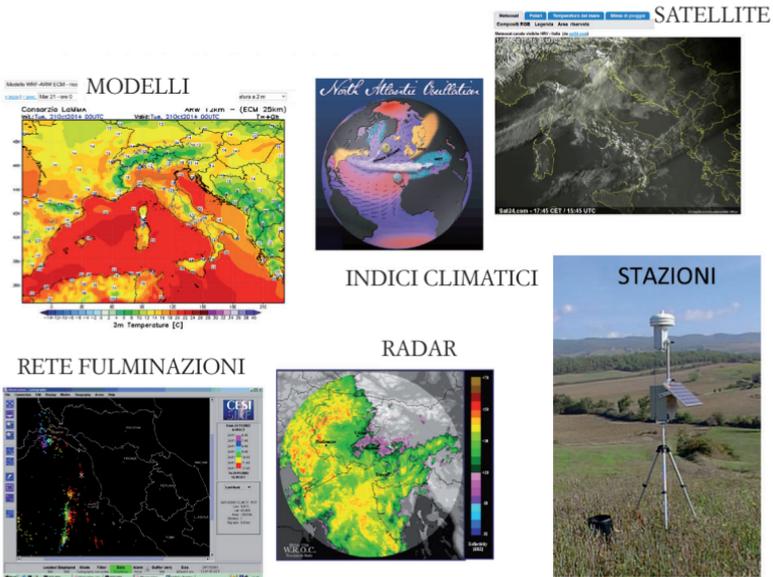
Nell'adattamento alla variabilità climatica le previsioni meteorologiche sono un ottimo strumento per la pianificazione dei lavori futuri. La previsione *nowcasting* è quella che sta nell'ambito di poche ore e che ha una veridicità migliore, soprattutto in termini pluviometrici. Molto utile per le previsioni di grandine e gelate. I dati dei bollettini meteorologici vengono poi utilizzati per comporre bollettini agrometeorologici.

Il viticoltore deve comprendere la variabilità meteorologica e la cosa migliore che può fare è misurare con termometri, pluviometri, anemometri e così via i fenomeni climatici. Molto importante poi è tenere un diario meteorologico in cui si segnano lo stato del cielo dei fenomeni in atto (figura 17).

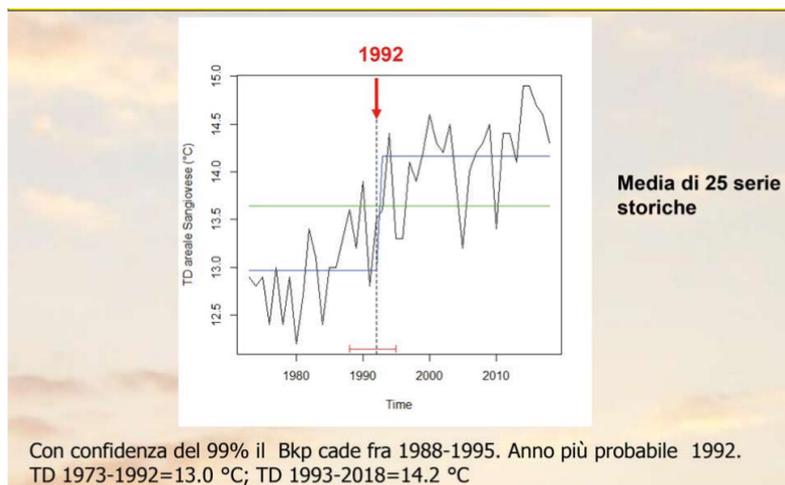
È importante perché se poi, a ritroso, si vuole capire perché un trattamento non ha funzionato la prima cosa che si deve andare a vedere è il diario meteorologico.

Raccogliendo i dati dalle stazioni meteorologiche toscane e romagnole degli ultimi 30 anni, si è costruito un report in cui vengono indicate le temperature estreme, massime e minime. Per capire meglio in che direzione sta andando il clima si sono dovuti slegare i dati delle annate più vecchie e fredde da quelle più recenti e calde. Per fare questo si è

**Figura 17**  
**La raccolta dei dati**



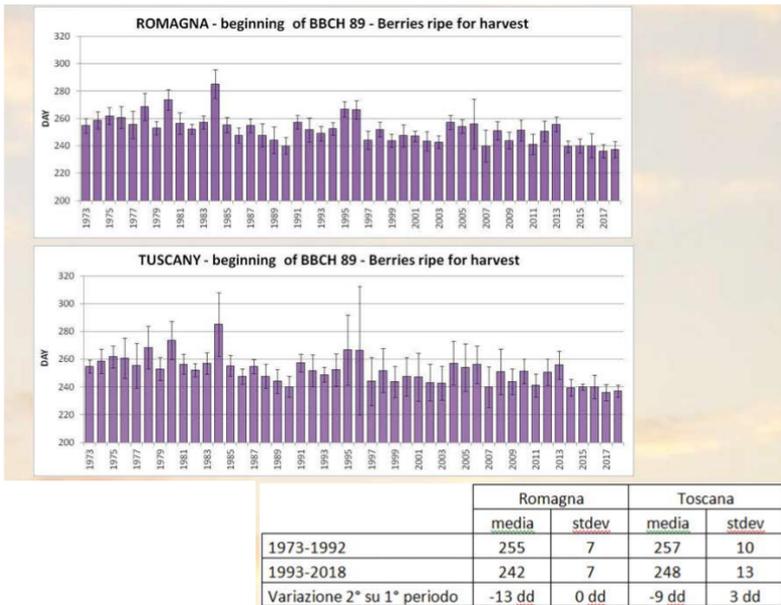
**Figura 18**  
**Areale Sangiovese - T media delle medie annuali 1973-2018**



effettuata un'analisi di discontinuità, che serve nelle serie storiche per individuare i punti di cambiamento. Da questa analisi emerge come anno del cambiamento climatico il 1992, dove c'è un brusco aumento delle temperature di circa 1,2°C (figura 18).

Questi vengono chiamati cambiamenti climatici bruschi e sono avvertibili anche a pelle. Le analisi sono state poi effettuate dal 1992 in avanti, confrontandole poi con le annate precedenti. Le piogge invece sono stazionarie e non mostrano break point come le temperature, oscillando intorno alla media con regolarità. Un discorso diverso deve essere fatto per l'intensità delle singole precipitazioni. È emerso che all'inizio della serie si hanno dei dati al di sotto delle medie, e come break point c'è l'anno 1978. Questo break point è dubbio perché il range va fuori dal grado di esistenza della variabile, e si dovrebbero avere dati che vadano a scavare più indietro nel tempo per ottenere un'analisi più veritiera.

**Figura 19**  
**Sangiovese - fenologia (data media raggruppamento BBCH89)**

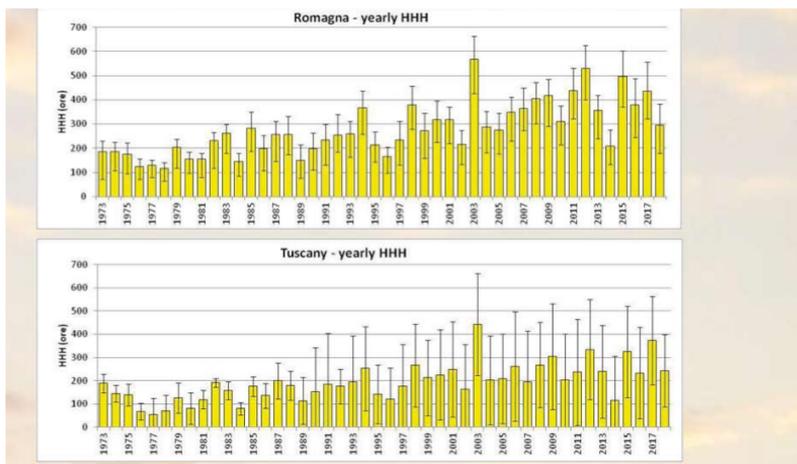


Le risorse termiche fanno sì che la fenologia sia anticipata. Si nota che per il Sangiovese coltivato nell'areale romagnolo l'invaiaitura è avvenuta di media 12 giorni prima nel periodo 1993-2018 rispetto al precedente periodo 1973-1992, mentre per quello coltivato nell'area toscana l'anticipo è stato di 8 giorni. Per quanto riguarda invece l'epoca di maturità dell'uva è stato registrato un anticipo di 13 giorni in Romagna e di 9 in Toscana. Inoltre, aumenta molto la variabilità tra un anno all'altro (figura 19).

Le risorse termiche, espresse per ore normali di caldo, non presentano aumenti significativi, con un +10% in Romagna e un +12% in Toscana.

Per quanto riguarda l'eccesso termico si nota che aumenta considerevolmente. A fronte di una media di 195

**Figura 20**  
**Sangiovese - stress da eccesso termico (HHH)**



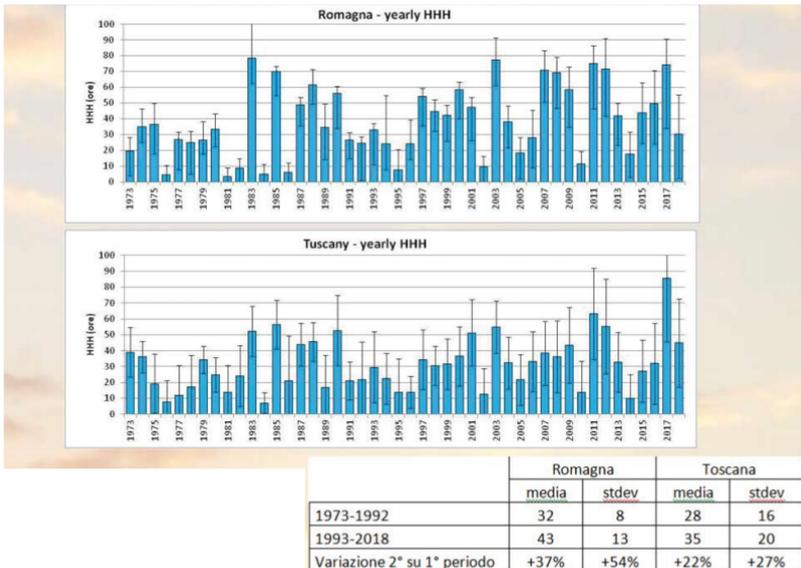
	Romagna		Toscana	
	media	stdev	media	stdev
1973-1992	195	47	137	81
1993-2018	341	75	238	105
Variazione 2° su 1° periodo	+75%	+61%	+74%	+30%

ore nel periodo 1973-1992, in Romagna, si ritrova un 341 ore nel periodo 1993-2018. Dato simile anche in Toscana dove contro il 137 ore del periodo 1973-1992 si ritrova un 238 ore del periodo 1993-2018 (figura 20).

Per quanto riguarda i giorni di stress idrico: in Romagna si è notato un aumento, con il passaggio da 32 giorni a 43, mentre per la Toscana da 28 a 35. Questi modelli sono stati creati con dati giornalieri rilevati fino al 6 settembre 2018 e i dati fino alla fine dell'anno sono stati presi dalle medie degli anni passati (figura 21).

Occorre una lettura complessiva delle risorse e delle limitazioni imposte dalla meteorologia e dal clima, e considerando tutte le risposte contemporaneamente, è possibile tradurre le variabili meteo in risposte della vite.

**Figura 21**  
**Sangiovese - stress da carenza idrica (giorni)**



Per ogni “terroir” c’è una vocazionalità media dove il clima è inteso come valori medi ed estremi delle variabili atmosferiche per almeno trent’anni.

Esiste un potente “effetto annata” ove risultato della meteorologia come variabile quotidiana che si ripercuote su suolo e pianta.

Occorre una lettura complessiva delle risorse e delle limitazioni imposte dalla meteorologia e dal clima tenendo in debito conto e misurandole tutte le risorse: radioattive, termiche ed idriche traducendo le variabili meteo in modelli di risposta della vite (figura 22).

Come interpretare una previsione? Una previsione a medio-lungo termine ci dà un’indicazione di massima su

quello che sarà il trend dei mesi futuri, che possiamo utilizzare per effettuare decisioni di vendemmia o gestione della chioma.

La previsione di breve-medio termine mi indicherà le previsioni termo-pluviometriche che ci saranno nei giorni futuri; anche queste vengono usate per prendere decisioni sulle operazioni da effettuare, però sul breve periodo. Ultimamente si sta utilizzando un approccio “ensemble” che viene utilizzato applicando ai modelli meteorologici varie condizioni iniziali perché questi modelli sono estremamente accurati, ma sono anche molto sensibili alle condizioni iniziali. Questo approccio viene utilizzato per non avere una previsione che indichi solo un punto/valore finale, ma che offra un *range* di previsioni, in modo che l’operatore esperto sia in grado di effettuare la scelta più corretta.

**Figura 22**  
**I bollettini agrometeorologici**



Questo clima è frutto di equilibri fisici che se vengono modificati ne determinano un'alterazione; queste modifiche stanno avvenendo con ritmi che non sono compatibili con variazioni naturali ma sono compatibili con gli effetti antropici.

Quando si effettuano studi confrontandosi con le serie storiche si parla in termini di anomalie. Se parliamo di temperature di un determinato periodo, facendo la media delle temperature di quegli anni otteniamo la media delle temperature di quel periodo. L'anomalia si calcola facendo la differenza tra la media delle temperature del singolo anno e la media calcolata sul lungo periodo. Col calcolo delle anomalie si capisce se il parametro in analisi aumenta o diminuisce nel tempo. Alcuni indicatori calcolati per la Toscana come il numero di notti sopra i 22°C, i giorni sopra i 34°C e i giorni di gelo mostrano che quando si parla di temperature elevate la tendenza è all'aumento, mentre quando si parla di gelate la tendenza è in diminuzione; questo non significa che non ci sono più gelate, ma che ne diminuisce la frequenza annuale. Questo può risultare un rischio perché l'aumento delle temperature porta ad un anticipo della ripresa vegetativa che assieme alle gelate, in diminuzione ma pur sempre presenti, può portare a gravi perdite di produzione (figura 23).

Gli scenari futuri sulle temperature possono essere più o meno ottimistici; quelli ottimistici ipotizzano un aumento intorno a 1-2°C, mentre quelli pessimistici ipotizzano aumenti molto più consistenti.

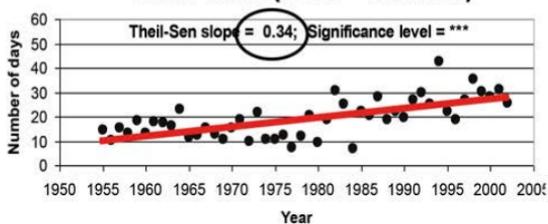
Per quanto riguarda le precipitazioni il discorso è diverso perché queste sono molte legate alla stagione e alla località. Sono sempre esistite zone più piovose di altre ma è interessante mettere in evidenza un parametro in aumento come l'intensità delle precipitazioni, che si esprimono in

**Figura 23**  
**Indici estremi in Toscana**

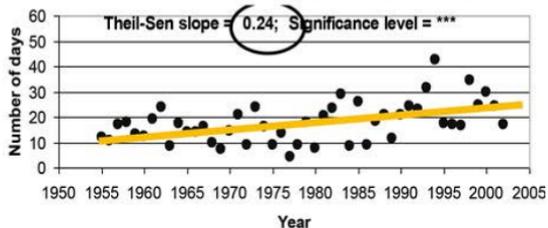
**+ 34 giorni per secolo**



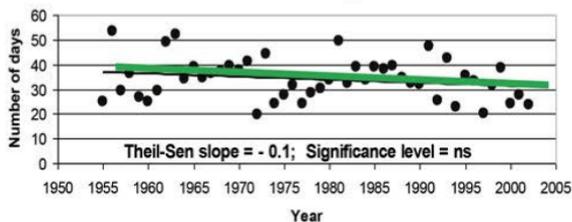
**Notti calde ( $T > 24^{\circ}$  C alle 22)**



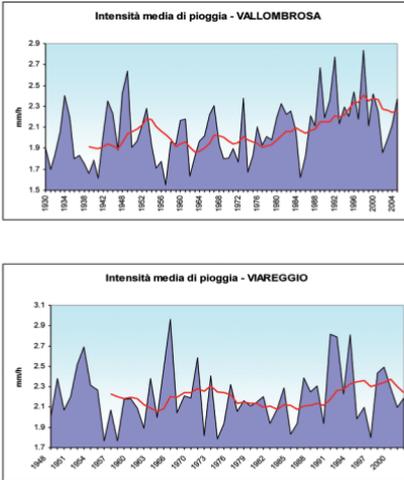
**Giorni caldi ( $T_{max} > 34^{\circ}$  C)**



**Giorni di gelo**



**Figura 24**  
**Intensità media di pioggia**



Generale incremento dell'intensità media di pioggia a partire dalla metà degli anni '80

Intensità media di pioggia oraria (mm/h) nei giorni con cumulati di > 0.2 mm nella stazione di Vallombrosa e Viareggio.

mm/h. Normalmente le piogge sono espresse in mm/anno, ed in Toscana siamo intorno a 750-800 mm l'anno. Per le piogge è importante capire la distribuzione stagionale, perché la pioggia deve soddisfare un bisogno della pianta e se piove d'inverno ma la pianta ha bisogno d'acqua d'estate risulterà esserci una discrepanza. Bisogna che l'acqua sia presente continuamente a seconda del fabbisogno. Importanti sono i bacini di raccolta dell'acqua che l'accumulano nei periodi piovosi e la ridistribuiscono quando c'è necessità, fungendo da volano idrico.

L'intensità delle precipitazioni è in aumento perché l'aria è sempre più calda e contiene più energia, e quindi più vapore acqueo. Più l'aria è calda e più vapore acqueo c'è

nell'atmosfera. Il raffreddamento di questa elevata massa di vapore acqueo crea piogge molto intense. Esse non hanno alcun beneficio per la pianta perché il terreno ne assorbe in minima quantità, e possono anche determinare erosione, perdita di suolo, ristagni idrici, ecc. Allo stesso tempo stanno aumentando molto i periodi di siccità, spesso anche con alte temperature. Le condizioni climatiche che possono definire uno stress idrico o termico della pianta sono sicuramente in aumento (figura 24).

Le temperature del trentennio 1961-1990 rispetto a periodo 1991-2006 hanno subito aumenti, soprattutto nel nord Italia. Per quanto riguarda le precipitazioni invece si è riscontrata una maggiore variabilità, con situazioni addirittura di incremento nel sud Italia. Per quanto riguarda il trentennio futuro si può dire che ci sarà un aumento delle temperature, soprattutto quelle estive, mentre le precipitazioni tenderanno ad essere sempre più equilibrate, con una possibile diminuzione delle piogge in estate. Tutto questo come influisce sul suolo?

Analizzando principalmente quattro caratteri che influenzano maggiormente la vite: sostanza organica, calcare totale e attivo, salinità e aridità si evince: i suoli italiani sono poveri di sostanza organica. Essa è funzione del regime delle temperature, essendo più bassa dove fa più caldo e più alta dove fa più freddo, e del regime di umidità del suolo, diminuendo nei suoli asciutti ed aumentando in quelli più umidi.

Uno studio effettuato in diversi ambienti per misurare l'effetto del cambiamento climatico sulla sostanza organica nei suoli, per verificare come varia in funzione del clima attuale rispetto al clima degli anni '60 ha rilevato che la risposta della sostanza organica alle variazioni del clima è costante nel tempo. Grazie a ciò è stato possibile stimare le

variazioni di sostanza organica in previsione delle temperature e della piovosità futura.

Un altro fattore pedologico limitante è un alto contenuto di carbonato di calcio. I portinnesti hanno una diversa sensibilità a questo fattore. La profondità a cui si trova l'accumulo di carbonati nel terreno varia in maniera proporzionale alle precipitazioni; dove sono più basse si ritrovano negli strati più superficiali ed in maggiore quantità, mentre dove sono più abbondanti si ritrovano più in profondità in minore quantità. In Italia le aree più a rischio dal punto di vista del cambiamento climatico per l'aspetto legato al contenuto di carbonato di calcio sono: tutta la parte adriatica, dalla pianura veneta fino ad arrivare alle Murge baresi, e tutta la parte sud della Sicilia.

In queste aree c'è il pericolo di aumento del contenuto di carbonato di calcio nel suolo ed una maggiore vicinanza all'apparato radicale della vite. Per quanto riguarda il calcare attivo è molto più difficile fare delle generalizzazioni siccome esistono varie zone critiche un po' in tutta Italia.

Per quanto riguarda la salinità anche in questo caso esistono varie zone dove ci possono essere problemi nei suoli viticoli. Regioni a rischio sono la Toscana, la Puglia, la Sicilia, la Calabria e la parte più a sud della Pianura Padana. Questo perché in Toscana, come anche in gran parte delle altre zone, sono presenti sedimenti marini che presentano ancora dei sali che non sono stati dilavati. Con la diminuzione delle piogge e l'aumento delle temperature possono diventare più superficiali e influenzare l'apparato radicale delle viti.

La siccità è la minaccia più importante dal punto di vista della gestione viticola. Per quantificare la siccità si utilizza il *soil aridity index* che esprime il numero medio annuale di giorni in cui la sezione di controllo dell'umidità del suolo (10-30 cm) è completamente asciutta.

Attualmente le zone più aride sono quelle mediterranee come Sardegna, Sicilia e Puglia. Utilizzando lo scenario futuro IPCC4 si notano scenari molto diversi dagli attuali nel ventennio 2030-2050. Zone come il nord-est Italia passeranno da una classificazione udico a ustico. Nell'Italia meridionale i giorni di secco previsti nel 2050 andranno dai 115 ai 150. Questo indice prende comunque in considerazione la parte più superficiale del suolo che è quella più soggetta ai cambiamenti climatici. Non è da escludere che ci saranno grossi problemi di aridità nei suoli viticoli in futuro.

Quali possibilità agronomiche abbiamo per adattarci ai cambiamenti climatici? La parte agronomica è importantissima, e l'utilizzo della risorsa irrigua andrà aumentando. Importante sarà anche la pedotecnica e cioè la gestione del suolo. Non riguarda solo la superficie del suolo ma anche la profondità. Bisognerà pensare l'impianto del vigneto con un pedotecnica volta a progettare le caratteristiche del suolo che noi vogliamo avere in funzione della varietà e del cambiamento climatico che ci attendiamo.

Quando si modifica la morfologia della superficie si modifica profondamente la funzionalità del suolo, come per esempio la rendiamo più suscettibile all'erosione superficiale. È possibile anche l'affioramento di orizzonti non fertili. Una minore quantità di suolo esplorabile dalle radici porta ad una quantità totale minore di acqua disponibile, con maggiore suscettibilità a stress idrici e nutrizionali.

Quali sono i criteri utilizzabili per progettare un vigneto? Evitare i livellamenti che asportino completamente il suolo, dimensionare lo spessore del suolo e la sua capacità idrica, ripristinare lo strato di suolo fertile ricco di attività biologica perché senza il suolo fertile qualsiasi aggiunta di sostanza organica non riuscirà a ripristinare i livelli di

attività biologica ottimale, ridurre la pendenza e la lunghezza dei campi per evitare il rischio di erosione, evitando sistemazioni a ritocchino. Si deve cercare di adattare la lunghezza dei campi alla morfologia naturale del territorio coltivato.

È importante mantenere la superficie del suolo protetta da una coltivazione erbacea o residui colturali che ne assicurino un'adeguata porosità e filtrazione in modo tale da diminuire il tasso di erosione per scorrimento superficiale. Evitare il costipamento senza utilizzare macchinari troppo pesanti, alternando lavorazioni superficiali e profonde. La meccanizzazione del vigneto deve riguardare praticamente due colture: il vigneto e la sua superficie. Le lavorazioni servono per favorire l'approfondimento delle radici della vite e l'attività biologica, che altrimenti si svilupperebbe solo nella parte più superficiale del suolo.

Non possiamo limitarci ad avere un'attività biologica nei primi 10 cm del suolo, ma dobbiamo favorirne l'approfondimento. È importante anche gestire la fertilità del suolo attraverso il ciclo della materia organica e l'attività biologica o anche con la concimazione chimica. Il nuovo paradigma agronomico è quello di sostenere un agro-ecosistema invece che nutrire una coltura (figura 25).

La sostanza organica è fondamentale nel suolo perché dona fertilità chimica, fisica e biologica, regola il flusso dell'acqua e permette anche una maggior riserva idrica. Il vigneto è tra le colture che attualmente consuma più sostanza organica; basti pensare ai 100-120 quintali di uva che vengono portati via annualmente dal vigneto e che non vengono restituiti come foglie che cadono a terra o i sarmenti. Un vigneto ha mediamente 35t/ha di carbonio organico nel suolo, una coltura foraggera mediamente 50t/ha mentre un prato mediamente 80t/ha. La materia organica

**Figura 25**  
**Fertilità del suolo**

Gestire la fertilità del suolo attraverso il ciclo della materia organica e l'attività biologica, piuttosto che con la concimazione chimica



Il nuovo paradigma agronomico:  
sostenere un agrosistema invece  
che nutrire una coltura

del suolo costituisce la riserva di carbonio organico più importante, ancor più della biomassa dei vegetali.

Il vigneto depaupera più di altre colture il carbonio organico (materia organica) presente nel suolo, in quanto il tasso di restituzione è molto basso. Il vigneto ha anche il grande difetto di essere reimpiantato anche 4-5 volte sugli stessi suoli e nelle viticoltura tradizionali è da secoli che i vigneti si trovano sullo stesso suolo. Un altro grande problema della sostanza organica è che se in 20 anni perdiamo il 20% di quella presente in un terreno, ci vogliono almeno 40 anni per poterla ripristinare; ci vuole quindi sempre il doppio del tempo per recuperare la sostanza organica persa.

Per concludere in molti casi il clima agisce sulla risposta viticola ed enologica in modo dipendente dal tipo di suolo. I cambiamenti climatici possono influenzare alcuni

**Figura 26**  
**Variabilità del suolo**

**La conoscenza approfondita della variabilità del suolo è di estrema importanza sia durante le fasi d’impianto che di gestione del vigneto**



Geologia e geomorfologia contribuiscono a determinare i caratteri e le qualità del suolo, alcune delle quali hanno un effetto determinante sulla risposta viticola ed enologica.

In particolare i caratteri che condizionano la nutrizione idrica e minerale, quali capacità di ritenzione idrica, profondità e volume esplorabile dalle radici, pietrosità, colore, drenaggio superficiale e profondo, ricchezza in calcio attivo nonché in macro e micro elementi, sono le basi della qualità delle uve e della successiva espressione qualitativa nei vini.

importanti funzionalità dei suoli viticoli, soprattutto quelle legate al contenuto di sostanza organica, alla salinità e alla disponibilità idrica. Il cambiamento climatico porterà ad un aumento dello stress idrico e all’aumento dell’effetto terroir sul vino, in particolare per una varietà anisoidrica come il Sangiovese.

È possibile adattare il vigneto agli effetti dei cambiamenti climatici, oltre che con le scelte varietali ed agronomiche, con un’accurata scelta dei siti di impianto in funzione del clima previsto e dei suoli presenti, una attenta progettazione degli interventi sul suolo destinato al nuovo vigneto, funzionale al cambiamento climatico atteso e una gestione del suolo sito-specifica e volta a sostenere la funzionalità dell’intero ecosistema viticolo. Il cambiamento climatico può quindi essere visto anche come un’opportunità (figura 26).

## I terreni del Sangiovese: aspetti geo-pedologici

*di Edoardo Costantini*

Secondo la definizione ufficiale, il suolo è la parte più esterna della crosta terrestre, situata tra la roccia o il sedimento inalterato e l'atmosfera. Da un punto di vista più naturalistico il suolo va inteso come un corpo naturale che tende ad auto-organizzarsi nel tempo e nello spazio, quindi non va considerato come un elemento statico. Tutto quello che succede a livello di microbioma all'interno del suolo non lo vediamo e quindi non lo possiamo apprezzare, però in realtà è funzionale. Il suolo varia non solo nel tempo ma anche nello spazio, sia bidimensionale che come profondità. Le variazioni di composizione del suolo hanno una diversa scala di generalizzazione e devono essere conosciute per poterle controllare.

I suoli italiani rappresentano il 51% della variabilità geologica mondiale, le zone viticole riflettono questa estrema variabilità per cui si hanno suoli di origine molto antica risalenti all'era primaria (Gallura) e diverse epoche dell'era secondaria, terziaria e quaternaria.

I terreni del Sangiovese sono riferibili soprattutto al Pliocene (5 M. Anni). Il Pliocene inferiore rappresenta il livello massimo di estensione del mare in Toscana e in Romagna. Le terre emerse si caratterizzavano per i suoli argillo sabbiosi, quelle coperte dal mare per i calcari organogeni.

A partire dalla fine del Pliocene (5 milioni di anni fa) inizia il sollevamento dell'area compresa tra la Toscana

centrale e il Lazio settentrionale e l'allontanamento del mare, con sviluppo di processi di sedimentazione ed erosivi e la formazione di ambienti fluviali e lacustri.

### **Depositi terrigeni e torbiditi**

A partire dall'Oligocene grandi quantità di sedimenti sono stati trasportati dalle acque continentali all'interno di bacini sedimentari dove si sono accumulati. Le torbiditi sono il risultato di smottamenti lungo la scarpata continentale con deposito sul fondo di bacini marini o lacustri. Le torbiditi sono i costituenti dei flysch, successioni sedimentarie formatesi con la collisione dei blocchi continentali (figura 27).

Tra i terreni viticoli derivati da questi processi è ben noto il cosiddetto "macigno del Chianti", formazione geologica di origine marina, originato da processi di torbiditi creando

**Figura 27**  
**Flysch**



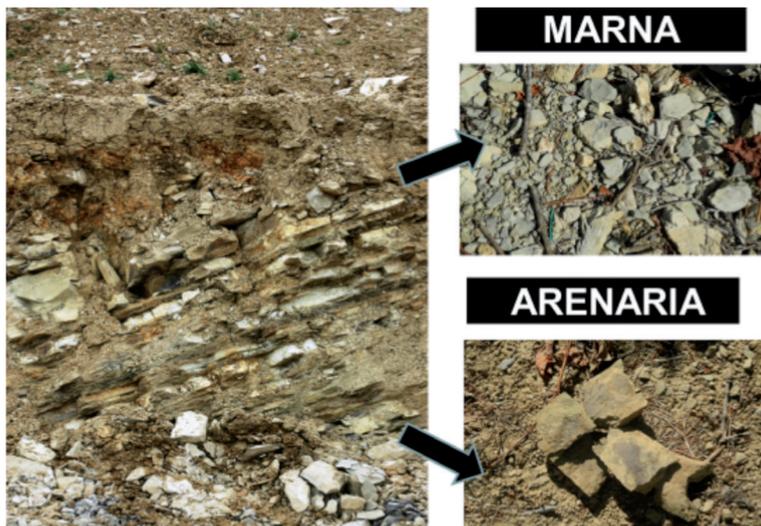
formazioni, oggi superficiali, note con il nome “pietra serena”, roccia grigia con striature azzurrine impiegata anche come materiale da costruzione. Altra formazione con origine simile, ma con presenza di sedimenti sabbiosi oltre a quelli limo-argillosi, è la “pietra forte” altra roccia tipica del territorio.

Un altro processo iniziato con l’Eocene, a partire da sedimenti torbiditici a prevalente composizione calcarea, hanno originato l’“alberese” tipica roccia del Chianti.

Terreni chiantigiani che non fanno riferimento a una formazione geologica definita sono i suoli originati da sedimenti fini che vanno dalla marna argillosa a quella calcarea e danno origine a terreni cosiddetti a scagliette o scistosi. Queste formazioni sono conosciute come “galestro” (figura 28).

L’origine dei suoli è fondamentale nella caratterizzazione sensoriale dei vini, per esempio è noto che la zona di

**Figura 28**  
**Terreni del Chianti**



**Figura 29**  
**Le macro-zone di Montalcino**



Montalcino è suddivisa in quattro versanti dalle esposizioni ed altitudini molto diverse che danno Brunelli con profili sensoriali ben definiti. La carta dei versanti e quella geologica si sovrappongono quasi perfettamente (figura 29).

### **Terreni del Sangiovese di Romagna**

La formazione geologica più importante è la marno-arenacea, caratterizzata da terreni profondi, limosi, calcarei, con sottozone limoso-sabbiose-calcaree. Sono terreni profondi a tessitura generalmente fine. Le “terre limose dei terrazzi antichi” sono formate da sedimenti fluviali danno terreni molto profondi, non calcarei, potenzialmente soggette a ristagno idrico. A ridosso dell’Appennino si

trovano formazioni marnoso-arenacee che originano suoli anche molto profondi calcarei.

Verso l'adriatico i suoli più rappresentativi sono quelli di Montelupo, derivati da rocce prevalentemente argillose, i suoli di San Clemente, sempre derivati da argille azzurre con forte presenza di calcare ed i suoli di Coriano, anche questi formati da derivazioni da argille azzurre.

## Geologia, pedologia e viticoltura toscana

*di Edoardo Costantini, Paolo Storchi*

Geologia e geomorfologia dei suoli sono contributori determinanti per l'espressione vegeto-produttiva della pianta per la qualità dell'uva e dei vini. A partire da questi parametri è possibile determinare la vocazionalità dei territori alla vite.

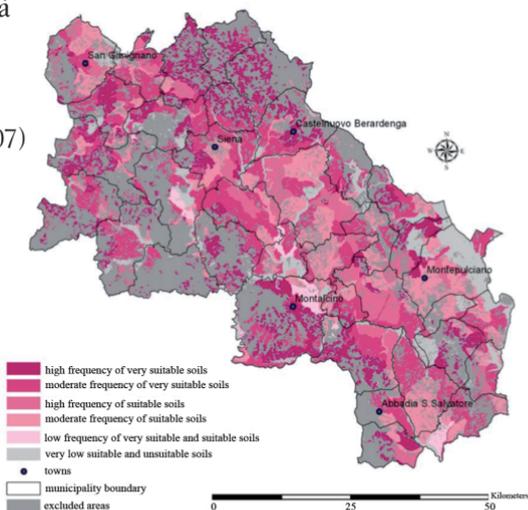
La funzionalità del suolo viticolo è molteplice. Dobbiamo pensare che le radici hanno bisogno di ossigeno e quindi la fisica del suolo è molto importante per determinare la quantità unitaria di ossigeno (capacità d'aria del suolo). Altri due fattori molto importanti sono l'idrologia, la capacità unitaria di acqua disponibile all'interno del suolo, e la radicabilità, l'unità di suolo esplorabile dalle radici della pianta. Tutta la matrice microbiologica presente nel suolo è fondamentale per regolare la disponibilità dei nutrienti ed il riciclo della materia organica.

Nell'interazione tra suolo e clima il sistema radicale è fondamentale perché è da esso che partono i segnali ormonali, quindi a condizioni di ambienti radicali diversi corrispondono segnali ormonali diversi e quindi una fenologia della pianta diversa (figura 30).

In uno studio effettuato a Montepulciano su Sangiovese coltivato su tre suoli diversi, evoluti sulla stessa geologia, si è voluto confrontare il comportamento di questa cultivar. Il suolo 1 era molto profondo e fertile, il suolo 2 era più sottile e poco fertile, mentre il suolo 3 aveva caratteristiche

**Figura 30**  
**Mappa dei suoli**

Mappa sull' idoneità  
dei suoli per il  
Sangiovese in  
provincia di Siena  
(Costantini et al., 2007)

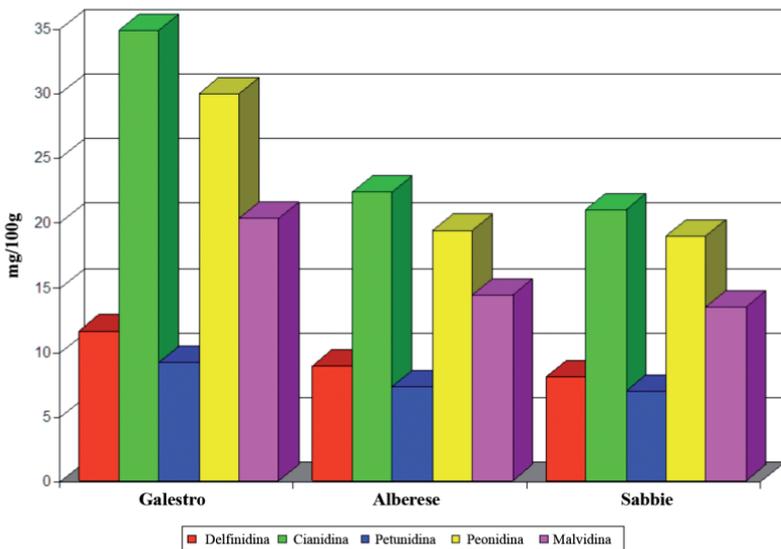


intermedie. La disponibilità di acqua (AWC: *available water capacity*) utilizzabile dal suolo era di 175 mm nel suolo 1, 80 mm nel 2 e 88 mm nel 3. La capacità dell'aria, la differenza tra la porosità totale e la porosità alla saturazione, nel suolo 1 era 10,6%, nel suolo 2 era 16,2% mentre nel suolo 3 era 1,4%.

Dal monitoraggio avvenuto durante l'anno si è notato come nel suolo 1 si aveva elevata disponibilità di ossigeno e di acqua durante tutto il periodo, nel suolo 2 c'era elevata disponibilità di ossigeno ma con una carenza idrica a fine estate, mentre nel suolo 3 c'era sia carenza di ossigeno che di acqua soprattutto negli orizzonti profondi. Alle variazioni fenotipiche osservate corrispondono andamenti nella disponibilità di aria e acqua nel suolo diversi. L'andamento dell'evapotraspirazione del Sangiovese nei suoli precedenti si pone in maniera diversificata in funzione dell'andamento delle piogge e delle temperature.

Il massimo delle temperature si ha in luglio, seguito poi da agosto, mentre la piovosità tipica dell'ambiente mediterraneo fa perdurare le piogge fino a maggio per poi calare durante la stagione estiva fino ad avere il minimo in luglio per poi aumentare nella fase autunnale. Si nota che i tre suoli hanno un comportamento evapotraspirativo completamente diverso; il suolo 1 ha una "partenza" più lenta dal punto di vista evapotraspirativo rispetto agli altri due suoli, con un massimo in agosto, ed una diminuzione dell'attività molto lenta a cui corrisponde un ritardo della maturazione. Nel suolo 2 c'è una grande precocità in primavera con il massimo dell'attività a giugno seguito poi da una precoce senescenza, accompagnata da una precoce maturazione dell'uva. Il terzo suolo, ha un

**Figura 31**  
**Antociani alla vendemmia**  
**Antocianine 3-O-glucosidi nell'uva**

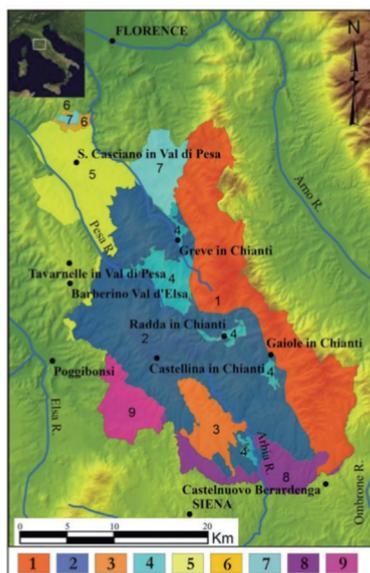


massimo dell'evapotraspirazione a luglio, quando abbiamo il minimo delle precipitazioni, e poi una senescenza graduale. Quest'ultimo suolo ha fatto registrare il miglior risultato fenotipico con la produzione dell'uva migliore.

Il profilo tecnologico e compositivo delle uve è fortemente influenzato dall'origine del suolo (figura 31).

Oltre alla composizione antocianica, anche la frazione aromatica è fortemente influenzata dall'origine dei suoli. Recenti ricerche condotte in Toscana, hanno evidenziato le seguenti considerazioni: i suoli con matrice "alberese" sono argillo scheletrici, calcarei, poveri di sostanza organica e biomassa microbica, con buon drenaggio e la ritenzione idrica. Tuttavia, la vite coltivata in questi suoli può essere soggetta a stress idrici più accentuati che in altri

**Figura 32**  
**Origine geologica dei terreni coltivati a Sangiovese in Toscana**



1. Anticlinale del Chianti: basse montagne e alte colline su arenaria (Macigno del Chianti);
2. Basse montagne e alte colline su calcareniti e su formazioni con alternanza di calcari marnosi (Alberese), arenarie e argilliti; ★
3. Alte colline su arenaria e Flysch del Chianti;
4. Rilievi di alta collina su formazioni prevalentemente marnose, argillose e scistose;
5. Basse colline su conglomerati e ghiaie prevalentemente calcaree, con sabbie del Pliocene; ★
6. Basse e medie colline su arenaria;
7. Basse e medie colline su argille, marne e scisto;
8. Basse e medie colline su sabbie marine;
9. Basse e medie colline su argille marine e conglomerati fluviali. ★

terroir. Le uve hanno zuccheri, acidità, polifenoli ed antociani, più alti della media. I suoli derivati da “macigno-sabbioso-scheletrici” molto poveri di sostanza organica, azoto e biomassa microbica. Buon drenaggio e possibilità di stress idrici accentuati. Le uve hanno una gradazione zuccherina più bassa rispetto ad altre terre. Anche l’acidità totale, i polifenoli e gli antociani sono più bassi della media. I terrazzi fluviali hanno originato suoli franco-limosi molto poveri di sostanze organica e azoto. Anche la biomassa microbica è bassa. Su queste terre gli apparati radicali della vite si possono approfondire e di conseguenza gli stress idrici sono moderati. I caratteri dell’uva e del vino sono piuttosto stabili nelle diverse annate. Normalmente non raggiungono punte di eccellenza (figura 32).

### **Figura 33** **Conclusioni**

- **Tramite meccanismi biochimici, le caratteristiche del suolo determinano la risposta fenologica della vite**
- **Principali caratteri del suolo funzionali per il Sangiovese**
  - Pietrosità e scheletro
  - Volume esplorabile delle radici (profondità)
  - Tessitura
  - Ritenuta idrica (AWC)
  - Struttura
  - Drenaggio e aerazione
  - Salinità
  - Nutrienti (azoto e potassio)
  - Carbonati
  - Attività biologica
- **Importanza della scala geografica e della variabilità geologica del territorio**
- **I caratteri funzionali dei migliori terroir sono preziosi e unici. Sono un patrimonio culturale che andrebbe salvaguardato e protetto**

## Terreni e qualità del vino

*di Edoardo Costantini*

È stato effettuato uno studio su terreni vitati dell'azienda Barone Ricasoli nell'area del Chianti Classico, perché questi si estendono su macro-terroir, ambienti geologici e climatici vasti, che sono ben rappresentativi del Chianti Classico. I principali macro-terroir sono le arenarie, i calcari, i flysch e alluvioni. Le arenarie sono suoli che si evolvono su arenarie feldspatiche dell'oligocene a quote piuttosto elevate come 500-600 metri sul livello del mare, e sono contraddistinte da colori bruni-rossastri con grandi quantità di scheletro.

Il flysch è una tipologia di suolo del Cretaceo, argilloso-calcareo, con colori molto più chiari. La quota è intorno ai 350-450 metri sul livello del mare. Per quanto riguarda i depositi del Pliocene marino siamo a quote di 300-350 mslm; questi sono suoli molto sabbiosi con ciottolami.

I sedimenti fluviali sono suoli fluviali antichi e suoli ben omogeneizzati con quote intorno a 250-300 metri sul livello del mare; hanno una tessitura argillosa, ma sempre con una buona presenza di scheletro. In questi vigneti sono state fatte diverse misurazioni per diversificare la variabilità nei suoli all'interno della stessa unità geologica. Attraverso tecniche di *clustering* territoriali si sono formati due *cluster* semplificati per consentire una raccolta e successiva vinificazione delle uve provenienti dai due *cluster* dello stesso vigneto. Le annate in prova erano la 2012 la 2013 e la 2014.

È stato già evidenziato come l'annata 2012 sia stata un'annata molto più calda e asciutta rispetto alle altre due, e di come la 2014 sia stata la più fredda e piovosa. A livello macro sulle arenarie si sono riscontrati vini con colore più debole e acidità totale più bassa. Per quanto riguarda le variazioni a livello di suolo sono state riscontrate differenze poiché si avevano maggiore intensità di note fruttate e floreali in un suolo rispetto all'altro. È importante capire che esistono due livelli di variazioni di caratteristiche ambientali, in questo caso pedologiche, che hanno il loro peso sul risultato finale. La relazione inversa tra pH del suolo e pH del vino è stata riscontrata da diversi autori e potrebbe essere dovuta a due fattori: alto contenuto di potassio e molto basso contenuto di carbonato di calcio nel terreno.

Le arenarie sono drenanti e favoriscono il dilavamento del carbonato di calcio. Andando ad analizzare i risultati ottenuti su vigneti su flysch argilloso-calcareo le analisi dei vini indicano intensità di colore, alcool, antociani ed estratto secco più alti.

La degustazione di vini ha confermato i risultati dei dati analitici: vini con colore più intenso, note sensoriali e aromi più marcati. Da questi terreni nascono i vini più importanti dell'azienda. Nonostante su questi macro-terreni esistono molte diversificazioni di suolo non sono state riscontrate nei vini differenze significative.

I vini ottenuti da vigneti su depositi marini (figura 34) si sono riscontrati con estratto secco e glicerina inferiori rispetto alla media e intensità del colore intermedia. I suoli si differenziano notevolmente per la quantità di alcol presente nei vini, in particolare in quelli più argillosi-limosi a bassissima fertilità, ricchi di ghiaia si producono vini caratterizzati da un'alta intensità sensoriale e note floreali e fruttate. Queste differenze sono però scomparse durante

**Figura 34**  
**Vigneti su depositi marini (MAR)**



I vini con estratto secco e glicerina inferiori rispetto alla media, intensità del colore intermedia.

Suoli sabbiosi limosi, bassissima fertilità, ricchi di ghiaia producono vini caratterizzati da un'alta intensità di sapore e note floreali e fruttate.

**Figura 35**  
**Vigneti su antiche terrazze fluviali**

Vini con più polifenoli, estratto secco, intensità di colore e contenuto di glicerina.



l'annata 2014. Si differenziano sia a livello di suoli che di macro-terroir, ma non sono costanti negli anni.

Infine, i vini derivati da vigneti su antiche terrazze fluviali (figura 35) hanno fatto registrare un maggiore contenuto di polifenoli, estratto secco, intensità di colore e contenuto di glicerina. La degustazione dei vini ha mostrato nel 2013 maggiore intensità di colore in nel suolo FLUV1 che in

quello FLUV2 e nel 2014 più alte note di fruttato. Si è cercato poi di quantificare la percentuale di variabilità dovuta all'effetto del macro-terroir, dell'annata e dell'interazione tra i due. Ci sono alcuni caratteri viticoli ed enologici influenzati maggiormente da una variabile piuttosto che da un'altra. Nella tabella che indica i fattori di variazione della risposta sensoriale, la percentuale di varianza maggiore è quella dell'interazione tra l'annata e il macro-terroir.

Il risultato enologico-degustativo del Sangiovese su questi terreni quindi varia molto a seconda dell'annata del macro-terroir e dell'interazione che hanno queste due variabili. In generale l'effetto terroir sui vini è più evidente nelle annate calde e asciutte piuttosto che in quelle umide e piovose. Si può dire che il clima dell'annata agisce sul contenuto di acido malico, polifenoli, antociani ed estratto secco.

I macro-terroir (geologia e caratteristiche mesoclimatiche) forniscono alcune delle principali peculiarità del vino nel tempo. L'interazione clima dell'annata e macro-terroir è responsabile della valutazione complessiva del vino, mentre le diverse caratteristiche di suoli all'interno dei macro-terroir sono responsabili del carattere distintivo del vino soprattutto durante le annate asciutte.

## Le radici del Sangiovese: i portinnesti

*di Lucio Brancadoro, Osvaldo Failla*

La storia dei portinnesti è molto recente rispetto ai circa 8000 anni della coltivazione della vite.

Nel 1867 la causa della moria delle viti identificata per la prima volta nel sud della Francia venne chiaramente attribuita ad un afide introdotto dal nord America con l'importazione di viti americane impiegate per lo più a scopo ornamentale: la fillossera. Questo afide colonizza le radici e attraverso le sue punture crea necrosi e successiva morte delle radici a causa di agenti secondari come funghi e batteri. Fu importato dall'America attraverso le rotte commerciali percorse in tempi brevi dai battelli a vapore a partire dall'800. I primi riscontri in Italia avvennero nel 1879, ma nel 1911 più di 600mila ettari erano stati distrutti dall'afide. La soluzione venne individuata nell'innesto su viti americane, resistenti e per superare il problema del calcare attivo dei suoli europei attraverso un importante lavoro di breeding si arrivò alla fine dell'800 alla creazione dei primi ibridi portinnesti quali il 3309, il 420 A, il 161-49, il 41 B. Il lavoro di ricerca e ibridazione dei portinnesti resistenti alla fillossera è terminato intorno al 1930-1940 con i portinnesti come il Kober 5BB o l'SO4 risalgono a quegli anni.

Oggi la fillossera è presente quasi in tutto il mondo e, per questo motivo, l'apparato radicale della maggior parte delle viti è di origine americana, tollerante alle punture dell'afide.

La fillossera diede l'addio definitivo alla propagazione della vite per talea ponendo le basi per la viticoltura moderna.

Basata su viti europee innestate su piede americano e su difesa attiva contro le malattie fungine, anch'esse importate dal Nuovo Continente nella seconda metà dell'Ottocento.

Le specie principali utilizzate per il miglioramento genetico sono la *Vitis riparia*, la *V. rupestris*, e *V. berlandieri*. Da queste specie sono iniziati tutti i lavori di incrocio e selezione per ottenere i portinnesti attuali (figura 36).

**Figura 36**  
**Principali caratteristiche delle differenti specie**

<b>Resistenza al calcare</b>	Bassa a eccezione della R. Lot	Molto bassa	Molto alta	Molto alta	Molto bassa	Bassa
<b>Resistenza al secco</b>	Può essere alta	Bassa	Alta	Alta	Alta	Bassa

Inizialmente il portinnesto ebbe un ruolo fitoiatrico dominante: la difesa dalla fillossera.

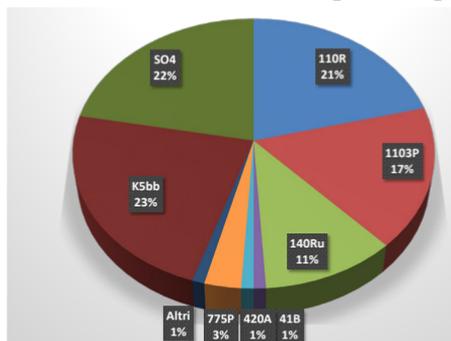
Si trattò di uno dei grandi casi di successo di “lotta biologica”. Un metodo agronomico, l’innesto, che supera le offese del parassita. Rapidamente il portinnesto assunse anche un significato di adattabilità ambientale ai diversi terreni, soprattutto al calcare attivo. Oggi ci sono 39 portinnesti iscritti al Registro nazionale, tuttavia sei di questi rappresentano il 96% dei materiali che andranno a costituire i campi madre marze-portinnesto per i prossimi anni (figura 37).

Il portinnesto è il vettore per l’assorbimento ed il trasporto dell’acqua e dei nutrienti. Inoltre, i due bionti comunicano tramite metaboliti, regolatori di crescita, mRNA, proteine, peptidi, ecc.

Il portinnesto di conseguenza regola il processo di accrescimento e composizione della bacca ad iniziare dalla differenziazione a fiore delle gemme fino alle fasi di sviluppo della bacca.

Le caratteristiche genetiche del portinnesto controllano le prestazioni del vitigno a partire da sviluppo vegetativo e

**Figura 37**  
**Riparto percentuale delle superfici**  
**investite a nuovi impianti di portinnesto in Italia**



6 portinnesti, dei 39 iscritti al Registro nazionale, fanno il 96% dei materiali categoria base che nei prossimi anni andranno a costituire i campi madre portinnesto

vigore, fertilità e produzione, cronologia delle fasi fenologiche e in definitiva la qualità dell'uva.

L'apparato radicale, e quindi la scelta del portinnesto, può influenzare anche alcune variabili tecnologiche come l'acidità. Sempre di radici si parla quando si utilizza un'altra tecnica per migliorare l'acidità totale, basata sulla quantità di azoto che si dà alla pianta, sul momento in cui si interviene e sulla quantità di acqua.

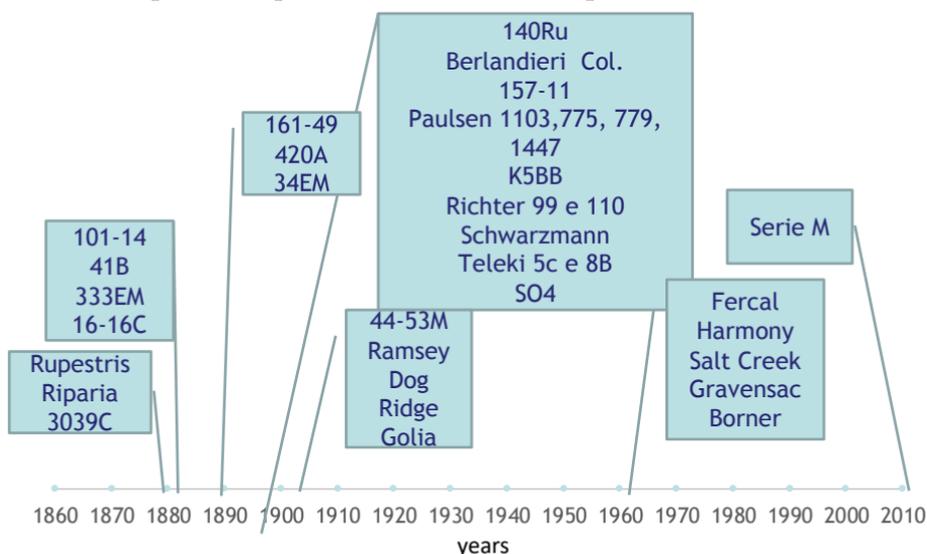
I portinnesti attuali hanno risposto all'esigenza impellente di superare il problema della fillossera, tuttavia presentano problemi insoluti circa il deperimento, le iperplasie al punto d'innesto con alcune combinazioni, carenza di magnesio e disseccamento del rachide su molte varietà, eccesso di vigore e quindi acinellatura, vini erbacei, tannini vegetali.

La tendenza al riscaldamento globale ed ai suoi effetti sulla coltivazione della vite mostrano previsioni di un potenziale stress idrico più o meno grave in tutti i Continenti a pressoché a tutte le latitudini, con le maggiori conseguenze negative in Medio Oriente per l'uva da tavola e in Europa e Australia del Sud per l'uva da vino.

I portinnesti attuali hanno circa 120 anni (figura 38) e devono fare i conti con il cambiamento climatico in atto, quindi con la riduzione e diversa distribuzione delle piogge, con il cuneo salino che avanza, l'uso di acque salse e a grandi modifiche fenologiche (anticipi della maturazione).

Inoltre, alcuni dei primi portinnesti, moltiplicati per via agamica da più di un secolo, sono soggetti a deperimento (420A, 161-49, 3309) (figura 39). Emerge anche la necessità di migliorare l'adattamento degli apparati radicali della vite al suolo (calcareo, argilloso, pesante, salso, acido, ecc.) e l'affinità d'innesto. La viticoltura moderna, necessità anche di ridurre i costi di produzione riducendo il numero di irrigazioni, gli apporti di nutrienti e più in generale di

**Figura 38**  
**Sequenza temporale della costituzione di portinnesti di vite**



**Figura 39**  
**“Invecchiamento” di alcuni portinnesti**

Iperplasie al punto di innesto	SO4 110 R	Cannonau
	140 Ru 779 P	Italia, Michele Palieri, Cataratto, Cannonau, Carignano
Eccesso di vigore, acinellatura, vini erbacei, tannini sgradevoli ecc.	779 P 140 Ru	Tutte le varietà molto vigorose.
	Rup. du Lot Kober 5 BB	Cannonau Carmenere, Refoschi in terreni molto fertili

contenere il vigore vegetativo. Negli anni '80 una nuova serie di ricerche sui portinnesti capaci di rispondere alle nuove esigenze sono state sviluppate dall'Università di Milano dando origine ad una nuova serie di portinnesti.

### **Origini e sviluppo dei nuovi portinnesti della serie M**

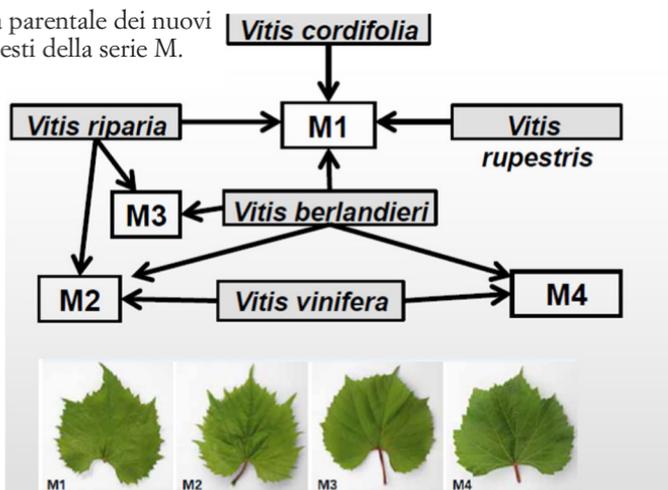
L'obiettivo principale era quello di ottenere nuovi portinnesti con una maggiore efficienza nell'utilizzo degli elementi minerali (potassio e magnesio) e dell'acqua. Lo schema sperimentale era quello dell'incrocio ricorrente, utilizzando come genotipo ricorrente la *Vitis berlandieri* resseguier o ibridi semplici e complessi con la *Vitis berlandieri*. Il primo screening relativamente alla tolleranza alla siccità venne fatto presso l'Istituto Agrario di San Michele AA e nel 1994 i semenzali furono trasferiti presso il Centro Vitivinicolo Provinciale di Brescia e presso il Centro di Sperimentazione e Formazione della Regione Lombardia di Riccagioia (PV).

Dalle due campagne di incrocio furono ottenuti circa 8.000 semenzali, allevati dapprima in serra e quindi in pieno campo per essere sottoposti a selezione fenotipica presso l'allora Istituto di Coltivazioni arboree della Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano (figura 40).

Dapprima selezione morfologica (caratteristiche delle foglie, portamento vegetativo, rapporto apparato aereo/radicale, morfologia radicale, etc.) per valutare le caratteristiche di xeromorfismo e successivamente sugli individui giudicati più interessanti vennero fatte delle osservazioni di tipo fisiologico (contenuti in ABA delle foglie, valutazione della fotosintesi a diverse fasi di stress, discriminazione isotopica dell'ossigeno, determinazione dell'efficienza nell'assorbimento di alcuni cationi e del ferro). Contemporaneamente fu valutata la tolleranza alla fillossera e l'attitudine

**Figura 40**  
**I portinnesti della serie M**  
**e la risposta della vite al cambiamento climatico**

Schema parentale dei nuovi portinnesti della serie M.



alla moltiplicazione (formazione di callo di innesto ed emissione di radici).

Quattro genotipi fornirono una costanza di risposte utili e furono denominati M1, M2, M3 ed M4 (M sta per Milano).

A partire dai primi anni 2000, furono creati alcuni vigneti sperimentali per l'analisi comparativa delle performance vegeto-produttive dei portinnesti della serie M (M1, M2, M3 ed M4), rispetto a sei portinnesti commerciali tra quelli maggiormente impiegati nella viticoltura italiana: 1103P, 110R, 140Ru, 41B, 420A e SO4.

Attualmente sono presenti oltre 10 vigneti sperimentali, in numerose regioni italiane, secondo un piano sperimentale che prevede la coltivazione del Cabernet sauvignon come vitigno comune di riferimento e quella di un vitigno

di rilevanza regionale, specifico per ogni sito sperimentale. I risultati ottenuti consentono di mettere in evidenza alcuni comportamenti differenziali della serie M rispetto a quelli tradizionali:

- i quattro nuovi portinnesti, e in particolare M1 e M3, inducono un vigore medio o basso;
- M2, M3 e M4 favoriscono maggiori accumuli zuccherini e M3 tende a conservare un pH più basso rispetto agli altri portinnesti;
- M1 e M3 hanno indotto una maggiore capacità di accumulare polifenoli (antociani e tannini).

Nel complesso i nuovi portinnesti hanno fatto registrare prestazioni vegeto-produttive e qualitative comparabili o superiori ai portinnesti di riferimento. In particolare, l'analisi della stabilità nelle prestazioni vegeto-produttive ha messo in evidenza, ad esempio in relazione all'accumulo degli antociani, la capacità delle nuove selezioni di mantenere risultati superiori alle medie nelle condizioni più limitanti e la capacità di reagire positivamente alle condizioni più favorevoli. Questo comportamento evidenzia in termini generali una buona tolleranza agli stress ambientali, che si manifesta attraverso processi di accumulo nelle bacche più regolari e che consente quindi di valorizzare condizioni ambientali poco favorevoli, come conseguenza di andamenti climatici anomali.

Nell'anno 2003, per la valutazione agronomica dei nuovi portinnesti della serie M, furono realizzati sei campi sperimentali, costituiti col medesimo sesto d'impianto [2,40m x 0,8ml. Forma di allevamento [Guyot monolaterale) e gestione agronomica comparabile e confronto con sei portinnesti commerciali scelti tra i più diffusi.

Queste indagini sono state condotte in modo più approfondito, per motivi logistici e di completezza del piano sperimentale, in quattro diversi areali viticoli italiani (figura 41).

**Figura 41**  
**Valutazione agronomica dei nuovi portinnesti della serie M**

140 Ruggeri	V.Berlandieri x Rupestris	Molto vigoroso, non sempre riesce ad indurre il giusto equilibrio vegeto-produttivo. Resistente a siccità e clorosi ferrica.
41 B	V.vinifera x V. Berlandieri	Medio vigore, tende a fornire risultati alternanti, resiste a siccità e clorosi ferrica, soffre il ristagno idrico.
420A	V.Berlandieri x V. Riparia	Bassa vigoria e sviluppo iniziale lento, dopo i primi anni induce un buon equilibrio ai vitigni vigorosi.
S04	V.Berlandieri V. Riparia	Medio vigore, elevata capacità di assorbire potassio, si adatta bene a diversi ambienti.
M1	Kober 5 BB X Teleki 5 C	Ridotto vigore, elevata resistenza alla clorosi ferrica.
M2	Cosmo 10 X 140 Ru	Vigoroso, buona resistenza alla clorosi ferrica e alla siccità.

## **Le risposte del Sangiovese**

### *Le prove in vaso*

Per una più accurata valutazione fisiologica è stato saggiato il Sangiovese in combinazione con M4, tollerante, ed SO4 (figura 42), noto per la sensibilità allo stress idrico e salino. Le viti coltivate in vaso sono state sottoposte a un monitoraggio in continuo degli scambi gassosi dell'intera

**Figura 42**  
**Prove in vaso dell'UCSC di Piacenza**



chioma. In pre-invaitura è stato applicato uno stress idrico progressivo durato 25 giorni e sono state valutate le performance della pianta e la composizione dell'uva. In condizioni di stress, M4 ha raggiunto gli stessi livelli di fotosintesi di SO4 risultando però più efficiente nell'utilizzo della risorsa idrica. Da studi comparativi nell'efficienza dell'uso dell'acqua tra il portinnesto SO4 e l'M4, (Università Cattolica di Piacenza) si è notato che in periodo di stress idrico quest'ultimo il M 4 aumenta l'efficienza dell'uso dell'acqua del 22%. Con una resa superiore rispetto a SO4, M4 ha mostrato un maggior accumulo di zuccheri (20,4 vs. 18,1 °Brix) mantenendo discreti livelli di acidità (6,38 g/L) e una concentrazione superiore di antociani e polifenoli totali.

### *Le prove di campo*

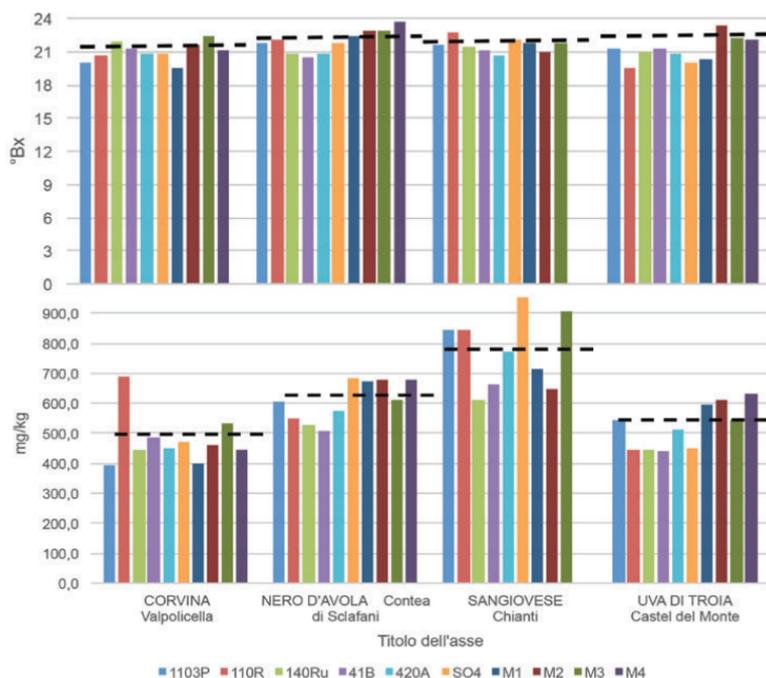
Dalle ricerche condotte in questi anni i nuovi portinnesti hanno evidenziato alcune caratteristiche particolari: ridotto vigore, elevata resistenza alla clorosi ferrica e media resistenza alla salinità (M1); ridotto vigore, buona resistenza alla

clorosi ferrica e media resistenza alla salinità (M2); vigoria medio elevata, elevata efficienza nell'assorbimento del K+ e bassa resistenza alla salinità (M3); vigoria medio elevata, ottima resistenza alla siccità e elevata resistenza alla salinità (M4) ed offrono prestazioni vegeto produttive e qualitative comparabili o superiori ai portinnesti di riferimento.

Nel caso delle cv regionali l'effetto dei portinnesti, per alcune variabili indagate è risultato molto significativo. In particolare, M1 e M3 hanno presentato una maggiore capacità

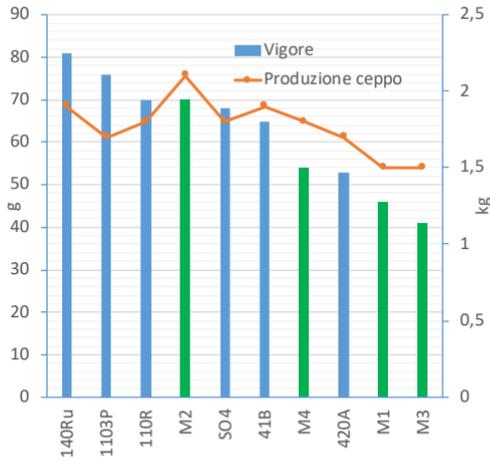
**Figura 43**  
**Effetto dei nuovi portainnesti:**  
**accumulo di zuccheri e sintesi di antociani**

Confronto fra diverse combinazioni d'innesto per i contenuti Brix e Antociani totali delle uve

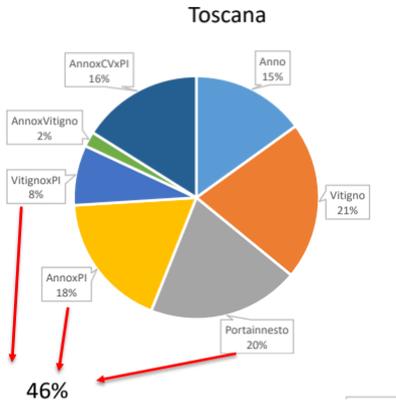


**Figura 44**  
**I portinnesti della serie M**  
**e la risposta della vite al cambio climatico**

Influenza del portinnesto su vigore e produttività della vite



Influenza del portinnesto e delle sue interazioni con Vitigno e Anno nel determinare le prestazioni produttive



di accumulare antociani e polifenoli, M2, M3 e M4 tendono ad accumulare maggiori solidi solubili (figura 43), al contempo l'M3 tende a conservare un pH più basso rispetto agli altri portinnesti. Per quanto riguarda la vigoria i nuovi portinnesti presentano un basso-medio vigore ed in particolare M1 e M3 (figura 44).

Dai risultati dei rilievi è emerso che le ottime performance dei nuovi portinnesti si hanno non solo in condizioni limitanti, bensì anche in condizioni pedoclimatiche favorevoli.

### **Profilo di un portinnesto moderno**

Che caratteristiche deve avere oggi un portinnesto? Deve essere molto rustico e quindi che non abbia bisogno di essere continuamente sorretto dalla tecnica agronomica. Deve avere grande resistenza al calcare, alla siccità, alla salinità e ai nematodi che sono vettori di virus. Deve possedere una maggiore efficienza dell'assorbimento dell'acqua e delle sostanze nutritive in modo da essere più sostenibile nell'uso dell'acqua e delle concimazioni. Deve apportare un vigore moderato allo sviluppo della parte aerea perché un grande sviluppo richiede anche un'elevata necessità idrica. Deve infine garantire uno sviluppo radicale in profondità per sfruttare tutto quello di cui il suolo dispone.

Come il portinnesto regola la sua risposta alla carenza idrica? Regolando la sua architettura, la densità e diffusione radicale. Pratiche di gestione del suolo non corrette possono compromettere queste caratteristiche. È importante anche la capacità che ha il portinnesto di estrarre acqua che dipende dalla conduttività idraulica e dal sistema di trasporto tra il portinnesto e la parte epigea. I nuovi portinnesti devono sapere anche utilizzare meglio l'acqua disponibile nel terreno (figura 45).

**Figura 45**

**Test di adattabilità dei nuovi portinnesti allo stress idrico**

Espressione di geni marcatori di stress idrico nei principali vitigni emiliano-romagnoli



- ✓ Risposta fisiologica e trascrittomica a cicli rapidi di stress idrico seguiti da reidratazione.
- ✓ Inserimento della variabile “alta” o “bassa” domanda traspiratoria da parte dell’atmosfera.
- ✓ Ricerca dei geni comuni marcatori dello stress idrico.

Un confronto tra l’M4 e 1103Paulsen in Calabria, area particolarmente siccitosa, ha mostrato come il 1103P investa molto di più in radici con un apparato molto fitto e denso. Il vecchio modo di pensare avrebbe portato a dire che un portinnesto che investe meno nelle radici ha una resistenza allo stress idrico limitata. Quando si è andati a verificare l’effettiva efficienza dei due portinnesti, misurando il diametro del tronco, non è emersa nessuna differenza.

Quando poi si è andati a misurare il potenziale idrico fogliare si è notato che era maggiore quello dell’M4 rispetto al

1103P; ciò ha mostrato come l'M4, sia più efficiente nell'assorbimento idrico.

L'efficienza del portinnesto M 4 ci permette di dire che è innovativo e si adatta ai cambiamenti climatici. Ciò dimostra anche che non è necessario avere apparati radicali molto voluminosi ma basta che siano efficienti nell'assorbimento dell'acqua e che vadano in profondità. I nuovi portinnesti sono anche stati ideati con una maggiore resistenza alla salinità, che in passato non era un problema, ma oggi con l'abbassamento delle falde è sempre più impellente un portinnesto con queste caratteristiche.

## Il ruolo dell'apparato radicale

di *Diego Tomasi*

La vite ha una capacità di adattarsi a molte tipologie di suoli, con risultati qualitativi più o meno buoni, fatta forse eccezione per suoli sodici e suoli totalmente privi di acqua. Il ruolo delle radici è quello di assorbire acqua, elementi nutritivi, fungere da ancoraggio della pianta al terreno, produrre ormoni per segnalare situazioni di stress o cambiamento stagionale, riserva di amido e zuccheri (figura 46).

A causa della difficoltà, nell'osservazione dei suoi comportamenti, questo organo esso è stato un po' trascurato dalla ricerca, e si credeva che bastasse apportare acqua e nutrienti affinché la vite potesse stare bene. Il benessere e la funzionalità degli apparati radicali è un requisito indispensabile per garantire un giusto scambio tra suolo e vite. A parità di ambiente climatico i suoli possono differenziare la qualità di uva prodotta in termini aromatici, di sostanze coloranti e polifenoliche. È attraverso l'apparato radicale che si trasmette al vino l'unicità del *terroir*.

La prima funzione della radice è quella dell'assorbimento dell'acqua. Più c'è carenza idrica e più la pianta deve investire nell'apparato radicale. A fronte di un investimento di questo genere solitamente la parte aerea è meno sviluppata. Per cercare l'acqua a volte la radice va anche contro il senso di gravità. La maggior parte della parte attiva delle radici è composta da peli radicali, con un diametro piccolissimo che possono schiacciarsi fino a 2 micron, che hanno



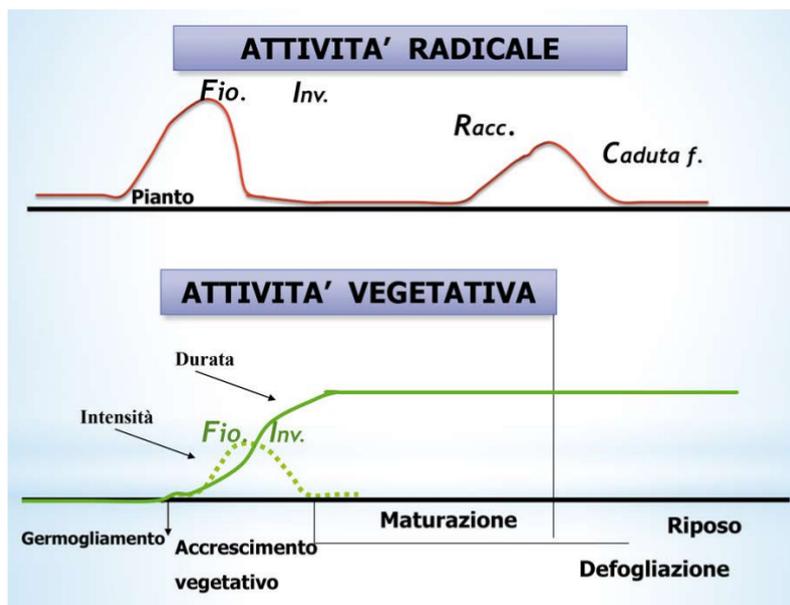
se ne stimano 10-12 miliardi per grammo di terreno. Non si può pensare che questi microrganismi attorno ai peli radicali non abbiano un'interazione con lo stesso.

Le micorrize sono funghi che entrano in simbiosi con l'apparato radicale permettono un migliore assorbimento di elementi come azoto, fosforo e ferro, e dal canto loro vengono nutriti dai carboidrati della radice. Apparati radicali colonizzati da micorrize risentono meno di situazioni di stress e sono sempre più voluminosi rispetto agli apparati non colonizzati.

La parte radicale inizia il suo sviluppo in coincidenza del pianto (20-30 giorni prima del germogliamento). Da questo momento in poi inizia ad assorbire elementi dal terreno, sintetizzare ormoni e trasferire sostanze di riserva alla parte aerea. Alla fioritura l'accrescimento dell'apparato radicale si arresta a causa di una eccessiva competizione con la parte aerea. Esso riprende la propria attività dopo la raccolta, quando viene a cessare questa competizione e migliora l'idratazione del suolo.

Dalla vendemmia fino alla caduta delle foglie si entra nel secondo periodo di attività radicale, in termini di sviluppo, crescita e assorbimento di sostanze di riserva ed elementi nutritivi (figura 47). In particolare, vi è l'assorbimento dell'azoto, che assieme ad altri zuccheri che sono stati prodotti dalla chioma durante il periodo estivo ed accumulati nelle radici, viene utilizzato l'anno dopo nelle prime fasi vegetative della pianta. Per coprire i fabbisogni nutritivi del vigneto è poco efficace la distribuzione di azoto in fase di pre-germogliamento, quando la pianta non è predisposta ad assorbire azoto poiché utilizza quelle presenti nelle riserve. È più corretto distribuire questo azoto nel periodo post vendemmia, perché verrà assorbito e immagazzinato nelle radici per l'anno successivo (figura 48).

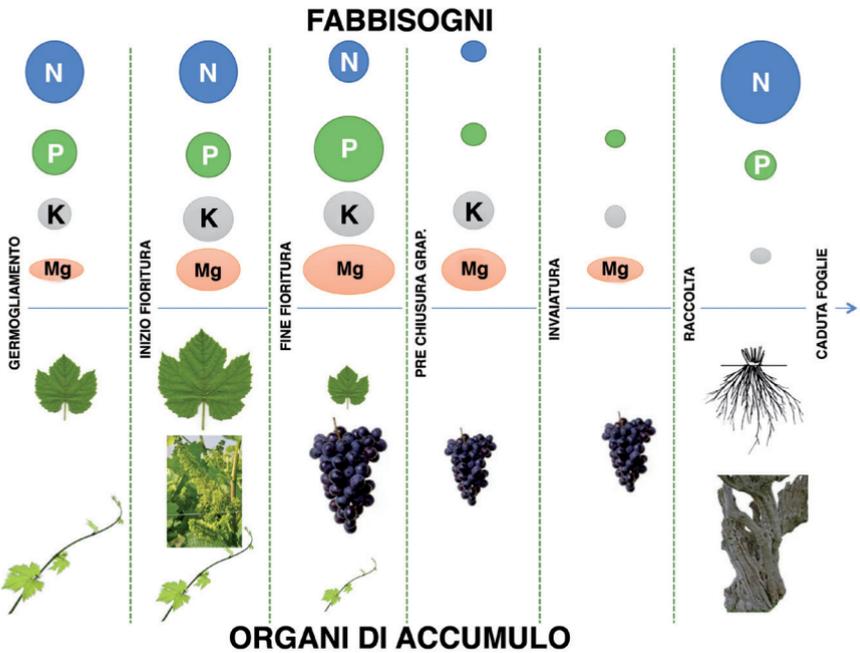
Figura 47  
Ciclo dell'attività radicale in *V. vinifera*



È meglio distribuire azoto in prefioritura, momento di massimo utilizzo di questo elemento per migliorare l'alleghazione e la formazione di nuova area fogliare. La mobilitazione delle sostanze di riserva è indipendente dall'azoto presente nel terreno. Prima che siano distese le prime 6-7 foglie del germoglio le radici assorbono pochissimo azoto, ed esse si sviluppano sulle riserve dell'anno precedente; il 50% dell'azoto utilizzato durante l'anno proviene dalle riserve immagazzinate l'anno precedente. Quando la pianta va in riposo vegetativo senza le riserve adeguate si avranno germogliamenti difformi e stentati. Il fabbisogno maggiore di azoto della pianta durante l'anno è tra la vendemmia e la caduta delle foglie.

Tra i fattori che regolano la distribuzione e la densità e

**Figura 48**  
**Fabbisogni di NPK nei diversi stadi fenologici**



l'attività radicale le caratteristiche fisiche del suolo sono le più influenti. Si considerano ottimali le condizioni del suolo nelle quali l'apparato radicale si sviluppa "a due strati", una parte nella fascia superficiale (30-40cm) e una seconda parte fino ad un metro di profondità. La prima parte è destinata all'assorbimento degli elementi nutritivi, mentre la seconda è quella che destinata alla ricerca delle risorse idriche.

Nel caso non sia presente questa seconda fascia di radici, a causa di impedimenti dovuti alla natura del terreno, è buona pratica effettuare delle lavorazioni per rimuovere eventuali impedimenti all'accrescimento delle radici, quali crostoni o cappellacci ed il ristagno di acqua con drenaggi e la de-compattazione del suolo per permettere l'ossigenazione. Queste

lavorazioni devono essere effettuate dopo la caduta delle foglie in modo da non disturbare le radici nella loro attività.

La disponibilità di ossigeno è indispensabile per la respirazione radicale e la produzione di energia per l'assorbimento di elementi nutritivi. Quando un terreno non è ben preparato e le radici non si trovano in ottime condizioni per lavorare, l'efficienza delle concimazioni potrebbe essere ridotta anche del 50%. In asfissia la radice produce acido abscissico che è un inibitore della traspirazione fogliare portando alla chiusura, parziale o totale, degli stomi. I suoli che rischiano di causare asfissia radicale sono quelli molto compatti, molto argillosi, non adeguatamente lavorati, con problemi di drenaggio, l'eccesso di precipitazioni in periodi concentrati e il passaggio ripetuto di mezzi molto pesanti. I fenomeni di asfissia possono compromettere gli apparati radicali anche per lunghi periodi. Una corretta gestione del suolo dovrebbe prevedere lavorazioni profonde (80 cm-1 m) al centro del filare ogni 2-3 anni, con un ripper, la rottura dei binari di calpestamento delle ruote, lavorazioni superficiali dell'interfilare (2 mesi dopo la caduta delle foglie), realizzazione di impianti di drenaggio in terreni molto argillosi, e l'apporto sostanza organica per migliorare la macro-porosità del suolo.

Tagliare l'apparato radicale con lavorazioni durante il periodo invernale è utile perché si ringiovaniscono gli apparati radicali ed il risultato corrisponde ad una concimazione, in quanto le nuove radici avranno la forza di esplorare il terreno in modo capillare e di assorbire elementi minerali in aree inesplorate. La gestione degli apparati radicali è un insieme di pratiche colturali applicate al terreno tali da assicurare alle viti un equilibrato sviluppo ed il benessere radicale le cui conseguenze si hanno sulla qualità, produzione, economicità e longevità del vigneto.

## Microbioma del suolo

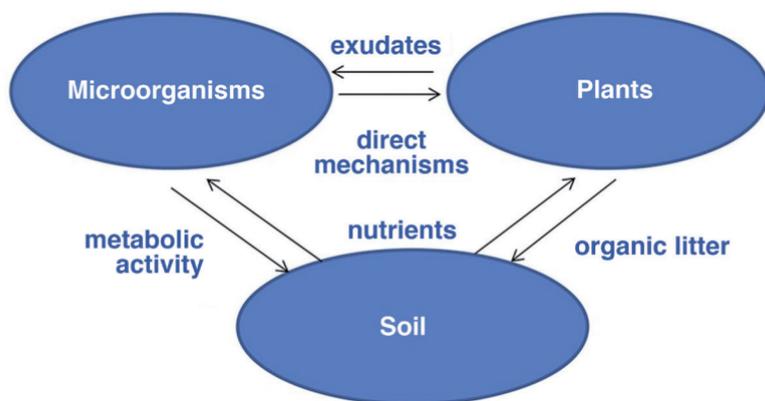
*di Stefano Cesco, Raffaella Balestrini*

Il cambio climatico è definito da un'alta concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera (superiore a 400 ppm), dall'incremento di temperatura dell'aria (2-4°C o più), da significative e/o brutali variazioni giornaliere, stagionali e inter-annuali delle temperature; cambi dei cicli secco/asciutto; piogge intensive o forti temporali; estesi periodi di siccità; forti gelate; ondate di calore. Queste manifestazioni hanno un significativo impatto sui sistemi terrestri, le proprietà dei suoli e delle acque superficiali, del loro movimento e della qualità delle acque di falda, in gran parte attraverso la disponibilità di acqua e sui cicli idrogeologici terrestri e con ricadute significative sulla sicurezza alimentare e la qualità dell'ambiente.

Le forti variazioni climatiche possono influenzare direttamente o indirettamente la vita degli invertebrati del suolo. Analizzando i vigneti e cercando di capire il loro rapporto con il terreno, e quindi la rizosfera, si comprende come la relazione tra la pianta e il suolo è altamente complessa e dipendente, ovviamente dalla qualità del terreno, dalla disponibilità di acqua, dalla concentrazione di ossigeno e anidride carbonica e dalla concentrazione e qualità della comunità microbica (protozoi, batteri, funghi e nematodi).

Il rapporto tra la radice della vite e il terreno è mediato dall'attività metabolica dei microrganismi che influenzano e a loro volta sono influenzati dall'attività radicale (figura 49).

**Figura 49**  
**La rizosfera**



L'aumento della temperatura influisce su tutti i processi che avvengono nel suolo a partire dalla decomposizione dei residui della vegetazione e la formazione di sostanza organica, nella mineralizzazione e immobilizzazione di nutrienti e dei processi di trasformazione nella frazione azotata.

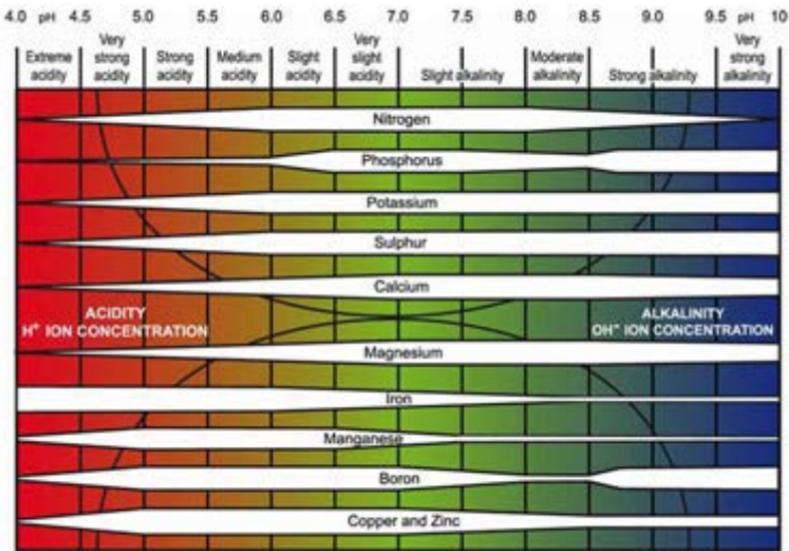
Con la temperatura media in aumento, la struttura della comunità microbica viene modificata e alcuni processi quali la respirazione, sono accelerati. L'incremento della CO<sub>2</sub> induce maggior acidificazione e quindi un'alterazione dei sistemi minerali della rizosfera. Questo può condurre a fenomeni di carenze o addirittura di tossicità (figura 50).

Per esempio, l'incremento dell'acidità del suolo e l'abbassamento del pH inducono manifestazione di tossicità da rame, elemento cardine ancora oggi nella lotta contro la peronospora. Le radici emettono essudati nel suolo come mezzo per rendere disponibili i nutrienti in esso contenuto. L'aumento della temperatura influisce direttamente su questa funzione. L'abbassamento del pH del suolo porta a una generale riduzione della complessazione dei cationi.

**Figura 50**  
**Acidificazione del suolo e disponibilità di nutrienti**

L'aumento di CO<sub>2</sub> porta a un cambiamento del pH modificando la disponibilità dei nutrienti, microelementi in particolare. Ciò può portare fenomeni di carenza o di fitotossicità

*Temperature*  
*Respirazione radici*



(redrawn for PDA from Truog, E. (1946). Soil reaction influence on availability of plant nutrients. Soil Science Society of America Proceedings 11, 305-308.)

La presenza di flora arbuscolare e di funghi ectomicorizi sono invece influenzati positivamente da quote elevate di CO<sub>2</sub>. Gli effetti della temperatura sull'acqua nel suolo, nel caso di basse precipitazioni e alte temperatura, intensificano la salinizzazione. Gli stress idrici inducono la pianta a investire più risorse nella crescita dei tessuti radicali a scapito della parte aerea.

È possibile adattare le pratiche agronomiche e conservare la fertilità in un'epoca di cambiamento climatico? Oggi stiamo assistendo a una decrescita globale dell'efficienza della fertilizzazione azotata e fosfatica, questa perdita di efficienza non è sostenibile nel medio periodo. La presenza di azoto nel suolo influenza la comunità microbica e tende a sostituirla il ruolo nel ciclo della sostanza organica. L'irrigazione deve dare particolare importanza all'effetto possibile sulla salinizzazione dei terreni superficiali e conseguente attività negativa sulla comunità microbica.

La viticoltura può beneficiare di una capacità di adattamento superiore grazie alle micorrize arbuscolari (simbiosi vite/funghi). Queste consentono una miglior nutrizione minerale con conseguente maggior crescita grazie ad un miglior accesso ai nutrienti e grazie alla regolazione del trasporto delle proteine per fosforo, azoto e altri elementi.

Le micorrize arbuscolari aumentano la tolleranza agli stress abiotici (stress idrici, salino, clorosi, e tossicità da metalli pesanti). Inoltre, i funghi micorrizi proteggono anche da stress biotici intesi come malattie dell'apparato radicale.

Le micorrize arbuscolari producono glicoproteine ed una densa rete di ife incrementando sia la stabilità del suolo che la conservazione in loco dei nutrienti. La copertura vegetale del terreno vitato favorisce lo sviluppo della micorrizzazione.

Una lista di buone di pratiche agricole per preservare la fertilità del suolo deve tenere in larga considerazione l'impiego dei microrganismi come alleati della formazione di humus stabile e evitare tecniche di coltivazione che riducano la sostanza organica nel suolo. Si raccomandano quindi corretti metodi di lavorazione la riduzione di applicazione di azoto, erbicidi, pesticidi e fungicidi, evitare l'erosione, privilegiare la pacciamatura verde e evitare per quanto possibile la coltivazione a suolo nudo.

## Impatti sulla viticoltura dei cambiamenti climatici

*di Luigi Mariani, Alberto Palliotti*

Gli impatti principali di questi cambiamenti climatici sono tanto e su diversi fattori come acqua, cibo, salute, ambiente, terra. A livello biologico cosa può succedere? Fa più caldo quindi la proporzione di specie adattate a climi più caldi sta aumentando a discapito di quelle tipiche degli ecosistemi più freddi. Questo aspetto si può presentare anche per le piante, sia in modo naturale che artificiale, con nuove specie introdotte per far fronte a questo cambiamento.

Un altro aspetto importante è la riduzione della biodiversità legato a questa estremizzazione del clima. Ci sono meno organismi in grado di adattarsi a queste condizioni, selezionandosi alcune specie idonee a questi ambienti. È poi presente una variazione delle fasi di sviluppo, che sia per piante che per animali è strettamente legata all'aspetto termico. Variazioni nel regime termico determinano variazioni del ciclo di sviluppo di molti organismi. Va valutato in base alle esigenze climatiche e termiche dell'organismo quali possono essere gli effetti positivi o negativi delle varie condizioni.

Possono esserci anche cambiamenti dei cicli fenologici delle piante, che possono avere anticipi di fioritura e maturazione a seconda dei loro ottimali termici rispetto alle condizioni che si manifestano. Gli impatti sulla viticoltura possono essere diversi: modifica delle aree di produzione,

della fenologia, modifica dei processi di maturazione, condizioni di stress idrico, andamenti diversi delle malattie, ecc.( figura 51).

Sono tanti i fenomeni climatici che possono riguardare la vite e che possono alterarsi a seguito delle nuove condizioni ambientali che si possono venire a creare. Si possono utilizzare diversi indici per trovare gli ottimali termici di ogni vitigno, come l'indice di Huglin o l'indice di Fregoni, ed associarci l'area climaticamente ottimale.

Uno studio ha messo in relazione, a livello globale, alcuni indici di qualità della viticoltura con degli indicatori che sono utilizzati per previsioni climatiche globali. Uno degli indicatori utilizzati è stato l'indice NAO (*North Atlantic Oscillation*), che a seconda di dove sia l'alta pressione, sulle Azzorre o sul nord Europa, determina precipitazioni nelle aree mediterranee e siccità sul nord Europa o viceversa. Quando abbiamo queste perturbazioni che arrivano dall'Atlantico, a seconda di come cambia il bilancio termico

**Figura 51**  
**Cambiamenti climatici e viticoltura**  
**Gli impatti sulla viticoltura**

- **Modificazione degli areali produttivi**
- **Cambiamenti della fenologia**
- **Condizioni di stress idrico**
- **Alterazione dei processi di maturazione e vinificazione**
- **Andamenti diversi di malattie, sviluppo degli insetti e infestanti**

cambiano i movimenti delle masse d'aria e le perturbazioni possono andare in una direzione oppure in un'altra.

Come abbiamo già visto prima i cambiamenti climatici determinano un'alterazione dei processi di fotosintesi, di evapotraspirazione e di tutta la fisiologia della pianta. Ciò determina la necessità di misure di adattamento e di mitigazione. Per adattamento si intende adattarsi alle nuove condizioni climatiche che si stanno manifestando. Per mitigazione si intende mettere in atto degli interventi per ridurre le concentrazioni di gas serra, o per lo meno le emissioni. In questo modo si cerca di agire sulla causa dell'effetto serra. Per esempio, un intervento di forestazione è un intervento di mitigazione. Per adattarsi invece bisogna compiere delle scelte chiamate scelte fisse, che sono strategie di lungo periodo come: scelte varietali, scelte d'impianto, ecc.

Con queste azioni si va a fare degli interventi che permettono al vigneto di esaurire la sua vita utile senza problemi. Esistono anche tecniche colturali che si possono modificare durante il corso dell'annata per adattarsi alla stessa. Sono una serie di interventi di pianificazione e gestione che permettono di gestire l'estrema variabilità climatica da un anno con l'altro. Questa intensa variabilità spesso porta anche a condizioni estreme, come nel 2017 con un'estate molto siccitosa. È importante anche la mitigazione, perché se si riuscisse ad incrementare lo stoccaggio di carbonio nel suolo o si riuscisse a diminuire le emissioni CO<sub>2</sub>, si otterrebbero importanti impatti di mitigazione, con ripercussioni importanti anche da un punto di vista commerciale.

Oggi esistono tanti indicatori per certificare il concetto di sostenibilità, che ha comunque un concetto molto ampio. La sostenibilità ambientale viene spesso certificata con un indicatore chiamato *carbon foot print* o *water foot print*. Il *carbon foot print* permette di determinare l'emissione

di CO<sub>2</sub> di tanti processi produttivi, e segnalato al consumatore finale per dimostrare di essere un'azienda sostenibile.

La complessità del “*global warming*” pone sfide di lungo periodo: pianificare nuovi assetti della viticoltura del millennio appena iniziato. Ma nel breve bisogna applicare tecniche colturali capaci di mitigarne gli effetti.

Durante gli ultimi anni si sono viste uve con disidratazioni spinte, con danni da scottature e di basso valore enologico, al punto che nel 2013 il danno da sole è stato inserito nelle polizze assicurative multirischio.

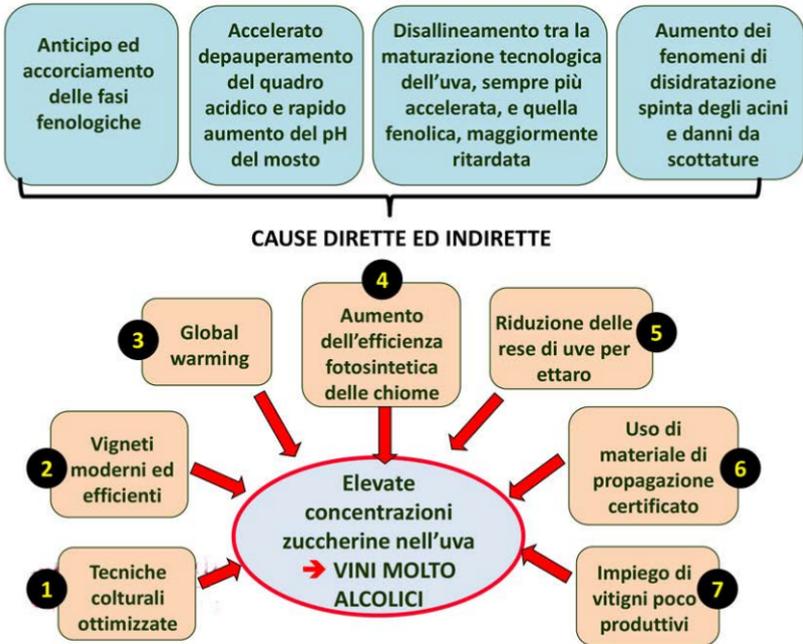
La produzione di uva di buona qualità oggi incontra ostacoli sempre più frequenti, che si chiamano scottature e danni da stress idrico, anche molto gravi.

Gli effetti del riscaldamento globale hanno impatti diretti sulla qualità e quantità della produzione agricola. Le temperature sono aumentate, c'è riduzione delle piogge, almeno nei periodi utili. Si assiste ad un'intensificazione dei fenomeni meteo estremi. Basti pensare alle annate 2003, 2007, 2009, 2011, 2012, 2015, 2017. Annate calde e siccitose con fenomeni di “heat shock” e fotoinibizioni croniche. La viticoltura ha parzialmente assorbito questi effetti negativi e per ora non si sono evocati scenari disastrosi.

Tuttavia, le nuove condizioni portano alla produzione di vini più ricchi in alcool e questo contrasta con la tendenza dei consumi odierni, volta verso vini di moderata alcoolicità e tannicità, con colori freschi e vivaci.

Le problematiche emergenti e sempre più ricorrenti, ci offrono un quadro ove si assiste ad un anticipo di fasi fenologiche della vite. Il processo di maturazione è alterato con depauperamento dell'acidità e rapido aumento del pH dei mosti. La maturazione fenolica risulta sempre più disallineata e c'è un aumento dei fenomeni di disidratazione e di danni da radiazione solare.

**Figura 52**  
**Problematiche emergenti/consolidate in vigna**



Questo porta a produrre uve con concentrazioni zuccherine molto elevate e quindi a vini molto alcolici (figura 52).

Si tratta di realtà ben documentate e che toccano la vitivinicoltura mondiale.

Per esempio, il Sassicaia ha incrementato il grado alcolico da 12% a 14% nel periodo 1995-2005. Il vino Ornellaia è passato da 12,5% nel 1985 a 14,5% nel 2005.

In California, Napa Valley, dal 1971 al 2001 il grado alcolico dei vini è cresciuto dal 12,5 a 14,8%. In Australia da 1984 al 2004 il grado è passato da 12,3% a 13,9% nei vini rossi e da 12,2% a 13,2% nei vini bianchi.

In Francia il grado alcolico dei Riesling alsaziani è aumentato di 2,5° negli ultimi trent'anni. Nella zona del Chateauf-neuf-du-Pape, in 56 anni la vendemmia ha avuto un anticipo di un mese.

Una conseguenza che già è operativa è l'estensione a Nord dell'area di coltivazione. Alcune regioni viticole "classiche" potrebbero diventare inadeguate in futuro, mentre alcune altre, marginali fino a ieri per deficit termico potrebbe beneficiarne.

## Influenza sui processi di maturazione del Sangiovese

*di Gian Battista Mattii*

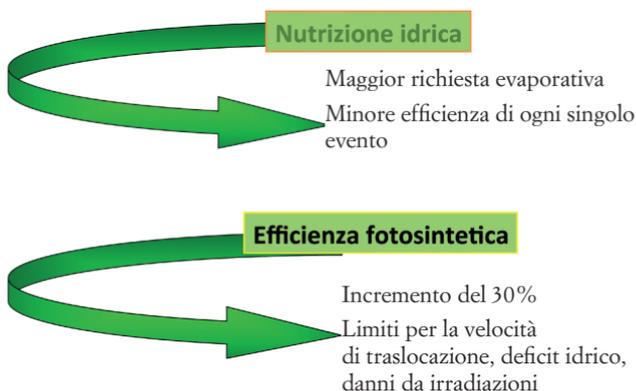
Una delle cause del cambiamento climatico è l'effetto serra causato dalla CO<sub>2</sub>. È stato assodato un aumento dei livelli di CO<sub>2</sub> da 260 ppm dell'epoca preindustriale, ad oggi con 400 ppm. Nel 2050 è stato previsto un aumento di questo livello fino alle 700 ppm. Ciò porterebbe ad un aumento della temperatura media dai 2 ai 6°C con conseguente scioglimento degli attuali ghiacciai che attualmente si trovano ad una temperatura di -4°C.

Una cosa certa del cambiamento climatico è stato l'aumento delle annate anomale; se in passato su 10 anni si ritrovavano 2-3 annate anomale ora sono diventate 6-7, al punto che l'anomalia è diventata la norma. L'aumento degli eventi estremi può portare ad uno spostamento della fascia di coltivazione, più a nord e ad altitudini maggiori. In realtà questo fa parte dei ricorsi storici visto che in Inghilterra alla fine del 1700 si coltivava regolarmente la vite. Dal 1860 ad oggi le temperature sono aumentate, seppur con qualche fluttuazione, ma comunque hanno mantenuto sempre un trend positivo. L'aumento più netto è stato registrato quando siamo entrati nell'era industriale con l'avvento dei combustibili fossili. Le conseguenze di un aumento delle temperature portano ad una maggiore attività evapotraspirativa da parte della pianta e del terreno, che, se collegata ad una diminuzione dell'efficienza dei

fenomeni piovosi, porta ad un sempre maggiore impiego di sistemi di irrigazione (figura 53).

Con l'aumento della CO<sub>2</sub> l'efficienza della fotosintesi e dell'uso dell'acqua da parte delle piante tende a migliorare. Con l'aumentare dell'efficienza fotosintetica insorgono però altri problemi di traslocazione degli zuccheri prodotti dalla foglia al grappolo. Questi zuccheri sono tossici per la foglia. Un'altra conseguenza dei cambiamenti climatici è l'anticipo della data di vendemmia. Dal 1945 anno nel quale la vendemmia iniziava il primo di ottobre, si è arrivati in questi ultimi anni ai primi di settembre. L'optimum per la fotosintesi sono temperature dai 25 ai 30°C; allo scostarsi da queste temperature ci sono rallentamenti al sistema fotosintetico. Al salire della temperatura oltre le soglie di optimum si può arrivare ad un danno anche irreversibile del sistema fotosintetico.

**Figura 53**  
**Conseguenze sulla viticoltura**



Il Sangiovese è un esempio classico di come l'esposizione alle alte temperature induce il disseccamento delle foglie prima del naturale termine della sua età media; questo è anche un modo per eliminare le foglie più vecchie che hanno perso efficienza fotosintetica e per favorire l'attività di quelle più giovani ed efficienti.

Il Sangiovese è un vitigno che per sua natura non ha un'elevata carica di antociani. L'elevata escursione termica notturna è l'ideale per la produzione e l'accumulo di antociani e polifenoli. Temperature troppo elevate causano una riduzione della concentrazione di antociani. Tra tutti gli elementi climatici la temperatura è il fattore meno condizionabile dall'uomo.

Lo studio delle temperature di un ambiente è quindi fondamentale per capire se è adatto alla coltivazione di una certa varietà. È possibile classificare le zone del mondo mediante indici riguardanti la temperatura. Il più diffuso è l'indice di Winkler che si trova sottraendo alla temperatura media giornaliera 10 gradi. Il risultato viene sommato con tutti quelli ottenuti nel periodo 1° aprile-31 ottobre. 10°C è considerato lo zero termico della vite e al di sotto di questa temperatura il suo metabolismo si ferma. Il numero di Winkler ottenuto permette di confrontare i diversi ambienti; per esempio in Trentino questo indice si aggira sui 1390, a Trapani intorno a 2200. A Montalcino siamo più o meno intorno ai 2000 gradi.

La prima cosa che bisogna fare in un ambiente viticolo, se non si conosce il territorio, è andare a vedere questo indice in modo da poter coltivare la varietà più idonea all'ambiente. È fondamentale trasformare le osservazioni che si effettuano in valori numerici, perché ogni volta che si riesce a fare si ha un'esatta comprensione del fenomeno osservato. Secondo l'indice di Winkler si possono

classificare le diverse zone da “zona temperata fresca” a “zona molto calda” passando per altre definizioni intermedie. In base a queste distinzioni si possono capire quali varietà coltivare. Il Sangiovese si colloca nella “zona temperata-calda” che va dai 1700 ai 2000 gradi giorno (figura 54). Esistono poi varietà che si adattano meglio alle diverse zone e varietà che si adattano meno. Il Sangiovese ha una bassissima stabilità fenotipica e questo significa che in ambienti molto diversi ha comportamenti molto diversi.

Il riscaldamento globale sta portando ad un aumento della temperatura dell'aria, un aumento dei colpi di calore, riduzione delle piogge e intensificazione degli eventi meteo estremi. Nel sistema Terra, l'acqua rimane sempre costante, cambia solo il modo in cui essa viene distribuita e quindi c'è una minore possibilità di utilizzare l'acqua piovana anche

**Figura 54**  
**Influenza del clima sulla qualità del vino**

**Indice WINKLER**

**La temperatura**

<b>zona temperata fresca:</b>	Σ temperature attive <1390°C (Dijon-F, Gelsenheim-D, Vienna-A)
<b>zona temperata:</b>	Σ temperature attive 1391-1670°C (Bordeaux-F, Napa Valley-Usa, Budapest-H, Santiago-RCH)
<b>zona temperata calda:</b>	Σ temperature attive 1671-1950°C (Montalcino-I, Montpellier-F, Siena-I)
<b>zona calda:</b>	Σ temperature attive 1951-2220°C (Mendoza-RA, Capua-I, Grosseto-I, Palermo-I)
<b>zona molto calda:</b>	Σ temperature attive >2220°C (Trapani-I, Fresno-Usa, Algeri-DZ)

a fronte di eventi meteo più intensi (maggiore perdita di acqua per percolazione o ruscellamento).

Un problema che si sta affrontando con il surriscaldamento globale è quello di ottenere mosti più zuccherini e quindi vini più alcolici. Questo è in forte contrasto con l'attuale tendenza dei consumatori alla preferenza di vini a minore tenore alcolico e fenolico. 30 anni fa un Brunello di 14 gradi alcolici era considerato con una gradazione importante mentre oggi è praticamente la gradazione minima a cui si ritrova il Brunello.

Un'altra conseguenza è il disallineamento tra maturità tecnologica e fenolica, soprattutto in una varietà come il Sangiovese che ha una maturazione tecnologica piuttosto precoce ma una maturità fenolica molto tardiva. Il separare queste due maturazioni non è così semplice. Si abbassano le acidità e si alzano i pH; questo porta ad un uso maggiore di solforosa con maggiori problematiche relative all'invecchiamento e alla stabilizzazione del colore. Gli aromi primari delle uve vengono seriamente minacciati. Sono sempre più frequenti i fenomeni di disidratazione e danni da scottature. Con temperature fogliari maggiori di 37-38 °C iniziano i fenomeni di fotoinibizione e a 42-43 °C si ha fotoinibizione cronica o irreversibile.

Per proteggere i grappoli da ustioni o fenomeni di disidratazione c'è da rivedere i sistemi di allevamento e l'orientamento dei filari, anche se quest'ultimo parametro è dettato dall'orografia del versante.

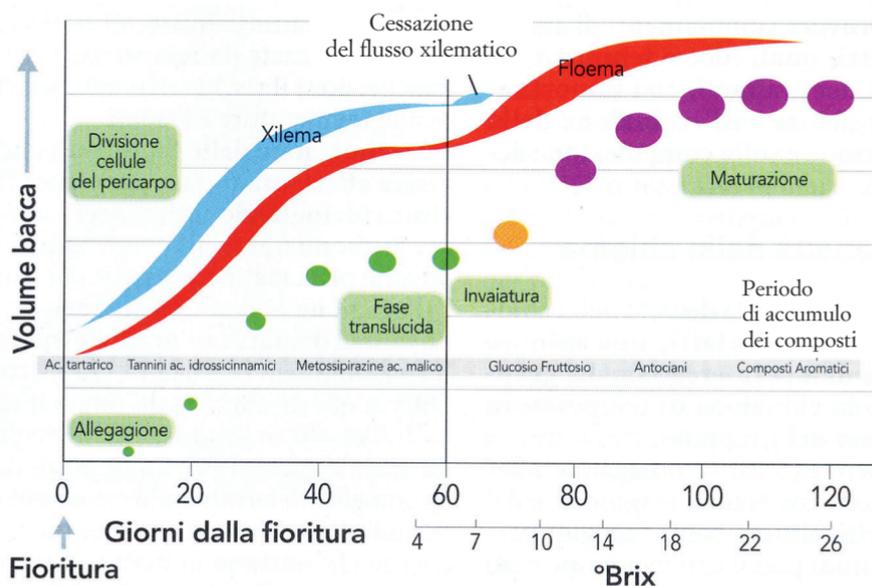
Nel processo di maturazione, già all'invasatura, avviene la disconnessione dello xilema dal pedicello. Da questo punto l'acqua entra nell'acino solamente tramite il floema (figura 55). Durante la maturazione la bacca si disconnette anche dal floema. In pre-vendemmia l'acino è praticamente isolato dal punto di vista idrico. Lo stress idrico e termico

anticipa la disconnessione del floema predisponendo gli acidi alla disidratazione e alle scottature.

Le conseguenze enologiche negative dipendono dall'intensità della disidratazione. Fino al 15-29% di perdita di peso avviene una concentrazione di metaboliti primari e secondari, ma compatibile con una buona vinificazione. Dal 20 al 30% di perdita di peso in pianta si avranno vini con scarso colore, debole profilo olfattivo, bassa acidità e pH elevato. Poco serbevoli, non atti ad affinamento. Oltre il 30% di perdita di peso si ha il collasso delle pareti cellulari, con metabolismo ossidativo e degradativo. Quest'uva non è atta alla vinificazione. Osservando la posizione dei grappoli si nota come sia l'esposizione diretta alla luce la causa principale della disidratazione. Sulla stessa pianta

**Figura 55**

**Lo stress idrico e termico anticipa la disconnessione del floema**



i grappoli ombreggiati presentano acini turgidi, mentre quelli esposti al sole sono quasi tutti disidratati.

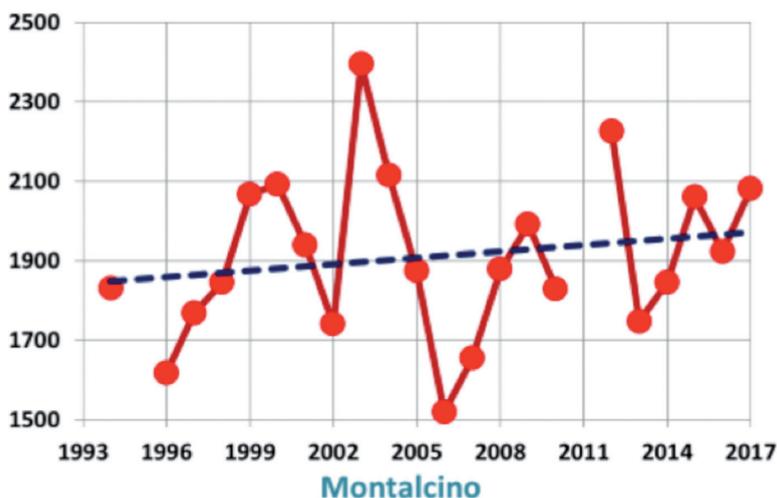
Questo rimette in gioco i sistemi di allevamento, l'orientamento dei filari, la vigoria delle piante e alcune tecniche di gestione della chioma, quali defogliazione, cimatura e scacchiatura. Forme di allevamento ritenute meno qualitative negli anni 80 e 90, quali le pergole, il GDC, i tendoni, l'alberello, il cordone libero oggi sono rivalutate perché sono in grado di mantenere i grappoli coperti nel corso della maturazione.

La mitigazione deve impiegare anche accorgimenti utili a complessare la chioma, impiegando con parsimonia gli interventi al verde, quali defogliazione, scacchiatura e cimature da effettuarsi con parsimonia ed in momenti precisi.

Quando la temperatura dell'aria supera i 35° le foglie non riescono più a dissipare l'eccesso di energia. si innescano fenomeni di fotoinibizione e foto-danneggiamento, con clorosi e necrosi fogliari. La carenza d'acqua disponibile nel suolo peggiora la situazione proprio nei momenti di maggior bisogno di acqua.

Dai dati rilevati dalle capannine meteo di Montalcino si nota che dal 1994 al 2017 c'è una tendenza dell'aumento delle temperature di 0,8°C, che se dovesse rimanere costante in 100 anni si otterrebbe un aumento delle temperature di 3,2°C. Calcolando poi l'indice di Winkler c'è stato un aumento di 120 gradi giorno, anche se è presente un andamento molto altalenante. Se però poi si guardano le temperature degli ultimi 20 anni le cose sono diverse. Non esiste più una tendenza così netta all'aumento della temperatura, e anzi sembrerebbe avere un trend quasi decrescente dal 1999 al 2018. Da questi dati rimane molto dubbio l'effettivo aumento delle temperature (figura 56).

Figura 56  
1994-2017 Indice di Winkler (+120)



G. Mattii, *Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese.*

Esistono realtà ben documentate che quanto meno confermano un aumento delle gradazioni alcoliche. Questo aumento è sicuramente causato dal totale cambiamento della viticoltura dal 1970 ad oggi. Sono cambiati i cloni, i portinnesti, le forme di allevamento, ecc. Si osserva l'accorciamento delle fasi fenologiche con l'anticipo della maturazione, il quadro acidico che si depaupera sempre di più, il disallineamento tra la maturazione tecnologica e quella fenolica, aumento dei fenomeni di disidratazione. Sono completamente cambiate le tecniche colturali, incominciando dall'attenzione che si pone alla preparazione del terreno.

I vigneti non sono più quelli del passato, oggi si pianta con densità molto più elevate, con distanze sulla fila da 70cm ad 1m e distanze tra i filari di 1.80/2m. Dalle 2000-

3000 piante ad ettaro si è passati a 5000-7000 piante ettaro fino ad arrivare anche a 10000. Si è sempre detto che la qualità è inversamente alla quantità, e non si poteva fare un Sangiovese di qualità con produzioni di 100 quintali/ha. La qualità è inversamente proporzionale alla quantità di uva per pianta e non per ettaro. Le imposizioni dei disciplinari che riguardano le rese di uva per ettaro sono essenzialmente questioni di marketing, perché se non ci fossero delle restrizioni il mercato sarebbe invaso da determinati vini.

Anche le tecniche di gestione del verde rispetto agli anni '70 sono completamente cambiate, aumentando drasticamente l'efficienza fotosintetica della chioma. Il materiale di propagazione non è lo stesso degli anni passati, e oggi è certificato e viene sottoposto a lunghi processi di selezione clonale. La piattaforma ampelografica delle varietà coltivate è molto cambiata rispetto al passato. Lo Chardonnay matura ai primi d'agosto.

Quindi gli anticipi di maturazione di cui tanto si parla siamo sicuri che dipendano dal clima? O esso è solo uno dei tanti fattori che concorre con altri? Bisogna essere coscienti che in questi anni la viticoltura è completamente cambiata, e non si può solo attribuire la colpa di tutti questi cambiamenti nei vini al clima. Le date di vendemmia rispetto a 30 anni fa sono anticipate di un mese, ma questo vale solo per la vite perché frutti come mele e pesche non vengono raccolti con così tanti giorni di anticipo. Quindi o queste piante non risentono dei cambiamenti climatici (improbabile) o la viticoltura è profondamente cambiata in questi anni.

In questa realtà di cambiamenti climatici bisogna essere bravi a gestire il germogliamento precoce, perché l'aumentare delle annate anomale è spesso correlato a ritorni di gelo tardivo che, come nel 2017, possono fare disastri.

Cosa si vorrebbe ottenere dalla crescita durante la stagione vegetativa del Sangiovese? Inizialmente si preferisce una crescita dei germogli molto rapida, per raggiungere presto la forma della chioma definitiva; poi un rallentamento fisiologico alla fioritura per favorire l'allegagione, e una cessazione dell'accrescimento quando ci avviciniamo all'invaiaitura in modo di avere una maturazione in cui non ho più apici in accrescimento. La vite è una pianta perenne che non ha come obiettivo principale quello di dare dell'uva di buona qualità, ma ha quello di crescere e produrre semi vitali.

Tutte le volte che è costretta a scegliere a quale organo indirizzare le risorse deciderà sempre di favorire quelli atti alla crescita vegetativa. In annate molto piovose come la 2018 sono soventi gli interventi di cimatura per bloccare gli apici e fare in modo che la vite destini i suoi metaboliti verso il frutto. La temperatura elevata favorisce anche la differenziazione a fiore nelle gemme; questa avviene a fine maggio inizio giugno dell'anno prima. Dall'invaiaitura in poi l'ideale sarebbe che non piovesse più, a meno che non ci si trovi in situazioni di stress idrico eccessivo e per evitarlo è necessario monitorare costantemente lo stato idrico della pianta per poter capire se c'è da intervenire con interventi di irrigazione. È risaputo che un moderato stress idrico durante la maturazione favorisce la produzione di uve di qualità, ma moderato stress idrico cosa vuol dire? Solitamente vogliamo avere delle piante con un potenziale idrico a mezzogiorno di -12Bar. Questo è il limite che una volta superato porta ad un crollo dell'attività fotosintetica. Questa è un'area in cui la fotosintesi è attiva ma la crescita vegetativa è inibita.

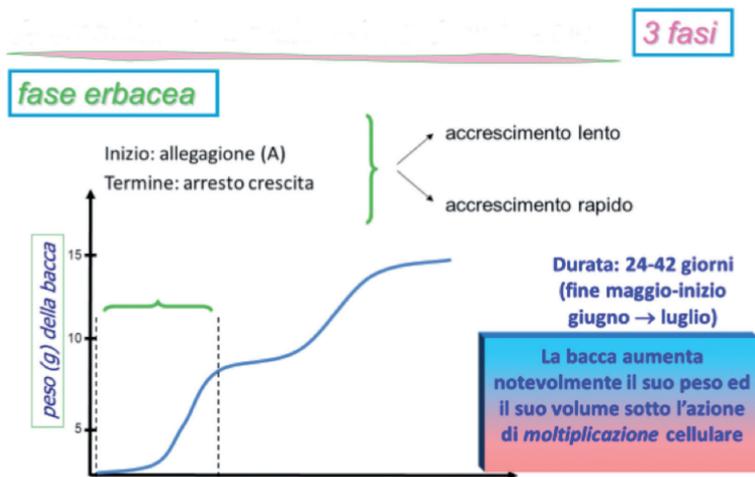
Osservando la biologia della bacca si nota come il primo stadio di crescita avvenga per divisione cellulare. Questa fase avviene durante il mese di giugno e dobbiamo

assicurarci che la pianta abbia tutte le risorse di cui necessita a disposizione, specialmente l'acqua. In Toscana è raro che la pianta sia sottoposta a stress idrici in questo periodo dell'anno grazie alle piogge che solitamente accompagnano la fine della primavera. Da fine maggio/inizio giugno per tutto il mese di luglio c'è un grosso aumento del peso della bacca e in questo caso la temperatura gioca un ruolo importante. Temperature molto basse possono rallentare il metabolismo e la moltiplicazione cellulare, che risulterà definitivamente compromessa. La bacca poi affronta ancora un periodo di crescita, ma questo avviene per distensione cellulare. Se viene sacrificata la fase di moltiplicazione cellulare poi ho ripercussioni sulle dimensioni finali del grappolo.

Il professor Fregoni soleva ricordare la regola dell'1-100-1000. Essa consiste nell'aver grappoli da 1kg, composti da 100 acini che pesassero 1g l'uno. Sul Sangiovese una proporzione così è molto difficile soprattutto per quello che riguarda il peso dell'acino. Inoltre, una produzione di un Kg di uva/ ceppo porterebbe alla produzione di vini troppo alcolici. Nella fase di divisione cellulare la pianta sintetizza e accumula nella bacca acido malico e acido tartarico. Il primo viene prodotto dalle foglie più vecchie mentre il secondo da quelle più giovani. I vinaccioli poi producono ormoni e le dimensioni dell'acino sono proporzionali al numero di vinaccioli al suo interno (figura 57).

Nella fase di interruzione della crescita per divisione e successivo indurimento dei vinaccioli inizia la biosintesi di aromi e polifenoli (mese di luglio). Uno stress idrico in questa fase induce un più basso livello di polifenoli. Successivamente all'invaiaura inizia la fase di crescita per distensione cellulare e dura da 20 fino a 50 giorni a seconda della varietà. In questa fase è molto importante la

Figura 57  
Accrescimento e maturazione della bacca



G. Mattii, *Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese*.

disponibilità idrica. Molti degli zuccheri nella maturazione provengono dalle riserve di amido nelle radici e se non è presente la circolazione linfatica gli zuccheri non vengono traslocati nel grappolo.

Stress causati da temperature alte limitano il metabolismo e riducono l'accumulo di sostanze zuccherine. Le temperature ideali per avere una maturazione corretta deve essere 25°C di giorno e 15°C di notte. In condizioni di stress se gli apici vegetativi sono ancora in accrescimento la pianta disidrata il grappolo per far sopravvivere le foglie. Per quanto concerne l'accumulo degli zuccheri all'inizio del loro accumulo abbiamo livelli di glucosio 4-5 volte superiori al fruttosio, per poi arrivare a fine maturazione con livelli simili.

L'acido malico ha un turnover molto elevato nella vite e all'inizio ne viene prodotto molto di più rispetto all'acido tartarico. È molto sensibile alle variazioni ambientali, soprattutto alla temperatura, e se la maturazione è andata bene se ne ritrova a livelli bassi. L'acido malico è un vettore energetico e la pianta lo utilizza per il suo metabolismo per ricavarne energia. La sua sintesi avviene nella bacca e nelle foglie più vecchie, quindi se ne vogliono meno dovrà defogliare le foglie più vecchie.

In annate molto fredde troviamo livelli di malico molto elevate nelle uve, ma anche in annate molto calde e siccitose lo ritroviamo ad alti livelli, per due motivi: il metabolismo della pianta si blocca ed esso non riesce ad essere metabolizzato in altri composti di cui è il precursore (aminoacidi, zuccheri, etc.) e perché viene concentrato a causa della disidratazione dell'acino.

L'acido tartarico è un acido più stabile che viene degradato in quantità molto minore rispetto all'acido malico in quanto non viene metabolizzato. Viene solitamente salificato con lo ione potassio. Ambienti molto ricchi di potassio possono dare problemi di acidità dei mosti. Questo viene prodotto dalle foglie più giovani. Un improvviso aumento delle acidità potrebbe avvenire dopo una pioggia intensa che porta ad una forte ripresa della circolazione linfatica con il traslocamento di questo acido nel grappolo. Questo acido risente poco dell'effetto annata e delle temperature.

Nel Sangiovese sono molto presenti antocianine sostituite. Sono poco stabili, infatti la stabilità del colore nel Sangiovese è un punto critico nel processo di vinificazione. Questi antociani si ossidano molto facilmente e il loro colore vira dal rosso intenso al rosso aranciato (figura 58).

Un altro aspetto critico del Sangiovese sono i tannini. Questa cultivar ne è molto ricca e quelli verdi del vinac-

**Figura 58**  
**Polifenoli del Sangiovese**

***Scarsa presenza di antociani stabili***



***Bassa tenuta nel tempo***

***Minima presenza antocianine acilate (< 2%)***

***Elevata presenza di antocianine disostituite poco stabili***

ciolo possono essere molto astringenti. Se si fa raggiungere all'uva una buona maturità fenolica posso incorrere nel problema di ottenere gradazioni zuccherine molto elevate. Sono state fatte sperimentazioni con biostimolanti che hanno portato a risultati incoraggianti, ma sui cui c'è ancora da lavorare. Essi hanno portato una riduzione della carica zuccherina avvantaggiando la sintesi di polifenoli.

Nella sintesi dei polifenoli è molto importante anche l'escursione termica, ma con temperature molto elevate di giorno si ottiene una retrogradazione degli antociani andandosi a perdere. Normalmente all'aumentare della luce c'è una maggiore sintesi di sostanze coloranti ma a questo bisogna porre attenzione all'eccessiva esposizione dei grappoli perché potrebbero raggiungere temperature molto elevate che finirebbero per comprometterne pesantemente la qualità.

Cosa ci aspettiamo dall'incremento termico? Sicuramente un incremento della sintesi di zuccheri e antociani che potrebbero però portare alla produzione di vini troppo alcolici. Si dovranno quindi effettuare processi di osmosi inversa per diminuire il tenore zuccherino dei mosti o utilizzare

tecniche di de-alcolazione sui vini. Diminuisce la presenza di tannini astringenti anche perché si hanno tecniche di estrazione molto diverse rispetto al passato, basti solo pensare all'avvento delle diraspa-pigiatrici che eliminano il raspo evitando l'estrazione dei suoi tannini (figura 59).

È stato riscontrato un incremento della presenza di quercetina nei vini, che non porta problemi di natura organolettica o salutistica, ma è vista come una presenza molto negativa dal consumatore siccome si manifesta in bottiglia sotto forma di filamento. Con l'aumento delle temperature questo problema sarà sempre più presente. Ci sarà una presenza minore di APA nei mosti. Esso viene usato dai lieviti per la loro moltiplicazione, e nel momento in cui non è presente in quantità sufficiente si può sopperire alla sua mancanza con aggiunte di fosfato di ammonio o solfato di ammonio. Il problema è che mentre l'azoto prontamente assimilabile (APA), favorisce la sintesi di aminoacidi nell'uva, che sono precursori di aromi, questo non si ottiene con l'aggiunta di sali azotati. Si rischia di produrre vini con un profilo aromatico più scarico. È un parametro che

**Figura 59**  
**Incremento termico e Sangiovese**

- **Influenza positiva sul contenuto totale in zuccheri e antociani (rischio zuccheri elevati)**
- **Diminuzione tannini astringenti**
- **Maggiore Quercetina (rischio precipitazioni di quercetina aglicone).**
- **Diminuzione acidità e aumento pH**
- **Diminuzione APA**

dobbiamo tenere sotto controllo in vigneto perché delle volte potrebbe bastare intervenire con una concimazione fogliare con azoto nel periodo dell'invaiaatura.

Ci si deve aspettare un cambiamento della tipicità dei vini, che potrebbe però anche essere una diretta conseguenza dell'evoluzione delle cose, dal momento che i vini di oggi sono totalmente diversi da quelli di 30 fa. Il mercato e i gusti dei consumatori si evolvono quindi è normale che anche vino cambi.

Il Sangiovese consente una variabilità intrinseca che posso influenzare; modificando tecniche colturali si modifica la qualità dell'uva. Questa è anche la caratteristica e il fascino di questo vitigno che ci permette di parlare e identificare annate molto diverse tra loro soltanto dal vino prodotto; riesce a dare prodotti molto diversi in funzione delle diverse annate.

In conclusione: è stato registrato un moderato riscaldamento degli ultimi 20 anni, ma non è detto che nei prossimi 20 anni non ci sarà una tendenza delle temperature a diminuire. Per la viticoltura aumento i rischi perché aumentano le annate anomale, e come tali sono difficili da prevedere e gestire. I disciplinari dovranno essere rivisti perché cambiano le situazioni di coltivazione e climatiche. Molti disciplinari proibiscono l'irrigazione, anche quella di soccorso. L'irrigazione è un potentissimo fattore di qualità che non può essere escluso; i disciplinari devono quindi essere aggiornati in base alle esigenze produttive, del mercato e delle condizioni ambientali che possono mutare.

## Le risposte del Sangiovese a stress abiotici

di Stefano Poni

Il Sangiovese è un vitigno molto delicato circa l'esposizione del grappolo alla luce continua e diretta; gli acini più esposti sono anche di fatto quelli meno colorati.

Con temperature dell'aria di 35°C il grappolo esposto arriverà a una temperatura di 40-45°C; a queste temperature gli enzimi che sintetizzano antociani non rallentano l'attività (figura 60).

Per questo tipo di problemi il Sangiovese è una delle varietà più delicate e ci consente di capire come la tecnica colturale di un vigneto debba essere calibrata su quelle che sono le peculiarità della specifica varietà coltivata. L'esposizione diretta e continua ai raggi solari può poi determinare scottature e bruciature (figura 61).

Qual è il link tra il surriscaldamento globale e i danni da gelo o da freddo? Il surriscaldamento porta ad avere cicli sempre più anticipati; anticipando sempre di più il germogliamento aumento la probabilità di incorrere in un abbassamento termico.

Oltre al comportamento delle diverse varietà alla siccità c'è da considerare che l'interazione suolo/acqua non riguarda la *V. vinifera* ma il portinnesto. Nel 2014 sono usciti i portinnesti della serie M e altri due portinnesti dall'Università di Bologna che sono stati pensati anche per adattarsi ad ambienti con scarse disponibilità idriche. Vitigni innestati su di un portinnesto piuttosto che un altro hanno la capacità di

**Figura 60**

**Gli enzimi che sintetizzano antociani non rallentano l'attività**



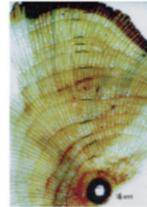
farsi condizionare in termini di risposta allo stress. Parliamo di tecniche volte a regolarizzare o ritardare la maturazione dell'uva per contenere l'eccessivo accumulo di zuccheri e mantenere un buon livello di acidi organici e profumi primari. Alcune di queste sono flessibili cioè possono essere impiegate in funzione degli andamenti meteorologici. Altre scelte, quali la potatura ritardata, non possono ovviamente subire variazioni durante l'annata (figura 62).

Tra le tecniche flessibili l'impiego del caolino applicato con atomizzatore a 2-3 kg/Hl produce un effetto di "schermo solare", aumenta la riflessione della luce e riduce la temperatura delle foglie, consentendo i normali processi di fotosintesi e attenua molto la fotoinibizione. Con aumento della produzione, grazie alla minore perdita, e un maggior tenore di acidi organici, polifenoli e antociani.

**Figura 61**  
**Esposizione ai raggi solari**



**All'invaiaatura  
disconnessione dello  
xilema  $\Rightarrow$  H<sub>2</sub>O entra  
nell'acino tramite  
floema**



**Durante la maturazione disconnessione  
anche del floema.**

**In pre-vendemmia l'acino è  
completamente isolato dal punto di vista  
idraulico.**

**LO STRESS IDRICO E TERMICO ANTICIPA LA  
DISCONNESSIONE DEL FLOEMA PREDISPONENDO  
GLI ACINI ALLA DISIDRATAZIONE E/O  
SCOTTATURE**

Una tecnica ormai validata e riconosciuta internazionalmente che ha come obiettivo primario il rallentamento della maturazione tecnologica è data dalla defogliazione della porzione medio alta della chioma in post-invaiaatura.

Si può effettuare a macchina e ha l'obiettivo di creare una finestra sopra la fascia dei grappoli eliminando circa il 30% della superficie fogliare più giovane e funzionale (figura 63).

Un'altra interessante azione di mitigazione è la rifinitura tardiva della potatura. Il vigneto viene prepotato in inverno e rifinita a mano quando i nuovi germogli apicali sono lunghi circa 10 cm.

Ripartono i germogli basali rimasti quiescenti o con sviluppo inferiore a causa dell'inibizione delle gemme apicali. Si otterrà un certo sfasamento di età dei germogli ed una

Figura 62

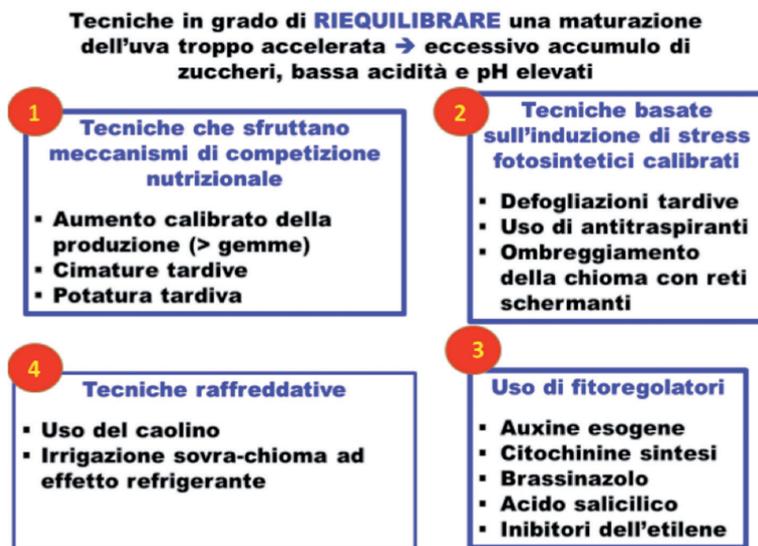


Figura 63

Defogliazione in post-invaiaura nella porzione medio-alta della chioma Vini (media 2011 e 2012)

Estratto secco (g/l)	24.1	23.6
pH	3.34	3.30
Antociani (g/l)	0.27	0.26
Polifenoli totali (g/l)	1.60	1.57
Tannini totali (g/l)	0.89	0.93
Intensità di colore	7.1	6.9
Tonalità	0.62	0.65

**Figura 64**  
**Vini Sangiovese (media 2010-2011)**

pH	3.47	3.56	ns
Estratto secco totale (g/l)	22.8	21.6	ns
Antociani (g/l)	0.218	0.185	*
Polifenoli totali (g/l)	1.53	1.42	ns
Tannini totali (g/l)	1.04	1.01	ns
Intensità colorante	9.2	6.1	*
Tonalità	0.67	0.73	ns

Il calo di antociani potrebbe essere sopportabile per le cultivar naturalmente ricche con concentrazioni in vendemmia > 1 g/Kg d'uva: Montepulciano, Sagrantino, Greco, Enantio, Teroldego, Lagrein, Croatina; Marzemino, Merlot, Shiraz, Rebo, ecc.

maturazione tecnologica rallentata, uva con minor zucchero, più acidità e una dotazione polifenolica molto più alta.

Un'altra tecnica flessibile è l'irrigazione sovrachioma (refrigerazione evaporativa).

Impiegando microspruzzatori sovrachioma operativi quando la temperatura dell'aria supera i 30°C, grazie al passaggio di stato (da liquido a gassoso).

Si ottiene una riduzione localizzata di temperatura con effetti positivi su zuccheri e acidità, quella malica in particolare. Un aspetto particolarmente interessante è la salvaguardia di tioli sensorialmente utili e caratterizzanti alcuni vini, quali il Sauvignon.

La limitazione fotosintetica temporanea può essere anche ottenuta con applicazioni di antitraspiranti. Questi, applicati a spruzzo sulle foglie, formano un film sottile limitando gli scambi gassosi e limitando la perdita d'acqua dalle bacche (figura 64).

Anche l'ombreggiamento con reti schermanti ha mostrato effetti positivi grazie al contenimento della temperatura.

In conclusione: la sfida del viticoltore a produrre uva di qualità in un regime di eccessi termici e stress idrici sempre più frequenti, passa dal monitoraggio attento e continuo dei dati meteo e di quelli fisiologici della pianta.

Si deve essere a conoscenza di tutte le tecniche colturali potenzialmente impiegabili e scegliere poi quella più appropriata in funzione del tipo di stress e degli obiettivi enologici.

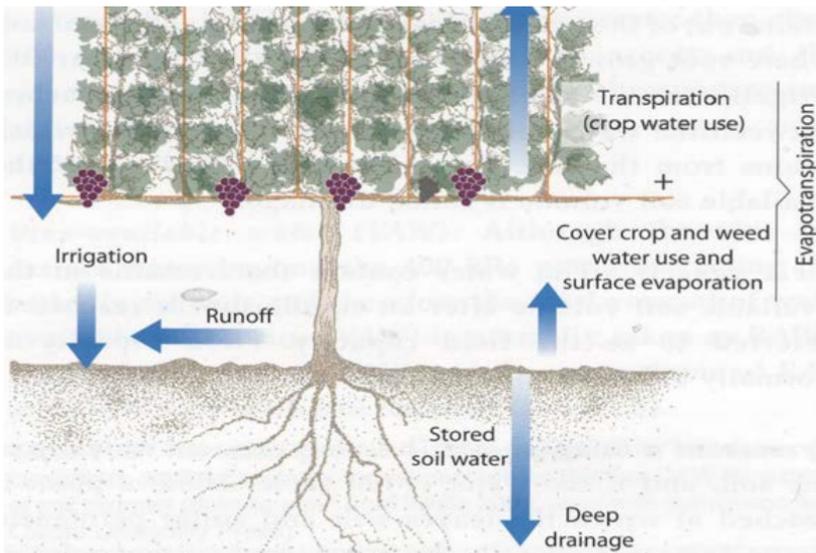
# Stress idrico e bilancio idrico del vigneto

di Stefano Poni

Nel bilancio idrico del terreno esistono voci di perdita come l'evaporazione dal suolo e la traspirazione della chioma (figura 65); è importante anche considerare come tecniche di gestione del suolo come l'inerbimento consumino acqua.

Il ruscellamento nei vigneti in pendenza ha il segno sia + che - a seconda che l'acqua entri o esca dal vigneto.

**Figura 65**  
**Schema di bilancio idrico**



Ci sono poi perdite per percolazione. In funzione della tessitura dei suoli posso avere terreni con riserve di acqua molto elevata o terreni con riserve più scarse. Lo stress nel corso della stagione vegetativa non è solo dovuto al fatto che la pianta traspira e che non piove d'estate, ma è dovuto anche al possibile fattore che con la presenza di inverni caldi e siccitosi il serbatoio d'acqua per metà è già svuotato.

Acqua disponibile: l'acqua presente nel terreno facilmente assorbibile dalle radici.

Tra i cinque fattori colturali che vanno a modificare il bilancio idrico il più facile da commentare è il clima, perché è un effetto legato alla diversa quantità di precipitazioni da un lato, e dall'altro anche dalla quantità di acqua traspirata dall'ecosistema vigneto.

Consumo di acqua da parte della chioma. La vite ha più di 45 forme di allevamento con geometrie diverse. La geometria della forma di allevamento condiziona pesantemente la quantità di acqua traspirata dalla chioma durante la stagione estiva. La quantità di acqua che un vigneto consuma nell'arco della stagione vegetativa è direttamente proporzionale alla quantità di luce intercettata dalla chioma, che si riflette come area ombreggiata sul suolo.

La quantità di luce intercettata condiziona la traspirazione, quindi terreno più ombreggiato è un terreno che consuma più acqua. Sia nel tendone che nel cordone speronato la quantità di luce intercettata è correlata linearmente alla quantità di acqua che traspira la chioma. Più i filari si infittiscono tra le file, maggiore sarà la luce intercettata e maggiore sarà il consumo idrico; questo è un fattore da tenere in conto quando si impianta un vigneto soprattutto in ambienti siccitosi.

C'è da considerare oltre alla densità di ceppi per ettaro anche come, nella forma di allevamento selezionata, la

vite distribuisce nello spazio la superficie fogliare. Tutte le considerazioni che si fanno in vigneto, o nel momento della potatura o nel momento degli interventi estivi, possono avere ripercussioni importanti sul bilancio idrico.

La presenza o l'assenza di un inerbimento contribuiscono al risultato del bilancio idrico. Le domande da porsi in questo caso sono “qual è il consumo del cotico prima e dopo lo sfalcio? Qual è quello di un terreno nudo?”. Per misurarlo possiamo utilizzare una camera di scambi gassosi che si mette sopra al terreno inerbito ed essa misura in continuo lo scambio gassoso, respirazione e fotosintesi. Si possono utilizzare anche dei mini-lisimetri.

La relazione che indica di quanto si riduce la traspirazione del cotico erboso in funzione della quantità di massa fresca che rimuovo con lo sfalcio è di tipo esponenziale. Per poter quindi incidere in maniera pesante sul consumo idrico, risparmiando acqua, devo rimuovere una elevata quantità di erba.

## **Inerbimento e bilancio idrico**

Il 97% degli inerbimenti italiani sono spontanei. Le piante che si possono ritrovare nei filari possono variare tra molte specie, da quelle più innocue alle infestanti più serie.

Un vigneto inerbito con *Festuca rubra*, il consumo idrico per m<sup>2</sup> è simile a quello della vite. Se invece un vigneto è inerbito con *Malva neglecta* questa specie consuma sette volte più acqua della vite, diventando una seria infestante e un *competitor* importante (figura 66).

Quando si sceglie l'inerbimento è più sicuro effettuarlo in maniera artificiale, con specie selezionate. L'inerbimento non deve diventare un competitore di acqua nei confronti della vite.

**Figura 66**  
**Consumo idrico di vite e specie erbacee**

Ripreso da Lopes et al., 2004. Geisenheim, Germania

Specie	18h $\Sigma$ 8h (1 m <sup>2</sup> LA)	LAI (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )	Trasp. (mm gg <sup>-1</sup> )
<i>Medicago lupulina</i>	1.94	1.28	2.48
<i>Festuca rubra</i>	0.60	1.18	0.71
<i>Chenopodium album</i>	2.93	0.76	2.21
<i>Cirsium arvense</i>	1.74	1.22	2.12
<i>Malva neglecta</i>	4.79	0.93	4.45
<i>Taraxacum officinale</i>	2.08	1.38	2.48
Vite	0.46	2.31	0.89

Solitamente si effettuano inerbimenti con specie dotate di apparati radicali estesi 20-25 cm. E possono essere molto invasivi. Quando l'apparato radicale della vite inizia ad interagire con quello dell'inerbimento si crea la competizione. La vite si sottrae alla competizione, "scappando" e portando in profondità le sue radici.

In terreni in cui il controllo delle infestanti viene effettuato col diserbo si nota come c'è una maggiore presenza delle radici della vite in superficie; mentre quando è presente un inerbimento, quando i due apparati radicali entrano in interazione, quello della vite tende ad approfondirsi. Questo è un effetto noto e utile.

Generalmente è positivo che le radici della vite si approfondiscano, ma bisogna calcolare quanto consuma in termini di bilancio idrico la coltura dell'inerbimento e quanta acqua trovano le radici della vite in profondità; non

c'è da dare per scontato questo fattore. Sicuramente l'inerbimento aiuta a condizionare la direzione dello sviluppo delle nostre radici.

Una tecnica per mitigare la carenza di sostanza organica e gestire l'acqua nel suolo è quella del sovescio.

È importante individuare il momento migliore per la semina e le specie del sovescio. Una buona soluzione è l'utilizzo di segale e veccia (figura 67), che fornisce la miglior produzione in termini di sostanza organica.

È anche possibile anche utilizzare i sarmenti della potatura invernale per creare del compost. L'utilizzo di compost derivato da sarmenti ha sempre portato a un aumento della

**Figura 67**  
**Gestione del sovescio segale/veccia**



Trinciatura eseguita il 21 maggio 2013

PRODUZIONE DI SOSTANZA *totale* e secca

	ORZO + VECCIA	ORZO + PISELLO	TRETTICALE + PISELLO	SEGALE + VECCIA	LOIETTO + VECCIA	TEST
Sostanza <i>totale</i> per metro quadrato	kg 2,04 b	2,02 b	2,06 b	2,70 a	1,99 b	1,59 c
Sostanza <i>totale</i> per ettaro di vigneto	ton 16,0 b	15,9 b	16,2 b	21,2 a	15,6 b	12,4 c
Sostanza secca	% 25,0 c	31,0 ab	31,0 ab	28,5 bc	30,0 bc	35,5 a
Sostanza secca per metro quadrato	g 532 c	627 abc	640 abc	770 a	588 c	561 ab
Sostanza secca per ettaro di vigneto	ton 4,2 c	4,9 abc	5,0 abc	6,0 a	4,7 c	4,4 ab

Valori con lettere uguali nella riga, non sono statisticamente diversi per P<0,05 al test di Duncan

**LA TESI SEGALE + VECCIA HA FORNITO LE PRODUZIONI MAGGIORI SIA IN S.T.Q. CHE IN S.S.**

Il test ha invece fornito i livelli inferiori anche se per la % di S.S. è risultato il più alto.

La tesi orzo + pisello a causa di una bassa % di S.S. ha fornito la più bassa produzione di S.S. per ettaro di vigneto.

**UNA MASSA VERDE FRESCA INCORPORATA TROPPO PROFONDAMENTE IN UN SUOLO COMPATTO O POVERO DI DRENAGGIO PUÒ CAUSARE LA FERMENTAZIONE ANAEROBICA ESTREMAMENTE DANNOSA PER LE RADICI.**

**IL MOMENTO MIGLIORE PER TRINCIARE LA BIOMASSA NEL SUOLO È QUANDO LA COLTURA DI COPERTURA È NELLO STADIO DI PRE-FIORITURA.**

**SI CONSIGLIA DI INTERRARE DOPO DUE/TRE GIORNI DALLA TRINCIATURA.**

A fine fioritura le piante sono pienamente cresciute e la percentuale di fibre nei loro tessuti inizia a crescere, così cresce anche il rapporto C/N, insieme al trasferimento dei nutrienti.

vigoria della pianta ed un aumento delle rese, mantenendo invariato il livello qualitativo. Nei terreni trattati con questo compost è stato riscontrato anche una maggiore attività microbiologica di batteri utili al corretto sviluppo della pianta.

Tutto quello che è stato detto può risultare completamente inutile se prima dell'impianto del vigneto effettuiamo lavorazioni di fondo che non rispettano quella che è la pedologia e la geologia del terreno. Ci saranno dunque zone in cui non cresceranno le viti o zone che richiederanno maggiori volumi di sostanza organica e acqua per un corretto sviluppo della pianta, diventando insostenibili.

### **Orientamento dei filari e consumi idrici**

Un'altra grande domanda che ci si pone solitamente è: a parità di tutte le altre condizioni, consuma di più un vigneto coi filari orientati nord-sud o est-ovest?

Il consumo di acqua del vigneto orientato est-ovest ha un andamento a campana nell'arco della giornata; esso segue l'andamento della luce diurna (il sole è come se gli passasse di fianco). Nel vigneto orientato nord-sud il sole è come se "scavalcasse" il filare: il mattino il sole batte sul lato est, mentre il pomeriggio sul lato ovest. Quando è sopra, nelle ore più calde, la quantità di luce intercettata dal filare è solo quella del suo spessore, con un calo temporaneo della traspirazione. Si può quindi affermare che alla latitudine a cui è stato effettuato lo studio (44°), consumi meno un vigneto coi filari orientati nord-sud. Lo studio è stato effettuato su vigneti con forme di allevamento a contropalliera classica.

Nella vite è stato dimostrato che una foglia quando sta permanentemente esposta al sole estivo subisce un calo di longevità; l'esposizione continua alla luce determina un danno da fotoinibizione che la fa necrotizzare prima.

C'è un altro aspetto che spesso non viene percepito come fondamentale. Esiste una relazione nota la qualità dell'uva e il rapporto tra superficie fogliare e produzione. Tuttavia, oltre un certo valore soglia di rapporto tra superficie fogliare e produzione la qualità non aumenta più.

In vigneti con un ottimo rapporto tra i due fattori, lo stress idrico agisce sulla superficie fogliare, spostando il rapporto verso la produzione, con possibilità di comprometterne la qualità.

In vigneti ben curati e con un buon equilibrio vegeto produttivo, quando vi è la manifestazione dello stress, il rapporto si sposterà sempre verso la produzione, ma senza compromettere la qualità dell'uva; una volta passato lo stress il rapporto ritornerà sui valori ottimali.

I problemi maggiori si manifestano in vigneti carichi di uva, in condizioni al limite della tollerabilità, quando si manifesta lo stress idrico. In questi casi il rapporto tra superficie fogliare e produzione si sposterà ancora di più verso il lato della produzione e la qualità dell'uva comincerà inevitabilmente a calare.

Questo discorso è molto importante in aree in cui lo stress idrico non si presenta tutti gli anni; in questi contesti è meglio predisporre il vigneto in modo tale da poterlo sopportare, senza compromettere la qualità dell'uva.

Come si comporta il Sangiovese in presenza di stress idrico? Il suo comportamento in presenza di stress moderato è uno dei più "intelligenti" in assoluto. Per certi versi è un vitigno che "parla" al viticoltore. In condizioni di idratazioni ottimali le foglie hanno un angolo di 90° tra il picciolo fogliare e la nervatura principale, ma dopo un giorno di stress tende a diventare verticale. Quando lo stress diventa molto forte la foglia tende a ritrarsi all'interno, cercando di intercettare meno luce possibile. Questo è

un atteggiamento comune a quasi tutti i vitigni, ma il Sangiovese lo fa molto presto. Se si irriga quando la foglia è già ritirata ormai è tardi, perché essa ha già abbassato il livello di fotosintesi del 40% (figura 68).

Bisogna capire quando il vigneto sta andando in stress idrico. In California si misura il potenziale idrico della foglia: questa misura ci indica quanto la foglia è disidratata, e al di sotto di una certa misura scatta l'intervento di irrigazione. È anche possibile effettuare delle immagini all'infrarosso della foglia con camere termiche, in cui si evidenzia grazie ai diversi colori, lo stato termico della foglia. Se le temperature superano una certa soglia significa che la traspirazione è molto bassa e quindi la pianta sta andando in condizioni di stress. Esistono anche modelli decisionali basati sul bilancio idrico del vigneto.

C'è una classificazione dei vitigni secondo la quale vengono suddivisi in ottimisti e pessimisti rispetto alla possibilità di avere un apporto idrico. Il vitigno ottimista, o anisoidrico, quando entra in stress attua una parziale chiusura

**Figura 68**  
**Risposta dei vitigni allo stress idrico**



cv. Sangiovese



cv. Montepulciano

Quale dei due si sta comportando meglio?

stomatica, ma non totale. Il Sangiovese è un vitigno ottimista, ed inoltre tende a sacrificare le foglie basali, più vecchie e meno efficienti, a favore delle foglie più giovani nelle quali rimane attiva a buoni livelli la fotosintesi. Il Montepulciano è un vitigno pessimista, o isoидrico, perché quando sente lo stress tende a chiudere gli stomi mantenendo lo stesso stato idrico. Cerca con la chiusura stomatica di salvaguardare il suo stato idrico. Nello stoma però c'è un doppio flusso: acqua in uscita e  $\text{CO}_2$  in entrata. Se l'acqua non esce non entra neanche l'anidride carbonica, bloccando di fatto quasi completamente la fotosintesi.

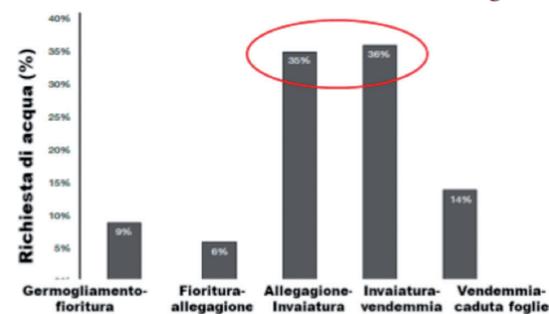
### **La viticoltura di fronte a probabili limitazioni di disponibilità idrica**

Le manifestazioni di stress idrico sono diagnosticabili fin dall'inizio. Col progredire dello stress l'angolo formato tra l'asse del germoglio e l'asse del secondo viticcio a partire dall'apice tende ad ampliarsi notevolmente passando da un normale angolo acuto ad un angolo retto.

Le foglie delle viti in corretto stato idrico presentano un angolo di inclinazione, rispetto all'asse orizzontale, di circa  $42^\circ$ . Man mano si riduce l'idratazione, l'angolo della foglia aumenta arrivando ad un'inclinazione anche di  $115^\circ$ . Inoltre, i lobi tendono ad incurvarsi verso l'interno.

Ci sono mezzi strumentali per misurare lo stato di idratazione delle viti. Dalla camera a pressione alla definizione di mappe termiche costruite a partire da rilevamenti effettuati da droni equipaggiati da camere termiche. Anche il rilevamento della conducibilità elettrica apparente del suolo, che varia al mutare dello stato idrico, serve a capire la disponibilità idrica e determinarne l'eventuale momento d'irrigazione (figura 69).

**Figura 69**  
**Il consumo idrico del vigneto**



**FATTORI CHE INFLUENZANO IL CONSUMO IDRICO DEL VIGNETO**

- 1)Clima ed in particolare l'evapo-traspirazione**
- 2)Superficie fogliare prodotta**
- 3)Carico di uva**
- 4)Presenza del cotico erboso**
- 5)Portinnesto**
- 6)Struttura del suolo**

**Gestione della nutrizione idrica del vigneto**

La gestione ordinaria passa essenzialmente attraverso la gestione del suolo per accrescere lo stock e mantenerlo. La gestione della chioma che riguarda il sistema di allevamento, il portinnesto, l'orientamento dei filari, ecc. Il tutto interpretato con flessibilità in funzione delle diverse annate.

La gestione straordinaria prevede interventi diretti in grado di mitigare effetti climatici avversi.

*L'irrigazione*

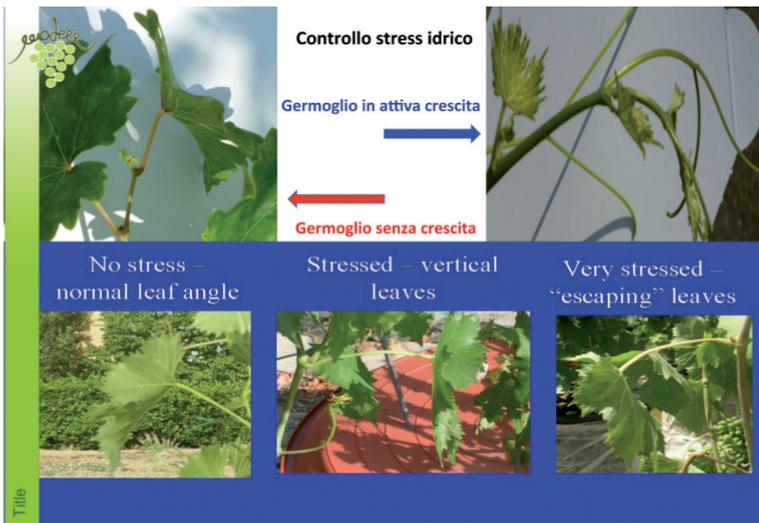
Esiste un'irrigazione di tipo ordinario e straordinario. È ordinaria l'irrigazione fatta in ambienti in cui consistentemente d'estate non piove, non piove mai. In queste zone

l'irrigazione è una pratica ordinaria. L'irrigazione può essere straordinaria quando avviene in quelle zone in cui si possono avere annate straordinariamente piovose o annate come la 2017 in cui c'è stato uno stress idrico conclamato. In questi casi l'irrigazione viene detta straordinaria.

Da un punto di vista tecnico e gestionale ritrovarsi in questa seconda condizione è molto più complicato, perché c'è anche un problema di diagnosi dello stress (figura 70), oltre che in alcuni casi anche di approvvigionamento.

Il futuro è l'irrigazione di precisione (figura 71). Esso consiste nel "fotografare" il vigneto e dividerlo per zone di vigoria; bisogna poi relazionare la mappa di vigore con quella di consumo idrico, essendo che le viti a basso vigore consumano meno di quelle ad alto. Con un impianto di irrigazione a rateo variabile si potrebbe adattare la quantità di acqua distribuita alla pianta in base al suo fabbisogno idrico.

**Figura 70**  
**Valutazione dello stress idrico mediante l'angolo piccolo/foglia**



**Figura 71**

**Disegnare il vigneto 4.0 a «basso consumo idrico»**

- Favorire la capacità di invaso primaverile dei suoli
- Il ruolo dell'inerbimento (deve aumentare la capacità di infiltrazione ma non competere!)
- Regolare lo sviluppo della chioma e la quota esposta al sole (e quindi traspirante) attraverso oculati interventi di potatura estiva
- Scelta consapevole di vigneto/portinnesto basata da dati oggettivi di screening.
- Con ausilio di mezzi ICT (WSN, IoT, DSS, mappe termiche) pervenire a diagnosi **precoci** affidabili!
- Implementare modelli di integrazione idrica di tipo «conservativo» (es. Reintegro di frazione ET, bagnatura porzione radici, ricalcolo dei Kc, interventi di «precisione»).

È favorevole differenziare gli apporti idrici in base al vigore e alla necessità della pianta per ottenere vigneti più uniformi.

Spesso affrontando il tema irrigazione si dà per scontato che è presente l'acqua per irrigare.

Nella maggior parte della viticoltura collinare e facilmente esposta a stress idrico, non c'è acqua. Se non c'è la possibilità di irrigare bisogna combattere con tutti gli strumenti agronomici visti precedentemente come la conservazione dell'acqua, incamerandone il più possibile, l'inerbimento con essenze erbacee a basso consumo idrico, l'utilizzo di un portinnesto tollerante e una potatura verde effettuata con un certo criterio.

La tecnica di irrigazione più moderna è quello della subirrigazione con l'ala gocciolante interrata a 30-40cm. In questo modo esso non creerà ingombro a tutte quante le operazioni meccaniche.

Altri aspetti positivi di questa tecnica sono l'assenza di perdite di acqua per evaporazione, il mancato apporto

idrico alle erbe infestanti ed il posizionamento dell'acqua irrigua direttamente dove le radici possono assorbirla.

Diversi studi sull'effetto indotto dall'ala gocciolante posta a diversa distanza dal filare, mostrano come le radici recepiscano gli stimoli dell'acqua e vadano a cercarla anche a grande distanza (nello studio citato fino a 1.35m dal filare). Si è notato però che più la pianta investe nella crescita radicale per andare a cercare l'acqua e minore sarà la produzione di uva per ceppo (in questo studio si è perso il 15% della produzione tra l'ala gocciolante posta a 40 cm dal filare e quella posta a 135 cm).

## Cambiamento climatico e stress biotici: gli effetti su funghi parassiti e insetti e le strategie di lotta

*di Ilaria Pertot*

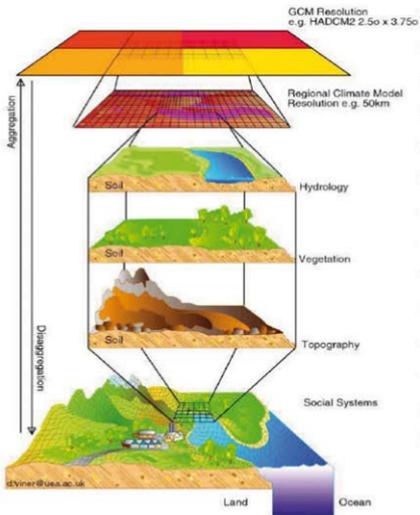
Negli ambienti agricoli nazionali i mutamenti socio-economici ed ecologici sono sempre più rapidi. Questa dinamica unito agli effetti del presunto cambiamento climatico, potrebbe alterare la distribuzione delle specie esistenti, incrementare l'invasione di specie esotiche e cambiare la destinazione d'uso del suolo, con conseguente riduzione della biodiversità. In un ecosistema diventato più fragile anche a causa della globalizzazione che riduce la competitività dei settori agricoli più deboli, quali quelli montani.

Il cambiamento climatico non è storia dei nostri giorni. Anche nel passato sono avvenuti cambiamenti rilevanti. La valutazione dei cambiamenti si effettua sulla base di due fattori: la scala temporale e l'origine.

Negli ultimi cinquant'anni, con un'accelerazione negli ultimi trenta, abbiamo misurato un significativo aumento delle temperature. Attraverso il *Downscaling* (figura 72), (procedura che consente di adattare i modelli climatici a bassa risoluzione, con campi di qualche centinaio di km a scale inferiori, è stato possibile predire, per il Trentino, l'aumento probabile della temperatura tra i periodi 1961-1990 e il 2071-2099, il cambiamento delle precipitazioni e le variazioni di temperatura minime e massime.

In base alla simulazione è possibile valutare i rischi per la viticoltura, stimare la mutata virulenza di patogeni e parassiti. Con l'aumento della temperatura potrebbe aumen-

**Figura 72**  
**Downscaling**



- I modelli climatici generano campi (temperatura alla superficie del mare, pressione, umidità, ecc.) a bassa risoluzione (qualche centinaia di Km!)
- Il DOWNSCALING è una procedura per ottenere questi campi a scale inferiori
- Il downscaling statistico calibra i modelli climatici (**predittori**) con le serie climatiche (**predittandi**) misurati nel singolo sito (reti meteorologiche)
- **Predittandi** e **predittori** possono anche essere di natura diversa (es. Il migliore predittore della pioggia è la pressione al livello del mare)

tare il rischio di contaminazione da micotossine e la qualità dell'uva potrebbe essere compromessa.

Occorre quindi capire il livello di vulnerabilità al cambiamento climatico della regione oggetto di studio, valutare le opzioni di adattamento al cambiamento climatico che meglio si adattano alle condizioni socioeconomiche della regione. Quindi sviluppare approcci metodologici per effettuare le proiezioni climatiche con l'obiettivo di preservare e migliorare la qualità della vita della popolazione, garantire redditività all'agricoltura, proteggere l'ambiente e la biodiversità.

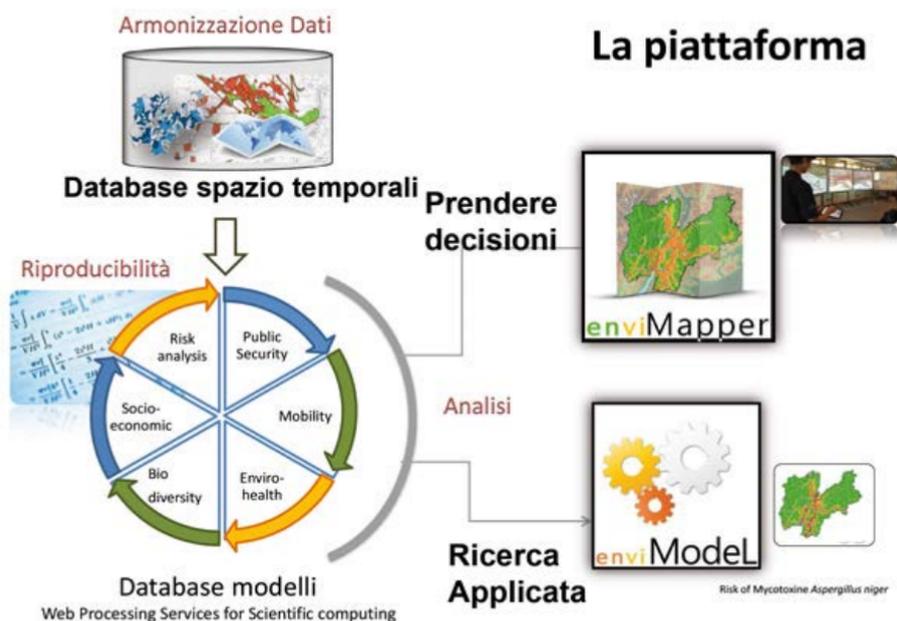
La vite è un organismo appetito da patogeni e parassiti. Elencando solo i principali:

- Peronospora (*Plasmopara viticola*), Oidio (*Erysiphe necator*), Muffa grigia (*Botrytis cinerea*)

- Black rot (*Guignardia bidwellii*), Mal dell'esca (vari), Tumore batterico (*Agrobacterium vitis*),
- Pierce's disease (*Xylella fastidiosa*), Aspergillus (*Aspergillus niger*), Tignoletta (*Lobesia botrana*),
- Scafoideo vettore Flavescenza Dorata (*Scaphoideus titanus*).
- Cicalina vettore del Legno nero (*Hyalesthes obsoletus*), Cicaline (*Empoasca vitis*, *E. decipiens*), Nematodi (*Xiphinema index*) si ha già un quadro della complessità dell'approccio alla difesa della produzione di uva.

L'impiego di database spazio-temporali consente di realizzare modelli utili a prendere decisioni e indirizzare la ricerca (figura 73).

**Figura 73**  
**Database spazio-temporali e modelli di decisione**



Un caso studio condotto in Trentino con proiezioni *downscaling* 2021-2049 e 2071-2099 con database dinamico delle mappe meteo e climatiche ha permesso di rispondere ad alcune domande: Quale sarà l'effetto del clima sulla fenologia della vite? Quale sarà la dinamica del rischio di patogeni e parassiti? Qual è l'influenza del clima sui trattamenti fitosanitari e come cambiano le dinamiche dei trattamenti? Aumenterà il rischio di micotossine? Che impatto potrà avere l'adattamento?

Il classico triangolo della malattia: pianta/ambiente/patogeno dovrà mutare in un "quadrilatero" considerando gli agenti di controllo biologico, i microrganismi che vivono nel vigneto e le strategie umane di adattamento.

L'impiego di modelli (es. Fenovitis) consente di prevedere nel medio-lungo periodo l'effetto del clima sulla fenologia della vite, le fasi di suscettibilità e la pianificazione delle attività di prevenzione e difesa. L'aumento delle temperature accorcia le fasi fenologiche ed anticipa i tempi di raccolta. Di conseguenza anticipa anche la fase di non suscettibilità. La *Lobesia botrana* potrebbe arrivare a compiere quattro generazioni anche in Italia del Nord. L'impiego di modelli che simulano le fasi vulnerabili (suscettibilità), combinandole col rischio di presenza del parassita offrono la stima del rischio effettivo. L'impiego di quei modelli fenologici e di previsione stimano l'effetto dei drivers ambientali (temperatura, fotoperiodo, ecc.) sulla fenologia/biologia di patogeni/parassiti. Simulano il ciclo annuale della pianta e dei parassiti o dei patogeni e simulano il rischio combinato.

Ad esempio, nel caso della tignoletta dovuto all'aumento delle generazioni potrebbe non essere così grave, almeno per le varietà tardive, che anticipando l'epoca di raccolta, di fatto sfuggirebbero alla maggior pressione del parassita.

Molto interessante è il caso di studio dell'oidio: durante l'estate questo fungo completa diversi cicli. Più cicli completa più il rischio per la vite è alto. Il rischio è inversamente proporzionale alla lunghezza del ciclo. Combinando l'effetto del clima sulle fenofasi della vite e del patogeno, si stima un decremento del rischio man mano che il clima si riscalda dovuto all'anticipo ed al raccorciamento delle fasi fenologiche della vite sia alla temperatura che eccede i livelli ottimali per il patogeno.

Nel medio-lungo periodo bisogna considerare come le alte temperature dall'invaiaitura alla raccolta sono un fattore importante di contaminazione di ocratossina A (OTA) dell'uva.

L'OTA è prodotta da alcuni ceppi di *Aspergilli* neri. Nella zona di studio, il Trentino, la presenza di *aspergilli* neri è più bassa rispetto alle zone viticole di Grecia, Portogallo e Sud Italia. Tuttavia, le proiezioni delle temperature medie giornaliere future indicano che ci potrebbe essere un maggior rischio di presenza di OTA in futuro. La presenza di organismi produttori di micotossine (o della micotossine stesse) dovrà essere monitorata specialmente in stagioni con condizioni meteorologiche favorevoli ed in caso di riscontro positivo la difesa dovrà essere modificata (adattamento). Adattamento e decisioni di lungo periodo devono prendere in considerazione anche fattori normativi (figura 74).

Oggi il rame per uso fitoiatrico ha precise restrizioni. Come cambierà la potenziale necessità di rame nel futuro? La difficoltà predittiva è ampliata dagli effetti indiretti del cambiamento climatico (ondate di calore, inverni miti, ritorni di freddo primaverili, grandine, precipitazioni intense e continue). Gli eventi estremi sono causa di stress per la vite che rimane più esposta.

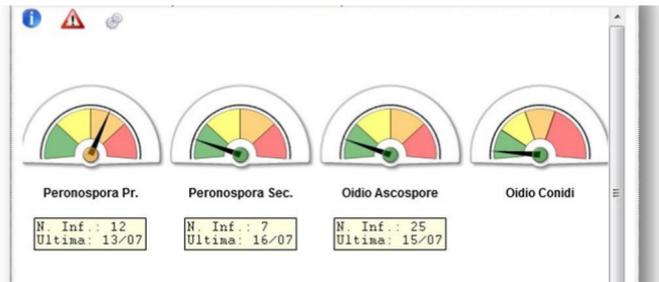
**Figura 74**  
**Strumenti per l'adattamento ai cambiamenti previsti/attesi**

Sistemi informatici basati su computer

=> in supporto alle decisioni e azioni

Aiutano gli agricoltori a combinare diverse informazioni (pioggia, pressione della malattia, ecc.) a prendere la decisione corretta

=> Trattare o non trattare?



Adattare la difesa al cambiamento climatico sarà un'operazione complessa. Occorre perfezionare i modelli per interazioni multiple e complesse che tengano in debito conto l'imprevedibilità delle stagioni. I sistemi di valutazione del rischio andranno aggiornati di continuo.

Alcuni patogeni e parassiti potrebbero diventare più pericolosi, altri meno. Gli eventi estremi procurano stress che indebolendo la pianta la rendono più suscettibile. L'aumento delle temperature potrebbe aumentare il rischio di contaminazione di micotossine nell'uva. Anche la qualità del vino (profumi, aromi, alcool) potrà essere compromessa.

I sistemi intelligenti di supporto alle decisioni ed azioni, combinando diverse informazioni (pioggia, pressione della malattia, ecc.) aiuteranno i viticoltori a prendere le decisioni corrette.

## Gli strumenti dell'innovazione digitale nel vigneto

*di Luca Toninato*

L'innovazione digitale cambia radicalmente il modo di lavorare (per i processi e le persone) e le modalità con le quali l'azienda si relaziona con i propri *shareholder* e porta valore al mercato (partner, clienti, fornitori, azionisti, ecc.); è uno strumento di grande sviluppo per l'azienda potendo essere applicata in tutte le aree e gli ambiti aziendali.

Per potere sfruttare le potenzialità di tale percorso innovativo è necessario che le aziende lo vedano come un processo di cambiamento radicato nella gestione dei processi e delle modalità di lavoro (sempre più digitalizzati), prima ancora che una mera trasformazione tecnologica; la parola chiave della trasformazione digitale è integrazione, vale a dire la fusione tra la tecnologia e il modo di lavorare delle persone e il modo di creare valore dell'azienda (figura 75).

Anche nel settore vitivinicolo tale trasformazione è in atto e presenta al contempo opportunità e problematiche di applicazione. Lo sviluppo di numerose soluzioni è dovuto a molteplici fattori tra i quali possiamo sicuramente citare il sempre più ridotto costo necessario per accedere alle tecnologie, l'aumentata capacità di calcolo dei processori, lo sviluppo dei sistemi di *machine learning*, la possibilità di accedere a moli rilevanti di dati (*Big Data*).

I diversi ambiti in cui le tecnologie possono essere applicate alla conduzione del vigneto sono relativi ai monitoraggi delle piante (tramite satelliti, droni, robot con diversi

**Figura 75**  
**L'innovazione sostenibile**

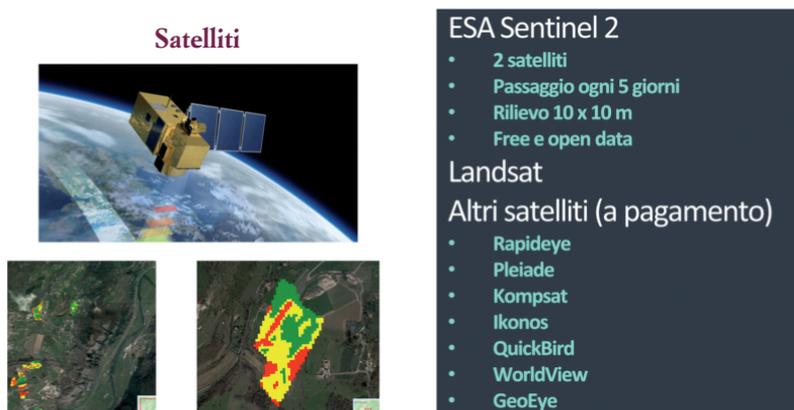


- **Tecnica**
  - Agronomica
  - Difesa
  - Meccanica
- **Genetica**
  - Portinnesti
  - Nuove varietà resistenti
  - Epigenetica?
- **Tecnologica**
  - Satelliti
  - Sensori
  - Robot e droni
  - DSS
  - Viticoltura di precisione
  - Piattaforme informatiche

sensori), alla gestione dei dati raccolti, alla viticoltura di precisione per arrivare ai sistemi di supporto alle decisioni agronomiche.

In particolare, pensiamo a come l'utilizzo dei dati satellitari abbia rivoluzionato il modo con cui ognuno, agricoltore *in primis*, si interfaccia con le previsioni meteorologiche; non servono più capannine costose e da mantenere ma bastano una connessione a internet e la geolocalizzazione per accedere a previsioni gratuite di buona qualità. Sempre rispetto ai dati satellitari un'altra grande novità potrà rivoluzionare il nostro modo di guardare e valutare i vigneti; grazie al progetto Sentinel, dal 2017 l'ESA (Agenzia Spaziale Europea) (figura 76) fornisce gratuitamente immagini telerilevate con frequenza di circa 5 giorni e risoluzione di 10m; queste possono offrire informazioni relative ad indici di vegetazione quali NDVI che permettono di monitorare l'andamento stagionale e le differenze di comportamento tra diverse aree e all'interno dello stesso vigneto (figura 77).

**Figura 76**  
**Progetto europeo ESA SENTINEL**



**Figura 77**  
**Piattaforme informatiche**



L'utilizzo di tali indici è da sempre alla base del concetto di Viteicoltura di Precisione, intesa come approccio finalizzato ad eseguire interventi agronomici mirati (geolocalizzati) ed efficienti (dove serve), tenendo conto delle effettive esigenze colturali e delle caratteristiche del suolo.

Tale monitoraggio può essere eseguito grazie ai dati gratuiti di Sentinel oppure avvalendosi di altri dati satellitari a pagamento (ma con precisione fino a 50 cm a terra), di dati rilevati da droni o quad sempre volti ad identificare le differenze nell'espressione vegetativa delle piante per poi intervenire con concimazioni, vendemmie o trattamenti differenziati con l'obiettivo di diminuire i costi e aumentare la qualità e l'efficienza.

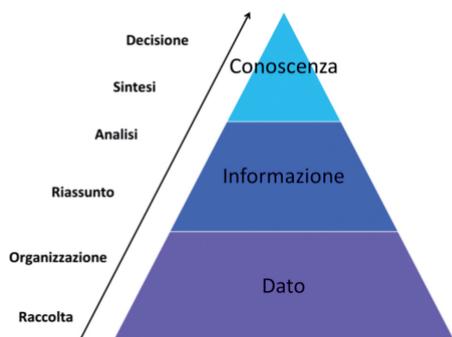
Altri dati possono essere forniti da numerosi sensori che monitorano, in modo continuo e non distruttivo, numerosi parametri nel vigneto; sensori per il flusso dei nutrienti e dell'acqua nelle piante, per il contenuto idrico del suolo, per il contenuto in sostanze nutritive nelle foglie e dei parametri qualitativi delle uve sono oggi disponibili con numerose soluzioni che escono dalla fase sperimentale per affacciarsi sul mercato.

Le tecnologie dell'Agricoltura di Precisione (che sfrutta *Internet of Things* e *Big Data*) (figura 77) e quelle dell'agricoltura interconnessa (il cosiddetto *Internet of Farming*) servono poi a incrociare dati su variabili ambientali, climatici e culturali, aiutando a stabilire ad esempio il fabbisogno irriguo e nutritivo delle coltivazioni, a prevenire patologie per rendere possibile intervenire in modo mirato, risparmiando risorse materiali e temporali ed effettuando interventi più efficaci, che incidono positivamente sul prodotto finito grazie ai Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS).

Ulteriore valore aggiunto di tutto questo processo è inoltre una tracciabilità completa di quanto fatto nel vigneto rendendo disponibili tali informazioni ad esempio per processi di certificazione delle produzioni.

In tutto tale percorso risulta evidente come la gestione del dato sia l'elemento chiave di quella che possiamo chiamare Agricoltura 4.0. Ma deve tradursi in informazione e

**Figura 78**  
**Processo decisionale**



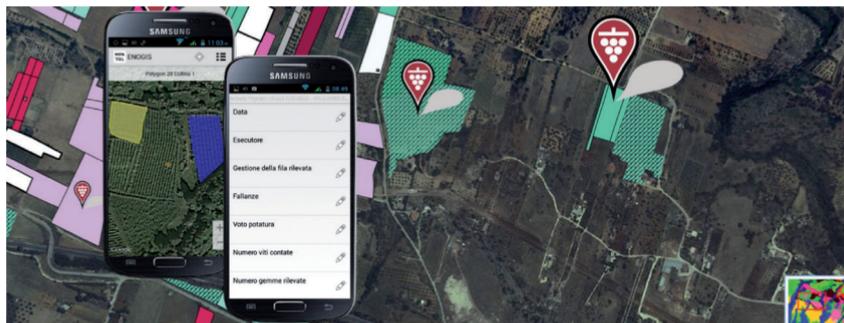
**DATI non sono INFORMAZIONI**

**INFORMAZIONI non sono DECISIONI**

**La viticoltura si basa su decisioni e non su dati**

a piattaforme informatiche che leggono, armonizzano e standardizzano i dati per renderli informazioni ma dall'altro serve investire in formazione degli agronomi e degli enologi che devono avere nuovi strumenti di conoscenza per tradurre le maggiori informazioni rese disponibili dalle soluzioni tecnologiche in decisioni sulla conduzione delle operazioni in vigneto (figura 78).

**Figura 79**  
**Piattaforma Enogis**



L'innovazione digitale non è quindi solo un trend pervasivo in tutti gli aspetti delle nostre vite ma quando applicata al vigneto può essere un formidabile strumento di conoscenza per permettere un miglioramento nella nostra capacità di gestire non solo il vigneto stesso ma tutta la realtà aziendale (figura 79).

## La selezione clonale del Sangiovese

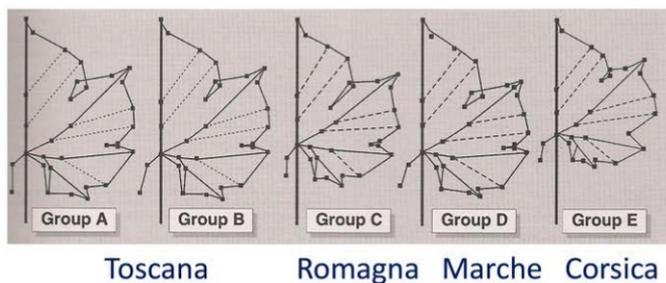
*di Lucio Brancadoro, Paolo Storchi, Claudio D'Onofrio*

Il Sangiovese è un vitigno con una variabilità fenotipica intravarietale molto ampia, inoltre ha un'elevata interazione con l'ambiente e quindi una larga base genetica. È ampiamente noto che proprio a causa della grande variabilità, si sono create molte sub-popolazioni di Sangiovese con marcate differenze per tipologie di acini e di grappoli (figura 80).

Il Sangiovese è un vitigno “difficile” per il suo potenziale polifenolico ed in particolare antocianico, geneticamente caratterizzato da scarsa presenza di molecole stabili, che ne rendono talvolta problematica la tenuta nel tempo.

Nel suo profilo è infatti minima la presenza di antocianine acilate (<2%), a vantaggio di composti monomeri disostituiti e tra questi è presente in elevata percentuale la cianidina-3-glucoside, facilmente ossidabile e di scarso

**Figura 80**  
**Presenza di 5 tipologie sulla base della ampelografia fogliare**  
(Calò et al., 1995)



apporto al colore del vino finito. Oltre alle tecniche di cantina, per ottenere vini di qualità da Sangiovese in purezza risulta fondamentale produrre uve con elevato contenuto totale in antociani, parametro influenzabile da – condizioni ambientali, tecniche colturali e selezione clonale.

Nel caso del Sangiovese diventa importante considerare non solo la trasmissione dei caratteri ereditari, ma anche gli aspetti epigenetici, cioè le modifiche a carico del DNA o delle regioni che lo circondano, che non coinvolgono cambiamenti nella sequenza dei nucleotidi. Tali modifiche regolano l'accesso dei fattori di trascrizione ai loro siti di legame sul DNA e regolano in modo diretto lo stato di attivazione funzionale dei geni. Poiché l'esperienza ambientale modula i livelli e la natura dei segnali epigenetici, essi sono considerati fondamentali nel mediare la capacità dell'ambiente di regolare il genoma.

La differenza fra genetica ed epigenetica può essere paragonata alla differenza che passa fra leggere e scrivere un libro. Una volta scritto il libro, il testo (i geni o le informazioni memorizzate nel DNA) sarà identico in tutte le copie distribuite al pubblico. Ogni lettore potrà tuttavia interpretare la trama in modo leggermente diverso, provare emozioni diverse e attendersi sviluppi diversi man mano che affronta i vari capitoli. Analogamente, l'epigenetica permette interpretazioni diverse di un modello fisso (il libro o il codice genetico) e può dare luogo a diverse letture, a seconda delle condizioni variabili con cui il modello viene interrogato.

### **Le modificazioni epigenetiche**

Sono sempre più numerose le evidenze sperimentali che suggeriscono come l'espressione genica sia determinata non solo dal codice genetico ma anche da una mol-

teplicità di fenomeni, definiti epigenetici. I fenomeni epigenetici sono in grado di modificare l'espressione genica senza determinare cambiamenti nella sequenza del DNA e di trasmettersi di generazione in generazione. L'epigenetica è quindi, per definizione, "*lo studio delle modifiche ereditabili nella funzione del genoma che si verificano senza cambiamenti della sequenza di DNA*" (Haig 2004).

Tra i meccanismi coinvolti nella regolazione epigenetica dei geni, un ruolo importante è svolto dalla metilazione del DNA e dalle modificazioni post-traduzionali degli istoni (rimodellamento). La metilazione del DNA è una delle principali modificazioni epigenetiche coinvolta nel silenziamento genico (bloccando l'accesso di fattori di trascrizione ai rispettivi promotori) e nella modulazione della struttura della cromatina (reclutando complessi proteici che si legano al DNA metilato).

La metilazione del DNA è inoltre associata con il controllo dell'integrità cromosomica, con eventi di ricombinazione genica e con meccanismi di difesa contro l'invasione di sequenze di DNA estraneo all'interno del genoma.

L'origine dei biotipi è legata alla moltiplicazione vegetativa della vite, che è alla base della sua propagazione. Questo metodo permette il mantenimento di un genotipo con tratti fenotipici di interesse, tuttavia, il verificarsi di mutazioni a livello delle gemme e il fissaggio di queste mutazioni per propagazione asessuata portano alla selezione di più linee clonali della stessa cultivar, aventi tratti genetici e fenotipi leggermente differenti da quelli della pianta madre (Franks et al. 2002) e così alla formazione di biotipi che meglio si adattano a particolari condizioni di coltivazione. Tali variazioni nei livelli di espressione morfologici e fisiologici prendono il nome di variabilità intravarietale (figura 81).

**Figura 81**  
**Variabilità intravarietale del Sangiovese**



In passato, la variabilità intravarietale della cultivar Sangiovese è stata ampiamente indagata dal punto di vista genetico tramite i marcatori molecolari di tipo SSR, anche se con scarso successo (D’Onofrio et al. 2009), dovuto sia alla laboriosità della tecnica che ne limita il numero di analisi ed ai costi ad essa associati, sia perché questi marcatori molecolari non sono sottoposti a pressione selettiva.

Oggi, la disponibilità di tecniche di sequenziamento ad alta processività (NGS: *new generation sequencing*) permette di definire lo stato epigenetico di un organismo attraverso lo studio globale dei cambiamenti epigenetici in tutto il genoma (epigenomica), e pertanto di associare questi cambiamenti alle differenze fenotipiche.

La storia del Sangiovese, ad oggi, risulta complicata e di difficile interpretazione, anche se numerose ricerche recenti hanno apportato molti elementi di chiarezza circa l’origine e la differenziazione genetica di questo grande vitigno dell’enologia italiana.

Sono senza dubbio tanti i Sangiovesi, diffusi in molti ambienti e territori di Toscana, Romagna, Marche, Umbria, Lazio, Puglia settentrionale e Campania occidentale, chiamati localmente con nomi diversi: Prugnolo gentile,

Brunello, Morellino (di Scansano e non di Pitigliano), Sanvicetro (con qualche dubbio), Sangioveseto. Tutti il medesimo vitigno, a conferma dell'origine policlonale della varietà, derivante da antiche propagazioni da seme. Tale ampia variabilità ha consentito la selezione clonale nell'ambito di biotipi anche molto diversi tra loro, tanto che si può parlare piuttosto di una famiglia del Sangiovese.

## **I cloni**

Attualmente i cloni omologati di Sangiovese sono riconducibili a cinque grandi famiglie:

- Biotipo toscano: grappolo conico, talvolta cilindrico, corto e stretto, molto compatto, semplice e composto con un'ala; acino tendenzialmente sferico, più lungo che largo.
- Biotipo Brunello: grappolo conico, talvolta cilindrico o tozzo, corto, poco compatto, semplice e talvolta composto, senza ali o con un'unica ala; acino tendenzialmente sferico, più lungo che largo, di media grossezza.
- Biotipo Prugnolo Gentile: grappolo cilindrico, talvolta conico, di media lunghezza, semplice o composto, con numero di ali variabile da una a due; acino ellittico di media grossezza.
- Biotipo Morellino: grappolo conico, corto, mediamente piccolo, semplice, con o senza ali; acino ellittico, di media grossezza.
- Biotipo romagnolo: grappolo conico, raramente cilindrico, lungo, composto, senza ali o semplice con un'ala; acino ellittico, da medio a grosso.
- Biotipo marchigiano: grappolo cilindrico o piramidale, lungo, semplice, talvolta composto con numero di ali variabili da una a due; acino ellittico e grosso.

**Figura 82**  
**I cloni del Sangiovese**



Attualmente, sono già disponibili una grande quantità di cloni di Sangiovese. L'analisi tecnologica evidenzia un'amplissima variabilità soprattutto per il quadro polifenolico.

Oggi il Sangiovese dispone di 123 cloni omologati (figura 82), di questi i primi 10 rappresentano circa 50% di produzione di barbatelle. 41 cloni sono da considerarsi "fantasma".

### **Selezione clonale con pressione selettiva debole**

La selezione clonale convenzionale, a forte pressione selettiva mira ad ottenere dei cloni "perfetti".

Tuttavia spesso l'espressione fenotipica è mascherata dall'ambiente, spesso caratteri positivi sono associati ad altri negativi (vigore, quadro aromatico, ecc.). La ricerca dei supercloni provoca una forte perdita della variabilità

intravarietale e una minor adattabilità a condizioni pedoclimatiche diverse dal luogo di selezione. La selezione è fortemente mirata a rispondere ai bisogni immediati e tende a produrre buoni vini, ma strutturalmente semplificati.

La selezione clonale, tramite pressione selettiva debole individua gruppi di cloni ad azione sinergica nel vigneto policlonale. Limita la perdita della variabilità e mira ad ottimizzare l'interazione vitigno-ambiente. I gruppi clonali così ottenuti mirano a rispondere alle esigenze attuali con la capacità di adattarsi e di costituire riserve di variabilità per il futuro.

I vini acquistano maggior complessità rispetto a quelli prodotti da vigneti (figura 83).

Nel caso del Sangiovese, la selezione clonale mediante pressione selettiva debole, offre tutti i vantaggi della selezione sanitaria minimizzando i fattori negativi della pressione selettiva forte. Si individuano gruppi di cloni ad azione sinergica per la formazione dei vigneti policlonali, limitando la perdita della variabilità e ottimizzando l'interazione vitigno-ambiente e anche la complessità aromatica dei vini

**Figura 83**

**Strategie adottate nella selezione clonale convenzionale**

**SELEZIONE A PRESSIONE FORTE:** la base genetica della popolazione viene ridotta ad un numero ristretto di genotipi ⇒ ricerca del **SUPERCLONE** I cloni vengono selezionati per essere utilizzati **da soli**

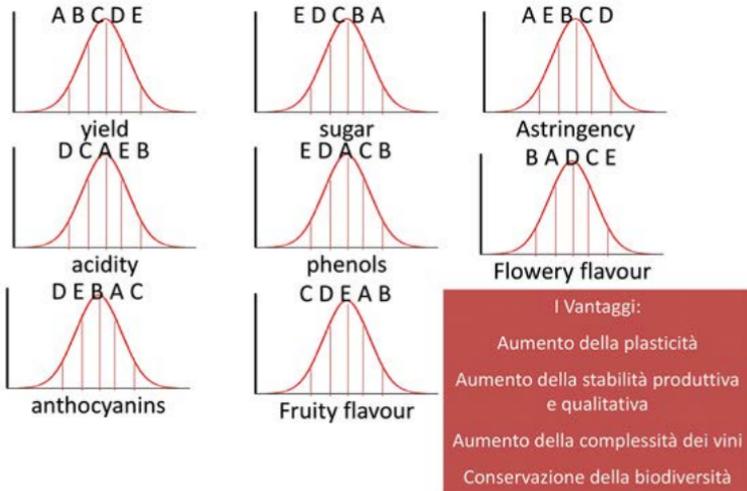


**PROBLEMATICHE:**

- Elevata interazione genotipo x ambiente
- Caratteri positivi spesso associati a caratteri negativi
- Perdita complessità dei vini
- Perdita di variabilità e biodiversità

Prestazioni generali: produzione, zuccheri, acidità, antociani, polifenoli...

**Figura 84**  
**La selezione clonale mediante pressione selettiva debole:**  
**il caso del Sangiovese**



**Figura 85**  
**Cloni, polifenoli e coefficienti di variabilità**  
**Arezzo - media 4 annate**



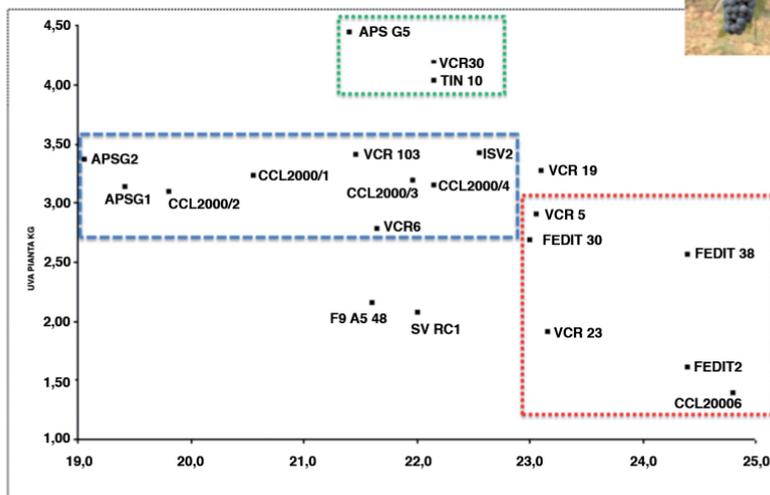
viene preservata. La pressione selettiva debole consente di rispondere a esigenze contingenti e di garantire una riserva di cloni per il futuro (figura 84).

Studi effettuati dal CREA in Toscana (figura 85), hanno evidenziato l'elevata variabilità anche all'interno dei biotipi, sia per quanto riguarda la produttività di uva e di macro-parametri espressi in zucchero e in acidità titolabile, sia per l'espressione polifenolica. Studi che suggeriscono da un canto un maggiore investimento nella valutazione dei cloni, sia il suggerimento per l'impianto di vigneti policlonali.

Il vigneto policlonale aumenta la variabilità e ottimizza l'interazione vitigno-ambiente anche la complessità aromatica dei vini viene preservata. La pressione selettiva debole consente di rispondere a esigenze contingenti e di garantire una riserva di cloni per il futuro (figura 86).

**Figura 86**  
**Variabilità tra i cloni nella sintesi degli zuccheri**

**Produttività e zuccheri**  
**media 2012-2015**



Con la selezione a debole pressione selettiva si aumenta la plasticità del vigneto, la stabilità produttiva e qualitativa, la complessità dei vini.

Inoltre, viene perseguito un obiettivo essenziale e cioè la conservazione della biodiversità.

La selezione clonale tramite pressione selettiva debole e l'impianto mirato di vigneti policlonali sono raccomandati anche come mezzi di mitigazione degli stress abiotici connessi col cambio climatico.

## Il contributo del miglioramento genetico nella mitigazione degli effetti del cambiamento climatico

*di Enrico Peterlunger*

Nel 1980 la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'aria era 330 ppm mentre oggi si rilevano livelli intorno alle 400 ppm. Rispetto alle ere geologiche questo è un incremento molto significativo dovuto all'utilizzo di combustibili fossili che hanno aumentato le emissioni di CO<sub>2</sub> e alla costante deforestazione.

Il cambiamento climatico si è mostrato con un aumento delle temperature dei gradi giorno.

In Friuli si sono registrate annate con circa 1800 gradi giorno, mentre negli anni Novanta erano intorno ai 1600, valore che necessita il Cabernet franc per maturare, mentre il Sangiovese ne richiede circa 2000.

La quantità di precipitazioni è rimasta più o meno simile, ma sono aumentati il numero di giorni siccitosi. Nel ciclo annuale della pianta c'è una maggiore incidenza di giorni secchi, correlati con una maggiore presenza di stress idrico da parte della vite.

Guardando la risposta della pianta allo stress idrico, ed in particolare il *pathway* di sintesi degli antociani ed i geni responsabili della loro sintesi, si riscontrano modificazioni indotte dallo stress idrico.

Uno studio condotto su Merlot, sottoposto a carenza idrica tale da portare a -1.4 MPa il potenziale idrico del fusto, internazionalmente riconosciuto come un livello di stress moderato – capace di apportare benefici senza in-

durre danni significativi – si è notato una senescenza precoce delle piante sottoposte a stress, con un aumento dei grappoli esposti alla radiazione diretta, proporzionale allo stress. Il numero di strati fogliari è diminuito con la carenza idrica.

Il peso della bacca si è ridotto e i solidi solubili si sono leggermente ridotti con conseguente riduzione della resa ad ettaro.

Negli studi di irrigazione, la voce solidi solubili a volte tende ad aumentare, a volte a rimanere costante, e in alcuni altri a diminuire. Si riducono solitamente quando la pianta è sottoposta a stress idrico intenso e non riesce ad avere una traslocazione di zuccheri, se l'acqua assorbita dalle radici non è sufficiente.

Sempre in questo studio si è voluto vedere come si modificassero i geni decodificanti i brassinosteroidi e si è notato che alcuni di essi venivano maggiormente espressi in risposta allo stress idrico; questi possono essere considerati *markers* di avanzamento della maturazione, e in piante sottoposte a carenza idrica, c'è una precoce induzione di questi geni che accelerano la maturazione.

La sintesi degli antociani è stata incrementata nelle piante sottoposte a stress. In analisi effettuate all'invaia-tura, su bacche verdi e rosse, si sono trovati rapporti di espressione genica molto diversi fra le bacche rosse e quelle verdi. Le piante sottoposte a stress avevano una quantità di antociani superiore quasi del doppio.

Questo incremento può divenire un miglioramento della qualità grazie ad un'irrigazione moderata. Il gene UFGT, responsabile dell'ultimo passaggio della sintesi degli antociani, è maggiormente espresso nelle tesi sottoposte a carenza idrica. Il gene UFGT all'inizio dell'invaia-tura è sovra espresso, e successivamente tende a diminuire. Questa è

una caratteristica di alcuni geni che tendono a sovra esprimersi in una certa fase, e successivamente, danno il segnale ad altri geni che a cascata ne attivano altri.

I fattori di trascrizione permettono l'espressione dei geni posizionandosi sul DNA in modo da silenziare o attivare l'espressione di un dato gene. I fattori di trascrizione regolatori della sintesi degli antociani sono della categoria Myb, e si sono visti maggiormente espressi nelle piante sottoposte a stress idrico. Due geni importanti per il *pathway* della sintesi degli antociani sono F3' idrossilasi e F3'5'idrossilasi, che danno origine a due tipi diversi di antociani: quelli tri-idrossilati e quelli di-idrossilati.

Gli antociani tri-idrossilati sono delphinidina, petunidina e malvidina, mentre quelli di-idrossilati sono cianidina e peonidina. I tri-idrossilati per loro natura hanno un colore che tende più al viola-blu intenso, mentre i di-idrossilati hanno un colore meno intenso tendente al rosso. Nelle piante sottoposte a stress si è notato un aumento della sintesi di antociani tri-idrossilati. Nelle uve ottenute con stress idrico moderato si ritrovano quindi più antociani e con tonalità più intense. In altri studi di stress idrico condotti su Tokai friulano si è notato come un leggero stress portasse ad una produzione più abbondanti delle molecole responsabili dell'aroma moscato come linalolo, nerolo e geraniolo.

Si può poi cercare relazioni lineari tra geni espressi e metaboliti che ci permettono di studiare quale tra i diversi *pathway* a disposizione della pianta viene preferito in determinate condizioni. Si cerca quindi di osservare la strategia generale della pianta in determinate condizioni.

In viticoltura c'è un grande contrasto tra tradizione e innovazione, ed il peso della tradizione è molto grande. Coltivare un Cabernet franc o un Sangiovese migliorati

ma modificati geneticamente sarebbe impensabile. Questa però è un'antinomia perché le tecniche tradizionali non sono altro che innovazioni che hanno avuto successo.

Bisogna pensare al grandissimo impatto che ha la viticoltura sull'ambiente; in Europa infatti la superficie vitata occupa il 3% della superficie agricola, ma impiega il 65% dei fungicidi utilizzati in agricoltura. C'è un importante impatto del rame sui microrganismi del suolo che è direttamente legata ad una perdita di fertilità del suolo, e soprattutto anche sugli operatori che lavorano in vigneto.

Si potrebbe diminuire l'impatto ambientale causato dalla viticoltura rendendo questa pianta resistente ai principali patogeni come oidio e peronospora. Sulla vite però è stato condotto un miglioramento genetico molto limitato a causa dell'importante peso specifico che ha la tradizione. Nel 1998 l'Università di Udine ha cominciato un progetto di miglioramento genetico della vite e delle sue resistenze alle principali ampelopatie. La selezione delle resistenze è stata assistita da marcatori molecolari. Questo lungo progetto di ricerca ha portato nel 2015 alla registrazione di 10 varietà con un'elevata tolleranza alle malattie fungine, 5 a bacca bianca e 5 bacca rossa.

Quanto sono tolleranti queste nuove varietà? In Friuli c'è una piovosità annua media di 1200 mm e la vite necessita da 15 a 18 trattamenti all'anno a seconda della piovosità dell'annata. Con queste varietà il numero di trattamenti richiesti è sceso a 2-3 all'anno. La selezione delle varietà resistenti condotta dall'Università di Udine è iniziata dalle varietà che avevano messo a punto altri istituti di ricerca in tutta Europa (Germania, Ungheria, Serbia). Il processo di incrocio tra piante donatrici di geni di resistenza e *V. vinifera* inizia con l'emasculazione e l'impollinazione artificiale controllata. Successivamente si seminano i semenzali

ottenuti e le piante vengono allevate in campo; su di esse si effettuano poi delle selezioni per la resistenza sia in laboratorio che in campo. Naturalmente è meglio, quando possibile, combinare più geni di resistenza e non avere solo un gene di resistenza a peronospora e uno a oidio, ma impararne in un esemplare il più possibile. La probabilità che il patogeno muti, riuscendo a superare i geni di resistenza, è molto più bassa quando c'è la presenza contemporanea di più geni (figura 87).

Le selezioni dell'Università di Udine non sono organismi geneticamente modificati (OGM), ma sono state prodotte attraverso una lunga serie di incroci. Per creare una pianta con più geni di resistenza è necessario effettuare diversi incroci per introdurre nel genoma i geni di interesse. Molte volte però i geni di resistenza si portano dietro caratteri di scarsa qualità.

**Figura 87**  
**Geni di resistenza a peronospora e oidio**

Patogeno	Gene	Cromosoma	Origine	Reference
Plasmopara	<i>Rpv1</i>	12	<i>M. rotundifolia</i>	Blanc <i>et al</i> 2012
	<i>Rpv2</i>	18	<i>M. rotundifolia</i>	Blanc <i>et al</i> 2012
	<i>Rpv3</i>	18	<i>V. rupestris</i>	Di Gaspero <i>et al</i> 2011
	<i>Rpv8</i>	14	<i>V. amurensis</i>	Blasi <i>et al</i> 2011
	<i>Rpv10</i>	9	<i>V. amurensis</i>	Schwander <i>et al</i> 2011
	<i>Rpv12</i>	14	<i>V. amurensis</i>	Venuti <i>et al</i> 2013
Oidium	<i>Run1</i>	12	<i>M. rotundifolia</i>	Pauquet <i>et al</i> 2001
	<i>Run2</i>	18	<i>M. rotundifolia</i>	Riaz <i>et al</i> 2011
	<b><i>Ren1</i></b>	<b>13</b>	<b><i>V. vinifera</i></b>	<b>Coleman <i>et al</i> 2011</b>
	<i>Ren4</i>	18	<i>V. romanetii</i>	Mahanil <i>et al</i> 2011
	<i>Ren5</i>	14	<i>M. rotundifolia</i>	Blanc <i>et al</i> 2012

La maggior parte dei geni resistenti deriva da specie selvatiche asiatiche e americane, ma il gene *Ren1*, che conferisce la resistenza all'oidio è stato trovato in *V. vinifera* cv Kishmish vatkana. La resistenza all'oidio è anche sta rinvenuta nella varietà di vinifera Mgalobishvili in Georgia (Caucaso).

La difficoltà è stata quindi disaccoppiare i geni della resistenza ai caratteri di bassa qualità.

Il genoma della vite possiede 500 geni di resistenza, la maggior parte di esse non si esprimono ed in particolare quelli contro peronospora e oidio. Questi due patogeni sono di origine nord-americana e in quella zona le viti americane hanno avuto la possibilità di co-evolvere con essi, portando all'espressione del gene di resistenza.

Fino a qualche anno fa si pensava che *Vitis vinifera* fosse totalmente sensibile nei confronti di questi due patogeni, ma recentemente è stata trovata in Uzbekistan una varietà di *V. vinifera* chiamata *Kishmish vatkana* che mostra resistenze nei confronti dell'oidio. Non è possibile che ci sia stata un co-evoluzione tra la pianta e il patogeno, quindi si ipotizza che dei 500 geni di resistenza qualcuno si sia espresso senza un attacco mirato del patogeno. Analogamente ricercatori dell'Università di Milano hanno trovato in una varietà georgiana di *Vitis vinifera* chiamata *Mgaloblishvili*, un gene di resistenza alla peronospora.

La presenza di queste piante resistenti nel Caucaso è dovuta alla moltiplicazione della vite attraverso il seme; in questo modo c'è stata una segregazione dei geni di resistenza che ha portato alla nascita di queste varietà resistenti. L'unico problema di queste varietà è che tutte le segregazioni a cui sono andate incontro autofecondandosi hanno creato condizioni di consanguineità e portato alla comparsa di geni letali o sub-letali. La scoperta dei geni di resistenza a oidio e peronospora in *Vitis vinifera* ha aperto due strade: o si utilizzano i geni individuati per effettuare incroci *V. vinifera* per *V. vinifera* per ottenere delle varietà con geni di resistenza che producano una certa tipologia di frutto, o attraverso il *genoma editing* si attivano i geni di resistenza già presenti naturalmente nel genoma della pianta, donandole così resistenza.

**Figura 88**  
**La scelta dei parentali**



suscettibili (S)

Chardonnay  
Cabernet S.  
Merlot  
Sauvignon  
Sangiovese  
Tocai friulano

resistenti (R)

Bianca  
20/3  
Regent  
Seyval  
Pannonia  
SK-00-1/2

Il genoma delle varietà resistenti messe a punto dall'Università di Udine è composto dal 92% da quello di *V. vinifera* e l'8% da quello delle specie (*V. rupestris*, *V. amurensis*, ecc) donatrici di resistenza. Le principali varietà suscettibili incrociate sono state Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot, Sauvignon, Sangiovese e Tocai friulano, mentre quelle donatrici di geni di resistenza erano Bianca, 20/3, Regent, Seyval, Pannonia, SK-00-1/2 (figura 88).

È stata effettuata una prima selezione per i caratteri agronomici come vigoria media, produttività media e grappolo tendenzialmente spargolo. È avvenuta poi una selezione per caratteri enologici, principalmente per le caratteristiche aromatiche (figura 89). Si è cercato di mantenere il più possibile i caratteri tipici di *V. vinifera* così che all'assaggio risultassero indistinguibili. Si sono quindi ottenute queste 10 varietà resistenti, 5 a bacca bianca (Sauvignon Rytos, Sauvignon Nepis, Sauvignon Kretos, Soreli e Fleurtaï) e 5 a bacca rossa (Cabernet Eidos, Cabernet Volos, Merlot Khorus, Merlot Kanthus, Julius) (figura 90).

**Figura 89**  
**Quadro riassuntivo delle caratteristiche relative**  
**ai composti aromatici dei vini bianchi**

PARAMETRO		TICAI X 20-3		SAUVIGNON X 20-3	SAUVIGNON X BIANCA		
		FLUERTAI 34-111	SORELI 34-113	SAUV.KRETOS 76-026	SAUV.NEPIS 55-098	SAUV.RYTOS 55-100	
LIBERI	Intensità aromatica per vini giovani (contenuto totale dei composti volatili liberi)	+	-	+	+	++	
	Ampiezza (contenuto in lanaiolo e geraniolo)	-	-	-	++	+	
GLUCOSSIDATI	Intensità aromatica per vini affinati (contenuto totale dei composti volatili glicosidati)		+	-	+	++	+
	Ampiezza (n° composti positivi delle famiglie di odori)	Floreale	-	-	-	++	++
		Fruttato	+	-	++	+	-
		Speziato	+	-	+	+	-

++ valori sopra la media, + valori medi, - valori sotto la media

Il Soreli è stato iscritto recentemente anche in Francia ed è ammesso alla coltivazione su tutto il territorio nazionale, mentre la cantina sociale Rauscedo ha prodotto il primo vino commerciale ottenuto da uve Fleurtaï e Soreli.

Il miglioramento genetico è uno dei mezzi che si ha a disposizione per poter rispondere al cambiamento climatico. Gli sviluppi futuri sono quelli che portano all'aumento delle resistenze di ogni genotipo e nei confronti anche di altre malattie. Potenzialmente è molto interessante la strada del genoma editing che dà la possibilità di attivare geni che normalmente non si esprimerebbero. Con questa tecnica non si otterrebbero delle varietà figlie del Sangiovese, ma il Sangiovese stesso resistente. In questo modo si combinerebbe innovazione e tradizione ma purtroppo non è ancora stato capito bene come attuare questa tecnica.

**Figura 90**  
**Sauvignon Kretos (UD76-026= Sauvignon x 20/3)**  
**Merlot Kanthus (UD31-122 = Merlot x 20/3)**



Years	cluster weight g	sugar content babo	alcohol %	acidity g/l	dry extract g/l
2012-2014	195	21.9	13.4	6.0	19.8



Years	cluster weight g	sugar content babo	alcohol %	acidity g/l	dry extract g/l	Antho-cyanins mg/l	Poly-phenols mg/l
2012-2014	146	20.2	13.0	5.3	20.9	873	3224

# PARTE SECONDA

## Il vino del futuro

*di Luigi Moio*

Il vino è un prodotto che ha da sempre affascinato l'umanità, grazie alla presenza dell'alcol etilico e ai suoi effetti psicotropici, ma anche per le sue caratteristiche di salubrità perché l'alcol è un forte disinfettante, come anche lo è l'aceto.

Col tempo si sono susseguite diverse scoperte come quella della fermentazione con la quale si trasforma lo zucchero in alcol fino ad arrivare a Pasteur che dimostrò che sono i lieviti ad effettuare questa trasformazione.

Negli ultimi cento anni i ricercatori di tutto il mondo hanno iniziato a identificare i componenti dell'uva. È per questo che oggi sappiamo tutto, o quasi, sulla composizione dell'uva e del tralcio; questa conoscenza ha fatto capire a chi trasforma l'uva in vino che il processo di vinificazione è un processo di estrazione selettiva, poiché non tutto quello che è presente nel grappolo è utile per fare un vino di qualità.

L'evidenza più grande è quella tra la differenza della vinificazione in rosso e quella in bianco, dove si è appunto osservato che alcuni elementi situati nella buccia non aiutano a livello qualitativo i vini bianchi, come per esempio i tannini. Per questo motivo durante la vinificazione di un vino bianco, solitamente, si tende a utilizzare solo ciò che sta all'interno dell'acino.

Nella produzione di vino rosso invece è necessario la partecipazione della buccia, e anzi è la cosa più importante.

In questo caso ci sono tre processi che si sovrappongono: la fermentazione alcolica, la trasformazione malolattica e la macerazione. Quindi il vino del futuro verrà prodotto andando sempre di più verso un'estrazione selettiva, si estrae quello che serve e si lascia nell'uva quello che non ci aiuta a produrre un vino di qualità.

Negli ultimi 30 anni tanti gruppi di ricerca hanno posto la loro attenzione verso lo studio degli aromi. Si conoscono i precursori aromatici e le molecole odorose, e come fare produrne maggiormente da un punto di vista viticolo. Si conosce tantissimo, grazie ad un gruppo di ricerca australiano, dei precursori aromatici che danno origine ai norisoprenoidi che sono le molecole responsabili del rilascio aromatico durante l'invecchiamento del vino. Conosciamo anche quali sono le molecole aromatiche varietali come per esempio i terpeni nel Moscato, tutti i tioli nel Sauvignon, tutte le pirazine nel Cabernet Sauvignon responsabili di odori erbacei, alcuni esteri responsabili dell'odore del Pinot noir, ed esistono bellissimi studi sul rotundone, la molecola caratteristica degli aromi varietali di Syrah e Grenache.

Conosciamo anche l'importanza del lievito, fondamentale per ottenere un ottimo vino. Ci sono però molti aspetti da prendere in considerazione quando parliamo dell'azione del lievito, come la torbidità del mosto, la temperatura a cui fermenta, la disponibilità di azoto assimilabile, il potenziale redox, il pH del mezzo e la sua complessità.

Quindi a parità di lieviti, modulando i diversi parametri, si può spingere sugli aromi fermentativi come per esempio l'acetato di isoamile che ha sentore di banana. L'acetato di isoamile è un estere tra l'acido acetico e l'alcol isoamilico, che hanno rispettivamente odore di aceto e cimice schiacciata, ma una volta formato l'alcol isoamilico esso sa di banana.

Alcuni lieviti hanno esterasi che funzionano meglio e possono produrre più aromi rispetto ad altri ceppi di lieviti, ma se il mezzo non è preparato bene se ne formano comunque pochi. Esistono quindi altri parametri da gestire.

Sappiamo molto sulla trasformazione malolattica, e di come i batteri lattici effettuino l'idrolisi dei precursori liberando aromi. Oggi a differenza di 20 anni fa sappiamo l'importanza dei batteri lattici in questa trasformazione, e grazie a queste conoscenze vengono effettuate tecniche di co-inoculo che erano impensabili negli anni passati. Questi organismi selezionati sappiamo non produrre ammine biogene, elementi tossici per la salute dell'uomo; non disponiamo della stessa certezza quando parliamo di fermentazioni o trasformazioni spontanee, che possono anche produrre *off-flavours*, mascherando gli aromi positivi del vino.

Quindi con la malolattica posso intervenire su alcuni aspetti aromatici, e se voglio creare un vino da invecchiamento non cercherò di liberare tutti gli aromi subito, utilizzando un batterio che non idrolizzi i precursori, in modo che possano liberarsi per idrolisi acida durante l'invecchiamento.

Un altro aspetto importante del vino è la sua longevità. Un vino dura nel tempo se c'è la presenza di aromi piacevoli durante la sua vita. Questa è l'enologia moderna dove se voglio fare un vino giovane di pronta beva con un grande impatto aromatico dovrò liberare tutti gli aromi subito, invece se vorrò fare un vino da invecchiamento non dovrò liberare tutto; devo quindi anche andare a produrre un'uva più ricca di precursori. C'è un problema della longevità dei vini legato al cambiamento climatico e all'aumentare dei pH.

Uno strumento fondamentale in cantina è la *barrique*, soprattutto se vogliamo progettare vini rossi da grande invecchiamento, perché è un catalizzatore di reazioni e uno

stabilizzatore formidabile. Mettendo in *barrique* il vino con pochissima solforosa (si necessita di un'uva di altissima qualità) dal poco di ossigeno che entra si forma l'acetaldeide che è fondamentale per la polimerizzazione dei tannini. Sembra un paradosso che la *barrique* ceda tannini, mentre un vino tannico se messo in *barrique* dopo undici mesi si ritrova un vino con tannini più morbidi. Si è capito poi che per i vini bianchi non si può metterli in affinamento, ma bisogna fermentarli direttamente in *barrique*, altrimenti i vini perdono esteri e acquisiscono solo l'aroma di legno.

Nell'enologia del passato esistevano protocolli standard in cui dopo l'ammostatura, per la produzione di vini bianchi, si effettuava una chiarifica violenta con almeno cinque tipi diversi di chiarificanti: gelatina, gel di silice, bentonite, carbone e caseina.

In pre-fermentazione venivano quindi eliminati i precursori aromatici e andavano in fermentazione praticamente solo acqua e zucchero. In questi vini quindi il sentore di banana prodotto in fermentazione era spiccato e predominante per l'assenza di altre componenti aromatiche, ma come visto prima questo è destinato a svanire. Oltretutto la velocità di idrolisi di questo estere è in funzione della temperatura, e periodi di conservazione ad elevate temperature lo fanno sparire ancora più velocemente. Oggi sappiamo che se l'uva ha dei precursori propri gli aromi fermentativi servono a poco.

Questo è il caso del Riesling, uno dei vini bianchi più idoneo all'invecchiamento che esista. In questo caso è inutile comprare un lievito che sia un alto produttore di esteri di fermentazione perché dopo poco tempo scompaiono, quindi la scelta del lievito deve essere in funzione del vino che vogliamo andare a produrre. Se voglio quindi produrre un vino da invecchiamento devo solo trasformare gli

zuccheri in alcol, ridurre al massimo i prodotti secondari a livello olfattivo, e ridurre a zero gli *off-flavour*. Per fare un vino di terroir bisogna avere il controllo del lievito.

In tutti i vini col passare del tempo c'è ossidazione, con comparsa di aromi ossidativi. Per fare un vino longevo devo essere in grado di coprirli con aromi piacevoli.

Il vino è uno dei pochi prodotti che necessita di un solo ingrediente per essere creato, l'uva (figura 91). Nel grappolo d'uva c'è tutto ciò che serve per fare il vino: ci sono gli zuccheri, i polifenoli, gli acidi, elementi minerali, precursori d'aroma, l'azoto e c'è l'acqua di vegetazione. Nel vino non esiste una ricetta e ogni anno ci sono problemi diversi, però tutto quello di cui si necessita sta nell'uva.

Vinificare significa trasformare l'uva in un mosto, in cui tutti i componenti sono perfettamente equilibrati tra di loro. Già nel passaggio dell'ammestamento alcuni aspetti biochimici cambiano: il pH cambia immediatamente, avvengono delle salificazioni e delle precipitazioni. Questo

**Figura 91**  
**L'uva: l'unico ingrediente del vino**



processo di modifiche compositive deve darmi tutti gli elementi in equilibrio nel mosto come li avevo precedentemente nella bacca.

Non deve succedere che se vinifico un'uva con un'acidità totale di 7 g/L e un pH di 3,2 che nel momento in cui rompo questo grappolo, l'acidità totale crolla a 4 e il pH schizza a 4; in questo caso devo intervenire con delle correzioni e non va bene. La vinificazione perfetta è quando ho un'uva con 8 g/L di acidità totale e pH 3,1, ammosto e mi ritrovo con un mosto di 7,5 g/L di acidità totale con pH di 3,15; in questo caso ho di nuovo un equilibrio senza nessuna correzione esterna.

Quindi occorre un lievito selezionato che trasformi il mosto in un vino ove è ancora tutto in equilibrio.

Se ho trasformato un'uva caratteristica del territorio, coltivata con una viticoltura adattata al contesto pedoclimatico, ammostata e trasformata in vino senza deviazioni o correzioni, anche grazie all'azione dei lieviti, questo vino ottenuto è il puro riflesso del territorio, perché l'intervento antropico è praticamente zero.

L'intervento dell'uomo deve spostarsi in futuro per migliorare il potenziale enologico, e cioè migliorare il grappolo. Se devo fare tanti aggiustamenti in cantina, magari farò un vino buono, ma non farò vini che sono espressione del territorio.

Negli anni il vino si è posto a livello planetario come fenomeno mondiale. Tutti nel mondo hanno piantato viti, ma i viticoltori sanno che la latitudine ottimale della vite è tra il 30° e 50° parallelo dell'emisfero nord e tra il 30° e 50° dell'emisfero sud. Tutte le popolazioni che hanno impiantato vitigni sognano di fare vini come i francesi per poi poterli vendere agli stessi prezzi quindi hanno iniziato a piantare Pinot noir, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot, ecc.

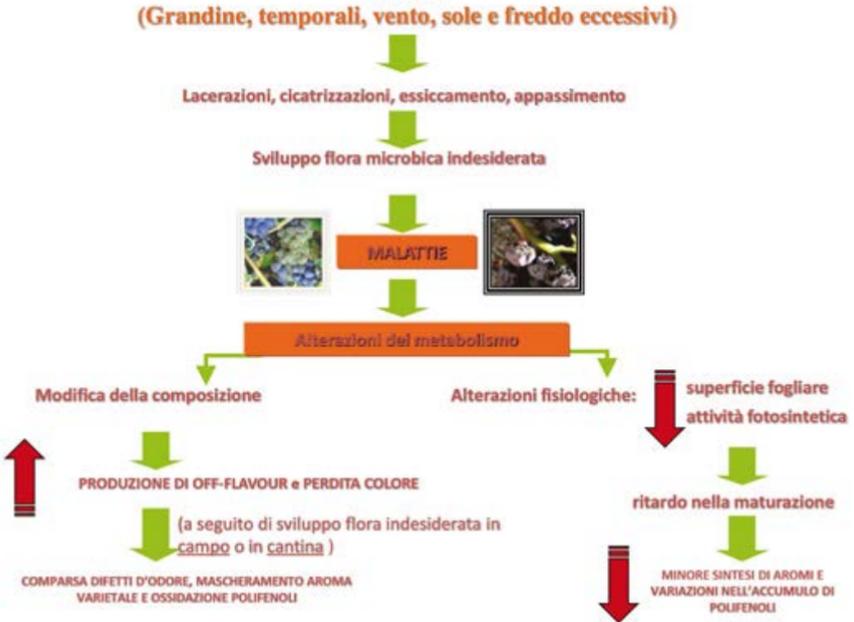
Se questi vitigni non si spostano dal parallelo nel quale sono coltivati in Francia non cambia di molto la composizione chimica delle uve, ma se si spostano di latitudine cambiano parecchio. Quindi se si vogliono spostare questi vitigni dalle loro zone di vocazione si faranno vini potabili, ma non sicuramente grandi vini. Quindi un problema serio da gestire per le varietà internazionali è l'anticipo delle fasi fenologiche, con precocità della maturazione e crollo delle acidità. Le varietà italiane più tardive risentono meno di questo problema.

Il futuro è un vino di terroir, ma deve essere fatto da persone competenti con forti conoscenze scientifiche. Per fare un vino di terroir e quindi intervenire il meno possibile sul vino, bisogna avere delle conoscenze molto avanzate, perché solo con esse si interviene il meno possibile.

Ritornando al cambiamento climatico, l'aumento delle temperature porta a vini più alcolici, sbilanciati, con acidità più basse, pH più alti e quindi vini meno longevi. Il problema però non è solo il caldo, ma anche la frequenza sempre maggiore di eventi climatici estremi diversi, in cui si alternano annate siccitose ad annate molto piovose. Le conoscenze servono a saper intraprendere la strada più giusta ogni anno, indipendentemente dal tipo di stagione che è stata (figura 92).

Noi possiamo intervenire sulla vigna, con le conoscenze della scienza viticola, ma soprattutto sull'identificazione della varietà giusta nel giusto territorio. La vera forza dell'Italia è avere la possibilità di produrre vino di qualità con varietà locali, in diversi ambienti pedoclimatici. Se in vigna si sbaglia e ottengono uve troppo tanniche o con acidità troppo basse si dovrà intervenire in cantina con le correzioni. Il caldo genera anche un'omologazione olfattiva, causata da una surmaturazione o dall'appassimento.

Figura 92  
Clima



Varietà di uva debolmente aromatiche possono perdere la loro freschezza aromatica e dare vini marmellatosi, cotti.

Un dibattito molto attuale è quello di riportare sull'etichetta dei vini cosa viene utilizzato per produrli. È fondamentale la distinzione tra additivi e coadiuvanti. I coadiuvanti sono aggiunti e successivamente rimossi senza rimanere nel vino, quindi non andrebbero in etichetta. Diverso è per gli additivi che una volta aggiunti diventano parte integrante del prodotto vino. Gli additivi principali che permangono nei vini sono i correttori di acidità come l'acido malico, tartarico, citrico e lattico, gli agenti di conservazione come la solforosa, l'acido ascorbico e il sorbato di potassio che è un antifermentativo. E gli agenti

stabilizzanti come la carbossimetilcellulosa, la gomma arabica, le mannoproteine, ed infine l'anidride carbonica, che diventa additivo se usata per gassificare, mentre semplice ausiliare se utilizzata per eliminare ossigeno.

Le conoscenze molto spinte in enologia permettono di effettuare questo tipo di correzioni ma senza utilizzare questi additivi; per esempio posso correggere l'acidità attraverso resine a scambio cationico. In questo caso mantengo il concetto di naturalità perché non aggiungo niente, ma modifico un equilibrio di qualcosa che c'era già nell'uva. Posso stabilizzare a freddo, per evitare l'aggiunta di carbossimetilcellulosa; il sorbato è un antifementativo, ma con una microfiltrazione posso mettere in bottiglia un vino sterile, anche se con tracce di zuccheri.

Quindi grazie a forti conoscenze scientifiche posso eliminare tutti questi additivi, a parte la solforosa, che nei vini rossi può comunque scendere moltissimo di concentrazione. In questa ricerca del vino del futuro che punta verso la naturalità, sono più avvantaggiate le grandi aziende che hanno delle organizzazioni perfette per quanto riguarda l'applicazione di tecniche fisiche per la correzione dei vini e con gruppi di enologi preparati per attuarle.

I vitigni che risentiranno di più di una omologazione olfattiva legata al caldo sono i vitigni non fortemente varietali nell'aroma, come i principali vitigni italiani. Nei vitigni come Riesling o Moscato, con o senza caldo gli aromi varietali ci saranno sempre.

Nel Sangiovese o nell'Aglianico col caldo queste uve rischiano di arrivare al punto di cottura, compromettendone anche la longevità; devo mantenere freschezza olfattiva. Per fare dei vini di grande qualità quindi non potrò permettermi di avere neanche un acino malato. Se lo stato sanitario delle uve non è ottimale, come per esempio

l'attacco di muffe, si perdono aromi e c'è produzione di *off-flavour*. Queste muffe caratterizzano il vino per odori di terra, producendo geosmina.

Quando si parla di vino di terroir si deve parlare di vini perfetti, pulitissimi dal punto di vista olfattivo. Varietà che sono debolmente aromatiche perdono completamente la loro identità se sono presenti dei difetti olfattivi.

Nell'ultimo periodo poi è molto discussa la questione etica. Il rifiuto nell'usare additivi di sintesi chimica o tecniche innovative spacciandole per non etiche, sta giustificando la presenza sul mercato di vini torbidi, di vini che puzzano di putrido, fogna, che vengono consumati solo per la presenza di alcol etilico. Il grande vino di grande qualità è un progetto estetico a 360° che parte dalla vigna.

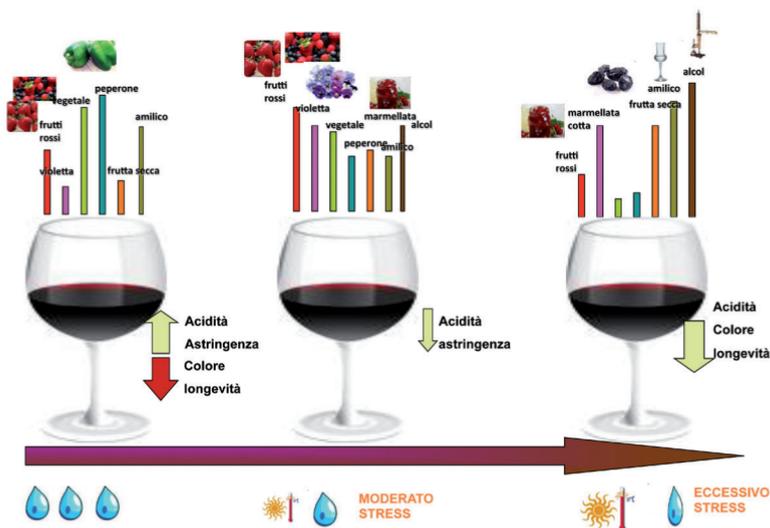
In virtù di questa falsa etica si sta perdendo di vista l'effetto estetico, cioè la produzione di vini di qualità senza la presenza di difetti. L'etica è da ricercare nella sicurezza alimentare e nella riduzione di additivi, in un basso impatto ambientale e un minor spreco di risorse, con sicurezza e benessere dei lavoratori e dei consumatori. Negli ultimi cento anni le scoperte più importanti nell'enologia sono quelle relative ai lievii selezionati, ai batteri lattici e alla gestione delle temperature. Bisogna pensare che l'etica e la bellezza stilistica del prodotto devono viaggiare di pari passo. Aspetti fondamentali del vino sono quindi l'equilibrio gustativo, l'assenza di *off-flavour* e la longevità. C'è da rivedere l'approccio biologico. Perché un uso spropositato del rame ha effetti negativi in cantina, come quello di spegnere completamente gli aromi tiolici. Il rame è un elemento nocivo per il lievito e può causare difficoltà di fermentazione, senza contare che vini con elevati tenori di rame sono esposti ad invecchiamenti ossidativi molto più precoci.

Anche il ruolo dell'irrigazione va attentamente valutato, i vini ottenuti da piante con nutrizione idrica ottimale, piuttosto che in situazioni di stress più o meno grave, variano sensibilmente il loro profilo aromatico (figura 93).

Molto importante per il vino del futuro il mantenimento e implementazione degli equilibri biologici, che si basa sull'interazione tra piante, insetti e microrganismi. Il futuro è intervenire sull'aumentare la resistenza ai patogeni, intervenendo geneticamente sulla pianta; perfettamente in linea con pensiero di implementare il potenziale enologico dell'uva.

Oggi è una scelta obbligata utilizzare le varietà autoctone locali per fare vini di qualità dato che sono quelle che si adattano meglio all'ambiente pedoclimatico, soprattutto in periodi di cambiamenti climatici come questi. La giusta varietà nel giusto ambiente è in grado di dare grandi

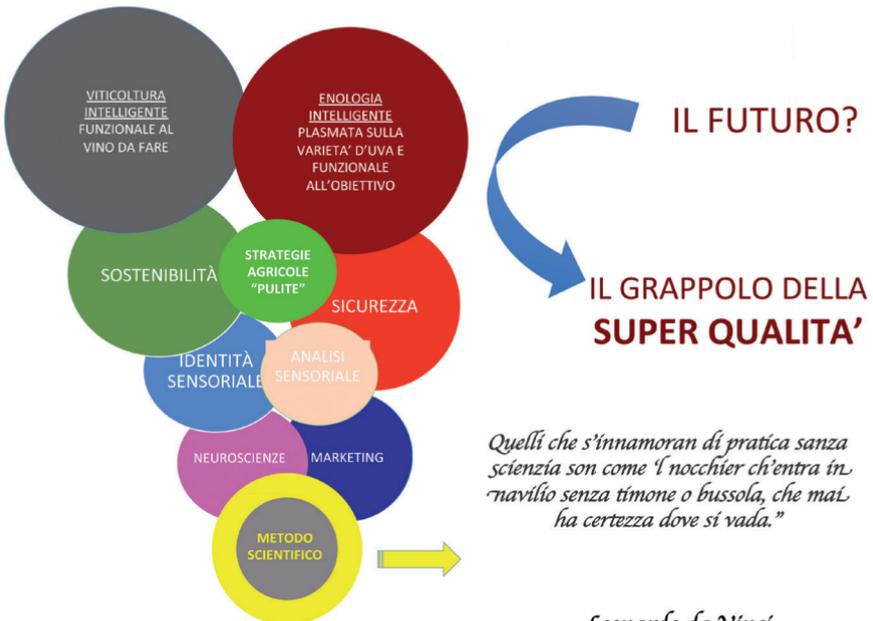
**Figura 93**  
**Il ruolo dell'irrigazione**



uve che danno vini di grandi qualità. In Irpinia per fare un vino ottimale che sia una vera espressione del territorio non si può usare altro che l'Aglianico. Si può piantare il Cabernet, ma non si otterranno mai gli stessi risultati qualitativi. Chiudendo sul Sangiovese si ritrova che è un vitigno molto duttile, in grado di dare vini di pronta beva come i novelli, ma anche grandi vini da invecchiamento come il Brunello.

Il futuro è sul grappolo, con una viticoltura intelligente, funzionale al vino da fare. Bisogna piantare una vigna sapendo già che tipo di vino vogliamo fare.

**Figura 94**  
**Conclusioni**



Leonardo da Vinci

## Il cambiamento climatico e la fermentazione dei mosti: nuove strategie di intervento

*di Paola Vagnoli*

La maggior disponibilità di energia radiante e termica è confermata dalla seriazione di macro-parametri enologici quali alcool e acidità nel vino ove appare molto evidente, con regressioni lineari l'aumento dei gradi alcool e l'abbassamento dell'acidità. Che pongono nuove problematiche o ne accentuano altre. Dal rischio di arresti fermentativi agli effetti negativi sugli aromi. Per finire con gli aspetti negativi legati all'alcool e alla salute pubblica e, almeno in certi stati, all'incremento delle accise legate all'alcool.

L'INRA, in collaborazione con Lallemand e la SupAgro di Montpellier ha attivato progetti per l'individuazione di ceppi di lieviti a bassa resa in alcool sia intervenendo sul ciclo di demolizione del glucosio, che cercando di indirizzare il *pathway* verso la produzione di metaboliti. La prima strada non ha dato risultati confortanti per ora mentre la seconda ha permesso di isolare ceppi di saccaromiceti che producono maggior quantità di glicerolo a scapito dell'alcool etilico. Validazioni pratiche si stanno effettuando in diversi areali con risultati interessanti anche sotto il profilo sensoriale, grazie al contributo positivo del glicerolo (figura 95).

L'identificazione di ceppi di *Saccharomyces cerevisiae* con metabolismo re-diretto verso la produzione di glicerolo e acidi organici può essere molto utile non solo per la maggior produzione di glicerolo a scapito di alcool etilico ma anche per il suo potere acidificante e, nel contempo, basso produttore di acidità volatile (figura 96).

**Figura 95**  
**Vinificazione con lieviti a bassa produzione di alcool**

**2016 MICROVINIFICAZIONE**  
**CABERNET SAUVIGNON 100 L**

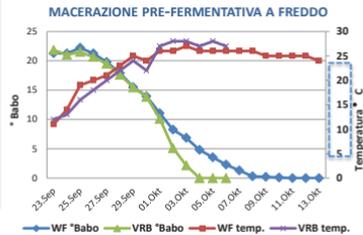


Analisi vini	Lievito adattato	oKay	ICV D21
	Media di 3 vinificazioni	Media di 2 vinificazioni	singola
Zuccheri [g/L]	<1,0	<1,0	<1,0
Alcol [%]	15,00	15,70	15,82
Glicerolo [g/l]	15,5	11,5	10,8
Acidità Totale [g/L]	6,92	5,87	5,88
pH	3,51	3,62	3,6
Acidità Volatile [g/L]	0,45	0,58	0,56
Acido Malico [g/L]	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Acido Lattico [g/L]	1,37	1,33	1,4
Acido Succinico [g/L]	1,8	1,3	1,3

Temperatura 25-28° C

**2015 CABERNET SAUVIGNON**  
**TOSCANA 90 HL (II)**

Analisi vini dopo 1 anno in barriques	Lievito adattato	Uvaferm VRB
Zuccheri [g/L]	<1,0	<1,0
Alcol [%]	14,49	14,62
Glicerolo [g/l]	14,9	9,5
Acidità Totale [g/L]	5,92	4,93
pH	3,43	3,53
Acidità Volatile [g/L]	0,34	0,53
Acido Malico [g/L]	< 0,1	< 0,1
Acido Lattico [g/L]	0,92	0,98
Acido Tartarico [g/L]	2,2	2,3
Acido Succinico [g/L]	1,45	1,3



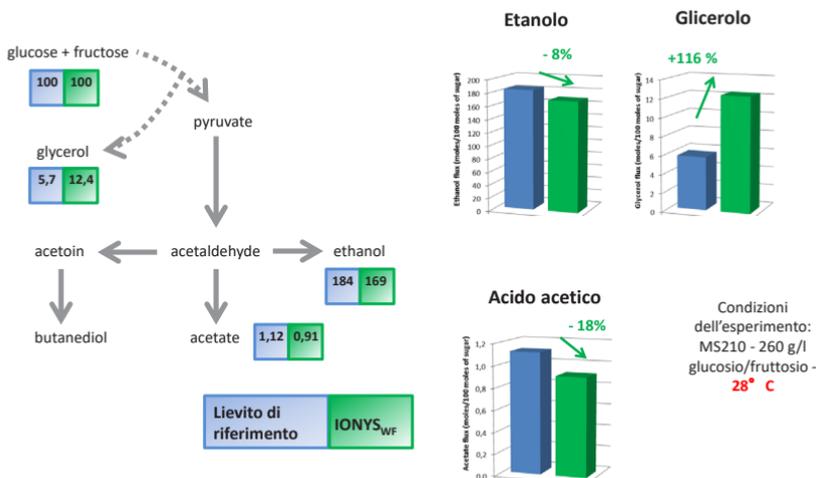
Un approccio microbiologico per ridurre la gradazione alcolica nei vini avviene tramite fermentazioni miste di *Candida zemplinina* e *S.cerevisiae*, che sta fornendo indicazioni importanti. Anche l'incremento naturale di acidità viene oggi perseguito attraverso test di cofermentazione impiegando ceppi di *Lactacea thermotolerans*, assieme a *Saccharomyces c.* (figura 97).

In questo periodo storico nel quale si cerca di limitare l'uso dell'anidride solforosa (figura 98) e, a causa dell'aumento delle temperature elevate, otteniamo vini con pH elevati, un problema che può insorgere è la presenza e lo sviluppo di *Brettanomyces*. È un microrganismo alterativo che con il suo metabolismo crea difetti al vino. La

Figura 96  
Selezione di Saccharomyces cerevisiae

**ANALISI METABOLICA**  
**...glicerolo più elevato e riduzione dell'etanolo**

Aumento dei flussi di carbonio per la produzione di glicerolo e diminuzione di etanolo e acido acetico



prevenzione è fondamentale e per fare questo è importantissimo far procedere la fermentazione alcolica e successiva trasformazione malolattica in maniera regolare senza blocchi o rallentamenti. È quindi consigliato il co-inoculo di batteri lattici insieme ai lieviti Saccharomyces.

Un vino che è stato co-inoculato che finisce la fermentazione alcolica in simultanea, o qualche giorno prima della malolattica, è immediatamente pronto per essere stabilizzato. Un approccio microbiologico alla F. malolattica è possibile impiegando uno specifico ceppo di *Lactobacillus plantarum* attivo anche in condizioni di pH alto e alcol potenziale alto (figura 99).

Il co-inoculo è stato quindi dimostrato essere un valido strumento di controllo per limitare l'azione di Brettanomyces

**Figura 97**  
**Prove con un ceppo specifico di *Lachancea thermotolerans***

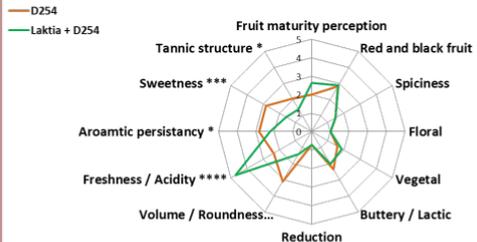
2016: Tempranillo in Spain

	<i>Lachancea thermotolerans</i>	
	+EC1118	EC1118
Alcool (% vol ± 0,15)	13,6	14,09
Glu+Fru (g/L)	0,88	0,09
pH (20°C ± 0,02)	3,47	3,43
Acidità totale (g TH2/L)	9,7	6,3
Ac.lattico (g/L ± 0,1)	3,3	0,11
Glicerol (g/L ± 0,1)	9,68	7,97

2017: Merlot INRA Pech Rouge

Analisi fine FML	Ceppo Controllo	<i>Lachancea thermotolerans</i> + ceppo controllo
Alcool (% vol.)	15,92	15,22
Acidità totale (g/L TH2)	6,5	11,40
pH	3,64	3,28
Ac lattico (g/L)	1,25	7,8

Profilo organolettico

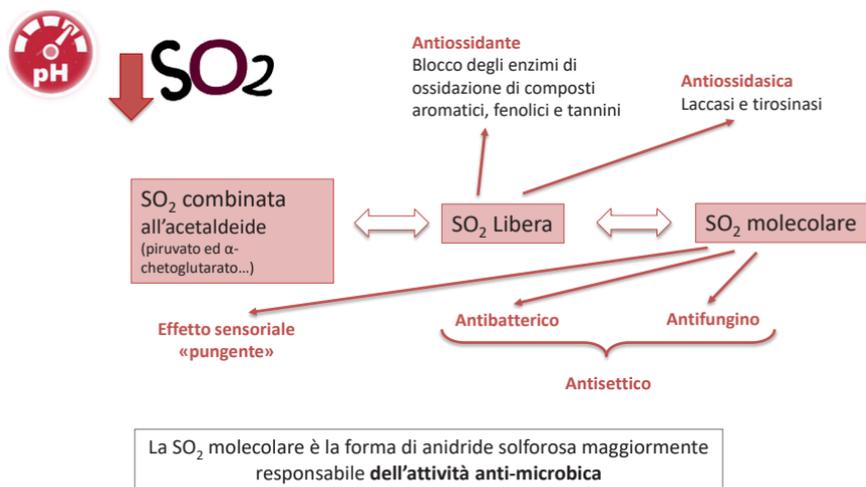


nomyces, in quanto viene notevolmente ridotto il periodo di latenza e instabilità del vino dal termine della fermentazione alcolica al termine della malolattica.

Un altro strumento per tenere sotto controllo *Brettanomyces* è l'utilizzo del chitosano. Studi fatti su vino contaminato da *Brettanomyces* dimostrano come dopo aver effettuato il trattamento col chitosano la popolazione sia diminuita drasticamente.

Il chitosano è un coadiuvante che viene aggiunto al vino e che dopo circa dieci giorni forma un sedimento di facile rimozione dalla vasca. Vi è un assorbimento sulle pareti di chitosano delle cellule di *Brettanomyces* che muoiono a causa della distruzione della membrana (figura 100).

Figura 98  
Cambiamento climatico e nuovo trend



Obiettivo : Cercare di ridurre al minimo la SO<sub>2</sub> legata per averne il più possibile disponibile

## Figura 99 Il Coinoculo come Bio Controllo



### LA SOLUZIONE

per gli enologi che temono il coinoculo in condizioni di pH alto / alto alcool potenziale

### La Malolattica a pH alti gestita con uno specifico ceppo di *Lb.plantarum*

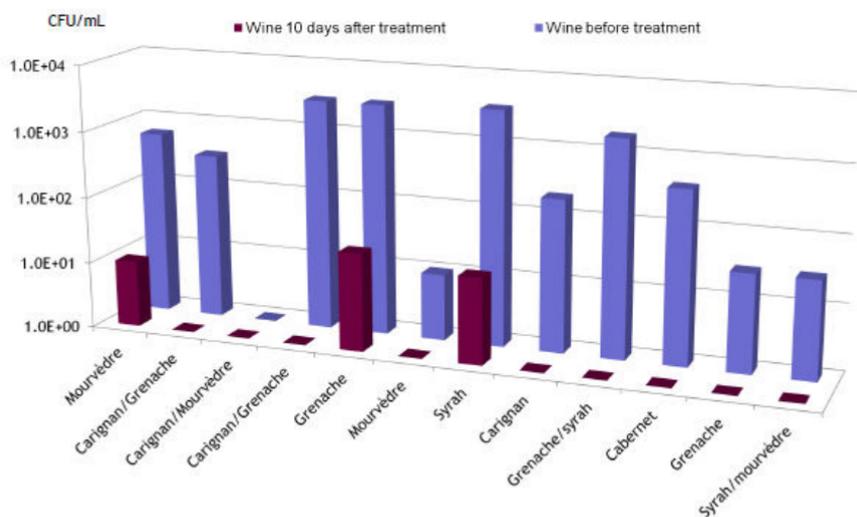
Capace di completare la FML in modo veloce prima della crescita dei batteri indigeni evitando la produzione di metaboliti indesiderati : *acidità volatile, amine biogene, fenoli volatili ....*

**Nuovo processo di produzione** che ottimizza l'attività del sistema enzimatico malolattico e permette una malolattica molto veloce



- ▶ Biomassa non in grado di moltiplicarsi
- ▶ Immediata dominanza sulla flora indigena
- ▶ Malolattica completata prima della fine della FA
- ▶ Il vino può essere stabilizzato immediatamente dopo la fine della FA

**Figura 100**  
**Cura Brett: Chitosano di origine fungina**



Graph 2 : Results from experiments carried out on large volumes, during the 2008, 2009 and 2010 vintages. Counting on plate of *Brettanomyces*, before and 10 days after treatment.

# Cambio climatico e profilo polifenolico

*di Fulvio Mattivi, Arapitsas Panagiotis*

## Implicazioni sulla stabilità dei vini

Fino a 30-40 anni fa in Francia era scontato che le riserve non fossero fatte tutti gli anni. Si cercava di capire qual era il grado di qualità dell'annata e nelle annate buone diventava riserva anche i tre quarti della vendemmia, mentre nelle annate pessime non se ne faceva neanche una bottiglia.

È un concetto più recente il fatto che “la riserva” è una linea commerciale. La variabilità qualitativa delle annate è enorme e richiede da un lato di essere gestita con delle vinificazioni significativamente diverse, dall'altro la consapevolezza che non è possibile ogni anno produrre un vino con le caratteristiche per essere definito una riserva.

I cambiamenti climatici hanno portato ad un aumento della temperatura che a sua volta ha avuto un grosso impatto sulla gestione idrica. Le due macro categorie da analizzare sono clima caldo-asciutto e clima caldo-umido, che danno problemi diversi dal punto di vista della gestione della campagna che si riflette poi sulla qualità dei vini.

Un altro aspetto generalizzabile è la grande differenza di risposta tra le varietà bianche e le varietà rosse al cambio climatico. Le varietà bianche si ritrovano in condizioni molto più critiche perché per esempio sono meno protette dalle radiazioni solari a causa della mancanza di antociani.

Un altro aspetto caratterizzante i vini bianchi sono l'acidità e i profumi. Con l'aumento delle temperature risulta sempre più difficile ottenere vini bianchi di una certa qualità. In uno scenario di aumento generale delle temperature non sarà più possibile produrre vini bianchi di qualità in determinate zone.

Esistono opinioni "catastrofistiche" di esperti secondo i quali il cambiamento climatico potrebbe cambiare i nostri vini, cambiando il ciclo della pianta con maturazioni più veloci e appassimento più rapido. Le maturazioni anticipate portano a raccogliere determinate varietà in anticipo e non le lasciano esposta a sbalzi termici giorno-notte che sono essenziali per la biosintesi di aromi, profumi e sostanze coloranti.

Le temperature più alte favoriscono i patogeni presenti e l'arrivo di nuove specie che prima non c'erano. Un altro aspetto essenziale è quello riguardante i fenomeni climatici estremi, come una forte siccità che, ove non si è attrezzati per un'irrigazione di soccorso, possono portare alla perdita dell'intera produzione.

Se volgiamo essere ottimisti però, c'è l'esempio di un ricercatore andato a fare viticoltura nel deserto israeliano dove riesce fare vini rossi buonissimi in condizioni estreme, comprando l'acqua a prezzi elevati e utilizzando però sistemi di irrigazione innovativi.

Quello che è sicuro è che se i cambiamenti climatici continueranno ad essere sempre più presenti nella viticoltura il nostro vino preferito non esisterà più perché cambierà le sue caratteristiche principali. Siamo solo all'inizio di un cambiamento ecologico massivo e la qualità del vino sarà solo l'ultimo dei nostri problemi se si continua in questa direzione.

Riuscire a produrre vini di qualità elevata in un contesto di annate che sono climaticamente diverse richiede una

certa flessibilità ed è qualcosa che si è comunque sempre fatto dal punto di vista enologico.

Parlando di Sangiovese è importante capire le sue caratteristiche nel confronto con le altre varietà, capire come deve essere vinificato in funzione delle stesse, ed infine capire come cambia la composizione dell'uva in annate con elevata variabilità.

Le principali caratteristiche di un'uva utilizzata per una vinificazione in rosso sono capire la quantità di tannino che possiede, dove esso è localizzato se nella buccia o nei vinaccioli, e se possiede tante sostanze coloranti o se sono limitate.

Uno studio è stato fatto campionando un elevato numero di uve alla maturazione per le principali varietà italiane nei loro territori più vocati. Le differenze che queste uve dimostrano non sono solo legate al tipo di vitigno ma anche dove questo viene coltivato. Si è guardato inizialmente il contenuto polifenolico delle uve, per vedere poi in che percentuale saranno quelli estraibili nei vini. Come si misurano i polifenoli estraibili?

Si separano le bucce dai semi e si fa un'estrazione in soluzione idroalcolica con 12 gradi alcol, un pH di circa 3,2 e con 5 g/L di acido tartarico. Si cerca quindi di ottenere una soluzione che somigli il più possibile al vino. Da questa analisi non si trova il contenuto di polifenoli totali della bacca, ma solo quelli estraibili che si possono ritrovare nel vino.

Le varietà studiate sono molto diverse dal punto di vista del contenuto polifenolico. Varietà come la Schiava, per esempio, sono povere di polifenoli ed è difficile ottenere vini robusti da queste uve.

Al contrario vitigni come l'Aglianico, il Sagrantino e la Croatina hanno una quantità di polifenoli altissimi. Ci vuole all'incirca 1,4 kg di uva per fare 1 L di vino. Con uve

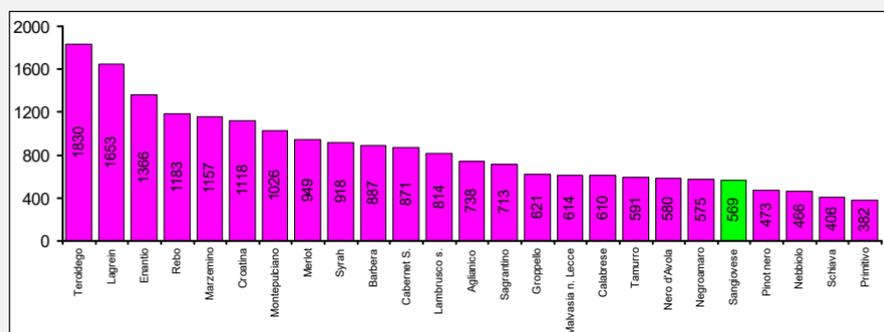
che hanno indicativamente 1700-1400 mg/kg di polifenoli totali si fanno tranquillamente vini con 2 g/L di polifenoli.

Da uve Sagrantino è possibile ottenere vini con 6 g/L di polifenoli totali. Il problema di queste varietà è quella di estrarre troppi polifenoli, non riuscendo a fare vini leggeri di pronta beva con queste tipologie di uve. Al contrario sono adatte per ottenere vini da invecchiamento longevi.

Il Sangiovese è un vitigno intermedio, con una quantità di polifenoli in grado di conferire una buona struttura al vino, e anche con macerazioni molto prolungate è difficile ottenere dei prodotti troppo difficili da bere.

Per quanto riguarda gli antociani esistono varietà molto ricche come Teroldego, Lagrein e Marzemino che ne hanno più di 1 g/L. Sono varietà che tendono a dare vini molto colorati. Al contrario vitigni come Schiava, Primitivo, Nebbiolo e Sangiovese sono molto poveri di antociani (figura 101).

**Figura 101**  
**Antociani estraibili (AT) - 2000**



Mattivi, Prat, Nicolini e Valenti, *L'Enologo*, 2003,10,05-114.

Lo stress da scottatura o alcuni problemi che possono rallentare la sintesi dei polifenoli (come l'assenza di notti sufficientemente fresche che garantiscano un adeguato sbalzo termico che causano l'arresto della respirazione e l'accumulo di metaboliti secondari) sono tra i fattori più critici da gestire per questi vitigni in un contesto di aumento generale delle temperature. Queste varietà povere di antociani devono andare in contro a vinificazioni con l'obiettivo di fissare il colore.

Per quanto riguarda i tannini ad alto peso molecolare ritroviamo una situazione analoga a quella dei polifenoli totali. Il Sangiovese possiede una quantità di questi composti molto simile a Cabernet Sauvignon e Merlot, due varietà internazionali facili da vinificare per la loro concentrazione di tannini. Per i tannini a basso peso molecolare il Sangiovese rimane in una posizione intermedia con una situazione tipica della maggior parte dei vini rossi.

Un aspetto importante è la localizzazione delle procianidine ad alto peso molecolare nella bacca. È importante capire la localizzazione dei tannini per gestirne al meglio la vinificazione. Per esempio, il Pinot nero ha più della metà dei tannini nei semi, e se si tolgono durante le fasi di vinificazione, si fa un vino privo di colore e struttura. Sarà carente di struttura perché molto povero di tannini e questo si rifletterà anche sul colore siccome non ci verrà stabilizzato. Al contrario se in questa varietà viene aggiunto tannino si otterrà un vino più colorato perché la maggiore presenza aiuterà a stabilizzarne il colore. Esistono poi varietà come Montepulciano, Croatina e Nebbiolo che hanno circa l'80% dei tannini nella buccia; queste varietà tendono ad estrarli più velocemente. Il Sangiovese ha circa un po' di più di 1/3 dei tannini nei semi e 2/3 nella buccia.

L'importanza della localizzazione dei tannini viene spiegata in uno studio effettuato su Lambrusco a foglia frastagliata, durante il quale si vede che nelle prime 72-96 ore vengono estratti tutti gli antociani possibili, e al prolungare la macerazione se ne perdono mediamente un 20% (comune in quasi tutte le varietà).

Nella prima fase si estrae il tannino presente nella buccia, che in questo vitigno è l'80% circa. Prolungando la macerazione fino a 288 ore si nota che esce l'ultimo 20% dai semi. Dalla buccia si estraggono subito i tannini, mentre l'estrazione dai vinaccioli richiede che si sia sviluppato l'alcol così che possa andare a disturbare il doppio strato lipidico che copre i semi. Finché non c'è abbastanza alcol non c'è estrazione dai semi. L'inizio dell'estrazione dei tannini dai semi è indicativamente durante la fermentazione tumultuosa. Con una vinificazione senza vinaccioli ma con sistemi di rimontaggi e follature vigorosi esce il tannino estraibile sempre in 96 ore, ma ne viene estratto di più anche se non c'è la presenza di semi. Quindi operando con sistemi di rimontaggio molto vigorosi si estrae una quantità di tannini maggiore (anche senza la presenza dei vinaccioli) di una vinificazione soft effettuata con la presenza di semi. Si può decidere quanto estrarre modulando temperature, rimontaggi e durata della macerazione.

Nella vinificazione del Pinot nero si inizia ad avere un'estrazione importante di tannini dopo le 96 ore poiché la maggior parte di essi si ritrovano nei semi. Con varietà che anno questa distribuzione dei tannini, in casi di macerazioni prolungate è importante andare ad assaggiare le vasche tutti i giorni per evitare di ottenere vini troppo tannici.

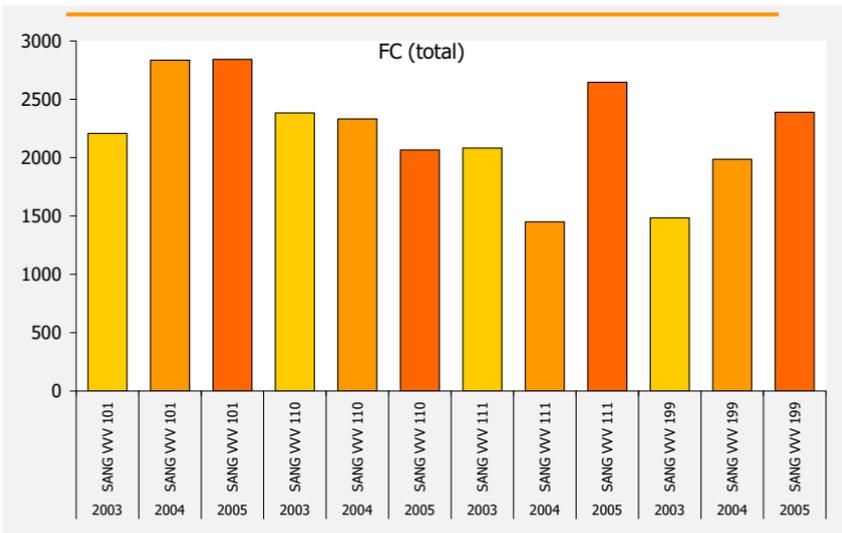
Per sapere come affrontare la vinificazione di un Sangiovese che cambia di composizione, non dovremo riportarci solo alla nostra esperienza diretta, ma domandarci

come si vinificano le diverse varietà che hanno composizione variabili, perché in esse ci sono le risposte relative alle scelte tecnologiche appropriate che dovremo seguire.

Studi sulla variabilità del contenuto polifenolico nei cloni di Sangiovese sono stati effettuati a Montepulciano presso la Fattoria del Cerro. Si sono raccolti i dati di 3 annate – dal 2003 al 2005 – con tre cloni di Sangiovese diversi.

L'annata 2003 stata quella che si avvicina di più alle annate estreme che ci preoccupano in futuro. Gli antociani totali in questa annata sono i più bassi in tutti i cloni testati, risultando anche per alcuni di essi la metà di quelli ottenuti nel 2004. Questo è un aspetto molto critico per una varietà già povera di colore come il Sangiovese (figura 102).

**Figura 102**  
**Variabilità del potenziale fenolico in cloni di Sangiovese**  
**(annate 2003-2005)**



Per quanto riguarda i polifenoli totali la differenza dell'effetto annata è meno evidente, si nota una diversità di sintesi degli stessi a livello di varietà. Nei semi c'è una situazione molto variabile difficile da leggere. C'è una certa variabilità dei polifenoli nei semi. Si nota che in ogni annata c'è una variazione elevata della percentuale di tannini nei semi e può variare dal 25% al 50%. Ogni anno quindi c'è da tarare l'importanza di una macerazione prolungata o meno. Si nota come l'annata prevale su tutti i fattori.

Il peso della bacca è minore nelle annate più calde. La percentuale della buccia aumenta in annate calde, essendo le bacche più piccole a causa di una minore idratazione.

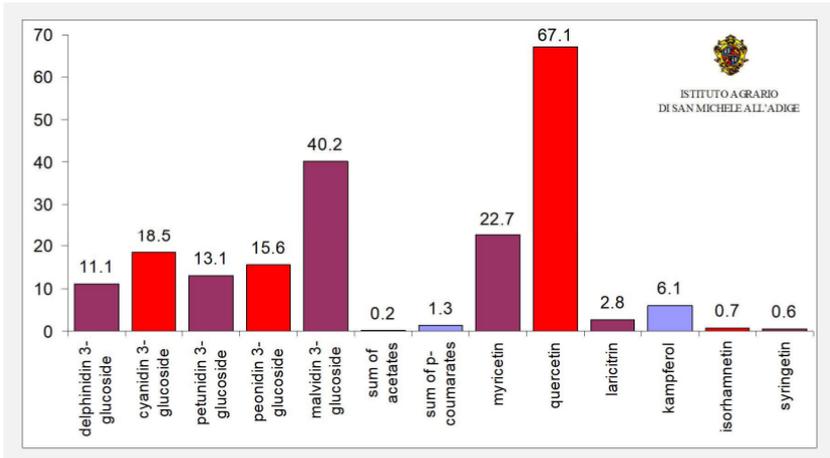
Riassumendo si può dire che il punto più debole del Sangiovese è la quantità di antociani nella buccia, e qualche volta un'elevata quantità di tannini nei semi. Nelle annate peggiori la vinificazione può essere abbastanza complicata perché richiedi interventi sul numero dei rimontaggi, sulla durata della macerazione ed eventualmente anche sulle temperature di fermentazione.

L'altro aspetto interessante è che il profilo tipico degli antociani del Sangiovese. Delfinidina, malvidina e petunidina hanno un profilo più violaceo, mentre la cianidina e la peonidina hanno un colore più aranciato. Il Sangiovese ha una percentuale comparabile di tutti e cinque questi pigmenti (figura 103).

Di questi sono abbastanza stabili alle ossidazioni la malvidina e la peonidina, mentre le altre tendono ad ossidarsi a causa della loro struttura composta da un gruppo orto-difenolo (2 gruppi OH sull'anello benzenico vicini).

Una percentuale elevata dei pigmenti del Sangiovese è costituita da delfinidina, petunidina e cianidina (42% circa) che tenderanno a perdersi in buona parte per causa ossidativa, quando vengono estratti dall'uva.

**Figura 103**  
**Antociani e flavonoli in uve Sangiovese**



(antocianine=765.11 e flavonoli=24.56 mg/Kg d'uva)

Una varietà povera di colore come il Pinot nero ha il 90% del totale dei suoi antociani sotto forma di malvidina e peonidina e, anche se apparentemente, come quantità di antociani il Sangiovese tende ad avere una quantità di antociani totale maggiore, risulta avere le stesse problematiche di colore poiché si perdono più antociani in vinificazione.

Fortunatamente il Sangiovese ha una buona quantità di tannino nella buccia, che viene estratto in tempi utili per preservare la stabilità del colore.

Altri composti polifenolici sono i flavonoli di colore giallo chiaro, che sono un'altra classe di pigmenti nella buccia che fanno da filtro contro i raggi ultravioletti, e sono composti per 2/3 da quercetina.

Un altro studio ha fatto segnalare che 2/3 delle diversità nei vini rossi sono legati all'astringenza e quindi alla quan-

tità e qualità dei tannini. È avvenuto in seguito un raggruppamento dei descrittori che venivano usati regolarmente e con coerenza e hanno definito termini caratteristici di ogni sensazione. Essi sono per esempio *'particulate'* che è la sensazione di avere delle particelle all'interno della bocca (talco, polvere, gesso), o *'dynamic'* che sono sensazione di movimento all'interno della bocca. Hanno poi collegato anche le sensazioni tattili dei tannini, come per esempio la setosità, a determinate molecole, che in questo caso era la quercetina. Ogni cultivar ha quindi una determinata tannicità caratteristica, riconoscibile da un panel di assaggiatori addestrato.

Nei semi sono presenti tre unità costitutive i tannini: la catechina, l'epicatechina e l'epicatechina gallata. Quando si legano tra di loro le combinazioni possibili sono tre, e si possono legare con legami 4-6 o 4-8.

Le combinazioni totali che si possono avere quando si analizzano i tannini dei semi, considerando che sono formati da 2 a circa 10 unità, sono nell'ordine di milioni. Questo spiega come mai non esiste una tecnica che ci dia esattamente il nome di ogni tannino (anche perché sarebbe inutile), ma è più importante ricercare quanto è grande il tannino e da quali unità è costituito.

A parità di dimensione, risulterà essere più aggressivo il tannino composto dal maggior numero di unità di acido gallico. Questo perché l'acido gallico è il composto che produce l'effetto astringente più elevato. La buona notizia è che questo acido è facilmente idrolizzabile, e con l'invecchiamento tende a perdere aggressività. Nel Sangiovese si ritrova molta epicatechina gallata rispetto agli altri principali vitigni italiani; questo è importante perché la presenza dell'acido gallico sulla struttura dona una certa aggressività al tannino, che col tempo, evolvendosi, verrà persa a

causa della parziale idrolisi di questa struttura. Un'altra caratteristica della composizione del tannino è la sua unità terminale perché è la parte più esposta che reagisce immediatamente; nel Sangiovese sono principalmente gallo catechina ed epigallocatechina.

Questo elemento può cambiare di tanto l'aggressività del tannino (figura 104).

Riassumendo: ogni varietà è caratteristica per dimensione, concentrazioni e rapporti di unità costitutive dei tannini.

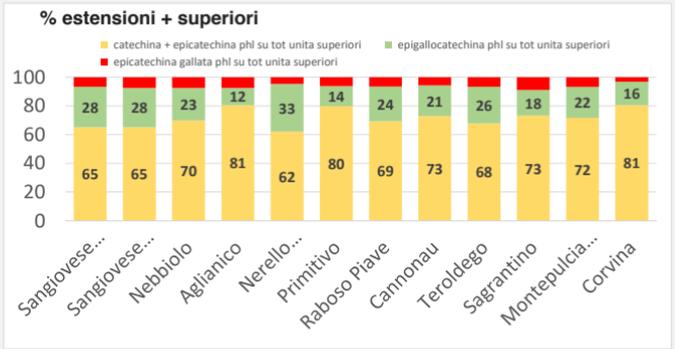
Queste differenze contribuiscono al profilo identitario di ogni varietà, ovviamente coadiuvate da antociani e flavanoli. Essi influenzano anche la capacità antiossidante dei vini e influenzano la loro evoluzione nel tempo.

Con l'aumentare della temperatura il bisolfito reagisce col tannino e noi siamo in grado di misurare le unità solfonate.

Se si espongono i vini rossi ad elevate temperature, il tannino è in grado di combinarsi all'anidride solforosa tramite legame covalente, sottraendola al mezzo; in questo modo essa non è più in grado di proteggere il vino, e perde anche la sua tossicità.

**Figura 104**  
**% Unità di estensione**

- ✓ Terzo elemento di diversità: rapporto fra i flavanoli monomeri;
- ✓ % di catechina ed epicatechina sono dominanti in tutte le varietà (62-81%);
- ✓ epigallocatechina (12-33%)
- ✓ epicatechina gallata (3-9%)



Il tannino presente nei vini permette di sottrarre una parte di solforosa che non va più ad interagire negativamente dal punto di vista metabolico col consumatore. I tannini combinati con la solforosa perdono anche la loro astringenza.

Gli antociani sono dei pigmenti rossi che caratterizzano il colore dei vini. I cinque principali sono: delphinidina, cianidina, petunidina, malvidina e peonidina. È presente, in concentrazioni molto minori rispetto a quelli visti sopra, anche la pelargonidina.

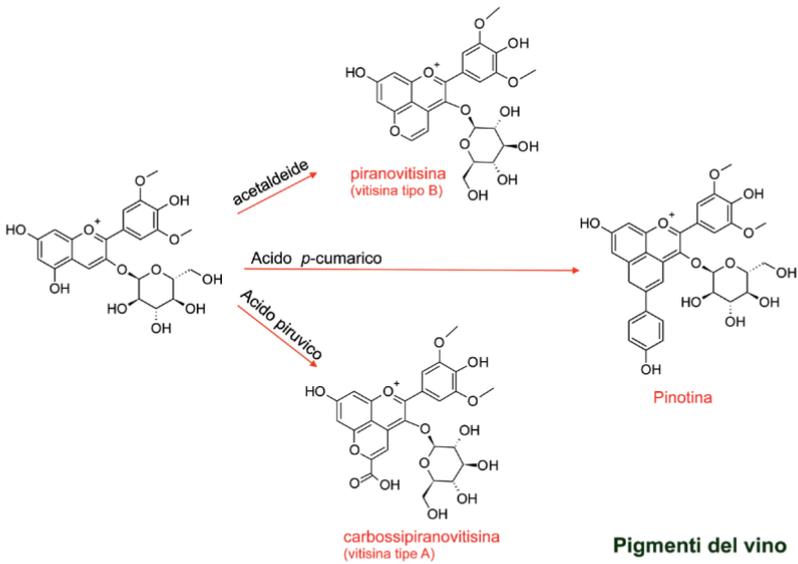
Nel vino di solito gli antociani si ritrovano in forma glicosilata, ovvero legati a zuccheri esosi (glucosio). È possibile poi che allo zucchero si trovi legato – con un legame estere – anche un acido idrossicinnamico come l'acido caffeico o cumarico, e in questo caso si parlerà di antociani acetilati.

Gli antociani si possono trovare a formare complessi con i flavanoli presenti nel vino, attraverso un legame diretto o un ponte etile. Questo tipo di complesso è stato da poco ritrovato anche all'interno dell'uva, mentre prima si pensava esistere solo nel vino.

Esistono altri pigmenti colorati importanti che come la vitisina A e la vitisina B. La prima deriva dalla reazione tra un antociano e l'acido piruvico, mentre la seconda da un antociano e l'acetaldeide. Questi due composti appartengono alla classe della piranoantocianine. Oltre ad acetaldeide e acido piruvico possono reagire anche acidi idrossicinnamici o vinil-fenoli che daranno origine a molecole comunemente chiamate pinotine (figura 105), anch'esse appartenenti alla classe delle piranoantocianine.

Dalla letteratura scientifica sappiamo che questi composti si sviluppano dalla fermentazione e durante le fasi di affinamento del vino.

**Figura 105**  
**Sintesi delle pinotine**



Gli antociani vengono sintetizzati nell'uva come forma di protezione dalle fotossidazioni, ed hanno un potere salustistico quando vengono assunti dall'uomo, fungendo da antiossidanti.

Il loro colore dipende dal pH della soluzione e dalla loro struttura. Per esempio: la malvina ha un colore violaceo, i complessi antociani-flavanoli tendono al rosso, mentre le pinotine hanno tonalità più aranciate. Nel vino le tinte che ci interessa ottenere sono quelle che tendono maggiormente verso il viola/rosso.

Per andare a misurare analiticamente quanti e quali antociani sono presenti nei vini si effettua la cromatografia con spettrometri di massa. L'output di questa analisi è un grafico che presenta dei picchi, e ad ogni picco corrisponde un determinato composto.

Sappiamo che coi cambiamenti climatici la data di vendemmia viene anticipata, gli zuccheri sono elevati, si abbassano le acidità e siamo costretti a vendemmiare quando la maturazione fenolica non è sufficiente.

Sono stati condotti studi sulle varietà di uve bianche ed è stato riscontrato che anche in esse vengono sintetizzate piccole quantità di antociani, e nelle annate più calde ne vengono sintetizzati in quantità più elevate. Questa scoperta è stata resa possibile dall'utilizzo delle nuove tecnologie, poiché prima quelle esistenti non erano dotate della sensibilità adeguata a permettere il rilevamento di quantità così piccole.

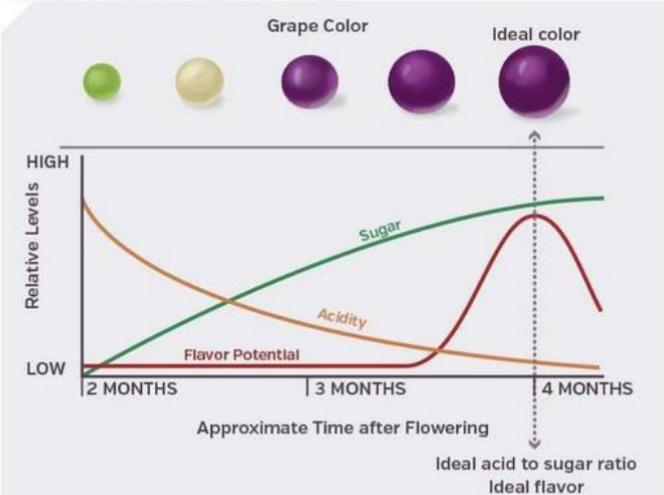
In passato composti come la vitisina A e la vitisina B si pensava fossero sintetizzati durante la fermentazione alcolica, mentre è stato dimostrato che esistono in piccole concentrazioni anche nell'uva. Per fare in modo che si creino questi composti sono necessari gli antociani, l'acetaldeide e l'acido piruvico, che sono due composti derivanti dalla glicolisi durante la fermentazione. Sembra che anche nell'uva sottoposta a stress ambientali ci sia un aumento di questi composti, e si è visto che aumentano anche se l'uva viene sottoposta ad appassimento (figura 106).

Se ipotizziamo come saranno i vini del futuro, considerando i cambiamenti climatici, si può pensare che le uve e di conseguenza i vini saranno più ricchi di vitisina A e vitisina B. Per favorire la sintesi di questi composti nei vini è possibile anche attuare operazioni di defogliazione sulla fascia del grappolo; si è infatti notato che una operazione di defogliazione non aumenta significativamente la quantità di vitisina A e B nel mosto, ma si ottiene un incremento significativo sui vini finali.

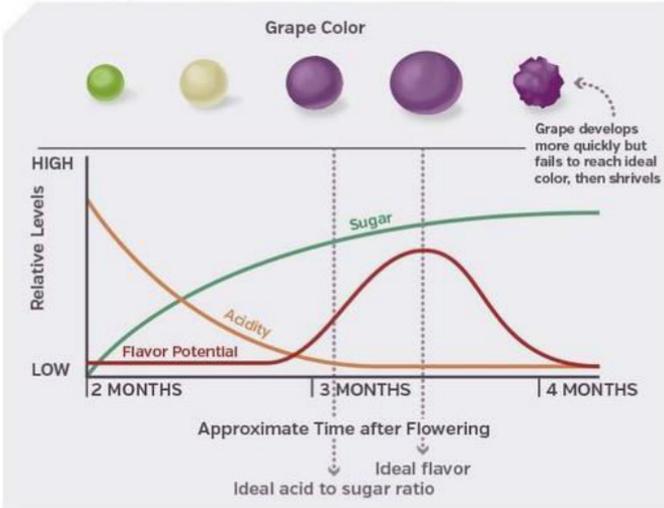
Uno studio condotto sul vino Brunello ha provato a vedere come evolvono gli antociani nel tempo. Si è notato

**Figura 106**  
**Disallineamento tra maturazione tecnologica e fenolica**  
**in clima caldo**

Optimal Ripening of a Grape



Same Grape under Warmer Conditions



che la le forme glucosilate tendono a diminuire di concentrazione velocemente, così come quelle acetilate.

La vitisina B tende ad abbassarsi anch'essa velocemente. Le vitisina A tendono a diminuire più lentamente nel tempo ed essere quindi più stabili nel tempo. Un decorso simile a quello delle vitisine A è quello degli antociani polimerizzati direttamente con i flavanoli.

Le pinotine sono composti che tendono ad aumentare col tempo. Gli antociani legati attraverso ponti etili coi flavanoli tendono a diminuire velocemente, e hanno un decorso evolutivo molto simile alle vitisine B. Entrambi i composti necessitano dell'acetaldeide per formarsi.

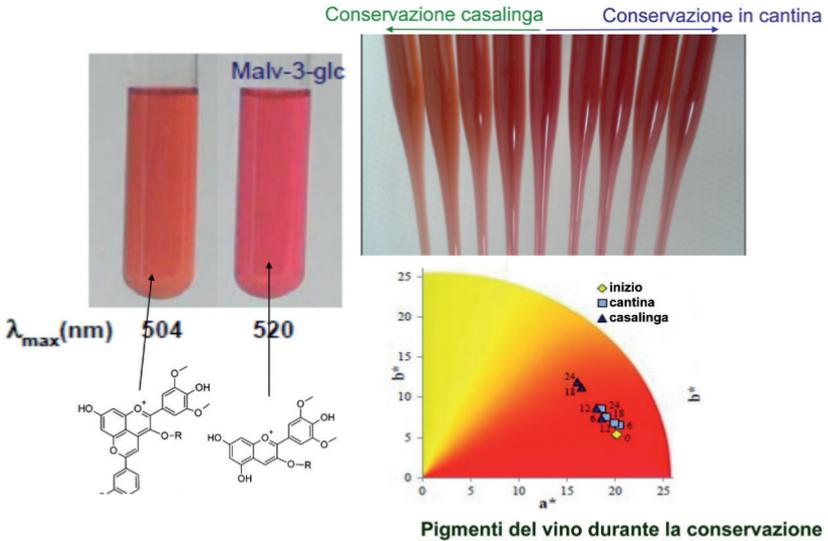
Un altro studio effettuato su vini Sangiovese ha provato a vedere come evolvono gli antociani a due diverse temperature di conservazione, una ottimale in cella a 16°C, e una di 20-22°C in condizioni domestiche. Le analisi sono state effettuate dopo sei mesi. Nei vini conservati in cella gli antociani glucosilati diminuiscono molto meno velocemente di quelli conservati a temperature maggiori.

Le pinotine sono composti con colorazione giallo/aranciata e tendono ad aumentare velocemente in condizioni non ottimali. Se si desiderano vini con tonalità rosse/violacee la presenza di questi composti è penalizzante. Questi pigmenti una volta formati non ritornano più del colore rosso/violaceo dell'antociano di partenza dal quale derivano.

I composti che ci assicurano un colore rosso al vino sono principalmente quelli formati da antociano e flavanoli polimerizzati direttamente senza ponti etile. Il problema è che questo tipo di molecole ci impiegano molto tempo a formarsi in quanto le reazioni sono molto lente.

Le reazioni che invece portano alle pinotine sono reazioni molto veloce e favorite da temperature elevate. Si può concludere che per stabilizzare il colore di un vino sulle to-

**Figura 107**  
**Perdita di colore in vino conservato in ambiente**  
**non completamente idoneo**



Fonte: ns elaborazione.

nalità gradite esso necessiterà di molto tempo alle temperature adeguate, mentre viceversa per distruggere il suo colore basata conservarlo anche per poco tempo a temperature elevate, e una volta rovinato non c'è modo di ripristinarlo.

Esistono composti come flavanoli solfonati che si formano solo se il vino è al di sopra di una certa temperatura. A 17°C praticamente non se ne formano. Quanto più a lungo è stato esposto il vino al calore tanto più si formano questi composti. Possono fungere da indicatori di una scorretta conservazione del prodotto (figura 107).

## La misura delle proteine nei vini Sangiovese

di Matteo Marangon

Le proteine sono una costituente fondamentale di ogni organismo vivente, inclusa la vite. Essa per espletare le sue funzioni fisiologiche deve avere delle proteine in grado di portare a termine certe funzioni. Molte di queste proteine sono prodotte dalla pianta per difendersi da agenti esterni e vengono chiamate *PR proteins* (*pathogenic related proteins*). Queste proteine hanno rilevanza tecnologica perché le ritroviamo nei mosti e nei vini (figura 108).

Proteine dell'acino che si ritrovano nei mosti legate alla patogenesi come chitinasi, glucanasi e TLP (*thaumatin like*

**Figura 108**  
**Le Pr Proteins sono robuste**



Waters et al., *AGWR* 2005; Tattersall, van Heeswijk & Haj, *Plant Physiol.* 1997, 114: 759-769

*proteins*), vengono studiate molto nell'ambito dell'instabilità proteica dei vini bianchi. Queste proteine sopravvivono alla fermentazione. Il contenuto da mosto a vino rimane invariato.

Sono proteine difficili da filtrare fuori dal vino bianco e quindi vanno in bottiglia. Durante lo stoccaggio poi, possono diventare insolubili formando una torbidità visibile. Come quantitativi parliamo da 50 a 400 g/L.

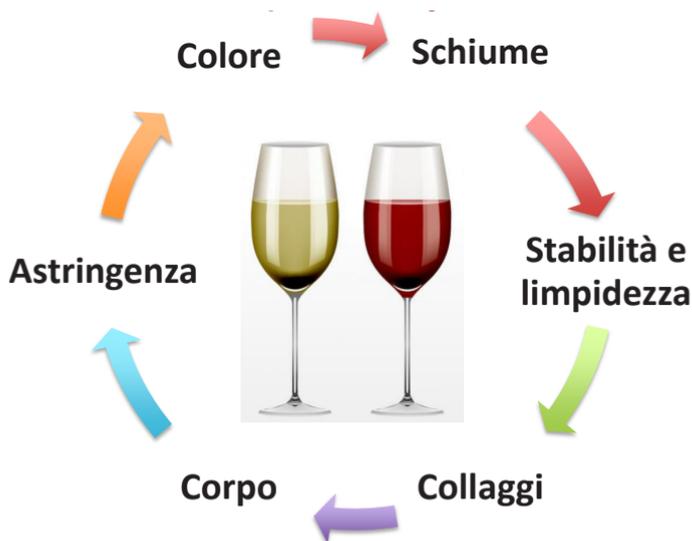
Le mannoproteine sono formate per oltre il 90% zucchero, mannosio. Quelle prodotte dal lievito durante la fermentazione alcolica o l'affinamento sulle fecce vanno a contribuire al contenuto proteico del vino ma con quantitativi non degni di nota, tali da causare instabilità.

Negli spumanti le proteine hanno la funzione di mantenere le bolle piccole, la schiuma stabile, hanno un ruolo per la stabilità e la limpidezza dei vini. In generale nei vini esse partecipano al loro corpo, all'astringenza perché vanno a legarsi con i tannini, e al colore. Le macromolecole come polisaccaridi, polifenoli e proteine possono avere molteplici ruoli a livello di qualità.

In generale per i vini rossi c'è la consuetudine di pensare che le proteine si leghino ai tannini e precipitino durante la fermentazione e quindi nel vino non ci saranno. Studiare le proteine dei vini rossi è molto difficile perché i polifenoli interagiscono con metodi analitici utilizzati. Dagli ultimi studi effettuati risulta che anche nei rossi sono presenti proteine (figura 109).

Il grado di maturazione delle uve è molto importante, perché più zucchero c'è e più proteine ci sono. Lo stress idrico è un altro fattore importante perché più la pianta è stressata e meno grandi saranno gli acini e quindi a parità di maturazione le proteine saranno più concentrate. Le proteine che ci interessano sono quelle di risposta alla pa-

**Figura 109**  
**Ruolo delle macromolecole**  
**(proteine, polifenoli e polisaccaridi) nella qualità dei vini**



togenesi, quindi infezioni fungine come botrite o oidio che attaccano la vite fanno scattare un meccanismo di difesa che fa produrre più proteine alla pianta. Esistono varietà che ne producono maggiormente indipendentemente dal luogo di coltivazione. Una raccolta meccanica favorisce la loro estrazione a causa dell'ammostamento.

I cambiamenti climatici influenzando la maturazione andranno a far produrre uve con tenori di proteine elevati. Più zucchero uguale più proteine. Fenomeni di stress idrico o situazioni meteo estreme concorreranno al loro aumento. Per quanto riguarda l'influenza della cultivar esistono le varietà resistenti alle principali malattie che hanno un tenore elevato di queste *PR proteins*. Si può prevedere quindi che ci sarà un aumento dell'incidenza del contenuto proteico in mosti e vini.

Il punto più facilmente correlabile ai cambiamenti climatici è il grado di maturazione. Si è visto che il contenuto zuccherino delle uve correla con il contenuto di proteine nel mosto, sia di uve bianche che di rosse. Con maturazione avanzata le *PR proteins* aumentano.

Cosa succede a queste proteine quando pigiamo l'uva? Esse vengono rilasciate nel mosto. Una percentuale può essere persa con la fermentazione. Possono interagire con il materiale insolubile delle pareti cellulari dell'uva, andando a legare. Possono interagire anche con tannini esogeni. Durante la fermentazione c'è una perdita naturale di proteine all'incirca del 38-56%; questo è quello che accade nella vinificazione in bianco. Per i vini rossi è diversa la questione perché nella loro vinificazione sono presenti anche le bucce dalle quali si estraggono polifenoli e proteine. Come interagiscono queste due componenti? Ci sono diverse ipotesi al riguardo. La prima è quella classica dove polifenoli e proteine si legano e precipitano. La seconda è che si formino dei complessi, generalmente solubili, di tre macromolecole insieme: proteina, polifenoli e polisaccaridi. Questi ultimi mantengono questo composto in soluzione.

Si sa che una parte di tannini possono legarsi alle pareti cellulari delle bucce, diventando così non estraibili. Si sa anche che tante *PR proteins* sono anche presenti nelle bucce che anch'esse possono legare i tannini non rendendoli estraibili. È stato dimostrato che aggiunte di tannini esogeni in vini ricchi di *PR proteins* causa la formazione di composti insolubili e loro precipitazione.

In questi casi, quando noi andiamo ad aggiungere tannino per aumentarne la concentrazione, in realtà andiamo solo a sottrarre proteine al mezzo.

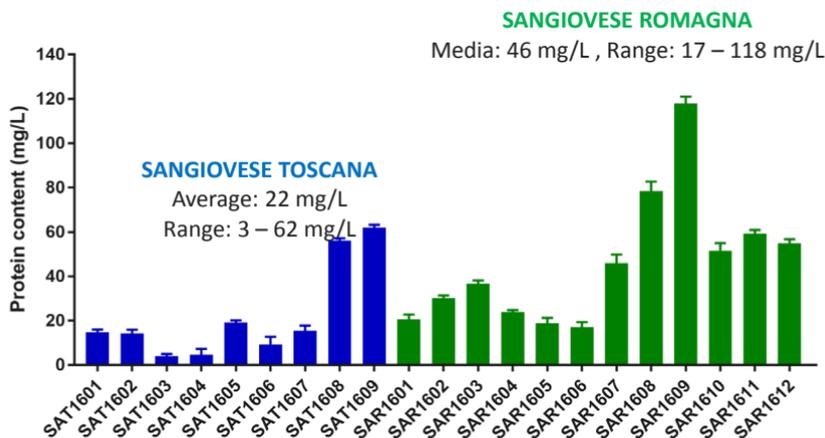
Un altro studio mostra come più proteine sono presenti nei mosti e meno tannini possono essere estratti; più una

varietà è ricca di proteine e meno tannini possono essere estratti. Una parte del progetto “wines” è incentrata sulla caratterizzazione dei diversi tipi di tannini nei vini rossi italiani, e che tipo di proteine possiedono. Su questi vini rossi si è fatta una quantificazione proteica. Si è visto che la media complessiva è di 41 mg/L, però il range va da 0 a 159 mg/L.

Il Sangiovese di Romagna ha quantitativi proteici più alti di quello di Toscana, con una media di 46 mg/L, oltre il doppio rispetto a quello toscano che ne possiede in media 22mg/L. Questo è quello che è emerso analizzando 9-10 tipi di Sangiovese di Romagna e di Toscana a fine fermentazione (figura 110).

Nei vini rossi italiani si è quindi visto che c'è la presenza di proteine con quantitativi diversi, fatto salvo qualche rara eccezione. Questa presenza proteica potrebbe inter-

**Figura 110**  
**Sangiovese di Romagna e di Toscana**



Marangon M., et al. *Macromolecular diversity of italian red wines*, in *Macrowine* 2018. Universidad de Zagora, 2018, p. 44..

ferire con l'estrazione dei tannini durante la macerazione. La presenza di proteine solubili nei mosti può causare una maggiore precipitazione dei tannini dell'uva durante la macerazione e quindi si ottengono mosti meno tannici. Esse possono alterare l'efficacia dell'aggiunta di tannini condensati esogeni, infatti se andiamo ad aggiungere tannino in un vino con 100 mg/L di proteine lo perdiamo tutto perché va a fare un collaggio con le proteine e precipiterà.

La soluzione più efficace a cui sono arrivati due ricercatori che lavoravano su varietà americane ricchissime in proteine è stata toglierle dal mostro prima della fermentazione con l'utilizzo di bentonite. L'elevata presenza nelle varietà americane di queste proteine è la principale causa della totale assenza di tannino nei vini ottenuti da queste varietà.

Per trattare il mosto con la bentonite è necessario separarlo dalle bucce, bentonizzarlo, rimuovere le fecce e infine rimmetterli insieme. Dal punto di vista pratico è molto laborioso. Eliminando le proteine prima della macerazione si è notato che aumentava l'estrazione del tannino.

Esiste la possibilità che si formino grandi complessi composti da proteina, tannino e polisaccaridi. Si è visto da studi fatti in Portogallo in soluzioni simil-vino in cui sono presenti tannini e proteine, l'aggiunta di polisaccaridi va ad interferire nel legame tra le proteine salivari e i tannini, modulandone l'astringenza. Questo è causato da un fenomeno di competizione tra le proteine salivari e i polisaccaridi verso i tannini. I polisaccaridi si legano ai tannini che non sono più disponibili per l'interazione con le proteine della bocca. Gli autori di questo articolo hanno ipotizzato che nel vino si possa formare un complesso solubile tra proteina, tannino e polisaccaride. Ci sono tre casi:

1. La proteina si lega al tannino e precipita
2. La proteina si lega al tannino, e il polisaccaride si lega nella parte esterna del tannino. Essendo lo zucchero idrofilico questo composto resta in soluzione
3. La proteina non si lega al complesso tannino-polisaccaride, rimanendo libera.

Alcuni dati del progetto di “*wines*” mostrano la presenza di proteine ad altissimo peso molecolare, composti da proteine, tannini e polisaccaridi.

Si è poi fatto un test di riscaldamento dei vini rossi; si sono scaldati, facendo aggregare le proteine, e misurato la torbidità. È risultato che tutti i vini sono diventati instabili. I precipitati ritrovati sono di colore rosso, questo significa che la proteina che si denatura si porta dietro dei polifenoli; essi partecipano all'aggregazione di questo complesso. Il complesso proteina-tannino-carboidrato che è solubile nel vino se noi lo scaldiamo lo facciamo precipitare.

Le domande che sorgono da questa analisi sono:

1. gli intorbidamenti proteici nei vini rossi possono essere un problema?
2. come le proteine sono coinvolte in questo intorbidamento?
3. I cambiamenti climatici saranno in grado di favorire questi fenomeni di intorbidamento nei vini rossi?

L'introduzione di varietà resistenti ai patogeni e il loro elevato contenuto proteico potrà interferire con l'estraibilità dei tannini nei mosti o favorire la loro precipitazioni.

## Il Sangiovese cambierà? Il tannino nei vini Sangiovese

*di Paola Piombino*

Quando parliamo di tannini, da un punto di vista sensoriale parliamo di astringenza. Se andiamo a leggere la definizione di astringenza si ritrova la parola tannini. L'astringenza è una sensazione complessa che si percepisce nella cavità orale e che provoca una tensione e una secchezza dell'epitelio; questa sensazione è provocata dai tannini.

Perché ci interessa l'astringenza nel vino se in valore assoluto è percepita come una sensazione negativa? Per capirlo bisogna partire dall'equilibrio gustativo del vino alla cui base ci sono dolcezza e acidità e poi c'è l'astringenza. Le sensazioni di astringenza possono dare anche percezioni di amaro.

È stato condotto uno studio applicando una tecnica di analisi sensoriale chiamata "dominanza temporale delle sensazioni" su un panel di assaggiatori di vino rosso, adestrato.

È emerso che l'astringenza è una sensazione con un lungo tempo di latenza e un lunghissimo tempo di persistenza; non viene percepita immediatamente, ma è quella che viene percepita più lungamente. In certe condizioni l'astringenza è collegata direttamente alla qualità del vino, perché conferisce persistenza sensoriale al vino, e dona corpo e viscosità. Questo è il motivo per cui viene ricercata questa sensazione, apparentemente sgradevole, nel vino (figura 111). I composti responsabili dell'astringenza sono i flavanoli, ed in

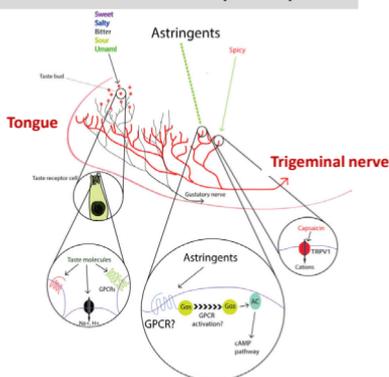
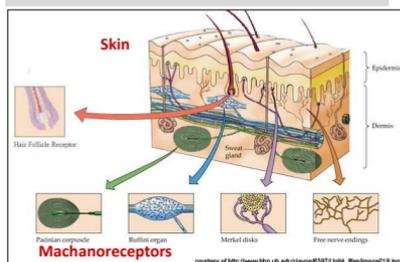
Figura 111  
Complessa Fisiologia

La natura dell'astringenza non è ancora del tutto chiara

L'astringenza è una  
sensazione tattile  
Breslin et al. (1993)  
Jobstl et al. (2004)



L'astringenza è mediata da  
nervi trigemino  
Schöbel et al. (2014)



Jiang et al. Chem. Sense s (2014)

particolare i flavan-3-oli (le unità monomeriche delle proantocianidine), che polimerizzandosi formano i tannini. Queste sostanze sono astringenti ed amare. Uno dei punti critici su cui i ricercatori lavorano è quello di associare la struttura chimica di questi composti alle diverse sensazioni di astringenza che causano.

L'astringenza è complessa da tutti i punti di vista; da quello fisiologico perché stimola diverse tipologie di recettori. Noi percepiamo l'astringenza grazie all'intervento di diversi recettori. Il dato di fatto consolidato è che l'astringenza è una sensazione tattile. L'astringenza è anche una sensazione trigeminale; il trigemino è uno dei nervi facciali che irrorano tutta la base della lingua; molecole astringenti stimolano questo tipo di recettori. Perché percepiamo l'astringenza? La struttura dei tannini ha una forte affinità

chimica per le proteine salivari. La saliva ha come ruolo principale quello di umettante della cavità orale che ci permette di deglutire e iniziare una prima digestione del cibo. È essenzialmente fatta di acqua, sali inorganici e proteine.

Le proteine salivari sono di due tipi: con azione antibatterica o di lubrificazione. I tannini hanno una forte affinità con le seconde, formando dei complessi che dopo poco iniziano a precipitare. La precipitazione di questi composti causa il disseccamento della cavità orale e la distruzione del film di saliva che ricopre i tessuti epiteliali della cavità orale che, in questo modo, sono esposti direttamente all'azione dei polifenoli; ciò causa secchezza e astringenza.

Dei ricercatori australiani hanno creato una ruota simile a quella degli aromi che si possono ritrovare nei vini, ma che descrive i vari tipi di astringenza caratteristici dei vini rossi. In questa ruota ci sono dei descrittori in grado di comunicare le diverse facce dell'astringenza.

Sono stati formate delle famiglie di sub-qualità dell'astringenza, come per gli odori, con descrittori che sono in grado di comunicare le diverse sensazioni a livello di percezione dell'astringenza, con tutte le diverse sub-qualità.

Da questa ruota si nota come l'astringenza da un punto di vista sensoriale sia molto complessa. Particolato, rotondità superficiale, complesso, secco, dinamico, duro, acerbo sono le sub qualità dell'astringenza ad un primo livello. Questo studio è stato condotto per capire come mai vini con un elevato contenuto di tannini non fossero così aggressivi in bocca mentre altri con contenuto inferiore fossero più astringenti.

Descrizioni delle diverse sub-qualità dell'astringenza:

*Particolato*: tutto quello che causa una sensazione di polveroso, di qualcosa di solido nella cavità orale.

*Rotondità superficiale*: sensazione associabile ad una sensazione di setoso, vellutato, e quindi una sensazione molto gradevole.

*Complesso*: altra sensazione gradevole dell'astringenza, essendo associata ad una complessità aromatica collegata ad uno stimolo retronasale aromatico e ad una sensazione di acidità, il tutto bilanciato.

*Secco*: è la sensazione di mancanza di lubrificazione, di disidratazione. Quando la bocca si immobilizza.

*Duro*: è un'astringenza molto aggressiva, accompagnata dalla rugosità dell'epitelio olfattivo e anche da sensazioni amare, tutto squilibrato

*Acerbo*: è un'astringenza sbilanciata anche da un punto di vista di acidità, anche con una sensazione di nota vegetale verde.

*Dinamico*: sono quelle sensazioni che interessano la mobilità della cavità orale. Quella sensazione di *stop and go*. Prima la lingua si muove, poi si immobilizza e così via (figura 112).

**Figura 112**

**Le sub-qualità dell'astringenza**

1. **PARTICOLATO**: polveroso/granuloso
2. **ROTONDITÀ SUPERFICIALE**: vellutato
3. **COMPLESSO**: 

Astringente + Aromatico + Acido
---------------------------------

 ➤ **Equilibrati**
4. **SECCO**: 

No lubrificazione + Disidratazione
------------------------------------
5. **DURO**: 

Astringente + Rugoso + Amaro
------------------------------

 ➤ **Squilibrati**
6. **ACERBO**: 

Astringente + Acido + Erbaceo
-------------------------------

 ➤ **Squilibrati**
7. **DINAMICO**: discontinuità/variazione della mobilità orale

Il profilo dell'astringenza del Sangiovese, descritto secondo queste sub-qualità, è principalmente composto dalla secchezza, seguito poi dal duro e dal complesso. Si nota che il Sangiovese romagnolo è più spinto verso la durezza, mentre quello toscano è identificato maggiormente dalla sensazione di complesso; entrambi sono accomunati dalla sensazione di secchezza.

Parlare di caratteristiche varietali in termini di astringenza è più facile che parlare in termini di aromi. In termini di aromi il Sangiovese toscano e quello romagnolo sono praticamente sovrapponibili. Il fruttato è quello più importante, con amarena e frutti a bacca rossa tra i descrittori più utilizzati. Vi è un'importante nota floreale in entrambi i vini. Le differenze nell'ambito dell'aroma sono state rilevate sono per le note di tostato; è un'altra nota tipica del Sangiovese.

In sintesi, le caratteristiche aromatiche principali del Sangiovese sono: fruttato, speziato/tostato, con una nota floreale.

Nell'ambito dello studio condotto su un centinaio di vitigni autoctoni italiani per quanto riguarda la sensazione secca dell'astringenza, i due vini che si distinguono per questa caratteristica principale sono Nebbiolo e Sagrantino. Esiste poi una fascia centrale di cultivar, tra cui il Sangiovese, nei quali si riscontra questa sensazione ma con medio/basse intensità. il secco è la sub-qualità che in generale più direttamente descrive l'astringenza.

Dal punto di vista analitico in questo studio sui vitigni italiani il Sangiovese si ritrova in una fascia media per quanto riguarda l'intensità della sensazione di secchezza. Per quanto riguarda la sensazione di dinamico, il Sangiovese è il secondo vitigno per questa caratteristica, secondo solo al Sagrantino. Per quanto riguarda particolato e acer-

bo il Sangiovese non è caratterizzato da queste sub-qualità dell'astringenza, inizia ad essere importante la complessità.

Un'analisi discriminante tra tutti i dati chimici ottenuti dal progetto "wines" e quelli sensoriali consente di capire se sulla base delle variabili in gioco è possibile discriminare le varietà che sono state analizzate.

Se si focalizza l'attenzione sul Sangiovese, da un punto di vista delle variabili sensoriali è tra il secco e il duro, mentre chimicamente si distingue per il grado medio di polimerizzazione e di epigallocatechina. Pensando a come potrà cambiare il Sangiovese nel futuro in seguito al cambiamento climatico come potranno cambiare questi due parametri?

È stato misurato il grado medio di polimerizzazione di vini Cabernet Sauvignon di diverse annate; si è notato che il grado di polimerizzazione medio decresce con l'età. Sugli stessi vini è stata misurata l'intensità dell'astringenza, che andava a decrescere assieme al grado medio di polimerizzazione.

Quindi astringenza, intensità dell'astringenza e grado medio di polimerizzazione, sono direttamente correlati. La correlazione non è lineare, ma piuttosto di tipo sinusoidale. Questo significa che non sempre questi fattori avanzano di pari passo.

A seconda della varietà, la correlazione fra la scala del grado medio di polimerizzazione e intensità dell'astringenza, varia in modo diverso. Aumentando il grado medio di polimerizzazione aumenta l'astringenza, ma ciò non avviene con la stessa intensità in diverse varietà. fino ad un determinato grado di polimerizzazione delle proantocianidine prevale l'amaro rispetto all'astringenza, da un certo grado di polimerizzazione (4-10 unità) prevale l'astringenza sull'amaro, e all'aumentare ancora del grado di

polimerizzazione queste tendono a ripiegarsi su di loro, diminuendo l'interazione con le proteine salivari, e quindi diminuendo anche la sensazione di astringenza.

Per quanto riguarda l'epigallocatechina esistono pareri contrastanti, ma è abbastanza assodato che sia una delle proantocianidine più aggressive. Schöbel et al. hanno misurato quali composti polifenolici avessero effetto stimolante sui neuroni trigeminali. Hanno suddiviso i composti polifenolici del vino in due gruppi, quelli altamente stimolanti e quelli poco stimolanti i neuroni. Vi è poi una terza classe di composti che sono a cavallo tra questi due gruppi che stimolano abbastanza i ricettori trigeminali (come la catechina). Tra i composti alto stimolanti c'è anche l'epigallocatechina, e il motivo principale di questa sua aggressività è la sua tri-idrossilazione sull'anello benzenico.

Uno studio del 2017 ha mostrato come un diverso grado di irrigazione modifichi il grado medio di polimerizzazione delle proantocianidine nella buccia. Uno stress idrico porta all'aumento del grado medio di polimerizzazione. Molecole come antocianidine, acidi idrossicinnamici ed epigallocatechina, sia in forma libera che come unità terminale delle proantocianidine, aumentavano la loro concentrazione in condizioni di stress idrico.

Per quanto riguarda luce e temperatura è molto difficile separare l'effetto luce dall'effetto temperatura.

I polifenoli, agendo da fotoprotettori, si presuppone che aumentino con la luce. L'effetto della luce visibile determina un aumento della biosintesi delle proantocianidine in generale, che determinano un aumento del grado medio di polimerizzazione, e di monomeri con tre gruppi ossidrilici sull'anello B come l'epigallocatechina.

L'incidenza della luce UV aumenta invece la biosintesi dei flavonoidi. Per quanto riguarda l'effetto della tempera-

tura, uno studio del 2015 ha mostrato come l'epigallocatechina ha una progressiva diminuzione nel tempo solo ad alte temperature, in funzione della fase fenologica. È quindi complicato arrivare ad una sola conclusione univoca.

Il Sangiovese è una varietà con una temperatura media ottimale in vigna tra i 17 e i 19°C, per ottenere alti livelli qualitativi. Attualmente il Sangiovese ha tutte le caratteristiche per potersi adattare ad un aumento della temperatura (fatta eccezione per aumenti estremi), e le conoscenze enologiche e viticole ci permetteranno di gestire questo nuovo Sangiovese. Siamo ancora in un range in cui le conoscenze attuali ci permettono di mantenere elevate qualità di produzione.

Bisogna guardare l'astringenza in una maniera olistica, perché non è legata solo alla composizione polifenolica del vino, ma anche a zuccheri, pH, etanolo, ecc. Bisogna guardare a questa caratteristica in termini di interazioni sensoriali e chimiche. Quelle chimiche sono importanti per la longevità, perché se dovesse cambiare la composizione polifenolica del Sangiovese bisognerebbe prima di tutto preoccuparsi della sua longevità. Da un punto di vista sensoriale tutti questi composti interagiscono tra di loro, e l'astringenza non può essere vista solo in termini di composizione del profilo polifenolico.

Con i cambiamenti climatici c'è una diminuzione delle acidità, aumentano zuccheri e mannoproteine. Queste variabili vanno tutte a smussare la sensazione di astringenza. Il cambiamento più immediatamente riscontrabile del cambiamento climatico è l'aumento del grado alcolico dei nostri vini. l'alcol va a tamponare l'effetto dell'astringenza dei tannini quando è presente intorno al 12%; dal 14% in avanti tende ad incrementare invece questa sensazione di astringenza.

L'aumento del tenore zuccherino e successivamente dell'alcol nei mosti può dare problemi ai lieviti che possono bloccare la fermentazione e producendo *off-flavour*, incrementando la sensazione di astringenza.

Uno studio sull'Interazione a livello sensoriale tra astringenza e aroma, e di quanto la percezione di astringenza influisca sulla percezione dell'aroma e viceversa. Eliminando l'aroma dal vino le sensazioni di astringenza, ad eccezione del particolato, vengono percepite in maniera più intensa.

Il Sangiovese è una di quelle varietà più sensibile al ruolo dell'aroma. Eliminandolo sperimentalmente aumentano la sensazione di duro e secchezza e diminuisce la complessità.

L'aroma, e la sua gestione, in questa ottica di cambiamento climatico può essere uno dei mezzi per gestire l'astringenza dei vini rossi.

## Cambiamento climatico e il profilo aromatico delle uve e dei vini

*di Maurizio Petroziello*

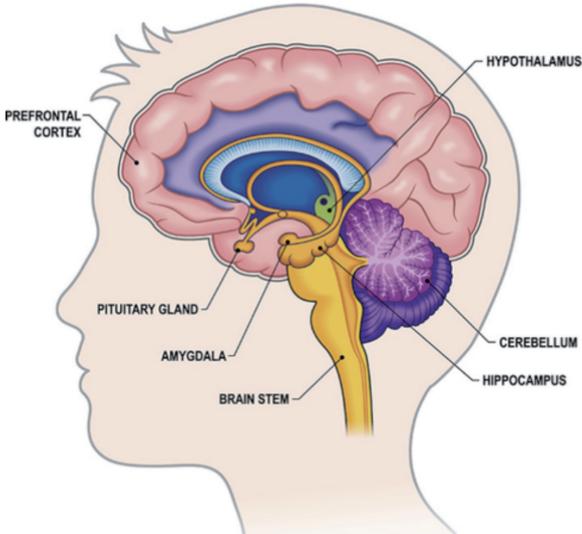
*“Il profumo ha una forza di persuasione più convincente delle parole, dell'apparenza, del sentimento e della volontà. Non si può rifiutare la forza di persuasione del profumo, essa penetra in noi come l'aria che respiriamo penetra nei nostri polmoni, ci riempie, ci domina totalmente non c'è modo di opporvisi” (Patrick Süskind)*

La ragione dell'importanza dei profumi è lo stretto legame anatomico che esiste tra le strutture olfattive e il sistema limbico, questo consiste in una serie di strutture cerebrali che includono l'ippocampo, l'amigdala, i nuclei talamici anteriori e la corteccia limbica, che supportano svariate funzioni psichiche come emotività, comportamento, memoria a lungo termine e olfatto (figura 113).

Il vino ha una composizione complessa che possiamo semplificare in: acqua 85%, alcool 12%, altro 3%. Questa piccola frazione è costituita da glicerolo, acidi fissi, fenoli, minerali, zuccheri, aminoacidi, alcoli superiori, acidità volatili, polialcoli, solfiti, acetaldeide e aromi.

L'aroma del vino è generato da centinaia di sostanze volatili presenti anche solo in tracce, ciascuna molecola contribuisce singolarmente, e in sinergia alle altre, nel determinare la complessità aromatica del vino. Ovviamente non tutte hanno la stessa importanza.

**Figura 113**  
**Le funzioni psichiche**



### *Aromi chiave*

Le molecole importanti per la definizione del profilo aromatico, per la personalità e qualità del vino, devono avere particolari caratteristiche.

La prima caratteristica: devono essere piacevoli. Perché non tutte le sostanze aromatiche presenti nel vino sono tutte piacevoli, alcune sono l'origine di difetti olfattivi anche molto gravi. La seconda caratteristica è la bassa soglia di percezione, ossia la minima concentrazione di una data sostanza odorosa a partire dalla quale è possibile riconoscere la presenza di un profumo senza, tuttavia, necessariamente capaci di identificarlo.

Alcuni composti hanno soglie di percezione bassissime dell'ordine del *ng/L*.

Solo le molecole che hanno una concentrazione del vino superiore alla soglia di percezione possono contribuire in qualche modo al profumo del vino. L'attività odorosa è un numero che misura il ruolo delle molecole aromatiche presenti in soluzione e tiene conto della loro concentrazione.

Un terzo fattore importante per gli aromi è che devono avere caratteri definiti con profumi ben riconoscibili capaci di caratterizzare il vino (ciliegia, mirtillo, mele, agrumi, fiori, ecc.).

La percezione di queste molecole è influenzata enormemente dal tipo di vino in cui si trovano (effetto matrice), infatti la presenza di alcool, polifenoli, ed altre molecole costitutive del vino, possono sopprimere o enfatizzare determinate note aromatiche. Devono essere capaci di irrompere quella barriera denominata "buffer d'aroma".

I composti aromatici che hanno maggior impatto sull'aroma sono: i tioli varietali, i mercaptani, i composti a struttura isoprenica, esteri, eterocicli polioidrossilati, i lattoni e i composti di natura carbonilica.

L'analisi chimica si limita a indicare esclusivamente la composizione dei singoli aromi e non è in grado di stabilire il profumo del vino. Quindi è essenziale conoscere il quadro aromatico per poter gestire i processi tecnologici in funzione del risultato che si vuole ottenere.

### *Il cambiamento climatico e gli aromi*

L'effetto ultimo del cambiamento climatico dell'uva è l'aumento del grado zuccherino e le modifiche nella maturità fenolica con conseguenti variazioni sull'accumulo di determinati aromi nell'uva. L'aumento degli zuccheri conduce necessariamente all'aumento di etanolo e modifica la percezione aromatica. L'alcool etilico riduce la probabilità dei composti aromatici, soprattutto degli esteri etilici.

Livelli elevati di etanolo (14%) tendono a far percepire i sentori erbacei, mentre i vini con livelli di etanolo inferiori (12%) aumentano la percezione del fruttato. L'aumento di etanolo alcolico rinforza le note *boisée*.

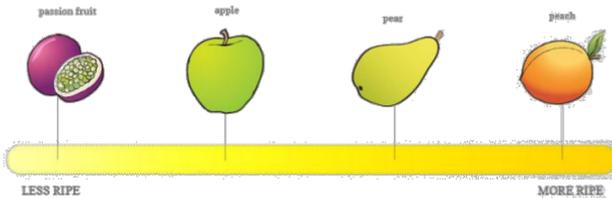
### *I composti tiolici e il pH dei vini*

I composti tiolici sono molecole contenenti un atomo di zolfo e percepibili olfattivamente a concentrazioni estremamente basse. Sono reattive a pH elevato e suscettibili a reazioni di ossidazione. L'importanza dei composti tiolici per l'aroma è stata evidenziata recentemente, tra questi emergono il 3-mercaptoesano (3-MH) che dà sentori di ribes e bosso, l'acetato di 3-MH (frutto della passione-guava), il 4-metil4-mercaptopentan-2-one (4-MMP) – pompelmo, guava, frutto della passione.

Questi composti tiolici sono stati identificati inizialmente in Sauvignon blanc, poi in Traminer aromatico, Riesling, Vionier, Petit manseng, Semillon e altri (figura 114).

**Figura 114**  
**I composti tiolici e il pH dei vini**

L'importanza dei composti tiolici per l'aroma del vino è stata evidenziata per la prima volta da Du Plessis e Augustyn nel 1981. Questi ricercatori hanno infatti dimostrato la somiglianza tra un vino neutro fortificato con 4MMP sintetico e vini Chenin Blanc o Colombarid che esibivano un forte aroma di guava



Gli aromi dello Chenin Blanc

### Figura 115 Influenza del clima sulla sintesi di metossipirazine

#### **Maturità.**

Con la maturità le concentrazioni di MPs si riducono, non è tuttavia chiara l'influenza dell'incremento dell'hang time.

#### **Esposizione del grappolo.**

Correlata a bassi livelli di MPs, ma utile soprattutto dalla chiusura del grappolo all'invaiaitura. In sostanza le condizioni di esposizione alla luce influenzano in modo critico l'accumulo di IBMP ma non la sua degradazione.

#### **Vigore**

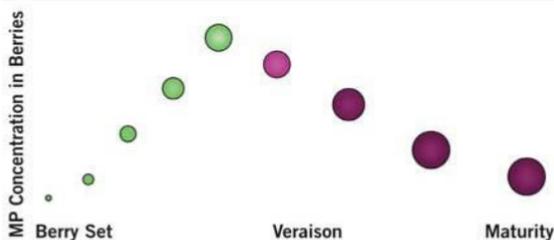
Il vigore delle piante ed in particolare la crescita vegetativa rapida in fase di accumulo porta ad una maggiore concentrazione delle MP indipendentemente dalle successive condizioni di esposizione del grappolo

#### **Acqua**

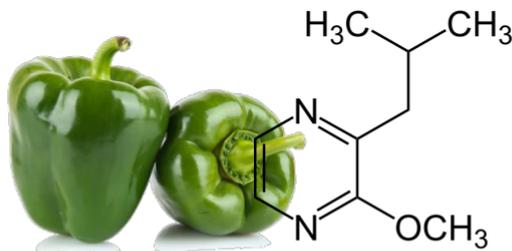
La disponibilità idrica aumenta la concentrazione di MPs nelle uve, anche in relazione a una maggiore espressione vegetativa e alla ombreggiatura del grappolo.

#### **Temperatura**

L'effetto delle temperature sul contenuto in metossipirazine non è del tutto chiaro.



<https://www.winesandvines.com/features/article/68769/How-Viticultural-Factors-Affect-MethoxyPyrazines>



Ryona, I., Pan, B. S., Intrigliolo, D. S., Lakso, A. N., & Sacks, G. L. (2008). Effects of cluster light exposure on 3-isobutyl-2-methoxy pyrazine accumulation and degradation patterns in red wine grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Franc). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22), 10838–10846.

Il pH è un fattore determinante per la reattività dei tioli, a pH alto si assiste a una rapida riduzione di tioli varietali, i pH bassi per contro favoriscono l'idrolisi degli acetati e quindi una perdita più veloce degli aromi fruttati freschi.

L'idrolisi degli acetati porta a un cambiamento del profilo aromatico del vino che passa da note più tropicali a note agrumate-vegetali nei primi mesi di conservazione in bottiglia. Le metossipirazine sono responsabili delle note vegetali (figura 115).

### Conseguenze sul profilo sensoriale di vini contaminati da *Brettanomyces*

Questi microrganismi sono ritenuti molto pericolosi, perché anche poche cellule sono in grado di modificare il profilo aromatico di un vino. A concentrazione bassissima possono aumentare la complessità aromatica, ma già al limite della soglia di percezione evidenziano spiacevoli note speziati e animali. Ad alta concentrazione c'è il mascheramento della tipicità, presenza di odori sgradevoli e acidità volatile elevata. Sono diversi i fattori chimico fisici che facilitano lo sviluppo di *Brettanomyces* nel vino e il loro controllo è un problema attuale, connesso alla tendenza all'aumento del pH dei vini, alla tendenza alla riduzione dell'uso di solforosa e al più diffuso affinamento in legno.

I vini contaminati da *Brettanomyces* presentano cambiamenti della composizione chimica.

**Figura 116**  
**Fattori chimico-fisici che facilitano lo sviluppo di *Brettanomyces* nel vino**

pH	> 3,5-3,6
Temperatura*	> 18°C
Solforosa libera	< 25-40 mg/L (in funzione del pH)
Solforosa molecolare	< 0,5-0,8 ppm Questo parametro dipende direttamente da pH, temperatura e grado alcolico.
Alcool*	< 13%
Zuccheri residui*	> 0,2 g/L
Fecce	Forniscono substrati favorevoli al suo sviluppo.
Ossigeno	> 0,25 mg/L. Piccole concentrazioni di ossigeno ne sostengono la crescita.
Tempo	I brett crescono e si moltiplicano molto lentamente

## *Il Sangiovese del futuro*

In particolare si registra un accumulo di tetraidropiridine, di etilfenoli volatili.

Inoltre c'è un aumento di acido isovalerico, di acidità volatile, di attività esterasiche di acidi grassi a media e corta catena (figura 116).

## *Il rotundone*

È un sesquiterpene identificato nel 2008 e responsabile dell'aroma "pepato" in uva, vino, erbe e spezie.

Il rotundone ha un aroma caratteristico, speziato dei grani di pepe nero e bianco. Si accumula nell'uva nella fase avanzata della maturazione ed è più presente nei grappoli ombreggiati e nei vigneti irrigui. Situazioni climatiche che facilmente portano la temperatura dei grappoli sopra i 25° C° e a stress idrico, riducono la sintesi di rotundone penalizzando la complessità aromatica del vino.

## *Linalolo*

Il linalolo ha una soglia di percezione a 50 ng/L, è un terpene ad aroma floreale, il cui profumo ricorda il mugugno, la rosa e i semi di coriandolo. Da un'impronta aromatica a gran parte dei moscati. Le alte temperature riducono la sintesi dei monoterpeni e in particolare del linalolo responsabile dell'aroma moscato.

## *TDN*

È la molecola responsabile dell'odore di kerosene nei Riesling invecchiati. I precursori si accumulano nell'acino al crescere della maturità. Le alte temperature corrispondono ad alti livelli di TDN nei vini, così pure lo stress idrico riducendo la dimensione della chioma, favorisce involontariamente l'aumento di TDN.

### *Il progetto Varca*

Questo studio ha avuto lo scopo di delineare i cambiamenti del profilo aromatico dei vini all'aumentare della maturità delle uve e quindi del grado alcolico dei vini corrispondenti, cercando di fornire indicazioni utili a orientare le scelte in vigneto anche nell'ottica dei mutamenti climatici in corso.

Si è indagato sui fenomeni che influenzano la composizione dell'uva in specifici precursori aromatici in specifici precursori aromatici nel periodo prevendemmiale che possono permettere il controllo o la predizione dell'aroma del vino già in vigneto.

Comprendere meglio i fenomeni di neogenesi in maturazione e in fermentazione di alcuni aromi può guidare le strategie di gestione alla raccolta. Anche in funzione dei cambiamenti climatici in corso.

Si è anche esplorato in via preliminare l'effetto di nuovi microrganismi basso produttori di etanolo sulla concentrazione di alcuni aromi chiave del vino e sulla modulazione d'aroma.

Lo studio ha avuto una durata biennale e ha riguardato due varietà importanti Barbera e Pinot nero.

Si è focalizzato sulla neogenesi dei norisoprenoidi, in particolare b-damascenone e del b-ionone.

Sono stati testati inoltre microrganismi nonsaccharomyces, bassi produttori di etanolo e per capire il loro effetto sulla concentrazione di alcuni aromi chiave. A conclusione del progetto si è rilevato come una riduzione di circa 2° del tenore alcolico dei vini (uve a -7 gg della vendemmia prevista) induca nel Barbera un aumento del tenore in damascenone del 15%

La riduzione del grado alcolico, ottenuta vendemmian-  
do con un leggero anticipo le uve si associa, per Barbera,  
alla maggiore presenza di un esaltatore aromatico. Questo  
ha un impatto positivo sull'aroma complessivo del vino.

Le differenze in antociani totali e acidità totale sebbene  
presenti, statisticamente non risultano significative.

Il b-damascenone e il b-ionone sono molecole varietali  
il cui accumulo è caratteristico di ogni cultivar. Per quelle  
con un buon patrimonio in norisoprenoidi e una tendenza  
a un elevato accumulo zuccherino quella presentata po-  
trebbe essere una possibile alternativa per ottenere, me-  
diante una vendemmia precoce vini più leggeri, freschi e  
fruttati.

Un approccio integrato al problema dell'aumento del  
grado alcolico e la necessità di controllare il profilo aro-  
matico dei vini può prendere in considerazione l'uso di  
specie di lieviti non *Saccharomyces* capaci di influenzare  
la concentrazione di composti ad elevato impatto olfattivo.

# PARTE TERZA

## L'impatto del cambiamento climatico sui mercati: una visione macro

*di Fabio Del Bravo*

L'argomento del cambiamento climatico è di fondamentale importanza, soprattutto per un settore come l'agricoltura in cui ha un ruolo attivo. Di fatto il cambiamento climatico è un argomento complesso e sempre più articolato anche in termini di coinvolgimento di tematiche; è una delle più serie sfide ambientali, sociali ed economiche. Alla base dei grandi flussi migratori, che non sono dall'Africa all'Europa ma sono all'interno dell'Africa, c'è il cambiamento climatico.

Sul mercato delle *commodity*, che è il mercato che ha governato il commercio internazionale di prodotti agroalimentari fino a pochi anni fa, ora c'è uno spostamento di attori e di prodotti verso un'altra direzione, ma sono presenti multinazionali con fatturati da miliardi di euro in grado di influenzare il mercato almeno tanto quanto il cambiamento climatico. Tra questi c'è per esempio il "*China national cereals oils and foodstuffs corporation*" che ha l'obiettivo di garantire annualmente l'approvvigionamento dei cereali e dei semi-oleosi della Cina, e quindi è in grado di influenzare il mercato dei cereali e dei semi-oleosi a livello mondiale. Anche negli equilibri di filiera i cambiamenti hanno portato a qualche modifica, e quindi l'equilibrio tra clima e agricoltura è estremamente complesso.

Esiste un *trend* di crescita di frequenza ed intensità di eventi climatici avversi. Le annate negative esistevano an-

che prima sicuramente, ma erano con una frequenza nettamente inferiore. Quali sono gli effetti dei cambiamenti climatici? Ci sono gli effetti diretti come l'aumento delle temperature medie, modificazione dei modelli di precipitazione, maggiore frequenza di eventi estremi, ecc. Esistono poi effetti indiretti o accessori come la modifica della presenza di parassiti e infestanti, lo spostamento degli areali produttivi in zone che prima non erano idonee a certi tipi di coltivazione (come per esempio la vite nel sud dell'Inghilterra), modifiche ai comportamenti di consumo e agli scambi con l'estero (figura 117).

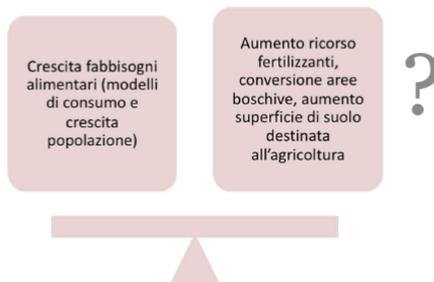
Il fattore climatico più evidente in grado di condizionare i consumi alimentari sono le alte temperature.

Tra i prodotti alimentari più soggetti all'impatto ci sono quattro categorie: gelati, bevande, frutta e ortaggi. Queste sono 4 categorie che hanno una quota di vendita nei 4 mesi (giugno, luglio, agosto e settembre) dal 78% delle bevande al 35% degli ortaggi. Si è notato che nell'anno 2017, in cui c'è stata un'estate lunga e molto calda, le vendite di

**Figura 117**  
**Quale equilibrio tra agricoltura e cambiamenti climatici?**

Cambiamento climatico attualmente riconosciuto come una delle più serie sfide **ambientali**, **sociali** ed **economiche** che il mondo si trova ad affrontare

**Chi produce, cosa, come e dove** è una questione socio-politica destinata a diventare un tema controverso in futuro



bevande sono incrementate del 7% rispetto ai 4 anni precedenti. Se si confrontano poi le vendite nei 4 mesi giugno/settembre del 2017 rispetto ai 4 mesi giugno/settembre dei 4 anni precedenti si riscontra un aumento dal 40% al 30% per tutte le categorie. In questo caso è emerso che il clima modifica sostanzialmente le vendite per alcune categorie di prodotto. Per il settore vino si è riscontrato un aumento di vendite del 1,6% del vino bianco rispetto al 2016.

Come il clima influenza il mercato? Il reddito dell'agricoltore è semplificato dalla formula:  $P \cdot Q - C$ . Dove  $P$ =prezzo,  $Q$ =quantità e  $C$ =costi. Nei casi peggiori si ha una perdita totale della produzione con un reddito negativo ( $-C$ ). Se riduco la produzione ( $Q$ ), generalmente per la legge di mercato di bilancio tra domanda e offerta  $P$  dovrebbe aumentare per andare a compensare la perdita di produzione; si è notato che a volte aumenta anche più che proporzionalmente. Ci sono poi annate in cui sono costretto a sostenere costi di produzione maggiori, a causa di frequenti interventi per salvaguardare qualità e produzione, ma nonostante tutto ho un calo in entrambe le voci; in questo caso ci sono ripercussioni sul reddito dell'agricoltore.

Si può anche andare incontro a modifiche del calendario di raccolta della frutta. Le pesche nettarine, per esempio, sono state impiantate diverse varietà per presentarsi sul mercato gradualmente, lungo il corso dell'estate. Nel 2017 a seguito di un'estate calda e siccitosa c'è stata la concentrazione della presenza di queste pesche sul mercato, che ha portato ad una riduzione del prezzo. In una situazione di offerta e domanda alta, ma con l'offerta maggiore della domanda, come nel caso delle pesche nettarine, con cali di prezzo dal 12 al 21%.

Nel 2017, oltre alla presenza di un'estate molto calda, ci sono state anche una serie di gelate primaverili che hanno

compromesso alcune produzioni; quindi un calo generale dell'offerta di frutta e verdura che ha portato ad un aumento spropositato dei prezzi del fresco, talmente elevato che ha portato ad una virata del consumo sui prodotti di quarta gamma. Prodotti di contro stagione come i pomodori invernale, i peperoni e la lattuga hanno subito un aumento dei listini all'ingrosso dal 40 all'80%.

Nel caso delle mele le gelate di aprile/maggio 2017 hanno colpito la maggior parte dei meleti europei, compromettendo di molto la produzione (30% in meno). A differenza delle pesche nettarine le mele però sono prodotti che possono essere stoccati. Il settore delle mele poi gode di un'organizzazione perfetta. La qualità finale del prodotto finale però era molto buona e i prezzi sono saliti del 35%; c'è stata poi una diminuzione delle esportazioni in volume (-32%), ma ad un valore più elevato (+40%). In questo caso il mercato ha più che compensato la riduzione dei volumi. Da questo caso di studio emerge come le gelate primaverili abbiano aumentato il reddito degli agricoltori.

Un altro caso di studio è stato fatto sull'olio. Esso risente tantissimo dell'elemento annata; nel 2014 c'è stata un'ondata di calore che ha compromesso la produzione dell'annata che vedremo successivamente com'è stata recepita dai mercati. Parlando di olio in Italia bisogna considerare due realtà distinte: una quella dei frantoi (produttori) e un'altra quella degli imbottiglieri. Questi ultimi comprano olio dall'Italia e dall'estero, fanno *blend*, e li vendono in tutto il mondo.

L'Italia è il secondo produttore di olio al mondo dopo la Spagna, ma è il primo importatore a causa della forte industria di imbottigliamento che si è sviluppata. Da gennaio a marzo 2015 gli imbottiglieri dovendo soddisfare il flusso commerciale, hanno acquistato quasi 200000 t di olio (+10%) spendendo il 60% in più rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente (figura 118).

**Figura 118**  
**Clima e consumi alimentari**

Il fattore climatico più evidente in grado di influenzare i consumi alimentari è costituito dalle alte temperature estive e dalla loro durata temporale.

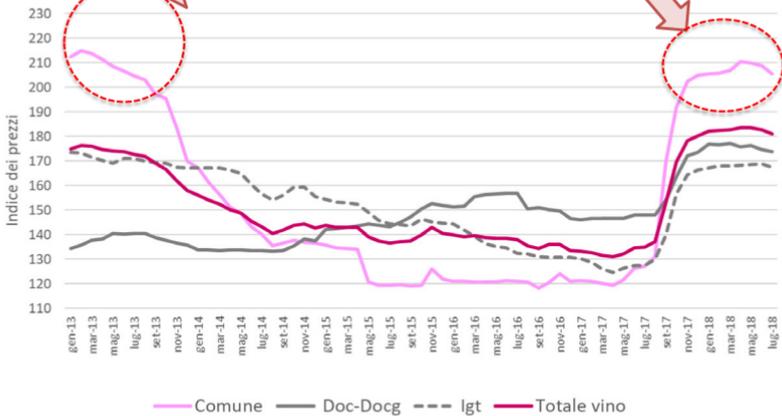
Tra i prodotti agroalimentari più soggetti all'impatto ci sono

1. Bevande (escluso vini)
2. Gelati
3. Frutta
4. Ortaggi

La vendemmia del 2012 è stata una delle più scarse dell'ultimo decennio, similmente al 2017 sulla quale però hanno anche impattato le gelate primaverili. Nel settore del vino la segmentazione minima del mercato che si può fare è tra il vino comune e vini a indicazione geografica. I vini a indicazione geografica hanno un mercato più resiliente, e tendono a muoversi, sia verso l'altro che verso il basso, con stimoli meno immediati. I vini comuni invece subiscono oscillazioni di prezzo sulla base delle situazioni contingenti del mercato. L'Italia è un grande produttore ed esportatore di vino comune. Nella campagna di produzione del 2017 le perdite sono state importanti sia in Italia (-17%) che in Francia (-18%) e Spagna (-13%), che sono i 3 principali produttori che fanno il mercato mondiale. In quest'annata l'incremento del prezzo del settore vino del 31% è frutto di due dinamiche abbastanza diverse: il prezzo dei vini comuni ha subito un incremento del 61%, mentre quello dei vini a indicazione geografica del 15% (figura 119).

**Figura 119**  
**Il caso del vino**

Aumento dell'indice dei prezzi nel 2013 e nel 2018, particolarmente evidente per il segmento dei vini comuni



Le esportazioni di vini italiano nei primi cinque mesi del 2018 fa segnare un -10% sul totale delle quantità, ma cresce del 3% il valore delle esportazioni. Su questo risultato pesa il fattore che i prezzi del vino comune italiano sono schizzati in alto. Esiste poi l'effetto Germania, essendo un grande importatore di vino; il 50% del vino che importa questo paese è costituito da vino comune. La Germania a fronte dell'incremento di prezzo dei vini italiani ha deciso di approvvigionarsi da altri paesi, forte anche di un polmone di stoccaggio che le ha permesso di fare effettuare una politica di questo tipo. Si sono ridotte del 18% le esportazioni dell'Italia verso la Germania e si sono incrementate quelle da Spagna, Australia e Sud Africa.

Mentre la domanda reagisce istantaneamente ai fattori climatici (fa caldo si consumano più bevande), l'effetto

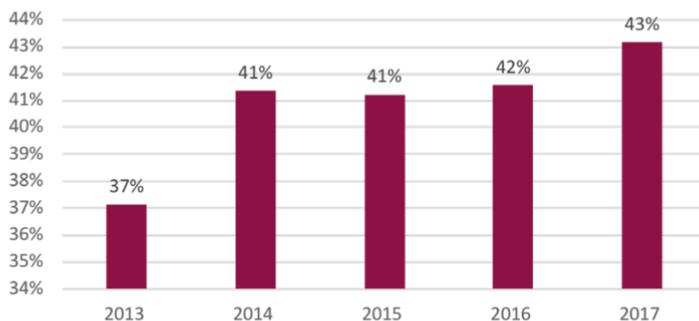
sull'offerta può avvenire lungo tutto il ciclo colturale, con tempistiche di 8-9 mesi per le colture permanenti, 3-6 mesi per gli ortaggi e 7-9 per i cereali. Mentre la domanda reagisce istantaneamente ai fattori climatici (fa caldo si consumano più bevande), l'effetto sull'offerta può avvenire lungo tutto il ciclo colturale, con tempistiche di 8-9 mesi per le colture permanenti, 3-6 mesi per gli ortaggi e 7-9 per i cereali (figura 120).

La struttura dell'agricoltura italiana vede il proprio valore aggiunto concentrato nel secondo semestre dell'anno, 2/3 della produzione totale. Gli effetti del clima hanno portato instabilità sui mercati, con oscillazioni e picchi importanti. Le reazioni del mercato non sono sempre uguali come abbiamo visto prima e sono differenziate a diversi fattori come un solido flusso di importazioni, che diminuisce l'impatto. Al contrario una forte flusso di esportazioni aumenta questo impatto, perché a fronte della perdita

**Figura 120**  
**Clima e consumi alimentari**

Forse la situazione climatica non è trascurabile neanche per i consumi di vino

**Quota % vini bianchi su totale vendite vini - periodo estivo**



di produttività bisogna essere in grado di soddisfare sia la domanda interna che quella esterna. Anche il grado di stoccabilità del prodotto è importante che può tamponare l'impatto del clima sul mercato.

La componente mercato e prezzo tende poi ad esagerare ancora di più gli effetti delle quantità, e come si è visto nel 2017, a fronte di una minore produzione del settore agricolo l'effetto dei mercati ha portato comunque ad un risultato positivo del valore aggiunto. Individuare un trend economico in agricoltura è estremamente complicato essendo i più volatili e sensibili a diversi fattori, uno su tutti potrebbe essere appunto il cambiamento climatico.

## Una visione economica della sostenibilità

*di Silvio Franco*

Tutti i meccanismi economici che regolano la nostra vita hanno poco senso se non vengono inquadrati in una lettura più ampia dei sistemi e degli ecosistemi dentro i quali il sistema economico si sviluppa. Parlando del legame tra attività produttive e sistema ambientale non si può non parlare di sostenibilità. Questa è una parola che in questo periodo storico è usata tantissimo, e a volte forse abusata. Quindi è importante capire come si può definire un prodotto come una bottiglia di vino effettivamente sostenibile. Per parlare del concetto di sostenibilità è importantissimo capire quali sono le relazioni e la visione dell'ambiente che ha l'uomo, siccome viviamo in un'epoca chiamata antropocene e cioè l'epoca in cui quello che domina tutto il sistema è l'uomo. I cambiamenti climatici sono l'effetto della "potenza" dell'uomo all'interno del sistema in cui vive.

L'uomo, rispetto all'ambiente in cui vive, si può porre in posizioni diverse. Nella visione dell'antropocentrismo assoluto si ritiene che l'uomo sia al centro di tutto, e quello che esiste intorno a noi è stato creato in funzione dell'uomo. In una visione di antropocentrismo forte l'uomo ha il potere di gestire il mondo e l'ambiente ma deve adottare qualche cautela. Nell'antropocentrismo debole l'uomo ha il controllo dell'ambiente ma deve gestirlo rispettando delle regole. Nell'ecocentrismo invece l'uomo è uguale a

tutte le altre specie animali e vegetali esistenti, con gli stessi identici diritti. Ognuno di noi, a seconda di quale categoria si pone, avrà un concetto di sostenibilità completamente diverso per il medesimo processo produttivo o prodotto.

Cosa significa appartenere alla categoria dell'antropocentrismo assoluto? Vuol dire avere una prospettiva etica secondo la quale i diritti e gli interessi di chi vive ora sono superiori a quelli di chi verrà dopo di noi. Il "qui e ora" è più importante di tutto. I diritti delle future generazioni sono meno importanti di quelle che esistono oggi.

Secondo la visione dell'ecocentrismo forte i diritti e gli interessi delle generazioni future sono uguali a quelli delle attuali generazioni. In questa visione c'è un piccolo "trucco" perché si sta scegliendo quelli che saranno i desideri di chi verrà poi. Nell'antropocentrismo debole i diritti di chi esiste ora sono limitati dal mantenere il pianeta com'è per chi verrà dopo; non si vuole far avere ai nostri figli le stesse cose che abbiamo attualmente ma vogliamo fargli avere lo stesso pianeta. Per quanto riguarda l'ecocentrismo tutte le specie hanno gli stessi diritti. Queste visioni portano a dare alla natura un senso diverso. Per gli antropocentristi assoluti la natura e le sue risorse sono a loro completa disposizione, senza limiti, a patto che soddisfino i desideri delle generazioni che stanno vivendo in questo momento; c'è un'idea di sfruttamento della natura. Per gli antropocentristi forti c'è invece un'idea di gestione della natura; c'è un uso delle risorse in modo tale che anche le generazioni future abbiano le stesse in dotazione. Nel caso dell'antropocentrismo debole c'è una salvaguardia della natura per trasmetterla intatta, mentre nel ecocentrismo non si può minimamente sfruttare.

C'è poi da inquadrare il valore che ogni classe attribuisce alla natura. Gli antropocentristi assoluti le attribu-

iscono il valore economico d'utilizzo. Anche per gli antropocentristi forti si attribuisce un valore economico alla natura: se ai miei figli lascio in eredità un vigneto del valore di 10000 euro o 10000 euro in contanti è la stessa cosa. Nel caso degli antropocentristi deboli il vigneto non ha solo un valore economico ma ha anche un valore dal punto di vista paesaggistico e ambientale. Infine, nell'ultima categoria la natura esiste e non la posso toccare.

Una premessa da fare è quella di definire il sistema economico, perché l'uomo ha creato questo sistema e come questo sistema funziona. In un processo produttivo entrano fattori produttivi, capitale e lavoro, ed escono dei prodotti. L'imprenditore si mette a produrre perché pensa che otterrà una remunerazione da un punto di vista economico dalla vendita di questi prodotti. Il consumatore acquista un determinato prodotto perché ha un bisogno da soddisfare; a questo serve consumare, soddisfare bisogni attraverso i prodotti. Il processo economico che mette insieme la produzione e il consumo è atto al benessere di entrambe le parti. Benessere per i produttori significa avere un riscontro economico della loro attività, mentre per i consumatori assume il significato di soddisfare un bisogno. Dal punto di vista sociale il processo economico è nato per soddisfare bisogni; l'uomo si è inventato l'economia per soddisfare bisogni attraverso degli scambi tra la fase di produzione e la fase di consumo. L'incontro tra produttore e consumatore avviene nel mercato.

Come funziona il processo produttivo da un punto di vista ambientale? Ogni processo produttivo genera emissioni di anidride carbonica, e questa è l'effetto del processo di produzione. il processo di consumo invece dal punto di vista ambientale è una "distruzione" di prodotto, con la produzione di scarti e rifiuti. Se si dovesse quindi guardare

solo dal punto di vista ambientale l'intero processo economico si potrebbe riassumere come un qualcosa che prende risorse naturali dall'ambiente e li trasforma in scarti e rifiuti; per l'ambiente il processo economico è devastante.

Mettendo insieme la sfera economica e la sfera sociale si ha una visione complessiva di quello che è il processo economico. Se si dovesse descrivere in poche parole il sistema economico è una macchina che soddisfa bisogni, generando benessere, utilizzando l'ambiente. Il mezzo attraverso cui avviene la trasformazione delle risorse ambientali alla soddisfazione dei bisogni è il sistema economico. Da questa visione si capisce come l'economia sia un mezzo, e non un fine. Purtroppo in questo periodo storico l'economia è sorta a fine e come tale sta distruggendo il mondo stesso, per esempio con il cambiamento climatico.

Nella visione dell'antropocentrismo assoluto l'economia usa la natura per i suoi fini; l'economia viene prima dell'ambiente, e la sua crescita non ha limiti. Nella visione antropocentrista forte economia e ambiente sono due sfere distinte, di cui l'uomo controlla gli scambi secondo la logica che alle generazioni future dovrò dare le stesse opportunità che ho avuto io. Nella visione antropocentrista debole il sistema economico è abbastanza grande, ma è limitato dalla sfera ambientale; l'economia è contenuta nella sfera ambientale, e limitata dalle caratteristiche dell'ambiente. In questo caso il sistema economico non può crescere all'infinito perché ha vincoli ambientali che non può superare. Nella visione ecocentrista la natura è tutto e l'uomo, come scambi, dispone solo di baratto e dono.

Dal punto di vista della produzione vitivinicola quale di queste quattro categorie sono ragionevoli? Scartiamo a priori la visione ecocentrista e quella antropocentrista assoluta perché troppo estreme, e nel primo caso anche poco

realizzabili allo stato attuale delle cose. Rimangono quindi disponibili la visione antropocentrica forte e quella antropocentrica debole, e vedremo ora di che concetto di sostenibilità hanno queste due visioni distinte. Nella visione forte, dove i due sistemi ambiente ed economia sono separati si applicano le regole dell'economia ambientale; essa disciplina gli scambi tra economia e ambiente secondo la logica di studiare i problemi legati al fatto che l'economia usi risorse naturali, e i danni che l'economia porta all'ambiente. Nella visione antropocentrica debole l'economia fa parte del sistema ambiente e come tale sottoposta alle sue regole; gli scambi tra questi due sistemi sono regolamentati dall'economia ecologica.

A seconda di quale visione si considera la parola sostenibilità assume un aspetto diverso. Nella visione dell'economia ambientale, il concetto di sostenibilità è legato al fatto che il capitale totale rimanga inalterato; il processo produttivo risulterà quindi sostenibile se alla fine il capitale totale rimane inalterato. Il capitale totale è la somma tra capitale economico e capitale naturale. In questo caso noi quindi siamo anche disposti a perdere un po' di capitale naturale, nella misura in cui il capitale economico che generiamo ha un valore più alto. Nella logica dell'economia ecologica la prospettiva è diversa, perché alla natura si assegnano diverse funzioni e non solo quella di fornire materie prime alla sfera economica ed assimilare rifiuti, ma fornisce servizi di svago ed esplica le funzioni basilari da cui dipende la vita umana. Senza un ambiente con determinate caratteristiche la specie umana non sopravvive. È possibile sostituire il capitale naturale col capitale economico? Per l'economia ambientale sì mentre per quella ecologica no. Il concetto di sostenibilità nella visione antropocentrica forte (economia ambientale) è quello di non

essere disposto a sacrificare capitale naturale a favore del capitale economico, qualunque sia la cifra.

Il concetto di sostenibilità proprio dell'economia ambientale viene definito in economia come sostenibilità debole. In questa logica si è quindi disponibili a perdere delle risorse ambientali a patto che siano più che compensate dall'aumento del capitale economico. Al contrario la definizione di sostenibilità che viene data dall'economia ecologica viene definita sostenibilità forte; in questo caso lo stock di capitale naturale deve rimanere inalterato alla fine del processo produttivo.

Come si fa a sapere quanto capitale naturale ho consumato nel corso di un processo produttivo, e se esso gode di una sostenibilità forte? Nel caso si voglia rispondere a queste domande è fondamentale definire un indicatore di impatto ambientale, per quantificare quante risorse consuma il processo produttivo. Bisogna poi capire quanto capitale ambientale abbiamo a disposizione e confrontarlo con quello realmente utilizzato. Se il consumo è più basso della disponibilità di capitale naturale allora il processo è sostenibile in senso forte, e in caso contrario non può essere definito in questo modo.

Se mi trovo nella logica della sostenibilità debole come faccio a capire se ciò che ho guadagnato dal punto di vista economico mi compensa di quello che ho perso da quello ambientale? Anche in questo caso è essenziale definire un indicatore di impatto ambientale. Il punto più complicato è capire il valore in termini economici dell'impatto ambientale creato. Dopo che si riesce a definire questo valore è possibile effettuare un bilancio tra l'impatto creato e il valore economico creato; se quest'ultimo è maggiore si può definire il processo produttivo sostenibile in senso debole.

Caso di studio per quantificare l'impatto ambientale; per misurare l'impatto e la disponibilità ambientale esistono tanti metodi come il *carbon foot print*, *water foot print*, ecc. Quello utilizzato in questo caso di studio si chiama impronta ecologica (*ecological foot print*). Esso è un indicatore che quantifica la richiesta di capitale naturale nello svolgimento dell'attività economica attraverso l'area degli ecosistemi necessari per fornire le risorse naturali utilizzate e assorbire gli scarti prodotti. Essa è una misura in ettari (*global hectare*) e misura di quanto terreno ha bisogno un'attività produttiva per funzionare (non è inteso in ettari di vigneto, ma ettari di risorse, assorbimento di CO<sub>2</sub>, ecc.); è un numero che misura in ettari il consumo di risorse di un concetto produttivo. Esiste poi l'indicatore di biocapacità che esprime con la stessa unità di misura, quanti ettari di risorse abbiamo a disposizione per il nostro processo produttivo. Questi sono i due termini di cui si parlava sopra: il consumo e la disponibilità. Se il bilancio ecologico tra questi due voci è positivo, il processo produttivo è sostenibile in senso forte.

Per il calcolo della sostenibilità indicatori come il *carbon foot print* o il *water foot print* non vanno bene perché indicano solo l'impatto del processo produttivo e non tengono conto della disponibilità ambientale che si ha a disposizione. Questi indicatori funzionano benissimo per confrontare il livello d'impatto ambientale tra due diverse tecniche produttive, ma non per misurare la sostenibilità definita precedentemente. Usare questi indici vuol dire mettersi nell'ottica dell'antropocentrismo forte, cioè dell'economia neoclassica. È importante capire il significato degli indici che si usano, perché sono strumenti che comunicano dei dati che ci possono piacere ma che implica una visione del mondo che non condividiamo.

Nella provincia di Viterbo è stato condotto uno studio sulla sostenibilità della produzione di Sangiovese, estraendo i coefficienti tecnici da un database e intervistando i produttori per ricostruire la tecnica produttiva; per quest'ultimo dato è stata ricostruita l'impronta ecologica, la biocapacità, bilancio ecologico e bilancio economico. Nel ricostruire l'impronta ecologica è importante porre attenzione sul consumo di capitale naturale, che nel processo produttivo è dato da due cose: input del processo produttivo (impronta ecologica degli input) (es. antiparassitari, carburante, fertilizzanti, ecc.) che generano impatto ambientale, e il sovrasfruttamento della produttività naturale del terreno (impronta ecologica di sovrapproduzione). Queste due voci vengono sommate, confrontate con la biocapacità e calcolato il bilancio ecologico. Dallo studio è emerso che sono richiesti *sei global hectar* di capacità produttiva degli ecosistemi all'anno per coltivare un ettaro di Sangiovese. Questo numero non è basso; coltivare un vigneto di Sangiovese non produce solo un impatto ambientale ma produce anche un servizio ecosistemico, una biocapacità. Il risultato emerso è che la biocapacità prodotta da un ettaro di Sangiovese è di *tre global hectar*. Facendo la differenza tra questi due valori ( $3-6=-3$ ) emergere che, ogni anno, la coltivazione di un ettaro di Sangiovese in provincia di Viterbo "costa" all'ambiente tre ettari. Il fatto che il risultato del bilancio ecologico sia negativo indica che questo tipo di processo produttivo non è sostenibile in senso forte, perché stimiamo soltanto il consumo di capitale naturale.

In un'ottica di antropocentrismo forte il discorso è diverso. Dal bilancio economico risulta che in provincia di Viterbo, con tecniche standard di produzione, il guadagno da un ettaro di Sangiovese è 3300 euro. Ora la doman-

da da farsi secondo le leggi dell'economia ambientale è: la perdita di 3 *global hectar* all'anno valgono più o meno di 3300 euro? La principale difficoltà è quella di monetizzare il capitale naturale. Confrontando il servizio eco sistemico misurando solo il valore produttivo del terreno si trova un valore attorno agli 800 euro per ettaro. In altri termini, siccome 800 è minore di 3300, la produzione è sostenibile in senso debole. Questo dimostra come, a seconda della prospettiva economica (derivante da una prospettiva etica) con cui ci si approccia, un processo produttivo può essere sostenibile o meno.

Ora bisogna capire se fare un vino sostenibile è rilevante o meno per il produttore; lo stesso discorso vale anche per il consumatore, e se percepisce come rilevante l'attributo di sostenibilità. In una prospettiva in cui la sostenibilità interessi al produttore ma non al consumatore, diventa una questione di etica individuale; il produttore per una questione di etica individuale decide di fare un vino sostenibile. A questo punto tocca al produttore capire a quale livello di sostenibilità vuole mettersi, se debole o forte. Quando invece i produttori e i consumatori condividono i valori di sostenibilità è indispensabile che essi siano d'accordo sul concetto di sostenibilità, perché potrebbe nascere un equivoco enorme; Il produttore potrebbe dare un'interpretazione di sostenibilità debole, ma il consumatore potrebbe recepirla come sostenibilità forte. È per questo che la condivisione dei valori e la conoscenza della definizione di sostenibilità diventa un punto chiave.

## Impatto economico del cambiamento climatico in vitivinicoltura

*di Eugenio Pomarici*

Il cambiamento climatico è qualcosa che investe tutti gli aspetti della vita. Quelli sul vino sono per certi versi meno gravi di quelli che potrebbero influenzare il benessere della salute umana. Un cambiamento climatico che potrebbe mettere in crisi la produzione di grano, riso o altre colture essenziali per l'uomo avrebbe un effetto drammatico, ma nel vino anche variazioni climatiche relativamente piccole, cambiano il modo di lavorare in questo settore e il prodotto finale che si otterrà.

Jones dice che il tipo dell'uva che può essere coltivata, la qualità generale e lo stile dei vini che si produce sono il risultato della situazione climatica, e che la variabilità climatica determina le differenze vendemmia per vendemmia.

Un'area che ha costruito il suo prestigio e il suo rapporto col mercato con un determinato stile di vino si ritrova a dover aggiustare la sua strategia perché il cambiamento climatico gli fa cambiare lo stile di vino; non necessariamente lo farà meno buono ma sarà comunque diverso. In un mercato nel quale l'identità del prodotto ha una sua importanza il fatto che un prodotto cambi d'identità è un problema.

Gli impatti che il cambiamento climatico a livello economico si possono distinguere tra quelli a breve o a lungo termine. Quelli a breve termine sono impatti sulle rese, una diminuzione delle stesse, cambiamenti delle caratteristiche

del prodotto, cambiamenti del prezzo delle uve e dei vini che determinano variazione dei redditi e dei profitti. l'impatto di breve termine si riscontra sui costi di produzione. Questi impatti di breve termine hanno poi delle conseguenze anche sul medio-lungo periodo. In certe zone ci si confronterà con la scarsità di risorse per la produzione, cambiamenti della geografia viticola, cambiamenti dei valori fondiari. Tutto questo avrà degli impatti anche sociali in zone che fanno della viticoltura il loro punto di forza.

Le aree che si troveranno avvantaggiate dal cambiamento climatico acquisteranno forza e competitività. Tutto questo tirerà in causa le politiche di settore; il settore vitivinicolo è oggetto di una politica comunitaria europea e gode di particolari attenzioni anche al di fuori di essa. La politica settoriale si troverà a dover favorire la sostituzione della viticoltura nelle aree dove questa non sarà più conveniente praticare. Oltre a questi scenari estremi, la politica vitivinicola si dovrà porre il problema di supportare l'adattamento delle imprese alle nuove condizioni, finanziando una ricerca affinché il cambiamento possa diventare anche un'opportunità o comunque non un danno. Un fronte che sarà poi molto importante sarà quello degli strumenti sulla stabilizzazione dei redditi. Un'altra conseguenza importante del cambiamento climatico, oltre all'aumento delle temperature, è l'intensificarsi di eventi climatici estremi come grandine e siccità. Questi hanno un forte impatto sulla produzione che si ripercuoterà sui redditi.

In Franciacorta è stato fatto uno studio in cui si mette in evidenza l'imprevedibilità dell'evoluzione fenologica rispetto a condizioni climatiche instabili, che rende più difficile l'organizzazione delle attività e quindi l'ottimizzazione dei costi. L'organizzazione aziendale diventa più complicata.

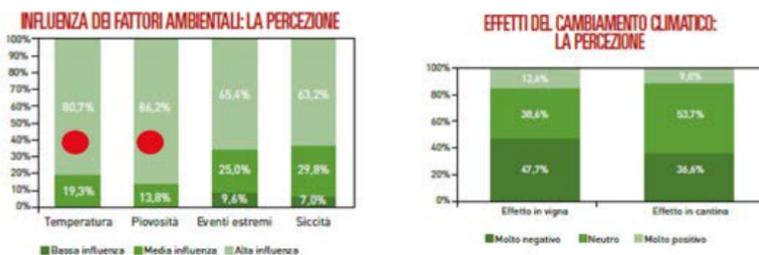
Un altro impatto del cambiamento climatico è la riduzione della superficie vitata nelle regioni meridionali.

È stata condotta un'intervista a dei viticoltori italiani per chiedergli quale secondo loro sia la strada migliore da seguire per affrontare il cambiamento climatico. Le risposte sono le seguenti: l'79% pensa di dover modificare le tecniche produttive, il 22% pensa di dover effettuare elevati investimenti per applicare le nuove tecniche produttive, e un 19% pensa di diversificare la produzione. Quest'ultima è una decisione molto estrema perché nell'ambito delle coltivazioni agrarie la viticoltura risulta essere tra le attività più redditizie (figura 121).

In questi anni sta avvenendo un trasferimento della viticoltura dal sud verso nord. Se consideriamo il periodo 2000-2015 la riduzione della superficie a vigneto è diminuita del 17%. All'interno di questo periodo c'è stata una forte incentivazione agli espianti nel 2009 da parte dell'U-

**Figura 121**  
**Effetti del CC sulla viticoltura italiana**

Indagine in ER: percezione operatori vitivinicoli (Malorgio e Merloni, 2017)



Azioni da intraprendere

79%: modifica tecniche produttive  
22%: necessità elevati investimenti  
19%: diversificazione

**Figura 122**  
**Effetti del CC sulla viticoltura italiana**



nione Europea. Si nota che non c'è stata una riduzione di superficie vitata omogenea in tutte le regioni italiane. Alcune regioni come il Friuli-Venezia Giulia hanno incrementato la loro superficie vitata, mentre altre come la Calabria l'hanno diminuita. Questo tipo di modifiche è frutto anche del cambiamento climatico che ha avuto un ruolo fondamentale nelle regioni del sud. Queste regioni che si basano sulla produzione di vini relativamente economici, che devono essere supportati da elevate rese, cosa che con l'aumento di siccità e temperature non sono favorite.

Il paradosso italiano è che la maggior percentuale di vigneti irrigati è al nord dove la piovosità è maggiore rispetto alle regioni meridionali (figura 122).

Le diverse azioni che possono mitigare l'azione del cambiamento climatico sono principalmente intraprese da organizzazioni intercomunitarie. Per la stabilizzazione dei

redditi interviene l'organizzazione comune di mercato, per la modifica dei vigneti interviene l'OCM vino con il piano nazionale di sostegno. Per quanto riguarda gli adattamenti in cantina possono intervenire sia le misure dell'OCM che quelle del PSR. Per lo sviluppo dell'innovazione intervengono ancora questi due provvedimenti.

Un aspetto molto importante per mitigare l'azione del cambiamento climatico è quello della formazione e della competenza, e anche in questo caso la politica di sviluppo rurale da un supporto (figura 123).

Un aspetto importante è quello della modifica del vigneto. Si parla di nuove varietà ottenute da incroci di V. vinifera con ibridi produttori diretti. Nelle bozze di nuovi regolamenti della PAC per il 2020 sono ammessi anche per i vini a denominazioni di origine l'utilizzo di viti resistenti, cosa che è attualmente vietata. C'è stata molta differenza di azione nei paesi dell'unione europea per quanto riguarda l'utilizzo di viti resistenti. In Italia varietà con il 99% di sangue di V. vinifera e 1% di sangue derivante dalle viti

**Figura 123**  
**Adattamento al CC: supporto PAC ad aziende**

<b>Azioni per mitigazione effetti CC*</b>	<b>Tipo di sostegno PAC</b>
Stabilizzazione redditi	OCM / PS Assicurazioni e fondi mutualistici
Modifica vigneto: forma di allevamento, orientamento filari, portinnesti, cloni/varietà, etc.	OCM / PS Ristrutturazione vigneti (**)
Adattamento cantina	OCM / PS Misura investimenti
Sviluppo progetti <b>aziendali</b> di innovazione in cantina	PSR Investimenti immobilizzazioni materiali
Impianti di irrigazione	OCM / PS Misura innovazione
Macchine e strumenti per agricoltura di precisione	PSR Investimenti immobilizzazioni materiali
Sviluppo modelli su sviluppo vegetoprodotivo vigneto	PSR Gruppi operativi PEI etc
Sviluppo DSS per ottimizzazione difesa	PSR Gruppi operativi PEI etc
Acquisizione competenze specifiche	PSR Misura formazione;

\*: aziende singole o reti

\*\* : nelle bozze dei regolamenti PAC post 2020 ammessi gli ibridi anche per vini DOP

donatrici di resistenza non sono state considerate v. vinifera e non sono state ammesse nelle denominazioni. Diversamente è accaduto nei paesi del centro Europa in cui queste nuove viti sono state iscritte nei registri come vinifera.

In Italia, gestito dal Ministero dell'Ambiente, c'è il programma nazionale di adattamento al cambiamento climatico. A livello europeo c'è un programma che finanzia la ricerca scientifica e tecnologica in questo ambito chiamato Horizon2020.

Un articolo interessante del professor Anderson dell'Università di Adelaide ha cercato di stimare come sarà l'effetto globale del cambiamento climatico, andando a definire in diversi paesi aree geografiche fredde dette "*cool climate*", che sono quelle che hanno una temperatura media stagionale di poco superiore ai 13°C. Esistono circa 600000 ettari di aree *cool climate* nel mondo. Questi ettari si avvantaggeranno del cambiamento climatico, nel senso che avranno un miglioramento del potenziale enologico delle uve con costi più bassi. 600000 ettari, di cui in Italia non ne è presente neanche uno, corrispondono al 13% della superficie vitata mondiale. Circa 400000 di questi ettari saranno destinati alla produzione di vini atti all'exportazione, che entreranno in competizioni con i vini francesi e i vini italiani e in condizioni competitive migliori.

Uno studio effettuato dall'Università di Verona è stato basato sull'analisi degli effetti ipotizzati sul reddito della viticoltura in un'area come la Moldavia. Hanno fatto una stima della variazione del reddito in base all'intensità del cambiamento climatico. In questo studio hanno cercato di mettere insieme tutti gli elementi che possano avere rilevanza nella variazione di un reddito, come per esempio il livello di competenza del viticoltore, l'età, la percezione

che ha sull'influenza del cambiamento climatico sulla performance dell'impresa, livello tecnologico, temperatura media e precipitazione. Sono stati studiati quattro diversi scenari di impatto del cambiamento climatico, alto, medio-alto, medio-basso e basso. Sono state fatte simulazioni su diversi orizzonti temporali, nel periodo 2020-2039.

I risultati ci dicono che l'effetto del cambiamento climatico non è il medesimo in tutta la Moldavia, che non è una regione particolarmente grande. Diverse situazioni, sia per la variabilità di impatto del cambiamento climatico sia per la diversità soggettiva delle imprese, possono determinare variazioni a livello di reddito. Interessante lo scenario di impatto del cambiamento climatico medio-alto, in cui sono delle aree dove ci si aspetta una variazione negativa del reddito e altre una variazione positiva. In regioni della Moldavia che ora sono molto fredde ci si aspetta i vantaggi maggiori.

Il cambiamento climatico sarà verosimilmente il principale *driver* dell'evoluzione della tecnica viticola ed enologica. Nei prossimi 20 anni tutti si dovranno confrontare con esso.

Il cambiamento climatico effettuerà fenomeni di selezione tra i territori e anche all'interno di essi; questo perché all'interno dei territori l'impatto climatico può essere più o meno severo, e perché le imprese all'interno di quel territorio possono essere più o meno capaci di adattarsi.

Importante sarà anche capire la risposta della piattaforma varietale a questi cambiamenti climatici. La sfida sarà quella di fronteggiare il cambiamento climatico anche con un'ottica di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

## Clima e acquisti di vino

*di Albino Russo*

Negli ultimi anni si è consolidato il la percezione degli italiani circa l'ambiente come chiave del benessere, in particolare tra la popolazione giovane e tra quella con alto grado di istruzione.

Quasi metà della popolazione conosce il concetto di sostenibilità ed ha un atteggiamento sempre più favorevole verso comportamenti eticamente corretti nei confronti della salvaguardia ambientale, in particolare verso la raccolta differenziata, e un consumo più oculato di energia elettrica e di energia in generale.

Gli italiani sono più attenti a quello che acquistano, Vogliono sapere tutto ciò che è contenuto nel cibo, manifestano apprezzamento per le aziende trasparenti su origini e modalità di produzione, allevamento e coltivazione dei prodotti, sono attenti agli ingredienti del cibo/bevande, leggono l'etichetta dei prodotti.

Cresce anche la quota di consumatori disposti a pagare un prezzo più elevato per i prodotti ecosostenibili.

Questo sposta alcuni parametri del mercato alimentare verso: prodotti artigianali o poco industriali, di origine italiana, senza grassi, senza zuccheri, senza OGM.

Cresce la domanda di prodotti a Km 0, biologici, sostenibili. In questo contesto i cambiamenti climatici sono percepiti come fattore di rischio per la qualità e la disponibilità di cibo (figure 124, 125).

## Il consumo di vino

Il mercato del vino, mentre perde, com'è noto, i consumi abituali degli "over 65", sta ampliando la fascia di mercato dei cosiddetti "*wine lovers*", sempre più "green" e attratti da nuovi o molto antichi sistemi di produzione, dagli "*orange*" ai vini da anfora, ai biodinamici (figura 126).

La via di approvvigionamento sta privilegiando la Grande Distribuzione, col vino comune in testa ai consumi (33%) seguito dal vino rosso DOC-DOCG(30%), vino bianco DOC-DOCG 20%, rosati 2%, Champagne e spumanti 12%. Questo in volumi. In valore sono i vini di qualità a fare la parte del leone, relegando i vini comuni ad una quota del 15%. Mentre gli spumanti salgono al 22% del valore complessivo.

Il mercato è sostenuto da una positiva variazione dei prezzi su tutte le tipologie (figura 127).

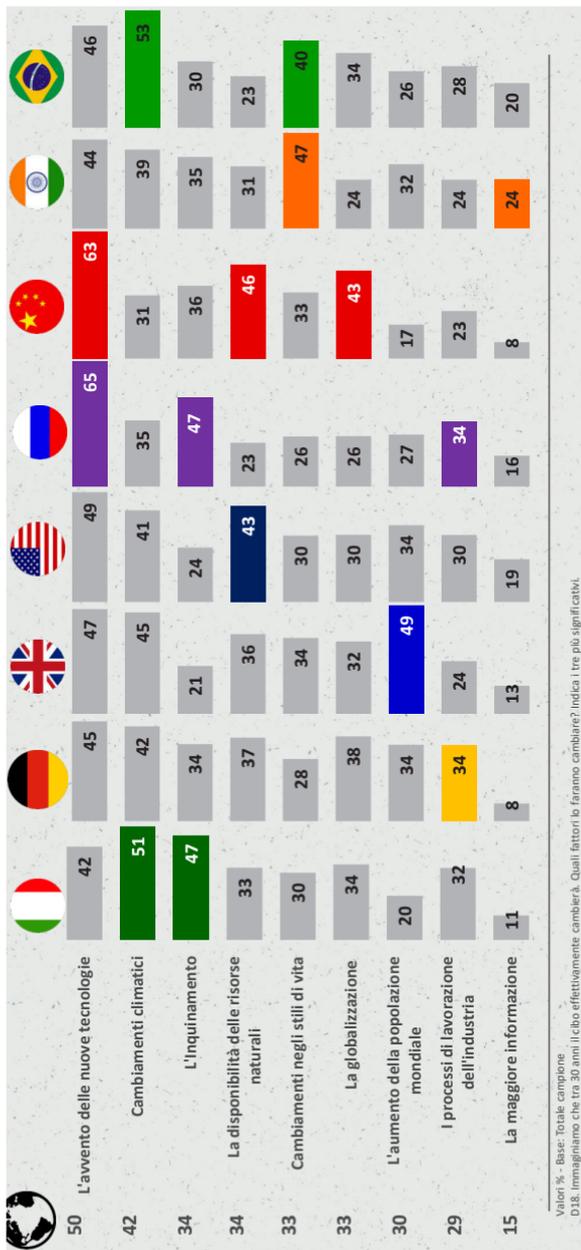
Le variazioni di temperature ed un possibile aumento delle stesse legate al cambiamento climatico influenzano la tipologia dei consumi. Il vino tende ad avere un flesso nei mesi estivi, con picchi anomali a Natale e Pasqua. I consumi della birra evidenziano un rapido aumento dei consumi nei mesi caldi con picco a Ferragosto (figura 128).

Tra vini bianchi e vini rossi c'è un comportamento simile, con picchi meno accentuati, ma con un chiaro flesso nei consumi di vino rosso nei mesi caldi, a favore del vino bianco (figura 129).

## Conclusioni

L'ambiente è uno dei pochi valori condivisi dagli italiani. Cresce un ambientalismo pragmatico fatto di preoccupazioni e di cambiamento dei comportamenti quotidiani. Aumenta la consapevolezza della forte relazione tra am-

Figura 124  
Il clima in testa ai cambiamenti del cibo nei prossimi trent'anni





biente e cibo. Quello “green” è lo stile alimentare emergente (soprattutto se fa rima con risparmi e salute)

Esiste una chiara stagionalità dei consumi di vino, condizionata dalle festività ma anche dagli andamenti climatici. Le alte temperature favoriscono maggiormente il consumo della birra mentre il vino si acquista prevalentemente nei mesi più freddi.

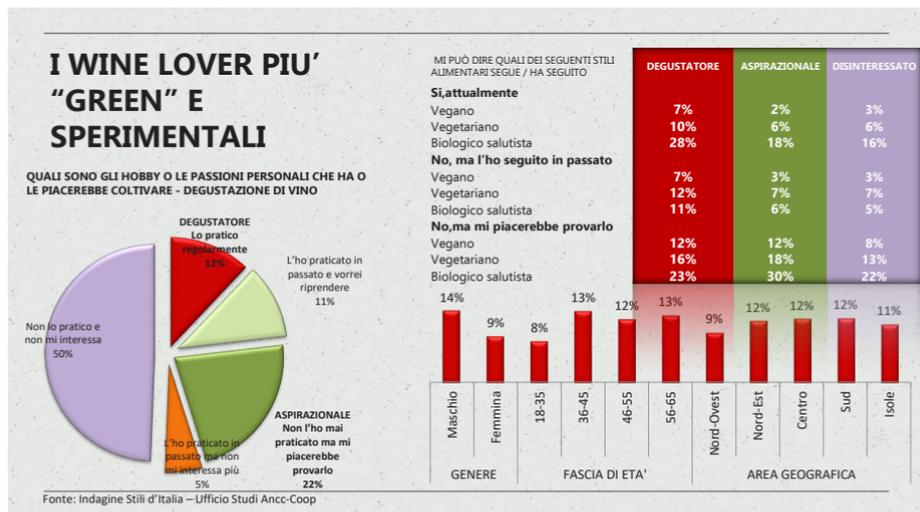
D’inverno si bevono i rossi, i vini bianchi (e quelli frizzanti) si bevono soprattutto nei mesi più caldi.

L’innalzamento delle temperature favorisce il consumo di birra e dei vini bianchi.

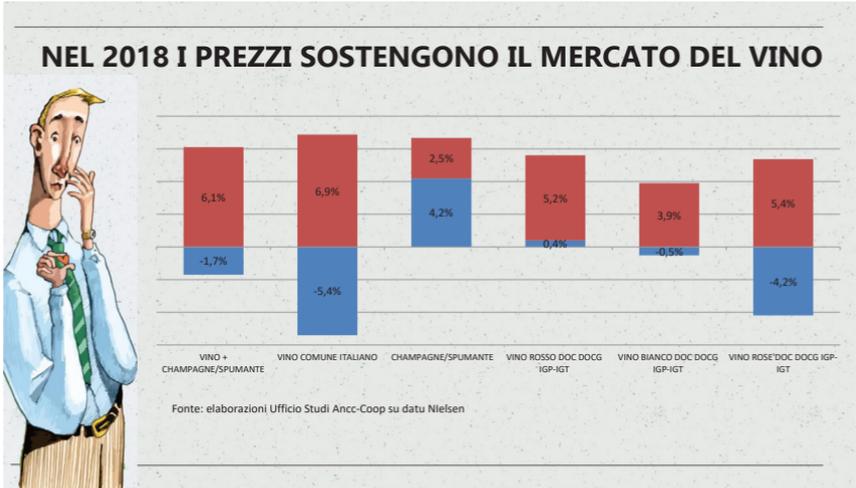
A dispetto di una riduzione dei consumi, negli ultimi anni gli acquisti nella GDO sono sostenuti dall’incremento dei prezzi.

È plausibile ipotizzare che tale incremento sia l’effetto indiretto degli impatti climatici sulla produzione vitivini-

**Figura 126**  
Nuovi segmenti di consumo del vino



**Figura 127**  
**Nel 2018 i prezzi sostengono il mercato del vino**



**Figura 128**  
**Consumi stagionali di vino e birra**

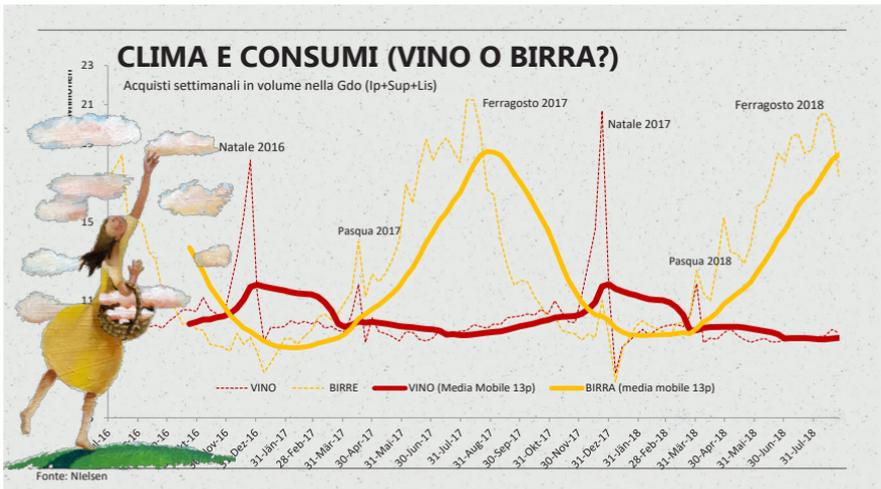
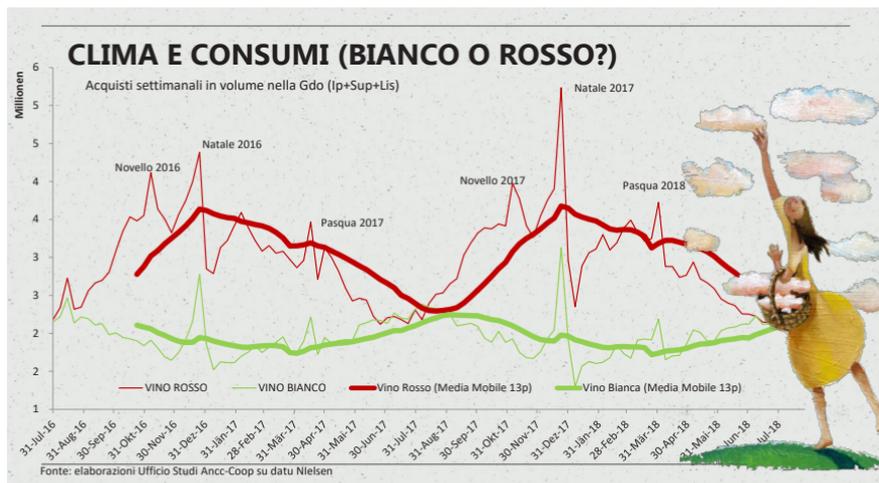


Figura 129  
Clima e consumi: bianco o rosso?



cola. Gli impatti appaiono infatti maggiori sul vino comune dove è molto alta l'incidenza della materia prima sul prezzo finale.

## **Autori e contributi**

## Autori e contributi

I contributi originali degli Autori sono reperibili sul sito WEB di Sanguis Jovis, per le edizioni 2017 e 2018. <https://fondazionebanfi.it/it/sanguis-jovis/formazione.php>

### **1. Balestrini Raffaella – CNR-IPSP-Torino**

Primo Ricercatore, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP). Laurea in Scienze Biologiche e Ph.D in Biologia e Biotecnologia dei Funghi. L'attività scientifica si è principalmente focalizzata su diversi aspetti delle interazioni tra le piante e funghi simbionti presenti nel suolo. L'obiettivo principale è lo studio delle basi cellulari e molecolari delle interazioni pianta-microorganismi, con particolare attenzione alle simbiosi micorriziche. Attualmente i principali interessi di ricerca sono: aspetti cellulari e molecolari dello sviluppo e delle interazioni delle piante; la risposta delle piante a stress biotici e abiotici, considerando anche la presenza contemporanea di diversi fattori di stress; genomica, genomica funzionale e trascrittomica di funghi simbionti; profili trascrittomici in popolazioni cellulari omogenee. Settori di competenza: Biologia vegetale, Fisiologia vegetale, Nutrizione delle piante, Interazioni piante-microorganismi, Simbiosi radicali, Microorganismi del suolo.

[raffaella.balestrini@ipsn.cnr.it](mailto:raffaella.balestrini@ipsn.cnr.it)

**i) Gli effetti del climate change: il microbioma del suolo.**

## **2. Brancadoro Lucio – DiSAA-Università degli Studi di Milano**

Docente di Viticoltura e Coltivazioni Arboree presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano. Le linee di ricerca che conduce riguardano in particolare il miglioramento genetico della vite sia attraverso la selezione clonale sia mediante ibridazione interspecifica per la costituzione di nuovi portinnesti. Inoltre, si occupa dello sviluppo di modelli innovativi di viticoltura con particolare riferimento a quella di precisione. È membro corrispondente dell'Accademia della Vite e del Vino è stato Vicepresidente dell'Associazione Costitutori Viticoli Italiani (ACOVIT) e coordinatore di progetti di ricerca nazionali. Al suo attivo ha oltre 120 pubblicazioni scientifiche su riviste sia internazionali che nazionali.

[lucio.brancadoro@unimi.it](mailto:lucio.brancadoro@unimi.it)

- i) **La pressione selettiva debole e i nuovi cloni del Sangiovese.**
- ii) **I Portinnesti M e la risposta della vite al cambio climatico.**
- iii) **Climate change e innovazione: l'impiego di nuovi portinnesti nella arido-viticultura.**

## **3. Cesco Stefano – Facoltà di Scienze e Tecnologie-Bolzano**

Membro della Società Italiana di Chimica Agraria, dell'International Society of Horticultural Science (ISHS), dell'International Humic Substances Society (IHSS) dell'International Scientific Centre of Fertilizers (CIEC).

È segretario di AISSA (Associazione italiana delle Società Scientifiche Agrarie), Preside della facoltà di Scienze e Tecnologie di Bolzano.

Aree di ricerca: ruolo delle membrane nelle piante in risposta a stress e fluttuazione dei nutrienti, effetto delle molecole umiche nella nutrizione minerale delle piante, monitoraggio ambientale. [stefano.cesco@unibz.it](mailto:stefano.cesco@unibz.it)

**i) Gli effetti del climate change: il bioma del suolo e l'attività vegeto-produttiva della vite.**

#### **4. Costantini Edoardo – CREA-AA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Firenze**

È dirigente di ricerca presso il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, sede di Firenze, è membro dell'accademia dei Georgofili e Segretario dell'European Society for Soil Conservation. È esperto dei rapporti suolo-qualità del vino e dell'effetto terroir. Coordina il progetto RESOLVE (<http://www.resolve-organic.eu/>). Oltre 200 pubblicazioni su Google (<http://scholar.google.pt/citations>). [edoardo.costantini@crea.gov.it](mailto:edoardo.costantini@crea.gov.it)

**i) Le matrici geologiche e i fenomeni di pedogenesi alla base dei terroir del Sangiovese.**

**ii) Climate change e la terra: l'impatto sulle caratteristiche dei suoli viticoli italiani.**

#### **5. Crespan Manna – CREA.VE Conegliano -TV - Ricercatrice Genetica Agraria**

Ricercatrice presso il CREA - Centro di ricerca Viticoltura ed Enologia di Conegliano, settore disciplinare "genetica agraria" (AGR/07). Attualmente lavora alla caratterizzazione e identificazione dei vitigni con marcatori molecolari, studi di pedigree, storia ed evoluzione piattaforme ampelografiche; individuazione di varianti somatiche; breeding classico e analisi, molecolare e fenotipica, di una popolazione segregante per l'apirenia. Ideatrice e

responsabile del Servizio di Identificazione della varietà di vite. [manna.crespan@crea.gov.it](mailto:manna.crespan@crea.gov.it)

**i) L'origine del Sangiovese e le relazioni genetiche con il germoplasma italiano.**

**6. Del Bravo Fabio – ISMEA - Roma**

Dirigente della Direzione Servizi di Mercato e Supporti Tecnologici-ISMEA (Istituto di Servizi per il Mercato Agroalimentare) pianificazione, progettazione attività e coordinamento delle fasi operative; analisi economico-finanziarie del mercato agricolo-alimentare; valutazione d'impatto delle politiche agricole comunitarie e nazionali; progettazione servizi a supporto degli operatori agroalimentari; valutazione dei business plan delle imprese; analisi economiche settoriali; partecipazione a meeting consultivi per le politiche nazionali riguardanti il mercato agroalimentare presso il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e altre Istituzioni; partecipazione gruppi di lavoro interni ed esterni come rappresentante ISMEA.

[segreteria@isma.it](mailto:segreteria@isma.it)

**i) L'impatto del climate change sui mercati: una visione macro.**

**7. D'Onofrio Claudio – Dipartimento di Scienze Agricole, Alimentari e Agro-ambientali-Università di Pisa**

Professore dell'Università di Pisa con l'incarico dell'insegnamento della Viticoltura e delle biotecnologie applicate alle specie arboree. Docente incaricato di "Applicazioni Biotecnologiche in Specie Arboree" del corso di laurea specialistica in Biotecnologie Vegetali e Microbiche dell'Università di Pisa, dal 2013 divenuto modulo di "Sistemi agricoli e fondamenti di produzioni vegetali" nell'ambito

dell'insegnamento "Produzioni vegetali e Biotecnologie" di cui è titolare; Dal 2015 Vicepresidente del Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia dell'Università di Pisa. Dal 2010 Amministratore dell'Italian Vitis Database.

Principali interessi in attività di ricerca scientifica: caratterizzazione di geni delle vie biosintetiche dei metaboliti secondari che caratterizzano la qualità delle uve con particolare riferimento alla biosintesi degli aromi; effetti della gestione della chioma sulla biosintesi degli aromi nelle uve; recupero, salvaguardia, descrizione, caratterizzazione e valorizzazione del germoplasma viticolo autoctono; studio bioagronomico dei principali vitigni toscani.

[claudio.donofrio@unipi.it](mailto:claudio.donofrio@unipi.it)

**i) Conoscenza e valorizzazione del patrimonio aromatico del Sangiovese.**

**8. Failla Osvaldo – Direttore DiSAA - Università degli Studi di Milano**

Professore ordinario di "Arboricoltura generale e coltivazioni arboree" e Presidente del Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia presso l'Università degli studi di Milano. Direttore del Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Produzione Territorio Agroenergia.

Attualmente l'attività di ricerca è rivolta soprattutto alle tematiche della fisiologia della maturazione e qualità enologica dell'uva, al miglioramento genetico dei portinnesti, alla caratterizzazione e conservazione del germoplasma di vite. È autore di oltre cento pubblicazioni scientifiche.

[osvaldo.failla@unimi.it](mailto:osvaldo.failla@unimi.it)

**i) I processi di maturazione della bacca del Sangiovese e le influenze del terroir.**

**ii) Il climate change e la terra: i meccanismi di adattamento della vite.**

**9. Fasoli Valeria – Agronoma. Presidente Associazione “Donne della Vite”**

Consulente e Direttore Tecnico di tecnica viticola, ricerca e sviluppo sviluppando competenze in tema di piani economici, sicurezza, legislazione, e contrattistica. Fondatrice e Presidente dell’associazione “Donne della Vite” che si prefigge di perseguire una viticoltura sostenibile nell’osservanza dei tre principi cardine: etica, estetica e bellezza. [valeriasoli67@gmail.com](mailto:valeriasoli67@gmail.com)

**i) Risultati della selezione clonale del Sangiovese valutati attraverso la degustazione dei vini dei cloni VCR.**

**10. Franco Silvio – Dipartimento di Economia e Impresa dell’Università della Toscana**

Docente di “Marketing”, “Marketing dei Prodotti Agroalimentari” e “Economia dell’innovazione”. Fondatore e coordinatore del gruppo di lavoro e ricerca universitario NOISE. Laureato in Ingegneria Elettronica presso l’Università di Pisa, si è specializzato nella rappresentazione e nell’analisi dei sistemi territoriali presso l’università del Minnesota (USA). La principale attività di ricerca è concentrata sullo studio dello sviluppo dei sistemi economici territoriali condotto attraverso un approccio teorico basato sul paradigma Bioeconomico che consente di analizzarne la struttura dei processi di produzione e consumo, la sostenibilità ambientale e sociale e la capacità di generare benessere nella comunità locale. È responsabile scientifico dei progetti di ricerca sviluppati dal NOISE ed è autore di oltre 140 pubblicazioni scientifiche, di cui oltre 60 a livello internazionale. [franco@unitus.it](mailto:franco@unitus.it)

**i) Una visione economica della sostenibilità.**

### **11. Lizio Francesco Bruno – Geopedologo**

Specializzazione in difesa del suolo - pedologia e cartografia - zonazioni viticole -topografia -assetto del territorio - movimenti di terra - rilevamento con GPS. Ha fondato Geologia&Ambiente società volta a studiare il suolo per conoscere il territorio, valorizzare l'habitat e la produzione viticola di qualità. [ilsuolo@alice.it](mailto:ilsuolo@alice.it)

#### **i) Vocazionalità e limitazioni d'uso dei terroir del Sangiovese in Toscana.**

### **12. Mainardi Giuseppina – Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari-Università degli Studi di Torino**

Studia le valenze storiche, culturali e simboliche che riguardano il mondo della vite e del vino. È autrice di numerosi libri e di articoli pubblicati su importanti riviste specializzate e su “OICCE Times Rivista di Enologia”, che dirige dal 1999. È docente di “Storia della Vite e del Vino” presso il DISAFA dell'Università di Torino. Coordina il gruppo di studio nazionale dell'OICCE “Valorizzazione della cultura vitivinicola italiana”. È coordinatrice della collana editoriale “Storia della vite e del vino in Italia” per l'Accademia Italiana della Vite e del Vino e della collana “Fonti per la Storia dell'Enologia” per Edizioni OICCE. È socio ordinario dell'Accademia Italiana della Vite e del Vino, dell'Accademia di Agricoltura di Torino e dell'Accademia dei Georgofili. [oiacce@tiscali.it](mailto:oiacce@tiscali.it)

#### **i) Il Sangiovese tra mito e storia.**

**13. Marangon Matteo – Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente -Università degli Studi di Padova**

Dottore in Enologia. Ha lavorato come ricercatore presso l’Australian Wine Research Institute di Adelaide (South Australia), e dal 2014 ha diretto un corso di laurea magistrale in Viticoltura ed Enologia presso Plumpton College (Brighthon, UK). Dal 2016 è Ricercatore presso il DAFNAE (Università degli Studi di Padova) dove è titolare di un corso intitolato “Quality, processing and sensory analysis of Italian wine”. Le sue ricerche sono soprattutto finalizzate alla comprensione e prevenzione degli intorbidamenti di natura colloidale in varie tipologie di vino.

[matteo.marangon@unipd.it](mailto:matteo.marangon@unipd.it)

**i) Il Sangiovese cambierà? La misura delle proteine nei vini Sangiovese.**

**14. Mariani Luigi – DiSAA – Docente Università degli Studi di Milano**

Ha diretto il servizio Meteorologico Regionale della Lombardia dal 1987 al 2001 e dal 1997 al 2006 ha presieduto dell’Associazione Italiana di Agrometeorologia. Docente a contratto di Agrometeorologia (1991-2008) e Agronomia (2008-2014), insegna attualmente Storia dell’Agricoltura presso l’Università degli Studi di Milano. È attualmente condirettore del Museo Lombardo di Storia dell’Agricoltura e vicepresidente della Società Agraria di Lombardia. Ha al suo attivo oltre 300 pubblicazioni scientifiche e divulgative. [luigimariani957@gmail.com](mailto:luigimariani957@gmail.com)

**i) La valutazione del micro-mesoclima nella formulazione dei modelli predittivi sulla maturazione dell’uva Sangiovese.**

**ii) L’areale del Sangiovese e il suo clima: i caratteri attuali e le prospettive.**

**15. Mattii Giovan Battista – DISPAA-Università degli Studi di Firenze**

Docente di Viticoltura all'Università di Firenze, vicepresidente del corso di laurea in Viticoltura ed Enologia. Autore di oltre 100 pubblicazioni scientifiche, esperienza di ricerca in USA, attività di docenza in numerosi corsi presso altre Università e vari Enti pubblici in Italia e all'estero. [giovanbattista.mattii@unifi.it](mailto:giovanbattista.mattii@unifi.it)

- i) **Eco fisiologia della fotosintesi e comportamento del Sangiovese nei confronti degli stress ambientali.**
- ii) **Il climate change in vigna: i processi di maturazione del Sangiovese.**

**16. Moio Luigi – Professore Ordinario-Università degli Studi di Napoli Federico II -Dipartimento di Agraria - Sezione di Scienze della Vigna e del Vino**

Luigi Moio è professore ordinario di enologia presso il Dipartimento di Agraria dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. Specializzato al Laboratoire de Recherches sur les Arômes dell'Institut National de La Recherches Agronomique di Dijon. Nominato nel 1998 esperto scientifico per il Ministero delle Politiche Agricole per la commissione Enologia presso l'OIV (Organisation Internationale de la Vigne et du Vin) con sede a Parigi, nel 2015 ne è stato eletto Presidente. Accademico dei Georgofili e dell'Accademia Italiana della Vite e del Vino, è presidente del Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia e del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Enologiche dell'Università degli Studi di Napoli. È responsabile della Sezione di Scienza della Vigna e del Vino e membro del Consiglio Scientifico della Scuola di Dottorato in Scienze Agrarie e Agroalimentari della medesima Università. Da più di 25 anni si occupa degli aspetti sensoriali, biochimici e tecno-

logici dell'aroma del vino, prestando particolare attenzione agli aspetti tecnologici di base rivolti ad esaltare e preservare l'originalità varietale del vino. È autore e co-autore di circa 250 pubblicazioni scientifiche. E'Presidente della Commissione Enologia dell' OIV. ( Office International de la Vigne et du Vin). [luigi.moio@unina.it](mailto:luigi.moio@unina.it)

**i) Il vino del futuro: una visione.**

**17. Mattivi Fulvio – Dipartimento di Fisica-Università di Trento**

Professore ordinario del settore CHIM / 10 (Chimica degli alimenti) presso il Centro Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università di Trento. È inoltre affiliato alla Fondazione Edmund Mach (FEM). Le sue principali attività di ricerca riguardano la chimica degli alimenti, indagando soprattutto le varie classi di polifenoli dal punto di vista analitico, tecnologico e nutrizionale. Più di recente, i suoi interessi di ricerca si sono indirizzati verso la biochimica e l'alimentazione, e ora sta coordinando studi basati sulla metabolomica applicata nei settori della chimica enologica e degli alimenti, della scienza delle piante, e della nutrizione umana. [fulvio.mattivi@unitn.it](mailto:fulvio.mattivi@unitn.it)

**ii) Particolarità compositive del Sangiovese e tecnica enologica.**

**ii) Climate change e profilo polifenolico: quali implicazioni nella stabilità dei vini.**

**18. Orlandini Simone – Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agro-alimentari e dell'Ambiente (DI-SPAA) Università degli Studi di Firenze**

Professore Ordinario presso il Dipartimento di Scienze delle Produzioni agroalimentari e dell'ambiente – Univer-

sità di Firenze (DISPAA), di cui è Direttore. Si è laureato in Scienze Agrarie e ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Agrometeorologia. Svolge regolarmente attività didattica nel settore della agronomia e agrometeorologia. È attualmente Direttore del Centro di Bioclimatologia e membro del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in “Scienze Agrarie e Ambientali”, presso l’Università di Firenze. È Accademico Ordinario della Accademia dei Georgofili di Firenze. Dal novembre 2014 fa parte del Consiglio Direttivo. Dall’aprile 2014 è Presidente della Fondazione per il Clima e la Sostenibilità.

[simone.orlandini@unifi.it](mailto:simone.orlandini@unifi.it)

- i) **Le possibilità offerte dai modelli climatici nella mitigazione degli effetti del cambio climatico.**
- ii) **È possibile prevedere il climate change? I modelli predittivi in viticoltura.**

### **19. Panagiotis Arapitsas – Fondazione E. Mach.-San Michele AA -TN**

Ricercatore, Dipartimento Qualità alimenti e nutrizione della Fondazione Edmund Mach.

La sua attività di ricerca è focalizzata nelle metabolomica di vino e alimenti. Con l’obiettivo di stabilire metodologie investigative sui metabolomi di frutta e vino, sviluppando protocolli analitici con tecnologie LC-MS, trattamento dei dati e identificazione di biomarcatori.

[panagiotis.arapitsas@fmach.it](mailto:panagiotis.arapitsas@fmach.it)

- i) **Climate change e profilo polifenolico: quali implicazioni nella stabilità dei vini.**

**20. Palliotti Alberto** – Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali - Università degli Studi di Perugia

Professore di viticoltura presso l'Università di Perugia, coordinatore del curriculum in "Viticoltura ed Enologia" del corso di laurea in STAGAL", autore di oltre 250 lavori scientifici, membro accademia italiana della vite e del vino, referente scientifico per il gruppo Edagricole - New Business Media, vincitore del "Best Paper Viticulture Award 2013" dell'American Society for Enology and Viticulture.

[alberto.palliotti@unipg.it](mailto:alberto.palliotti@unipg.it)

**i) Una viticoltura con limitate risorse idriche: scenario e risposte culturali.**

**21. Pertot Ilenia** – Fondazione E. Mach.-San Michele AA-TN

Professore ordinario in Patologia vegetale presso l'Università di Trento e *senior scientist* presso Fondazione Edmund Mach. Ricerche attuali focalizzate sull'interazione tra le malattie delle piante e l'interazione con l'agrosistema e lo sviluppo di biofungicidi e altri strumenti per un'agricoltura sostenibile. [iliana.pertot@unitn.it](mailto:iliana.pertot@unitn.it)

**i) Gli effetti del climate change: l'attività di funghi ed insetti.**

**22. Peterlunger Enrico** – Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali-Università degli Studi di Udine

Professore ordinario, già Presidente del Consiglio del Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia della Facoltà di Agraria di Udine e responsabile dell'Unità di Ricerca di Udine nel progetto MURST COFIN 2000 "Miglioramen-

to della qualità in sistemi viticoli tipici: studio ecofisiologico e microclimatico”.

Temi di ricerca: Effetto dei fattori abiotici sulla qualità fenolica ed aromatica dell’uva. effetti dello stress idrico sulla quantità e qualità dei polifenoli dell’uva e del vino, salvaguardia di varietà di vite a rischio di estinzione. Partecipa a *Grape Genome Initiative*, coordinamento mondiale degli studi sul genoma della vite. È responsabile - assieme al collega prof. R. Testolin – di un programma di miglioramento genetico della vite per la resistenza a funghi patogeni quali peronospora e oidio unita a una elevata qualità dell’uva e del vino. [enrico.peterlunger@uniud.it](mailto:enrico.peterlunger@uniud.it)

**i) Il dilemma climatico in vigna: adattarsi o innovarsi?**

### **23. Petrozziello Maurizio – CREA - Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia, Asti**

Dottore di Ricerca in Scienze Agrarie Forestali ed Agroalimentari. Specialista in Scienze Viticole ed Enologiche. Collaboratore di Ricerca presso il Centro di Ricerca per l’Enologia (CRA-ENO) di Asti. Esperto di gascromatografia, particolarmente interessato allo studio degli aromi nel vino. Con specializzazione su: analisi dei composti aromatici per GC-MS applicato allo studio delle tecnologie in vinificazione. Controllo degli etilfenoli in cantina.

[maurizio.petrozziello@crea.gov.it](mailto:maurizio.petrozziello@crea.gov.it)

**i) Berremo diverso? Il climate change e il profilo aromatico delle uve e dei vini.**

### **24. Pezzotti Mario – Dipartimento di Biotecnologia -Università di Verona**

Professore di Genetica Agraria dell’Università di Verona, presidente della Società Italiana di Genetica Agraria, delegato del Rettore per la Ricerca e il Trasferimento Tec-

nologico, membro del Collegio dei Docenti del Dottorato, membro dell'Accademia di Agricoltura, Scienze e Lettere di Verona e dell'Accademia dei Georgofili, fondatore del Centro di Genomica Funzionale e degli spin-off di ateneo "Officina Biotecnologica" e "Diamante". È stato membro del Comitato della Presidenza del Consiglio per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita. È membro del Comitato Editoriale delle Riviste: BMC Biotechnology, Transgenic Research e Horticulture Research. È chair del Comitato Internazionale per l'Annotazione del Genoma di Vite ed è membro del Comitato Internazionale "International Grape Genome Program". È stato coordinatore nazionale e responsabile di progetti nazionali (PRIN, TELETHON, CNR) ed internazionali (FP6, FP7 e Horizon). Nel corso degli ultimi dieci anni ha sviluppato, insieme con il suo gruppo di ricerca, conoscenze e tecnologie moderne per l'analisi dell'espressione genica e l'applicazione delle scienze "omiche" per lo studio della biologia della maturazione della bacca, dell'appassimento post-raccolta e dell'interazione genotipo-ambiente della vite. [mario.pezzotti@univr.it](mailto:mario.pezzotti@univr.it)

**i) Il contributo della trascrittomica nella valutazione della vocazionalità dei terroir del Sangiovese.**

**25. Piombino Paola – Università degli Studi di Napoli Federico II -Dipartimento di Agraria - Sezione di Scienze della Vigna e del Vino**

PhD presso il "Laboratoire des recherches sur les aromes" di Digione.

Docente di Analisi strumentale e sensoriale del vino e di Molecole sensorialmente attive del vino. Membro di Erasmus Mundus Master Food Innovation & Product Design (FIPDes). [paola.piombino@unina.it](mailto:paola.piombino@unina.it)

**i) Il Sangiovese cambierà? Il tannino nei vini Sangiovese.**

## **26. Pomarici Eugenio – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali-Università degli Studi di Padova**

Docente di economia e gestione delle imprese agroalimentari; normativa e mercati agroalimentari, enologia e mercati vitivinicoli (politica economica per il settore vitivinicolo); lezioni presso master (Italia e Francia) su tematiche relative al mercato del vino.

L'attività di ricerca è attualmente concentrata sull'analisi del settore vitivinicolo e in particolare sulla competitività della filiera vitivinicola italiana, il commercio internazionale, la politica vitivinicola dell'Unione europea e la sostenibilità della produzione del vino. Autore di più di 100 contributi scientifici. Presidente Commissione Economia e Diritto dell'Organizzazione Internazionale della Vite e del Vino (OIV) per il triennio 2012-2015 e attualmente membro del CTS dell'OIV. Accademico ordinario Accademia Italiana della Vite e del Vino e Accademia dei Georgofili, Cavaliere del merito agricolo della Repubblica Francese.

Membro del CdA della Marchesi de' Frescobaldi per il sessennio 2007-2012. Membro del CTS Tergeo quadriennio 2012-15. Co-direttore della rivista Wine Economics and Policy (WEP) e membro del comitato editoriale a Int. Jour. Wine Business Research. [eugenio.pomarici@unipd.it](mailto:eugenio.pomarici@unipd.it)

### **i) Impatto economico del cambiamento climatico in vitivinicoltura.**

## **27. Poni Stefano – Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili -Università Cattolica del Sacro Cuore- Piacenza**

Direttore del DIPROVES (Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili), Direttore del Master Internazionale VENIT. Coordinatore dell'area Pro-

duzioni Vegetali Sostenibili di CRAFT (Centro di Ricerca Analisi geoSpaziale e Telerilevamento).

Da oltre un trentennio impegnato in ricerche relative alla fisiologia applicata ed alle tecniche colturali della vite con particolare riferimento a:

Effetto di fattori biotici e abiotici su scambi gassosi (fotosintesi e traspirazione) a livello di singola foglia e di intera chioma, valutazione della variazione di efficienza di uso dell'acqua (WUE) in vari genotipi di vite in presenza di condizioni limitanti di umidità del suolo.

Impiantistica del vigneto con particolare riferimento alla scelta dei sestri, del sistema di allevamento e delle tecniche di potatura invernale.

Fisiologia e modalità operative dei principali interventi di potatura verde (scacchiatura, cimatura, defogliazione, diradamento dei grappoli).

Meccanizzazione del vigneto e compatibilità con il concetto di "terroir". Integrazione tra macchine e forma di allevamento.

Analisi di immagine e utilizzo di sensoristica wireless per il monitoraggio dell'ecosistema vigneto (scala di meso e micro-clima).

Adattamento delle tecniche colturali del vigneto alle esigenze imposte dal cambio climatico: bilancio idrico, esposizione termico luminosa dei grappoli, modulazione della maturazione. [stefano.poni@unicatt.it](mailto:stefano.poni@unicatt.it)

**i) Il Sangiovese cambierà? La risposta allo stress idrico.**

## **28. Pozzi Carlo – DiSAA - Università degli Studi di Milano**

Possiede una vasta esperienza in genetica vegetale e biologia molecolare, con diretta esperienza in miglioramento

genetico assistito. Larga esperienza in genomica funzionale e genomica applicata in genetica vegetale e genetica della vite.

Membro del Consiglio del Master in “Biotechnology for the bioeconomy”, membro della Commissione paritetica del Master in “Biotecnologie vegetali, alimentari e agroambientali”, membro della piattaforma per il Genome Editing presso DISAA, Delegato DISAA per l’Internazionalizzazione dei progetti dell’Università di Milano.

Docente di genetica agraria. [carlo.massimo.pozzi@gmail.com](mailto:carlo.massimo.pozzi@gmail.com)

**i) Le risposte del climate change: gli strumenti molecolari per la vite.**

### **29. Russo Albino – Ancc - Coop-Roma**

Laurea in Economia, project leader a Nomisma ove ricopre poi il ruolo di Direttore Area Agricoltura, Industria Alimentare, Commercio e Consumi.

Nel 2006 passa a Ancc-Coop-Roma come Direttore Ufficio Studi e Settore Economico dove diventa Direttore Generale. Aree di competenza: Business Planning, Retail, Macroeconomics, Analisi di mercato, e Ricerche di mercato. [politiche.sociali@ancc.coop.it](mailto:politiche.sociali@ancc.coop.it)

**i) Vino, clima e consumi.**

### **30. Scienza Attilio – DiSAA - Università’ degli Studi di Milano**

Professore ordinario di “Viticoltura”. Direttore generale dell’Istituto Agrario di S. Michele all’Adige dal 1985 al 1991. È stato responsabile di numerosi progetti di ricerca nazionali nel campo dell’agronomia, della fisiologia e della genetica della vite. Accademico ordinario dell’Accademia Italiana della Vite e del Vino e Socio Corrisponden-

te dell'Accademia dei Georgofili. Gli è stato assegnato il Premio AEI per la ricerca scientifica nel 1991 e il Premio Internazionale Morsiani nel 2006. Direttore del Master Universitario di primo livello in "Gestione del Sistema vitivinicolo" dell'Università di Milano. Autore di oltre trecento pubblicazioni scientifiche dal 2000 al 2013 su riviste e atti di convegni internazionali e nazionali e su manuali e monografie scientifiche nazionali ed internazionali prevalentemente dedicati alla vite e alla viticoltura. Dal 2016 è Presidente del progetto Sanguis Jovis - Alta Scuola del Sangiovese. [attilioscienza@virgilio.it](mailto:attilioscienza@virgilio.it)

**i) Il Sangiovese e il mito di Dionisio.**

**31. Storchi Paolo -CREA-VE - Arezzo**

Primo Ricercatore presso il CREA – Centro di ricerca viticoltura ed enologia di Arezzo, dove svolge la sua attività nel settore vitivinicolo dal 1988. Attualmente si occupa in particolare di ricerche nel settore dei rapporti tra pianta ed ambiente, della sostenibilità delle produzioni, di viticoltura di precisione e di recupero e valorizzazione del germoplasma. Fa parte dell'albo degli Esperti del MiPAAF ed è referee per diverse riviste nazionali ed internazionali. È Accademico della Vite e del Vino e dei Georgofili ed ha prodotto in carriera oltre 250 pubblicazioni a carattere scientifico e tecnico-divulgativo. [paolo.storchi@crea.gov.it](mailto:paolo.storchi@crea.gov.it)

**i) Confronto tra le prestazioni vegeto-produttive dei cloni di Sangiovese in Toscana.**

**ii) Effetto del suolo sulle risposte qualitative del Sangiovese.**

### **32. Tomasi Diego – CREA.VE Conegliano -TV**

Primo ricercatore presso il CREA-VE (Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia di Conegliano). Si occupa di problematiche riguardanti l'ambiente e le relazioni che la vite instaura con esso. Con gli anni ha approfondito le conoscenze sulla composita realtà degli ambienti viticoli dove clima e microclima, geomorfologia, suolo e paesaggio sono le basi certe e verificate su cui devono poggiare le decisioni per la corretta progettazione e gestione del vigneto e dei comprensori vitati. [diego.tomasi@crea.gov.it](mailto:diego.tomasi@crea.gov.it)

**i) Suolo, apparato radicale e cambiamento climatico.**

**ii) Il climate change in vigna: l'attività radicale.**

### **33. Toninato Luca – AGER - Milano**

Agronomo e dottore di ricerca, presidente di AGER – Agricoltura e Ricerca, società fondata nel 1993 e che si occupa di trasferimento dell'innovazione. Esperto di viticoltura, si occupa del coordinamento di numerosi progetti sperimentali nell'ambito del miglioramento genetico delle varietà, di progetti di zonazione vitivinicola, di sviluppo di progetti di viticoltura sostenibile e di viticoltura di precisione. [luca.toninato@agercoop.it](mailto:luca.toninato@agercoop.it)

**i) Le prospettive della space economy nelle applicazioni della viticoltura di precisione.**

**ii) Arriva la digital transformation: la space economy nella viticoltura di precisione.**

### **34. Vagnoli Paola – Lallemand Oenology-Verona**

Direttore responsabile Lallemand Oenology Italia. Laureata all'Università di Siena ha inoltre conseguito un Dottorato in microbiologia all'Università di Padova. Da sempre lavora nel mondo del lievito e ha partecipato alla

selezione del lievito BM 45, ceppo selezionato nella zona del Brunello di Montalcino. Ha lavorato per cinque anni all'Università di Davis California dove ha condotto diversi studi di biologia molecolare e microbiologia enologica, in particolare sugli arresti di fermentazione alcolica. Nel 2000 ha iniziato a lavorare in Lallemand e dal 2004 è responsabile di Lallemand Oenology Italia. Nell'ambito del suo lavoro si interfaccia costantemente con le principali università e centri di ricerca collaborando su progetti di ricerca.

[pvagnoli@lallemand.com](mailto:pvagnoli@lallemand.com)

**i) Il climate change e la fermentazione dei mosti: nuove strategie di intervento.**

**35. Velasco Riccardo – CREA-VE-Roma**

Direttore del Centro di Viticoltura ed Enologia Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA-VE). Professore incaricato Università di Verona – Corso di laurea in Biotecnologie Vegetali. Professore incaricato Università di Ferrara – Corso di laurea in Scienze della Vita e Biotecnologie. Membro dell'Accademia dei Georgofili. Membro dell'Accademia della Vite e del Vino. Membro dell'Accademia Nazionale dell'Agricoltura.

[riccardo.velasco@crea.gov.it](mailto:riccardo.velasco@crea.gov.it)

**i) Aspetti innovativi nel miglioramento genetico del Sangiovese.**

Questo secondo numero de "I Quaderni di *Sanguis Jovis*" raccoglie in forma sintetica, ma esaustiva, i contributi presentati dai numerosi docenti nel corso delle Summer School del 2017 e 2018.

Nella edizione del 2017, dal titolo: "I profili del Sangiovese in Toscana", si è trattato sull'origine del Sangiovese, partendo dalle fonti mitologiche, per arrivare ai più recenti riscontri della biologia molecolare e la valutazione, anche attraverso l'analisi sensoriale, della sua ricchezza genetica.

Il ruolo centrale sulla qualità del vino del Sangiovese, risultato dell'interazione del vitigno con gli ambienti pedoclimatici della Toscana, è stato affrontato nell'ottica dell'ottimizzazione di questo rapporto, con la descrizione degli interventi di tecnica colturale, (gestione del suolo, scelta del portinnesto, gestione della chioma) per conseguire una mitigazione degli effetti negativi del cambiamento climatico sulla maturazione delle uve.

Nell'edizione del 2018 è stato ripreso il tema generale della risposta del Sangiovese nei confronti del clima, dei macro e micro cambiamenti del suolo e della virulenza dei parassiti. Sono state proposte delle strategie predittive per valutare in anticipo gli effetti del cambio climatico sui fabbisogni idrici e sulla maturazione delle uve per attuare pratiche di mitigazione, tra le quali l'irrigazione ha un ruolo cruciale.

Un vademecum ricco di spunti e di proposte, messo a disposizione di tecnici e studiosi dalla Fondazione, che contribuirà a migliorare le conoscenze sul Sangiovese, il cui ruolo è sempre più centrale nella viticoltura toscana.

Ci auguriamo che le indicazioni raccolte abbiano anche un effetto catalizzatore sullo sviluppo delle ricerche future su questo vitigno.

Attilio Scienza  
*Presidente Sanguis Jovis*

Con il supporto di



**fondazione  
banfi**



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



**fondazione  
bertarelli**



**Montalcino  
news** Who, What, Where, When, Why.

**REMIT**



**AMORIM**  
CORK COMPOSITES



**IM\*MEDIA**

**JOBDOV/Studio**

**OFFICINAGRAFICA**



Management Improvement Accounting

[www.fondazionebanfi.it](http://www.fondazionebanfi.it)  
[info@fondazionebanfi.it](mailto:info@fondazionebanfi.it)  
 **Fondazione Banfi**

ISBN 978-88-94997-01-9



9 788894 997019